Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens





HANDWÖRTERBUCH DES ELEKTRISCHEN FERNMELDEWESENS



Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens

Herausgeber:

Dipl.-Ing. Heinrich **Gerwig**

Dipl.-Ing. Hans **Griem**

Professor Dr.-Ing. E. h. Dipl.-Ing. Karl **Herz** †

Dr.-Ing. E. h. Dipl.-Ing. Otto **Kirchner**

Dipl.-Ing. Kurt **Knebel** †

Dipl.-Ing. Walter **Koropp**

Neubearbeitete Ausgabe

1. BAND · A — F



Herausgegeben im Auftrag des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen

Redaktion:

Karl **Bergmann** †, Hamburg, Hauptredakteur

Ing. (grad.) Egon **Söth,** Hamburg, Hauptredakteur

Prof. Dr.-Ing. habil. Horst **Teichmann,** Würzburg, Hauptredakteur

Dr.-Ing. Ernst **Froböse,** Darmstadt, Redaktionsbeirat

Ing. (grad.) Josef **Schwertfirm,** Bonn, Schriftführer

Gedruckt in der Bundesdruckerei Berlin 1970

Zum Geleit

von Staatssekretär im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen Prof. Dr.-Ing. Hans Pausch

Das Fernmeldewesen ist der Träger des Nachrichtenaustausches. Es vermag mit Hilfe der elektrischen Energie Zeit und Raum zu überbrücken, um den Austausch von Gedanken und Informationen von Mensch zu Mensch, von Mensch zur Maschine und zwischen den Maschinen auf kleinste und größte Entfernungen immer schneller und immer vollkommener zu ermöglichen — ein stiller Diener der Gesellschaft und der Wirtschaft.

Die Fernsprechtechnik bietet die unmittelbare persönliche Unterhaltung ohne jegliche räumliche Begrenzung,
die Fernschreibtechnik überbrückt die Entfernungen für das geschriebene Wort,
die Funktechnik überträgt durch Rundfunk und Fernsehen Ton und Bild auch an viele Empfänger gleichzeitig,
die Datenübertragungstechnik übernimmt es, große Informationsmengen in kürzester Zeit auszutauschen.

Das vorliegende Handwörterbuch hat es sich zur Aufgabe gestellt, als Nachschlagewerk auf alle Fragen des heutigen Fernmeldewesens Rede und Antwort zu stehen und allen, die an der Nachrichtenübertragung und dem Funktionieren dieser vielseitigen Technik interessiert sind, umfassende Auskünfte bis in viele technische Einzelheiten hinein zu geben.

Das dreibändige Werk ist unter Beteiligung zahlreicher Fachleute aus der Verwaltung, der Industrie und den Hochschulen entstanden. Es spiegelt das ganze Spektrum der Nachrichtentechnik und ihre Anwendung, einschließlich der damit verbundenen betrieblichen und verwaltungstechnischen Bereiche, wider. Es wird vor allem für die, die sich rasch über das Wesentliche des einen oder anderen Teilgebietes unterrichten oder eine klare Beschreibung eines Fachbegriffes erhalten wollen, ein hochwillkommenes Hilfsmittel sein. Aber auch für die Ausbildung des fernmeldetechnischen Nachwuchses und für die Weiterbildung auf einschlägigen Bereichen der rasch fortschreitenden Technik wird es eine nützliche Quelle und wertvolle Hilfe sein.

Es ist zu wünschen, daß das im Auftrage des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen herausgegebene Handwörterbuch für das elektrische Fernmeldewesen in seiner neuen Bearbeitung das Interesse in allen Fachkreisen findet, daß es das Verständnis für die fernmeldetechnischen Gegebenheiten und Belange auch in der breiten Öffentlichkeit anregt und daß es mit dazu beiträgt, die vorhandenen Kommunikationsmittel optimal zu nutzen und ihre technische Weiterentwicklung zu fördern.

Dr. Pausch

Aus dem Vorwort zur Ausgabe 1929

Das elektrische Fernmeldewesen ist in den 75 Jahren seiner Entwicklung ein großes selbständiges Wissensgebiet von vielgestaltiger, aber in sich geschlossener Eigenart geworden. Die elektro-physikalische Forschungsarbeit der letzten Jahrzehnte hat zum großen Teil unmittelbar in seinem Dienst gestanden; Rechtswissenschaft und Volkswirtschaftslehre haben neue Zweige dafür ansetzen müssen. ......

Man könnte sagen, daß diese Teilgebiete zu verschiedenartig seien, um in ihrer Gesamtheit interessieren zu können, daß also z. B. der Physiker oder der Techniker nichts von Tarifen oder Rechtsgrundsätzen zu wissen brauchen. Das trifft jedoch für die heutigen Wirtschaftsverhältnisse, unter denen eine unmittelbare Erfolgswirkung erstrebt und jeder Leerlauf vermieden werden muß, nicht mehr zu. Der Erfinder muß beurteilen können, wie sich die Anwendung seiner Gedanken auf Betrieb, Verkehr, Tarif usw. wirtschaftlich auswirkt, ehe er Arbeit und Geld an die praktische Ausgestaltung wendet. Der Betriebsleiter oder Organisator wiederum muß wissen, welche technischen Möglichkeiten ihm zur Verfügung stehen. Bei einer solchen Arbeitsweise aber ist — namentlich bei dem heute unvermeidbaren Spezialistentum — ein Nachschlagewerk großen Ausmaßes für den Fachmann eine unentbehrliche Voraussetzung. Auch für andere Kreise, für Industrie und Handel und ihre volkswirtschaftlichen Organisationen, für den Politiker und den Journalisten, ist ein solches Buch ein willkommenes Hilfsmittel zur Unterrichtung über die täglich auftauchenden Fragen dieses Gebiets. ......

Berlin, im Juli 1928

Die Herausgeber

Vorwort zur Neuausgabe

Das Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens erschien erstmalig im Jahre 1929. Das Werk entsprach dem damals schon sehr beachtlichen Wissensbereich und wurde von den bei der Deutschen Reichspost Beschäftigten und allen am Fernmeldewesen Interessierten der Industrie, Wirtschaft, Hochschulen usw. sehr begrüßt und zustimmend beurteilt. Etwa 10 Jahre später wurde eine zweite Ausgabe in Angriff genommen, die jedoch durch die Kriegsereignisse nicht über die anfänglichen Arbeiten hinauskam. Als im Jahre 1960 die Präsidenten Koropp (Hamburg) und Knebel (Tübingen) in einem an den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen persönlich gerichteten Brief vorschlugen, das Werk neu zu bearbeiten und herauszugeben, griff der Staatssekretär im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen Prof. Dr. Herz, diese Anregung auf und bildete einen Herausgeber- und Redaktionsstab. Nach mehreren Jahren vorbereitender Arbeit für dieses umfangreiche Werk und nach Gewinnung der großen Zahl von Mitarbeitern für die vorgesehenen etwa 9000 Stichwörter wurde das Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens ab 1965 vollkommen neu erstellt. Die Geschäftsführung der Herausgeberschaft lag bis 1967 bei Staatssekretär a. D. Prof. Dr. Herz, danach bei Präsident a. D. Koropp.

Nach 40 Jahren liegt nunmehr eine völlig neubearbeitete Ausgabe des Handwörterbuches vor. Die vergangenen 4 Jahrzehnte sind durch eine kaum für möglich gehaltene technische Entwicklung gekennzeichnet. Weiterentwicklungen aufgrund neuer physikalischer Erkenntnisse und neuer Techniken sind vorauszusehen. Wir sind uns daher bewußt, daß auch die vorliegende Neuausgabe nicht die Darstellung eines abgeschlossenen Wissenszweiges sein kann, sondern daß sie den gegenwärtigen Stand des Fernmeldewesens (nach dem Stande vom Januar 1970) widerspiegelt.

Für die Gestaltung der Neuausgabe hat die erste Auflage grundsätzlich als Vorbild gedient. Der größte Teil ihres Inhalts hat jedoch heute nur noch geschichtliche Bedeutung. Wir haben deshalb nur wenige Beiträge in der Neuausgabe — in gekürzter Form — übernommen, um den Umfang des ganzen Werkes in Grenzen zu halten.

Das Handwörterbuch soll möglichst viele Kreise ansprechen. In erster Linie sollen aber alle Angehörigen der Deutschen Bundespost, die sich mittelbar und unmittelbar mit dem Fernmeldewesen befassen, ein Nachschlagewerk in die Hand bekommen, das ihnen in allen Aufgabenbereichen Kenntnisse und Informationen vermittelt. Es sind deshalb wichtige Gebiete des Verwaltungsdienstes, der gesetzlichen und der betrieblichen Vorschriften und der allgemeinen Grundlagen mit der gleichen Sorgfalt wie das gesamte elektrische Fernmeldewesen selbst behandelt. Hierbei haben wir uns keineswegs nur auf die technischen Einrichtungen beschränkt, die im Bereich der Deutschen Bundespost Verwendung finden, sondern es sind auch weitere, wichtige Anwendungsgebiete der Fernmeldetechnik behandelt worden.

Wir haben angestrebt, die Darstellung des Inhaltes in knapper und möglichst leichtverständlicher Form zu bringen (Lexikon-Stil). Andererseits sind aber einige Gebiete, wie z. B. Kabeltechnik oder Leitungstheorie, ausführlich zusammenfassend behandelt worden, um dem Leser ein zeitraubendes Nachschlagen im Lexikon oder in anderen Werken zu ersparen. Bei längeren Abhandlungen ist eine Unterteilung nach der in Schriftwerken üblichen Abschnittsnumerierung gewählt worden.

Unterstützt wird die Verständlichkeit durch eine große Anzahl von Zeichnungen, Tabellen und Bildern. Auf eine Beschreibung dieser Abbildungen ist im Text im allgemeinen verzichtet worden. Bei einem großen Teil der Hauptstichwörter sind Angaben über Literatur angefügt. Schaltzeichen, Formeln und Symbole entsprechen weitgehend den gültigen Vorschriften des Deutschen Normenausschusses (DNA). Es war unvermeidlich, Hinweise auf Firmennamen beispielshalber aufzunehmen, etwa bei der Beschreibung von Geräten, zumal dann, wenn sachliche

Unterscheidungsmerkmale nicht gegeben waren. Die dazu dankenswerterweise von zahlreichen Firmen zur Verfügung gestellten Zeichnungen und Bilder unterliegen dem gewerblichen Schutz und dürfen deshalb für eine gewerbliche Auswertung nicht benutzt werden. Patente, Gebrauchsmuster oder Warenzeichen sind nicht als solche gekennzeichnet. Aus dem Fehlen eines Hinweises folgt nicht, daß die betreffende Substanz oder Ware frei ist.

Für die Rechtschreibung, die alphabetische Ordnung und die sprachlichen Abkürzungen wurde der Duden, Bd. 1, Rechtschreibung, 16. Aufl. 1967, als Grundlage festgelegt. Andere Abkürzungen sind in der Regel innerhalb des Textes jedes Stichwortes bei der ersten Angabe in Klammern angegeben, z. B. Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD). Darüber hinaus ist ein Verzeichnis in der Fernmeldetechnik üblicher Abkürzungen dem Lexikon vorangestellt, um das Aufsuchen im Gesamtwerk zu erleichtern. Sofern innerhalb der Deutschen Bundespost unterschiedliche Begriffsbestimmungen gegenüber internationalen gebräuchlich sind, wurden für die Neuausgabe in der Regel die internationalen Begriffsbestimmungen verwendet.

Für alle Bereiche konnten berufene Kenner unter den Wissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern und Betriebspraktikern als Verfasser gewonnen werden. Ihnen allen danken wir an dieser Stelle für ihre Mitarbeit. Sie sind in dem nachstehenden Verzeichnis namentlich genannt. Weiter gilt unser Dank den zahlreichen Mitarbeitern und Förderern aus den Kreisen der Industrie, den Behörden — insbesondere dem Fernmeldetechnischen Zentralamt — und der Bundesdruckerei, die uns bei der Ausgestaltung des Werkes mit Rat und Tat unterstützt haben.

Mitten in der Arbeit am gemeinsamen Werk starben zu unserem großen Bedauern mehrere Mitarbeiter aus dem engeren Kreis der Herausgeber und Redakteure:

Karl Bergmann (gest. 9. 1. 1968)
Kurt Knebel, Dipl.-Ing. (gest. 5. 7. 1970)
Karl Herz, Prof., Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing. (gest. 11. 7. 1970).

Außerdem sind sechs Verfasser, die an dem Werk mitgearbeitet haben, inzwischen verstorben (siehe Verzeichnis der Mitarbeiter).

Wir haben uns bemüht, das gesamte Wissen auf dem Gebiet des elektrischen Fernmeldewesens der vergangenen 40 Jahre zu erfassen. Infolge der großen Zahl von Mitarbeitern haben sich Wiederholungen nicht ganz vermeiden lassen. Zum Teil dienen sie sogar dem besseren Verständnis. Andererseits wird in der Neuausgabe nicht alles erfaßt sein, was zum Wissensgebiet gehören könnte. Dazu war die zurückliegende Zeit zu lang und der Stoffumfang zu groß. Wir wären deshalb dankbar, wenn uns aus Benutzerkreisen Anregungen und Ergänzungen zugehen würden.

Trotz dieser Einschränkungen hoffen wir, daß die Neuausgabe des Handwörterbuches des elektrischen Fernmeldewesens von Wirtschaft und Industrie, Behörden und Verwaltungen, Hochschulen und von den Studentenschaften freundlich aufgenommen werden wird.

Bonn, Juli 1970

Die Herausgeber

Verzeichnis der Mitarbeiter

BPM Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, Bonn
FTZ Fernmeldetechnisches Zentralamt, Darmstadt
OPD Oberpostdirektion
FA Fernmeldeamt

Aits, D. †, Prokurist, Deutsch-Atlantische Telegrafengesellschaft, Köln
Altehage, G., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Anselmann, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Arens, B., Dipl.-Ing., Ministerialrat a. D., Bonn-Bad Godesberg
Arlt, G., Techn. Fernmeldehauptsekretär, FTZ
Aubert, J., Dr. jur., Ministerialrat a. D., Bonn-Bad Godesberg
Auer, W., Dr.-Ing., Teldix, Heidelberg
Aulbach, R., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Baeckmann, W. v., Dipl.-Phys., Ruhrgas AG, Essen
Bardua, F., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Bärenz, V., Fernmeldeoberamtmann, FA 1 Frankfurt/Main
Basse, G., Ing. (grad.), Oberamtsrat, BPM
Bastelberger, J., Ing. (grad.), Techn. Angestellter, FTZ
Bath, W., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FA 2 Bielefeld
Battermann, H., Oberamtsrat, BPM
Beck, J., Siemens AG, München
Beckmann, B., Dr. phil., Oberpostdirektor, FTZ
Benz, K. W., Dipl.-Phys., Techn. Universität Stuttgart
Berg, G., Ing. (grad.), Abteilungsleiter, Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Berger, E. R., Prof. Dr.-Ing., Universität Berlin
Berger, R., Ing. (grad.), Standard Electric Lorenz AG, Stuttgart
Bergmann, K. †, Oberpostrat a. D., Hamburg
Berkner, H., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Berndts, W., Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Bidlingmaier, M., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Biehler, H., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Binz, R., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, BPM
Böhme, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Bohnenstengel, H., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiter, Funkamt Hamburg
Born, W., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Braun, E., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Breidt, D., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Brosze, O., Dipl.-Phys., Oberpostrat, FTZ Berlin
Buckel, R., Dipl.-Ing., Bundesbahnoberrat, Bundesbahn-Zentralamt München
Budischin, F., Ing. (grad.), Oberamtsrat a. D., Bonn-Bad Godesberg
Camrath, H., Fernmeldeoberamtmann, Telegrafenamt Hamburg
Cassens, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Capeller, R., Dr. phil., Felten & Guilleaume AG, Köln
Clement, K., Oberamtsrat a. D., Bonn-Bad Godesberg
Coenning, F., Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Daum, J., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Deman, A., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtsrat, FTZ
Detsch, H., Dipl.-Ing., Siemens AG, München

Deutrich, K. D., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Dewitz, O., Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Dickob, F., Ing. (grad.), Amtsrat, BPM
Diekamp, T., Dipl.-Ing., Oberpostrat a. D., Nürnberg
Dietrich, P., Dr. phil. nat. Dipl.-Phys., Oberpostdirektor, FTZ
Doetsch, G., Prof. Dr. phil., Universität Freiburg
Dornseifer, K., Dr. rer. nat. Dipl.-Phys., Felten & Guilleaume AG, Köln
Dude, H., Oberamtsrat, BPM
Eberhard, R., Dipl.-Ing., ehemals Siemens AG, Karlsruhe
Eberhardt, J., Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Ebisch, M., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Endres, W., Priv. Doz. Dr. rer. nat., Oberpostrat, FTZ
Erdniß, K., Dipl.-Phys., United States Underseas Cable Corp., Washington
Eyfrig, R., Dr. rer. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Fesser, H., Dr. phil. Dipl.-Phys., Felten & Guilleaume AG, Köln
Fehlhaber, L., Dr. rer. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Feiertag, K. †, Dipl.-Ing., Vizepräsident a. D., München
Fischer, H., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Fischer, J., Prof. Dr.-Ing., Techn. Universität Karlsruhe
Förster,K., Fernmeldeamtmann, OPD Hamburg
Foth, J., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Franke, F., Ing. (grad.), AEG-Telefunken, Hannover
Freytag, H., Dipl.-Ing., Felten & Guilleaume AG, Köln
Fritsch, H., Dipl.-Chem., Nürnberg
Froböse, E., Dr.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Frommer, E., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Fuchs, H., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Funk, H., Ing. (grad.), Gruppenleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Gänsler, W., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Gelpke, K., Dipl.-Ing., MSG Marine-Schiffstechnik-Planungsgesellschaft m.b.H., Hamburg
Gerber, B., Studienrat, Lahr
Gerwig, H., Dipl.-Ing., Präsident a. D., Freiburg
Gierz, U., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Gillitzer, E., Dr. rer. nat., Oberingenieur, Siemens AG, München
Goes, O., Dr. rer. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Gregor, E. v., Patent-Ing., Fernseh-GmbH, Darmstadt
Gregor, H., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Griem, H., Dipl.-Ing., Präsident a. D. des FTZ, Darmstadt
Grobe, E., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiterin, FTZ
Großkopf, J., Dr.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Großmann, A., Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Haak, E. †, Dr. phil., Oberpostrat a. D., Kleinheubach
Haberkant, E. †, Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Hähnlein, A., Dipl.-Phys., Oberpostrat, FTZ
Hanke, G., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Hannig, R., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Harbarth, M., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Hartmann, U., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberinspektor, FTZ
Hebel, M. †, Prof. Dr.-Ing., Ministerialrat a. D., Passau
Hecker, K., Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ

Heidenreich, K.-H., Dipl.-Ing., Laborleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Heil, L., Ing. (grad.), Amtsrat, BPM
Heime, K., Dr. rer. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Heindl, F., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtsrat, FTZ
Heinzelmann, G., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Hempel, H., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Herzog, G., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Heydel, J., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberinspektor, FTZ
Hilbert, H., Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Hoch, G., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Hoffmann, P., Dipl.-Ing., AEG-Telefunken, Hannover
Hoffmann, R., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Hoppe, A., Siemens AG, München
Horatz, L., Dr. rer. pol., Dipl.-Volksw., Dipl.-Kfm., Vorstandsmitglied, Clouth Gummiwaren AG, Köln
Hosse, I., Dipl.-Ing., Gruppenleiter, Felten & Guilleaume AG, Köln
Huber, O., Dipl.-Ing., Ministerialrat, BPM
Hundt, K. H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Hutter, A., Ing. (grad.), Oberamtsrat, BPM
Irmer, T., Dipl.-Ing., Postrat, FTZ
Jacobs, K. G., Dr. rer. nat., Bundesforschungsministerium, Bonn
Jaeschke, F., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Jendra, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Kailing, A., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Kaiser, R., Dr. phil., Abteilungspräsident, FTZ
Kaiser, W., Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Keil, K., Dr. phil., Regierungsdirektor a. D., Offenbach/Main
Kerckhoff, W., Dr. phil. Dipl.-Chem., ehemals Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Kern, K., Dipl.-Ing., Postrat z. A., FTZ
Kieser, W., Dr.-Ing., ehemals Vorstandsmitglied, Felten & Guilleaume AG, Köln
Kirchner, J.-H., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Kirchner, O., Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing., Ministerialdirektor a. D., Bonn
Klan, G., Dipl.-Wirtsch.-Ing., Postreferendar, Darmstadt
Klatt, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Klewe, H., Dr. phil., Little Bookham, England
Knacke, A., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Knep, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Knebel, K. †, Dipl.-Ing., Präsident, OPD Tübingen
Kniestedt, J., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Koch, G. F., Prof. Dr.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Köhler, A., Techn. Angestellter, FTZ
Köhsel, K. G., Dipl.-Ing., Präsident, OPD Dortmund
Komfort, H., Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Koropp, W., Dipl.-Ing., Präsident a. D., Hamburg
Kramar, E., Prof. Dr.-Ing., Standard Elektric Lorenz AG, Stuttgart
Kraushaar, E., Dipl.-Ing., Siemens AG, Karlsruhe
Krauß, H., Dipl.-Ing., Vizepräsident, OPD Nürnberg
Kronjäger, W., Dr.-Ing., Abteilungspräsident, FTZ
Krüger, F., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Kühnemann, K., Ing. (grad.), Siemens AG, München

Kuning, E., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann a. D., Darmstadt
Kunz, R. †, Dipl.-Ing., ehemals Wissensch. Mitarbeiter, FTZ, Darmstadt
Lange, K., Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Langer, J., Dipl.-Ing., AEG-Telefunken, Backnang
Langer, W., Fernmeldeamtmann, FTZ
Laser, H., Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Laub, H., Dipl.-Ing., Oberingenieur, Siemens AG, München
Lehmann, F., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Leichsenring, F., Dipl.-Ing., ehemals Siemens AG, Neugilching
Leitenberger, W., Dipl.-Ing., Bundesbahnoberrat, Bundesbahn-Zentralamt München
Liersch, H.-K., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Manfreda, A., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Mathée, E., Dipl.-Ing., Postrat, Ingenieurakademie der DBP, Dieburg
Matthes, H., Dr.-Ing., Abteilungsbevollmächtigter, Siemens AG, München
Mayer, P., Dr.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Mebes, H., Dipl.-Ing., Direktor der Firma R. Hell, Kiel
Meier, A., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, Führungsakademie Bonn
Meinel, E., Dr.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Merz, H., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Michel, W., Ing. (grad.), ehemals Techn. Angestellter, FTZ, Darmstadt
Möller, A., Dr. rer. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Möller, R., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Moritz, E., Ing. (grad.), Techn. Angestellter, FTZ
Moser, D., Ing. (grad.), Siemens AG, Karlsruhe
Mühlberger, W., Siemens AG, München
Nelle, R., Dipl.-Phys., Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Nilius, P., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Ochs, A., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Paetzold, K., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Pankow, G., Ing. (grad.), Techn. Angestellter, FTZ
Paul, H.-A., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Penkwitt, L., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Pexa, G., Siemens AG, München
Pfab, D., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Pfeiffer, K., Dr. phil. nat., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Pilz, G., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Pöcker, A., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Poschenrieder, W., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Prillwitz, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann a. D., Seeheim a. d. B.
Prokott, E., Dr.-Ing., Oberpostdirektor a. D., Bad Wildungen-Reinhardshausen
Rademacher, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Rauscher, W., Ing. (grad.), Laborleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Redlin, H., Fernmeldeoberamtmann, Fernmeldezeugamt Düsseldorf
Rehbock, E., Dipl.-Ing., AEG-Telefunken, Ulm
Reheußer, O., Dipl.-Ing., Abteilungspräsident a. D., Darmstadt
Remer, J., Dipl.-Ing., Oberpostrat, OPD Münster
Riedel, H., Dr.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Rollmann, R., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Rosenbaum, D., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Rössner, K., Ing. (grad.), Siemens AG, München

Rother, P., Dipl.-Ing., ehemals Siemens AG, München
Sacher, K., Dipl.-Ing., ehemals Felten & Guilleaume AG, Nürnberg
Salow, H., Dr. phil., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Sasse, H. W., Dr.-Ing., Abteilungspräsident a. D., Buchendorf
Schenk, E., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Scherber, K., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FA Heilbronn
Schiele, W., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, Stuttgart
Schittko, J., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Schiweck, F., Dr.-Ing., Oberpostdirektor a. D., Fischbach (Taunus)
Schleicher, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Schlosser, K., Ing. (grad.), Siemens AG, München
Schmeling, D., Fernmeldeamtmann, FTZ
Schmeller, O., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Schneider, H., Dr.-Ing., Abteilungsleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Schneider, J., Dipl.-Chem., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Schnitger, H., Dr.-Ing. habil., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Schöfer, F., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Schön, D., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Schönbach, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Schröder, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Schröter, W., Dr.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Schultz, F., Fernmeldeamtmann, FTZ
Schulz, A., Techn. Fernmeldeoberamtsrat, FTZ
Schulz, E., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Schuon, E., Dr.-Ing., Abteilungsleiter, Wandel & Goltermann, Reutlingen
Schurig, S., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Seil, H., Dipl.-Ing., ehemals Wissensch. Mitarbeiter FTZ, Darmstadt
Socher, J., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Sommer, J., Prof. Dr.-Ing., Wandel & Goltermann, Reutlingen
Söth, E., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtsrat, OPD Hamburg
Spilger, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Spindler, W., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Steffens, A., Deutsche Telefon Werke, Köln
Stegmann, K., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Steinhoff, H.-W., Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Stenzel, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberinspektor, FTZ
Stierhof, J., Dr.-Ing., Entwicklungsleiter, Körting-Radiowerke, Grassau
Stirn, F., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtsrat, FTZ
Strecker, F., Dipl.-Phys., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Stumme, D., Siemens AG, München
Stump, L., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Teichgräber, F., Dipl.-Ing., Postrat, FTZ
Teichmann, H., Prof. Dr.-Ing. habil., Oberpostdirektor a. D., Würzburg
Thaler, W., Ing. (grad.), Postoberbauinspektor, FTZ
Thöner, G., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Thurau, H., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Tietz, R., Oberpostrat, FTZ
Tietz, W., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Traeger, A., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Trommer, G., Fernmeldeoberamtsrat, FTZ

Turban, J., Dipl.-Ing., Siemens AG, München
Urban, H., Ing. (grad.), Abteilungsleiter, Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Vetter, J., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Vogt, N., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Völk, J. W., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Vollmeyer, W., Dr.-Ing., Siemens AG, München
Voth, G., Dr. rer. nat., Siemens AG, München
Warner, A., Dr.-Ing., VDE-Prüfstelle, Darmstadt
Weber, G., Dipl.-Ing., Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Weckmüller, W., Ing. (grad.), Abteilungsleiter, Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Wefers, H., Dipl.-Holzwirt, Wissensch. Mitarbeiter, FTZ
Wegener, J., Dipl.-Ing., Oberpostrat, FTZ
Wehrmeister, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Weingartz, K., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeinspektor, FTZ
Weinrich, K., Standard Elektric Lorenz, Stuttgart
Weiss, A. v., Dr.-techn., Baudirektor, Nürnberg
Weller, H., Dr. rer. nat., Abteilungsleiter, Felten & Guilleaume AG, Köln
Wichmann, H., Ing. (grad.), Oberamtsrat a. D., Darmstadt
Wiefelspütz, F., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Wigand, G., Dr. rer. pol., Dipl.-Kaufmann, Abteilungspräsident, FTZ
Wilke, U., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeamtmann, FTZ
Wille, K., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Wolff, W., Dr.-Ing., ehemals Direktor bei AEG-Telefunken, Nürnberg
Wüsthoff, P., Dr. phil., Regierungsdirektor, Deutscher Wetterdienst, Zentralamt Offenbach/Main
Wystrach, W., Dipl.-Ing., Oberpostdirektor, FTZ
Zedler, G., Dipl.-Ing., Postrat, FTZ
Zoch, G., Ing. (grad.), Techn. Fernmeldeoberamtmann, FTZ
Zuhrt, H., Dr.-Ing., ehemals Oberingenieur bei Siemens AG, München
Zwilling. H., Dipl.-Ing., Siemens AG, München

Verzeichnis in der Fernmeldetechnik üblicher Abkürzungen

AE = Anschlußeinheit
AEF = Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen
AFeB = Amtliches Fernsprechbuch
AFwS = Auslandsfernwählsystem
AGW = Auslandsgruppenwähler
AIF = Anweisung für den Internationalen Fernsprechdienst
AL = Anruflampe
Al = Aluminium
AM = Amplitudenmodulation
AM-PM = Kombinierte AM und Phasenmodulation (PM)
AmVSt = Anmeldestelle — FernVStHand
AM-WT = amplitudenmodulierte Wechselstromtelegrafie
An = Anschalteglied
AnUe = Anschalteübertragung
AnW = Anschaltewähler
AO = Anrufordner
AP = Arbeitsplatz
Ap = Aufstellungsplan
APrE = Automatische Prüfeinrichtung
APrEl = Automatische Prüfeinrichtung für Leitungen
APrPl = Automatischer Prüfplatz
APrUe = Automatische Prüfübertragung
ARD = Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands
ARg = Auslandsregister
ARQ = automatische Fehlerkorrektur
ArRg = Anrufregister
ARS = Anrufrelaissatz
ArUe = Anrufübertragung
ArUmw = Anrufumwerter
ArVt = Anrufverteilung
ArVtE = Anrufverteileinrichtung
ArW = Anrufwähler
AS = Anrufsucher
ASg = Anrufsucher für Grundverkehr
Ask = Anschlußkabel
Asl = Anschlußleitung
ASt = Abfragestöpsel
AStM = Aussteuerungsmesser
AT = Achtertelegrafie
ATT = American Telephone and Telegraph Co.
AtBzk = Aufteilungskabel für Bezirks-Kabelanlagen
AtM = Aufteilungsmuffe
AtOk = Kunststoffummanteltes Aufteilungskabel (Ortskabel)
atü = atmosphärischer Überdruck
AUmw = Auslandsumwerter
AUr = Auslandsumrechner
AuslAkSt = Auslandsauskunftsstelle
AuslKopfVStW = Auslandskopfvermittlungsstelle mit Wählbetrieb
AVON = Amtliches Verzeichnis der Orstnetz-Kennzahlen
AVS = Amtsverbindungssatz
AW = Amtswähler
Az = Anrufzeichen
AZF = Flugfunkzeugnis, allgemeines
AZGW = Auslandszentralgruppenwähler
AZIG = Auslandszählimpulsgeber
AZR = Anrufzugangsreglung
B = Berechtigung
BAS = Besetztanrufsucher
BD = Bezugsdämpfung
BE = Beschaltungseinheit
BF = Bandfilter
BF = Basisbandfrequenz
BGW = Bezirksgruppenwähler, Bereichsgruppenwähler
BP = Bandpaßfilter
Bp = Belegungsplan
BS = Bedienungssatz
BÜ = Brückenübertrager
Bz- = Bezirks-
BZF = Flugfunkzeugnis, beschränktes
Bzk = Bezirkskabel
BzL = Bezirkslinie
CCI = Comité Consultatif International
CCIF*) = Comité Consultatif International Téléphonique
CCIR = Comité Consultatif International des Radiocommunications
CCIT*) = Comité Consultatif International Télégraphique
CCITT = Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CS = Codesender
DA = Dienstanschluß, Doppelader, Dienstanweisung
DAT = Deutsch-Atlantische-Telegrafengesellschaft
Datel = Data-telecommunication
Datex = Data-telegraph-exchange
DEE = Datenendeinrichtung
DEV = Dioden-Erd-Verfahren
DgQl = Durchgangsquerleitung
DgPrGW = Durchgangsprüfgruppenwähler
DGW = Dientsgruppenwähler
DHVSt = Doppelhauptvermittlungsstelle
DIN = Deutsche Industrie-Norm
DKVSt = Doppelknotenvermittlungsstelle
DM- = Dieselhorst-Martin-(Verseilung)
DMVS = Dieselhorst-Martin-Viererseil
DNA = Deutscher Normenausschuß
2Dr- = Zweidraht-
4Dr- = Vierdraht-
DrL = Drängelampe
DSG = Durchschalteglied
D-Tastung = Doppelstrom-Tastung
DÜ = Datenübertragung
DÜE = Datenübertragungseinrichtung
DV = Datenverarbeitung
Dw-NstAnl = Durchwahl-Nebenstellenanlage
DWT = Doppelton-Wechselstromtelegrafie
DwUe = Durchwahlübertragung
EBD = Empfangsbezugsdämpfung
EDP = electronic data processing (elektronische Datenverarbeitung)
EDS = Elektronisches Datenverarbeitungssystem

*) nunmehr im CCITT vereinigt

EDV	Elektronische Datenverarbeitungsanlage
EGW	Endgruppenwähler
EHF	extrem high frequency, Millimeterwellen
El	Endvermittlungsleitung
EM	Einseitenbandmodulation
EMD	Edelmetall-Motor-Drehwähler
EMK	Elektromotorische Kraft
ES	Einzelschritt, Einstellsatz
ESK	Edelmetall-Schnell-Kontaktrelais
ET	Einlagerungstelegrafie
ETSt	Endtelegrafenstelle
EVSt	Endvermittlungsstelle
EVSt_{H}	Endvermittlungsstelle am Sitz der Hauptvermittlungsstelle
EVU	Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen
EVz	Endverzweiger
EVza	Endverzweiger für Außenbau
EVzi	Endverzweiger für Innenbau
EWD	Elektronisches Wählsystem für Datenverarbeitung
EWSO	Elektronisches Wählsystem für Ortsverkehr
EWSF	Elektronisches Wählsystem für Fernverkehr
E-Ziffer	Kennziffer der EVSt
FAnS	Fernanschaltesatz
FC-Wahl	Codefrequenzwahl
FDGW	Fern-Dienstgruppenwähler
Fe	Fernsprech-
FeAD	Fernsprechauftragsdienst
FeADSt	Fernsprechauftragsdienststelle
FeAkD	Fernsprechauskunftsdienst
FeAkSt	Fernsprechauskunftsstelle
FeAp	Fernsprechapparat
FeED	Fernsprechentstörungsdienst
FeESt	Fernsprechentstörungsstelle
FeO	Fernsprechordnung
FernVSt	Fernvermittlungsstelle
FernVStHand	FernVSt mit Handbedienung
FernVStW	FernVSt mit Wählbetrieb
FI-Wahl	Einfrequenzimpulswahl
Fk	Fernkabel
Fkh	Funkhaus
Fl	Fernleitung
FlÜ	Fernleitungsübertrager
FM	Frequenzmodulation
FMA	Fernmeldeanlagen
FMFB	Frequenzmodulierter Empfänger mit frequenzmodulierter Gegenkopplung (feed back)
FM-WT	frequenzmodulierte Wechselstromtelegrafie
FPrPl	ferngesteuerter Prüfplatz
FPrUe	ferngesteuerte Prüfübertragung
FRg	Fernregister
Fs-	Fernschreib-
FU	Formatumsetzer
FuKoStMod	Funkkontrollstelle für das Modulationsnetz
Fwl	Fernwählleitung
FwS	Fernwählsystem
-g	gehend
GaAnS	Gabelanschaltesatz
GAsUe	Gemeinschaftsanschlußübertragung
GaUe	Gabelübertragung
GE	Gebühreneinrichtung
Gentex	General-telegraph-exchange
GF	Gruppenfilter
GHl	Gemeinschaftshauptleitung
GLW	Gruppenleitungswähler
Gp	Gruppenverbindungsplan
GPK	Gestellprüfklinke
GPrUe	Gleichstromprüfübertragung
GR	Gestellrahmen
Grl	Gruppenvermittlungsleitung
GRRS	Gabelrufrelaissatz
GS	Gruppenschritt
GSR	Gruppensignalrahmen
GT	Gleichstromtelegrafie
GUe	Gleichstromübertragung
GUm	Gemeinschaftsumschalter
GW	Gruppenwähler
GZl	Gemeinschaftszweigleitung
GZM	Gesprächszeitmesser
H-	Haupt(vermittlung)-
H-Bereich	Bereich der HVSt
HDW	Hebdrehwähler
HEK	Haupteichkreis
HF	high frequency (Hochfrequenz), Kurzwellen (Dekameterwellen)
HGW	Hauptgruppenwähler
Hl	Hauptvermittlungsleitung
Hp	Hochpaßfilter
HRg	Hauptregister
HRW	Hauptrichtungswähler
HS	Höhenschritt
HSt	Hauptstelle
HVr	Hauptverstärker
HVSt	Hauptvermittlungsstelle
HVStd	Hauptverkehrsstunde
HVStW	HVSt mit Wählbetrieb
HVt	Hauptverteiler
HwF 1929	Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929
HwP 1970	Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1970
H-Ziffer	Kennziffer der HVSt
Id	Identifizierung
ISO	Internationale Organisation für Normung
Intelsat	International Telecommunications Satellite Consortium
ITU	International Telephone Union (Internationale Fernmeldeunion)
IUr	Inlandsumrechner
IVS	Innenverbindungssatz
K-	Knoten(vermittlung)-
-k	kommend
Kb-Pb	Kabel-Blei
KEG	Kabelendgestell
Kf	Koppelfeld
KGW	Knotengruppenwähler
KKF	Kabelkanalformstein
Kl	Knotenvermittlungsleitung
KlKxFk	Kleinkoaxial-Fernkabel
KlUe	Klinkenübertragung
Kp	Kabelführungsplan
Kp	Koppelpunkt
KRg	Knotenregister
KRgG	KRg für Gassentechnik
KRgGE	KRgG mit Auswertung der E-Ziffer
KRW	Knotenrichtungswähler

KSch = Kabelschacht
K-Tastung = Kurzschlußtastung
KU = Kanalumsetzer
KVSt = Knotenvermittlungsstelle
KVStW = KVSt mit Wählbetrieb
KVz = Kabelverzweiger
KW = Kommando- (oder Steuer-)werk, Kurzwelle
KWS = Kurzwahlspeicher
KxBzk = Koaxialbezirkskabel
KxFk = Koaxialfernkabel
Kxk = Koaxialkabel
KxOk = Koaxialortskabel
KxP = Koaxialpaar
Kz = Konzentrator
KzB = Kennziffernbereich
KZW = Kennzahlweg
Laser = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung)
LF = low frequency, Langwellen (Kilometerwellen)
LK = Lochkarte
LKz = Länderkennzahl
Lp = Leitungsführungsplan
LPMh = papierisoliertes — bleiummanteltes — Aufteilungskabel
LSA = Lochstreifenanlage, Kontaktelement
LSE = Lochstreifenempfänger
LSS = Lochstreifensender
LU = Langsamunterbrecher
LÜ = Leitungsübertrager
LVrE = entzerrender Leitungsverstärker
LÜ = Lochstreifenübertrager
LÜW = Leitungsüberwachung
LVr = Leitungsverstärker
LVrG = Leitungsverstärker für Grunddämpfungsausgleich des Zusatzentzerrers
LVZ = Linienverzweiger
LW = Leitungswähler
MAG = Mux-Anschaltegerät
MDZ = Mehrfachdruckzählanlage
MF = median frequency, Mittelwellen (Hektometerwellen)
MFC = Mehrfrequenzcodewahl
Modem = Modulator-Demodulator bei Datenübertragung
MSDL = Mehrfachsammelgerät mit Drucker und Locher
MTB = Mitte-Telegrafenbatterie
MTG = Meldetextgeber
Mü = Münzfernsprecher
MüFw = Fernwahlmünzfernsprecher
Mux = Zeitmultiplextelegrafie
Mux-Ue = Mux-Übertragung
NBÜ = Nachbrückenüberträger
NF = Niederfrequenz
NFBzk = Niederfrequenz-Bezirks-Kabel
NFFk = Niederfrequenzfernkabel
NKz = Netzkennzahl
NLT = negative Leitung mit Transistor
NrS = Nummernschalter
Ns/T = Nummernschalter/Tastatur-Wahl
NSt = Nebenstelle
NStAnl = Nebenstellenanlage
NTSC = National Television Sound Company (Amerikanisches Farbfernsehsystem)
NÜ = Nachübertrager
OB = Ortsbatterie
öbL = öffentlicher beweglicher Landfunkdienst
ODGW = Orts-Dienstgruppenwähler
öEl = örtliche Endvermittlungsleitung
OEl = Ortsempfangsleitung
OFLW = Ortsfernleitungswähler
OGW = Ortsgruppenwähler
OHS = Ordinatenhaftschalter
Ok = Ortskabel
OLÜ = Ortsleitungsübertrager
OMü = Ortsmünzfernsprecher
ON = Ortsnetz
ONB = Ortsnetzbereich
ONKz = Ortsnetzkennzahl
ORg = Ortsregister
OSl = Ortssendeleitung
OVSt = Ortsvermittlungsstelle
OVk = Ortsverbindungskabel
OVl = Ortsverbindungsleitung
PAL = Deutsches Farbfernsehsystem (phase alternation line)
PAM = Pulsamplitudenmodulation
PCM = Pulscodemodulation
PDM = Pulsdauermodulation
PE = Polyäthylen
PE-Ok = Polyäthylen-Ortskabel
PFM = Pulsfrequenzmodulation
PG = Primärgruppe
PGU = Primärgruppenumsetzer
PGPt = Primärgruppenpilot
PiMF = Paar-in-Metall-Folie
PLDEY = Aluminiumkabel (gewellt) mit PVC-Schutzhülle
PLEY = Aluminiumkabel (glatt) mit PVC-Schutzhülle
PlLW = Platzleitungswähler
PM = Bleimantelkabel
PM = Phasenmodulation
PMbc = Bleimantelkabel mit Bewehrung und Compoundschutz
PM2Y = Bleimantelkabel mit PE-Schutzhülle
PMz = Bleimantelkabel mit Härtezusatz
PPM = Pulsphasenmodulation
PrGt = Prüfgerät
PrGW = Prüfgruppenwähler
PrU = Prüfunterdrückung
PSG = Pausenzeichergeber
PSU = Parallelserienumwandler
PVE = Probeverbindungseinrichtung
PVC = Polyvenylchlorid
PWE2Y = Stahlwellmantelkabel mit Polymentschicht und PE-Schutzhülle
QG = Quartärgruppe
QGPt = Quartärgruppenpilot
Ql = Querleitung
RF = Radiofrequenz
Rf = Rundfunk
RfAnst = Rundfunkanstalt
Rfk = Rundfunkkabel
Rifu = Richtfunk
Rg = Register

RHSt	Reihenhauptstelle
Rls	Relais
RMW	Relaismischwähler
RNSt	Reihennebenstelle
RQ	Wiederholungs- (request)
RRS/2	Rufrelaissatz mit 2 Signaladern
RRS/G	Rufrelaissatz für Gleichstrom
RRS/W	Rufrelaissatz für Wechselstrom
RS	Rufsatz
RSM	Ruf- und Signalmaschine
RSW	Relaissuchwähler
RT	Richtungstaste
RÜ	Rufübertrager
RW	Rechenwerk, Regelungswiderstand, Richtungswähler
SBD	Sendebezugsdämpfung
SECAM	sequentiel avec memoire (Französisches Farbfernsehsystem)
SFERT	Système fondamental de la Référence pour la Transmission Téléphonique (Ureichkreis)
SG	Sekundärgruppe
SGPt	Sekundärgruppenpilot
SGU	Sekundärgruppenumsetzer
SHF	super high frequency, Dezimeterwellen
SI	Standard international (Internationales Einheitensystem)
Sikä	Sicherungskästchen
Sp	Speicher
SprSt	Sprechstelle
SpW	Speicherwerk
St-	Stern (-Verseilung)
StrUe	Stromstoßübertragung
StVS	Sternviererseil
SvDo	Steckverbinderdose
SW	Suchwähler
SWFD	Selbstwählferndienst
SYNCOM	Synchronsatellit
Sz	Schauzeichen
T	Telegrafen-
TAn	Telegrafieanschlußeinrichtung
TASI	Time Assignment Speech Interpolation
TB	Telegrafenbatterie
TDA	Temperaturdämpfungsausgleicher
Telex	Telegraph-exchange
TF	Trägerfrequenz
TFAtBzk	Trägerfrequenz-Aufteilungskabel für Bezirkskabelanlagen
TFBzk	Trägerfrequenz-Bezirkskabel
TFFk	Trägerfrequenzfernkabel
TFGl	Trägerfrequenzgrundleitung
TFVk	Trägerfrequenzverbindungskabel
TFVrSt	TF-Verstärkerstelle
TFUe	Trägerfrequenzübertragung
TG	Tertiärgruppe
TGK	Teilnehmergruppenkennzahl
T-Glied	Sternschaltung in T-Form
TGPt	Tertiärgruppenpilot
Tgw	Telegrafenwählnetz
Tl	Teilvermittlungsleitung
Tln	Teilnehmer
Tln-L	Tln-Lampe
Tln-Mü	Tln-Münzfernsprecher
TlnRN	Tln-Rufnummer
TMux	Zeitmultiplextelegrafie
Tnk	Tonkabel
T/Ns	Tastatur/Nummernschalterwahl
TnVk	Ton-(Rundfunk-)Verbindungs-Kabel
TnVr	Tonverstärker
TonE	Tonwählempfänger
TRU	Tiefpaß(filter)
TRU_z	Tonfrequenzrufumsetzer
TP	TRU für 4Dr-Ltgn.
TRU_v	TRU für 2Dr-Ltgn.
TRU_{vz}	TRU für 4- und 2Dr-Ltgn
TrVS	Trenn-Viererseil
TS	Teilnehmerschaltung
TSt	Telegrafenstelle
TSU	Telegrafiesignalumsetzer
TV	Television (Fernsehen)
TV-Al	Fernseh-Austauschleitung
TVFl	Fernsehfernleitung
TV-Modl	Fernseh-Modulationsleitung
TVOl	Fernsehortsleitung
TVVk	Fernsehverbindungkabel
TV-Vtl	Fernseh-Verteilleitung
TV-Zubrl	Fernseh-Zubringerleitung
TV-Zufl	Fernseh-Zuführungsleitung
TWM	Telegrafen-Wählvermittlung mit Motorwähler
TWT	travelling wave tube (Wanderfeldröhre)
Tx	Telex
ÜDs	Überführungsdose
Ue	Übertragung
ÜEVs	Überführungsendverschluß
UGrl	Untergruppenvermittlungsleitung
UGrVSt	Untergruppenvermittlungsstelle
UGW	Umsteuergruppenwähler
UHF	ultra high frequency, Dezimeterwellen
ÜHVSt	übergeordnete Hauptvermittlungsstelle
UIT	Internationale Fernmeldeunion
Uk	unbespultes Kabel (K-System)
Umw	Umwerter
Üp	Übersichtsplan
Ur	Umrechner
Us	Umsetzer
ÜsAg	Überspannungsgasentladungs-Ableiter
ÜsS	Überspannungsschutz
UT	Umlegetaste
UT	Unterlagerungstelegrafie
ÜT	Überlagerungstelegrafie
U-Tastung	Unterbrechungstastung
V-	Vierdraht-(Gleichlage)
VAM	Verkehrsablaufmeßeinrichtung
VAS	Verbindungsanrufsucher
VBE	Verkehrsbeobachtungseinrichtung
VbS	Verbindungssatz
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VES	Verkehrsmeßeinrichtung für Einzel- und Sammelanschlüsse
VF	Videofrequenz
VGA	Verkehrsgrößenabtasteinrichtung
VGW	Verkehrsartengruppenwähler
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VHF	very high frequency, Ultrakurzwellen (Meterwellen)
Vl	Verlängerungsleitung

VLF	=	very low frequency, Längstwellen (Myriameterwellen)
Vlg	=	Verlängerungsleitung (Gabel)
Vmkr	=	Vermittlungskraft
Vol	=	Vollvermittlungsleitung
VollVSt	=	Vollvermittlungsstelle
Vr	=	Verstärker
VrSt	=	Verstärkerstelle
VRW	=	Verbindungsrichtungswähler
VS	=	Verbindungssatz, Viererseil
VSt	=	Vermittlungsstelle
VStPrGW	=	Vermittlungsstellenprüfgruppenwähler
VStW	=	Vermittlungsstelle mit Wählbetrieb
vSWFD	=	Selbstwählferndienst mit vereinfachter Technik
VT	=	Vierertelegrafie
VVD	=	Verbindungs-Verzweigungs-Dose
VW	=	Vorwähler
VZ	=	Zentraler Verzoner
WAS	=	Warteanrufsucher
WE	=	Warteeinrichtung
WF	=	Wartefeld
WKlUe	=	Wählklinkenübertragung
WR	=	Wählerrelais
WStE	=	Wählsterneinrichtung
WStHl	=	Wählsternhauptleitung
WStSch	=	Wählsternschalter
WStUe	=	Wählsternübertragung
WStZl	=	Wählsternzweigleitung
WT	=	Wechselstromtelegrafie
WTK		WT auf Kurzwelle
WUe		Wechselstromübertragung
WUeZ	=	Wechselstromübertragung für Zählung
Z-	=	Zweidraht
ZB		Zentralbatterie
ZBE	=	Zielbereichsregistriereinrichtung
ZDF		Zweites Deutsches Fernsehen
ZE		Zoneneinstellwähler
ZF		Zwischenfrequenz
ZFSchVt		ZF-Schaltverteiler
ZGW		Zentralgruppenwähler
ZIG		Zählimpulsgeber
ZL		Zeilenvorschub
Zl		Zentralvermittlungsleitung
ZO		Zuordner
ZS		Zweierschaltung
ZSp		Zwischenspeicher
ZTG		Zeittaktgeber
ZUe		Zusatzübertragung
Zul		Zubringerleitung
ZVr		Zusatzverstärker
ZVS		Zähl-Viererseil
ZVSt		Zentralvermittlungsstelle
ZVStW		ZVSt mit Wählbetrieb
ZVt		Zwischenverteiler
Zwl		Zweigleitung, Zwischenleitung
ZWR		Zwischenraum (bei Fs-Zeichen)
ZwVr		Zwischenverstärker
ZwVrSt		Zwischenverstärkerstelle
Z-Ziffer		Kennziffer der ZVSt
ZZZ	=	Zeitzonenzähler

A

AA-Armierung, A-Armierung → Bewehrung, → Seekabelaufbau.

Abbau. Als A. bezeichnet man eine Methode zur Bestimmung der realisierenden Schaltelemente einer Zweipol- oder Vierpolfunktion, → Vierpoltheorie 4.4.

Abbeizen. Wenn ein bereits bestrichener Holz- oder Metallgegenstand einen neuen Anstrich erhalten soll, muß in vielen Fällen der alte Überzug entfernt werden, z. B. durch Abbeizen. Beim Abbeizen streicht man auf den alten Anstrich ein flüssiges oder pastenartiges A.-Mittel, worauf dieser allmählich erweicht und mit dem Spachtelmesser abgeschabt werden kann. Da die Anstriche große chemische Verschiedenheiten aufweisen können, kommt auch eine Reihe von verschiedenartigen A.-Mitteln zur Anwendung. → Abbeizmittel.

Abbeizmittel. A. sind Mittel, die auf den trockenen Anstrich aufgebracht, diesen so erweichen, daß der Anstrich von diesem Untergrund entfernt werden kann. Nach der chemischen Wirkung unterscheidet man zwischen ätzenden, lösenden und kombinierten A. Die ätzenden A. enthalten als wirksame Bestandteile stark alkalisch reagierende Stoffe, wie Natronlauge, Kalilauge, Salmiakgeist, Ätzkalk usw. Damit die Lauge an senkrechten Flächen nicht zu schnell abrinnt, kann man sie mit Leim, Stärke, Kreide, Sägemehl usw. verdicken. Die lösenden A. sind meist Mischungen von organischen Lösungsmitteln, wie Aceton, Benzol, Tolnol, Tetrachlorkohlenstoff, Tetralin usw. Die kombinierten A. enthalten sowohl ätzende als auch lösende Bestandteile, z. B. eine Mischung aus Salmiakgeist und Terpentinöl.

Literatur: DIN 55 945, März 1961.

Abbrühmasse für Kabel ist eine isolierende, homogene und schmelzbare Masse auf der Basis von Wachs und natürlichen Harzen, die im heißen Zustand zum Abbrühen von Enden oder Spleißstellen papierisolierter Fernmeldekabel dient, um diese für begrenzte Zeit gegen das Einwirken von Feuchtigkeit zu schützen. Die Eigenschaften der A. und die Verfahren, nach denen sie geprüft wird, sind in den VDE 0351 »Vorschriften für heiß zu vergießende → Füllmassen für Kabelzubehör sowie für Abbrühmassen« aufgeführt. (Kennbuchstabe: FA; Farbkennzeichnung der Behälter: weiß; Verarbeitungstemperatur: 120° C.)

Literatur: VDE 0351/11.60, 0351a/5.62, »Vorschriften für heiß zu vergießende Füllmassen für Kabelzubehörteile sowie für Abbrühmassen«.

Abbuchung → Zahlungsarten.

ABC-Code → Codierung.

A_{II}-B_{VI}-Verbindungen → Halbleiterverbindungen.

A_{III}-B_{V}-Verbindungen → Halbleiterverbindungen.

Abdecklinse → Leuchtblende für Fernmeldelampen.

Abdeckschicht. Um Druckplatten für Radierungen zu erhalten, überzieht man eine Kupferplatte mit Wachs, entfernt diese an den Stellen, die bei Abdruck erscheinen mit einer Nadel und gießt dann Salpetersäure darüber, worauf ins Metall kleine Vertiefungen eingeätzt werden.

Abdeckung (bei ionosphärischer Wellenausbreitung) → ionosphärische Brechung.

Abdichtbecher → Kabelkanal unter 14.

Abdichtschale → Kabelkanal unter 14.

Abdichtstopfen → Kabelkanal unter 14.

Abfassen der Telegramme. Der Inhalt eines Telegramms (Tel) oder Teile davon dürfen die Sicherheit des Staates nicht gefährden und nicht gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die guten Sitten verstoßen. Tel, die den Bestimmungen nicht genügen — ausgenommen Tel zum Schutz des menschlichen Lebens, Staats- und Diensttelegramme — werden zurückgewiesen oder angehalten.

Die Niederschrift eines Tel muß leserlich in deutschen oder lateinischen Buchstaben geschrieben sein. Es dürfen nur solche Buchstaben, Ziffern, Satz- und sonstige Zeichen verwendet werden, die sich durch die → Telegrafenapparate der DBP wiedergeben lassen.

Buchstaben: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Ziffern: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Satzzeichen und sonstige Zeichen:
Punkt (.)
Komma oder Beistrich (,)
Doppelpunkt oder Divisionszeichen (:)
Fragezeichen (?)
Auslassungszeichen oder Zeichen für Minute (')
Binde-, Gedankenstrich oder Subtraktionszeichen (-)
Klammern oder Klammerzeichen (( ))
Bruchstrich oder Divisionszeichen (/)
Ausführungszeichen oder Zeichen für Sekunde (")
Additionszeichen oder Kreuz (+)

Zeichen, die durch Schriftzeichen dargestellt werden:
Malzeichen (x) durch den Buchstaben X
Prozentzeichen (%) durch die Ziffer 0, den Bruchstrich (/) und die Ziffer 0
Promillezeichen (‰) durch die Ziffer 0, den Bruchstrich (/) und die Ziffern 00
Akzentuiertes e (é oder è) durch den Buchstaben E
Umlaute Ä, Ö, Ü durch die Buchstaben AE, OE, UE
S-Laut ß durch die Buchstaben SS
Römische Ziffern durch arabische

Die den Schriftzeichen einiger Sprachen eigenen Unterscheidungszeichen, z. B. ñ, werden nicht übermittelt. Auf der Ausfertigung, die der Empfänger des Tel erhält, werden sie als gewöhnliche Buchstaben, z. B. N, dargestellt.

Aus Ziffern und Buchstaben gebildete Ordnungszahlen, z. B. 1ter, werden als 1TER wiedergegeben. Wenn der Absender wünscht, daß der Telegrammempfänger römische Ziffern als solche erkennen soll, muß er vor jede Ziffer oder Gruppe das Wort ROEMISCH oder die Abkürzung ROEM oder ein Wort gleicher Bedeutung in der Sprache, in der der Text des Tel abgefaßt ist, niederschreiben.

Der Kopf der Tel wird von Amts wegen bei der Annahme eingesetzt. Bei Tel nach dem Ausland muß der Absender in bestimmten Fällen den Telegramm-Code, den er für die Abfassung des Textes verwendet hat, angeben, z. B. RUDOLF MOSSE CODE, ACME COMMODITY AND PHRASE CODE. Ferner kann der Absender den Leitweg, das ist der Weg (Verbindung mit dem Ausland), über den das Tel übermittelt werden soll, angeben, z. B. DERA für deutsche Funkverbindungen, DAT für deutsche Kabelverbindungen. Die anderen Teile eines Tel sind

ggf. → gebührenpflichtige Dienstvermerke,

Anschrift,

Text,

ggf. Unterschrift.

Mit einem oder mehreren gebührenpflichtigen Dienstvermerken, die vor der Anschrift in amtlich abgekürzter Form in Doppelstrichen niederzuschreiben sind, kann der Absender das Tel zu einer bestimmten → Telegrammart gehörend, eine bestimmte Anschriftsart und/oder einen → Sonderdienst kennzeichnen.

Die Anschrift muß alle Angaben enthalten, um die Zustellung ohne Nachforschungen und Rückfragen zu ermöglichen. Die Folgen der Unvollständigkeit trägt der Absender (verspätete Zustellung usw.).

Folgende Anschriften sind zugelassen:

Vollanschrift, Kurzanschrift, Fernsprechanschrift, Telexanschrift, Lageranschrift, Postfachanschrift.

Wenn eine Anschrift unvollständig erscheint, wird das Tel auf Gefahr des Absenders, d. h. ohne Anspruch auf Erstattung der Gebühren angenommen und dies auf dem Formblatt vermerkt.

Tel, die an einen Empfänger gerichtet sind, der sich bei einer anderen Person usw. aufhält, müssen in der Anschrift hinter der Bezeichnung des Empfängers die Bezeichnung BEI oder DURCH VERMITTLUNG VON (Ausland: CHEZ, C/O oder eine andere Angabe in der Sprache des Bestimmungslandes) tragen.

Die Vollanschrift besteht aus dem Namen des Empfängers, der Bezeichnung der Straße, der Angabe der Hausnummer und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Der Name der Bestimmungs-Telegrafenstelle ist am Schluß der Anschrift anzugeben. Für die Schreibweise sind maßgebend für Inlandstelegramme das → Verzeichnis der deutschen Telegrafenstellen (TSt) und für Auslandstelegramme das → Internationale TSt-Verzeichnis.

Bei Tel an Fahrgäste in Eisenbahnzügen, Flugzeugen und in Wartesälen sind die Anschriften entsprechend abzufassen.

Die Kurzanschrift besteht aus der vereinbarten Bezeichnung des Empfängers und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Die Telegramm-Kurzanschrift, die der Empfänger mit der DBP vereinbart haben muß, wird bei der Bestimmungs-Telegrafenstelle in die Vollanschrift des Empfängers übersetzt. Kurzanschriften können für 1 Jahr oder ein Vierteljahr vereinbart werden. Bei der Vereinbarung ist darauf zu achten, daß sie als solche leicht erkennbar sind, nicht zu Unzuträglichkeiten im Telegrafendienst führen und jeder Zweifel bei der Zustellung ausgeschlossen ist.

Für Kurzanschriften werden besondere Gebühren erhoben.

Die Fernsprechanschrift besteht aus dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = TF... = (Fernsprech-Rufnummer), dem Namen des Empfängers und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Bei Inlandstelegrammen kann der Absender den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = FERNSPRECHER = angeben, wenn ihm die Fernsprech-Rufnummer des Empfängers nicht bekannt ist. Die Anschrift ist dann so zu ergänzen, daß die Rufnummer aus dem Amtlichen Fernsprechbuch einwandfrei ermittelt werden kann.

Die Telexanschrift besteht aus dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = TLX... = (Telex-Rufnummer), dem Namen des Empfängers und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Bei Inlandstelegrammen kann der Absender den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = TELEX = angeben, wenn ihm die Telex-Rufnummer des Empfängers nicht bekannt ist. Die Anschrift ist dann so zu ergänzen, daß die Rufnummer aus dem Amtlichen Verzeichnis der Telex-Teilnehmer einwandfrei ermittelt werden kann.

Die Lageranschrift besteht aus dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = GP = für »postlagernd« oder = TR = für »telegrafenlagernd« oder = BAHNLAGERND = oder = BAHNPOSTLAGERND =, dem Namen des Empfängers und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Bei Tel nach dem Ausland kann auch der gebührenpflichtige Dienstvermerk = GPR = für »postlagernd eingeschrieben« verwendet werden.

Zur Bezeichnung des Empfängers können bei Inlandstelegrammen auch Buchstaben oder Zahlen oder eine Mischung verwendet werden.

Postlagernde Tel liegen, wenn vom Absender keine nähere Postamts-Bezeichnung angegeben wird, beim Hauptpostamt, telegrafenlagernde Tel bei der größten TSt des Bestimmungsortes zur Abholung durch den Empfänger bereit.

Bei Tel mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = BAHNLAGERND = ist der Bahnhof genau zu bezeichnen, bahnpostlagernde Tel, die nur auf Gefahr des Absenders angenommen werden, liegen beim Postschalter im Bahnhofsgebäude oder, falls kein Schalter vorhanden, beim nächsten Postamt zur Abholung bereit.

Die Postfachanschrift besteht aus dem Namen des Empfängers, den gebührenpflichtigen Angaben POSTFACH ... (Nummer des Postfaches) und dem Namen der Bestimmungs-Telegrafenstelle.

Bei Tel nach dem Ausland lautet der Vermerk BOITE POSTALE ... (Nummer).

Wenn sich am Bestimmungsort mehrere Postämter mit Postfächern befinden, muß das Postamt näher bezeichnet werden.

Der Text in Tel darf in offener, geheimer oder in offener und geheimer Sprache abgefaßt werden. Offene Sprache besteht aus Wörtern und Ausdrücken, die in einer oder in mehreren der für den internationalen Telegrammverkehr zugelassenen Sprachen einen verständlichen Sinn ergeben. Die einzelnen Verwaltungen bezeichnen die in ihrem Land gebräuchlichen Sprachen, die sie als offene Sprache zulassen. Praktisch sind alle gebräuchlichen Sprachen — auch Latein und Esperanto — als offene Sprache zugelassen.

Als offene Sprache gelten:

in Buchstaben oder in Ziffern geschriebene Zahlen, Gruppen aus Buchstaben oder aus Ziffern oder aus Ziffern und Zeichen, wenn sie keine geheime Bedeutung haben,

Eigennamen, vereinbarte Kurzanschriften,

abgekürzte Bezeichnungen internationaler oder nationaler Organisationen oder Geschäftsunternehmen, Handelsmarken, Fabrikmarken, Warenbezeichnungen, technische Ausdrücke, Bezugsangaben, Angaben aus Katalogen und Verzeichnissen,

Hausnummern, Zulassungsnummern und -buchstaben von Kraftfahrzeugen, Namen von Schiffen, Zügen und Flugzeugen,

Geldbeträge, Ordnungszahlen, Zeitangaben, Börsen- und Marktkurse, wissenschaftliche Formeln, Wetterbeobachtungen und -vorhersagen.

Ein Tel in offener Sprache darf am Anfang des Textes ein Kennwort oder eine Kennzahl von höchstens 5 Buchstaben bzw. Ziffern haben.

Geheime Sprache: künstlich, ausschließlich aus Buchstaben gebildete Wörter von höchstens 5 Buchstaben, arabische Ziffern oder arabische Zahlen beliebiger Länge mit geheimer Bedeutung, Wörter der offenen Sprache, die in anderer Bedeutung verwendet werden sowie alle anderen Wörter und Ausdrücke, die nicht zur offenen Sprache rechnen. Akzentuierte Buchstaben, Mischungen von Buchstaben, Ziffern und Zeichen innerhalb einer Gruppe mit geheimer Bedeutung sind nicht zugelassen.

Tel in geheimer Sprache sind nicht nach allen Ländern zugelassen.

Eine Unterschrift ist in Tel nicht erforderlich. Einige Länder schreiben jedoch eine Unterschrift vor. Der Absender kann die Beglaubigung seiner Unterschrift in das Tel aufnehmen, sie lautet UNTERSCHRIFT BEGLAUBIGT DURCH ..... (Benennung der Behörde usw.) bzw. in Tel nach dem Ausland SIGNATURE LEGALISEE PAR ...... Dienststellen der DBP dürfen keine Unterschrift beglaubigen.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst; »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar. *Camrath*

Abflachschaltungen. Die Telegrafierzeichen enthalten besonders am Sende-Ende der Leitung Teilschwingungen mit sehr hohen Frequenzen, die durch das plötzliche Einschalten der Senderelais bedingt sind. Diese für das Arbeiten der Empfangsrelais nicht notwendigen Teilschwingungen können aber benachbarte Telegrafen- und insbesondere Fernsprechleitungen empfindlich stören. Durch Zwischenschaltung von Abflachgliedern, die in der Regel aus Drosselspulen und Kondensatoren bestehen, kann die Sende-Stromkurve von allen zum Telegrafieren nicht wichtigen höherfrequenten Teilschwingungen befreit und damit die induktive und kapazitive Beeinflussung der Nachbarleitungen ganz erheblich herabgemindert werden. Der Empfang der Zeichen wird durch die Abflachschaltungen nicht beeinflußt.

Abfrageeinrichtung → Fernsprecheinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Abfrage- und Prüfeinrichtung zum Schaltverteiler. Um die über → Schaltverteiler geführten Leitungen auf ihren Betriebszustand prüfen zu können, sind im Schaltverteiler ein Zuschaltefeld, ein Anruffeld und ein Abfragefeld vorgesehen. Das Zuschaltefeld ist eine → Schaltleiste 57 ohne Dämpfungsglieder. Die zu prüfenden Leitungen werden mit flexiblen Schnüren zugeschaltet. In dem mit dem Zuschaltefeld fest verbundenen Anruffeld von der Größe einer Schaltleiste 57 ist für jede der 10 Leitungsbuchsen des Zuschaltefeldes eine Leuchttaste vorhanden. Die Lampe leuchtet bei einem Anruf über die Signalader. Durch Drücken der Leuchttaste wird die zugeordnete Leitung zum Abfragefeld weiter geschaltet. Die Anruflampe erlischt sodann. Das Abfragefeld hat ebenfalls die Größe einer Schaltleiste. Es enthält im wesentlichen die zum Abfragen und Verbindungsaufbau benötigten Schalter und Lampen, ferner einen Nummernschalter und eine Anschaltklinke für den Handapparat. Wie an einem Fernschrank kann abgefragt, nach beiden Seiten gerufen, mitgehört, und es können Verbindungen aufgebaut werden. Dem Abfragefeld sind ferner 2 Dienstleitungen zugeordnet. Dem Schaltverteiler werden außerdem in der Regel eine Rangierprüfeinrichtung (R.) und ein Meßleitungsfeld beigegeben. Die R. bietet die Möglichkeit, die 4 Sprech- und 2 Signaladern einer Rangierverbindung schnell auf richtige Beschaltung zu prüfen. Sie enthält 6 Lampen und 6 Tasten. Das Meßleitungsfeld ist eine gewöhnliche Schaltleiste 57. Die zu messenden Leitungen werden über eine 12adrige Meßschnur zugeschaltet und zu einer zentralen Meßstelle weitergeführt.

Abfragegarnitur → Sprechzeug.

Abfragekasten → Feldfernsprechvermittlung OB 150.

Abfragen. Die durch einen Anruf eines Fernsprechteilnehmers oder einer → Vermittlungskraft bei einer → Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) veranlaßte Bedienungshandlung, durch die festgestellt wird, welche Gesprächsverbindung oder andere Leistung (z.B. → Auskünfte im handvermittelten Ferndienst) vom Anrufenden gewünscht wird.

1. Um abzufragen, muß die Vermittlungskraft in der FernVStHand ihr Sprechzeug an die Leitung des Anrufers vorübergehend anschalten. Dazu steckt sie den Abfragestöpsel eines freien Schnurpaares ihres Fernplatzes in die Abfrageklinke des → Meldeanrufzeichens bzw. am B-Platz (→ Fernplatzarten) in die Abfrageklinke des Fernanrufzeichens und legt den Abfrageschalter in »Abfragestellung«. Bei Fernplätzen F 62 wird der bei einer FernVStHand eingehende Anruf mittels einer automatischen Verteileinrichtung in zeitlich richtiger Reihenfolge der Anrufe dem nächsten besetzten und aufnahmebereiten (d. h. gerade arbeitsfreien) Fernplatz zugeschaltet. Vorteile der automatischen Anrufverteilung: Gleichmäßige Auslastung der Vermittlungskräfte, sehr kurze und gleichmäßige → Anmeldewartezeiten, → Verbindungssatz.

2. Zur Tätigkeit des A. gehören

2.1. das Melden der Vermittlungskraft am A-Platz (→ Fernplatzarten) durch Nennung des Namens ihrer FernVStHand und ihrer Fernplatznummer, z. B. in München: »München, Platz 16«, bzw. am B-Platz nur durch Nennung ihrer Leitzahl (→ Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen), z. B. in Hamburg: »4«,

2.2. die Wiederholung des vorgebrachten Wunsches (verlangtes Ortsnetz, Rufnummer usw.). *Trommer*

Abfrageplatz für Fernsprech-Nebenstellenanlagen ‣ Abfragestelle.

Abfrageschnur → Schnurpaar.

Abfragestelle. Zu jeder Fernsprech-Nebenstellenanlage gehört als Teil der Hauptstelle eine Abfragestelle, an der Anrufe von der Vermittlungsstelle und von den Nebenstellen und die gewünschten Verbindungen vermittelt werden. Ein Anruf muß an der A. durch ein sichtbares und hörbares Zeichen kenntlich gemacht werden, wobei das hörbare Zeichen abschaltbar sein kann.

Die A. einer Nebenstellenanlage kann mehrere Arbeitsplätze umfassen und technisch oder räumlich von der Vermittlungseinrichtung der Nebenstellenanlage getrennt sein. Weitere Abfragestellen sind — mit Ausnahme der Ersatzabfragestelle — Nebenstellen, z. B. Hilfsabfragestellen, Nachtabfragestellen, Abfragestelle einer → Zweitnebenstellenanlage, auch wenn bei ihnen Vermittlungseinrichtungen verwendet werden. Die Abfragestelle einer Nebenstellenanlage ist in der Zahl der Nebenstellen der Baustufenangabe nicht enthalten, z. B. hat eine Nebenstellenanlage mit 9 Nebenstellen einschließlich der Abfragestelle 10 Sprechstellen.

Die A. besteht bei → Reihenanlagen aus der Reihenhauptstelle, einer Reihenstelle mit den Einrichtungen für das Erkennen des Amtsanrufes, und bei Anlagen mit Vermittlungseinrichtungen aus einem, bei größeren Anlagen auch mehreren Abfrageplätzen. Bei handbedienten Vermittlungseinrichtungen, z. B. Glühlampenschränken, sind die zum Vermitteln erforderlichen technischen Einrichtungen meist vollständig im Abfrageplatz untergebracht. In kleinen Wählanlagen — mit nur einer Amtsleitung — besteht die A. u. U. aus einem gewöhnlichen Fernsprechapparat. Mittlere Wählanlagen — mit 2 bis 10 Amtsleitungen — haben als A. einen Abfrageapparat und große Wählanlagen — mit 5 und mehr Amtsleitungen — haben neben Abfrageapparaten meist Abfrageplätze in Tischform, ggf. mit Tischaufsätzen. Bei großen Wählanlagen sind für 15 ankommend oder für 20 doppeltgerichtet betriebene Amtsleitungen jeweils ein Arbeitsplatz erforderlich.

An die A. können im Rahmen der Ausstattungsvorschriften auch → Meldeleitungen, → Hinweisleitungen, Leitungen für unmittelbaren Anruf von Nebenstellen zur Abfragestelle, → Querverbindungen und → Abzweigleitungen angeschaltet sein. Bei großen Wählanlagen mit mehreren Abfrageplätzen ist → Vielfachschaltung der Amtsleitungen und der Meldeleitungen über mehrere Abfrageplätze möglich. Die Amtsleitungen und ggf. andere Leitungen können jedoch auch über eine Abfragekonzentration und bei mehrplätzigen Anlagen über eine → Anrufverteilung an die Abfrageplätze angeschaltet werden.

In mittleren und großen Wählanlagen hat jeder Abfrageplatz neben einem → Hausanschluß die zum Abfragen und Vermitteln der ankommenden Anrufe erforderlichen Einrichtungen, wie Leuchttasten oder getrennte Lampen und Tasten für jeden Abfragesatz, Abfrage-Handapparat oder ggf. Sprechzeug, Nummernschalter oder Tastatur für Tastenwahl. Zusätzlich können beispielsweise Impulszahlengeber, Besetztlampenfeld und Gebührenzähler für die → Gebührenerfassung bei den abgehend betriebenen Amtsleitungen sowie Einrichtungen zum Erkennen der Platzbelastung vorhanden sein.

Ersatzabfragestelle: In Fernsprech-Nebenstellenanlagen kann eine sogenannte Ersatzabfragestelle oder zweite Abfragestelle eingerichtet werden. Die Ersatzabfragestelle wird nicht gleichzeitig mit der A. betrieben. Eine oder mehrere Ersatzabfragestellen können z. B. für Katastrophenfälle oder auch in Fällen vorgesehen werden, bei denen eine Nachtschaltung wegen ihrer eingeschränkten Betriebsmerkmale nicht ausreichen würde. Die Ersatzabfragestelle darf im Rahmen der jeweiligen Ausstattungsvorschriften den gleichen oder auch einen geringeren Ausbau als die A. haben.

Hilfsabfragestellen dürfen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit ungewöhnlich starkem ankommendem Amtsverkehr zur Entlastung der A. mit Zustimmung des FTZ eingerichtet werden. Bei den als Hilfsabfragestellen vorgesehenen Nebenstellen können einzelne oder alle Amtsleitungen ähnlich wie bei der A. unmittelbar abgefragt und ggf. auf dem Weg des selbsttätigen Umlegens weitervermittelt werden. In ähnlicher Weise können auch Meldeleitungen, Hinweisleitungen und dergl. abgefragt werden. Die Hilfsabfragestellen können Sprechapparate in Sonderanfertigung erhalten; besondere technische Maßnahmen bei der Vermittlungseinrichtung gelten als Ergänzungsausstattung der Nebenstellenanlage. *Paul*

Abfrageverstärker für Vierdrahtfernplätze. An → Fernschränken F 57 und → Ferntischen F 62 wird zwischen das → Sprechzeug der Vermittlungskraft und den Vierdrahtsprechweg ein A. gemäß Bild 1 eingefügt. Er hat die Aufgabe, die von beiden Seiten eintreffenden Sprechwechselströme dem Hörer der Vermittlungskraft zuzuführen und die Sprachmodulation des Mikrophons an beide Seiten abzugeben. Zu diesem Zweck müssen gemäß Bild 1 die Sprech-

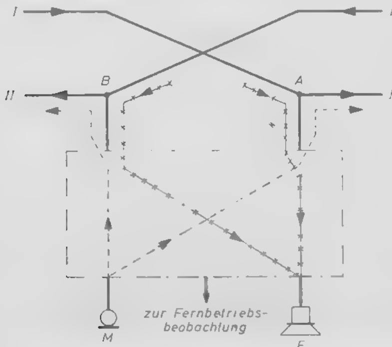


Bild 1.
Blockschaltbild des Abfrageverstärkers für Vierdrahtfernplätze.

richtungen I und II, zwischen denen eine Übergangsdämpfung von etwa 10 Np besteht, zweimal miteinander verknüpft werden. Die Übergangsdämpfung muß beim Eintreten der Vermittlungskraft größer als der zugelassene untere Grenzwert von 4,6 Np sein.

Die Aufgabe, beide Sprechrichtungen miteinander zu verknüpfen, ohne aber den zugelassenen Wert von 4,6 Np zu unterschreiten, wird vom A. in der in Bild 2

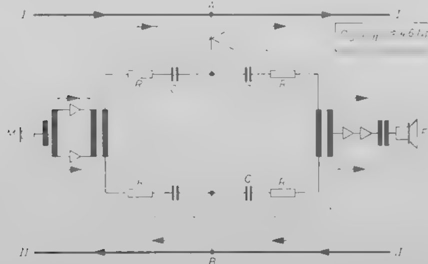


Bild 2. Grundschaltung des Vierdrahtabfrageverstärkers.

vereinfacht dargestellten Weise gelöst. Die Kopplungswiderstände R sind so bemessen, daß beim Übergang von Richtung I in Richtung II über die Differentialübertrager der Wert von 4,6 Np nicht unterschritten wird. Da die Widerstände R zugleich aber die abgehende und ankommende Sprachmodulation stark dämpfen, werden dem Mikrophon ein Transistorgegentaktverstärker, dem Hörer ein zweistufiger Empfangsverstärker beigegeben. Eine weitere Verstärkerstufe ist in den Hörausgang für die Betriebsbeobachtung eingefügt.

Die Betriebsdämpfung des A. in den Richtungen »Sprechen« und »Hören« wird nach einem Pflichtenheft eingestellt.

Literatur: FTZ-Norm, 4 Draht-Abfrageschaltung mit Verstärker 60, FTZ 145 920 2 TV 1, Februar 1964. *Gänsler*

Abgangsland → Ursprungsland.

abgehend betriebene Leitung (Ltg) ist eine Ltg, die richtungsgebunden nur in abgehender Richtung betrieben wird. Gegensatz: → ankommend betriebene Ltg; außerdem wechselseitig betriebene Ltg (meist nur noch bei → Ruf-Ltgn üblich). Eine richtungsgebundene Aufteilung eines Leitungsbündels ist nur dann vorteilhaft, wenn das Gesamtbündel nicht zu klein ist (bei Ruf-Ltgn ≥ 5 Ltgn); die Ltgn für den Selbstwählferndienst bzw. für den halbautomatischen Dienst (→ Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst) werden bis auf wenige Ausnahmefälle gerichtet betrieben.

abgehender Verkehr ist derjenige Teil des V., der aus der Sicht des Anmelders oder der → Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung in abgehender Richtung verläuft. Im handvermittelten → Ferndienst ist der a. V. mit einem größeren Arbeitsaufwand verbunden als der → ankommende V. Weiteres → Verkehrsarten im handvermittelten Ferndienst.

Abgleich → Gleichlauf.

Abgleichkondensatoren dienen zum Kapazitätsabgleich, speziell in Fernsprechkabeln zur Unterdrückung des Nebensprechens, → Nebensprechen.

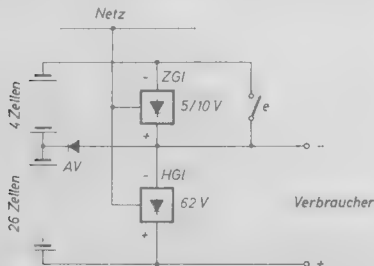
Abgleitbelegung. Unter A. versteht man den Überlauf des RW auf das Bündel des Kennzahlweges oder des eigenen Bereiches, wenn der RW in der vom Umwerter angegebenen Richtung keine freie Leitung vorfindet. Das ist der Fall, wenn in der Zeit zwischen Umwerterbelegung und Einstellen des RW die letzte Leitung belegt wurde oder wenn das Bündel unvollkommen ist. A. sowohl vom I. RW als auch vom II. RW können auf den Kennzahlweg überlaufen, wenn in der Zeile für Leitweg- und Sonderaussagen entsprechend rangiert wird.

Abgleitverkehr. Verkehr, der aus → Abgleitbelegungen besteht.

Abgrifftechnik. Mit A. bezeichnet man eine bestimmte Schaltung einer Gleichstromversorgungsanlage im Umschaltbetrieb ohne Unterbrechung. Im Bild ist die Grundschaltung für eine 60-V-Stromversorgungsanlage dargestellt.

Bei vorhandener Netzspannung speist der Hauptgleichrichter (HGl) die Fernmeldeverbraucher. Mit der Spannung des HGl (62 V) ist die Spannung des Zusatzgleichrichters (ZGl) (5 V) in Reihe geschaltet. Die Summenspannung von 67 Volt wird zur Erhaltungsladung der 30 Batteriezellen (2,23 V/Zelle) benutzt. Bei Netzausfall schließt das Entladeschütz e und legt die Spannung der 30 Batteriezellen an die Verbraucher. Bis zum Schließen der Schützkontakte wären jedoch die Verbraucher spannungslos. Aus

diesem Grund ist die Batterie mit 26 Zellen dem HGl über ein Abgriffventil (AV) parallelgeschaltet. Wenn die Verbraucherspannung am HGl zusammenbricht, können die 26 Batteriezellen die Verbraucher über das dann durchlässige AV so lange speisen, bis das Entladeschütz geschlossen hat. Sobald die Verbraucherspannung wieder über die Spannung der 26 Zellen ansteigt, wird das AV in Sperrichtung belastet und verhindert den Stromfluß. Bei dieser



Prinzipschaltung einer 60-V-Stromversorgungsanlage in Abgrifftechnik. Schaltungsdarstellung bei vorhandener Netzspannung.

Schaltung kann die Batterie ohne Sondermaßnahmen bis 72 V (2,4 V/Zelle) geladen werden (HGl 62 V + ZGl 10 V). Die Spannung an den 26 Zellen steigt zwar auf 62,4 V an, jedoch kann noch kein Entladestrom über das Ventil fließen, weil der Batteriespannung auch noch die Schwellspannung des Ventils (bei Selen etwa 0,6 V) entgegenwirkt.

Bei der DBP werden derartige Anlagen neben den Anlagen in → Gegenspannungstechnik für Verbraucherspannungen von 60 V und Verbraucherströme von 12 A bis 2000 A eingesetzt. *Vetter*

Abgußmassen (Abformmassen, Formengußmassen), Substanzen zur naturgetreuen plastischen Nachbildung von Natur- und Kunstgegenständen; hierzu sind geeignet: Gips, Naturkautschuk (Latex), Spezialkunstharze, Schmelzmasse, Technorit und kaltvulkanisierter Siliconkautschuk.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Abhängigkeitsschaltung → Bahnhofsblock.

Abholzigkeit, Eigenschaft von Rundholz – Stammverjüngung, ausgedrückt als Durchmesserabnahme in cm/m. Die A. ist über die Stammlänge unterschiedlich. Normale A.: 1 cm Durchmesserabnahme je laufenden Meter Stammlänge; vollholzig sind Stämme mit geringer Durchmesserabnahme. Bei Fernmeldemasten beträgt die A. 0,6 bis 0,9 cm je m Mastlänge. Sie ist festgelegt durch Zopf- und Fußdurchmesser (s. DIN 48350). Die A. ist von der Baumart und den ökologischen Verhältnissen abhängig.

Abhören des nicht öffentlich gesprochenen Wortes. Seit langem ist anerkannt, daß die Intimsphäre des einzelnen als Bestandteil seines Persönlichkeitsrechts eines Schutzes gegen unbefugte Eingriffe Fremder bedarf. Die Rechtsprechung hat hieraus insofern Folgerungen gezogen, als sie den Grundsatz entwickelt hat, daß Verletzungen der Intimsphäre unerlaubte Handlungen im Sinne der §§ 823 ff BGB darstellen und zu Schadenersatzverpflichtungen führen. Ein strafrechtlicher Schutz hingegen bestand bisher lediglich insoweit, als § 299 StGB die Verletzung des Briefgeheimnisses in Form des Erbrechens verschlossener Sendungen unter Strafe stellt, d. h. nur die körperliche Übermittlung von Gedankengut geschützt war. Ungeschützt blieb jedoch die — immer größeren Umfang annehmende — körperlose Übermittlung von Gedankengut, da es der Gesetzgeber unterließ, das Briefgeheimnis zu einem allgemeinen Nachrichten- oder Mitteilungsgeheimnis auszugestalten. Erst in jüngster Zeit ist, ausgelöst durch die zunehmende Bedrohung der Intimsphäre durch das Aufkommen raffinierter Abhöreinrichtungen (Mini-Spione usw.), ein erster Schritt zur Ausfüllung dieser Lücke unternommen worden. Durch das »Gesetz zum strafrechtlichen Schutz gegen den Mißbrauch von Tonaufnahmen und Abhörgeräten« vom 22. 12. 1967 (BGBl. I S. 1360), geändert durch Art. 1 Nr. 19 des Einführungsgesetzes zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. 5. 1968 (BGBl. I, S. 627), ist in das StGB ein neuer § 298 eingefügt worden, der vorsieht, daß mit Gefängnis bis zu sechs Monaten und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen bestraft wird, wer unbefugt:

1. das nicht öffentlich gesprochene Wort eines anderen auf einen Tonträger aufnimmt oder

2. eine so hergestellte Aufnahme gebraucht oder einem Dritten zugänglich macht und daß ebenso bestraft wird, wer das nicht zu seiner Kenntnis bestimmte nicht öffentlich gesprochene Wort eines anderen unbefugt mit einem Abhörgerät abhört. In besonders schweren Fällen muß auf Gefängnis erkannt werden, wobei nach Abs. 4 ein solcher in der Regel dann vorliegt, wenn der Täter gegen Entgelt oder in der Absicht handelt, sich oder einem Dritten einen rechtswidrigen Vermögensvorteil zu verschaffen oder jemandem einen Nachteil zuzufügen. § 298 StGB ist Antragsdelikt, d. h., eine Strafverfolgung tritt nur dann ein, wenn der Verletzte einen dahingehenden Antrag stellt. Zum subjektiven Tatbestand gehört, daß der Täter unbefugt gehandelt hat. Das wird — in Anlehnung an § 183 Abs. 3 des Entwurfs eines Strafgesetzbuchs (Bundestags-Drucksache V/32) — bei Handlungen zu verneinen sein, die nach verständiger Auffassung, namentlich im Hinblick auf die Beweggründe und die Ziele des Täters und die zwischen diesem und dem anderen bestehenden Beziehungen hinzunehmen sind.

Das Gesetz vom 22. 12. 1967 sieht außerdem eine Ergänzung der Bestimmungen des StGB über Verbrechen und Vergehen im Amt durch Einfügung eines neuen § 353 d vor. Verstößt ein Beamter in Ausübung seines Amtes gegen den neuen § 298, so wird er mit Gefängnis bestraft. Die in § 298 enthaltene Strafandrohung ist somit gegenüber Beamten wesentlich verschärft, da die Höchststrafe nicht nur 6 Monate, sondern 5 Jahre beträgt und die Verhängung einer Geldstrafe nicht vorgesehen ist. Dieselbe Strafe trifft einen Beamten oder früheren Beamten, der unbefugt das nichtöffentlich gesprochene Wort eines anderen

offenbart, das in befugter oder unbefugter Amtsausübung auf einen Tonträger aufgenommen oder mit einem Abhörgerät abgehört worden ist.

§ 353 d StGB ist vor allem im Hinblick auf das »Gesetz zur Beschränkung des Brief-, Post- und Fernmeldegeheimnisses« vom 13. 8. 1968 (BGBl. I S. 949) von Bedeutung, das erstmalig ein Abhören des Fernsprechverkehrs und ein Mitlesen des Fernschreibverkehrs ermöglicht (→ Fernmeldegeheimnis unter 4.1.5.). Er richtet sich in erster Linie gegen die mit der Durchführung dieser Maßnahmen betrauten Beamten und soll einen Mißbrauch der hierbei erlangten Kenntnis fremden Gedankenguts verhindern. *Aubert*

Abisolieren. Entfernen der Isolation an Kabeln und Drähten durch Spezialzangen, Abbrandzangen oder dergleichen.

Abisolierer sind zangenartige Werkzeuge, mit deren besonders gestalteten Schneiden die Isolierung von Drähten und Kabeladern entfernt werden kann. Je nach Art der zu entfernenden Isolierung sind verschiedene Arten von A. in Gebrauch.

Abkreiden → Auskreiden.

Ablaufsender → Meßplatz 52.

Ablaufstellwerk → Stellwerk.

Ablehnung eines Gesprächs. Anmelder und/oder Verlangter können eine für sie im handvermittelten → Ferndienst bereitgestellte Verbindung aus persönlichen Gründen ablehnen. Im Inlandsdienst wird dafür die → Drittelgebühr, im → Auslandsferndienst die Gebühr für 1 min eines gewöhnlichen → Gesprächs nach dem gewünschten Ort, im interkontinentalen Dienst (Überseedienst) die → Vorbereitungsgebühr erhoben.

Ableitungswiderstand ist ein hochohmiger Widerstand, der zwischen Erde bzw. dem Nullpunkt der Schaltung und einem spannungsführenden Teil geschaltet wird, um statische Ladungen gegen Erde abzuleiten. Als Bezeichnung für den Isolationswiderstand zwischen zwei Leitungen ist das Wort A. zu vermeiden.

Ablenktechnik. Der Elektronenstrahl der → Fernsehbildröhre muß zum Schreiben des Fernsehbildes senkrecht, entsprechend der Bildwechselzahl — bei CCIR-Norm 50mal je Sekunde — und waagerecht, entsprechend der Zeilenzahl 15625mal je Sekunde über den Bildschirm geführt werden. Über den Bildröhrenhals ist die Ablenkeinheit — Ablenkjoch — geschoben, welche die um einen Ferritringkern gewickelten Ablenkspulenpaare enthält. Der Ablenkwinkel ist über die Bilddiagonale gemessen, im Laufe der Jahre von 70° über 90° auf 110° gesteigert worden, wodurch sich eine wesentliche Verkürzung der Bildröhrentiefe ergeben hat. In den Spulen fließen sägezahnförmige Ströme von 50 bzw. 15625 Hz und bewirken eine zeitproportionale Ablenkung des Elektronenstrahls. Verzeichnungen — Rasterverzerrungen — können verschiedene Ursachen haben und müssen korrigiert werden. Linearitätsfehler entstehen durch ungenaue Form der Ablenkströme und sind in der Ansteuerschaltung zu beeinflussen. Trapezverzeichnungen haben ihre Ursache in der Unsymmetrie des Ablenksystems und können in der Schwarz-Weiß-Bildröhre durch äußere Zusatzmagnete behoben werden, ebenso wie bei Kissenverzerrungen, welche systembedingt dadurch entstehen, daß der Ablenkmittelpunkt nicht mit dem Krümmungsmittelpunkt des Bildschirms übereinstimmt. Der sogenannte Tangensfehler hat die gleichen Ursachen und ist durch Vorverzerrung des Ablenkstromes zu beheben. Tonnenverzeichnungen kommen heute nur noch durch Fehleinstellungen vor. Bei Farbbildröhren sind Verzeichnungen durch erhöhte Genauigkeit, die Kissenverzeichnungen durch eine wechselseitige Modulation der Ablenkströme in einem → Transduktor zu beherrschen.

Die Ablenkströme werden in den Ablenk-Generatoren erzeugt. Für die Vertikalfrequenz verwendet man Sperrschwinger oder Multivibratorschaltungen mit entsprechenden Leistungsendstufen.

Die Sägezahnform des Stromes wird aus dem Ladungsvorgang eines Kondensators abgeleitet. Die Horizontalfrequenz wird meist in einem Sinus-Oszillator erzeugt und so vorverstärkt einer Leistungsstufe zugeführt, daß an den Horizontalablenkspulen ein weitgehend rechteckiger Spannungsverlauf herrscht welcher bei der großen Selbstinduktivität der Spulen zu einem kontinuierlich ansteigenden Magnetfeld führt. Die während der kurzen Rücklaufzeit an dem zwischen Leistungsstufe und Ablenkspulen liegenden Zeilentransformator vorhandenen kurzen Rücklaufimpulse hoher Spannung werden in einer zusätzlichen Hochspannungswicklung weiter hochtransformiert, gleichgerichtet und der Bildröhre als Anodenspannung zugeführt. Sie beträgt bei Schwarz-Weiß-16 bis 20 kV, bei Farbbildröhren bis 25 kV.

Die Bildröhrenkapazität dient als Glättungskondensator. In Farbgeräten ist für die Hochspannung eine besonders gute Konstanz erforderlich. Sie wird durch eine parallel geschaltete Ballaströhre oder durch eine besondere Regelschaltung der Leistungsstufe erzielt. Es sind auch Schaltungen mit getrennter Hochspannungserzeugung in Gebrauch. Die Einschaltung der sogenannten Booster-Diode ermöglicht eine Energierückgewinnung aus der in Transformator und Spulen gespeicherten magnetischen Energie in Form der Boosterspannung, welche am Booster-Kondensator mit etwa 600—800 V für andere Anwendungszwecke zur Verfügung steht. Gleichzeitig werden unerwünschte Partialschwingungen des Ablenkkreises gedämpft. Die Rücklaufimpulse werden zur Dunkeltastung des Strahlstromes während der Rücklaufzeit und für Tastzwecke innerhalb der Empfängerschaltung verwendet. Der Gleichlauf der Ablenkströme mit den Synchronimpulsen des Fernsehbildes wird innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches durch die Synchronisierschaltung erreicht.

Am Amplitudensieb (→ Fernsehempfänger) werden die Impulse durch Begrenzung vom Bildinhalt getrennt. Der Bildwechselimpuls gelangt in der Regel nach Integration in einer Widerstandskondensatorkette zur Vertikalablenkstufe und synchronisiert diese direkt — Impulssynchronisation —. Die Vertikalsynchronisierung muß exakt und frei von Fremdeinstreuungen arbeiten, damit die senderseitig durchgeführte Zwischenzeilenabtastung auch im Empfänger erhalten bleibt. Im Fachjargon: Guter Zeilensprung im Gegensatz zu Paarigkeit der Zeilen. Als Horizontalsynchronisation ist indirekte oder Schwungradsynchronisation üblich. In einer Phasenbrücke, in welcher die Zeilensynchronisationsimpulse mit den Rücklaufimpulsen aus dem Zeilentransformator verglichen werden, gewinnt man eine zur Steuerung einer Impedanzstufe geeignete Gleichspannung und regelt so die Frequenz des Steuer-Oszillators nach Frequenz und Phase.

Vorteil: Sicherheit gegen äußere Störungen. *Stierhof*

Abmaß, oberes, unteres → ISO-Toleranzen.

Abnahme im Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP → Gefahrübergang und Abnahme.

Abnahme privater Nebenstellenanlagen → Abnahmestelle für private Fernmeldeeinrichtungen.

Abnahmemessungen an fertig montierten Kabelanlagen. An fertig montierten und ggf. mit einem Nebensprechausgleich versehenen Kabelanlagen werden A. ausgeführt, um die Vertragsmäßigkeit der im Pflichtenheft festgelegten elektrischen und pneumatischen Werte zu ermitteln.

1. Bei Anschlußkabeln (Ask) werden alle Einzeladern (EA) auf Durchgang und Übersprechen zwischen den Doppeladern (DA) geprüft. Außerdem wird durch Stichproben der Isolationswiderstand der Kabeladern gegen die übrigen und den metallenen Mantel, und an allen Hauptkabeln der Luftverlust gemessen.

2. Bei Ortsverbindungskabeln (OVk), Bezirkskabeln für Niederfrequenz- oder Trägerfrequenzbetrieb (NFBzk, TFBzk), sonstigen Verbindungskabeln (Niederfrequenzverbindungskabel (NFVk), Trägerfrequenzverbindungskabel (TFVk) und Tonverbindungskabel (TnVk)) und bei Trägerfrequenz-Fernkabeln (TFFk) werden die für den Betrieb und die Unterhaltung der Anlagen wichtigen, in den Pflichtenheften festgelegten Werte ermittelt, und zwar für alle Übertragungskreise von 2.1. symmetrischen Verseilelementen (VE) die richtige Zählweise, der Widerstandsunterschied zwischen den beiden Leitern eines jeden Stammes bzw. Paares, der Isolationswiderstand jeder Ader gegen alle anderen Adern, gegen alle metallenen Schirme und gegen den metallenen Kabelmantel und außerdem der Schirme gegeneinander sowie gegen den metallenen Kabelmantel. Die Wellendämpfung wird stichprobenweise an einigen Übertragungswegen bei einer Frequenz und ihr Frequenzgang an je einem Übertragungsweg jeder Art ermittelt. Die geringste Fehlerdämpfung aller bespulten und TF-Übertragungswege wird im gesamten auszunutzenden Frequenzband gemessen. Bei Kreisen, deren Fehlerdämpfung unter dem Pflichtwert liegt, wird der Frequenzgang des Eingangsscheinwiderstandes festgestellt, dessen Abweichungen von seinem mittleren Verlauf höchstens 10 v.H. bei bespulten und 7 v.H. bei unbespulten Kreisen betragen sollen. Außerdem wird die Nebensprechdämpfung zwischen beliebigen Übertragungswegen gemessen, insbesondere bei Niederfrequenz-(NF-)Betrieb zwischen den Stromkreisen des gleichen Viererseiles (VS), zwischen in der gleichen Verseillage benachbarten und stichprobenweise zwischen Kreisen benachbarter Verseillagen, bei Trägerfrequenz-(TF-)Betrieb zwischen allen Grundleitungen und zwischen allen Ton-(Musik-)Übertragungsleitungen (Tnl) Leitungen. Ferner wird die Unsymmetrie der Übertragungswege in der Außenlage der Kabel gegen den metallenen Kabelmantel ermittelt. 2.2. unsymmetrischen, koaxialen VE die richtige Zählweise, der Leiterwiderstand jedes Innen- und jedes Außenleiters, der Isolationswiderstand jedes Innenleiters gegen seinen Außenleiter, der Außenleiter gegeneinander, gegen die übrigen Leiter im Kabel und gegen den metallenen Kabelmantel, der Realteil des Wellenwiderstandes $Z\infty$ (Eingangsscheinwiderstand 1), die Reflexionsfreiheit aller Koaxial-Paare und das Nebensprechen zwischen beliebigen Koaxialpaaren. Durch eine Spannungs- bzw. Ionisationsprüfung wird die Spannungsfestigkeit eines jeden Innenleiters gegen seinen Außenleiter und jedes Außenleiters gegen die übrigen Außenleiter, Schirme, Leiter im Kabel und den metallenen Kabelmantel untersucht.

Literatur: Zusätzliche Technische Vorschriften der DBP für Bauleistungen an Fernmeldeleitungsnetz (ZTV Fernmeldeleitungsnetz), Teile h und n; TMO 5, Anl. 37 und 35. ZTV Teil i und Pflichtenh. für fertig montierte und ausgeglichene Bezirkskabel- und für TFFk-Anlagen in: Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr; Richtlinie des FTZ 72R10 und 72R11.

Seil

Abnahmeprüfen an eingebauten technischen Einrichtungen soll feststellen, ob die Einrichtung in einwandfreiem Zustand ist, vollzählig angeliefert und vorschriftsmäßig errichtet wurde sowie betriebsfähig ist. Die technische Abnahme bildet die Grundlage für den verwaltungsmäßigen Abschluß des Bauvorhabens.

Handelt es sich um Einrichtungen, die bei Teilnehmern errichtet worden sind, ist zusätzlich zur Ermittlung der Kennwerte für die Störungskarte FeE und für die gebührenmäßige Bearbeitung der Einrichtung bei der Fernmelderechnungsstelle ein A. vom Abnahmeprüfplatz aus durchzuführen. Erst nach beanstandungsfreiem A. darf die Teilnehmereinrichtung in Betrieb genommen werden.

Abnahmeprüfplatz → Prüfplatz.

Abnahmestelle für private Fernmeldeeinrichtungen ist die Dienststelle, die aufgrund fernmelderechtlicher Normen und technischer Vorschriften (bestimmte) private Fernmeldeeinrichtungen (pr F-einr) abzunehmen und (regelmäßig) zu prüfen hat. Die Arbeiten der A. erstrecken sich auf folgende pr F-einr:

a) private Nebenstellenanlagen (pr NStAnl) (im Sinne der Fernsprechordnung) mit den dazugehörenden privaten Zusatzeinrichtungen, Sondereinrichtungen und Hilfsvorrichtungen,

b) → Privatfernmeldeanlagen (PrFAnl) im Sinne der Verordnung über PrFAnl vom 1. 12. 1942.

Die wichtigen Aufgaben der A. zu a) Bearbeiten der Anträge für das Anschließen pr NStAnl; Abnehmen der neu eingerichteten, verlegten, erweiterten oder geänderten pr NStAnl, um festzustellen, ob die Voraussetzungen für eine Anschließung an das öffentliche Fernsprechnetz (weiterhin) gegeben sind. Durch das Prüfen (in Betrieb befindlicher) pr NStAnl soll in vorgeschriebenen Prüffristen bzw. gelegentlich festgestellt werden, ob die technischen Bedingungen für pr NStAnl eingehalten werden und die Anlagen weiterhin an das öffentliche Netz angeschlossen bleiben können. Unterlagen, die zur Abnahme oder Prüfung herangezogen werden, sind z. B. Übersichtspläne, Stromlaufzeichnungen, Kabellagepläne, Montagepläne und bei privaten Zusatzeinrichtungen die vom Fernmeldetechnischen Zentralamt herausgegebenen Schaltanweisungen. Die Feststellungen bei der Anlage erstrecken sich auf: Vergleich der technischen Einrichtung mit den Angaben im Antrag bzw. der Kartei der pr NStAnl, Belegung der Anschlußorgane, Beschaffenheit der Bauelemente, Funktionsprüfungen, Messungen, Vorhandensein den übertragungstechnischen Gegebenheiten entsprechender Sprech- und Hörkapseln. Außerdem sind die zu erhebenden Gebühren (z. B. Zuschlag für amtsberechtigte Nebenstellen, Gesprächs- → Ausfallgebühren, Gebühren für die Übermittlung der Zählimpulse) zu ermitteln. Durch die Abnahme wird dem Tln gegenüber keine Gewähr dafür übernommen, daß die pr NStAnl in allen Teilen ordnungsgemäß arbeitet und die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, die Vorschriften örtlicher Elektrizitätsversorgungsunternehmen und andere Sicherheitsbestimmungen befolgt sind; näheres hierüber im § 28 der Fernsprechordnung einschließlich Verwaltungsanweisung, sowie Anweisung für die Abnahme und Prüfung von privaten Fernmeldeeinrichtungen (Allgemeine Dienstanweisung, Teil VI, 3 C).

zu b) Um die Rechte und Pflichten der DBP beim Errichten u. Betreiben von PrFAnl zu wahren, muß festgestellt werden, ob die PrFAnl (noch) genehmigungsfrei oder genehmigungspflichtig im Sinne des Fernmeldeanlagengesetzes sind. Genehmigungen werden ggf. auf Antrag erteilt; dazu muß zunächst über die Notwendigkeit der Anlage und darüber, ob durch die Anlage der planmäßige Netzausbau der DBP beeinträchtigt wird, befunden werden. Genehmigungs- u. ggf. Stromweggebühren sind festzulegen; die Genehmigungsauflagen werden in die Genehmigungsurkunde aufgenommen. Bei Prüfung vorhandener Anlagen ist vornehmlich auf die Einhaltung der Auflagen und die Zahl der vorhandenen Betriebsstellen u. (Lage der) Grundstücke durch Vergleich mit den Angaben in der Kartei der PrFAnl zu achten.

zu a) u. b) Stromkreise überläßt die DBP für pr NStAnl (z. B. als Querverbindung) und für PrFAnl; für die Bearbeitung der diesbezüglichen Wünsche ist die A. zuständig.

Im übrigen hat die A. Anträge auf Übernahme besonderer Leistung (Unterbringung privater Leitungen in Linien der DBP u. dgl.) zu bearbeiten. Falls die OPD den Fernmeldeämtern Aufgaben betreffend Zulassung privater Unternehmer zum Herstellen und/oder Instandhalten pr NStAnl überträgt, fallen diese ebenfalls der A. zu. *Breidt*

Abnahmezeichen der Kabel. Die Kabel werden, wenn sie bei der Abnahme in der Fabrik den Bedingungen genügt haben, mit einem A. versehen, und zwar die Kabel mit Bleimantel durch Einschlagen eines Zeichens in den Bleimantel, die anderen Kabel durch Siegeldraht mit Bleiplombe. Das Zeichen oder die Plombe gibt die abnehmende Stelle und die Kennziffer der liefernden Firma an (→ Güteprüfung bei Fernmeldekabeln).

Abnehmerbündel. Eine Gruppe von Leitungen (Abnehmerleitungen), die Verkehr gebündelt aus einer Wahlstufe oder Koppelanordnung wegführt.

Abnehmerleitung. Leitung, die Verkehr aus einer Wahlstufe oder Koppelanordnung wegführt. Eine A., die nur von einer Zubringerteilgruppe aus erreicht wird, nennt man individuelle A. Wenn sie von allen Zubringerteilgruppen erreicht wird, heißt sie gemeinsame A., und wenn sie nur von einigen Zubringergruppen erreicht wird, bezeichnet man sie als teilweise gemeinsame A.

A/B-Plätze → Fernplatzarten.

Abrechnung mit dem Ausland — Fernsprechwesen —. Umfaßt alle Maßnahmen für die Beteiligung aller in Frage kommenden Verwaltungen an den bei den Endverwaltungen für diese Verkehrsbeziehung aufgekommenen Einnahmen im Rahmen der vorher vereinbarten → Gebührenanteile, d. h. es wird in der Regel verkehrsabhängig abgerechnet (s. dagegen → Pauschsummen). Hilfsmittel für die A. sind die → Monatsrechnungen und die → Vierteljahrsrechnungen, die beide in der Regel in Goldfrank aufgestellt werden. Der durch die Vierteljahrsrechnung geforderte Zahlungsausgleich vollzieht sich in einer vorher vereinbarten »lebenden« Währung auf dem Bankwege. Seit einiger Zeit besteht im Rahmen der Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT) ein Clearing über andere Post- und Fernmeldedienste, um die Zahl der Zahlungsbewegungen klein zu halten.

Die auf Monatsrechnungen, Vierteljahrsrechnungen und Zahlungsausgleich aufbauende A. ist so alt wie der internationale Fernsprechdienst selbst. International ungeregelt war anfänglich die A. im Verkehr zwischen nichtangrenzenden Staaten. Teilweise wurde von Land zu Land abgerechnet, d. h. das Endland rechnete mit dem ersten Durchgangsland ab, dieses mit dem zweiten usw., das letzte mit dem Ankunftsland. Seit dem 1. 1. 1927 rechnen jedoch die Endverwaltungen unmittelbar miteinander ab. Die Durchgangsverwaltungen erhielten nur eine Abschrift

der gegenseitig anerkannten Monatsrechnung. Jetzt gelten die Monatsrechnungen nach Ablauf bestimmter Fristen als anerkannt und nur die Vierteljahrsrechnungen bedürfen förmlicher Anerkennung. Anfänglich waren in Deutschland für den Verkehr mit den verschiedenen Ländern bestimmte Abrechnungs-Oberpostdirektionen, nach dem 1. 7. 1928 Fernmeldeämter, Telegrafenämter oder Postämter am Sitze dieser Oberpostdirektionen festgesetzt, die jedoch nur die Monatsrechnungen auszutauschen und anzuerkennen hatten. Die Aufstellung der Vierteljahrsrechnungen und den Zahlungsausgleich besorgte das Reichspostamt bzw. Reichspostministerium. Am 1. 10. 1930 gingen die gesamten Abrechnungsgeschäfte auf das Reichspostzentralamt über; heute werden sie vom Posttechnischen Zentralamt wahrgenommen.

Es hat von Anfang an nicht an Versuchen gefehlt, auf die A. überhaupt zu verzichten. So wird seit dem 1. 11. 1926 allgemein über den Grenzverkehr nicht mehr abgerechnet, d. h. die Abgangsverwaltung behält die vollen Einnahmen. Schon seit der Jahrhundertwende wird über den Fernsprechverkehr mit Österreich und über einen Teil des Verkehrs mit der Schweiz nicht mehr abgerechnet. Auch über den Fernsprechverkehr mit Danzig und der Tschechoslowakei wurde bis zum Ende des 2. Weltkrieges nicht abgerechnet; allerdings zahlte die Tschechoslowakei der deutschen Verwaltung für die Benutzung der in Deutschland durchschnittlich längeren Leitungen monatlich eine → Pauschsumme. Die Schwierigkeiten bei der nachträglichen Abrechnung des über Hilfswege (→ Leitwege im handvermittelten Ferndienst) abgewickelten Verkehrs führten nach mancherlei Versuchen zu der Regelung, ihre Benutzung bis zu 24 Stunden, vom 1. 7. 1943 an im Rahmen des → Europäischen Post- und Fernmeldevereins bis zu 48 Stunden gebührenfrei zu gestatten. Diese Regelung ist indessen nach dem 2. Weltkrieg nicht beibehalten worden. Stattdessen wird die → Gesamtgebühr der betreffenden Verkehrsbeziehung auf die den Hilfsweg bildenden Verwaltungen und die beiden Endverwaltungen gleichmäßig aufgeteilt.

Literatur: Archiv für das Post- und Fernmeldewesen 1967, Heft 7.
Basse

Abrechnung bei der DBP. Abschluß und A. sind charakteristische Merkmale der Kassenführung. Während die Kasse durch einen Abschluß, also durch einen Vergleich der zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgeführten Buchungen mit dem Kassenbestand für ihren Bereich feststellt, ob die Einnahmen und Ausgaben der Kasse mit den Buchungen übereinstimmen, sind bei der A. immer zwei Kassen beteiligt. Der Kassenabschluß ist somit eine kassentechnische Maßnahme, die vom Kassen- oder Rechnungsführer für dessen Bereich durchgeführt wird. Gegenstand und Ziel der Abrechnung ist es dagegen, das Ergebnis der Kassen- und Rechnungsführung von einer untergeordneten Kasse auf die nächsthöhere zu übertragen. Die A. bei der DBP ist eine Folge des dezentralisierten Aufbaus des Kassen- und Rechnungswesens der DBP und bezweckt, die Rechnungsergebnisse aller Kassen, soweit sie den Haushalt betreffen oder soweit aus anderen Gründen über sie zentral abzurechnen ist, auf die Generalpostkasse (GPK) zurückzuführen und damit der Haushaltseinheit (Voranschlag) die Kassen- und Rechnungseinheit (Gesamtrechnung) gegenüberzustellen. Das bedeutet, daß jede nachgeordnete Kasse mit der ihr übergeordneten abzurechnen hat. Sie muß der übergeordneten Kasse gegenüber zu bestimmten Zeiten nachweisen, wie sie ihre Einnahmen und Zuschüsse verwendet hat. Dazu macht der nachgeordnete Kassenführer für den vergangenen Zeitraum nach den Büchern einen Abschluß, zieht aus dem Ergebnis den Unterschiedsbetrag zwischen Schuld und Forderung, trägt diesen als Schuld oder Forderung auf neue Rechnung vor und belegt die in die Abrechnung einbezogenen Posten nach den Vorschriften durch Bücher und Belege zum Nachprüfen durch die übergeordnete Kasse. Der Ausgleich der Zahlungen zwischen beiden Kassen kann bar, unbar (Giro, Scheck) oder im Kontokorrentverfahren täglich oder in bestimmten oder unbestimmten Fristen stattfinden. Bei der DBP kommen sämtliche Formen vor. Für die A. bedient man sich besonderer Abrechnungsbücher, die die Kasse zu führen hat. Im Abrechnungsbuch werden die Ablieferungen der Kasse (Bargeld oder Belege) und die Bestandsverstärkungen (Barzuschuß, Geldversorgung, Geldaushilfe) aufgezeichnet, daneben am Monatsschluß alle zur A. gehörenden Einnahmen und Ausgaben der Kasse im Abrechnungsbuch eingetragen und dann die auf den nächsten Monat übergehende Schuld oder Forderung gegenüber der übergeordneten Kasse (Hauptkasse, Oberpostkasse, GPK) ermittelt.

Literatur: Handwörterbuch für das Postwesen, 3. Aufl., 1970 — Geldert, Das Kassen- und Rechnungswesen bei der DBP, Unterrichtsbl. d. DBP, Ausg. B, Nr. 3/1963, S. 73ff.
Clement

Abrechnungsgesellschaft. Private Firma, die den abrechnungspflichtigen Funkverkehr (z. B. Funktelegrammverkehr) derjenigen → Seefunkstellen, mit deren Gebührenabrechnung sie durch den Schiffseigner beauftragt ist, mit den Fernmeldeverwaltungen bzw. den anderen A. abrechnet. Die A. müssen von der zuständigen Verwaltung ihres Landes als A. anerkannt sein.

Abrufen ist die im handvermittelten → Ferndienst bei beendetem Gespräch durch die → Vermittlungskraft des A-Platzes (→ Fernplatzarten) erforderliche Tätigkeit, um bei ggf. zwischengeschalteten FernVStHand (→ Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung) das Schlußzeichen als Aufforderung zur Trennung der Verbindung (→ Trennen der Verbindungen) auszulösen. Dazu ist der Rufschalter mindestens 2 s lang zu betätigen. Wenn die Verbindung über eine Fernplatzansteuerung einer weiteren FernVStHand aufgebaut wurde, wird das Schlußzeichen durch das Ziehen des Verbindungsstöpsels automatisch ausgelöst. Sind mehrere Fern-VStHand beim Verbindungsaufbau eingeschaltet, muß der Schlußruf vom B-Platz (→ Fernplatzarten) der ersten zwischengeschalteten FernVStHand zur nächsten von Hand weitergegeben werden (→ OB-Betrieb).

Abrufzeichen. Ein A. ist ein kurzes Rückwärtszeichen, mit dem im → Fernwählsystem 62 der Abruf der Wahlinformation aus dem Verzoner (VZR) oder dem → Knotenregister (KRg) gesteuert wird.

Wenn der auf den VZR folgende Richtungswähler (RW 54) eine Leitung belegt hat, die zu einem Hauptrichtungswähler (HRW) führt, so speichert der VZR auf ein im allgemeinen von der gehenden Übertragung als Belegungsrückimpuls gesendetes kurzes Zeichen den richtungsbestimmenden Teil der Kennzahl (Z, H, K) zum HRg aus. → Teilausspeicherung. Nach dem Einstellen des Richtungswählers in der HVStW (HRW) sendet das Hauptregister (HRg), bevor es sich abschaltet, ebenfalls ein zweites A., durch das sowohl der VZR als auch das KRg veranlaßt werden, die restliche Wählinformation auszuspeichern.

Anmerkung: Das KRg benötigt für das Ausspeichern des richtungsbestimmenden Teils der Kennzahl zum HRg kein A., es beginnt damit nach dem Einstellen der KRW nach einer Vorgabezeit von ca. 250 ms. Beim VZR wird das Ausspeichern der Wählinformation bei Ansteuern von Leitungen, die nicht zu einem HRW führen, durch den RW 54 gesteuert.

Bei den im internationalen Verkehr benutzten Zeichengabeverfahren werden Abrufzeichen entsprechend ihrer jeweiligen Funktion eingeteilt. (→ »Registerzeichen« und → »Leitungszeichen«). *Altehage*

Abschaltesteuerung ist eine Schaltungsanordnung im → Umwerter des FwS 62, die den Belegungszustand der abgehend betriebenen Leitungsbündel überwacht. Schon zum Zeitpunkt der Umwerter-Aussage steht somit fest, ob in dem im Regelfall anzusteuernden Leitungsbündel noch eine Leitung frei ist oder nicht. So wird verhindert, daß ein besetztes Bündel erst beim Absuchen der Ausgänge des I. oder II. Richtungswählers festgestellt wird, diese unnötigerweise beansprucht werden und Verlustzeiten im Verbindungsaufbau entstehen. Der Zustand der A. bewirkt bei besetztem Bündel eine Änderung der Umwerter-Aussage durch die Zeilenabschaltung. Die Überwachung der Leitungsbündel erfolgt an den c-Adern der abgehend betriebenen Fernwahl-Übertragungen (bei internen Leitungsbündeln auch an den c-Adern der erreichbaren Wähler). Alle c-Adern eines Bündels sind über Entkopplungsgleichrichter am Zwischenverteiler zusammengefaßt und auf ein GA-Relais geführt. Zur ausreichenden Entkopplung dient eine Kaskadenschaltung der Entkopplungsgleichrichter. Solange die Zahl der je Bündel bereitgestellten RW-Ausgänge (K) die Zahl der angeschlossenen Leitungen (v) nicht unterschreitet ($K \geqq v$), arbeitet die A. nahezu vollkommen. Sobald weniger RW-Ausgänge zur Verfügung stehen, als Leitungen vorhanden sind, beginnt die A. in zunehmendem Maße unvollkommen zu arbeiten, und es treten sogenannte → »Abgleitbelegungen« auf. *Altehage*

Abschaltung. Die A. kann erfolgen wegen Zeitüberschreitung, schaltungstechnische Maßnahmen zum Freischalten von zentralen Schaltgliedern (→ Register, → Verzoner) oder von Fernleitungen (→ Zählimpulsgeber) und wegen besetzter Verbindungswege, schaltungstechnische Maßnahme zum vorübergehenden Außerbetriebsetzen von Schaltgliedern, weil alle vom Schaltglied abgehenden Verbindungsleitungen besetzt sind; z. B. durch Unterbrechung des Antriebs- oder Belegstromkreises (→ rückwärtige Sperrung) der noch freien Wähler einer Gruppe. Man nennt diese Art der Abschaltung, die am häufigsten verwendet wird, gesteuerte Gruppenabschaltung. Sie macht eine Mischwählerstufe in Verbindung mit der vorangehenden Wahlstufe zu einer Zwischenleitungsanordnung. Sind alle Schaltglieder der Nachfolgewahlstufe belegt, so werden die noch freien Eingänge der auf diese Stufe aufprüfenden Mischwähler gegen weitere Belegungen so lange gesperrt, bis ein Ausgang wieder frei wird. In Vorwählersystemen gibt es mehrere Varianten der Abschaltung, z. B. die teilnehmerabhängige Gruppenabschaltung, die gesteuerte Einzelabschaltung, die teilnehmerabhängige Einzelabschaltung und die zeitabhängige Einzelabschaltung.

Abschaltzeit → Induktion durch Starkstromanlagen.

Abschattungsfaktor → Beugung.

Abschattungsverluste → Streckenprofil.

Abscheren → Festigkeitslehre.

Abseitsverlegung ist ein bei der DBP angewendetes Verfahren, Fernmeldekabel in nicht öffentliche Wege oder in das Grundeigentümern gehörige, nach dem Bundesfernstraßengesetz und entsprechenden Landesverordnungen beiderseits öffentlicher Straßen bebauungsfreie Gelände auszulegen. Das Telegrafenwegegesetz (TWG) gestattet die Benutzung der Verkehrswege für das Auslegen von Fernmeldekabeln. Bei Straßenumbauten muß die DBP auf eigene Kosten ihre Kabel verlegen. Bei Straßen mit starker Verkehrslast werden durch die Erschütterungen des Straßenkörpers die Kabel in Mitleidenschaft gezogen. Durch das Verfahren der A. sollen diese Beeinträchtigungen vermieden werden. Für die A. muß mit jedem Grundeigentümer ein Gestattungsvertrag entsprechend der → Fernmeldebauordnung (FBO) Teil 3 abgeschlossen werden. Mit dem Gestattungsvertrag soll möglichst eine Grundbucheintragung verbunden sein. Die durch die A. verursachten Flurschäden müssen von der DBP erstattet werden. Die mit dem Gestattungsvertrag dem Grundeigentümer auferlegte Schadenshaftung wird nur bei grob fahrlässiger oder absichtlicher Beschädigung des Kabels in Anspruch genommen. Neben der geringeren Gefährdung der Fernmeldekabel bietet die A. als weiteren Vorteil eine rationellere Verlegung durch Verwendung von Maschinen für die Herstellung der Kabelgräben (Grabenbagger, Grabenfräsen, Kabelpflüge).

Literatur: K. Knebel, Neuzeitlicher Linienbau, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1956/57. *Knacke*

Absendegruppe → Fernmelderechnungsdienst.

Absetzverhinderungsmittel. Zusatzstoffe, die den gebrauchsfertigen Lacken beigemischt sind, um das Absetzen der Pigmente (Farbpulver) zu verzögern

bzw. um gebildete Bodensätze leicht wieder aufrühren zu können. Durch A. kann man auch die unerwünschte Bildung harter Bodensätze in Transportbehältern verhüten.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

absoluter Pegel → Pegel.

Absorption elektromagnetischer Wellen. Bei Ausbreitung in einem verlustbehafteten Medium wird ein Teil der Strahlungsenergie ständig von dem durchstrahlten Medium aufgenommen und in andere Energieformen (z. B. Wärme, chemische Energie, Anregung und Ionisation von Atomen oder Molekülen) umgewandelt. Diese Verluste führen bei einer ebenen fortschreitenden Welle im homogenen Medium zu einer exponentiellen Abnahme der Feldstärke E bzw. Strahlungsdichte S nach

$$E = E_1 \cdot e^{-\eta d}, \quad S = S_1 \cdot e^{-2\eta d}.$$

Dabei ist E_1, S_1 die Feldstärke bzw. Strahlungsdichte beim Eintritt in das Medium, d die im absorbierenden Medium durchlaufene Strecke, η der A.s-Koeffizient (in Np/km). Es ist meist bequemer, im logarithmischen Maß zu rechnen (bei Benutzung von Zehnerlogarithmen muß η durch $8{,}7\,\eta$ ersetzt werden):

$$F = F_1 - 8{,}7\,\eta d \quad \text{mit} \quad F = 20 \lg \frac{E}{E_0},$$

$$s = s_1 - 8{,}7\,\eta d \quad \text{mit} \quad s = 10 \lg \frac{S}{S_0},$$

E_0, S_0 = Bezugsfeldstärke bzw. -strahlungsdichte.

Die Strecke $d_e = 1/\eta$, auf der die Feldstärke auf 1/e (um 8,7 dB) abgefallen ist, nennt man die Eindringtiefe. η ist von der Frequenz f der Welle und den (ebenfalls frequenzabhängigen) Stoffkonstanten ε_r (Dielektrizitätszahl) und σ (Leitfähigkeit) abhängig:

$$\eta^2 = \frac{\omega^2}{2c^2}\left(\sqrt{\varepsilon_r^2 + \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2 \cdot \omega^2}} - \varepsilon_r\right)$$

mit c = Lichtgeschwindigkeit, ε_0 = Influenzkonstante, $\omega = 2\pi f$.

Für Mikrowellen tritt eine molekulare A. durch den Sauerstoff und Wasserdampf der Luft hinzu, die in bestimmten Frequenzbereichen (A.sbanden) besonders intensiv ist. Dazu kommt eine A. durch Niederschläge. Nicht immer läßt sich die reine A. von anderen Verlusten (z. B. Streuung) scharf trennen. *Ochs*

Absorptionsdämpfung → troposph. Streuausbreitung.

Absorptionsfläche auch wirksame Antennenfläche, → Wirkfläche oder Empfangsfläche genannt. Gedachte Fläche, die den Absorptionsraum um eine als Empfangsantenne wirkende Anordnung umhüllt und zur Darstellung des Energieentzugs aus dem Strahlungsfeld eines Senders durch eine Antennenanordnung dient. Die A. einer Empfangsantenne multipliziert mit der Strahlungsdichte S (→ Poyntingscher Vektor) ergibt die Empfangsleistung P, die dem Strahlungsfeld des Senders entnommen und dem Empfänger zugeführt wird. $P = A_w S$. Insbesondere ist die A. beim Kugelstrahler: $A_w = \lambda^2/4\pi$ und beim Hertzschen Dipol: $A_w = 3\,\lambda^2/8\pi$ (→ Wirkfläche).

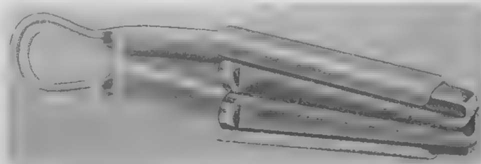
Absorptionskoeffizient → Absorption elektromagn. Wellen.

Absorptionsmodulation, eine Amplitudenmodulation am Ausgang eines Funksenders, die durch Energieentzug bewirkt wird, der im Takte der Modulationsschwingung gesteuert ist.

Abspannfundament → Maste und Türme.

Abspannhaken → Befestigungshaken.

Abspannklemme. Zum Abspannen von Installationskabeln mit Zugentlastung (J-2Y(Z)Y) werden für jedes Feld zwei A. benötigt. Ein Blechkörper ist so geformt, daß an einem Ende eine Öse und in dem anderen Stück zwei schräge Führungen für zwei keilförmige Spannbacken aus hochwertigem Isolierpreßstoff gebildet werden (s. Bild). Zwischen diese beiden Spannbacken



Abspannklemme.

wird das Installationskabel gelegt. Beim Zug an der Öse in der Längsrichtung wird das Installationskabel in den Spannbacken festgehalten. Es gibt drei Größen A. für Installationskabel mit 2, 6 und 10 DA (Tafel).

Tafel. Abspannklemmen.

Benennung	Kurzbezeichnung	Abmessungen ~ mm	Gewicht g	Spannbereich mm ⌀	passend für J–2 Y(Z)Y mit DA
Abspannklemme zu 2 DA	AKL 2	225×32×28	280	5,5– 8,5	1– 2
Abspannklemme zu 6 DA	AKL 6	305×68×40	670	8,5–13,0	3– 6
Abspannklemme zu 10 DA	AKL 10	375×80×48	1 080	12,5–17,5	8+10

Abspannseil → Maste und Türme.

Abspannspirale. Zum Festhalten des Tragseil-Luftkabels (A-2Y2Y-T) dient an den Abspannpunkten eine A. mit Kausche (Bild 1). Die A. besteht aus

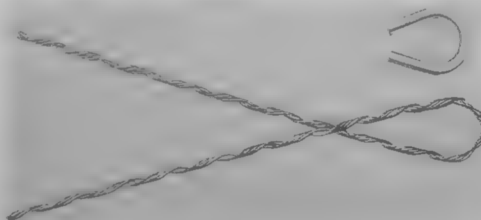


Bild 1. Abspannspirale und Kausche.

vorgeformten, feuerverzinkten Stahldrähten, die miteinander verklebt sind. Die Innenfläche der zu einem Bündel verklebten Spiraldrähte haftet besser auf dem Tragseil, wenn sie mit einem Metalloxyd besandet ist. In der Nähe der Schlaufe befindet sich auf beiden

Schenkeln eine farbige Markierung, die die Zugehörigkeit zum jeweiligen Tragseiltyp kennzeichnet (Tafel 1) und die Stelle bezeichnet, an der die beiden Schenkel der Spirale erstmals um das Drahtseil geschlungen

Tafel 1. Zuordnung der Abspannspiralen zu den jeweiligen Kabeltypen.

Tragseil-Luftkabel	Tragseil Anzahl der Stahldrähte	Abspannspirale (Farbmarkierung)
1	2	3
6 × 2 × 0,6 10 × 2 × 0,6	7 × 1,0 mm ⌀	schwarz
20 × 2 × 0,6 30 × 2 × 0,6	14 × 1,0 mm ⌀	blau
40 × 2 × 0,6 50 × 2 × 0,6	19 × 1,0 mm ⌀	rot

werden. Der Innendurchmesser der Spirale ist etwas kleiner als der Außendurchmesser des jeweils dazugehörenden blanken Drahtseiles. Dadurch erhält die Abspannspirale nach dem Umwickeln des Tragseils festen Sitz. Durch Haftreibung — ähnlich wie beim

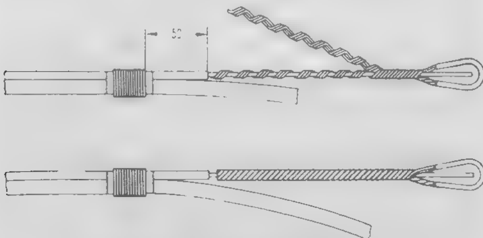


Bild 2. Montage der Spirale
Wickelbund aus PVC-Band und isoliertem Draht.

Kabelziehstrumpf — wird eine form- und kraftschlüssige Verbindung erzielt (mit gleicher Zugfestigkeit wie die zugehörige Tragseiltype). In die Schlaufe der Abspannspirale wird zum Schutz gegen Verformung und gegen Durchreiben eine Kausche eingelegt.

Die Montage der A. erfolgt nach Bild 2. *Stegmann*

ABS-Polymerisate. Thermoplastische Kunststoffe, die je nach Typ durch Misch- oder durch Pfropfpolymerisation von Acrylnitril, Butadien und Styrol hergestellt werden. Aufgrund ihrer Zusammensetzung gehören diese Kunststoffe in die Gruppe der hochschlagfesten Polystyrole und unterscheiden sich von den schlagfesten Polystyrolen (Mischpolymerisate aus 2 Komponenten) vor allem durch höhere Kerbschlagzähigkeit und bessere Chemikalienbeständigkeit.

Literatur: Bayer-Kunststoffe, 3. Ausgabe, 1958, Carl Hanser Verlag München.

Abstand Fernmeldeleitung/Fahrleitung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

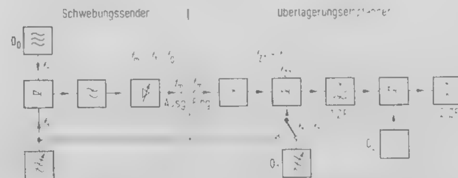
Abstandshalter für Hart-PVC-Rohre → Kabelkanal unter 4.

Abstimmanzeige. Optische Anzeige der Abstimmung eines Funkempfängers z. B. mittels »Magischem Auge« oder Meßinstrument.

Abstimmautomatik. Bei den Automatiksendern arbeitet die A. in zwei Schritten, und zwar mit einer selbsttätigen Grobabstimmung und mit einer selbsttätigen Feinabstimmung der Schwingkreise der Verstärkerstufen. Zur Grobabstimmung eines Senderverstärkers wird die vom Steuersender angebotene Frequenz herangezogen. Hierbei sorgt ein Frequenzbereichanalysator für die entsprechende Einstellung des Grobbereichs z. B. mit Hilfe eines Diskriminators, der als Rieggerkreis geschaltet ist. Zur Feinabstimmung der Abstimmkreise werden Abstimmhilfsgeräte mit Phasenvergleich verwendet.

Bei den Rundfunkempfängern besteht dagegen die A. in der selbsttätigen Nachregelung der Oszillatorfrequenz mit Hilfe einer Reaktanzröhre oder einer Drossel mit Vormagnetisierung (automatische → Scharfabstimmung, → Kapazitätsvariationsdiode, → elektronische Steuerung, → Anzeige- und Bedienfeld).

A. wird bei selektiven Pegelmessungen zum Abstimmen des → Pegelmessers verwendet. Wirkungsweise: Bildet man den Pegelsender als Schwebungssender aus, so ergibt sich die Meßfrequenz f_m als Differenzfrequenz zwischen der konstanten Frequenz f_0 des Oszillators O_0 und der variablen Frequenz f_1 des Oszillators O_1. Im Pegelmesser, der als → Überlagerungsempfänger arbeitet, wählt man die 1. Zwischenfrequenz $f_{Z1} = f_0$. Die Frequenz des Überlagerers O_1' hat dann bei richtiger Abstimmung genau den Wert f_1 des Oszillators O_1. Man kann also auch den Oszillator O_1 als Überlagerer benutzen. In diesem Fall wird mit O_1 die gewünschte Meßfrequenz eingestellt und der selektive Pegelmesser zwangsläufig abgestimmt (s. Bild).



Abstimmautomatik bei selektiven Pegelmessungen.

Allgemein nennt man Abstimmautomatik jede vollautomatisch wirkende Einrichtung, die einen selektiven Empfänger auf ein Empfangssignal abgleicht. *Meinel/Pilz*

Abstimmhilfsgerät. Mit den A. lassen sich die Schwingkreise der Leistungsstufen und die Antennenkreise eines Großrundfunksenders oder eines kommerziellen Senders sehr schnell in einfachster Weise abstimmen. Diese Hilfsgeräte arbeiten vorwiegend mit Phasenbrückenschaltungen, wobei z. B. die Ströme von zwei gekoppelten Schwingkreisen bei Resonanz des zweiten Kreises um 90° phasenverschoben sind. Die A. von Automatiksendern besitzen meistens Phasendiskriminatorschaltungen mit einer Phaseneinstellgenauigkeit von etwa 5°. Bei Resonanz des Anodenschwingkreises einer HF-Verstärkerstufe muß die Phasenverschiebung zwischen Gitterwechselspannung und Anodenwechselspannung 180° betragen.

Literatur: Telefunken-Ztg. Heft 138 (Dez. 1962), S. 320.

Abstimmungsvierpol (-schaltung) ist ein → Vierpol (Schaltung) mit veränderlichen Widerständen (Impedanzen) zum Einstellen einer Anordnung, z. B. auf Resonanz, reflexionsfreie → Anpassung oder maximale Leistungsabgabe.

Abstrahlung. Ablösung von Wellen, speziell → elektromagnetischer Wellen von einem Körper oder einer Schicht. → Wellenausbreitung (Einfluß der Atmosphäre).

Abstreifmesser → Seekabellegung und -instandsetzung.

Absuchvorgang. Vorgang, bei dem die Ausgänge eines Wählers in freier Wahl nach freien Abnehmerleitungen abgesucht werden. Man unterscheidet zwischen einem A. in bestimmter Reihenfolge und einem zufallsmäßigen A. Beim A. in bestimmter Reihenfolge werden die Ausgänge (Suchstellungen) stets in der gleichen Reihenfolge, ausgehend von einer festen oder einer veränderlichen Anfangsstellung, abgesucht. Beim zufallsmäßigen A. werden die Ausgänge in zufälliger Reihenfolge abgesucht.

Abtastfrequenz → Abtastung, → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Abtastgeschwindigkeit. Die A. spielt bei der apparativen Auswertung der empfangenen Zeichenschritte in einem Telegrafieempfänger eine entscheidende Rolle. Sie muß so groß wie möglich gehalten werden, damit der → Spielraum Größtwerte annehmen kann. Bei Fernschreibmaschinen mit einer Schrittgeschwindigkeit von 50 Baud beträgt die Abtastzeit je Schritt im Durchschnitt 2 ms.

Abtastmethode. Methode, bei der zum Zwecke der Verkehrsmessung die Belegungsadern (c-Adern) der Leitungen und Wähler periodisch abgetastet werden. Dabei wird festgestellt, ob die Leitungen oder Wähler frei oder belegt sind. Die Zustände »frei« oder »belegt« werden am Potential der c-Ader erkannt. (→ Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung). Anstelle der Belegungsader kann auch ein besonderer Registrierstromkreis abgetastet, d. h. in diesem Falle periodisch gemessen werden (→ Digizet).

Bei Verkehrsmessungen nach der A. ist das → Vertrauensintervall des gemessenen Verkehrswertes um den Faktor

$$\sqrt{\frac{d}{2 \cdot tm} \cdot \coth \frac{d}{2 \cdot tm}}$$

größer, als bei kontinuierlichen Messungen.

tm: mittlere Belegungsdauer

d: zeitl. Länge eines Abtastintervalls.

Literatur: H. Hochmuth, Grundlagen für Abtastverfahren bei Fernsprechverkehrsmessungen — W. S. Hayward, The reliability of telephone traffic load measurements by switch counts. Bell Syst. Tech. J. 31 (1952), S. 357—377.

Abtastpunkt. Der A. ist der Zeitpunkt, zu dem die → Abtastung der Zeichenschritte im Empfänger eines Telegrafenapparates oder die Auswertung der Schritte vor sich geht. Im allgemeinen liegt der A. fest. Bei bestimmten mechanischen Fernschreibmaschinen läßt sich der A. getrieblich verschieben, so daß der günstigste A. gefunden werden kann. Die entsprechende mechanische Einrichtung heißt → Empfangssteller.

Abtastspielraum. Unter A. versteht man den Bereich, in dem der → Abtastpunkt verschoben werden kann, ohne daß Fehlzeichen auftreten.

Abtastung. 1. A. bei der Telegrafie. Die dem Empfänger eines digitalen Telegrafenapparates (z. B. einer Fernschreibmaschine) zugeleiteten Schrittkombinationen oder Codekombinationen müssen in jeweils bestimmten Einstellungen des Übersetzermechanismus zum Ausdruck kommen, damit die Codezeichen decodiert, d. h. in die sinnlich wahrnehmbaren, ursprünglichen Zeichen rückgewandelt werden können. Zu diesem Zweck findet eine Abtastung der Schrittkombinationen statt, indem die dafür vorgesehenen mechanischen oder elektrischen Teile entsprechende Einstellungen erhalten. Es ist der weitaus wichtigste Vorgang apparativer Art bei der digitalen Übertragung. Für A. wird auch der Begriff »Auswertung« angewendet (→ automatische Zeichenerkennung).

Der Ausdruck A. wird auch beim Arbeiten mit mechanischen, optischen, magnetischen oder elektrischen Lesern von entsprechenden Kombinationsträgern (Informationsträgern), z. B. Lochstreifen, Magnetbändern, benutzt. So ist das Wort »Lochstreifenabtastung« sehr gebräuchlich. Jedoch ist der Anwendungssinn von A. in beiden Fällen grundverschieden voneinander.

2. A., bei der Pulscodemodulation die periodische Probenentnahme aus dem zu übertragenden kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Signal. Entsprechend der Forderung des Abtasttheorems muß die Abtastung gewissen Zeitbedingungen genügen, d. h. die Abtastfrequenz muß mindestens doppelt so hoch sein wie die in dem betrachteten Signal vorkommende höchste Frequenz, die noch übertragen werden soll. Für die Übertragung mittels eines Fernsprechkabels (300–3400 Hz) ist daher eine Abtastfrequenz von mindestens 2 × 3,4 kHz = 6,8 kHz erforderlich. Aus praktischen Gründen wählt man allgemein 8 kHz. Vorschläge, diese Abtastfrequenz zugunsten schaltungstechnischer Vereinfachungen auf z. B. 10 kHz zu erhöhen, haben sich bisher nicht durchsetzen können. Da die Abtastung gleichbedeutend mit einer Quantisierung des zu übertragenden Signals in der Zeitebene ist, wird für sie oft der Ausdruck »Zeitquantisierung« verwendet. Wichtig für praktische Anwendungsfälle ist vor allem der Kehrwert $\frac{1}{f_0}$ einer gegebenen Abtastfrequenz f_0, → Rahmen.

Abtastverfahren → Fernsehen 1.

Abtast-Vocoder → Vocoder.

Abteilungen sind beim → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen sowie bei den → Mittelbehörden und → Ämtern der DBP in der Linienorganisation als 1. Gliederungsstufe unterhalb der Behördenleitung eingerichtet. Ausnahme: Beim → Fern-

meldetechnischen Zentralamt und → Posttechnischen Zentralamt bestehen Hauptabteilungen, die weiter in A. gegliedert sind. Die A. bei den → OPDn und den Ämtern werden nach besonderen Organisationsrichtlinien (→ Organisation) einheitlich bezeichnet und gegliedert. Sie umfassen jeweils bestimmte Aufgabenbereiche. Abteilungsleiter sind Beamte der Laufbahnen des höheren Dienstes, bei den Ämtern auch Beamte in den Spitzenstellen der Laufbahnen des gehobenen Dienstes.

Abteilungsbauführer → Ämter des Fernmeldewesens.

Abtrum → Hochkantförderer.

Abwärtsblitz → Blitz.

Abwittern. Entfernen von Zunder von Metallen durch Freibewitterung.
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 2, Okt. 1965.

Abwurf ist das Auslösen einer Fe- oder Fs-Verbindung von einer bestimmten Stelle des Verbindungsweges aus vorwärts und/oder rückwärts unter bestimmten Bedingungen: gerufener Teilnehmer besetzt, Gassenbesetzt, unverzonte Kennzahl; → Besetztauslösung.

Abwurf-Anrufsucher leiten bereits abgefragte Anrufe nach Betätigung einer Umlege-Magnettaste über Anrufübertragungen zu anderen Dienststellen (z. B. Aufsicht, Leitplatz usw.) weiter. A. werden in den → Fernsprechentstörungsstellen eingesetzt.
Literatur: Unterrichtsblätter d. DBP, Ausg. B Heft 12/67 S. 320.

Abwurfleitungen stellen die Verbindung zwischen den → Abwurfanrufsuchern und den Anrufübertragungen für abgeworfene Anrufe bzw. den entsprechenden Platzschaltungen her. In Fernsprechentstörungsstellen werden A. zur Aufsicht, zum Leitplatz, zu fremden FeESt, zum Störungsprüfplatz usw. vorgesehen.

ABX-System (Erdsystem). Ältestes Wählsystem in Deutschland, das außer der a- und b-Ader bei der Sprechstelle eine Erde erfordert. Vermittlungsstellen dieses Systems sind nur in wenigen Ortsnetzen gebaut worden. Als wichtigste Bauelemente wurden 100tlg. Hebdrehwähler (Strowgerwähler) mit Auslösemagnet, Steuerschalter (Drehwähler bes. Bauart) und Rundrelais mit Einfachkontakten verwendet. Das System besitzt folgende Merkmale:

1. Die zusätzliche Erde bei der Sprechstelle wird über einen Steuerkontakt des Nummernschalters während der Wahl einer Ziffer angelegt, um die Steuerung beim Verbindungsaufbau (z. B. Umsteuern des Hebdrehwählers von Heben auf Drehen) vornehmen zu können. Die Steuererde wird durch ein Differentialrelais, das vor den Speiserelais liegt, ausgewertet.

2. Die Speisung des rufenden Teilnehmers erfolgt aus der Wahlstufe, die er gerade mit dem Nummernschalter einstellt. Im Gesprächszustand werden beide Teilnehmer aus dem Leitungswähler gespeist.

3. Das ABX-System besitzt Rückauslösung bei Besetztanrufen. Eine Verbindung wird bis zum I. Gruppenwähler ausgelöst, wenn der Leitungswähler den angewählten Anschluß besetzt findet.

4. Eine vollständige Verbindung wird vom Rufenden ausgelöst. Der Angerufene kann sich jedoch durch Wahl einer »0« freischalten und damit Blockierungen verhindern.

5. Fernverbindungen werden über besondere Vorschalteschränke, die das Teilnehmervielfach mit Doppeltrennklinken enthalten, hergestellt. Dadurch ist ein Aufschalten auf ortsbesetzte Anschlüsse und Trennung von Ortsgesprächen möglich.

Abzundern → Abwittern.

Abzweigkasten → Kabelkanal unter 7.

Abzweigleitung ist eine unmittelbare (Fernsprech-) Verbindung von einer Nebenstellenanlage (NStAnl) zu einer Privatfernmeldeanlage (PrFAnl). A. werden nur zugelassen, wenn der Inhaber der NStAnl auch Inhaber der PrFAnl ist und einen dringenden Bedarf nachweist. A. dürfen nicht zu dem Zwecke eingerichtet werden, den Sprechbereich einer PrFAnl über den genehmigungsfreien Bereich gemäß § 3, Abs. 1, Ziff. 3b des Gesetzes über Fernmeldeanlagen auszudehnen. A. gehören als Bestandteil der NStAnl, von der sie ausgehen, zum öffentlichen Fernsprechnetz; sie sollen posteigen sein, wenn die NStAnl und die PrFAnl (d. h. die Endpunkte der A.) auf verschiedenen Grundstücken liegen. A. dürfen mit Querverbindungen, jedoch nicht mit Amtsleitungen verbunden werden. Mit Nebenanschlüssen »anderer« dürfen A. nicht zusammengeschaltet werden, wenn die Nebenstellen über die A. Sprechstellen in einem anderen Ortsnetz erreichen können. Die Verbindung von A. untereinander ist nicht zulässig. Für jede A. ist eine monatliche Pauschgebühr für den der DBP entstehenden Ausfall von Gesprächsgebühren zu zahlen. Sofern es sich um den Ausfall von Ferngesprächen handelt, ist diese Ausfallgebühr nach Entfernung zwischen den Ortsnetzen gestaffelt. Bei A., deren Endpunkte in verschiedenen Ortsnetzen liegen, ist außerdem ein einmaliger Kostenzuschuß zu entrichten.
Breidt

Abzweigmuffe aus Blei. In Abzweigstellen werden die höherpaarigen Kabel in zwei oder drei niederpaarige Kabel, die in verschiedene Richtungen weiterführen, aufgeteilt. Auch werden in Abzweigstellen mehr oder weniger Adernpaare aus einem weiterlaufenden Kabel abgezweigt. Für die Ummantelung dieser Abzweigspleiße sind bei Metallmantelkabeln 9 Größen von A. nach DIN 47 613 genormt (Bild 1, Tabelle 1).

Die A. sind einteilig aus Blei geformt und längsgeschlitzt, um sie gut um den fertigen Abzweigspleiß zu legen. Die kleinen Größen haben auf der Abzweigseite zwei, die größeren drei Abgangsöffnungen. Die mittlere Öffnung kann bei letzteren auch zugeklopft werden. Die Überlappung der Längsnaht und die Hälse zur Kabeleinführung sind verzinnt, um beim Zulöten eine gute Haftung der Lötung zu erhalten. Die Zuordnung der A. zu den ankommenden Kabeln richtet sich nach der für die einzelnen Muffengrößen in Tabelle 2 angegebenen höchstzulässigen Anzahl der zu verspleißenden Adernpaare und deren Verseil-

Abzweigmuffe

zweifach **dreifach**

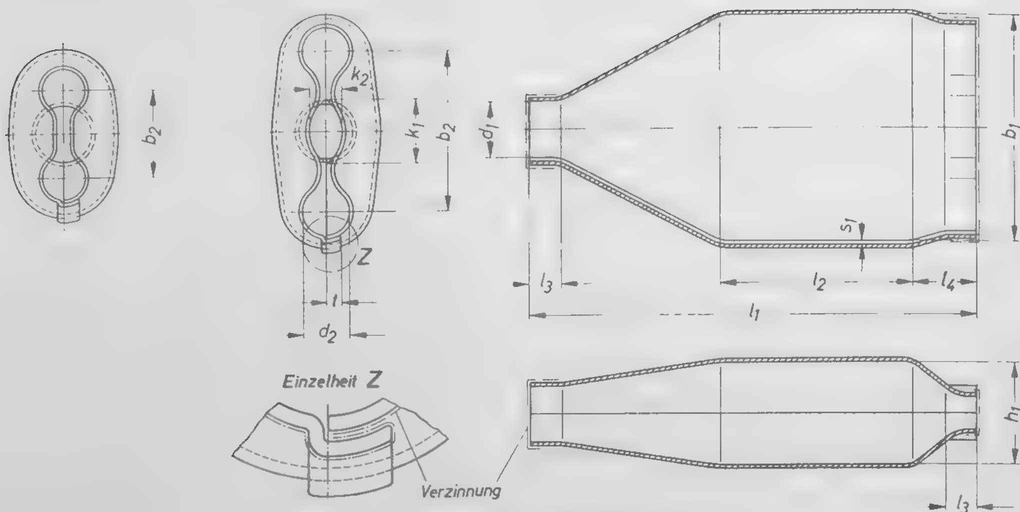


Bild 1. Abzweigmuffen für Fernmeldekabel, Bleimuffen.

Tabelle 1. Abmessungen der Bleiabzweigmuffen nach Bild 1; Maße in mm.

Form	Kurzzeichen	b_1	b_2	d_1	d_2	h_1	k_1	k_2	l_1	l_2	l_3	l_4	s_1	t
Zweifach	F 2 A 15	70	45	15	15	30	—	—	200	75	15	30	1,5	5
	F 2 A 25	85	50	25	20	45	—	—	230	80	20	40	2	5
	F 2 A 35	100	55	35	25	65	—	—	280	120	20	40	2,5	10
Dreifach oder auch zweifach	F 3 A 15	100	80	15	10	30	20	10	200	75	15	30	2	5
	F 3 A 25	120	90	25	15	45	30	15	230	80	20	40	2	5
	F 3 A 35	140	100	35	30	65	40	20	280	120	20	40	2,5	10
	F 3 A 50	170	115	50	40	75	45	25	400	180	30	60	2,5	10
	F 3 A 65	200	135	65	50	90	50	35	490	240	35	70	3	15
	F 3 A 80	240	160	80	60	110	60	45	580	290	40	80	3	15

Tabelle 2. Zuordnung der Bleiabzweigmuffen zu den Kabeln.

Leiter-Durchmesser Verseilung	0,4 St		0,6 St		0,8 St		0,8 DM		0,9 St		0,9 DM		1,4 St		1,4 DM	
Isolierhullen	IH 2,4		IH 2,9		IH 3,4		IH 3,4		IH 4,2		IH 4,2		IH 6		IH 6	
Abzweig-Bleimuffe nach DIN 47 613	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b
F 2 A 15	—	—	30	1	20	1	10	1	10	1	10	1	—	-	—	—
F 2 A 25	150	2	100	1	70	1	40	1	40	1	30	1	20	1	14	1
F 2 A 35	350	2	200	2	140	2	80	2	100	2	80	2	40	1	30	1
F 3 A 15	—	—	30	1	20	1	10	1	10	1	10	1	—	—	-	-
F 3 A 25	150	2	100	1	70	1	40	1	40	1	30	1	20	1	14	1
F 3 A 35	350	2	200	2	140	2	80	2	100	2	80	2	40	1	30	1
F 3 A 50	700	3	500	3	300	3	150	3	200	3	150	3	80	2	70	2
F 3 A 65	1 200	4	800	4	500	4	300	4	350	4	250	4	[1]	[1]	[1]	[1]
F 3 A 80	1 500	5	1 200	5	800	5	[1]	[1]	500	5	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]

p Höchstzulässige Anzahl der zu spleißenden Aderpaare. *b* = Anzahl der Spleißbündel. St = Sternverseilung; DM = Diesel-horst-Martin-Verseilung. □ = Gruppenring für Viererseil; ▭ zwei nebeneinanderliegende Isolierhüllen.
Der Zuordnung sind die Kabeltypen PM und PMbc nach VDE 0890 Tafel 16 (Ausgabe 7.57) bzw. VDE 0816 zugrunde gelegt.
[1]) Zuordnung ist von Fall zu Fall festzulegen

Tabelle 3. Abmessungen in mm und Zuordnung der Schutzmuffen für Bleiabzweigmuffen.

Kurzzeichen	b_3	b_4	b_5	c_1	c_2	d_3	h_2	h_3	h_4	l_5	l_6	l_7	s_2	Kabelschelle nach DIN 47 642	Kabelschelle nach DIN 47 613 Blatt 4	Holzfutter nach DIN 47 613 Blatt 3	Deckel nach DIN 47 643	Passend für Bleimuffe nach DIN 47 613 Blatt 1
FAS 25	150	140	120	25	60	37	65	65	45	435	330	44	4	KS 37	KSA 25	H 25	D 60	F 2 A 25 F 3 A 25
FAS 35	175	165	145	50	120	54	85	75	55	530	400	54		KS 54	KSA 35	H 35	D 120	F 2 A 35 F 3 A 35
FAS 50	205	195	175			64	100	90	70	675	530	60	5	KS 64	KSA 50	H 50		F 3 A 50
FAS 65	240	215	195			87	120	110	90	805	630	72	6	KS 87	KSA 65	H 65		F 3 A 65
FAS 80	280	260	240			100	150	130	110	935	730	88	6	KS 100	KSA 80	H 80		F 3 A 80

art und nach dem Durchmesser des Kabels über dem Bleimantel. In A. ist nur die Spleißart »Spleißbündel« (Bild 2) anzuwenden (→ Adernverbindung).

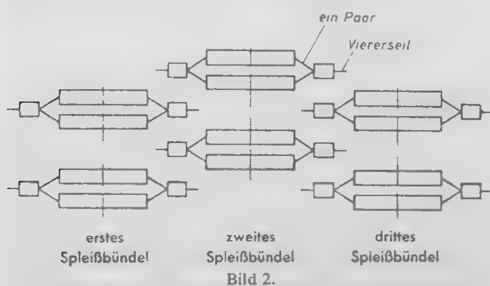


Bild 2.
Abzweigmuffen für Fernmeldekabel, Spleißart: Spleißbündel.

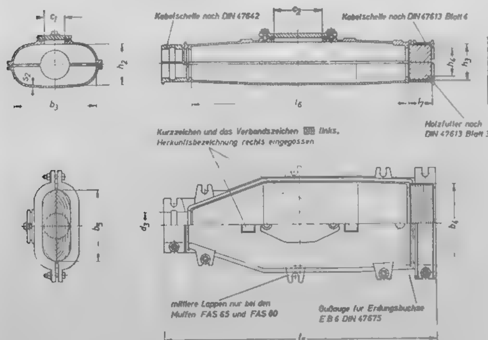


Bild 3. Abzweigmuffen für Fernmeldekabel, Schutzmuffen für bewehrte Kabel.

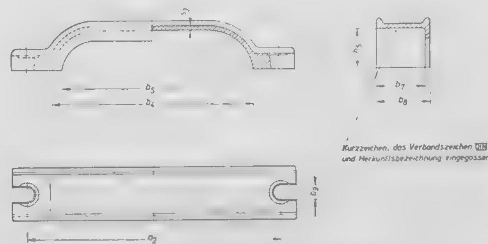


Bild 4.
Abzweigmuffen für Fernmeldekabel, Kabelschelle über Holzfutter.

Zum mechanischen Schutz der A. bei erdverlegten Fern- und Bezirkskabeln sind — zu 7 Größen der A. passend — 5 Schutzmuffen (Bild 3) genormt. Die Maße und die Zuordnung sind aus Tabelle 3 zu entnehmen. Die Schutzmuffe aus Gußeisen besteht aus Unter- und Oberteil mit Deckel. Das ankommende

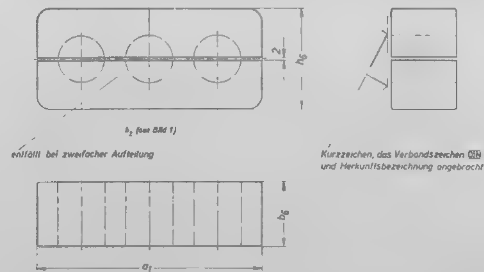


Bild 5.
Abzweigmuffen für Fernmeldekabel, Holzfutter für Schutzmuffe.

Tabelle 4. Abmessungen der Kabelschelle über Holzfutter, Maße in mm.

Kurzzeichen	a_2	b_4	b_5	b_7	b_8	b_9	h_5	s_3	Zugehörige Schutzmuffe nach DIN 47 613 Blatt 2
KSA 25	180	140	120	30	35	12	27	4	FAS 25
KSA 35	205	165	145	40	46	14	32		FAS 35
KSA 50	245	195	175	47	52		38		FAS 50
KSA 65	265	215	195	57	62		47	5	FAS 65
KSA 80	320	260	240	69	75		56	6	FAS 80

Kabel wird mit einer Schelle (DIN 47 642) am Unterteil angeschraubt, auf der abgehenden Kabelseite wird ein für die abgehenden Kabel passend gebohrtes, getränktes Hartholzfutter (Bild 5, Tabelle 5), das

Tabelle 5. Abmessungen der Holzfutter für Schutzmuffen der Bleiabzweigmuffen, Maße in mm.

Kurzzeichen	a_1	b_6	h_6	Zugehörige Schutzmuffe nach DIN 47 613 Blatt 2
H 25	135	40	60	FAS 25
H 35	160	50	70	FAS 35
H 50	190	55	85	FAS 50
H 65	210	67	105	FAS 65
H 80	255	83	125	FAS 80

zum Herumlegen um die Kabel durchgeteilt wird, mit einer besonderen Schelle (Bild 4, Tabelle 4) befestigt. In die Nut zwischen Ober- und Unterteil bzw. Deckel wird eine Dichtungsschnur eingelegt. Der Hohlraum zwischen Bleimuffe und Schutzmuffe wird vor Aufschrauben des Deckels mit Vergußmasse ausgegossen (→ Kabelmuffe; → Kabelmontage).

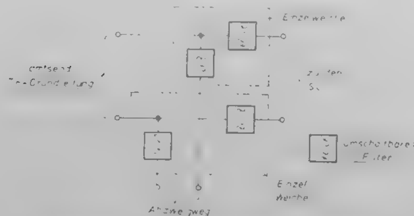
Stegmann

Abzweigschaltung ist eine kopplungsfreie → Kettenschaltung, die nur Längs- und Querimpedanzen (ohne Überbrückungen) enthält, → Vierpoltheorie 4.4.

Abzweigtechnik. Die Übertragungs-Frequenzlage der deutschen Sekundärgruppen-Systeme ermöglicht mit geringem Geräteaufwand den unmittelbaren Abzweig von Teil-Frequenzbändern. Bevorzugt wird der Abzweig über Trennweichen wegen folgender Vorteile gegenüber einem Abzweig mit Sperrfiltern:

1. Gute Scheinwiderstands-Anpassung an Streckengeräte im gesamten Übertragungsbereich; 2. Ausreichend hohe Nebensprechdämpfung (≧ 11 Np) durch Bandbegrenzung im Abzweigweg der Trennweiche bei Wiedereinspeisung des abgezweigten Bandes über eine zweite Weiche in ein anderes System; 3. Typenbeschränkung der Abzweiggeräte durch Möglichkeit einfacher Umschaltung zwischen Abzweig- und Durchschalteweg in der Trennweiche.

a Abzweigschema für Endstellen über Einzelweichen



b Abzweigschema für Zwischenstellen über Weichenpaare

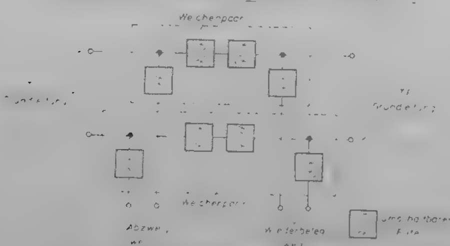


Bild 1. Blockschaltbild der Abzweigweichen.

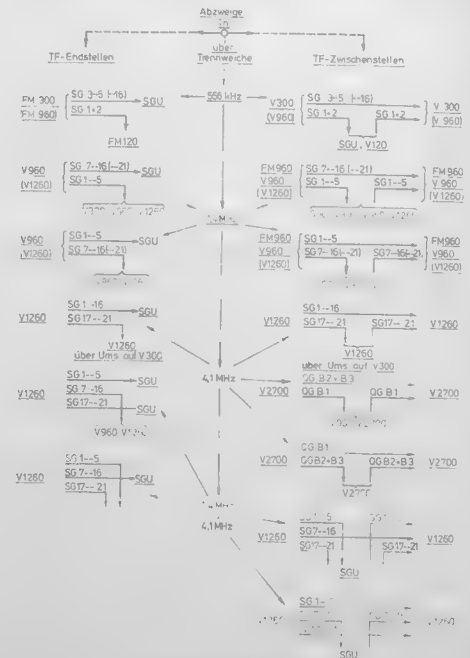


Bild 2. Übersicht der Abzweige in Kx-Systemen (SG Sekundärgruppe).

In Endstellen werden Einzelweichen, in Zwischenstellen Weichenpaare für die Möglichkeit der Wiederbelegung des Systems vorgesehen (siehe Bild 1). Verwendet werden folgende Abzweigweichen: Trennweiche V120 für den Abzweig der SG 1* oder 2 aus Grundleitung V120; Trennweiche 556 kHz für den Abzweig der SG 1 + 2 aus Grundleitung V (FM) 300 und V (FM) 960; Trennweiche 1,4 MHz für den Abzweig der SG 1 bis 5 oder 7 bis 16 (bis 21) aus Grundleitung V (FM) 960 oder V1260, wobei SG 6 unbeschaltet bleibt; Trennweiche 4,1 MHz für den Abzweig der SG 17 bis 21 aus Grundleitung V1260, oder (nur in Zwischenstellen V2700) der QG B1 bzw. der QG B2 + B3. Weitere Einzelheiten u. a. auch über Kombination zwischen den vorgenannten Abzweigen sind in Bild 2 enthalten. Die abgezweigten Teilbänder werden über Leitungsverteiler (→ Verteiler in TF-Systemen) weitergeschaltet.

Zum Abzweig gehören außer den Trennweichen auch Leitungsverstärker, einstellbare Dämpfungsglieder und Pre- bzw. Deemphase-Netzwerke für die Pegelanpassung der Abzweige an die Schaltverteiler-Pegel, ferner Sperrfilter für die Unterdrückung der Leitungs- und Vergleichspiloten im Abzweigweg und Um-

gehungsfilter für die Weiterleitung der im Abzweigweg gesperrten Pilotfrequenzen im Durchschalteweg (→ Pilottechnik in TF-Systemen). Der Grundwert des verständlichen Nebensprechens zwischen den Teil-Frequenzbändern des Abzweig- und des Durchschalteweges ist ≥ 11 Np.

Mit Rücksicht auf diese Nebensprechforderung ist die Selektion der Weichen im Abzweig jeweils zur Hälfte auf die Ein- und Ausgangsseite aufgeteilt. Die abgezweigten Teilbänder SG 1 + 2 werden mit der Pilotfrequenz 411,92 kHz, die der SG 1 bis 5 mit der Pilotfrequenz 808 kHz (bzw. der SG 17 bis 21 mit der aus 808 kHz umgesetzten Frequenz 5024 kHz), die der übrigen Teilbänder mit der Pilotfrequenz 1552 kHz überwacht. Die für einen Abzweig benötigten Trennweichen, Verstärker usw. werden im allgemeinen als Einzelgeräte in einem besonderen Abzweiggestell untergebracht und als zusammengeschaltete Abzweig-Einheit auf ein Leitungs-Verteilergestell geschaltet. Für Abzweige in Zwischenverstärker-Stellen mit Transistor-Leitungsverstärkern V 300, V 960 und V 2700 sind die Trennweichen, Dämpfungsglieder, Verstärker usw. zu Abzweig- und Anpassungsgeräten zusammengefaßt und in den Zwischenverstärker-Gestellen V 300, V 960 bzw. V 2700 untergebracht. *Wichmann*

Aceton, Dimethylketon CH_3—CO—CH_3, Molekulargewicht 58,08, ϱ 0,7960, b. 15°C, n_D 1,3620, Kp 55—56°C. A. ist eine wasserhelle Flüssigkeit, brennbar und von eigenartigem Geruch. Es wird durch trockene Destillation von Kalziumacetat gewonnen. A. ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für → Fette, → Öle und → Harze und findet in der Lackfabrikation Anwendung.

Achesongraphit. Künstlicher Graphit, der erstmals von der US-Firma Acheson am Niagarafall durch Erhitzen von Kohle im elektrischen Ofen hergestellt wurde. Man verwendet A. kolloidaler Zerteilung in manchen Schmiermitteln, z. B. Aquadag.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Achszählkreis → Gleisschaltmittel.

Achterfeld → Dipolantenne.

Achterschaltung. Schaltung für Fernsprech- und Telegrafenbetrieb auf Fernsprechdoppelleitungen unter Benutzung zweier Vierer.

Achtertelegrafie → Gleichstromtelegrafie.

Achterverseilung → Verseilarten.

Adcockantenne → Vertikalantenne.

Adcockpeiler → Funkortung.

Addition von Telegrafieverzerrungen → Telegrafieverzerrung.

Ader (Einzelader), Leiter mit Isolierhülle, → Seekabelaufbau.



Leiter mit Isolierhülle.

Aderfertigung → Seekabelfertigung.

Aderlötstelle → Adernverbindung, → Löten, → Seekabelfertigung.

Adernverbindung. Die A. ist je nach Durchmesser und Isolierung der zu verbindenden Adern unterschiedlich.

1. Verbinden (spleißen) der papierisolierten Adern in lagenverseilten Kabeln.

Nach dem Zurichten der Kabelenden werden die Papierumwicklungen der einzelnen Lagen der Kabelseele — um je 10 mm verschoben — abgebunden und die Kabeladern lagenweise in leichtem Bogen zurückgeschlagen. Zur Vermeidung von Adernverwechslungen sollen, besonders bei hochpaarigen Kabeln, die einzelnen Vierer lagenweise durch Umschlingen mit einem durchlaufenden Hilfsdraht kranzartig aufgereiht werden. Die anzuwendende Zählrichtung ist zu beachten. Die Spleißung der Adern muß bei der innersten Lage beginnen. Dazu sind die einzelnen Lagen der beiden Kabelenden vorsichtig so gegeneinander zu verdrehen, daß die Zähladern gegenüberliegen. Vor dem Verbinden der Kupferleiter sind auf die Vierer beider Kabelenden je ein → Gruppenring (für die Zählvierer ein roter bzw. blauer), auf jede Ader des einen Kabelendes eine → Isolierhülse aufzuschieben.

Die zusammengehörigen Adern beider Kabelenden (gleiche Kennzeichnung innerhalb des Verseilelementes) werden nach loser Umschlingung mit der Hand durch Verwürgen mit der Zange bzw. durch Schleudern miteinander verbunden. An der Wurzel der etwa 3 cm langen Würge- bzw. Schleuderverbindung dürfen die ersten zwei bis drei Schläge nur lose verseilt und die Papierisolation muß mit erfaßt sein. Dadurch soll verhindert werden, daß beim Umbiegen der Raupe die Adern brechen und die Papierisolation sich aufdreht. Die Isolierhülse wird nun, um Berührungen zu vermeiden, über die Würgestelle geschoben (Bild 1).

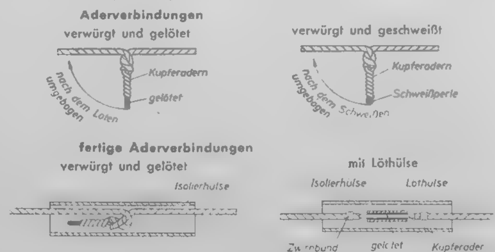


Bild 1. Verbindungen bei papierisolierten Leitern.

Eine Spitzenverlötung ist bei Ortskabeln nur beim Übergang zwischen Adern mit 0,4 und 0,6 mm Durchmesser erforderlich. Im Fernnetz wird daneben die Spitzenverschweißung angewendet, die auch bei Aluminiumadern erforderlich ist.

Nach Fertigstellung der Verbindungen im Vierer werden die Gruppenringe nahe an die vier nebeneinanderliegenden Isolierhülsen geschoben. Die Verbindungsstellen der Verseilelemente werden nach der in DIN 47 610 bzw. 47 613 angegebenen Spleißart (Spleißbündel oder Spleißwendel) angeordnet.

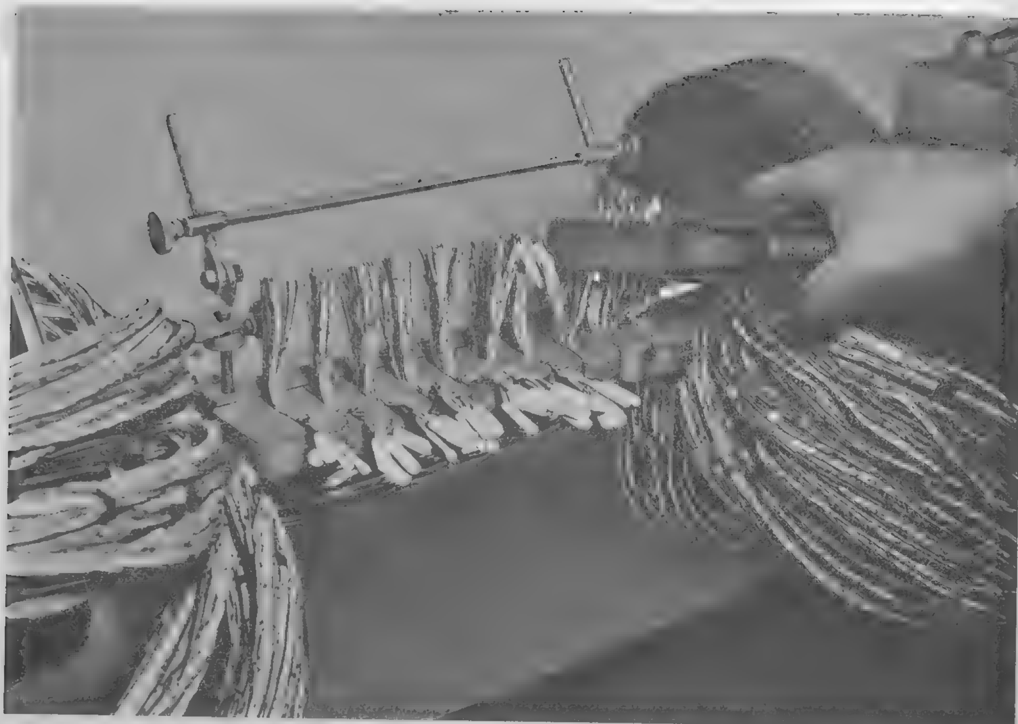


Bild 2. Verbinden von PE-isolierten Adern.

Damit sich die Isolierhülse nicht verschieben kann, wird die fertige Spleißstelle mit trockenem Nesselband umwickelt und Blaugel zum Trockenhalten mit eingelegt.

Zweigen von einem Kabel mehrere Kabel ab (Abzweiglötstelle), so sind die abzweigenden Adernpaare der Nummernfolge nach übersichtlich und ohne Kreuzung zu trennen. Bei der Bildung und Anordnung der Spleißbündel ist jede Abzweigung für sich zu betrachten.

Die Adernverbindung mit Löthülsen nach DIN 46 656 (Bild 1) wird im Ortskabelnetz nur bei dem sehr selten vorkommenden Übergang zwischen Adern mit 0,4 und 0,8 mm Durchmesser angewendet. Dabei muß aber unter Umständen die 0,4 mm dicke Ader doppelt (umgeknickt) in die eine Seite der Löthülse eingeführt werden. Sonst wird diese Adernverbindungsart nur bei dickeren oder bei Adern mit Tietgenschutz angewendet.

Eine weitere Art, 0,4 und 0,8 mm starke Adern zu verbinden, besteht darin, die 0,4 mm dicke Ader über die 0,8 mm dicke zu wickeln und den Spleiß nicht nur an der Spitze, sondern auf der Gesamtlänge zu verlöten.

Lackisolierte Kabeladern (Tietgenschutz) sind vor dem Verspleißen mit einem Lackkratzer sorgfältig von der isolierenden Schicht zu befreien. Sie sind grundsätzlich mit Löthülsen zu verbinden. Nach dem Löten ist die Verbindungsstelle dreimal mit einem schwarzen Zelluloselack (Nr. 2974) zu bestreichen. Zwischen den einzelnen Lackierungen muß der Lack gut getrocknet sein. Diese Adern sind in der äußersten Lage des Spleißbündels auf der Oberseite der Spleißstelle innerhalb der Bandagierung unterzubringen.

2. Spleißen der kunststoffisolierten Adern in bündelverseilten Kabeln.

Beim Absetzen des Mantels der PE-Kabel wird die bündelverseilte Seele in der der betreffenden PE-Muffe entsprechenden Länge (Tabelle der Absatzmaße → Muffenmontage) freigelegt. Auf die Hauptbündel werden dann PE-Ringe — rot für die Zählbündel, grau für alle anderen Hauptbündel — bis an die Austrittsstelle aus dem Innenmantel aufgeschoben. Jeder Ring wird mit der jeweiligen Bündelnummer durch eine aufgeklebte Nummer in der Zahlenfolge 1 bis 20 gekennzeichnet. Damit die Bündel nicht auseinanderfallen, sind deren offene Enden mit Isolier- oder Glasgewebeband und Kreuzbund fest zu umwickeln (Bild 2). Zum Aufteilen der Hauptbündel in ihre Grundbündel dienen farbige → Gruppenringe GRK 5 bzw. GRK 7 aus Kunststoff in der der Zählfolge entsprechenden Farbfolge rot, grün, grau, gelb und weiß. Bei Hauptbündeln zu 100 DA werden für die weiteren Grundbündel Nr. 6 bis 10 die

Gruppenringe halbiert und in der gleichen Farbfolge auf die Grundbündel geschoben.

Der → Aufteilungskamm wird mit seinen Bandschellen beiderseits auf Absetzstellen auf den Kabelmänteln befestigt. Dabei ist darauf zu achten, daß bei Kabeln alle Zähne des Kammes und bei Kabeln mit Hauptbündeln zu 50 DA mindestens die mittleren 6 Zähne über dem Verbindungsraum liegen. Die Haltearme des Aufteilungskammes mit den Schlitzen sind so zu verschieben, daß der eigentliche Kamm über der Achse der zu verbindenden Kabelstücke liegt.

Die Grundbündel jeweils eines Hauptbündels werden zwischen die Zähne (in die Lücken) des Kammes geschoben. Bei Hauptbündeln bis 100 DA kommen in die erste Lücke vom kommenden Kabelstück aus gesehen die fünf Viererseile des kommenden und gehenden Grundbündels 1; bei Hauptbündeln zu 50 DA kommen die Grundbündel 1 beider Kabelstücke in die Lücke zwischen Zahn 3 und 4. Die Viererseile werden in der Zählfolge (1 kommend, gehend; 2 kommend, gehend usw.) eingelegt. Auf die gleiche Art werden die Viererseile der Grundbündel 2 bis 10 bzw. 2 bis 5 in der Zählfolge in die nachfolgenden Lücken der Zahnreihe eingeschoben.

Die im Aufteilungskamm hochstehenden Viererseile werden längs der über der Zahnreihe vorhandenen Schiene auf gleiche Länge geschnitten, die Länge muß so groß sein, daß, falls die erste Verbindung abgetrennt werden muß, noch zweimal Verbindungen nachgesetzt werden können (etwa 75 mm).

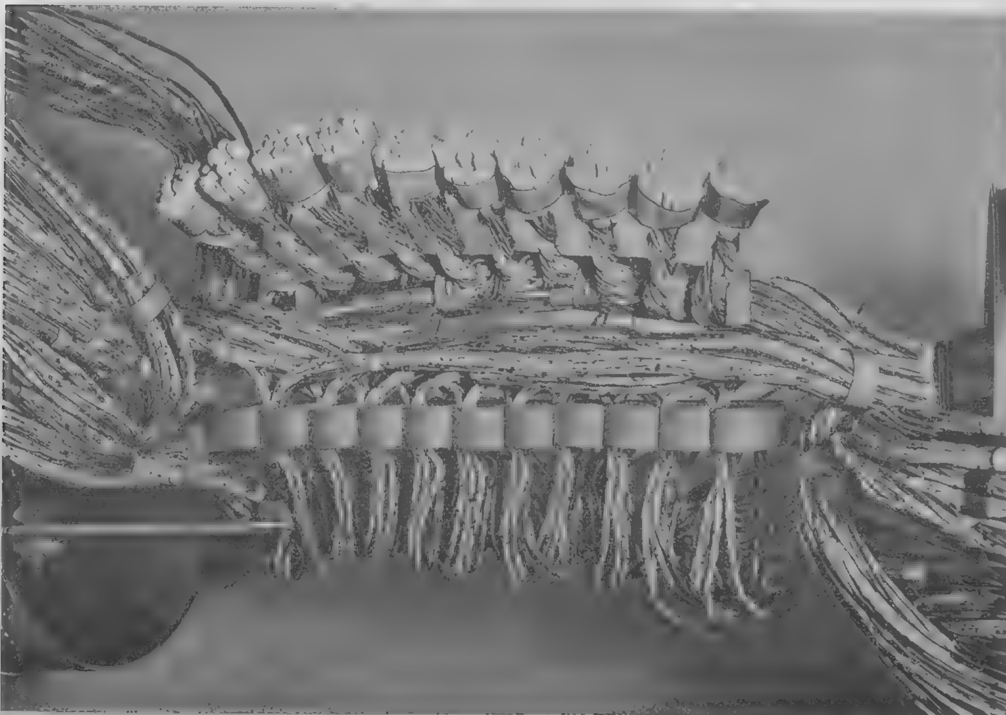
Auf die miteinander zu verbindenden Adern der Viererseile 5 aller Grundbündel des kommenden und des gehenden Kabels wird gemeinsam eine → Adernverbindungshülse (AVH) geschoben. Mit der → Adernverbindungszange werden die AVH zusammengedrückt (Bild 2).

Nach dem Verbinden werden die Adern innerhalb der Viererseile leicht verdrallt und vom Kamm zurückgebogen.

Anschließend wird der gleiche Arbeitsgang für die Viererseile 4 bis 1 durchgeführt. Ein Vertauschen von Adern aus benachbarten Viererseilen ist praktisch ausgeschlossen, da bei jedem Durchgang nur Viererseile gleicher Kennfarbe in den Kammlücken zu verbinden sind. Eine Adernvertauschung im Viererseil läßt sich vermeiden, wenn auch auf die Adernkennzeichnung geachtet wird. Zusammengehörige Adern im Viererseil haben die gleiche Ringkennzeichnung entsprechend der Kennzeichnung bei papierisolierten Leitern.

Um die durch den Aufteilungskamm gegebene Ordnung zu behalten, sind die Viererseile der einzelnen Grundbündel an der Austrittstelle aus dem Hauptbündel miteinander zu verdrehen und alle zu einem

Bild 3. Verbindung von PE-Kabeln.



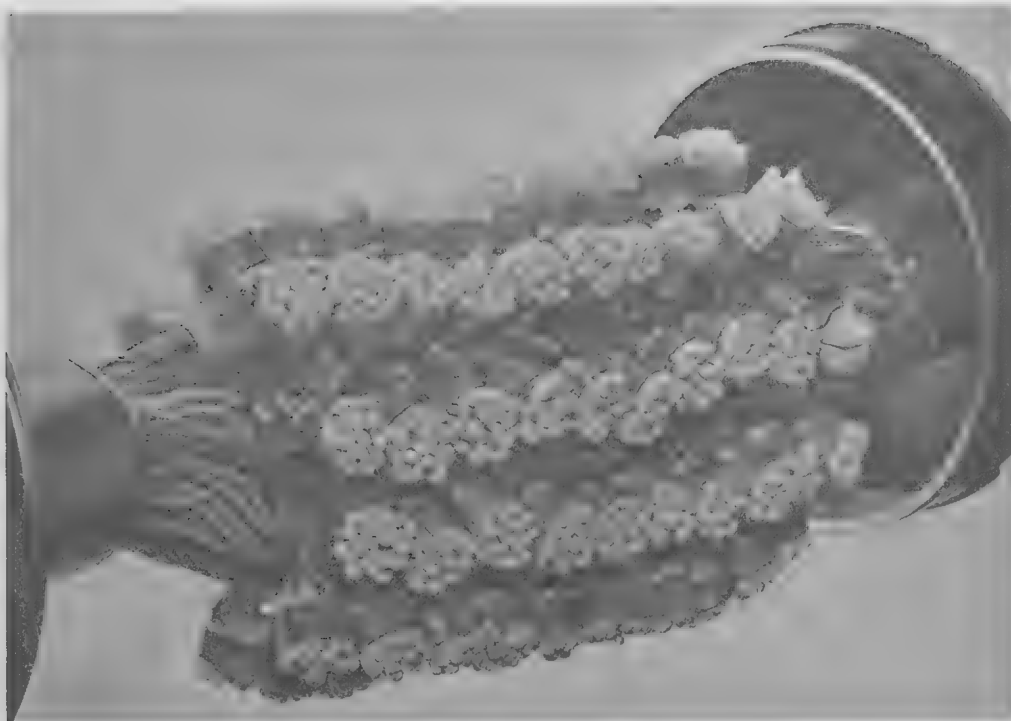


Bild 4. Adernspleiß in PE-Kabeln.

Grundbündel gehörenden AVH mit Isolierband zu einem Bündel zusammenzuwickeln. Zwischen den Austrittstellen der Grundbündel aus dem Hauptbündel sind die Hauptbündel mit Isolierband zusammenzuhalten (Bild 3). Für alle Isolierbandwickel an Grund- bzw. Hauptbündeln, die die Zählfolge bestimmen, ist rotes, an allen anderen Stellen ist graues Isolierband zu verwenden.

Nach Beendigung der Verbindungsarbeiten ist der Adernvorrat der Grundbündel zwischen die Hauptbündel zu drücken, so daß die AVH-Bündel senkrecht zur Kabelachse stehen (Bild 4). Zwei bis drei Beutel Kieselgel sind in die Verbindungsstelle zur Bindung der während der Arbeit aufgenommenen Luftfeuchtigkeit einzulegen, und die gesamte Verbindungsstelle ist in die der → PE-Muffe beigegebenen Folie einzuwickeln, die mit Isolierband festgelegt wird.

In der Aufteilungsmuffe werden die Adern der PE-Kabel mit den Adern der Aufteilungsortskabel (AtOk) auch mit AVH verbunden, aber in Spleißbündelanordnung. Diese Adern werden zunächst mit zwei Schlägen zusammengedreht und dann mit der AVH vereinigt, die mit dem Adernvorrat in die Längsrichtung der Kabelseele gelegt werden.

3. Verbinden von papierisolierten Adern mit kunststoffisolierten Adern.

Beim Übergang von bündelverseilten PE-Kabeln auf lagenverseilte mit papierisolierten Adern können die AVH nicht verwendet werden. Die kunststoffisolierten Adern sind abzuisolieren, ohne daß die Drahtoberfläche dabei beschädigt werden darf; es ist ein Abisolierer zu verwenden, zu verwürgen und ggf. an der Spitze zu verlöten und mit Isolierhülsen und Gruppenringen aus Papier oder Kunststoff, wie es bei der Verbindungstechnik für Kabel mit papierisolierten Leitern in Lagenverseilung (Abschnitt 1) üblich ist, zu versehen.

Literatur: FBO 12 — E. A. Pavel u. E. Zoch, Verwendung von Polyäthylenkabeln bei der DBP, ZPF Nr. 19/66 — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 61.

Stegmann

Adernverbindungshülse. Die Abisolierung der kunststoffisolierten Adern erfordert bei der Herstellung von Spleißstellen auf herkömmliche Art (→ Adernverbindung) einen erheblichen Aufwand an Arbeitszeit, da hier die Adernisolierung — die besonders fest auf dem Cu-Leiter sitzt — sorgfältig entfernt werden muß und eine evtl. Beschädigung der Ziehhaut des Leiters leicht zu Adernbruch führen kann.

Die Adernverbindungshülse (AVH) ermöglicht die Herstellung der Verbindung ohne Abisolierung und auch ohne Lötung. Der Übergangswiderstand, d. h. der Kontakt, den die AVH zwischen den zu verbin-

denden Leitern erzeugt, ist dem einer gelöteten Verbindung gleichwertig.

Die AVH wird z. Z. in zwei Größen hergestellt:
Größe I für Adern mit 0,4 bis 0,6 mm ⌀,
Größe II für Adern mit 0,7 bis 0,9 mm ⌀.

Jede AVH besteht aus je einem Kontakt-, Druck- und Isolierteil, die ineinandergeschoben sind (s. Bild). Der Kontaktteil besitzt viele kleine nach innen weisende Spitzen, die nicht nur die Isolierung der Adern durchdringen, sondern auch etwas in den Leiter »eindringen« müssen, um einen guten und dauerhaften Kontakt zu gewährleisten. Dieser Teil ist daher aus einem relativ harten Material (Bronze, SnBz 6 reinverzinnt) gefertigt. Das Druckteil muß sicherstellen, daß das Kontaktteil trotz seiner rückfedernden Eigenschaften während der geforderten Lebensdauer von etwa 30 Jahren — die Güte des Kontaktes darf sich nicht verändern — in der nach der Quetschung mit einer speziellen → Adernverbindungszange gegebenen Lage verbleibt, indem es die Pressung aufrecht erhält. Das Druckteil besteht daher aus Messing (Tombak MS 85).



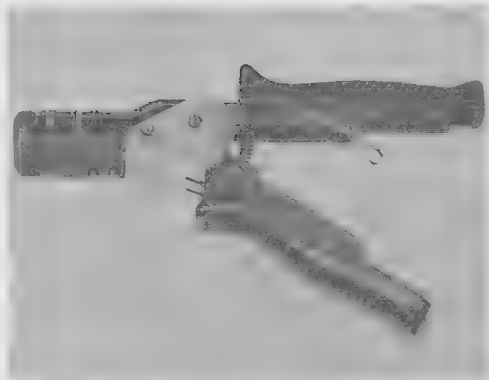
Adernverbindungshülse.

Das Isolierteil aus PVC hat die gleiche Aufgabe wie die → Isolierhülse bei der Verbindungstechnik für papierisolierte Leiter: Es isoliert die Verbindungsstelle der einzelnen Leiter voneinander.

Literatur: FBO 12 — S. C. Antas, The B-wire-connector for Cable-splicing, Bell-Laboratories Record 40 (1962) — H. O. Graff, J. M. Peacock, Development of Solderless Wire Connector for Splicing Multipair Cables — and T. T. Talmans, Bell System Techn. Journal, J. 42 (1963), S. 131–153 — E. A. Pavel und G. Zoch, Verwendung von Polyäthylenkabeln bei der Deutschen Bundespost, ZPF Nr. 19 vom 10. 10. 66. *Stegmann*

Adernverbindungszange. Durch Zusammendrücken der → Adernverbindungshülse (AVH) mit der A. (s. Bild) wird der Kontakt zwischen zu verbindenden, nicht abisolierten kunststoffisolierten Adern in der AVH hergestellt (→ Adernverbindung).

Die A. hat einen Sperrmechanismus, der ihr Wiederöffnen erst dann erlaubt, wenn sie ordnungsgemäß



Adernverbindungszange.

bis zu einem bestimmten Druckpunkt geschlossen worden ist. Der dabei auf die AVH ausgeübte Mindestdruck ist die Voraussetzung für eine gute Kontaktgabe zwischen den zu verbindenden beiden Drähten in der AVH.

Durch entsprechende Einsätze kann die Zange für AVH für Drähte mit 0,4 bis 0,6 mm ⌀ oder für AVH für Drähte von 0,7 bis 0,9 mm ⌀ eingestellt werden.

Zur Prüfung dient eine Überwachungslehre; in die völlig geschlossene Zange darf diese sich nicht bis zum Anschlag einschieben lassen, denn dann schließt die Zange nicht so weit, daß die AVH einen gesicherten Kontakt herstellt. Wie weit die A. die AVH zusammendrückt, kann durch Abdruck auf einem Stück Kolophonium-Zinn mit 4 mm ⌀ durch einmalige Betätigung der A. mit einer vollständigen Schließung geprüft werden. Die Dicke des Abdrucks an der engsten Stelle muß dem vorgegebenen Sollwert entsprechen. Eine Nachjustierung kann durch Einlegen entsprechender Einstellbleche unter dem festen Amboß im Zangenkopf erfolgen. *Stegmann*

Admittanz → Wechselstromgrößen, → Laplace-Transformation.

Adresse → Matrizenspeicher, → Nachrichtenformat, → Speicher.

Adsorption. Mit A. bezeichnet man heute vor allem die Aufnahme und Verdichtung von Gasen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche fester Körper, doch gehören streng genommen Stoffverdichtungen an den Grenzen flüssig-flüssig und flüssig-gasförmig ebenfalls noch zur A.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

AEF → Deutscher Normenausschuß.

AEN Abkürzung für Ersatzdämpfung nach den Anfangsbuchstaben der französischen Bezeichnung Affaiblissement Equivalent pour la Netteté gebildet (→ ARAEN).

AERO → Wetterschlüssel.

aerober Boden → Bodenaggressivität.

AEROPHARE. Ein → Funkfeuer für die Luftfahrt wird durch das Wort AEROPHARE gekennzeichnet, das hinter den Namen des Funkfeuers gesetzt wird.

Aerosole. Gruppe von synthetischen, neutralen, geruchsfreien Netzmitteln, härteunempfindlich.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

A-Filter → Geräuschspannungsmesser.

Affrikativlaute. Bezeichnung für Laute, die sich jeweils aus der Kombination eines → Explosivlautes und eines → Frikativlautes zusammensetzen, z. B. /pf/, /ts/, /tʃ/.

AFN (American Forces Network) → Rundfunkorganisation.

A-Gruppe → Fernplatzarten.

AIF → Anweisung für den internationalen Fernsprechdienst.

Akkumulatoren dienen zur Aufspeicherung elektrischer Energie. Der A. bildet ein umkehrbares galvanisches Element, bei dem durch Zuführung elektrischer Energie die im Elektrolyten befindlichen Elektroden chemisch verändert werden. Bei der chemischen Rückänderung geben die Elektroden wieder elektrische Energie ab. Die Zuführung der elektrischen Energie in Amperestunden nennt man die Ladung, die Abgabe der Energie die Entladung des A. Das Verhältnis der Werte zwischen Entladung zu Ladung ist der Wirkungsgrad des A. Der A. ist ein → galvanisches Element, wobei darunter jede Kombination von Elektroden anzusehen ist, die die Gewinnung elektrischer Arbeit aus chemischen Umsetzungen zuläßt. Man unterscheidet hierbei zwischen Primärelementen und Sekundärelementen. Es ist jedoch in der Technik üblich, ein galvanisches Sekundärelement mit Zelle zu bezeichnen, denn nur in Sekundärzellen ist die chemische Umsetzung umkehrbar. Man unterscheidet stationäre (ortsfeste) A. und transportable A. A., die in Fahrzeuge eingebaut werden (Starterbatterien), sind gedrängter und leichter gebaut als ortsfeste Batterien und als Klein-A. geschlossener Bauart. Der bei der DBP am meisten verwendete A. ist der Blei-A. Der Elektrolyt ist verdünnte Schwefelsäure. Der alkalische A. wird bei der DBP wenig verwendet. Sein Elektrolyt ist verdünnte Kalilauge. Zu den alkalischen A. gehören: Nickel-Cadmium-A., Nickel-Eisen-A., Silber-Zink-A., Silber-Cadmium-A., Nickel-Zink-A. Die ersten beiden Arten werden auch als Stahl-A. bezeichnet.

1. Blei-A. bestehen aus Bleiplatten in einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Gefäß. Die aktive Masse der geladenen positiven Platte ist Bleidioxyd (PbO_2); Farbe dunkelbraun. Die aktive Masse der geladenen negativen Platte ist reines Blei (Pb) in schwammiger Form (Bleischwamm); Farbe grau. Der Elektrolyt ist verdünnte Schwefelsäure als Füllsäure mit einer Dichte je nach Zellenbauart in geladenem Zustand von 1,20 bis 1,28 kg/l.

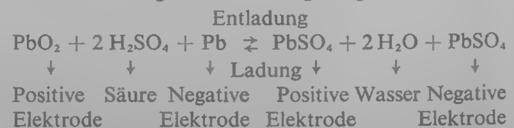
Plattenbauarten. Positive Großoberflächenplatte: Der Masseträger ist eine gegossene Weichbleiplatte mit vielen feinen Rippen. Die aktive Masse wird durch chemische Behandlung, das sog. Formieren, aus dem Blei selbst gebildet. Die wirksame Schicht ist zunächst nur von geringer Stärke, während im Kern reines Blei bleibt. Positive und negative Gitterplatte: Der Masseträger ist ein Gitter aus Hartblei, in das die aktive Masse, Bleipaste, eingestrichen wird. Die Platte wird auch als Masseplatte bezeichnet. Positive Panzerplatte: Der Masseträger besteht aus mehreren nebeneinander liegenden Isolierstoffröhrchen, in welche die aktive Masse, Bleipaste, eingefüllt wird. Zur Stromableitung dienen in den Röhrchen verlaufende Hartbleidrähte, die am oberen Ende leitend verbunden sind. Negative Kastenplatte: Der Masseträger besteht aus zwei Hartbleigittern, die durch gelochte Bleche einseitig abgedeckt sind. Nach dem Füllen mit negativer Masse werden sie zusammengenietet, so daß geschlossene Kästchen entstehen.

Zellenbauarten. In den Fernmeldestromversorgungsanlagen der DBP werden als A.-Zellen verwendet: Großoberflächenplatten-Zellen (Normbezeichnung Gro). Die Zellen haben positive Großoberflächenplatten und negative Kastenplatten. Zur Plattenisolation dienen mikroporöse Scheider, welche in geschlitzte Hartgummistäbe als Abstandshalter eingeschoben sind.

Panzerplatten-Zellen, ortsfest (Normbezeichnung OPzS). Die Zellen haben positive Panzerplatten und negative Gitterplatten. Zwischen den Platten sind Scheider aus mikroporösen Stoffen und gewellte gelochte Isolierstoffscheider eingesetzt. Wegen der gedrängten Bauart werden seit einigen Jahren nur noch A.-Batterien mit ortsfesten Panzerplattenzellen eingesetzt. Sie benötigen bei gleicher Kapazität etwa die Hälfte des Raumbedarfs gegenüber Batterien mit Großoberflächenplatten-Zellen.

Zellenarten. Nach Bauart unterscheidet man folgende Zellen: Offene Zellen sind nicht abgedeckt oder besitzen eine nicht elektrolytdichte Abdeckung (z. B. Glasscheiben). Geschlossene Zellen sind mit einem Deckel versehen, der die Zellen in ihrer Betriebslage elektrolytdicht abschließt. Kippsichere Zellen sind in allen Lagen elektrolytdicht. Gasdichte Zellen sind in allen Lagen gas- und elektrolytdicht. Sie besitzen u. U. ein Sicherheitsventil.

Chemische Vorgänge. Die heute allgemein anerkannte Anschauung über den chemischen Vorgang ist die Sulfattheorie, als deren Begründer die englischen Forscher Gladstone und Tribe (1883) gelten. Der chemische Umsetzungsprozeß bei Entladung und Ladung wird dabei im Endergebnis ohne Zwischenstufe durch folgende Gleichung dargestellt:



Es bildet sich also bei der Entladung an beiden Elektroden Bleisulfat, während die Säure sich verdünnt. Bei der Ladung wandert der Wasserstoff des

Elektrolyts als Ion mit dem Strom und wird an der negativen Platte frei, wobei er dieser den Säurerest SO_4 entzieht. Der Sauerstoff oxydiert die positive Platte zu Bleidioxyd, wobei sich Schwefelsäure bildet.

Physikalische Vorgänge. Die Umsetzung der aktiven, geladenen Masse in Bleisulfat ist mit einer starken Volumenvergrößerung verbunden. Hierdurch werden die Poren der Bleimasse im Verlauf der Entladung verstopft. Der Säurezutritt zu den inneren Masseteilchen wird immer mehr erschwert und allmählich unmöglich gemacht. Hiervon ist besonders die positive Platte betroffen, weil in den einzelnen Vorgängen bei der Entladung Wasser gebildet und Säure verbraucht wird. Dazu muß das Wasser aus den Poren herausströmen und die zwischen den Platten stehende spezifisch schwere Säure in die Poren hineinströmen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Diffusion. Wird die Diffusion immer schwieriger möglich, und das geschieht um so eher, je größer die Entladestromstärke ist, so nimmt die Spannung immer mehr ab.

Spannungswerte.

Nennspannung	U_{Nenn}	= 2 V/Z
Ruhespannung	U_R	= Säuredichte + 0,84 V/Z
Gro-Zellen	U_R	= 1,20 + 0,84 = 2,04 V/Z
OPzS-Zellen	U_R	= 1,24 + 0,84 = 2,08 V/Z
Erhaltungsladespannung	U_{Erh}	= 2,23 V/Z
Wiederaufladespannung	U_{Wl}	= 2,40 V/Z
Ladeschlußspannung	U_L	= 2,7 V/Z
Entladeschlußspannung	U_S	= 1,83 bis 1,55 V/Z je nach Entladestromstärke, Plattengröße und Plattenart
Zellenspannung zwischen Ladung und Entladung	U_Z	= 1,8 bis 2,4 V −10% bis + 20% von 2 V

Innerer Widerstand. Der innere Widerstand einer A.-Zelle ist sehr klein. Er ist um so kleiner, je größer die Oberfläche der Platten ist. Er ist komplex zusammengesetzt aus einem ohmschen und einem induktiven Anteil. Der ohmsche Widerstand für eine Batterie ist:

$$R_{i_{\text{Batt}}} = R_{i_{\text{Zelle}}} \cdot \text{Zellenzahl, dabei ist: } R_{i_{\text{Zelle}}} = \frac{C}{K_{10}}$$

C ist eine Konstante für den Widerstand der vollgeladenen Zelle. Sie ist entsprechend den Tabellen zu entnehmen. K_{10} ist die 10stündige Kapazität.

Der induktive Widerstand von Batterien liegt in der Größenordnung von einigen Mikro-Henry und ergibt sich aus den Zellen, den Verbindungen zwischen den Zellen und den Zuleitungen nach der Batterie.

Selbstentladung. Batterien entladen sich auch ohne angeschlossene Verbraucher. Der Kapazitätsverlust beträgt pro Tag etwa 0,5 bis 1%. Die Größe der Selbstentladung hängt z. B. von der Säuredichte, der Plattenart und dem Zellenaufbau sowie von der Reinheit des Elektrolyten, der Raumtemperatur und dem Zustand der Platten ab. In der Praxis hat sich gezeigt, daß Batterien, die bei einer Spannung von 2,23 V/Z gehalten werden, vollgeladen bleiben. Dabei werden die Selbstentladeverluste nicht nur gedeckt, sondern die Batterie wird auch zusätzlich geladen.

Ladung mit Konstantspannungsladegeräten. A. können mit einer Spannung bis zu 2,4 V/Z praktisch mit jeder Stromstärke, ohne dabei Schaden zu nehmen, geladen werden. Die Zeit bei einem großen Ladestrom ist dabei so gering, daß noch keine schädliche Erwärmung auftritt. Begrenzt man die Spannung der Ladestromquelle auf 2,4 V/Z, dann sinkt der Ladestrom, den die Batterie aufnimmt, entsprechend der Zunahme der Batteriegegenspannung ab. Die spannungskonstante Ladung wird so lange fortgeführt, bis der vom A. aufgenommene Strom auf einen Wert von etwa 0,1 des Entladestromes (zehnstündig) des A. abgesunken ist. Dabei hat die Batterie einen Füllungsgrad von 90 bis 95% erreicht. Die fehlende Strommenge wird dann über eine längere Zeit dem A. zugeführt.

Erhaltungsladung. Nach Abschluß der Konstantladung mit 2,4 V/Z wird die Erhaltungsladung bei einer Spannung von 2,23 V/Z durchgeführt. Bei dieser Spannung fließt ein Strom als Lade- und Erhaltungsladestrom in die Batterie, der entsprechend dem jeweiligen Ladezustand der Batterie einen Ladestromanteil und einen Erhaltungsladestromanteil ausmacht. Unter dem Ladestrom wird die Batterie bis zu einem Füllungsgrad von 100% über mehrere Tage hin aufgeladen, und der Erhaltungsladestrom deckt die ständigen Selbstentladeverluste. Mit Hilfe dieser Erhaltungslademethode kann mit Batterien ein voll selbsttätiger Betrieb durchgeführt werden. Auch wenn die Batterie bei Netzausfall Energie abgeben muß, wird sie automatisch danach wieder voll aufgeladen.

Sicherheitsladung hat die Aufgabe, alle Zellen einer Batterie in einen gleichmäßig guten Ladezustand zu versetzen. Sie braucht nur durchgeführt zu werden, wenn Unregelmäßigkeiten an der Batterie beobachtet wurden. Vor jeder Sicherheitsladung muß die Batterie ganz entladen und wieder vollgeladen werden. Danach wird die Batterie mit Ruhepausen von einer Stunde jeweils 2 Stunden so lange geladen, bis sofort nach dem Anlegen der Spannung sich die zuletzt abgelesene Stromstärke wieder einstellt und die Säuredichte nicht mehr steigt.

2. Stahl-A. bestehen aus Nickel-Cadmium- oder Nickel-Eisen-Elektroden in einem mit verdünnter Kalilauge gefüllten Gefäß. Das Gefäß ist mit einem Ventildeckel verschlossen. Im Gegensatz dazu werden vollkommen geschlossene Zellen gebaut, die als gasdichte Zellen bezeichnet werden. Die aktive Masse der geladenen positiven Platte ist Nickelhydroxyd $Ni(OH_3)$ und Zusätze zum Erhöhen der Leitfähigkeit. Die aktive Masse der geladenen negativen Platte ist pulverförmiges Cadmium (Cd) oder Eisen (Fe) oder ein Gemisch von beiden. Der Elektrolyt ist verdünnte Kalilauge ($KOH + H_2O$)

mit einer Dichte von 1,17 kg/l. Seine Dichte ändert sich bei der chemischen Umwandlung zwischen Ladung und Entladung nur wenig.

Plattenbauarten. Die Platten der Ventilzellen haben einen stabilen, metallischen Masseträger für die aktive Masse. Hierdurch ergibt sich die gute Lebensdauer der Stahlzellen.

Positive Röhrchenplatte: Die wirksame Masse wird zusammen mit feinsten Nickelzusätzen in gelochte, vernickelte Röhrchen eingestampft. Die Röhrchen werden durch Stahlringe verfestigt und nebeneinander in Plattenrahmen eingepreßt. Positive und negative Taschenplatte: Die Masseträger sind flache Taschen aus gelochtem vernickeltem Stahlblech, die durch Stahlschienen zusammengehalten werden. Der positiven Masse ist zum Erhöhen der Leitfähigkeit Graphit beigegeben.

Positive und negative Sinterplatten: Der Masseträger ist ein gesintertes, dünnes Metallgerüst aus Nickelpulver, das durch eine Einlage aus kleinmaschigem Nickeldraht versteift ist. Die aktive Masse wird flüssig in das Plattengerüst eingebracht, bei der positiven Platte durch Tauchen in eine Nickellösung, bei der negativen Platte durch Tauchen in eine Cadmiumlösung. Dadurch ergibt sich ein inniger Zusammenhang der aktiven Masse mit dem Masseträger und ferner ein geringer innerer Widerstand. Einen noch kleineren inneren Widerstand hat die Sinterfolienplatte. Sie ist noch dünner und hat als Einlage eine gelochte Folie.

Platten von gasdichten Zellen: Die Platten werden meist Elektroden genannt. Sie sind entweder gepreßte Masseelektroden ohne Masseträger oder Sinterelektroden oder Taschenplatten.

Zellenbauarten: In den Fernmeldestromversorgungsanlagen der DBP werden nur in Ausnahmefällen Stahl-A. als Nickel-Cadmium-Batterien mit Sinterplatten oder Sinterfolienplatten verwendet.

Literatur: E. Witte, Blei- und Stahlakkumulatoren, Varta-Fachbuchreihe, 3. Aufl., 4. Bd., O. Krausskopf Verlag, Mainz, 1967 — Vetter/Krakowski, Fernmeldestromversorgung, Leitfaden für die Ausbildung, 6. Bd., 9. Teil, Deckers Verlag Hamburg, 1966 — Braun/Windmann, Stromversorgung von Fernsprechanlagen, 1964.

Vetter

Akkumulatorenraum → Batterieraum.

aktive Filter sind → Filter, die außer passiven Elementen auch aktive (Röhren, Transistoren u. dgl.) enthalten.

aktiver Korrosionsschutz → Korrosionsschutz.

Aktivkohle. Die Pflanzen sind aus verschiedenartigen, meist mikroskopisch kleinen Zellen aufgebaut, die bei geeigneter Verkohlung eine mehr oder weniger porenreiche Kohle mit einer großen inneren Oberfläche bilden können. Solche Kohlen haben ein großes Adsorptionsvermögen; man bezeichnet sie daher auch Aktivkohle. Verwendung z. B. in Luftfilter.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Aktivruder → Kabelschiff.

Akustik. Die physikalische Akustik ist ein Teilgebiet der Mechanik. Sie umfaßt alle physikalischen Vorgänge, die als → Schall den Gehörsinn erregen und im menschlichen Ohr Tonempfindungen hervorrufen. Die physiologische Akustik befaßt sich mit den Vorgängen beim Sprechen (→ Sprache) und Hören (→ Ohr).

akustischer Telegraf gilt als Telegraf im Sinne des FAG nur dann, wenn durch eine an einem anderen Ort befindliche besondere Vorrichtung die ursprünglichen Zeichen oder Laute bei der Weiterübermittlung nachgebildet oder sonstwie wiedergegeben werden.

Akzeptor → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Alarmierungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen dienen zur Alarmierung der hilfeleistenden Mannschaften. Diese können bei Berufsfeuerwehren am Ort der Zentrale oder an anderen Orten untergebracht sein. Bei freiwilligen Feuerwehren ist eine besondere Alarmierung in den Wohnungen der Feuerwehrmannschaften erforderlich.

Berufsfeuerwehren in den Hauptwachen werden durch Wach-A. zum Einsatz veranlaßt. Durch das eingehende Feuersignal wird automatisch und/oder manuell der besondere, akustische oder auch optische Alarm ausgelöst. Alarmmittel sind Rasselwecker, Einschlagwecker, Gongübertragung durch Lautsprecher und Signallampen oder Signaltableaus. Die bei bestimmten Alarmfällen notwendige Alarmierung der Unterwachen oder anderer Hauptwachen geschieht über Parallelübertragungen.

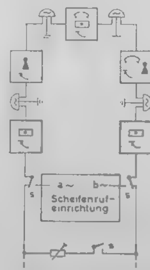


Bild 1. Schleifenrufeinrichtung.

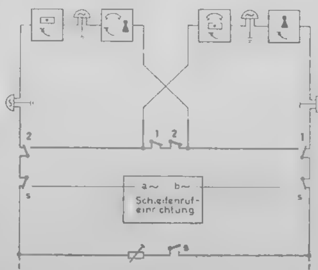


Bild 2. Teil-Schleifenrufeinrichtung.

Freiwillige Feuerwehren werden in den Wohnungen durch Schleifenruf- oder Teil-Schleifenrufeinrichtungen zum Einsatz veranlaßt. Durch das eingehende Feuersignal wird automatisch oder manuell der besondere Alarm ausgelöst. Über eine auswählbare Schleife oder Teilschliefe werden, ohne Gefährdung von Feuermeldungen, Alarmwecker in Sicherheitsschaltung (bis zu 30 Stück je Schleife oder Teilschleife) betrieben. *Weinrich*

Alarmzeichen. Ein besonderes Zeichen im Seefunkdienst. Nach der Vollzugsordnung für den Funkdienst gibt es ein Telegrafiefunk-A. und ein Sprechfunk-A. Das Telegrafiefunk-A. besteht aus einer Reihe von 12 Morsestrichen; die Dauer jedes Striches beträgt 4 s und die Dauer des Zwischenraums zwischen 2 aufeinander folgenden Strichen 1 s. Das

Sprechfunk-A. besteht aus 2 möglichst sinusförmigen Tönen der Frequenzen 2200 Hz und 1300 Hz, die im Wechsel mit einer Dauer von jeweils 250 ms gesendet werden.

Der Zweck eines auf der Telegrafiefunk-Notfrequenz 500 kHz oder auf der Sprechfunk-Notfrequenz 2182 kHz gesendeten A. ist, die selbsttätigen Funkalarmgeräte (→ Funkausrüstung der Schiffe) auszulösen und das Funkpersonal auf die Aussendung einer Notmeldung, einer dringenden Wirbelsturmwarnung oder einer Dringlichkeitsmeldung »Mann über Bord« aufmerksam zu machen und zu veranlassen, unverzüglich die Notfrequenz abzuhören.

d'Alembertsches Prinzip → Dynamik.

Alert → Ursigramm.

Alexanderson, Ernst, Fredrik, Werner, geb. 25. 1. 1878 zu Upsala (Schweden).

Wanderte 1901 nach USA aus und war von 1902–1952, zuletzt als Chef-Ing. General Elec. Co., Schenectady, N. Y., tätig; seither im Ruhestand, erwarb sich in den USA besondere Verdienste um die technische Ausgestaltung des Funkwesens (drahtlose Mehrfach-Telefonie, Verbesserung der Erdung des Antennenwiderstandes, Methode der Höhenbestimmung im Flugzeug mit Schwingaudion). Ehrungen: Gold. I. R. C.-Medaille, die John Ericson-Medaille, die Cedergen-Medaille und die Valdemar-Poulsen-Medaille.

Literatur: Who is who in Engineering. Websters Biographical Dictionary, H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr.-Wesens.

ALGOL. Abk. für **Algo**rithmic **L**anguage, ist eine der problemorientierten Programmiersprachen und wurde speziell für die Beschreibung von Verfahren der numerischen Mathematik und der naturwissenschaftlich-technischen Anwendung der Mathematik in den Jahren 1960/62 geschaffen. Sie hat bereits weltweite Anwendungen im Wissenschaftsbetrieb gefunden (→ Programmierung).

Literatur: K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung (2. Aufl.), Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1967.

Alitieren. Herstellen einer aluminiumreichen Diffusionsschicht durch Glühen von metallischen Gegenständen in aluminiumhaltigen Pulvern oder von metallischen Gegenständen mit Überzügen aus Aluminium, die durch Spritzen, Tauchen oder galvanisch aufgebracht worden sind. Je nach Art der angewandten Verfahren spricht man von Pulver-, Spritz- oder Tauchalitieren.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 5, Okt. 1965.

alkalische Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Alkohol →Äthylalkohol.

All-America Cables → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Allbereichantenne → Breitbandantenne.

Alleskleber. Vielseitig verwendbare Klebstoffe, die in der Regel Lösungen von Nitrocellulose, Filmabfällen, Acethylcellulose, Alkydharzen und dergleichen in Methanol, Butanol, Aceton, Methyl-Äthyl, Butyl- oder Amylacetat, sowie Mischungen von Toluol, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Methylenchlorid, Trichloräthylen usw. darstellen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Allfernsprecher, Fernsprecheinrichtung für große Betriebsstellen der Eisenbahnen, vor allem Stellwerke, in der sämtliche in dieser Betriebsstelle vorhandenen Fernsprechverbindungen vereinigt sind. Es bestehen folgende Anschlußmöglichkeiten: Ortsbatterie (OB), Zentralbatterie (ZB), Selbstwähl-Bahnselbstanschluß-anlage-(Basa-)Anschlüsse, Anschlüsse für Sprechfunk- und Wechselsprechlautsprecherverbindungen, Schrankenwärtermeldeanlagen und Besprechungen von Lautsprecheranlagen für Rangier- und Personenbahnhöfe. Eine vorhandene Sprechgarnitur wird durch Drucktasten auf die betreffende Verbindung geschaltet. Eine Verbindungsmöglichkeit der einzelnen Anschlüsse untereinander besteht bei der Regelausführung nicht. Es gibt vier Größen von A. mit 26, 45, 80 und 100 Anschlußmöglichkeiten. Zweck des A. ist die Entlastung des Arbeitsplatzes in großen Eisenbahnbetriebsstellen von der Vielzahl verschiedener Fernsprecher. Sind große Eisenbahnbetriebsstellen mit zwei Bediensteten besetzt, die beide Zugang zu den verschiedenen Fernsprechverbindungen benötigen, werden 2 A. parallel geschaltet.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1955 u. 1964.

Allgemeine Dienstanweisung (ADA). Die ADA enthält Vorschriften für den gesamten Betriebs- und Verwaltungsdienst. Sie besteht aus 13, meist in Abteilungen untergliederten Abschnitten. Das Fernmeldewesen betreffen die Abschnitte VI und VII, die in 12 bzw. 3 Abteilungen unterteilt sind. Besonders wichtig sind die → Fernsprechordnung (ADA VI, 3 A) und die → Telegrafenordnung (ADA VI, 1).

Seit 1958 wird die Bezeichnung «ADA» nicht mehr verwendet und in der Regel durch den Begriff «Dienstanweisung (DA)» ersetzt. Ganz allgemein werden die Druckerzeugnisse, welche die Deutsche Bundespost zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt, unter dem Sammelbegriff «Dienstwerke» herausgegeben, und zwar als gebundene Bücher, aber auch in Loseblattform. Dem Inhalt nach sind drei Gruppen zu unterscheiden: Verordnungen und Gesetze — Verzeichnisse und Tabellen — Anweisungen und Vorschriften, wobei letztere nur internen Charakter für die Deutsche Bundespost besitzen.

Literatur: HwP 1970 (→ Dienstwerke).

Allgemeine Dienstordnung (ADO) → Tarifrecht.

Allgemeines Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst (AZF) → Flugfunkzeugnis.

Allophon → Phonem.

Allpaß ist ein Vierpol, der alle Frequenzen gleichmäßig durchläßt und nur die Phasen dreht. Pole und Nullstellen der Übertragungsfunktion müssen in der komplexen Frequenzebene spiegelbildlich zur imaginären Achse liegen. Verwendung als Phasen- oder Laufzeitentzerrer, → Entzerrung, Vierpoltheorie 3.9.

Allplatz. Ein A. ist ein Abfrageplatz, an dem die Tätigkeiten von verschiedenen Plätzen zusammengefaßt sind (→ Fernplatzarten). In kleinen Fern-

sprechentstörungsstellen mit bis zu drei Arbeitsposten im Innendienst werden alle Tätigkeiten für die → Störungsermittlung, der Karteiführung und der Leitung der Entstörung am A. ausgeführt. Als Arbeitsplatz für den Allplatz wird der → Prüftisch verwendet.

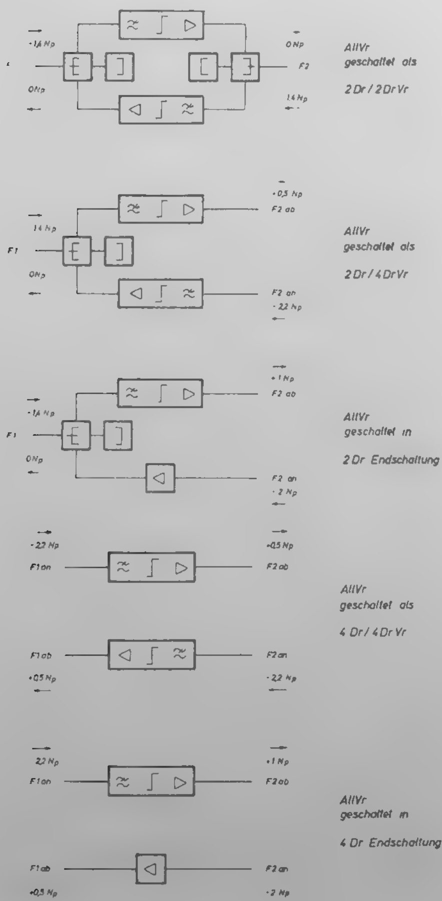
Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 4/68, S. 99.

Allsichtlampenkappe → Leuchtblende für Fernmeldelampen.

Allsichtschauzeichen → Schauzeichen.

Allsperre wäre im Gegensatz zum → Allpaß ein Vierpol, der alle Frequenzen (eines bestimmten Bereiches) dämpft ohne Phasendrehung.

Allverstärker sind NF-Leitungsverstärker, bei denen durch Umlöten (z. B. beim AllVr I) oder durch Umstecken von Steckverbindungen (z. B. AllVr II) bzw. entsprechende Zusammenstellung von Einzelbaugruppen und Einstellung von Drehschaltern (z. B. AllVr IV) die Schaltungen für die verschiedenen Aufgaben von Leitungsverstärkern hergestellt werden können. Durch einstellbare Entzerrer kann die Verstärkung dem Dämpfungsverlauf der verschiedenen Leitungsarten angeglichen werden. Ein- und ausschaltbare Filter begrenzen das Frequenzband auf den zulässigen Bereich. Ältere Allverstärker-Typen arbeiten mit Röhren. Neuere Allverstärker werden mit Transistoren ausgerüstet. Durch Gegenkopplung erreicht man ausreichende Linearität.



Vorstehende Blockschaltbilder zeigen die Schaltmöglichkeiten eines Allverstärkers. *Haak*

Allwellenantenne → Breitbandantenne.

Allwetterlandung → Funkortung.

Alnico. Aluminium-Kobald-Nickellegierung, die zu Dauermagneten verwendet wird; so ist z. B. A 1 eine gegossene Eisenlegierung mit 12 % Al, 20 % Ni und 5 % Kobald, Rest Fe. Die Legierungen werden nach der Herstellung durch Gießen oder Sintern bei Temperaturen oberhalb 900° C im Magnetfeld gekühlt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Alodine-Verfahren. Amerikanisches Oberflächenschutzverfahren für Aluminium und Aluminiumlegierungen. Alodine ist eine wässerige, saure Lösung von Phosphorsäure, Chromsäure und Fluoriden. Die Alodine-Schutzschichten bestehen aus ca. 53,5 % Cr-Phosphat, 21,7 % Al-Phosphat, 1,2 % Ca-Phosphat, 0,4 % AlF_3 und 23,2 % H_2O. Die Alodierung läßt sich im Tauch-, Streich- und Spritzverfahren durchführen. Es besteht hierbei eine 0,1 bis 3 μ dicke grüngelbe bzw. graue mikroporöse Schutzschicht aus Aluminium- und Chromphosphaten, die das Werkstück so gut oder besser schützt als die sonst üblichen Verfahren.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Alpaka → Neusilber.

Alphabet → Zeichen.

Alphawert, Alphazeiger, ein an eine Auswerteschaltung angeschlossener Strommesser, der in der schnurlosen → handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62) verwendet wird und den Wert α, das Verhältnis der Zahl der gerade beschäftigten Vermittlungskräfte (a) zur Zahl der an den Fernplätzen eingesetzten Kräfte (v) als Augenblickswert anzeigt ($\alpha = a/v$). Bei normaler Belastung wird ein Alphawert zwischen 0,6 bis 0,8 gemessen. Größere Werte deuten auf hohe Auslastung des Vermittlungspersonals, geringere Werte auf Überbesetzung.

Literatur: W. Gansler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Altern von Magneten. Langsame Stabilisierung der magnetischen Eigenschaften von Dauermagneten im Laufe der Zeit infolge stabiler Ausrichtung der elementaren magnetischen Dipole der magnetisierten Materie. Führt zur Abnahme der Koertzitivfeldstärke und des magn. Flusses.

Das natürliche A. wird durch langsame Gefügeänderungen verursacht und durch die entmagnetisierende Wirkung von mechanischen Erschütterungen und Temperaturschwankungen beschleunigt. Durch künstliches A. wird ein rascher Ablauf des natürlichen A. und damit eine hohe Stabilität der magnetischen Eigenschaften erreicht. Künstliches A. kann durch eine Wärmebehandlung vor und nach dem Magnetisieren sowie durch mäßige mechanische Erschütterungen der Magnete und ihr Hineinbringen in ein geeignetes magnetisches Wechselfeld erfolgen. → auch Hysteresisschleife.

alternative Leitweglenkung. Ein häufig angewandtes Leitweglenkungsverfahren. Bei der Auswahl des Leitweges wird durch einen Umwerter oder einen Markierer für jede einzelne Verbindung festgestellt, ob ein Direktweg (mit geringen Kosten) zu dem Ziel-Ortsnetz oder zu einer Fernvermittlungsstelle der nächsthöheren Netzebene besteht. Ist das der Fall, so wird über den Direktweg die Verbindung aufgebaut. Wenn nicht, dann wird die Verbindung dem Letztweg (Kennzahlweg) angeboten. Die a. L. wird immer im Zusammenhang mit automatischem Überlauf betrieben. Dabei laufen Verbindungen, die wegen augenblicklicher Blockierung nicht über den Direktweg aufgebaut werden können, auf einen zweiten Querweg oder auf den Letztweg über. Im Zuge einer Verbindung können mehrere Leitwegsteuerstellen liegen. Im Netz des Selbstwählferndienstes sind es maximal drei. Fernmeldenetze mit a. L. sind sehr anpassungsfähig an die Verkehrsstruktur und an große und kleine Verkehrsbelastungen. Gegen massive Überlastungen sind sie empfindlich. Bei richtiger Bemessung der Leitungsbündel erreichen die Netzkosten ein Minimum. Mit Hilfe des Kostenverhältnisses — d. i. das Verhältnis zwischen den jährlichen Kosten für eine Leitung des Überlaufweges und den jährlichen Kosten einer Leitung des Querweges — wird die Leitungszahl für Querwege und Überlaufwege nach Tabellen ermittelt.

Literatur: Lotze, A., und Schehrer, R.: Die streuwertgerechte Bemessung von Leitungsbündeln in Wählnetzen mit Leitweglenkung. Nachrichtentechn. Zeitschrift 1966 Heft 12. S. 719 bis 724.
Socher

Alterungseffekt → Seekabelprüfung.

Alterungsschutzmittel. Chemische Verbindungen, die z.B. dem Natur- oder Synthesekautschuk beim Vulkanisieren beigemischt werden, um die durch Sauerstoff, Ozon-, Licht-, Hitze- und Schwermetalleinwirkung bedingten nachteiligen Alterungsvorgänge der fertigen Kautschukprodukte zu verzögern. A. für Naturkautschuk sind z. B. alkylierte oder aralkylierte Diphenylamine, Phenyl- und β-Naphthylamine, 2-Mercaptobenzimidazol mit Styrol-Aralkyl-Phenolen, 5,5-Dimethylacridan usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Altfärbungen. Metallfärbungen beliebiger Art, bei denen die tiefer gelegenen Stellen dunkel (gewöhnlich schwarz) gefärbt sind. Man verwendet zu A. Schwefelleberlösung (bildet dunkle Metallsulfide) oder Arsenbäder. Auf den erhabenen Stellen wird das Schwarz durch Reiben mit einem Tuch, Bimsstein oder dergl. entfernt. Man kann auf diese Weise Alt-Kupfer, Alt-Messing, Alt-Silber, Alt-Gold usw. herstellen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Altstoffe (Fernmeldezeug). Veraltetes und verbrauchtes Fernmeldezeug wird, wenn eine Erneuerung oder Instandsetzung nicht mehr lohnend ist, ausgesondert. Da es sich hierbei laufend um beachtliche Mengen handelt, die Verwaltungs- und Lagerkosten (Altstofflager) verursachen, kommt der wirtschaftlichen Alt-Stoffverwertung besondere Bedeutung zu. Akku-Altblei und Bleischlamm sollen soweit wie möglich an Batteriefirmen oder sonstige Interessenten an Ort und Stelle veräußert werden. Andere blei- und alle kupferhaltigen A. werden vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) bewirtschaftet und zum Zerlegen an besonders dafür eingerichtete Privatbetriebe gegeben. Die gewonnenen Altmetalle werden von Hütten in Neumetalle für Beistellungen umgearbeitet. Verträge mit den Hütten und Zerlegebetrieben schließt das FTZ ab. A. wie Altzink, Eisenschrott, Gußeisen, Eisendraht, Leichtmetall-Abfälle, Altaluminium, Adremaplatten usw. werden verkauft. Nicht verwertbare A. (z.B. Betonteile, Porzellan, Gummi, Kunststoffe) werden am Anfallort beseitigt. Über die Behandlung und den Verkauf (Verfahren usw.) von A. bestehen folgende Vorschriften: D139 = Dienstanweisung für die Verwaltung und Verwertung der Altstoffe im Fernmeldewesen (DA Altst) und Richtlinien für den Verkauf von Altstoffen und ausgemusterten Gegenständen (Altstoffrichtl), die in der DA Altst als Anlage 3 abgedruckt sind. *Wigand*

Aluminieren. Aufbringen von Überzügen aus Aluminium.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Seite 4, Okt. 1965.

Aluminium, Al, Atomgewicht 26,97, ϱ 2,70, Fp 658°C, Kp 2500°C. Silberweißes, stark glänzendes Metall. Vorkommen: als Silikat, z. B. Feldspat, Glimmer, Kaolin oder als Oxyd, z. B. Bauxit. Darstellung: Tonerdehydrat wird in feuerflüssigem Kryolith gelöst und an Kohleelektroden durch Gleichstrom von hoher Stromstärke zersetzt. In den DIN 1712 »A.« sind die zulässigen Beimengungen der verschiedenen Handelssorten in 4 Blättern festgelegt. Verwendung u. a. bei der Herstellung von → Kabelmänteln und → Kabelleitungen.

Literatur: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 3, Urban und Schwarzenberg Verlag, München und Berlin. 1953.

Aluminiumbronze → Bronze.

Aluminiumdraht, Ersatz für Kupferleiter, wozu die höheren Kupferpreise und das geringe Gewicht Anreiz bieten. Die gegen Kupfer geringere Leitfähigkeit des A. läßt sich durch entsprechende Querschnittsvergrößerung ausgleichen. A. wird als Fernmeldefreileitung nicht benutzt. Die Herstellung von Linien nur mit A. ist nicht durchführbar. Dies wegen des abweichenden Durchhanges und größeren Abtriebes und weil ohne Schwierigkeiten in be-

stehende Linienzüge aus Bronze- und Kupferdrähten A. nicht eingefügt werden kann. Bei gleichem elektrischem Widerstand entspricht dem Durchmesser eines Cu-Kabelleiters 0,9 mm ein Al-Leiter 1,15 mm, dem eines Cu-Leiters 1,4 mm ein Al-Leiter 1,8 mm.

Aluminiummantel → Kabelmantel.

Aluminiummantelpresse → Kabelmäntel aus Metall, Fertigung der.

Alupol-Verfahren. Chemisches Glänzendmachen von Al und Al-Legierungen durch 3—6 Minuten Eintauchen in 95 bis 115°C heiße Mischungen von konzentrierten Säuren. (Phosphor-, Essig-, Schwefel-, Salpetersäure). Eine solche Mischung besteht z. B. aus 52,5 Gewichtsprozent Phosphorsäure, 41,6% Schwefelsäure, 4,5% rauchender Salpetersäure, 0,4% Borsäure und 0,5% Kupfernitrat.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Alu-Salzbadlötung. Aluminium ist »lötbar«, wenn man die Oxydhaut bei ca. 400°C mit einer Mischung aus $ZnCl_2$, LiCl, KCl und NaCl entfernt; dieses Flußmittel befindet sich in einer dünnen Zinkröhre, die in der Hitze schmilzt und sich dabei mit Al legiert.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Alutherm-Verfahren. Schweißung von Aluminium unter Verwendung von Thermitpatronen als Wärmequelle.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Amateurfunk wird von Funkamateuren zur eigenen Ausbildung, für den Verkehr untereinander und zu technischen Versuchen und Studien ausgeübt. Funkamateure sind ordnungsgemäß ermächtigte Personen, die sich mit der Funktechnik aus rein persönlicher Neigung ohne wirtschaftlichen Nutzen befassen. Diese Begriffsbestimmung ist international in der Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk) festgelegt, die eine Anlage zum Internationalen Fernmeldevertrag Genf 1959 ist.

Geschichtliches. Die private Beschäftigung mit der Funktechnik im Sinne des A. wurde zuerst in den USA ausgeübt, wo bereits 1914 die erste nationale Amateurfunkvereinigung, die American Radio Relay League (ARRL), gegründet wurde. In anderen Staaten bildeten sich ähnliche Vereinigungen, die sich zur International Amateur Radio Union (IARU) zusammenschlossen. Die IARU hat ihren Sitz bei der »International Telecommunication Union« (ITU) in Genf.

In Deutschland schlossen sich die »Funkfreunde« oder Amateure 1926 zum »Deutschen Amateur Sende- und Empfangsdienst« (DASD) zusammen. Sendegenehmigungen aufgrund des »Gesetzes über Fernmeldeanlagen« (FAG) v. 14. 1. 1928 erteilte die damalige Deutsche Reichspost nur an wenige Funkamateure. Daher konnten von den meisten deutschen Amateuren die Amateurbänder (Frequenzbereiche für den A.) nur empfangsmäßig beobachtet werden. Die Empfangsamateure nannten sich DE (Deutsche Empfänger) oder SWL (Short wave listener).

Nach dem 2. Weltkrieg beschloß der Wirtschaftsrat als Vorgänger der Bundesregierung am 14. 3. 1949 das besondere → Gesetz über den Amateurfunk (AFuG), das bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen einen Anspruch auf Erteilung einer Sendegenehmigung gewährt. Das AFuG wird durch Ausführungsbestimmungen ergänzt. Als Nachfolger des DASD wurde nach dem 2. Weltkrieg der Deutsche Amateur Radio Club e. V. (DARC) gegründet. Er ist als bedeutendster Amateurfunkverband in der BRD Mitglied der IARU. Dem DARC korporativ angeschlossen ist der Verband der Funkamateure der Deutschen Bundespost e. V. (VFDB). Im Bereich der Ostberliner Fernmeldeverwaltung darf der A. nur von Mitgliedern der »Gesellschaft für Sport und Technik« ausgeübt werden.

Technisches. Nachdem sich die Funkamateure zunächst mit der Erforschung der Bedingungen für den Kurzwellenverkehr befaßten, verlagert sich ihr Interesse zunehmend auf die VHF- und UHF-Frequenzbereiche (VHF = very-high frequencies = 30 bis 300 MHz; UHF = ultrahigh frequencies = 300 bis 3000 MHz). Aurora-(Nordlicht)-Reflexionen, Erde-Mond-Erde-Verbindungen sowie Funkverkehr über teils besondere Amateur-Satelliten (Oscar) sind typische Interessengebiete der Funkamateure, die auch bei wissenschaftlichen Programmen, z. B. beim »International quiet sun year« (IQSY) mitgearbeitet haben. Die Ausgangsleistung der Amateurfunksender ist von den jeweiligen Fernmeldeverwaltungen festgelegt und liegt etwa bei einigen W bis zu einigen hundert W. Als Sendearten werden i. allg. die Amplituden- oder die Frequenzmodulation, als Betriebsarten Telegrafie- oder Sprechfunkverkehr zugelassen. Auch Funkfernschreiben sowie Fernsehversuche sind unter gewissen Bedingungen erlaubt.

Betriebliches. Der A. wird unter Verwendung von Rufzeichen abgewickelt, welche die jeweilige Verwaltung den Funkamateuren zuteilt. Die Rufzeichen bestehen aus dem Landeskenner, z. B. DK2 (BRD) oder F9 (Frankreich), und 2 bis 3 Buchstaben. Die Funkamateure nennen sich selbst gern Old man (OM) und führen ihren Funkverkehr unter Benutzung eines speziellen Amateur-Codes durch, der vorwiegend aus der englischen Sprache abgeleitet ist. Zur schriftlichen Bestätigung ihrer Funkgespräche (QSO) tauschen sie QSL-Karten aus. Darin sind die wichtigsten technischen Einzelheiten der gehabten Funkverbindung sowie Angaben über die eigene Station (Funkanlage) eingetragen. Die eingetroffenen QSL-Karten dienen auch zum Erwerb von Funkdiplomen, die von den Verbänden gestiftet werden. Bei sog. Contesten (Wettbewerben) und Field-days werden die Log-Bücher (Tagebücher) der Teilnehmer als Unterlagen zur Bestimmung der Sieger ausgewertet.

Statistisches. Weltweit gab es 1966 etwa 410000 Funkamateure, von denen über 280000 in den USA, rd. 11000 in der BRD zugelassen waren.

Literatur: Werner W. Diefenbach, Das Amateur-Handbuch, Franzis-Verlag, München — Byron Goodman, The radio amateur's handbook American Radio Relay League, Newington, Conn, USA.

Laser

American Radio Relay League (ARRL) → Amateurfunk.

AMeßUe → automatische Meß-Übertragung.

Amiloc. Anstrichmittel für Polyäthylen, erhöht Glanz und Beständigkeit gegen Lösungsmittel.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Aminoplaste. Harnstoffharze, Carbamidharze, Harnstoff - Formaldehyd - Harze, Harnstoff - Formaldehyd-Kondensationsprodukte. Sammelname für Kunstharze, die durch Kondensation von Harnstoff (oder Thioharnstoff) und Formaldehyd erhalten werden.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ammoniumchlorid → Salmiak.

A-Modulation, eine Amplitudenmodulation, bei der die Endstufe des Modulationsverstärkers nach Verstärkerklasse A betrieben wird.

Ampère, André Marie, geb. 22. 1. 1775, gest. 10. 6. 1836. Physiker, zuletzt Prof. der Experimentalphysik am Collège de France Paris, Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris: Entdecker der Grundlagen der Elektrodynamik (Ampèresche Schwimmerregel) unterbreitete 1820 der Akademie den Vorschlag zur Konstruktion eines Nadeltelegrafen.
Literatur: La Cour u. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung. Bd. 2, S. 389 ff. Braunschweig: Vieweg & Sohn, 1905. Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik. Bd. 2, S. 84. Leipzig: Friedrich Brandstetter 1924. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie, S. 96ff., 107 u. 118. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. ETZ 1910, S. 570 u. 1911, S. 913. Ampère: Essai sur la philosophie des sciences. Paris 1834. Poggendorff. Websters Biographical Dictionary, C. Matschoß: Männer der Technik, ETZ 1910/1911 Telecommunication Pioneers.

Ampere: Name der SI-Einheit (→ internationales Einheitssystem) der elektrischen Stromstärke, Kurzzeichen A, ist definiert durch den unveränderlichen elektrischen Strom, der beim Durchgang durch eine wässerige Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 0,001 118 g Silber ausscheidet.

Amperestunde (Ah) ist eine Einheit für die Elektrizitätsmenge. Es ist 1 Ah = 3600 As = 3600 Coulomb (C).

Amperewindungszahl: Älterer, heute nicht mehr empfohlener Name für die elektrische Durchflutung (→ magnetische Flußgrößen, → Durchflutungsgesetz) im Sinne von Windungszahl mal Stromstärke.

Amplitude. Höchst- oder Scheitelwert einer periodisch veränderlichen Größe innerhalb einer vollen Periode. → Schwingung.

Amplitudenbegrenzung ist eine Begrenzung aller über eine Begrenzungsspannung U_B hinausgehenden Spannungswerte auf U_B. A. tritt bei allen Übersteuerungen mit Sättigungskennlinie auf, als größter Spannungswert bei mehrstufigen PCM-Systemen (→ Modulation 2.4) und zur Unterdrückung von Amplitudenstörungen bei Frequenzmodulation (→ Modulation 1.2).

Amplitudendichte → Fourier-Transformation.

Amplitudengang → Fourier-Transformation.

Amplitudenmodulation → Modulation 1.1 und 2.1.

Amplitudenmodulation (bei Wechselstromtelegrafie). → Wechselstromtelegrafie.

Amplitudenquantisierung → Quantisierung.

Amplitudensieb → Ablenktechnik. → Fernsehempfänger, → Fernsehen 2.

Amplitudenstufe → Quantisierung.

Amplitudenverzerrung → Verzerrung.

Ämter des Fernmeldewesens.
1. Geschichtliches. Selbständige Telegrafenämter (TÄ) gibt es nach Vereinigung des Post- und Telegrafenwesens in Deutschland seit 1876 in größeren Städten. Die Mehrzahl der Telegrafenstationen war damals jedoch örtlichen Postanstalten (PAnst) unterstellt. Die ersten Vermittlungsstellen für den Ortsfernsprechdienst in Berlin und Mühlhausen (1881) wurden den TÄ zugeteilt. Spätere Fernsprechvermittlungen in Orten ohne TÄ wurden den PAnst angegliedert. Mit der Ausweitung des Fernsprechers entstanden selbständige Fernsprechämter (FeÄ) (1887 in Hamburg, 1901 in Hannover). Die FeÄ in Großstädten übernahmen später auch die Aufgaben des Fernverkehrs im Fernsprechdienst. Ein selbständiges → Fernamt war ein reines Fernverkehrsamt. Planung, Bau und Unterhaltung des Liniennetzes waren vorerst in dem leicht überschaubaren Telegrafen- und Fernsprechwesen zentrale Aufgaben des damaligen Reichspostamts (oberste Reichsbehörde) oder der → Oberpostdirektionen (OPDn). Erste Ansätze zur Verlagerung dieser Aufgaben in die Amtsebene begannen 1910. Seit 1920 wurden im damaligen Reichsgebiet (in Württemberg seit 1903, in Bayern nach 1935) Telegrafenbauämter (TBÄ) eingerichtet. Die TBÄ waren zuständig für die Instandhaltung sämtlicher Telegrafen- und Fernsprechlinien, für Vorschläge zur Veränderung oder Neuanlage von Linien, für die Bauzeugbedarfsermittlung, für Kostenanschläge und Bauanweisungen, für die Erstellung neuer Anlagen, die Erweiterung der Ortsnetze, die Abnahme aller Arbeiten, für Verhandlungen mit den Wegeunterhaltungspflichtigen sowie für die Errichtung und Erweiterung technischer Einrichtungen von Fernsprechvermittlungen oder Telegrafenanstalten. Daneben hatten sie die Amtsvorsteher der Postämter (PÄ) zu beraten, die für die Betriebssicherheit der Amtseinrichtungen und Sprechstellen sowie für die Abwicklung des Betriebs verantwortlich blieben. Den TBÄ wurden schon damals für Instandsetzungen, Erweiterungen und Neuanlagen aufgrund eines jährlich aufzustellenden Arbeits- und Wirtschaftsplans Mittel zur selbständigen Bewirtschaftung zugewiesen. Sie übernahmen damit die volle Verantwortung für die Wirtschaftlichkeit und Dringlichkeit der Mehrzahl aller Bauvorhaben.

Die Aufgaben der FeÄ und TÄ blieben auch nach Bildung der TBÄ auf das Gebiet des Ortsfernsprechnetzes beschränkt. Noch nach dem zweiten Weltkrieg stand der einheitlichen Organisation im Fernmeldebau eine Vielzahl organisatorischer Lösungen für den Fernmeldebetrieb sowie für die Planung und den Bau technischer Einrichtungen gegenüber. 1949 wurden die TBÄ in Fernmeldebauämter (FBÄ) und die inzwischen gebildeten Telegrafenzeugämter (TZÄ) in Fernmeldezeugämter (FZÄ) umbenannt.

Nach dem zweiten Weltkrieg vollzog sich im Fernmeldewesen eine Entwicklung, die in vielfacher Hinsicht Parallelen zu den Entwicklungen in den 20er Jahren aufweist. Das ständig steigende Bedürfnis der Öffentlichkeit, insbesondere der Wirtschaft, nach einer schnellen und modernen Nachrichtenübermittlung führte zu einer starken Ausweitung der Fernmeldedienste. Gleichzeitig vollzog sich im Fernmeldewesen als Folge des technischen Fortschritts ein großer Strukturwandel, der in den 50er Jahren im wesentlichen durch die Einführung des Selbstwählferndienstes im Fernsprechwesen, die Automatisierung des Telegrammübermittlungsdienstes und den Ausbau des Telexdienstes gekennzeichnet war. Die Weiterentwicklung der Technik führte in allen Bereichen zu neuen Betriebsverfahren. Diese sprunghafte technische und betriebliche Entwicklung machte umfangreiche Fernmeldebauvorhaben erforderlich und setzte weitgehende Rationalisierungsmaßnahmen im Fernmeldewesen voraus. Dazu gehörte u. a. eine völlige Neuorganisation des Fernmeldewesens in der Amtsebene. Sie war eine wesentliche, nahezu kapitalunabhängige Rationalisierungsmaßnahme. 1951 wurde in Recklinghausen als Versuch erstmals ein sogenanntes »vereinigtes Fernmeldeamt« für einen geschlossenen Wirtschaftsraum gebildet. Im Fernmeldeamt (FA) Recklinghausen wurden alle Betriebs- und Fernmeldebauaufgaben aus dem → Gebiet des gleichzeitig aufgelösten FBA Recklinghausen zusammengefaßt. Weitere Betriebsversuche in anderen Gebieten folgten in den nächsten Jahren. Die Neuentwicklung hat ihren Niederschlag gefunden in den

a) Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von Fernmeldeämtern und Fernmeldebauämtern sowie für die Bewertung der Amtsleitungen (Organisationsrichtlinien für FÄ und FBÄ = OrgRichtl FÄ/FBÄ) — herausgegeben 1958, neu aufgelegt 1962 — und

b) Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von Fernmeldezeugämtern und Fernmeldezentralzeugämtern sowie für die Bewertung der Amtsleitungen (Organisationsrichtlinien für FZÄ und FZZÄ = OrgRichtl FZÄ/FZZÄ) — herausgegeben 1959 —.

Diese OrgRichtl enthalten die Grundgedanken, die Arbeitsabläufe zu vereinfachen, den Instanzenweg zu verkürzen und Verwaltungsarbeit einzusparen. So wurden große leistungsfähige Ämter (Ä) des Fernmeldewesens eingerichtet, denen bei gleichzeitigem Abbau von Kontrollen an anderen Stellen erweiterte Zuständigkeiten, z. B. in der Planung von technischen Einrichtungen, der Mittelbewirtschaftung und Rechnungslegung, eingeräumt werden konnten. In solchen Ä wurde auch die Verwendung der unbedingt erforderlichen Spezialkräfte lohnend. Den OPDn, dem → Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) und dem → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) blieben dann im wesentlichen noch Lenkungs-, Führungs-, Koordinierungs-, Überwachungs- und Entwicklungsaufgaben vorbehalten. Betriebliche Aufgaben gehören seitdem stets in die Zuständigkeit der Ämter. Mit der Auflösung des FBA München und der Neuordnung der Ä im Raum München zum 1. 1. 1968 wurde die Neuorganisation der Ä des Fernmeldewesens nach den o. g. OrgRichtl abgeschlossen (Neuorganisation → Organisation der Ämter des Fernmeldewesens).

2. Fernmeldeämter (FÄ), Telegrafenämter (TÄ) und Funkämter (FuÄ).

2.1. Stellung der Ämter. FÄ, TÄ und FuÄ sind untere Bundesbehörden. Sie unterstehen unmittelbar einer OPD.

2.2. Grundsätze für die Einrichtung der Ämter. Die Grundform des selbständigen A im Fernmeldewesen der DBP ist das FA mit allen Aufgabenbereichen (→ Bereich), die aus nachstehender Übersicht ersichtlich sind:

Aufgabenbereich	Aufgabenteilbereich	Dienststellen
1 Verwaltung	—	Amtszimmer Organisations- und Betriebswirtschaftsstelle Beratungsstelle Sozialbetreuung Hausverwaltung Ausbildungsstelle*) Kraftfahrstelle*)
2 Haushalt	—	Haushaltstelle Anweisungsstelle Hauptkasse Gebührenüberwachungsstelle
3 Teilnehmerdienste	—	Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen Fernmeldebuchstelle Fernsprechbuch-Verlagsstelle Fernmeldrechnungsstelle Buchungsstelle für Fernmeldegebühren Beitreibungsstelle Abnahmestelle für private Fernmeldeeinrichtungen
4 Fernsprechdienst (Hand) und Telegrammdienst	4 A Fernsprechdienst (Hand)	Fernsprechdienstbüro Fernsprechfernddienst (Hand) Fernsprechauskunft Fernsprechauftragsdienst
	4 B Telegrammdienst	Telegrafendienstbüro Telegrammaufnahme und -übermittlung Telegramm- und Eilzustellung Telegrammannahme (Schalter)

*) Werden zur Auslastung der Abteilungen wahlweise eingegliedert

Aufgabenbereich	Aufgabenteilbereich	Dienststellen	
5 Vermittlungs- und Übertragungstechnik	5A Planung und Bauführung	Planungsstelle für Vermittlungs- und Fernmeldestromversorgungsanlagen Planungsstelle für Übertragungsanlagen Baustelle für Vermittlungs-, Übertragungs- und Fernmeldestromversorgungsanlagen	
	5B Technischer Fernsprechbetrieb	Fernsprechentstörung Unterhaltung von Fernsprechvermittlungsstellen Fernmeldestromversorgung Maschinentechnische Stelle*)	Technisches Betriebsbüro
	5C Technischer Telegrafenbetrieb	Unterhaltung von Fernschreibgeräten Unterhaltung von Telegrafenvermittlungsstellen T-Übertragungsbetrieb T-Prüf- und Meßstelle (Außenbeamter)	
	5D Übertragungsbetrieb	Fernleitungsstelle NF- und TF-Übertragungsbetrieb Ton- und Fernseh-Übertragungsbetrieb Funkübertragungsbetrieb Funkübertragungs-Meßstelle Funkstörungs-Meßstelle Funkkontroll-Meßstelle	
6 Linientechnik	6A Planung und Bauführung	Planungsstelle für Ortsnetze Planungsstelle für Bezirkskabel Baustelle für Linien Baubedarfsstelle Linien- und Zeichenstelle	
	6B Fernmeldebau und Unterhaltung von Linien	Fernmeldebauabteilungen, Fernmeldebaubezirke und Technische Baubezirke Bezirkskabel-Baustelle Fernkabel-Meßstelle Ortskabel-Meßstelle	

*) Werden zur Auslastung der Abteilungen wahlweise eingegliedert.

Ein FA ist im allgemeinen für sämtliche Aufgaben des Fernmeldewesens in seinem Gebiet zuständig (→ Zuständigkeitsordnung). Ausgenommen sind der Dienst bei öffentlichen Sprechstellen und bei Telegrammannahmestellen in Postämtern (V) und ihren Amtsstellen sowie die Telegrammzustellung, soweit sie diesen untersteht. Auch Endtelegrafenstellen können Postämtern (V) unterstehen. Das zuständige FA übernimmt in diesen Fällen die betriebliche Beratung des Postamts (V). Ein FA umfaßt im allgemeinen das Gebiet einer Hauptvermittlungsstelle (HVSt); kleine HVSt-Gebiete werden aus wirtschaftlichen Gründen mit benachbarten in einem FA vereinigt. Große Knotenvermittlungsstellen (KVSt) sind den HVSt hinsichtlich der Organisation gleichgestellt. In FÄ mit allen Aufgabenbereichen sollen jedoch nicht mehr als 1500 Kräfte zusammengefaßt werden damit der Amtsvorsteher den Überblick über sein A behält und die Betreuung des Personals sichergestellt ist. Wenn in verkehrsstarken Gebieten nach vorstehenden Grundsätzen ein FA zu groß wäre, werden Ä mit nur einzelnen Aufgabenbereichen gebildet. Auch kann ein HVSt-Gebiet regional auf zwei oder mehrere FÄ aufgeteilt werden. Bei den Ä, die nicht alle Aufgabenbereiche umfassen, gibt es im wesentlichen folgende Typen:

a) FA für den Fernsprechferndienst (Hand), den Telegrafendienst, die Fernsprech- und Telegrafenvermittlungstechnik der HVSt sowie die Übertragungstechnik,

b) FA für den Fernsprechortsbetrieb, die Teilnehmerdienste und die Linientechnik,

c) TA für das Telegrafenwesen,

d) FuA für das Funkwesen.

FBÄ werden nicht mehr eingerichtet.

Gebietsmäßig kann ein HVSt-Gebiet auf mehrere FÄ wie folgt aufgeteilt werden:

a) Ein FA übernimmt das gesamte Fernmeldewesen im Gebiet der verdeckten KVSt, ein oder mehrere FÄ das gesamte Fernmeldewesen im übrigen HVSt-Gebiet.

b) Ist ein HVSt-Gebiet wirtschaftlich und geographisch geteilt, so können FÄ mit allen Aufgabenbereichen für die Teilgebiete eingerichtet werden.

Mehrere FÄ an einem Ort werden durch Zusatz von arabischen Ziffern unterschieden. Die Ziffer 1 erhält ggf. das A, das den handvermittelten Fernsprechferndienst wahrnimmt, z. B. FA 1 Hamburg.

2.3. Gliederung der Ämter. Aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen sind die Ä einheitlich in → Abteilungen (Abt), diese weiter in Dienststellen (DSt) gegliedert. Alle Aufgabenbereiche und Dienststellen sind einheitlich bezeichnet. Die Aufgabenabgrenzung und Arbeitsverteilung in den Dienststellen ist in Arbeitsorganisationsrichtlinien geregelt.

2.3.1. Amtsleitung. Die Amtsleitung besteht aus dem Amtsvorsteher (AV) und den Abteilungsleitern (AbtL). Der AV leitet das A (Direktorialprinzip). Er ist dafür verantwortlich, daß die dem A zugewiesenen Aufgaben ordnungsgemäß erfüllt werden. Er vertritt innerhalb seines Amtsbereiches die DBP außergerichtlich, soweit er allgemein oder im Einzelfall dazu ermächtigt ist. Er ist unmittelbarer Dienstvorgesetzter des Personals seines A. Die AbtL unterstützen den AV in der Leitung des A. In der ihnen unterstellten Abt leiten sie den Dienst nach vom AV zu gebenden Richtlinien. Der ständige Vertreter des AV (AbtL) übernimmt im allgemeinen eine Abt, der die Aufgabenteilbereiche 5A oder 6A (vgl. unter 2.2) zugeteilt sind. Er soll in dieser Stellung u. a. den AV durch die Koordinierung der Bauvorhaben aus der Vermittlungs-, Übertragungs- und Linientechnik entlasten. Die Anzahl der AbtL ist von Art und Größe des Amtes abhängig (3 bis 7).

2.3.2. Abteilungen. Eine Abt umfaßt einen oder mehrere Aufgabenbereiche bzw. Aufgabenteilbereiche

(s. unter 2.2). Die Abt werden nach ihren Aufgabenbereichen bzw. Aufgabenteilbereichen benannt, z. B. 1/2 oder 5A.

2.3.3. Dienststellen. Die DSt nach dem Abschnitt 2.2 sind je A nur einmal einzurichten. Die DSt wird von einem Stellenvorsteher (StV) geleitet, dem ggf. → Sachbearbeiter, Oberaufsichten, → Aufsichten und → Mitarbeiter zugeteilt sind. StV sind Beamte der Laufbahnen des gehobenen Dienstes. Mehrere kleine DSt, die sich für eine Zusammenlegung eignen, werden derart zusammengefaßt, daß in der zusammengefaßten Organisationseinheit ein Beamter einer Laufbahn des gehobenen Dienstes ausgelastet ist. Bei einer Zusammenfassung von mehreren DSt unter einem StV bleiben die einzelnen DSt-Bezeichnungen erhalten.

2.3.4. Fernmeldebezirke (FBz). Zur Vereinfachung der Arbeitsabläufe sollen Arbeitsvorgänge möglichst in der Ebene abgeschlossen werden, in der sie entstehen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden FBz außerhalb des Sitzes des FA eingerichtet. Fernmeldebezirksleiter (FBzL) sind Beamte der Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes. Ein FBz umfaßt im allgemeinen ein oder mehrere verkehrsgünstig zueinander gelegene KVSt-Gebiete, in Ausnahmefällen auch Teile eines KVSt-Gebietes (große Ortsnetze). Der FBzL ist in seinem Bezirk für alle Aufgaben des Fernmeldewesens (im allgemeinen jedoch ohne Fernmeldebau und Unterhaltung von Linien) verantwortlich. Entscheidungen von allgemeiner oder wesentlicher Bedeutung gehören in die Zuständigkeit des FA. Hinsichtlich der Tätigkeiten aus den verschiedenen Aufgabenbereichen ist der FBzL dem zuständigen AbtL unterstellt. In ländlichen Verhältnissen kann dem FBzL auch der Fernmeldebau und die Unterhaltung von Linien unterstellt werden. Der FBzL übernimmt damit auch voll die Aufgaben des Fernmeldebezirksbauführers. Bei FBz werden keine DSt eingerichtet. Für Orte außerhalb des Sitzes des FA, die zu keinem FBz gehören (z. B. weil die Einrichtung von FBz unwirtschaftlich oder die Lage zum FA verkehrsgünstig ist), übernehmen die zuständigen DSt des FA die Personalführungs- und Fachaufgaben. Am Sitz der FÄ werden keine FBz gebildet.

2.3.5. Fernmeldebauabteilungen (FBAbt), Fernmeldebaubezirke (FBBz) und Technische Baubezirke (TBBz). Zur Durchführung der unmittelbaren Aufgaben im Fernmeldebau und in der Unterhaltung von Linien ist das Gebiet eines FA, soweit es Aufgaben der Linientechnik wahrnimmt, regional in FBBz eingeteilt. In ländlichen Gegenden werden diese Aufgaben ggf. FBz zugeteilt, wenn dies wirtschaftlicher ist (s. unter 2.3.4). Für den Aufbau von technischen Einrichtungen der Vermittlungs- und Übertragungstechnik bestehen daneben Technische Baubezirke (TBBz), die weiter in Technische Bautrupps gegliedert sind. Für andere besondere Fachaufgaben werden keine Baubezirke gebildet. Die FBBz sind wie die FBz nach KVSt-Bereichen abzugrenzen. FBBz werden auch für das Gebiet eines großen Ortsnetzes oder für Teile davon eingerichtet. In diesem Fall wird das Ortsnetzgebiet unter Berücksichtigung der Ortsnetzstruktur (Anschlußbereiche) aufgeteilt. In Großstädten mit mehreren FBBz bestehen zur Entlastung der AbtL 6B (s. unter 2) eine oder mehrere Fernmeldebauabteilungen (FBAbt). Sie müssen dauernd mindestens drei FBBz umfassen und werden von Abteilungsbauführern (Beamte der Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes) geleitet. Die FBBz werden von Fernmeldebezirksbauführern (Bezirksbauführern) geleitet, die gleichfalls Beamte der Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes sind. Zum FBBz gehören im Innendienst: Geschäftszimmer (Personal- und Lohnangelegenheiten, allgemeine Büroaufgaben), Einsatzplatz (Bauvorbereitung, Arbeitsvorbereitung, Einsatzlenkung, Bauabschluß), Schaltplatz und Lager. Künftig sollen die Fernmeldebezirksbauführer ggf. je nach Arbeitsumfang durch einen oder mehrere Fernmeldebauleiter (Beamte der Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes) unterstützt werden. Im Außendienst sind bei den FBBz eingesetzt: Fernmeldebautrupps (FBTr) (8 bis 12 ausführende Kräfte, die Fernmeldehandwerker oder Fernmeldearbeiter sind), Kräfte zum Einweisen und Beobachten sowie zum Schutz von Fernmeldeanlagen bei Arbeiten Fremder, Schaltwarte und Sprechstelleneinrichter. Die FBTr werden von Bautruppführern (Beamte der Laufbahn des mittleren fernmeldetechnischen Dienstes) geleitet. Ihnen sind zur Unterstützung mitarbeitende → Vormänner zugeteilt. Die FBTr werden entweder für regionale oder fachliche Aufgaben eingerichtet. FBTr für regionale Aufgaben sind in ländlichen Gegenden auch abgesetzt in Orten außerhalb des Sitzes des FBBz untergebracht. Eine geplante Neuorganisation der FBBz sieht für die Zukunft weder eine regionale Unterteilung der FBBz noch die Bildung von FBTr vor. Im Außendienst sollen dann Bauführer (Beamte des mittleren fernmeldetechnischen Dienstes), Schaltwarte und ausführende Kräfte (Fernmeldehandwerker, Fernmeldearbeiter), die nach Anweisung des Einsatzplatzes eingesetzt werden, beschäftigt werden.

2.4. Einordnung der FÄ. Nach den »Richtlinien für die Bewertung der Dienstposten im Bereich der Deutschen Bundespost« von 1938 (→ Dienstpostenbewertung) waren die Ämter in eine größere Anzahl von Gruppen einzuordnen. Diese Einteilung sollte der Vielseitigkeit ihrer Aufgaben, ihrer Dienstart, ihrem Umfang und dem Maß der Verantwortung und Selbständigkeit, das ihre Leitung erfordert, Rechnung tragen. Die Größe von Ämtern findet seitdem ihren Ausdruck in Punktzahlen, die anhand eines Schlüssels ermittelt werden. Dieser Schlüssel enthielt als Meßzahlen die Anzahl der Arbeitsplätze im Amt sowie die Anzahl der durch das Amt nur personell betreuten oder im Vorbereitungsdienst stehenden Kräfte. Die Einordnung der Ämter und damit die Bewertung des Amtsvorstehers (teilweise auch der Abteilungsleiter und Stellenvorsteher) baute früher mithin auf Personalzahlen auf, ohne unmittelbar die Einzeltätigkeit zu werten. Zu einer Zeit, in der alle Dienste im Post- und Fernmeldewesen nahezu gleichartige, überwiegend lohnintensive Merkmale trugen, genügte eine

derartige Schlüsselgrundlage. Rationalisierungsmaßnahmen und die Entwicklung der Technik im Fernmeldewesen (Mechanisierung, Automatisierung und Automation) führten dazu, daß für eine vergleichbare Leistung heute weniger Kräfte als in der Vergangenheit benötigt werden. Diese Entwicklung wird gegenwärtig dadurch gekennzeichnet, daß eine Verkehrssteigerung um z. B. 8 v.H. nur eine Personalvermehrung von etwa 2 v.H. erfordert. Sinkenden Personalzahlen bei den Ämtern des Fernmeldewesens stehen ständig wachsende Leistungen und damit eine steigende Bedeutung gegenüber. Daraus folgt, daß die Bewertung der Amtsleitungen im Fernmeldewesen jetzt und künftig von Personalzahlen allein nicht mehr abhängig gemacht werden kann. In Übereinstimmung mit den Grundgedanken der Bewertungsrichtlinien von 1938 wird die Bedeutung der Amtsleitung bei Ämtern im Fernmeldewesen nach den im Abschnitt 1 genannten Organisationsrichtlinien aus folgenden Merkmalen abgeleitet: Aus dem Verkehrsumfang, aus der Anzahl der zu betreuenden Kräfte, aus der Vielseitigkeit der Aufgaben, aus dem Umfang und Schwierigkeitsgrad der technischen Anlagen und Netze, aus den gegenüber 1938 wesentlich erweiterten Zuständigkeiten in betrieblichen und wirtschaftlichen Aufgaben (Planung und Haushalt) und mit geringerem Einfluß aus der Größe des Amtsgebiets.

Die FÄ, TÄ und FuÄ werden in Übereinstimmung mit vorstehenden Merkmalen nach ihrer Größe und Bedeutung aufgrund von Punktzahlen in die Gruppen A oder B eingeordnet. Die Ä der Gruppe A werden von einem Oberpostdirektor, die der Gruppe B von einem Oberpostrat oder Postrat geleitet. Die Punkte für die Einordnung der Ä in die Gruppen A und B werden anhand einer besonderen Aufstellung berechnet. Die Punktberechnung dient gleichzeitig der Festsetzung der Anzahl und Bewertung der Dienstposten für die Abteilungsleiter. Die Anzahl der Punkte für die einzelnen Grundwerte in der Punktberechnung wurde derart gewählt, daß die Anteile an Führungsaufgaben für die Amtsleitung aus den verschiedenen Aufgaben angemessen berücksichtigt sind und der Zuwachs an technischen Einrichtungen auf die Bewertung der Amtsleitung keinen unberechtigt hohen Einfluß gewinnt. Die Punktberechnungen werden von den Ä aufgestellt und von den OPDn geprüft. Das BPM ordnet die Ä endgültig in die Gruppen ein.

3. Fernmeldezeugämter (FZÄ) und Fernmeldezentralzeugämter (FZZÄ).

3.1. Stellung der Ämter. FZÄ und FZZÄ sind untere Bundesbehörden. Sie unterstehen unmittelbar einer Oberpostdirektion. Die FZZÄ werden fachlich durch das → Fernmeldetechnische Zentralamt gesteuert.

3.2. Grundsätze für die Einrichtung der Ämter.

3.2.1. FZÄ werden für das Beschaffen, Lagern, Instandsetzen und Überholen von Fernmeldezeug sowie das Versenden von Fernmeldezeug an die Bedarfsstellen eingerichtet. Der Versorgungsbezirk eines FZA umfaßt die geschlossenen Gebiete mehrerer Ämter des Fernmeldewesens. Die Größe eines FZA ist abhängig von dem Umfang der technischen Anlagen und Netze im Versorgungsbezirk. Anzahl und Lage der FZÄ sowie ihre Versorgungsbezirke werden vom BPM nach wirtschaftlichen und verkehrsgeographischen Gesichtspunkten festgelegt. FZÄ kann außerdem das Beschaffen und Lagern von bestimmten Gegenständen bzw. Gegenstandsgruppen oder das Instandsetzen und Überholen von bestimmten fernmeldetechnischen Apparaten und Geräten für benachbarte FZÄ übertragen werden. Bei einigen FZÄ sind ferner überbezirkliche Werkstätten für die Instandsetzung bestimmter Geräte- und Anlagetypen eingerichtet.

3.2.2. FZZÄ werden für das Überholen, Instandsetzen und Ändern von bestimmten fernmeldetechnischen Apparaten, Geräten und Einrichtungen sowie für das Beschaffen und Lagern von bestimmten Gegenständen bzw. Gegenstandsgruppen eingerichtet, wenn diese Aufgaben für das Bundesgebiet zweckmäßig zentral durchzuführen sind. Die FZZÄ versorgen alle FZÄ, beliefern einzelne Bedarfsstellen nur in Ausnahmefällen.

3.3. Gliederung der Ämter. Aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen sind die FZÄ und FZZÄ ebenso wie die FÄ einheitlich in Abt, diese weiter in DSt gegliedert. Gleiches gilt für die einheitliche Bezeichnung aller Aufgabenbereiche und DSt. Sie sind wie folgt festgelegt:

Aufgabenbereich	Dienststellen
Z 1 Verwaltung	Amtszimmer Organisations- und Betriebswirtschaftsstelle Personalstelle Amtsfürsorge Hausverwaltung und Maschinentechnik*)
Z 2 Haushalt	Haushalt- und Buchungsstelle bzw. Leit-Buchungsstelle Anweisungsstelle Hauptkasse oder Zweigkasse
Z 3 Lagerwirtschaft	Beschaffungsstelle I Beschaffungsstelle II Lager und Versand, Kraftfahrangelegenheiten
Z 4 Technik	Technische Stelle Prüffelder (nur bei FZZÄ) Bezirkswerkstatt F (nur bei FZÄ) Zentralwerkstatt F (nur bei FZZÄ)
Sonderaufgaben	Güteprüfung Technische Entwicklung mit Versuchswerkstatt Karteilistenstelle

*) Zur gleichmäßigen Auslastung der Abteilungen wahlweise einzugliedern.

Hinsichtlich der Amtsleitung, Abt und DSt gilt das in den Abschnitten 2.3.1 bis 2.3.3 Gesagte.

3.4. Einordnung der FZÄ und FZZÄ. Die FZÄ werden aufgrund von Punktzahlen in die Gruppen B bis D eingeordnet. Für die Punktberechnung, die Einordnung der FZÄ sowie die Festsetzung der Anzahl und die Bewertung der Dienstposten für die Ab-

teilungsleiter gelten die gleichen Grundsätze wie die für die FÄ (s. unter 2.4). Die beiden FZZÄ mit Sitz in Göttingen und Elmshorn sind in die Gruppe B eingeordnet.

4. Fernmeldeschulämter (FSÄ). Es besteht ein → Fernmeldeschulamt Darmstadt, das der Dienstaufsicht des Fernmeldetechnischen Zentralamts untersteht.

5. Zahl der Ämter (geordnet nach Arten und Gruppen).

Ämterart	Zahl der Ämter in Gruppe A	B	C	D	insges.
FÄ, darunter					
1. Grundform	57	18	—	—	75
2. Grundform, jedoch ohne Weitverkehr	16	—	—	—	16
3. nur Weitverkehr, ohne Teilnehmerdienste und Linientechnik	9	1	—	—	10
4. mit Linientechnik (= Se. 1. und 2.)	73	18	—	—	91
FÄ insgesamt	82	19	—	—	101
TÄ	2	1	—	—	3
FuÄ	—	2	—	—	2
FÄ + TÄ + FuÄ	84	22	—	—	106
FZZÄ	-	2	—		2
FZÄ	—	14	1	2	17
FSÄ	—	1	—	—	1
Ämter des Fernmeldewesens (FÄ + TÄ + FuÄ + FZZÄ + FZÄ + FSÄ)	84	39	1	2	126

Literatur: G. Hoffmann, »Die Organisation der Ämter im Fernmeldewesen« im Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1958, S. 148ff., Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Windsheim (Mittelfranken). *R. Tietz*

Amtliches Fernsprechbuch → Fernsprechbuch.

Amtliches Verzeichnis der Ortsnetzkennzahlen. Die von jedem Ortsnetz (ON) im Selbstwählferndienst (SWFD) zugelassenen ON sind in einem »Amtlichen Verzeichnis der Ortsnetzkennzahlen für den Selbstwählferndienst« (AVON) enthalten, das dem amtlichen Fernsprechbuch bei der Ausgabe beigegeben oder den Fernsprechteilnehmern besonders übersandt wird. Aus diesem Verzeichnis können die zum SWFD zugelassenen ON des Inlands und eine Auswahl der zum SWFD zugelassenen ON (bzw. Orte) des Auslands mit den dazugehörigen Ortsnetzkennzahlen sowie Länderkennzahlen und die jeweilige Sprechdauer für eine Gebühreneinheit entnommen werden. Auf der Vorderseite des Umschlags sind die Namen der ON angegeben, für die das A. gültig ist; in der Regel handelt es sich dabei jeweils um die ON des Bereiches einer Knotenvermittlungsstelle.

Amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer. Die DBP gibt als Hilfsmittel für den Telexdienst das »Amtliche Verzeichnis der Telexteilnehmer in der BRD« (AVerzTx) heraus. Das Verzeichnis ist in drei Teile gegliedert. Teil A enthält Hinweise auf den Telexdienst. In Teil B, dem eigentlichen Verzeichnis der Telexteilnehmer, sind alle Orte, in denen sich Telexstellen befinden, in alphabetischer Reihenfolge aufgenommen. Unter dem Ortsnamen sind, wenn das Fernsprechortsnetz den gleichen Namen hat, in alphabetischer Ordnung diejenigen Telexteilnehmer eingetragen, deren Telexstellen im Gebiet des betreffenden Fernsprechortsnetzes liegen. Neben einem Ortsnamen, der nicht zugleich Name eines Fernsprechortsnetzes ist, wird auf das Fernsprechortsnetz hingewiesen, unter dem ein Telexteilnehmer eingetragen ist. Aufgeführt werden der Name des Telexteilnehmers, Angaben über die Lage der Telexstelle, die Telexnummer des Anschlusses und die Kennung (Namengebertext) der Fernschreibmaschine. In Teil C, dem Verzeichnis der Kennungen (Namengebertexte), sind in numerischer Ordnung die Kennungen eingetragen. Auf die Kennung folgen der Name des Teilnehmers, der Ort und die Telexnummer. Beim Haupteintrag sind für jeden Hauptanschluß bis zu drei aufeinanderfolgende Druckzeilen gebührenfrei. Wenn weitere Zeilen beansprucht oder zusätzliche Einträge (Nebeneinträge) verlangt werden, so wird für jede Ausgabe des Verzeichnisses je Druckzeile eine Gebühr erhoben, die sich nach der Auflagenhöhe richtet. Für jeden Telexhauptanschluß wird ein Exemplar des AVerzTx gebührenfrei geliefert. Es bleibt Eigentum der DBP und muß zurückgegeben werden, wenn die nächste Ausgabe ausgehändigt oder der Telexanschluß aufgehoben wird. *Schultz*

amtsberechtigte Nebenstelle → Nebenstellenanlage.

Amtsberechtigung. Unter A. wird die einer Sprechstelle eingeräumte technische Möglichkeit und das Recht verstanden, über eine Amtsleitung die Ortsvermittlungsstelle (Amt) zu erreichen und hierüber Ortsgespräche sowie Ferngespräche zu führen. Hauptanschlüsse sind ihrer Bestimmung nach immer amtsberechtigt. Bei Nebenstellenanlagen (NStAnl) kann der für die NStAnl Verantwortliche die A. für die angeschlossenen Nebenstellen (N) einschränken oder verhindern. Die N. können hierdurch folgendermaßen geschaltet sein:

1. Vollamtsberechtigt: Eine solche N. kann in kommender und gehender Richtung uneingeschränkt mit Amtsleitungen verbunden werden. Durch Schaltungsmaßnahmen in der Vermittlungseinrichtung der NStAnl kann dabei jedoch das Erreichen der Fernebene in abgehender Richtung ausgeschlossen werden, so daß solche Anschlüsse nur ortsamtsberechtigt oder orts- und fern(amts)berechtigt betrieben werden können. Eine Nebenstellenanlage muß mindestens eine amtsberechtigte N. besitzen.

2. Halbamtsberechtigt: Solche N. können über die NStAnl wie die amtsberechtigten N. z. B. bei → Durchwahlanlagen von der OVSt her direkt erreicht werden. In abgehender Richtung können sie die OVSt jedoch nur durch Vermittlung der Abfragestelle der NStAnl erreichen. Umlegen eines Amtsgespräches von einer anderen amtsberechtigten N. auf eine halbamtsberechtigte ist möglich.

Für jede der amts- und halbamtsberechtigt geschalteten N. ist die → Amtsberechtigungsgebühr fällig.

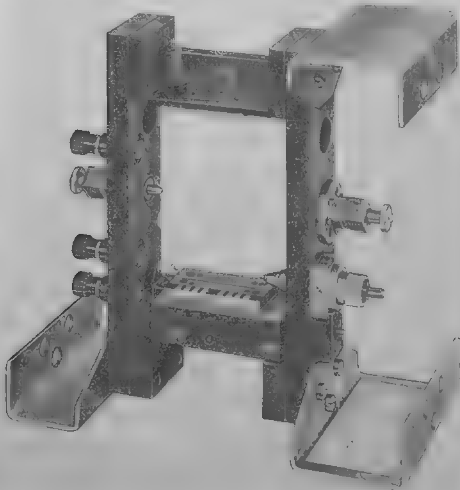
3. Nichtamtsberechtigt: Solche N. können mit N. innerhalb des Sprechstellennetzes der NStAnl verbunden werden (Internverkehr, auch zwischen Haupt- und Unteranlagen). Ferner ist der Sprechverkehr über Querverbindungen mit den N. der anderen NStAnl zulässig. Die Verbindung mit Amtsleitungen auch über die Abfragestelle sowie durch Gesprächsumlegung ist jedoch ausgeschlossen.

Die Begriffe zu 1 bis 3 werden auch auf die Nebenanschlußleitungen zwischen Haupt- und Zweitnebenstellenanlagen sowie auf Querverbindungen angewandt. *H. Fischer*

Amtsbezeichnung. Die A. ist die dienstliche Bezeichnung eines Beamten, die das ihm übertragene Amt nach Aufgabenbereich und Bedeutung in der Verwaltungsorganisation kennzeichnet, z. B. Fernmeldewart, Fernmeldesekretärin, Technischer Fernmeldeamtmann. Rechtliche Grundlage für die A. ist das → Bundesbeamtengesetz. Es bestimmt im wesentlichen: Die A. wird grundsätzlich vom Bundespräsidenten festgesetzt. Sie darf auch außerhalb des Dienstes und von Ruhestandsbeamten mit dem Zusatz »außer Dienst (a. D.)« geführt werden. Maßgebend für die A. ist das → Bundesbesoldungsgesetz mit den Besoldungsordnungen A und B. Zu unterscheiden von der A. sind die → Dienstbezeichnung und die Funktionsbezeichnung, die den Tätigkeitsbereich des Beamten verdeutlicht (z. B. Bezirksbauführer, Fernmeldebezirksleiter).

Amtslehre und Kontrollgerät zur A. sind Geräte zum Einstellen und zur Kontrolle von Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD)-Laufwerken bei den Vermittlungsstellen. Für die Einstellung der Laufwerke gelten die besonderen Einstellangaben der Herstellerfirmen. Für 4- oder 8armige Laufwerke werden getrennte A. benötigt (Bild 1 und 2). Das Kontrollgerät zur A. (Bild 3) dient zur Kontrolle der Prüf- bzw. Markierarmeinstellung n der A., der Motorkontakteinstellung und der Kontrolle der Verdrahtung aller Kontaktarme von der Steckerleiste bis zum Armkontakt auf Durchgang und Vertauschung. Markier-, Prüfarmeinstellung und Verdrahtung werden durch eine Berührungsanzeige der Arme mit der Lehrenkante durch Lampenanzeige kontrolliert.

Bild 1. Amtslehre 4armig.



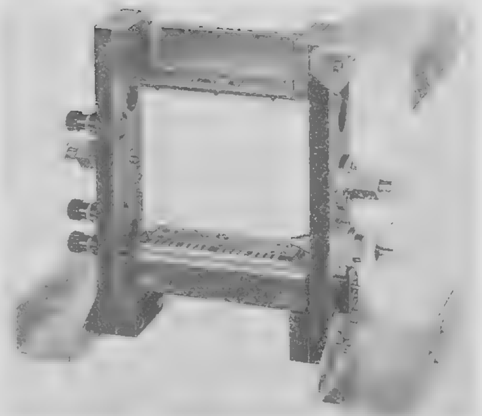


Bild 2. Amtslehre 8armig.

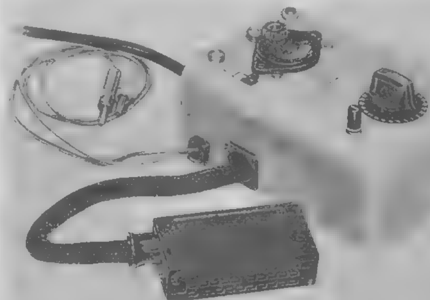


Bild 3. Kontrollgerät zur Amtslehre.

Literatur: Der Edelmetall-Motor-Drehwähler EMD-Wähler, Sonderdruck aus Fernmeldetechnischer Atlas, R. v. Deckers Verlag G. Schenck, Hamburg. *Steinhoff*

Amtsleitung bei Ämtern des Fernmeldewesens → Ämter des Fernmeldewesens.

Amtsleitung mit und ohne Sperrung. Wird bei mittleren und großen NStAnl eine Amtsleitung in ankommender Richtung von der OVSt her belegt, so wird sie in der Regel gegen jede Belegung in abgehender Richtung gesperrt, nur bei Abfragestellen kann das ankommende

Gespräch angenommen werden. Bei kleinen NStAnl braucht dies jedoch nicht zu sein. Bei Amtsleitungen ohne Sperrung (offene Amtsleitung) kann jede Nebenstelle (N.) das ankommende Gespräch entgegennehmen. Der Anruf wird bei dieser Schaltungsart allen N. durch ein allgemein wahrnehmbares Signal hörbar gemacht.

Amtsnachbildung → Verbindungsaufbau in der Fern-VStHand F 36.

Amtsrufweiterschaltung in Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Ruf.

Amtsstellen des Fernmeldewesens sind die gemeindlichen öffentlichen Sprechstellen; sie sind den Fernmeldeämtern unterstellt.

Amtsvorsteher → Ämter des Fernmeldewesens.

Amylazetat, essigsaurer Amylester, $CH_3CO \cdot OC_5H_{11}$, Molekulargewicht 130, ϱ 0,869, n_D 1,4038, Kp 138°C. A. ist eine wasserklare, farblose Flüssigkeit von birnenartigem Geruch. Darstellung: technisch durch Veresterung eines Gemisches von wasserfreiem Natriumazetat und Amylalkohol mit konzentrierter Schwefelsäure. Verwendet wird A. als Lösungsmittel.

anaerober Boden → Bodenaggressivität.

Analog-Digital-Umsetzer. Der A. bildet einen wesentlichen Bestandteil jedes → Digitalmeßgerätes. Er löst zwei Aufgaben: Messen des Analogwertes und Umsetzen dieses Ergebnisses in eine Zahl oder in ein entsprechendes Digitalsignal (z. B. Impulsserie). A. quantisieren den Analogwert und stellen fest, wie oft eine Bezugsgröße, die Quantisierungseinheit, im analogen Eingangssignal enthalten ist. Je kleiner die Quantisierungseinheit, um so größer ist das Auflösungsvermögen und die mögliche Genauigkeit. Man unterscheidet im Prinzip drei Verfahren der Umsetzung:

1. Das direkte oder Ableseverfahren. Bei Unterteilung des Gesamtbereiches in n Teile werden n geeichte Normale benötigt. Vergleich in einem Meßschritt, daher kürzeste Meßzeit.

2. Das Iterationsverfahren. Es werden mehrere Meßschritte gemacht und der Meßwert durch eine Kombination mehrerer abgestufter Normale nachgebildet. Ein Minimum hinsichtlich der Anzahl der Schritte wird erreicht, wenn sich die Normale jeweils um den Faktor Zwei unterscheiden.

3. Das Zählverfahren. Es wird nur ein Normal benötigt. Durch Zählung wird festgestellt, wie oft es in der zu bestimmenden Größe enthalten ist. Bei Unterteilung des Bereichs in n Teile sind n Meßschritte erforderlich.

Viele A. verwenden Kombinationen der drei genannten Verfahren.

Man unterscheidet ferner integrierende A. und solche für den Momentanwert der Meßgröße.

Integrierende A., z. B. Spannungs/Frequenz-Umsetzer mit anschließendem Frequenzmesser, werden dort angewandt, wo eine von Störspannungen überlagerte Gleichspannung genau gemessen werden soll.

Momentanwert-A. werden bei der Quantisierung von sich schnell ändernden Größen benutzt, z. B. bei Pulscodemodulation.

Für sehr genaue Messungen benutzt man häufig Analog-Digital-Umsetzer nach dem Kompensationsprinzip. Sie enthalten als Kernstück genaue Digital-Analog-Umsetzer in der Rückführung (→ Coder).

Literatur: M. Jahn, Digitale Meßtechnik, VDE-Buchreihe, Bd. 9 — K. Euler, Neue Prinzipien zur Analog-Digital-Umwandlung und deren optimale Auslegung, Frequenz, Bd. 17 (1963), Nr. 10, S. 364—370 — VDI-Berichte, Nr. 78, Digitale Meßtechnik (1964) — G. Wehrle, ATM-Blatt J 0770-1 (April 1964) — E. Unger, ATM-Blatt J 077-5 (Oktober 1965) — W. Müller, Die Analog-Digital-Umsetzung, Elektronik 14, Nr. 10 (Oktober 1965), S. 307—310 — J. Breunig und M. Kürner, Elektronische Spannungs-Frequenz-Umformer für die Digital-Meßtechnik, ATM-Lfg. 356 (1965).

Thöner

Analogtechnik. Wiedergabe und Übertragung von funktionalen Abhängigkeiten physikalischer Größen als Ganzes durch analog verlaufende Abhängigkeiten elektrischer Ströme und Spannungen als Funktionen von Zeit und/oder Ort. Lineare Analogschaltelemente sind z. B. → Potentiometer, → Verstärker; nichtlineare Schaltelemente: → Dioden, → elektrische Filter. Die Analogtechnik ist nur soweit anwendbar, als man Analogschaltelemente zur Verfügung hat, deren Funktionsweise der Problemstellung entspricht.

Analogübertragung. Bei der Analogübertragung (→ Analogtechnik) wird die aus einer kontinuierlichen Nachrichtenquelle stammende Nachricht mittels analoger Wandler in ein elektrisches Signal abgebildet. Praktische Beispiele für analoge Wandler sind z. B. die Modulationswandler, die Signalfunktionen (z. B. Sprachsignale) auf einer Trägerfrequenz (z. B. AM) abbilden. Die Analogübertragung unter Benutzung von Modulationswandlern ist jedoch nicht auf kontinuierliche Modulationsverfahren (AM, FM) beschränkt; auch diskontinuierliche Modulationsverfahren (PAM, PLM, PFM) sind analoge Übertragungsverfahren. Der Vorteil der Analogübertragung liegt in der verhältnismäßig einfachen Abbildungsmöglichkeit der Nachricht. Dieser Vorteil wird jedoch durch die Abbildungsfehler der Wandler eingeschränkt. Hinzu kommt als Nachteil der A., daß das bereits mit dem Abbildungsfehler der Wandler behaftete Signal längs der Übertragungsstrecke durch von außen eindringende Störungen einen weiteren Verlust an Abbildungsschärfe erleidet, d. h. das Verhältnis der Nutzenergie zur Störenergie wird mit wachsender Entfernung immer ungünstiger. Durch Wahl geeigneter Wandler und Modulationsverfahren läßt sich diesen Auswirkungen innerhalb gewisser Grenzen begegnen; durch den Übergang zur → Digitalübertragung lassen sich in vielen Fällen die Nachteile der Analogübertragung vermeiden. *Irmer*

Analysatoren → Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst.

Analyse logischer Schaltungen → logische Schaltungen.

Analyseverfahren → Frequenzerzeuger, dekadischer, → Frequenzanalyse.

Analysiermeßplatz. Der A. dient zur Durchführung der Fourier-Analyse von Klängen und Geräuschen (Tonfrequenzanalysator, Spektrometer) oder zur Bestimmung von Oberwellenanteilen bei nahezu sinusförmigen Spannungen sowie zur Analyse von Spannungsgemischen (Klirranalysator, selektives Voltmeter) oder zur Analyse von Körperschall und Maschinengeräuschen sehr tiefer Frequenz (aktive RC-Filterschaltungen).

A. sind je nach Anwendungszweck entweder mit einem veränderbaren, über den gesamten Analysierfrequenzbereich durchstimmbaren Filter versehen oder enthalten mehrere über den Frequenzbereich verteilte feste (Oktav- oder Terz-) Filter, deren Durchlaßbereiche aneinanderstoßen oder sich überlappen und die gleichzeitig oder zeitlich nacheinander eingeschaltet werden können. Die meisten A. arbeiten nach dem Überlagerungsverfahren mit einem Filter mit fester Bandmittenfrequenz.

A. gibt es sowohl für die Analyse periodisch wiederkehrender als auch für die Analyse einmaliger Vorgänge. Im ersteren Fall können die verschiedenen Komponenten eines Gemisches zeitlich nacheinander ausgefiltert und gemessen werden, im zweiten Fall müssen entweder mehrere parallelgeschaltete Bandfilter die Analyse gleichzeitig vornehmen, oder aber der Vorgang wird aufgenommen und dann für den Analysiervorgang von einer Magnettrommel oder einer Magnetbandschleife wiederholt abgespielt. Das Ergebnis wird entweder an einem Instrument (Amplitude der gesuchten Komponente) oder an der Skala (Frequenzlage der gesuchten Komponente) des veränderbaren Filters abgelesen oder aber die Amplitude wird mit einer Schreibvorrichtung als Oszillogramm oder auf einem Oszillographenschirm als Bild über der Frequenz dargestellt. → Suchtonanalysator, → Frequenzanalysator. *Sommer*

Anbau-Lochstreifenempfänger. Zusatzgerät einer Fernschreibmaschine zum gleichzeitigen Empfang einer üblicherweise in Druckschrift empfangenen Nachricht in Form eines Lochstreifens. Das Gerät wird unmittelbar durch die Empfangswählschienen der Fernschreibmaschine gesteuert, so daß im allgemeinen keine unterschiedlichen Zeichen empfangen werden können. Wichtiges Gerät für Umtelegrafierungen und Büroaufgaben. → Lochstreifengeräte.

Anbau-Lochstreifensender. Zusatzgerät einer Fernschreibmaschine für automatisches Senden von Lochstreifen-Informationen oder einer als Lochstreifen empfangenen Nachricht. Gewährt beste Leitungsausnutzung, indem mit jeweils höchster Zeichengeschwindigkeit gearbeitet wird. Wichtiges Gerät für Amts- und Teilnehmerbetrieb.

Anbietzeichen → Auslandsrichtungskoppler.

Anderson-Kennelly-Meßverfahren → Seekabelmessungen.

Andover. Erdefunkstelle der AT & T Co. USA. Technische Einrichtungen: Voll steuerbare, radomgeschützte → Hornparabolantenne (Länge 48 m, Apertur-Durchmesser 20,6 m. Gewinn: 61 dB bei 6 GHz (Sender), 58 dB bei 4 GHz (Empfänger). Halbwertsbreite 0,16° bei 6 GHz) (Bild 1). Eigennachführung, Programm- und Handsteuerung. Leistungssender 3 kW mit Wanderfeldröhre, parametrischer Vorverstärker. Zusätzliche Nachführhilfen: Command Tracker mit 4fach-Wendelantenne, Halbwertsbreite 20° bei 136 MHz und Precision Tracker mit 2 m-Parabolantenne, Halbwertsbreite 2° bei 4 GHz. Andover ist Telecommand- und Telemetrie-Station für TELSTAR-, RELAY- und INTELSAT-Systeme.

Ändern → Betreiben.

Änderung und Erweiterungen von Privatfernmeldeanlagen. Die Änderung oder Erweiterung genehmigungspflichtiger Privatfernmeldeanlagen (PrFAnl) bedarf grundsätzlich der vorherigen Genehmigung durch die DBP (§ 9 Abs. 1 Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV). Ausgenommen von der vorherigen Genehmigung sind Änderungen oder Erweiterungen, die

1. in der Genehmigungsurkunde ausdrücklich zugelassen sind oder
2. sich auf dasselbe Grundstück beschränken, ohne daß dabei Fernmeldeanlagen der DBP gekreuzt werden.

Änderungen und Erweiterungen nach 2. sind aber anzeigepflichtig (§ 9 Abs. 2 PrivFmAnlV). Bei Verletzung dieser Anzeigepflicht kann die DBP die Genehmigung widerrufen oder die Einstellung des Betriebs der PrFAnl fordern. Die Anzeigepflicht für Änderungen und Erweiterungen einer PrFAnl auf demselben Grundstück entfällt, wenn in der Genehmigungsurkunde die Lage der Leitungen und Linienzüge nicht näher festgelegt ist.

Änderung einer Gesprächsanmeldung. Der Anmelder kann seine G. (→ Anmelden der Gespräche), solange ihm die Verbindung noch nicht bereitgestellt ist, innerhalb der → Gültigkeitsdauer der Anmeldung ändern lassen, z. B. durch → Befristung, → Zurückstellung, Umleiten am Bestimmungsort, Ä. der → Dringlichkeitsstufe, Berichtigung der irrtümlich falsch angegebenen eigenen Rufnummer oder der des Verlangten (→ Falschanmeldung), Ä. eines gewöhnlichen Gesprächs in ein → V-Gespräch, → XP-Gespräch usw. . . .

Änderung im Namen des Teilnehmers. Ändert sich der Name eines Teilnehmers (Tln) oder tritt eine Änderung in der Person des Tln (anders als durch → Übertragung) ein, so ist der Tln verpflichtet, dies innerhalb eines Monats der DBP anzuzeigen und eine Umschreibgebühr zu entrichten. Beispiele für Ä. sind: Erbgang, Umwandlung juristischer Personen, Eintreten einer Ehefrau neben den Ehemann in das Teilnehmerverhältnis.

Änderung in der Person des Teilnehmers → Änderung im Namen des Teilnehmers.

Anfangsfeld → Streckenblock.

Anfangspermeabilität → Hystereseschleife.

Anfangsphase → Fourier-Transformation.

Anfangswert → Laplace-Transformation.

Anfragen im Ausland → Auskünfte im handvermittelten Ferndienst.

Angebot → Verkehrsangebot.

Angebotsprüfung im Beschaffungswesen der DBP → Preisbildung.

Angestellte der DBP. Arbeitnehmer sollen Angestellte sein, wenn sie eine angestelltenversicherungspflichtige Tätigkeit ausüben. Sie leisten i. allg. überwiegend geistige Arbeit (Kopfarbeit). Im Fernmeldewesen werden Angestellte vor allem beschäftigt als Nachwuchskräfte für den mittleren Fernmeldedienst (weibliche Kräfte), aber auch z. B. als Wissenschaftliche Mitarbeiter, Technische Angestellte und Zeichner sowie in der Datenverarbeitung. Tarifrechtliche Einzelheiten → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost.

Anhalten von Telegrammen → Abfassen der Telegramme.

anisotrop bezeichnet Material mit von der Richtung der Raumachsen abhängigen physikalischen Eigenschaften.

ankommend betriebene Leitung (Ltg) ist eine Ltg, die richtungsgebunden nur in ankommender Richtung betrieben wird. Gegensatz: → abgehend betriebene Ltg und wechselseitig betriebene Ltg.

ankommender Verkehr ist derjenige Teil des V., der aus der Sicht des Teilnehmers (Teiln) von anderen Teiln ausgeht und bei ihm endet; im handvermittelten → Ferndienst derjenige Teil des V., der aus der Sicht einer beim Verbindungsaufbau (→ Verbinden im handvermittelten Ferndienst) zwischengeschalteten Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) von anderen FernVStHand angefordert und unmittelbar zum verlangten Teiln oder zu einer weiteren FernVStHand weiterverbunden wird. Gegensatz: → abgehender Verkehr. Der Arbeitsaufwand für den a. V. ist im handvermittelten Ferndienst wesentlich geringer als der für den abgehenden V. (→ Bemessung der Tätigkeiten, → Verkehrsarten im handvermittelten Ferndienst).

Ankopplung → Kopplung elektrischer Kreise.

Ankunftsland → Bestimmungsland.

Ankunftsvermittlungsstelle im handvermittelten Ferndienst ist die Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand), die bei einem Verbindungsaufbau (→ Verbinden im handvermittelten Ferndienst) von der → Anmelde-FernVStHand zum verlangten Teilnehmer (Teiln) dann zwischengeschaltet wird, wenn das verlangte Ortsnetz nicht unmittelbar angewählt werden kann. Die B-Platzbeamtin (→ Vermittlungskraft) der A. wählt entweder den bei ihr angeforderten Fernsprechanschluß (FeAs) unmittelbar an, oder sie verbindet zu einer weiteren FernVStHand (→ Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen). Ist die A. für den verlangten FeAs gleichzeitig Anmelde-FernVStHand, wird sie »zuständige A.« genannt (→ XP-Gespräche). Die A. wird im internen Sprachgebrauch kurz mit »AnkVSt« bezeichnet.

Anlagerung → Ionosphäre.

Anlassung. Sie bewirkt die Anschaltung der in Abhängigkeit von einer einfallenden Belegung oder einer Informationsanforderung die für die Weiterleitung der Belegung oder der Informationsaufnahme und -ausgabe erforderlichen Schaltmittel.

Anlaßverteilwähler. Durch den A., einem 34teiligen Motordrehwähler, werden die FeAD-Meldeanrufe auf belegungsfähige → Platzanrufsucher verteilt. Sind alle in Betrieb befindlichen Platz- und Warteanrufsucher belegt, so veranlaßt der A. die → Abschaltung sämtlicher Meldeübertragungen.

Anlaufen eines Anstriches ist die oberflächliche Veränderung durch einen hauchartigen Belag, der den Glanz oder die Farbe beeinträchtigt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 55 945, März 1961.

Anlauflänge in Pupinleitungen → Pupinisierung.

Anlaufschritt. Deutsche Bezeichnung für → Startschritt. Bewirkt das Anlaufen der Sender- und Empfängerwelle bei einem → Start-Stop-T-Apparat.

Anlaufstrom → Emissionskennlinie.

Anmeldebezirk → Anmeldedienst f. Fernmeldeeinrichtungen.

Anmeldedienst für Fernmeldeeinrichtungen. Der A. nimmt den Kundendienst der DBP in Fernmeldeangelegenheiten wahr. Zu seinen Aufgaben gehören: Die Beratung der Kunden über Fernmeldeeinrichtungen (F-Einr), die entweder persönlich oder fernmündlich oder auf schriftlichem Wege geschieht. Unter »Kunde« versteht man sowohl alle Benutzer von F-Einr (Teilnehmer und Nichtteilnehmer) als auch die Antragsteller (ASt) und Interessenten für F-Einr.; das Annehmen der Anträge auf Einrichtung oder Änderung von F-Einr sowie deren Kündigungen;

das Erteilen der erforderlichen Bauaufträge für die Einrichtung oder Änderung der F-Einr zu dem vom Kunden gewünschten Zeitpunkt;

das Weiterleiten von Wünschen und sonstigen Anliegen der Kunden, die die Herstellung, Änderung oder Aufhebung von F-Einr nicht unmittelbar betreffen (z. B. Gebührenbeschwerden, Störungen in den technischen Einrichtungen usw.) an die hierfür zuständigen Dienststellen.

Der A. obliegt den Fernmeldeämtern (FÄ) mit dem Aufgabenbereich Teilnehmerdienste. Am Sitz dieser FÄ befinden sich »Anmeldestellen für Fernmeldeeinrichtungen (Am)«. Da der Arbeitsbereich eines FA i. allg. ein größeres Gebiet umfaßt, werden im Sinne eines guten Kundendienstes am Sitz der Fernmeldebezirke Anmeldebezirke (AmBz) eingerichtet, wenn

dies wirtschaftlich zu vertreten ist. Die Zuständigkeiten dieser AmBz sind gegenüber denen der Anmeldeplätze bei der Am eingeschränkt. Anträge usw., die nicht von einem AmBz bearbeitet werden können, werden an die zuständige Am zur Erledigung weitergeleitet. In den amtlichen Fernsprechbüchern ist die für das betreffende Fernsprech-Ortsnetz (ON) zuständige Am bzw. der zuständige AmBz im Kopfeintrag als »Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen« aufgeführt. Am und AmBz sind nach Möglichkeit im Verkehrszentrum des jeweiligen Ortes eingerichtet, damit sie von den Kunden bequem erreicht werden können. Bei den Am befindet sich ein Ausstellungsraum, in dem eine → Musterschau der gebräuchlichsten Teilnehmereinrichtungen untergebracht ist. Um einen zügigen Ablauf der Tätigkeiten in den Am und AmBz zu gewährleisten, ist jeder Anmeldeplatz mit folgenden Unterlagen ausgestattet:

1. Teilnehmerakte: Sie ist nach ON und Rufnr geordnet und dient zur Aufnahme der Teilnehmerakten.

2. Kartei der Beschaltungseinheiten (BE): Sie enthält — nach ON geordnet — alle BE (Rufnummern), die vom Anmeldeplatz zugeteilt werden.

3. Kartei der nicht sofort herstellbaren Anschlüsse: Als Karteikarten dienen die Erstschriften der Bedarfsanzeigen (BAnz). Aus ihnen ist u. a. ersichtlich, zu welchem voraussichtlichen Termin eine benötigte BE oder eine Leitung verfügbar sein wird. Die Leitungen werden von den Schaltplätzen des Fernmeldebaudienstes (FBau) verwaltet (s. Abs. 3).

4. Kartei der Grundstückseigentümererklärungen (GEE): Sie ist nach ON, Straßen und Hausnummern geordnet (s. Abs. 3).

Stellt sich bei der Bearbeitung heraus, daß der Antrag wegen Mangels einer verfügbaren BE oder einer Leitung nicht ausgeführt werden kann, so wird hiervon die zuständige Dienststelle durch eine »BAnz für eine Beschaltungseinheit« oder durch eine »BAnz für einen Stromkreis« benachrichtigt. Diese Dienststelle gibt dem Anmeldeplatz auf der 1. Antwortkarte der BAnz an, wann die BE oder der Stromkreis voraussichtlich verfügbar sein wird. Im weiteren Verlauf gelangt die 1. Antwortkarte zu der zuständigen Planungsstelle als Unterlage für Erweiterungsarbeiten in der Vermittlungsstelle oder im Kabelnetz. Mit der 2. Antwortkarte (nur bei BAnz für einen Stromkreis) wird dem Anmeldeplatz die Bereitstellung der erforderlichen Leitung mitgeteilt, damit der Bauauftrag ausgefertigt werden kann. Bei der BAnz für eine BE ist die 2. Antwortkarte nicht erforderlich. Sobald mit den Erweiterungsarbeiten bei einer Vermittlungsstelle begonnen wurde, wird dem Anmeldeplatz die Gesamtzahl der neuen verfügbaren BE (Rufnrgruppen) und das voraussichtliche Inbetriebnahmedatum mitgeteilt.

Die Anträge auf Einrichtung oder Änderung von F-Einr können nur bearbeitet werden, wenn:

1. der ASt das vorgeschriebene Antragsformblatt (Afbl) verwendet sowie richtig und vollständig ausgefüllt hat;

2. der ASt das Afbl rechtsgültig unterschrieben hat;

3. die GEE beigefügt ist oder bereits vorliegt. Wenn die herzustellende F-Einr mehrere Grundstücke berührt, müssen alle erforderlichen GEE beigefügt sein oder bereits vorliegen;

4. der Antrag ausführbar ist und die Wünsche des ASt nach den Bestimmungen der → Fernsprechordnung (FeO) zulässig sind;

5. der ASt mit Verpflichtungen aus einem früheren Teilnehmerverhältnis nicht im Rückstand ist.

Zu 2.: Die Afbl sind von Privatpersonen mit Vor- und Zunamen zu unterschreiben, bei Firmen von der Person bzw. den Personen, die auf der Fernmeldevollmacht angegeben sind, bei Behörden vom Behördenleiter oder dessen Beauftragten. Der Abdruck des Dienststempels ist stets beizufügen.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen VI, 3 B. — Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, 1960, Heft 10 u. 12 — K. Spindler u. H. Schuhmann, Die mittlere Wartezeit auf Einrichtung von Fernsprechhauptanschlüssen in Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage, Jb. des elektr. Fernmeldewesens 1967, Georg-Heidecker-Verl. *Breidt*

Anmelde-FernVStHand ist im handvermittelten Ferndienst diejenige Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand), bei der der Anmelder seine Gesprächsanmeldung (→ Anmelden der Gespräche) nach Wahl der Kurzrufnummer unmittelbar aufgibt; es ist die für ihn zuständige FernVStHand, in deren Anmeldebereich sein Fernsprechanschluß liegt. Die A. wird im internen Sprachgebrauch »AmVSt« abgekürzt.

Anmelden der Gespräche (G.) ist das Verlangen eines Fernsprechteilnehmers (Teiln) bei der für ihn zuständigen → Anmelde-FernVStHand nach einer G.-Verbindung und die Notierung dieses Wunsches auf einem G.-Blatt (→ Einheitsgesprächsblätter) durch die A-Platzbeamtin (→ Vermittlungskraft). Vor der G.-Blattaufnahme ist anhand der → Fernplatzunterlagen zu prüfen, ob der Anmelder zur Selbstwahl verpflichtet ist. Der Anmelder soll angeben 1. den → Bestimmungsort und die Rufnummer (RufNr) des verlangten Teiln, 2. den → Ursprungsort und seine eigene RufNr, 3. ggf. besondere Wünsche über Vorrang (→ Vorranggespräche) usw. Im Auslandsferndienst können statt des Bestimmungsortes die Ortsnetzkennzahl und das Land angegeben werden. Bei Anmeldungen von öffentlichen Sprechstellen wird das aufgenommene G.-Blatt mit dem Buchstaben Ö besonders gekennzeichnet. Die Vermittlungskraft wiederholt während des Niederschreibens einzeln die Angaben, bei dringenden → G.: »Dringend gegen doppelte Gebühr«, bei → Blitzgesprächen: »Ein Blitz-G. gegen zehnfache Gebühr«, im Auslandsferndienst: »Ein Blitz-G. gegen dreifache Gebühr«. Weiteres → Berechnen der Gebühren im handvermittelten Ferndienst, → Rufnummern, Aussprache der, → Herstellungswartezeit im handvermittelten Ferndienst.

Anmelden ohne Rufnummer (R.) des Verlangten. Der Anmelder soll den verlangten Anschluß mit dem Namen des Ortsnetzes (ON), wie es im amtlichen Fernsprechbuch (AFeB) steht, und der R. bezeichnen.

Sofern er die R. nicht weiß, wird sie ihm von der Auskunftsstelle (→ Fernsprechauskunftsdienst) bei einer Nachfrage bekanntgegeben. Wenn er das verlangte ON noch nicht im Selbstwählferndienst (SWFD) bzw. im vollautomatischen → Auslandsferndienst erreichen kann, darf er sein Gespräch auch ohne die R. des Verlangten anmelden. Die Herstellung solcher Gespräche verzögert sich durch das Heraussuchen der R. Solche Verbindungen werden daher nur im → Rückwärtsaufbau hergestellt. Der verlangte Teilnehmer muß bei der Anmeldung mit Namen, Wohnung, Beruf usw. so genau bezeichnet werden, daß seine R. ermittelt werden kann. Ist der verlangte Anschluß auf Wunsch des Inhabers nicht im AFeB eingetragen, so darf weder die Verbindung hergestellt noch die R. dem Anmelder mitgeteilt werden. Dem Anmelder wird empfohlen, ein → XP-Gespräch anzumelden.

Anmeldestelle → Anmeldedienst f. Fernmeldeeinrichtungen.

Anmeldewartezeit ist die Zeitspanne, die aus der Sicht des Anmelders nach beendeter Wahl der Kurzrufnummer verstreicht, bis sich die → Vermittlungskraft zur Entgegennahme der Anmeldung meldet (→ Abfragen). Die A. soll möglichst kurz gehalten werden. Die Länge ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Von der → Bemessung der Tätigkeiten, der → Platzbesetzung, d. h. dem Verhältnis vom Personal-Ist zum Personal-Soll, dem Arbeitswillen der Vermittlungskräfte, der Größe der Arbeitsgruppe, der Anrufwiederholung (jeder Anruf soll so oft wiederholt sein, daß möglichst zu jeder Tageszeit 9 Vermittlungskräfte gleichzeitig abfragen können, d. h. k = 9) und noch von anderen Faktoren.

Anmeldezeit ist der Zeitpunkt, zu dem eine Gesprächsanmeldung von der → Vermittlungskraft der Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung vom Anmelder entgegengenommen und auf einem Gesprächsblatt (→ Einheitsgesprächsblätter) notiert ist. Im Falle eines → Vorwärtsaufbaues wird als A. der Zeitpunkt des Gesprächsbeginns notiert.

Annahme von Belohnungen und Geschenken. Die A. ist im → Bundesbeamtengesetz geregelt. Hierzu hat der Bundesminister des Innern mit Rundschreiben vom 25. 1. 1962, II A 1 — 21263-352/61 — RdErl. 225/62.9 weitere Ausführungen erlassen, die für den Bereich der DBP durch Verfügungen des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen ergänzt wurden. Zu beachten sind auch die Richtlinien für die Gewährung von Belohnungen in besonderen Fällen und für besondere Leistungen, die eine Anerkennung überdurchschnittlicher besonderer Leistungen des Personals der DBP ermöglichen. Nach den entsprechenden Tarifverträgen gelten diese Bestimmungen auch für Angestellte und Arbeiter.

Anode: Positive Elektrode. Frei bewegliche Träger negativer elektrischer Ladungen bewegen sich in Richtung auf die Anode zu (→ Bremsfeldkollektor, → Korrosion).

Anodengrundschaltung → Röhren-Ersatzbild.

Anodenstromversorgung → Einbatterieanlage.

Anodisieren. Erzeugen von Oxydschichten auf metallischen Werkstoffen, vorzugsweise Leichtmetallen, in Lösungen von Säuren und ihren Salzen durch anodische Behandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 4, Okt. 1965.

Anpassung. Man kann den Scheinwiderstand eines Apparates, eines Netzwerkes oder von Leitungen so wählen, anpassen, daß bestimmte vorteilhafte Wirkungen erreicht werden. So kann man von einer Stromquelle mit gegebener EMK und gegebenem Innenwiderstand die größte Leistung entnehmen (Leistungsanpassung), wenn der Scheinwiderstand des Verbrauchers gleich dem konjugiert komplexen Innenwiderstand des Generators ist oder wenn bei Zwischenschaltung eines → Vierpols die zusammenstoßenden Scheinwiderstände am Eingang und Ausgang des Vierpols konjugiert komplex sind. Wählt man andererseits beim Anschluß einer Leitung an einen Verbraucher oder an eine weitere Leitung die Scheinwiderstände so, daß sie an der Verbindungsstelle nach beiden Seiten gleich sind, so gehen die elektrischen Wellen stetig ohne Reflexionen über die Verbindungsstelle hinweg (reflexionslose Anpassung, Anpassung von Leitungen). In der Fernmeldetechnik versteht man unter angepaßtem Scheinwiderstand stets denjenigen, bei dem keine Reflexionen auftreten.

Ist eine Leitung mit dem → Wellenwiderstand Z durch einen von Z abweichenden komplexen Widerstand W eines Verbrauchers oder einer weiterführenden Leitung abgeschlossen, so tritt am Leitungsende eine Reflexion auf, wobei nach → Leitungstheorie 1.1 das Verhältnis der Spannungen der reflektierten Welle zur ankommenden Welle an der Reflexionsstelle gleich dem Reflexionsfaktor $r = \frac{W - Z}{W + Z}$ ist. $r = 0$ ist Anpassung. Da r für die Spannungs- und Stromwelle gilt, ist das Verhältnis der reflektierten Scheinleistung zur Anpassungsleistung $|r^2|$.

Der Faktor r tritt nicht nur bei Leitungen, sondern bei jeder Reflexion oder Fehlanpassung auf. Weicht nämlich an irgendeiner Stelle einer Schaltung der angeschlossene (komplexe) Widerstand W von dem Innenwiderstand Z der ankommenden Seite ab (Stoßstelle), so liegt an W anstelle der bei Anpassung am Empfänger vorhandenen Spannung $U_1 = U_0/2$ die Spannung $U_2 = U_0 \cdot \frac{W}{W + Z}$, der Unterschied $\frac{U_2 - U_1}{U_1}$ ist r. r hat verschiedene Namen: Reflexionsfaktor, Anpassungsfehler, Fehlanpassung. r ist der Nachbildungsfehler bei einem Übertragungskreis mit dem Widerstand Z und einer → Nachbildung mit dem Widerstand W. Sind in einer Leitung mehrere oder viele Stoßstellen vorhanden, so gibt r den Rückflußfaktor, wobei

dann Z der theoretische Anpassungswiderstand ist und W der gemessene, infolge der Stoßstellen und unregelmäßigen Leitungsdaten etwas abweichende Eingangswiderstand der angeschlossenen Leitung. Das zu r gehörige, in → Übertragungseinheiten ausgedrückte Dämpfungsmaß

$$\ln \left| \frac{W+Z}{W-Z} \right| \text{Np} \quad \text{oder} \quad 20 \lg \left| \frac{W+Z}{W-Z} \right| \text{dB}$$

heißt entsprechend Reflexionsdämpfung, Anpassungsdämpfung, Fehlerdämpfung, Rückflußdämpfung.

Die Spannungsänderung infolge der Stoßstelle von U_1 auf U_2 ergibt eine Abnahme der vom Verbraucher bei Anpassung aufgenommenen Scheinleistung $P_1 = |U_0^2/4Z|$ auf $P_2 = |U_2^2/W| = |U_0^2 W/(W+Z)^2|$. Die zugehörige Dämpfung $10 \lg P_1/P_2$ heißt Stoßdämpfung, der Faktor $s = \sqrt{4\,WZ}\,/\,(W+Z)$ Stoßfaktor.

Anpassungsfaktor (m) ist nach DIN 47301 das Verhältnis U_{min}/U_{max} der durch eine Fehlanpassung auf einer nahezu verlustfreien Leitung entstehenden stehenden Welle. Der reziproke Wert heißt Welligkeitsfaktor s. Zusammenhang mit dem → Reflexionsfaktor $r : m = (1 - |r|)/(1 + |r|)$ (→ Welligkeit).
Zuhrt

Anpassungsdämpfung, Anpassungsfehler → Anpassung.

Anpassungsschaltung ist eine Schaltung zur → Anpassung.

Anpassungsübertragung dient in den → Auslandsvermittlungsstellen zur Anpassung von → Leitungszeichen internationaler Leitungen an das Wählverfahren des nationalen Netzes. Insbesondere gilt die Bezeichnung A. für internationale ankommende Leitungen mit bilateral dekadischer → Impulswahl und Leitungszeichen in Impulsform. Bei international genormten Systemen mit Codierung (CCITT-Systeme Nr. 3 und 4) heißt die A. entsprechend Code-Anpassungsübertragung. An die A. wird für die Zeit des Verbindungsaufbaus über Suchwähler ein zentral angeordnetes → Mitlaufwerk für → Wahlendezeichen (Wez) zugeschaltet. Von dort erhält die A. eine Aussage, ob der Zielbereich mit Wez oder ohne Wez arbeitet oder gar für den internationalen ankommenden Verkehr gesperrt ist. In diesem Falle wird der Verbindungsaufbau in Vorwärtsrichtung abgebrochen und → Besetztzeichen gesendet. Wird vom Abgangsland ein Wez erwartet und gibt der Zielbereich noch kein Wez ab, so formt die A. ein künstliches Wez mit einer Zeitabschaltung. Kann dagegen ein Abgangsland kein Wez aufnehmen und gibt der Zielbereich Wez ab, so wird dieses Zeichen von der A. unterdrückt (→ C-Ader-A.).

Anpassungsübertragung für Ansagedienste. Die A. hat gleiche Aufgaben wie die → Vorübertragung für Ansagedienste. Sie gibt bei Aufnahme der von der → Ansageübertragung abgegebenen Zählspannung wahlweise ein verzögertes → Wahlendezeichen mit nachfolgendem → Beginnzeichen oder nur ein verzögertes Beginnzeichen ab. Die A. wird zwischen die I. und II. Ferndienstgruppenwählerstufen geschaltet.

Anpassungsverlust → Anpassung (Fehlanpassung), → Verlustleistung einer Antenne.

Anruf. Ereignis, durch das Vermittlungseinrichtungen oder Leitungen belegt werden. Neben dieser Definition, die in der Verkehrstheorie üblich ist, bedeutet das Wort A. auch soviel wie Gesprächsankündigung beim gerufenen Teilnehmer (in Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Ruf).

Anrufanschaltesatz. A. sind Relaissätze, auf denen die Zubringerleitungen zu schnurlosen handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 (FernVStHand F 62) enden (vgl. Übersichtsbild zu → Anrufverteilung in der FernVStHand F 62). Der A. ist für vierdrähtige Leitungsführung ausgelegt. Bei zweidrähtigen Eingängen wird eine Gabelübertragung vorgeschaltet. Je nach Bedarf kann der A. für Teilnehmeranrufe und → Fernplatzansteuerung von anderen FernVStHand her eingesetzt werden. Jedem A. ist ein eigener Anrufwähler (ArW) zugeordnet. Außerdem ruft der A. parallel dazu über einen Relaissuchwähler (RSW) ein Anrufregister und informiert es über die Art des Anrufes.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128 — H. Dierssen und H. Rjosk, Wählerfernamt Mannheim. Siemens-Zeitschrift, Bd. 37 (1963), Heft 3, S. 161.

Anrufbeantworter. Automatische Anrufbeantworter ohne und mit Sprachaufzeichnungseinrichtungen sind private → Zusatzeinrichtungen für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes, die bei Abwesenheit des Anschlußinhabers dem Anrufer eine Mitteilung durchgeben und teilweise eine Nachricht des Anrufers für den Sprechstelleninhaber entgegennehmen können. Sie werden wie zweite Sprechapparate an Sprechapparate mit selbsttätiger Abschaltung der Sprechadern zu einem zweiten Apparat angeschlossen. Im AFeB sind die Teilnehmer, an deren Sprechapparat ein A. angeschlossen ist, vor der Rufnummer durch »⌕« gekennzeichnet.

Es gibt folgende Arten von A.:

1. A. ohne Sprachaufzeichnungseinrichtung mit festgelegter begrenzter Ablaufzeit, die nur zur Beantwortung eines Anrufes und Durchgabe einer Mitteilung an den Anrufer dienen. 2. A. mit Sprachaufzeichnungseinrichtung und festgelegter begrenzter Ablaufzeit, die zur Beantwortung eines Anrufes und zur Aufzeichnung einer fernmündlichen Nachricht des Anrufers dienen. 3. A. mit Sprachaufzeichnungseinrichtung und mit sprachgesteuerter Abschaltung nach Ausbleiben der aufzuzeichnenden Sprache, die zur Beantwortung eines ankommenden Anrufes und zur Aufzeichnung einer fernmündlichen Nachricht des Anrufers dienen.

A. mit Sprachaufzeichnungseinrichtung können auch für die wahlweise Verwendung als A. ohne Sprachaufzeichnung vorgesehen sein. Für die A. sind die Zeitmaße besonders festgelegt: Beispielsweise müssen A. innerhalb von 12 sec auf die Rufstromimpulse der Vermittlungsstelle ansprechen. Die Anlaufzeit vom Herstellen der Gleichstromschleife in der Anschlußleitung bis zum Beginn der Meldung sowie die entsprechende Auslaufzeit beträgt jeweils 2 sec. Die Schlußansage dauert bis zu 4 sec. Die eigentliche Melde- und Mitteilungszeit ist bei A. ohne Sprachaufzeichnungseinrichtung 50 sec und bei Geräten mit begrenzter Sprachaufzeichnungszeit höchstens 30 sec. Die Aufzeichnungszeit von A. mit Sprachaufzeichnung beträgt bei begrenzter Aufzeichnungszeit mindestens 30 sec und ist bei A. mit sprachgesteuerter Abschaltung von der Speichergröße des Sprachaufzeichnungsgerätes abhängig. Das Sprachaufzeichnungsgerät muß mittels Sprachschalter 8 sec nach Ausbleiben der Sprache abschalten und die Verbindung auslösen.

Der Ansagewortlaut der A. ist festgelegt, z. B. für A. ohne Sprachaufzeichnungseinrichtung mit der Meldung: »Hier automatischer A. — Name des Teilnehmers (kann entfallen) — Ortsnetz und Rufnummer — hier automatischer A. — Name des Teilnehmers (kann entfallen) — Ortsnetz und Rufnummer«, anschließend Wortlaut der Mitteilung an den Anrufer, dann Schlußansage: »Ende der Mitteilung«. Die Wiederholung des Meldewortlautes kann entfallen, wenn z. B. der überwiegende Teil der Anrufer auf die Möglichkeit eines angeschalteten A. vorbereitet ist. Statt des Ausdrucks »Automatischer Anrufbeantworter« kann auch ein Wortbegriff verwendet werden, der auf den Inhalt der Meldung besser abgestimmt ist und gleichfalls verständlich macht, daß ein automatisches Beantwortungsgerät eingeschaltet ist. Der Hinweis auf »Ein automatisches Gerät« muß eingefügt werden, wenn das Wort »automatisch« nicht eingangs im Meldewortlaut bereits enthalten ist, z. B. »Hier telefonischer Bestelldienst der Firma X über ein automatisches Gerät«. Für A. mit Sprachaufzeichnung gibt es entsprechende Redewendungen, wie die Aufforderung zur Übermittlung einer Nachricht mit Angabe der Mitteilungszeit bzw. mit der Aufforderung, keine längere Gesprächspause als 8 sec zu machen und die Schlußansage mit »Danke für Ihren Anruf, das Gerät hat abgeschaltet«. Ist bei A. mit Sprachaufzeichnungseinrichtung ein Sprachspeicher vollgesprochen, so werden nachfolgende Anrufe durch den A. nicht mehr beantwortet. Der Anrufer erhält den Freiton. *Paul*

Anrufdurchschaltung in handbedienten Fernvermittlungsstellen. Vor dem Ausbau des Landesfernwahlnetzes bestanden in der Bundesrepublik Deutschland zahlreiche kleine handbediente Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) in den Ausläufern des Fernleitungsnetzes. Um den hohen Personalaufwand für die Besetzung solcher kleinen FernVStHand in den verkehrsschwachen Zeiten (nachts, sonntags und samstags) einzuschränken, wurde die Technik der A. entwickelt, die das in kleinen FernVStHand aufkommende Verkehrsangebot an die übergeordnete, ständig besetzte FernVStHand weitergibt.

Literatur: W. Heidenreich und W. Stoßberg, Anrufdurchschaltung bei Fernämtern ohne Nachtdienst. Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, Bd. 10 (1957), Heft 19/20.

Anruffeld → Klinkenfeld.

Anruffrequenz → Frequenz (Funk).

Anrufklappe → Fallklappe.

Anruflampe → Fernmeldelampe.

Anrufregister → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62).

Anrufschauzeichen → Schauzeichen.

Anrufschranke ist eine fernbediente Schranke, die im Ruhezustand geschlossen ist und nur auf fernmündlichen Wunsch eines Straßenverkehrsteilnehmers vom nächsten Bahnhof oder Wärterposten geöffnet wird. A. werden nur an untergeordneten Bahnübergängen mit geringem Straßenverkehr errichtet. Zur Verständigung zwischen dem Straßenverkehrsteilnehmer und dem Schrankenwärter dienen Wechselsprechanlagen (WL). Der Straßenverkehrsteilnehmer muß an einer Sprechsäule eine Taste drücken, die beim Schrankenwärter eine Lampe zum Aufleuchten und ggf. ein akustisches Signal zur Auslösung bringen. WL-Anlage und Einrichtung zur Bedienung der Schranke sind beim Schrankenwärter in einem gemeinsamen Bedienungsgerät vereint. Hat der Straßenverkehrsteilnehmer den Bahnkörper überquert, wird die Schranke durch den Schrankenwärter geschlossen. Die WL-Anlage ist volltransistorisiert. Die Außenanlage am Bahnübergang wird ferngespeist.

Anrufsicherheit ist die Voraussetzung für die Anwendung eines Selektivruf-Verfahrens. Sie wird bestimmt von der fehlerlosen Übertragung aller Signalelemente eines Codesignals. Wegen der wechselnden Übertragungsbedingungen in beweglichen Funkdiensten ist für die Sicherheit der Übertragung die Dauer der Aussendung der Signalelemente maßgebend. Die Anzahl der Signalelemente je Selektivruf sowie die Anzahl der je Signalelement verwendeten Frequenzen sollte möglichst gering sein. Eine größere Anzahl gleichzeitig übertragener Frequenzen hätte eine Verringerung des Störabstandes zur Folge.

Größere A. kann durch mehrfache Aussendung des Rufsignals erreicht werden.

Die A. — insbesondere bei stark gestörtem Empfang — kann auch durch hohe Selektion der Auswertekreise im Decoder erhöht werden, weil damit eine Verringerung des Störabstandes verbunden ist. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich die mit der Erhöhung der Selektion verbundene Verlängerung der Einschwingzeit der Filter auch negativ auf die A. auswirken kann.

Anrufumwerter → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62).

Anrufverteileinrichtung → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62).

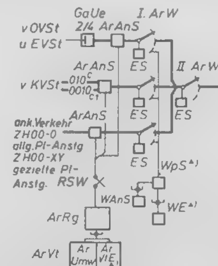
Anrufverteilung bei Abfrageplätzen von Fernsprech-Nebenstellenanlagen. In Wähl-Nebenstellenanlagen sind die Anschlußorgane für Amtsleitungen im allgemeinen unmittelbar an die → Abfragestelle angeschlossen. Bei Anlagen mit mehreren Abfrageplätzen können die Anschlußorgane für Amtsleitungen — oder innerhalb der Leistungsmerkmale auch anderer Leitungen — in Vielfachschaltung an einem zweiten oder an weiteren Abfrageplätzen wiederholt werden. Wegen technischer und betrieblicher Vorteile bietet sich mit der Weiterentwicklung der Bauelemente eine mit Abfragekonzentration bzw. Anrufverteilung bezeichnete Art der Anschaltung der Anruforgane an die Abfrageplätze an, wobei die üblichen Leistungsmerkmale »Kettenschaltung«, »Eintretezeichen«, »Halten« und »Gebührenerfassung« nicht beeinträchtigt werden.

Abfragekonzentration bedeutet, daß die Anschlußorgane nicht unmittelbar, sondern über eine gegenüber der Zahl der Leitungen verringerte Zahl von Abfragesätzen an die Abfragestelle herangeführt werden. Eine im Anrufzustand befindliche Leitung wird zum Vermitteln über ein Koppelfeld mit einem Abfragesatz eines Abfrageplatzes verbunden. Dabei hängt die Zahl der pro Abfrageplatz erforderlichen Abfragesätze davon ab, ob ein Abfragesatz beim Melden der Nebenstelle oder schon nach dem vollzogenen internen Verbindungsaufbau frei wird. Je nach Lösungsart und Beschaltung der Abfrageplätze sind bis zu 5 Abfragesätze vorgesehen. Neben dieser Abfragekonzentration bei ein- und auch bei mehrplätzigen Abfragestellen sind bei mehrplätzigen Anlagen Vielfachschaltungen mit weiteren Platzkopplern oder mit weiteren Abfragesätzen als Anrufverteilungen, ggf. auch mit größeren Koppeleinrichtungen, möglich. Bei großen Anlagen mit A. kann beispielsweise jedes Anschlußorgan für Amtsleitungen bei Anruf zu jedem Zeitpunkt an irgendeinen abfragebereiten Abfrageplatz angeschaltet werden, wobei in verkehrsschwachen Zeiten die Abfragetätigkeit auf wenige oder einen Abfrageplatz zusammengefaßt werden kann (→ Anrufwiederholung).

Die A. bewirkt bei mehrplätzigen Anlagen durch die Zuteilung der Anrufe zu den Abfrageplätzen, die gerade frei bzw. wenig belastet sind, eine gleichmäßige Ausnutzung der Abfrageplätze. Für Anrufe, die bis zur Zuteilung gespeichert werden, kann ggf. zeitgerechte Ausspeicherung erfolgen. Die günstige Ausnutzung der Abfrageplätze und die bei Anrufkonzentration bereits vorhandene übersichtliche Gestaltung des Abfrageplatzes mit höchstens 5 Abfragesätzen verringern die Wartezeiten für den anrufenden Teilnehmer und verbessern damit das Abfragen des ankommenden Amtsverkehrs (→ Schubabfragen). *Paul*

Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62). Die von den → Anrufanschaltesätzen (ArAnS) entgegengenommenen Anrufe von Teilnehmern und anderen FernVStHand werden an einen Fernplatz erst dann weitergegeben, wenn vorher zentrale Schaltglieder den an die Reihe kommenden, arbeitsbereiten Fernplatz ausgewählt haben. Ein arbeitsbereiter Fernplatz ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Vermittlungskraft das Sprechzeug angeschaltet hat und nicht gerade mit dem Aufbau einer anderen Verbindung beschäftigt ist oder ein anderer Arbeitsauftrag bereits vorliegt. Ein Fernplatz ist nicht aufnahmebereit, wenn eine Abfragetaste gedrückt ist, ein zugeteilter Anruf noch nicht abgefragt wurde, in einer bestehenden Verbindung die Schlußlampe leuchtet oder der Platz von der Betriebsaufsicht gesperrt wurde.

Bei Belegung des ArAnS wird nach dem vereinfachten Übersichtsplan für die Anrufverteilung (s. Bild) von einem Relaissuchwähler (RSW) ein Anrufregister (ArRg) ausgewählt, das die Art des vorliegenden Anrufes nach Herkunft und Ziel erkennt. Von den überzentralen Schaltgliedern der A. erhält das ArRg auf



Vereinfachter Übersichtsplan für die Anrufverteilung in FernVStHand F62.

Anfrage die zur Einstellung des Anrufwählers (ArW) notwendigen Informationen. Die Auswahl des Fernplatzes selbst ist gemeinsame Aufgabe der Anrufverteileinrichtungen (ArVtE) und des Anruf-Umwerters (ArUmw). Der ArUmw ist nur einmal vorhanden, während die ArVtE so oft vorhanden sein müssen, wie verschiedenartige Anrufe auf unterschiedliche Fernplatzgruppen zu verteilen sind. Die ArRg richten ihre Anfragen entsprechend dem mitgegebenen Ursprungskennzeichen an die jeweils zuständigen ArVtE. Sie und der ArUmw sorgen dafür, daß die Fernplätze gleichmäßig belastet werden. Teilnehmeranrufe für Inlandsgespräche werden auch Auslandsplätzen zugeteilt, wenn solche frei sind. Teilnehmeranrufe für Auslandsgespräche sollen dagegen nur an die Fernplätze gegeben werden, die als Auslandsplätze gekennzeichnet sind. Anrufe, die mangels arbeitsbereiter Fernplätze nicht sofort zugeteilt werden können, werden in der Reihenfolge ihres Einlaufens in einer für jede Platzgruppe vorgesehenen → Warteeinrichtung (WE) gespeichert und in derselben Reihenfolge wieder abgerufen. Damit die überzentralen Schaltglieder der A. die ihnen gestellte Lenkungsaufgabe belastungsgerecht erfüllen können, werden sie fortlaufend über die Besetzung und die Auslastung der Fernplätze unterrichtet. Ihnen wird auch die Unterteilung der Fernplätze in Platzgruppen und der Zustand der Warteeinrichtung gemeldet.

Die Anforderungen an die überzentralen Einrichtungen der Anrufverteilung werden entweder als

Schaltkennzeichen (bei Meldeanrufen von Teilnehmern), als Wählimpulse (bei → Fernplatzansteuerung) oder codiert (beim Umlegen auf einen anderen Fernplatz) gegeben.

Vom ArUmw wird der für die Entgegennahme des Anrufes ausgewählte Fernplatz binär bezeichnet. Das ArRg überträgt das Einstellkennzeichen mittels eines Gleichstromcodes auf den zentralen → Einstellsatz (ES) des ArW. Der ArW steuert den bezeichneten Fernplatz an und sucht in freier Wahl einen freien → Verbindungssatz (VbS) dieses Platzes aus. Damit ist die Anrufverteilung beendet. Sie beansprucht im Mittel 800 ms Zeit. — Als I. und II. ArW werden 8armige, 110teilige → Edelmetall-Motordrehwähler mit Einstellsatz verwendet.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim Mittelfranken, S. 128 — H. Dierssen und H. Rjosk, Wählerfernamt Mannheim. Siemens-Zeitschrift, Bd. 37 (1963), Heft 3, S. 161.

Gänsler

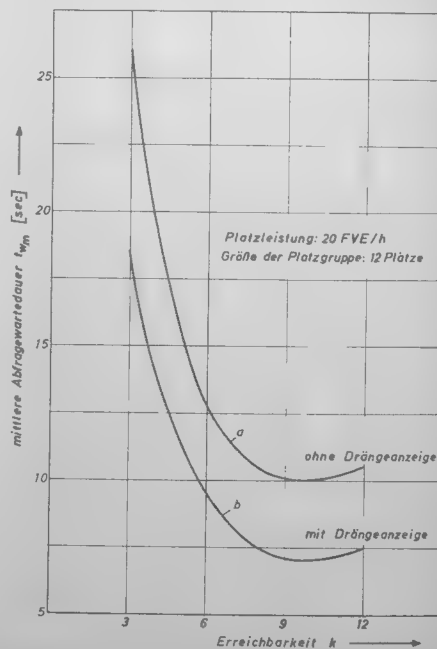
Anrufwähler → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle (FernVStHand F 62).

Anrufwartezeit ist die Zeitspanne, die aus der Sicht der → Vermittlungskraft der → Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) nach beendetem Ruf zu einer anderen FernVStHand verstreicht, bis sich dort die Vermittlungskraft zur Entgegennahme der Anforderung meldet. Die A. soll sehr kurz gehalten werden, im Inlandsdienst um 5s, im → Auslandsferndienst 80 v.H. der Anrufe am Tage in 5s, keine länger als 30s, während der verkehrsschwachen Zeit nicht mehr als höchstens 60s. Weiteres → Anmeldewartezeit, → Abfragen, → Bemessung der Tätigkeiten.

Anrufwiederholer. Der A. im öffentlichen Fernsprechnetz wiederholt die Wahl eines besetztgefundenen Anschlusses, indem er selbsttätig die Aussendung der Wahlinformation übernimmt, die gleichzeitig mit der ersten Wahl der Rufnummer durch den Teilnehmer bei ihm eingespeichert worden ist. Der A. kann bei Sprechstellen als private → Zusatzeinrichtung oder in Nebenstellenanlagen als allgemein verwendbare Ergänzungsausstattung eingerichtet werden. In Nebenstellenanlagen kann der A. einer oder mehreren Nebenstellen zugeordnet sein. Seine Einschaltung ist bei der rufenden Sprechstelle durch ein sichtbares Zeichen kenntlich zu machen. Die Zahl der selbsttätigen Anrufwiederholungen darf höchstens 12 betragen; zwischen den Wiederholungen muß eine Pause von mindestens 1 Minute liegen. Wird der Anschluß, der den A. belegt hat, während dessen Tätigkeit anderweitig besetzt, so muß der A. sich selbsttätig abschalten. Bei der Meldung des durch den A. Angerufenen ist diesem bis zur Meldung des Anrufenden laufend eine selbsttätige Kurzansage, bestehend aus den Worten »Automatischer Anruf von«, dem Namen und dem Wohnort des Anrufenden sowie den Worten »Bitte warten« oder »Sie werden verbunden«, zu übermitteln. Tritt der Anrufende nicht innerhalb von 40 sec in die Verbindung ein, so löst der A. die Verbindung selbsttätig aus. Bei Verwendung des A. für Innenverbindungen in Nebenstellenanlagen ist die Zahl der Anrufwiederholungen nicht begrenzt, es gibt keine Mindestdauer für die Pause zwischen den Anrufen. Die Ansage kann wegfallen.

Paul

Anrufwiederholung. Ein bei Abfrage- und Vermittlungsplätzen übliches Verfahren der Anrufzuführung. Dabei werden die Anrufe an mehreren Plätzen gleichzeitig und gleichwertig angeboten. Um eine gewisse Reihenfolge beim Abfragen einhalten zu können, werden mitunter die Anrufzeichen farbig gekennzeichnet. Die Anrufe sollten nicht zu oft wiederholt werden, weil die Wahrscheinlichkeit wächst, daß mehrere Vermittlungskräfte zugleich in die anrufende Leitung eintreten. Bei zu geringer Wiederholung streut die Abfragewartedauer in weiten Grenzen. Das Bild zeigt die in einer handbedienten Fernvermittlungsstelle



Mittlere Abfragewartedauer von Teilnehmeranrufen in Abhängigkeit von der Erreichbarkeit der Anrufzeichen.

mit Schnurtechnik gemessene mittlere Abfragewartedauer tw_m in Abhängigkeit von der Erreichbarkeit k der Anrufzeichen. Die geringste Wartedauer ist bei k = 9 bis 12 zu erwarten. Das Minimum der Wartedauerkurve läßt auf eine zunehmende Gleichgültigkeit der Vermittlungskräfte bei zu häufiger Wiederholung schließen. In handbedienten Fernvermittlungsstellen mit Schnurtechnik wird deshalb ein Anruf in der Regel dreimal gebracht, d. h., er kann,

da auch die Nachbarplätze einen Anruf übernehmen können, von 9 Vermittlungskräften (Erreichbarkeit k = 9) abgefragt werden.

Literatur: W. Gänsler, Die handbedienten Vermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2. *Gänsler*

Anrufzeichen. Im engeren Sinne Bezeichnung für die Anruflampe mit zugeordneter Abfrageklinke an Fernplätzen mit Schnurtechnik. Je nachdem, ob A. die Gesprächsanmeldungen von Teilnehmern oder die Anrufe von anderen handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) über → Rufleitungen und Wählleitungen (→ Fernplatzansteuerung) anzeigen, wird zwischen MAZ, FAZ und WAZ (Melde-, Fern- oder Wähl-Anrufzeichen) unterschieden.

In → Feldvermittlungen und anderen OB-Anlagen werden auch Anrufklappen und Anrufschauzeichen mit zugeordneter Abfrageklinke als A. verwendet.

Anrufzugangsregelung. Die A. hat die Aufgabe, das Verkehrsangebot an den Fernplätzen in handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) mit → Anrufwiederholung zu begrenzen, um lange Anrufwartezeiten zu vermeiden. Zu diesem Zweck wird laufend der Verkehrsangebotsfaktor β, wobei β der Quotient aus der Zahl der → Drängeanrufe b und der Zahl der besetzten Fernplätze ν ist ($\beta = b/\nu$), an einem Kontaktmeßinstrument angezeigt.

Sofern eine vorgegebene Anrufwartedauer nicht überschritten werden soll, dürfen bei geringer Besetzung der FernVStHand nur wenige, bei stärkerer Besetzung mehr Drängeanrufe zugelassen werden. Das in β-Werten geeichte Meßinstrument gibt bei großem Verkehrsangebot beim Erreichen oder Überschreiten des oberen, einstellbaren β-Grenzwertes Kontakt und sperrt den Zugang weiterer Anrufe, die durch Besetztton abgewiesen werden. Die Anrufzugangssperre wird erst dann aufgegeben, sobald der Zeiger den unteren einstellbaren Grenzwert erreicht oder unterschreitet. Die A. ist als verbessertes → Schubabfragen anzusehen.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Anrufzugangssperre → Anrufzugangsregelung.

Ansagegeräte. A. sind technische Einrichtungen zur automatischen Wiedergabe von Ansagetexten, die zuvor auf Tonband oder Magnettonplatte aufgenommen wurden. Die Geräte werden im öffentl. Netz der DBP im wesentlichen in folgenden Fällen verwendet:

Öffentliche Fernsprech-Ansagedienste. (→ Fernsprechansagegeräte). Nach Wahl der für den Fernsprech-Ansagedienst zutreffenden Rufnummer kann die u. U. bereits laufende Textwiedergabe erreicht werden (kein zeitgerechter Einsatz). → Fernsprechansagedienste; oder es handelt sich um Hinweisansagen im Verbindungsaufbau z. B. des (SWF). Sie werden erreicht, wenn sich Kennziffern geändert haben, Verbindungswege gestört sind oder wenn nicht beschaltete Rufnummern gewählt wurden. → Fernsprechhinweisdienst. Die Abhörzeit dieser Geräte ist nicht begrenzt.

Private Zusatzeinrichtungen. Bei Haupt- und Nebenstellen: Hierunter fallen automatische → Anrufbeantworter, die teils ohne und teils mit Sprachaufzeichnungseinrichtung betrieben werden. Die Melde- und Mitteilungszeit ist bei ersteren auf 50 sec bei letzteren nur durch die Laufzeit des Tonbandes begrenzt. Eine weitere Anwendungsform dieser Geräte sind Einrichtungen für die Fernansage und Fernanzeige (→ automatischer Störungsmelder). Nur bei Hauptstellen: Automatische Auskunftgeber. Sie gestatten eine längere Textansage (z. B. Kurzpredigten). Ihre Mitteilungszeit ist auf 3 Min. begrenzt. Die Geräte werden durch die eingehenden Rufe eingeschaltet und nach der Schlußansage automatisch abgeschaltet.

Private Sondereinrichtungen in NStAnl. Je nach Art der Nebenstellenanlage können an Anschlußorgane für Amtsleitungen oder Nebenstellen sowie an Gruppenwähler »Ansagegeräte zur Erteilung häufig verlangter Auskünfte« angeschaltet werden. Diese A. können amtsberechtigt oder nicht amtsberechtigt geschaltet sein. Im ersteren Fall und, wenn die Amtsanrufe ohne Vermittlung zu ihnen gelangen können, wie in Nebenstellenanlagen mit Durchwahl und in anderen NStAnl bei entsprechender Nachtschaltung, muß die Ansage spätestens 3 sec nach der Belegung beginnen oder der Rufende muß Rufzeichen erhalten. Erhält er Rufzeichen, so muß die Ansage spätestens 14 sec nach der Belegung beginnen. Die Melde- und Mitteilungszeit der amtsberechtigt geschalteten A. ist auf 5 Min begrenzt.

Ergänzungsausstattungen von NStAnl. Zur Entlastung der Vermittlungskräfte sind Kurzansagegeräte zulässig. Sie erteilen bei Amtsverbindungen dem Anrufer nach Austreten der Abfragestelle aus der Verbindung selbsttätig z. B. die laufende Ansage »bitte warten«. Bei der Beantwortung von Amtsanrufen durch die Abfragestelle dürfen ferner der Wortlaut der Meldung und andere bei der Vermittlungstätigkeit häufig vorkommende kurze Redewendungen oder Auskünfte übermittelt werden.

H. Fischer

Ansageübertragung. Die A. bildet im Orts- und Fernverkehr den Abschluß einer Wählverbindung zu den Ansagediensten. Sie verbindet den sie belegenden Wähler (I. bis III. Ortsdienst- bzw. Ferndienstgruppenwähler) mit dem → Ansagegerät und schließt die Leitung mit einem annähernd reellen Widerstand von $|\underline{R}_e| \approx 600$ Ohm ab. Daneben hat die A. folgende Aufgaben:

a) Sicherstellung der Zählung durch Anlegen der Zählspannung an die b-Ader für die Dauer der Belegung. In einer abgewandelten Ausführung der A. kann das Anschalten der Zählspannung wahlweise unterdrückt werden. b) Anlassen des zugehörigen Ansagegerätes. c) Betätigen eines Belegungszählers zur Feststellung der Belegungszahl.

Ansageverstärker. Die Verbindungsleitungen zwischen einem → Ansagegerät (AnsGt) und den daran angeschalteten → Ansageübertragungen (AnsUe) darf nur eine Länge von wenigen Metern haben, um eine genügend hohe Nebensprechdämpfung der Übertragun-

gen untereinander zu gewährleisten. Das Nebensprechen zwischen 2 AnsUe entsteht durch die Kopplung über den gemeinsamen Quellwiderstand des AnsGt und den Widerstand der Verbindungsleitung. Bei größerer Leitungslänge wird ein regelbarer Ansageverstärker zwischen Leitung und AnsUe eingefügt. Dieser hat wie ein Ansagegerät einen Quellwiderstand von < 3 Ohm und gibt eine Sprechleistung von einigen 100 mW ab, die zur gleichzeitigen Speisung von 200 AnsUe ausreicht. Dämpfungsverzerrungen durch längere NF-Leitungen können mittels eines eingebauten Leitungsentzerrers ausgeglichen werden.

Anschaltdosen → Fernsprechapparate, Dosen für.

Anschalteapparat. Fernsprechanschlüsse und Leitungen können dann nicht von den → Prüfplätzen aus über die besonderen → Prüfgruppenwähler des → Wählprüfnetzes angewählt werden, wenn die betroffenen Einrichtungen lediglich über Gruppenwählerstufen oder über Anschlußleitungen abschließende Übertragungen zu erreichen sind, nur dem abgehenden Verkehr dienen oder nicht an der Vermittlungseinrichtung enden. Betroffen sind z. B. Durchwahlanlagen, Fernsprechanschlüsse mit Leitungen für nur abgehenden Verkehr, Einrichtungen, die nicht dem Fernsprechverkehr dienen und Leitungen nach außenliegenden Nebenstellen.

Kleine Vermittlungsstellen erhalten A. für eine Prüfleitung. Die erforderliche Anschalteübertragung ist in dem A. untergebracht. Der A. für drei Prüfleitungen, bei dem die Anschalteübertragungen in einem im Hauptverteiler-(HVt-)Raum aufgestellten Gestellrahmen untergebracht sind, bietet gegenüber demjenigen für eine Prüfleitung betriebliche Vorteile.

Je nach Art des HVt ist der A. vieradrig mit den an der senkrechten Seite des HVt angebrachten Prüfklinkensätzen oder mit einem Schaltstreifen des Schaltfeldes verbunden. Die zu prüfende Leitung wird mittels einer Prüfleitungsschnur nach dem A. und somit nach dem Prüfplatz durchverbunden. *Harbarth*

Anschalteklinke → Klinke.

Anschaltenetze für Verkehrsuntersuchungen. Transportable Einrichtungen zum Untersuchen des Fernsprech- und Fernschreibverkehrs in Wähl-Vermittlungsstellen (VStW) werden vom Prüf- und Meßraum aus meistens an in → Zwischen- oder → Hauptverteilern erreichbare Anschaltepunkte (AnPkt) der Vermittlungseinrichtungen (VEinr) über A. angeschlossen. Die A. erlauben, möglichst alle zum Betrieb der Einrichtungen notwendigen Verbindungen lötfrei mittels steckbarer Verbindungsschnüre herzustellen.

Das A. der → Verkehrsgrößenabtasteinrichtung ist ein Bestandteil dieser Einrichtungen selbst. Es beginnt an den Steckverbindern der Anschalteschiene (AnSch) für das Hauptgerät im Prüf- und Meßraum und führt — vielfach geschaltet — zu den in die Zwischen- und Hauptverteiler »vorgeschobenen« Koppelrahmen mit den Koppelrelaissätzen. Hier werden die AnPkte der VEinr einzeln angeschlossen.

Bei der → Verkehrsablaufmeßeinrichtung, bei der → Verkehrsbeobachtungseinrichtung, bei der → Verkehrsmeßeinrichtung für Einzel- und Sammelanschlüsse und bei der → Probeverbindungseinrichtung werden die AnPkte der VEinr einzeln über die Adern des A. zur AnSch der jeweiligen Einrichtung geführt. Da diese Geräte meistens nicht gleichzeitig eingesetzt werden, besteht ein gemeinsames A. Die in einem Anschaltegestellrahmen untergebrachten AnSch sind zu einem Hauptanschaltefeld verkabelt. Hier können sie wahlweise mit Stichkabeln zu den Zwischen- und Hauptverteilern verbunden werden. In den Verteilern enden die Kabel an Anschaltefeldern. An sie sind die Verbindungen zu den VEinr geführt. *Hartmann*

Anschalterelais. Bei Vielfachschaltung der → Fernprüfübertragungen (FPrUe) an mehreren Prüftischen (PrT) werden die Meßleitungen von der FPrUe zum → Empfangsumsetzer über die jedem PrT zugeordneten A. durchgeschaltet. Durch diese A. wird erreicht, daß nur der mit einem → ferngesteuerten Prüfplatz prüfende Prüfplatz die Anzeige erhält.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 4/68, S. 95.

Anschaltesatz ist ein (Relais-)Schaltglied der Vermittlungstechnik, das dem Ende einer Leitung fest zugeordnet ist und die Anschaltung von Registern für den Verbindungsaufbau ermöglicht. Ein A. hat Verbindungswege sowohl zum Sprechwege-Koppelfeld als auch zum Relaissuchwähler. Im → Fernwählsystem 62 ist der A. konstruktiv mit den → Richtungswählern vereinigt.

Anschaltestöpsel → Stöpsel.

Anschalteübertragung. Anschlußleitungen, die nicht über → Prüfleitungswähler angesteuert werden können (z. B. Durchwahlleitungen), sind über eine oder mehrere A. an das Gleichstromwählprüfnetz zu schalten. Die A. werden über → Vermittlungsstellenprüfgruppenwähler / Durchgangsprüfgruppenwähler / Prüfgruppenwähler angesteuert. Ist die gewünschte Anschlußleitung von Hand auf die A. geschaltet, dann kann der Prüfplatz durch Umschaltebefehle mit dem Nummernschalter die Außen- bzw. Innenleitung galvanisch durchschalten. Nach der letzten Prüfung wird der Schaltbefehl durch Tastendruck in der A. aufgehoben und die Außen- mit der Innenleitung wieder verbunden.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68.

Anschaltewähler. A. werden in FernVSt für die Anschaltung der → automatischen Prüfeinrichtungen für Wähler und Gabelübertragungen (APrEF) und für ZIG (APrEZIG) an die zu prüfenden Schaltglieder eingesetzt. Man unterscheidet zwischen I. A. und II. A.

Die I. A. sind den automatischen Prüfeinrichtungen zugeordnet und dienen der Belegung der Prüflings-Gestellrahmen. Für jede von einer automatischen Prüfeinrichtung zu prüfende Schaltgliedgattung werden eigene I. A. vorgesehen. Als I. A. kommen Motor-Drehwähler zum Einsatz. Von diesen Wählern werden die Prüflings-Gestellrahmen über jeweils eine Ader belegt. Da über einen vorgeordneten Schalter in jeder Stellung nur ein Schaltarm des I. A. wirksam ist, können mehrere Schaltarme für diese Funktion ge-

nutzt werden. Über weitere Schaltarme wird für einen eventuellen Fehlerdruck der jeweils belegte Gestellrahmen markiert.

Die II. A. sind Bestandteil der Prüflings-Gestellrahmen. Sie verbinden die Eingänge der einzelnen Schaltglieder eines Gestellrahmens mit dem Prüfvielfach nach Belegung des Gestellrahmens von der automatischen Prüfeinrichtung über den I. A. Als II. A. werden Motor-Drehwähler, in einzelnen Fällen auch Schrittschalt-Drehwähler eingesetzt.

Anschaltgestänge → Streckenfernsprechverbindungen der DB.

Anschließung privater Nebenstellenanlagen an das öffentliche Netz → Nebenstellenanlage.

Anschluß → Bezeichnung des verlangten Anschlusses.

Anschlußbereich → Ortsnetzaufbau.

Anschlußdichte → Hauptanschlußdichte.

Anschlußdosen → Fernsprechapparate, Dosen für.

Anschlußfeld. Teil eines → Kabelendgestelles (KEG) im Gestellkopf zur Aufnahme der an- und abgehenden Leitungen. Ausrüstung mit Lötverteilern für 2,6 m-KEG und mit Steckbuchsen (mit Steckern) im 1,5 m-KEG.

Anschlußkabel → Ortsnetzaufbau.

Anschlußkabel mit Papierisolierung und Lagenverseilung. Ursprünglich wurden Anschluß- und Ortsverbindungskabel mit papierisolierten Leitern und Bleimantel verwendet. Diese Fertigung ist seit Jahrzehnten geläufig. Die Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Isolierung sowie das hohe Gewicht und die mechanische Empfindlichkeit des Mantels haben im Laufe der Zeit auch zu anderen Kabelaufbauten geführt. In den USA ist die »Pulptechnik« (Papierbrei-Isolierung) üblich, eine Technik, die nur bei hohem Ausstoß wirtschaftlich ist. Aufbau der Ortskabel der DBP: Kupferleiter 0,4, 0,6, 0,8 mm. Isolierhüllen: für 0,4-mm-Cu-Leiter in der Regel 1 Lage Papierband (ausreichende Überlappung, nicht zu steil gewendelt); für 0,6-mm-und 0,8-mm-Cu-Leiter 1 Papierkordel und 1 Lage Papierband (überlappt).

Verseilung: Je 4 Adern zu einem Sternvierer (St III) und die Sternvierer zur Kabelseele.

Siehe untenstehende Verseilungstafel.

Aderkennzeichnung:

Adern der St III-Viererseile einzeln gekennzeichnet; a-Ader vom Stamm 1 ohne Aufdruck, naturfarbene Papierbänder der b-Ader von Stamm 1 und der a-/b-Adern von Stamm 2 bedruckt mit blauen oder schwarzen Querstreifen in bestimmten Abständen.

Bewicklung: Mehrere Lagen Papierband; Schutzhüllen (Bezeichnung → Bewehrung. Kurzzeichen → Fernsprechkabel). Ohne Schutzhülle bleiben unbewehrte Röhrenkabel (PM); innere Schutzhülle erhalten bewehrte Röhrenkabel (PMb); innere Schutzhülle und äußere Schutzhülle erhalten bewehrte Erdkabel (PMbc). Aluminiummantel-Kabel PLE2Y müssen eine Schutzhülle der Bauart A 4 (VDE 0816 6. 64 Tafel 12) mit vorgetränktem Textilband über dem Polyisobutylen- oder Butylband haben. Stahlwellmantel-Kabel PWE2Y und Aluminiumwellmantel-Kabel PLDE2Y müssen eine Schutzhülle der

Verseiltafel

Zahl der DA	Zahl der VS	Zahl der Viererseile (VS) in Lage 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	3□	3																	
6	3	3																	
10	5	5																	
20	10	2	8																
30	15	5	10																
40	20	1	6	13															
50	25	3	8	14															
70	35	1	6	11	17														
100	50	4	10	15	21														
150	75	3	9	15	21	27													
200	100	2	8	14	20	25	31												
250	125	1	6	12	18	24	29	35											
300	150	4	10	16	22	27	33	38*											
350	175	1	7	13	19	25	31	37	42*										
400	200	4	10	16	22	28	34	40	46*										
500	250	4	10	16	22	28	34	40	46	50*									
600	300	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57*								
700	350	2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	60*							
800	400	1	6	12	18	24	30	36	42	49	55	61	66*						
1000	500	3	9	15	21	27	33	39	45	50	56	62	68	72**					
1200	600	4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	80***				
1500	750	2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86***	90		
2000	1000	5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101***	99

Bemerkung:

□ = das dritte VS hat einen Blindstamm aus Papiertrense

* = 1 Vorratsseil ist zulässig

** = 2 Vorratsseile sind zulässig

*** = 3 Vorratsseile sind zulässig

Bauart A 5 haben. Die innere Schutzhülle hat den Aufbau B 1 (VDE 0816/6. 64 Tafel 13).

Bewehrung: Alle Kabel der Bauart PMb und PMbc haben eine → Bewehrung:

Durchmesser unter dem Bleimantel (in mm)	Art und Dicke der Bewehrung (in mm)
bis 10	R 1,4
über 10 bis 30	F 0,8
über 30 bis 55	F 1,2
über 10	F 1,4

dabei bedeutet: R = Runddraht; F = Flachdraht.

Die äußere Schutzhülle hat den Aufbau C 1 (VDE 0816/6. 64 Tafel 14). Anstelle der äußeren Schutzhülle der Bauart C 1 kann eine äußere Schutzhülle aus thermoplastischem Kunststoff der Bauart C 4 (VDE 0816/6. 64 Tafel 14) vorgesehen werden. Diese Kunststoff-Schutzhülle hat je nach dem Durchmesser des Kabels unter dem Mantel bis 80 mm eine Wanddicke von 1,4 bis 3,8 mm. Für Kabel, die einen bestimmten Reduktionsfaktor haben müssen, können Kabel der Formen (→ Fernsprechkabel) PLDEib2Y zur Verwendung kommen. Aufbau für Kabel P(i)WE2Y wie für Kabel PWE2Y, jedoch zwischen Kabelseele und Stahlwellmantel als Induktionsschutz entweder 1 Lage runde oder flachgeformte blanke Cu-Drähte oder 1 oder mehrere Stahlbandwendeln oder 1 Lage runde oder flachgeformte blanke Cu-Drähte und 1 oder mehrere Stahlbandwendeln. Aufbau der Kabel PLEib2Y wie bei Kabeln PLE2Y, jedoch über Korrosionsschutz E Induktionsschutzbewehrung aus Stahlband von z. B. 2 × 0,5 mm oder 2 × 0,8 mm (je nach gefordertem Reduktionsfaktor); vorgetränktes Textilband, überlappt; Schutzhülle aus PE nach Bauart C 4 (VDE 0816/6. 64 Tafel 14). Aufbau für Kabel PLDEib2Y wie für Kabel PLDE2Y, jedoch über Korrosionsschutz E mindestens 2 Lagen bituminiertes Papier; Induktionsschutzbewehrung und Schutzhülle wie bei PLEib2Y.

Folgende Ortskabelformen werden verwendet: Ortskabel mit 0,4 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Bleimantel; PM Röhrenkabel, PM2Y Erdkabel. Anzahl der DA: 10, 20.

PM Röhrenkabel, PMbc Erdkabel: Anzahl der DA: 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500[1]), 2000[1])[2]).

[1]) PMz (mit Erhärtungszusatz). [2]) Außendurchmesser 75 mm; bei Einzug in Kabelkanäle beachten!

Ersatzkabeltypen für alte Ok St III:

Alte Ortskabeltypen Anzahl der DA	Ersatzkabeltypen Anzahl der DA	
120, 140	150	
210	250	
280	300	
420 450	500	
490	500	mit Vorrats-VS
560	600	
630	700	
750, 770	800	
840, 900	1000	
	1100	
910, 980	1200	
1300, 1400	1500	

Ortskabel mit 0,4 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Stahlwellmantel (PWE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel): Anzahl der DA: 70, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500. Ersatzkabeltypen wie vorstehend.

Ortskabel mit 0,4 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Aluminiummantel, glatt: PLE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel und mit Induktionsschutzbewehrung PLEib2Y[2]) Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500; als Wellmantel: PLDE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500.

Ortskabel mit 0,6 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Bleimantel: PM, Röhrenkabel; PMbc, Erdkabel: Anzahl der DA: 5, 10, 20, 30, 1200[1]). Bleimantel (PM, Röhrenkabel; PMbc, Erdkabel) und Stahlwellmantel (PWE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel):

Anzahl der DA: 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000[1]). Ersatzkabeltypen wie vorstehend.

[1]) PMz (mit Erhärtungszusatz).

Ortskabel mit 0,6 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Aluminiummantel, glatt: PLE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel und mit Induktionsschutzbewehrung PLEib2Y[2]), Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300 als Wellmantel: PLDE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 350, 400, 500, 600, 700, 800.

[2]) Für Strecken mit erhöhter Starkstrom-Beeinflussung!

Höchstwerte des Reduktionsfaktor siehe VDE 0816/6. 64, Tafel 20, Stahlband-Bewehrung.

Ortskabel mit 0,8 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Bleimantel (PM, Röhrenkabel; PMbc, Erdkabel), Stahlwellmantel (PWE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel): Anzahl der DA: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500[1]), 600[1]); Bleimantel (PM, Röhrenkabel; PMbc, Erdkabel): Anzahl der DA: 700[1]), 800[1]). Ersatzkabeltypen wie vorstehend.

[1]) PMz (mit Erhärtungszusatz).

Ortskabel mit 0,8 mm Kupferleitern in St III-Verseilung und mit Aluminiummantel, glatt: PLE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel und mit Induktionsschutzbewehrung PLEib2Y[1]), Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 100, 150, 200; als Wellmantel: PLDE2Y, Röhrenkabel oder Erdkabel: Anzahl der DA: 250, 300, 350, 400, 500.

[1]) Für Strecken mit erhöhter Starkstrom-Beeinflussung!

Knebel

Anschlußkabel mit Polyäthylen(PE)-Isolierung und Bündelverseilung. Eine langjährige Entwicklung hat zu neuen Ortskabelaufbauten mit dem Isolierstoff Polyäthylen (PE) und Zell-Polyäthylen (Zell-PE) geführt. Das Polyäthylen mit seinen guten elektrischen Eigenschaften, der Beständigkeit gegenüber vielen Chemikalien, seiner feuchtigkeitsunempfindlichen Eigenschaften sowie seiner guten Verarbeitbarkeit in

Schneckenpressen und wegen seines günstigen Materialpreises hat neuerdings in die Ortskabeltechnik als Isolier- und Mantelwerkstoff Einzug gehalten. Nachdem in den USA schon seit der zweiten Hälfte der 50er Jahre bündelverseilte, PE-isolierte und -ummantelte Teilnehmerkabel mit einem Anteil von über 40% der gesamten Doppeladern (DA) eingesetzt sind, hat die Deutsche Bundespost ab 1965 Versuchsnetze mit PE-isolierten und -ummantelten Kabeln neuen Aufbaues erstellen lassen (Bild 1,2,3). Die Ergebnisse an diesen Bauvorhaben haben zur Einführung solcher

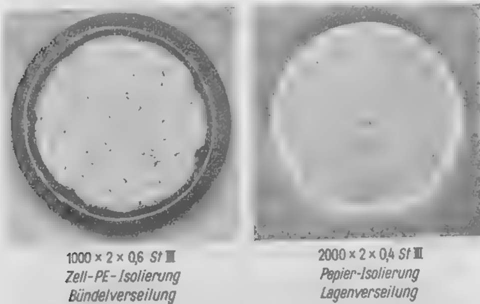


Bild 1. Bündel- und lagenweise verseilte Anschlußkabel.

Kabel, neben Kabeln mit Papierisolierung, mit 0,4 mm Leitern geführt, sofern Druckgasschutz angewandt werden kann. Wegen der Druckgasschutz-Maßnahme werden PE-isolierte (Voll-PE) Kabel mit 0,4-mm-Leitern nur im Hauptkabelnetz eingesetzt; die durch die größere Betriebskapazität gegenüber St III-Kabeln mit Papierisolierung höhere Bezugsdämpfung wird in Kauf genommen. Die Betriebskapazität ist mit < 50nF/km festgelegt, so daß die Isolierwanddicke um 0,20 mm beträgt. Kabel mit 0,6 mm Leitern mit Zell-PE-Isolierung müssen eine Betriebskapazität wie bei den papierisolierten Kabeln

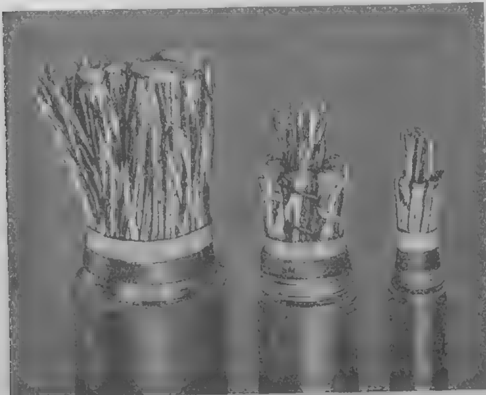


Bild 2. Bündelverseilte Anschlußkabel mit PE-Isolierung und PE-Cu-PE-Mantel.



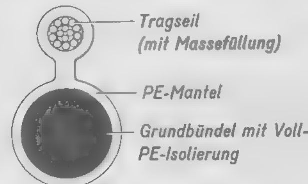


Bild 3. Tragseil-Kunststoff-Luftkabel.

mit < 42 nF/km haben. Dafür ist eine Isolierwanddicke um 0,25 mm notwendig. Für die neuen PE-isolierten Anschlußkabel hat man die Verseilung zu Sternvierern beibehalten, da sie im Vergleich zu der im Ausland viel benutzten Paarverseilung sehr raumsparend ist, hat sich aber für die Verseilung zur Kabelseele grundsätzlich zu einem dekadisch gestaffelten Bündelaufbau entschlossen. Fünf Sternvierer werden dabei entsprechend der dekadischen Abstufung der Abschlußeinrichtungen zu Grundbündeln mit 10 DA, diese wieder zu Hauptbündeln verseilt, die ihrerseits zu Kabelseelen entsprechender DA-Zahl zusammengestellt werden können. Über den verseilten DA ist eine Bewicklung aus nichthygroskopischem Band vorgesehen, es folgt der PE-Innenmantel, ein glattes oder gewelltes oder feingeprägtes Cu-Band von 0,12 mm Dicke und darüber ein PE-Außenmantel nach VDE 0816 (PECuPE-Mantel); im Ausland z. T. anstelle Innenmantel, Kupferband und Außenmantel ein Schichtenmantel, der auch bei der Deutschen Bundespost erprobt wird (Bild 4 und 5).

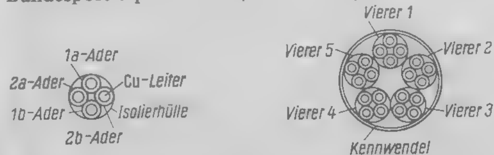


Bild 4. Aufbau eines Sternvierers und eines Grundbündels.

Wichtige Voraussetzung für einwandfreies Durchverbinden der zusammengehörigen Adern bei der Montage ist die Kennzeichnung der Adern innerhalb eines Grundbündels; sie muß sowohl die Nummern des Vierers als auch die Ader erkennen lassen:

In einem Grundbündel sind gekennzeichnet:

alle Adern von Stern-Vierer 1: rot als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 2: grün als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 3: grau als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 4: gelb als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 5: weiß als Grundfarbe

Zählelement ist der Stern-Vierer mit der roten Grundfarbe. Die Adern der Stern-Vierer sind durch Ringe gekennzeichnet (wie die Adern der papierisolierten Stern-Vierer nach VDE 0816).

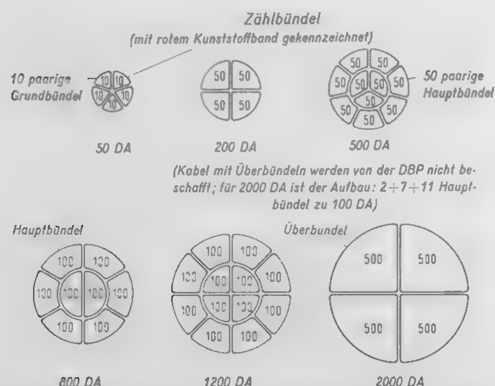


Bild 5. Bündelaufbau von Kabeln verschiedener DA-Zahlen mit 0,4 mm Leitern.

Abmessungen:

b-Ader von Stamm 1 von Ringmitte bis Ringmitte: 17 mm;

a-Ader von Stamm 2 von Mitte zwischen den Doppelringen bis Mitte zwischen den nächsten Doppelringen: 34 mm;

b-Ader von Stamm 2 von Mitte zwischen den Doppelringen bis Mitte den nächsten Doppelringen: 17 mm; Mittenabstand der Doppelringe (anzustrebender Richtwert): 5 mm;

Ringbreite (anzustrebender Richtwert): 2 mm.

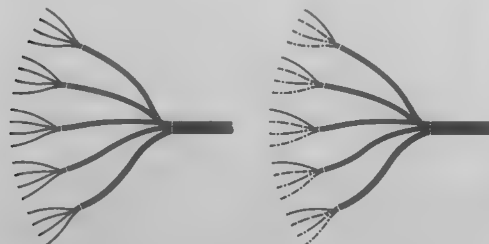


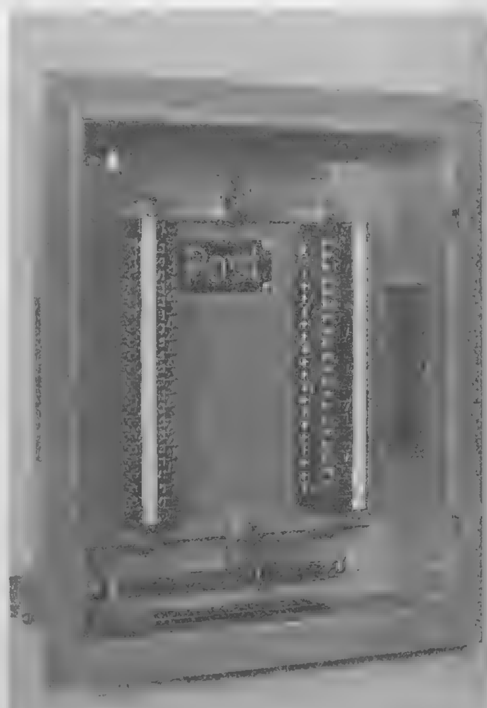
Bild 6. Kennzeichnung von PE-isolierten Bündelkabeln.

Die b-Ader von Stamm 1 und die a/b-Adern von Stamm 2 müssen wischfest auflackierte blaue oder schwarze Farbringe haben, a-Ader von Stamm 1 hat kein Farbringe. Die Zählweise bei allen Bündeln ist stets von innen nach außen und im Uhrzeigersinn (Bild 6). *Knebel*

Anschlußkennung → Datexnetz, → Datexdienst, → Datex-Fernschaltgerät.

Anschlußleisten werden in → Verteilerkästen untergebracht (s. Bild) und dienen zum Aufteilen und Verbinden von Leitungen. Für die verschiedenen Anforderungen werden Anschlußleisten zu 10 DA und 20 DA in je drei verschiedenen Ausführungen hergestellt:

mit beiderseitigem Lötanschluß,
mit Löt- und Schraubanschluß,
mit beiderseitigem Schraubanschluß.



Anschlußleisten im Verteilerkasten.

Die A. sind aus elektrisch hochwertigem Isolierstoff hergestellt. Ein abnehmbarer Schilderrahmen aus Kunststoff mit eingeschobenem Beschriftungsschild ermöglicht die Kennzeichnung der angeschlossenen Leitungen. *Stegmann*

Anschlußleitungen → Ortsnetzaufbau.

Anschlußleitungsnetz → Ortsnetzaufbau.

Anschlußlinie → Fernmeldelinie.

Anschlußschaltung → Telegrafen-Anschlußschaltung.

Anschlußschnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Anschriften → Abfassen der Telegramme.

Anspleiß → Seekabellegung und -instandsetzung.

Ansprechspannung → Schutzmaßnahmen.

Anstrichstoffe sind nach den DIN 55945 flüssige bis pastenförmige physikalisch und/oder chemisch trocknende Stoffe oder Stoffgemische, die durch Streichen, Spritzen, Tauchen, Fluten und andere Verfahren auf Oberflächen aufgebracht werden. Sie dienen in der Technik der Oberflächenbehandlung dazu, Haftfilme

von sehr geringer Dicke herzustellen. Der Film muß sich in Dehnung und Schwund dem Untergrund anpassen und auf ihm fest haften, ohne klebrig zu sein. A. für Metalle setzen sich zusammen aus einer flüchtigen Hilfsphase, dem Verdünnungs- oder Lösungsmittel, einem Filmbildner, z. B. trocknendes Öl oder → Harz, ölmodifiziertes Kunstharz, Kunstharz ohne Öl, Chlorkautschuk oder Zellulosederivate, und dem Farbkörper (Pigment). Die Pigmente sind Mineralstoffe. Für den rostverhindernden Grundanstrich auf Eisen werden als Rostschutzfarbe u. a. → Mennige, Eisenoxyd oder Bleicyanamid verwendet. Für die gegen atmosphärische Einflüsse schützenden Deckanstriche werden weiße Pigmente wie Titandioxyd oder Zinkoxyd oder farbige Pigmente mannigfacher Art verwendet. Die Eigenschaften der A. für Fernmeldematerial sind festgelegt in der Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ)-Norm 557 6 TV 1 »A. für Fernmeldezeug der DBP TV«.

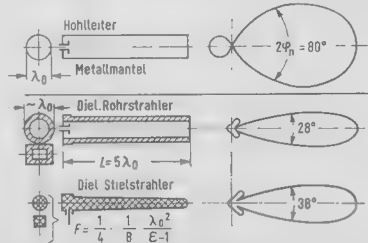
Antenne, abgesetzte → Fahrleitungsmeistereifunk.

Antenne, abgestimmte → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Antenne, aperiodische → Breitbandantenne.

Antenne, beschaltete. Eine Funkantenne stellt die Verbindung zum elektromagnetischen Strahlungsfelde her, und sie kann diese Aufgabe um so wirkungsvoller erfüllen, je größer die eingespeisten oder induzierten Ströme werden können, d. h. je besser und verlustloser die Abstimmung auf die jeweilige Schwingungsfrequenz erfolgt. Anhand der voraussetzbaren → Strom- und Spannungsverteilung läßt sich die Frequenzabhängigkeit des durch Messungen feststellbaren Antennen-Fußpunktwiderstandes analysieren und durch Einfügen konzentrierter Schaltelemente (Verlängerungsspule bzw. Verkürzungskondensator) korrigieren. In Verbindung mit derartigen Serienschaltelementen werden solche Antennen auch belastete A. genannt. Wirksamer als die Einfügung einer Induktivität am Fußpunkt einer für die Betriebswelle zu kurzen Antenne ist deren Beschwerung durch eine Dachkapazität an ihrer Spitze, bestehend aus einer ringförmigen Flächennachbildung oder aus horizontal verspannten Drähten (L- bzw. T-Antennen). Die letztere Ausführungsform dient insbesondere zur Vergrößerung der wirksamen Länge unsymmetrischer → Vertikalantennen, z. B. von Mittelwellen-Schiffsantennen. — Eine neue Art A. für Empfangszwecke entsteht durch homogenes Einfügen miniaturisierter Transistorverstärker in den Antennenleiter; hierdurch soll einerseits ein größerer Abstand zu den längs der Antennenzuführungsleitung induzierten Störspannungen erreicht, andererseits — durch Aufteilung der Antenne in phasenentzerrte Abschnitte — eine Breitbandigkeit kurzer Antennen erzwungen werden.

Antenne, dielektrische, wird eine Antenne genannt, bei der zur Erzielung der gewünschten Richtwirkung dielektrische Stoffe verwendet werden. Die Strahlung der d. A. erfolgt vorzugsweise in der Richtung ihrer größten Längsausdehnung. Da außer der Längsauch die Querausdehnung die Richtwirkung beeinflußt, kann man die d. A. als eine Kombination von → Längs- und → Querstrahler betrachten. Bekanntgewordene Ausführungsformen sind der dielektrische Stielstrahler (ein dielektrischer Stab), der dielektrische Rohrstrahler (ein dielektrisches Rohr) und der dielektrische Hornstrahler (ein dielektrisches Horn). Alle Typen werden üblicherweise durch einen Dipol oder über einen Hohlleiter zur Längsstrahlung angeregt. Ihre Abmessungen, insbesondere ihre Querabmessungen, sind bei etwa gleichen Richtcharakteristiken merklich kleiner als diejenigen von metallischen Hohlleiterstrahlern bzw. → Hornstrahlern (s. Bild). Beim dielektrischen



Abstrahlung dielektrischer Richtstrahler im Vergleich zum Hohlleiter (nach P. Mallach).

Stielstrahler kann man die Nebenzipfel und den Reflexionsfaktor verkleinern, indem man den Strahler in Wellenfortpflanzungsrichtung (Sendefall) verjüngt. Durch Gruppenbildung (→ Antennengruppe) läßt sich eine weitere Verschärfung der Bündelung erzielen. Die Breitbandeigenschaften der d. A. hängen von der Dielektrizitätskonstanten des verwendeten Materials ab. Sie sind verhältnismäßig günstig; dennoch ist der Anwendungsbereich der d. A. bisher gering geblieben.

Literatur: P. Mallach, Fernmeldetechn. Z. 2 (1949), S. 33–39 — G. Southworth, Proc. Inst. Radio Engrs. NY 25 (1937), S. 807–822.

Laub

Antenne, doppelt gespeiste. Schwundmindernde Vertikalantenne mit je einem Speisepunkt am Fußpunkt und im oberen Teil der Antenne. Durch die zusätzliche Obenspeisung erzielt man eine weitgehende Unterdrückung der Steilstrahlung oberhalb 40 bis 50° Neigungswinkel, die als reflektierte Raumwelle Schwund mit der Bodenwelle erzeugen würde.

Literatur: R. Walter, Zur Theorie der mehrfach gespeisten Antenne. Techn. Hausmitt. des Nordwestdeutschen Rundfunks (1952), S. 12–16.

Antenne, künstliche. Zur Belastung von Sendern im Probebetrieb dienen möglichst strahlungsfreie Anordnungen von ohmschen Widerständen als sogenannte künstliche A. Bei der Belastung mit hohen Senderleistungen sind derartige Widerstände so groß, daß sie nicht mehr phasenfehlerfrei sind. Man muß daher ihre induktiven und kapazitiven Blindkomponenten durch Blindwiderstände kompensieren. Bei Messungen an kleineren Sendern bis zu 1 kW benutzt man häufig Glühlampen als Dämpfungswiderstände. Bei höheren Leistungen verwendet man dagegen luftgekühlte, hochbelastbare Bänder, die wegen ihrer mäanderförmigen Anordnung sehr induktions- und kapazitätsarm sind (Schniewindt-Bänder), oder

wassergekühlte Widerstände. Hierbei läßt sich die vom Sender an die künstliche Antenne abgegebene Hochfrequenzleistung aus der Wärmeaufnahme des Kühlwassers der künstlichen Antenne bestimmen (siehe kalorimetrisches Leistungsmeßverfahren). Bei der Nachbildung einer ganz bestimmten offenen Antenne müssen eventuell vorhandene induktive oder kapazitive Komponenten durch entsprechende Spulen oder Kondensatoren berücksichtigt werden.

Antenne, logarithmisch-periodische (LP-A.). Die LP-A. ist aus der Yagi-Antenne abgeleitet und sehr breitbandig. Ihre Periodizität läßt sich durch einen Systemfaktor definieren, der durch das Verhältnis der mechanischen Abmessungen von zwei aufeinander. folgenden Elementen der Antennenstruktur gegeben ist, z. B. durch das Verhältnis der benachbarten Dipol-Längen $\left(\tau = \frac{l_n}{l_{n-1}}\right)$. In der Praxis wählt man τ zwischen etwa 0,6 und 0,95.

Der Öffnungswinkel α der LP-A. bestimmt neben dem Parameter τ den Gewinn der Antenne gegenüber einem $\lambda/2$-Dipol im freien Raum. Die horizontalen oder vertikalen $\lambda/2$-Dipole einer LP-A. werden für den gesamten Frequenzbereich nacheinander jeweils bei ihrer Resonanzfrequenz wirksam. Wie bei der Yagi-Antenne wirken hierbei die benachbarten kürzeren Dipole des in Resonanz befindlichen Dipols als Direktoren und die benachbarten längeren Dipole als Reflektoren. Die Hauptstrahlrichtung der LP-A. zeigt in Richtung der kürzeren Dipole. Der Gewinn der LP-A. hängt außerdem von der Höhe h über dem Erdboden ab.

Es gibt um 360° mechanisch drehbare LP-A. z. B. für den Kurzwellenbereich 5 bis 30 MHz mit ± 35° Halbwertsbreite, 5–25° Erhebungswinkel und 10- bis 16fachem → Antennengewinn. Dagegen läßt sich das Richtdiagramm von zwei nebeneinander angeordneten LP-A. durch phasenverschobene Einspeisung in gewissen Grenzen elektrisch schwenken.

Literatur: R. Becker, Kurzwellen-Richtantennen für Sender großer Leistung, Telefunken-Ztg. 40 (1967) Heft 4, S. 348–360 — F. Scheuerecker, Logarithmisch-periodische Kurzwellen-Antennen für hohe Senderleistungen. Neues von Rhode und Schwarz, Ausg. 32, Aug./Sept. 1968, S. 5–8.

Antenne, obengespeiste. Schwundmindernde Vertikalantenne, die nicht am Fußpunkt, sondern an einer gegen das obere Antennenende hin verschobenen Stelle gespeist wird.

Literatur: Deutsche Normen DIN 45 030, Blatt 2, Sept. 1963.

Antennen. Die A. (Strahler) ist bei einer Funkverbindung das Element, das auf der Senderseite die vom Sender über eine Leitung gelieferte Leistung in Form elektromagnetischer Wellen, mehr oder weniger gebündelt, in den Raum strahlt und auf der Empfangsseite einen Bruchteil dieser Strahlungsleistung aus dem Raum aufnimmt und an den Empfänger weitergibt. Sie hat also die Aufgabe, eine Leitungswelle in eine Raumwelle umzuwandeln und umgekehrt, d. h. sie muß den Leitungswellenwiderstand Z_L an den Wellenwiderstand des freien Raumes $Z_0 = 120\,\pi\,\Omega \approx 377\,\Omega$ anpassen (Bild 1). Die Güte der Anpassung wird durch den Anpassungsfaktor bzw. die → Welligkeit auf der Speiseleitung charakterisiert. Der für die Abstrahlung maßgebende Wirkwiderstand ist der auf den Strom in einem bestimmten Antennenpunkt (z. B. Strommaximum oder Antennenanschluß) bezogene Strahlungswiderstand (→ Antennenwiderstand).

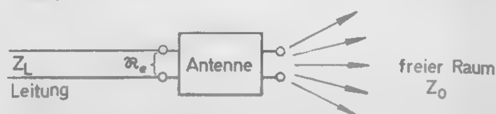


Bild 1. Antenne als Transformationsvierpol zwischen der Speiseleitung und dem freien Raum.

Die einfachste Lösung dieser Aufgabe, die zugleich die einfachste Lösung der Maxwellschen Gleichungen für eine Strahlungsquelle im freien Raum darstellt, ist der Hertzsche oder elektrische Elementardipol bzw. das magnetische Analogon, der Fitzgeraldsche oder magnetische Elementardipol [11]. Da die Abstrahlung dieser Dipole keine Kugelsymmetrie besitzt (eine Kugelwelle als Lösung der Maxwellschen Gleichung ist nicht möglich [12]), stellen die → Elementarstrahler bereits → Richtantennen dar. (Heinrich Hertz, der 1882 die elektromagnetischen Wellen entdeckte, verwendete für die erste Übertragung Dipole in Parabolspiegeln.) Eine etwas schärfere Bündelung als der Elementardipol haben der $\lambda/2$-Dipol und der λ-Dipol (λ ist die Wellenlänge). Über einer reflektierenden Fläche, z. B. der Erde, genügt es, nur die eine Hälfte davon zu realisieren und die andere durch das Spiegelbild (Bild 2) zu ersetzen (Monopol-, Marconi-Antenne). Solche Strahler in einfacher oder

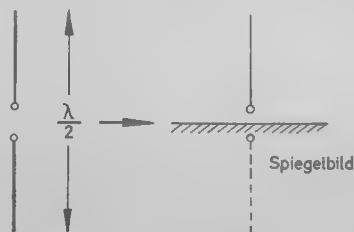


Bild 2. $\lambda/2$-Dipol und Spiegelbild.

modifizierter Form (Dachkapazität, Verlängerungsspule) sind im Längst-, Lang- und Mittelwellenbereich die meist verwendeten Sendeantennen. Als Empfangsantennen kommen noch Rahmenantennen (= magn. Dipole) oder Ferritantennen in Frage. Aus der Summation der Strahlungen einer großen Anzahl aneinandergereihter Elementardipole kann man sich die Wirkungsweise der sog. Langdrahtantennen (z. B. geknickte Marconi-, Beverage-, Schräg-, Rhombusantennen u. a.) vorstellen, bei denen der auf einem Leiter fließende Strom ebenfalls als unmittelbare Strahlungsquelle dient. Sie werden im Mittelwellen-, Kurz- und Ultrakurzwellenbereich eingesetzt.

Im Ultrakurzwellenbereich werden jedoch vornehmlich Kombinationen aus $\lambda/2$- oder λ-Dipolen als

Längsstrahler (Yagiantennen) oder Querstrahler (Dipolwände) benutzt. Neuerdings wird auch die raumsparende und extrem breitbandige logarithmisch periodische Antenne in diesem Frequenzbereich ebenso wie bei Kurzwellen verwendet.

Für Dezimeter-, Zentimeter- und Millimeterwellen kommen → Hornstrahler in Frage; für Zentimeter- und Millimeterwellen auch Oberflächenwellen-Antennen: dielektrische Stabstrahler, Leiter mit gezahnter oder dielektrisch belegter Oberfläche, Leitscheibenantennen und Leakywaveantennen (bestimmte Hohlleiterschlitzstrahler). Wesentlich schärfere Bündelung erzielt man hier aber mit Antennen, deren Strahlungsmechanismen auf optischen Prinzipien beruhen. Das sind die → Linsenantennen und vor allem die → Spiegelantennen.

Die abgestrahlte elektromagnetische Welle wird durch ihr elektrisches und magnetisches Feld vollständig beschrieben, ihr Leistungsfluß durch ihre Strahlungsdichte oder ihre Strahlstärke bestimmt. Die Strahlungsdichte S (Realteil des Poyntingschen Vektors) gibt die Leistung an, die durch eine zur Energieströmung senkrechte Flächeneinheit hindurchtritt. Bei einem Kugelstrahler mit der Strahlungsleistung P_S ist im Abstand R

$$S_K = \frac{P_S}{4\pi R^2}.$$

Bei einer → Richtantenne mit dem Richtfaktor D wird bei der gleichen Strahlungsleistung

$$S = D\, S_K.$$

Die Strahlstärke Φ ist die in die Raumwinkeleinheit gestrahlte Leistung. Bei einem Kugelstrahler ist dann

$$\Phi_K = \frac{P_S}{4\pi},$$

bei einer Richtantenne

$$\Phi = D\, \Phi_K.$$

Die gesamte von der Antenne abgestrahlte Leistung, die Strahlungsleistung, erhält man durch ein Integral über eine die Antenne umgebende Kugel vom Radius R. Für das Fernfeld wird

$$P_S = \int_{\text{Kugel}} S\, R^2\, \mathrm{d}\omega = \int_{\text{Kugel}} \Phi\, \mathrm{d}\omega.$$

Die Leistung, die einem verlustlosen Bezugstrahler zugeführt werden muß, damit dieser in der Hauptstrahlrichtung die gleiche Strahlungsdichte liefert wie die Antenne in einer betrachteten Richtung, nennt man die äquivalente Strahlungsleistung der Antenne. Ist der Bezugsstrahler ein Halbwellendipol, so nennt man die äquivalente Strahlungsleistung im internationalen Sprachgebrauch effective radiated power (abgekürzt ERP). Ist er dagegen ein Kugelstrahler, so wird die äquivalente Strahlungsleistung equivalent isotropically radiated power (abgekürzt EIRP) genannt.

Bei einer Funkstrecke der Länge R wird bei ungestörter Ausbreitung der durch die Fränzsche Formel bestimmte Bruchteil dieser Strahlungsleistung von der Empfangsantenne als Empfangsleistung aufgenommen.

Ist die Empfangsantenne bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientiert, so wird bei Leistungsanpassung die maximale Empfangsleistung $P_{e\,max}$ aufgenommen, die bei verlustfrei gedachter Antenne gleich der an den angepaßten Verbraucher abgegebenen Leistung ist. Sind Sende- und Empfangsantenne optimal orientiert (s. Wirkfläche und Antennengewinn) so lautet die Fränzsche Formel, wenn zur Abkürzung P_E für $P_{e\,max}$ geschrieben wird;

$$P_E = P_S \cdot \frac{A_S\, A_E}{R^2\, \lambda^2} = P_S\, \frac{D_S\, D_E\, \lambda^2}{16\,\pi^2\, R^2}.$$

A_S → Wirkfläche der Sendeantenne
A_E Wirkfläche der Empfangsantenne
D_S Richtfaktor der Sendeantenne (→ Antennengewinn)
D_E Richtfaktor der Empfangsantenne

(In der amerikanischen Literatur wird diese von H. T. Friis 1946 angegebene Beziehung [6] als Friis transmission formula zitiert; sie wurde aber von K. Fränz bereits 1942 veröffentlicht [5]).

$$a = 10 \log \frac{P_S}{P_E}$$

nennt man die Übertragungsdämpfung;

sind beide Antennen Kugelstrahler, so ist

$$10 \log \frac{P_S}{P_E} = 20 \log \frac{4\pi R}{\lambda} = a_0$$

die Grundübertragungsdämpfung.

Für die praktische Anwendung ist es zweckmäßig, auch die Fränzsche Formel mit logarithmischen Größen zu benutzen. Im dB-Maßstab wird

$$a \approx \left(22 + 20 \log \frac{R}{\lambda} - 10 \log D_S - 10 \log D_E\right) \mathrm{dB}.$$

Bei einer Funkverbindung in der Nähe des Erdbodens wird die Ausbreitung jedoch erheblich durch den Einfluß der Erde gestört. Für eine vollkommen

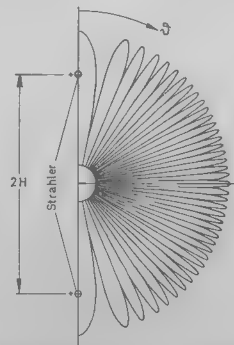


Bild 3a. Richtcharakteristik von zwei gleichphasig erregten Kugelstrahlern im Abstand von 20 λ (= Gruppenfaktor für zwei gleichphasige Elemente).

leitende Erde kann man die Wirkung der an ihrer Oberfläche reflektierten Strahlen durch ein Spiegelbild zur Originalantenne mit gleichen Strömen bzw.

gleicher Feldstärke ersetzen, dessen Schwerpunkt sich im gleichen Abstand H unter der Erde wie der der Originalantenne über der Erde befindet. Dieses Spiegelbild muß bei vertikaler Polarisation der Originalantenne gleichphasig (Reflexionsfaktor $r = 1$), bei horizontaler Polarisation gegenphasig ($r = -1$) zu dieser sein. Die Wirkung der vollkommen leitenden Erde kann dem-

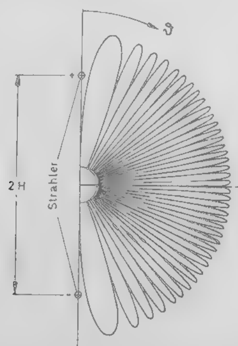


Bild 3b. Richtcharakteristik von zwei gegenphasig erregten Kugelstrahlern im Abstand von 20 λ (= Gruppenfaktor für zwei gegenphasige Elemente).

nach durch den Gruppenfaktor für gleichphasige bzw. zwei gegenphasige Elemente beschrieben werden (Bild 3a u. 3b). Er tritt als Faktor zur Richtcharakteristik der Antennen hinzu und lautet in Abhängigkeit vom Zenitwinkel ϑ:

Bei vertikaler Polarisation: $2 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \mathrm{H} \cos\vartheta\right)$.

Bei horizontaler Polarisation: $2 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \mathrm{H} \cos\vartheta\right)$.

Wegen der endlichen Leitfähigkeit der Erde (verbunden mit verschiedenen Werten ihrer Dielektrizitätskonstanten), wegen der Bebauung und – bei sehr kurzen Wellen (etwa für Dezimeterlänge und kürzer) – wegen der Bodenrauhigkeit und der Vegetation treten jedoch erhebliche Abweichungen gegenüber der idealen Spiegelung auf (Bild 4a u. 4b) (→ troposphärische Wellenausbreitung).

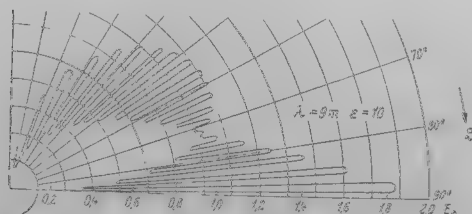


Bild 4a. Vertikaldiagramm eines vertikalen Dipols in einer Höhe von 10 Wellenlängen über rein dielektrischer Erde (nach Handel und Phister).

Die wirksame (effektive) Antennenlänge l_w bzw. Antennenhöhe ergibt sich im Empfangsfall aus dem Verhältnis von Leerlaufspannung U der bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientierten Antenne zur Feldstärke E der einfallenden ebenen Welle

$$l_w = \frac{U}{E}.$$

Im Sendefall ist bei linearer Polarisation die wirksame Antennenlänge gleich der Länge, die ein mit dem Strom im Bezugspunkt der Antenne homogen belegter gerader Leiter haben müßte, der in seiner Hauptstrahlungsebene im Fernfeld die gleiche Feldstärke wie die Antenne erzeugt.

Die von einer Antenne im Raum erzeugte Feldstärke hängt von den räumlichen Koordinaten ab, z. B. von den Kugelkoordinaten R, φ, ϑ mit dem Koordinatenursprung im Antennenschwerpunkt. Die Winkelabhängigkeit des Feldes um eine Antenne ist im allgemeinen eine Funktion der Entfernung.

In nächster Nähe der Antenne enthält die Feldstärke zusätzlich zu dem strahlenden Feld ein Blindfeld. Die Stärke dieses Blindfeldes nimmt sehr schnell mit der Entfernung ab. Das Gebiet, in dem es vorherrscht, ist die Blind-Nahfeldregion oder einfach auch Nahzone genannt, deren Größe bei den verschiedenen Antennen sehr unterschiedlich ist. Bei den meisten ist die äußere Grenze in der Größenordnung von einigen

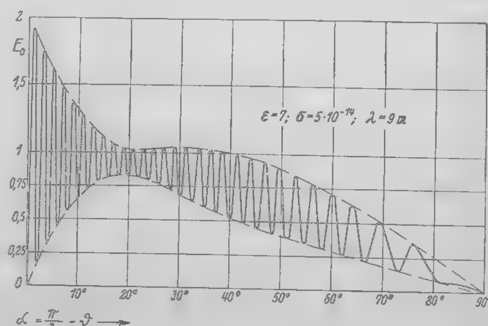


Bild 4b. Vertikaldiagramm eines vertikalen Dipols in einer Höhe von 14,5 Wellenlängen über Erde, gerechnet mit Berücksichtigung der Leitfähigkeit (nach Handel und Phister).

Wellenlängen oder weniger. Für einen elektrisch kleinen Dipol liegt sie etwa bei $\lambda/2\pi$, wo das strahlende Feld und das Blindfeld gleich groß sind. Bei einem Dipol nennt man diese Blindkomponente des Feldes oft einfach nur das »Nahfeld«, anstatt korrekter Nahfeld- oder Blindkomponente.

Jenseits der Blind-Nahfeldregion herrscht das strahlende Feld vor. Das Gebiet des strahlenden Feldes läßt sich bei den meisten elektrisch großen Antennen unterteilen in das (strahlende) Nahfeldgebiet und das (strahlende) Fernfeldgebiet, meist einfach kurz Nahfeld und Fernfeld genannt. (Man unterscheidet also im Sprachgebrauch im allgemeinen nicht zwischen der Nahfeldkomponente als einem Teil des gesamten Feldes und dem Nahfeldgebiet als einer Region des strahlenden Feldes in der Nähe der Antenne.) Bei elektrisch kleinen Dipolen ist eine Unterteilung des strahlenden Feldes in ein Nahfeld- und Fernfeldgebiet nicht möglich, da das strahlende

Feld in der Nähe dieser Antennen die gleiche Ortsabhängigkeit besitzt wie in großen Entfernungen. In dem (strahlenden) Nahfeldgebiet von elektrisch großen Antennen hängt die Winkelverteilung des Feldes von der Entfernung ab. In dem Fernfeldgebiet ist sie dagegen im wesentlichen von der Entfernung unabhängig (→ Richtcharakteristik).

Obwohl diese Bedingung streng genommen erst im Unendlichen erfüllt wird, ist die relative Winkelverteilung des Feldes in einer vergleichsweise kurzen Entfernung eine angemessene Näherung der relativen Feldverteilung im Unendlichen. Unter Fernfeldgebiet oder Fernfeldregion versteht man den Raum von dieser kurzen Entfernung bis zum Unendlichen. Ist die Entfernung R von der Antenne groß genug, dann ist die von der Antenne ausgehende Strahlung im wesentlichen so gerichtet (Poyntingscher Vektor), als ob sie von einer Punktquelle käme. Die Feldstärke fällt mit $1/R$ ab. Bei Aperturstrahlern (→ Flächenstrahler) oder anderen Querstrahlern elektrisch großer Abmessungen (D/λ) wird als praktischer Wert für diese Entfernung (Grenze zwischen Nah- und Fernfeld) $R=2D^2/\lambda$ angesetzt (Bild 5). Dieser Bedingung liegt eine Weglängendifferenz von $\lambda/16$ zwischen den Randstrahlen und dem Mittelstrahl für einen Feldpunkt auf der

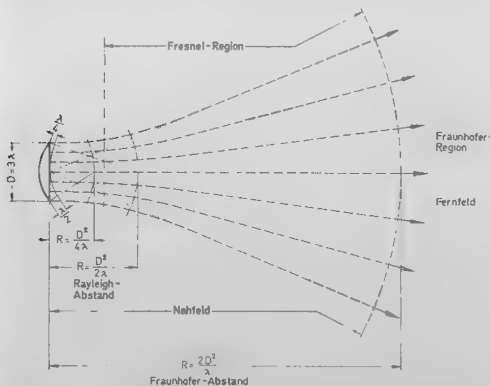


Bild 5. Vereinfachte schematische Darstellung des Hauptanteils der Strahlung eines Aperturstrahlers von 3 λ Durchmesser. Für die eingezeichnete antennennahe Grenze der Fresnelregion, die eigentlich durch eine gekrümmte Fläche dargestellt wird, hier aber stark vereinfacht als eben angedeutet ist, wurde ein maximaler Fehler bei der Weglängenberechnung von $\lambda/16$ zugrundegelegt. Die relative Lage dieser Grenze zu den anderen eingezeichneten Abständen rückt mit wachsendem D/λ immer weiter von der Apertur weg.

Mittelnormalen der Apertur zugrunde (Fraunhoferabstand). Wenn diese Wegunterschiede dagegen $\lambda/4$ betragen, so befindet sich der Feldpunkt in einem Abstand $R = D^2/2\lambda$, dem Rayleighabstand (Bild 5). Die Entfernung für einen Punkt auf der Mittelnormalen, von dem aus die Apertur gerade die 1. Fresnelzone umfaßt (d. h., wenn die Wegunterschiede zwischen den Randstrahlen und dem Mittelstrahl $\lambda/2$ betragen), ist $R = D^2/4\lambda$.

Das Fernfeldgebiet wird in Anlehnung an die Beugungstheorie auch als Fraunhoferregion bezeichnet. Für sie gilt das Kriterium, daß bei der Berechnung des Beugungsfeldes die Weglängen vom zu berechnenden Feldpunkt zu den Aperturpunkten durch die linearen Glieder der Reihenentwicklung in dem Phasenterm mit genügender Genauigkeit erfaßt werden (Fraunhofersche Beugung) [18], [24], [26]. Dieses Kriterium der Beugungstheorie ist mit dem oben angegebenen von $R = 2\,D^2/\lambda$ zwar nicht identisch, wird aber üblicherweise so angewendet. Wenn dagegen neben den linearen Gliedern auch noch die quadratischen Glieder bei dem Weglängenterm hinzugenommen werden, so spricht man von Fresnelscher Beugung. Die Fresnelregion ist das Gebiet, in dem die Bedingung für die Fraunhofersche Beugung nicht mehr zutrifft, die Fresnelsche Beugung aber eine Näherung mit befriedigender Genauigkeit darstellt. Sie reicht also bedeutend weiter an die Apertur heran als die Fraunhoferregion, aber keinesfalls bis zu ihr selbst (Bild 5). Trotzdem wird manchmal in fälschlicher Erweiterung dieses Begriffs der Beugungstheorie in der Antennentechnik unter Fresnelregion der gesamte Bereich zwischen Fernfeld und Antenne, also das gesamte Nahfeldgebiet, verstanden.

In einem linearen, zeitlich konstanten, isotropen Medium, in dem aber die Dielektrizitätskonstante ε, die Permeabilität μ und die Leitfähigkeit σ beliebig ortsabhängig sein können, gilt das von Rayleigh und Helmholtz in allgemeiner Form angegebene Reziprozitätstheorem, das später von Sommerfeld [2] auf Hertzsche Dipole und von Carson [3] auf beliebige Antennen angewendet wurde:

Wenn die elektromagnetische Kraft E an den Klemmen der einen Antenne A_1 zwischen den Klemmen einer zweiten Antenne A_2 den Strom I erzeugt, so erzeugt dieselbe EMK E an die Klemmen der Antenne A_2 gelegt, zwischen den Klemmen der Antenne A_1 auch den Strom I (Bild 6). Diese Beziehung gilt für alle praktischen Ausbreitungsvorgänge mit Ausnahme derer in der Ionosphäre oder in dem Van Allen-Gürtel; außerdem nicht für Antennen, die nichtreziprok wirksame Elemente, z. B. Halbleiter (»aktive Antennen« [10]) oder gyromagnetische Bau-

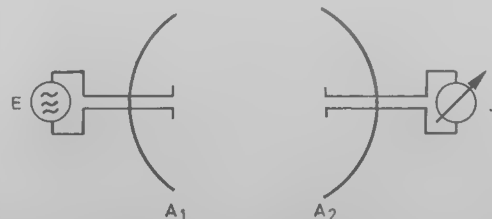


Bild 6. Zum Reziprozitätstheorem.

elemente, enthalten. Aus dem Reziprozitätstheorem folgt der fundamentale Satz der Antennentheorie von der Gleichheit der Richtcharakteristiken, des Richtfaktors (und der Wirkfläche) und des Antennenwiderstandes im Sende- und Empfangsfall.

Literatur: [1] H. Hertz, Die Kräfte elektrischer Schwingungen behandelt nach der Maxwellschen Theorie. Wied. Ann., Bd. 36

(1888) S. 1 — [2] A. Sommerfeld, Das Reziprozitätstheorem in der drahtlosen Telegrafie. Jahrbuch der drahtlosen Telegrafie, Bd. 26 (1925) S. 93 — [3] J. R. Carson, Reciprocal Theorems in Radio Junction, Proc. Instn. Radio Engr. 17 (1929) S. 952—956 — [4] K. Fränz, Messung der Empfängerempfindlichkeit bei kurzen elektrischen Wellen. Hochfrequenz u. Elektroakustik 54 (1942) S. 105—112 — [5] K. Fränz, Die Verbesserung des Übertragungswirkungsgrades durch Richtantennen. Telefunken Ztg., Mai (1940) S. 49—54 — [6] H. T. Friis, A Lote on a Simple Transmission Formula. Proceedings of the IRE, May (1946) S. 254 — [7] Bezeichnungen und Begriffsbestimmungen auf dem Gebiet der Antennen, Strahlungseigenschaften, Vornorm DIN 45030, Blatt 1 — [8] Antennengattungen und Antennenformen, Vornorm DIN 45030, Blatt 2 — [9] IEEE Test Procedure for Antennas, Number 149, Januar (1965). IEEE Transactions on Antennas and Propagation, May (1965) S. 437—466 — [10] H. Meinke, Aktive Antennen. NTZ 19, Heft 12 (1966) S. 697—705 — [11] A. Sommerfeld, Elektrodynamik, Bd. III, Akademische Verlagsgesellschaft Geest + Porting KG, Leipzig 1954 — [12] C. Schaefer, Einführung in die theoretische Physik, dritter Band/erster Teil, Walter de Gruyter + Co., Berlin 1950 — [13] H. Zuhrt, Elektromagnetische Strahlungsfelder, Springer-Verlag, Berlin 1953 — [14[G. S. Ajsenberg, Kurzwellenantennen, Fachbuchverlag Leipzig 1954 — [15] H. Brückmann, Antennen und ihre Theorie und Technik, Verlag S. Hirzel, Leipzig 1939 — [16] K. Fränz, u. H. Lassen, Antennen und Ausbreitung, Springer-Verlag, Berlin, 1956 — [17] S. A. Schelkunoff, Electromagnetic Waves, D. van Nostrand Company, Inc., New York 1957 — [18] S. Silver, Microwave Antenna Theory and Design, McGraw Hill Book Company, Inc., New York 1949 — [19] J. D. Kraus, Antennas, McGraw Hill Book Company, Inc., New York 1950 — [20] H. Meinke, u. F. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, Berlin 1962 — [21] H. Jasik, Antenna Engineering Handbook, McGraw Hill Book Company, Inc., New York 1961 — [22] C.C.I.R. Handbook on High-Frequency Directional Antennae, International Telecommunication Union, Geneva 1966 — [23] R. C. Hansen, Microwave Scanning Antennas, Volume I, II, III, Academic Press, New York 1964 — [24] R. Kühn, Mikrowellenantennen, VEB Verlag Technik Berlin 1964 — [25] G. F. Koch, Gewinn, Wirkfläche und Flächenausnutzung von Richtantennen und die Methoden ihrer Bestimmung. Telefunkenzeitung 1953, Heft 101, S. 292—309 — [26] G. F. Koch, Die verschiedenen Ansätze des Kirchhoffschen Prinzips und ihre Anwendung auf die Beugungsdiagramme bei elektromagnetischen Wellen. AEÜ, Heft 2, S. 77—98, Heft 3, S. 132—153 (1960) — [27] NGT-Entwurf 1301/69, NTZ 22 (1969) Heft 6, S. 325.

Koch

Antennenanpassung. Um eine Sendeantenne mit bestem Wirkungsgrad zu betreiben, muß man ihren frequenzabhängigen Scheinwiderstand mit Hilfe von Abstimmitteln und Transformationsgliedern an den Senderausgangskreis oder an die Energieleitung anpassen. Der Scheinwiderstand der Antenne ist im allgemeinen komplex und muß an den Wellenwiderstand der Energieleitung angeglichen werden. Dies erreicht man durch Anpassungsglieder zur Vermeidung von stehenden Wellen auf der Energieleitung, die Energieverluste und Verzerrungen verursachen würden. Der Wirkwiderstand der Antenne setzt sich zusammen aus dem Strahlungswiderstand und den Verlustwiderständen in den Antennenleitern, Abspannseilen, Abstimmspulen, aus den dielektrischen Verlusten in den Abstimmkondensatoren, Isolatoren, den Glimm- und Sprühverlusten sowie aus den Erdbodenverlusten. Der Antennenwirkungsgrad η_A ist das Verhältnis von Strahlungswiderstand R_s zu der Summe des Strahlungswiderstandes R_s und der Verlustwiderstände R_v.

$$\eta_A = \frac{R_s}{R_s + R_v}.$$

Der stark frequenzabhängige Blindwiderstand einer geraden Antenne läßt sich aus den Leitungsgleichungen angenähert berechnen. Bei der Berechnung der Wirk- und Blindwiderstände einer Antennengruppe muß außer den Scheinwiderständen der Einzelantennen auch die Strahlungskopplung der Antennen untereinander berücksichtigt werden.

Literatur: A. Heilmann, Antennen. Fernmelde-Ing. (1943) Heft 2/3, S. 29 — A. Heilmann, Technische Antennenformen für kürzeste Wellen, Fernmelde-Ing. (1951) Heft 2, S. 22.

Meinel

Antennenantrieb. Einrichtung zum Bewegen einer Antenne entsprechend zugeführter Steuersignale. Für Antennen mit hoher Drehgeschwindigkeit und -beschleunigung meist als hydraulischer A. ausgeführt. Sonst elektrischer A., entweder mit Thyristoren oder von Leonardsatz gesteuert. Für große Einstellgenauigkeit besondere Maßnahmen zum Vermeiden toten Gangs infolge Getriebespiels erforderlich.

Antennenausführung.

1. Allgemeines. Antennen sind offene zum Ausstrahlen und zum Empfang elektromagnetischer Schwingungen bestimmte Schwingkreise.

Die Antenne selbst kann entweder isoliert zwischen zwei oder mehreren Antennenstützpunkten (Antennenträgern) als L- oder T-Antenne, Faltdipol- oder Rhombusantenne aufgehängt werden oder mit den Stützpunkten zusammen die Antenne bilden. Im ersten Falle können die Stützpunkte aus Stahl oder auch aus einem nichtleitenden Material, z. B. aus Beton (Schleuderbetonmaste) oder aus Holz (Holzmaste) hergestellt werden. Im zweiten Fall müssen die Stützpunkte aus Metall (Stahl oder Leichtmetall) hergestellt werden und durch Isolatoren gegen die Erde isoliert werden. Ein stählerner Antennenstützpunkt kann aber auch selbst die Antenne bilden, wenn er gegen die Erde isoliert aufgestellt ist. Man spricht dann von einem Selbststrahler.

2. Antennentragwerke aus Stahl. Für die Erarbeitung von Vorschriften für die Berechnung und Ausführung von Antennentragwerken aus Stahl wurde der Fachnormen-Arbeitsausschuß DIN 4131 gebildet, der auch den Begriff Antennentragwerke geprägt und definiert hat. Nach DIN 4131 sind Antennentragwerke Bauten für funktechnische Zwecke und bilden entweder selbst die Antenne (Selbststrahler) oder sind zur Aufnahme von Antennen bestimmt. Antennentragwerke können aus Masten und Türmen oder aus der Vereinigung mehrerer dieser Konstruktionen zu einem Tragwerk bestehen. Auf die Spitze von Antennentragwerke aufgesetzte, ebenfalls zum Tragen von Antennen bestimmte, meist kleinere Bauteile werden Antennenschaft genannt, z. B. Fernsehantennenschaft, Antennenschaft für Antennen des öffentlich beweglichen Landfunks. Entsprechend dem Verwendungszweck spricht man von Antennenmast, Fernsehmast oder Fernsehturm und Funkmast oder Funkturm.

3. Blitzschutz. Antennentragwerke müssen eine wirksame Erdung unter Beachtung der »Allgemeinen Blitzschutzbestimmungen« (ABB), herausgegeben vom Ausschuß für Blitzableiterbau, erhalten. Als solche sind im allgemeinen Ringerder zu betrachten. Bei Türmen ist jeder Eckstiel eigens an den Ringerder anzuschließen. Bei Masten sind auch die Fußpunkte der Abspannseile zu erden. Fußisolatoren sind durch

Überschlagstrecken vor Zerstörung durch Blitzschlag zu schützen. Über Erdung von selbststrahlenden Antennentragwerken Erdsystem.

4. Korrosionsschutz. Antennentragwerke müssen zuverlässig gegen Korrosion geschützt werden. Hierfür kommen in Betracht:

4.1. Farbanstriche. Es werden im allgemeinen 4 Anstriche vorgesehen. 2 Grundanstriche in der Regel mit Bleimennige im Werk zum Schutz der Konstruktion während des Transports zur Baustelle und während der Montagezeit und danach 2 Deckanstriche mit Standölfarben mit verschiedenen Pigmenten auf der Baustelle. Für die Ausführung der Schutzanstriche auf Stahlkonstruktionen ist DIN 55928 anzuwenden.

4.2. Metallspritzen. Für das Aufbringen von Metallüberzügen durch Metallspritzen ist DIN 8565 maßgebend. Auf die durch Spritzen metallisierte Fläche ist stets ein porendichtender Anstrich aufzubringen.

4.3. Feuerverzinkung. Bei Feuerverzinkung muß die Dicke der Zinkschicht mindestens 80 μm betragen. Dies entspricht einem Gewicht von 560 p/m². Die Haftfestigkeit ist durch geeignete Verfahren, z. B. durch Abklopfen mit dem 250-p-Kugelhammer nachzuweisen. In aggressiver Atmosphäre empfiehlt es sich, zusätzliche Anstriche vorzusehen, die gut auf Zink haften müssen.

4.4. Spezialstähle. In letzter Zeit wurden Spezialstähle entwickelt, die bei gleicher Festigkeit wie die bisher verwendeten Stähle die Eigenschaft haben, durch Bildung einer Roststabilisierungsschicht der Verrostung des Stahles Einhalt zu gebieten. Die Verwendung solcher Stähle würde einen besonderen Korrosionsschutz überflüssig machen.

5. Isolatoren. Für die Wahl geeigneter Isolatoren sind die elektrische und die mechanische Belastung maßgebend. Isolatoren werden im allgemeinen aus gebrannter Keramik, Porzellan, Glas oder Kunststoff hergestellt. Als Fuß- oder Stützisolatoren verwendet man bei großen mechanischen und elektrischen Belastungen Hohlkegelisolatoren, bei mittleren Belastungen genügen Tonnenisolatoren. Als Abspann- oder Pardunenisolatoren werden bei großen Beanspruchungen Gurtbandisolatoren verwendet. Die Gurtbandisolatoren werden in sog. Gurtbandgehängen, die wegen des je nach der Belastung durch den Wind veränderlichen Durchhangs der Abspannungen kardanisch, d. h. allseitig beweglich sein müssen, eingebaut. Bei Gurtband- und bei Fußisolatoren sind die Berührungsflächen zwischen Isolator und Stahlarmatur an beiden Teilen zu schleifen und am Isolator zu metallisieren. Bei mittleren Belastungen verwendet man als Abspannisolatoren Eiisolatoren, bei kleinen Belastungen Sattelisolatoren. Bei allen in Abspannseile einzubauenden Isolatoren ist durch geeignete Maßnahmen ein Verschieben oder Herausfallen der Isolatoren zu verhindern. Die vorstehend genannten Isolatoren sind alle so konstruiert, daß das keramische Isolatormaterial auf Druck beansprucht wird. Zur Isolation von Drahtantennen und Energiezuführungsleitungen werden bevorzugt auf Zug beanspruchte Stabisolatoren verwendet.

Literatur: DIN 4131 — Antennentragwerke aus Stahl — Allgemeine Blitzschutzbestimmungen, Verlag Ernst & Sohn, Berlin — A. Seils, »Verbesserter Korrosionsschutz bei Stahlbauten mit neuen Stoffen und mechanisierter Verarbeitungstechnik«, Verlag Hernickel & Strauß, Darmstadt — Isolatoren: Teilkatalog H der Steatit-Magnesia Aktiengesellschaft Holenbrunn (Ofr.). *Weber*

Antennendiversity → Diversityempfang.

Antennendoppelspeisung. Um auf einer Sendestelle die Zahl der Antennen zu verringern und die unvermeidlichen Antennenrückwirkungen einzuschränken, wendet man die Mehrfachausnutzung einer Sendeantenne z. B. durch Doppelspeisung an. Hierbei werden die Ausgänge von zwei Sendern über Saug- und Sperrkreise, die auf die beiden Betriebsfrequenzen abgestimmt sind, parallel auf den Fußpunkt der Antenne geschaltet. Das Verfahren der Doppelspeisung wird bei den Rundfunksendern im Mittelwellenbereich und bei den Telegrafiesendern im Langwellenbereich erfolgreich angewandt.

Literatur: E. Meinel, Die Funkeinrichtungen der Langwellen-Telegrafiestation Mainflingen bei Aschaffenburg, Fernmeldetechn. Z. (1953), S. 536.

Antenneneingangswiderstand → Antennenwiderstand.

Antennen auf Eisenbahnfahrzeugen. Die Unterbringung von λ/4-Strahlern auf Eisenbahnfahrzeugen bereitet aus Profilgründen Schwierigkeiten. Es werden daher für Eisenbahnfahrzeuge Topfantennen verwendet. Wegen der Nähe der elektrischen Fahrleitung (15 kV) sind besondere Schutzmaßnahmen bei der Antennendurchführung nötig. Wird ein Fahrzeug nur vorübergehend mit Funk ausgerüstet, so wird die Antenne als Haftantenne mit einem Magneten an der Karosserie des Fahrzeuges befestigt.

Antennenelement ist ein Primär- oder Sekundärstrahler, der als elementares Bestandteil eines Antennensystems betrachtet werden kann. Als Primärstrahler wird ein A. bezeichnet, das unmittelbar mit dem Energieleitungssystem verbunden ist. In der Literatur auch als aktiver Strahler oder Erreger bekannt. Beispiele: → Dipolantennen, → Hornstrahler u. a. Ein Sekundärstrahler, häufig auch Parasitärstrahler genannt, ist ein A., das nicht unmittelbar mit dem Energieleitungssystem verbunden ist; der Energieaustausch mit den anderen Elementen erfolgt durch Strahlungskopplung. Beispiele: Reflektor, Direktor, Koppelstrahler. Als Reflektor bezeichnet man einen Sekundärstrahler, eine Gruppe von Sekundärstrahlern oder besonders geformte leitende Oberflächen, welche hinter einem Primärstrahler oder einer Gruppe von Primärstrahlern angeordnet sind, um elektromagnetische Energie zu reflektieren und so die Strahlung nach vorwärts zu vergrößern und nach rückwärts zu verkleinern. Ein Direktor ist ein Sekundärstrahler, der vor einem Primärstrahler angeordnet ist, um die Strahlung nach vorwärts zu vergrößern. Ein A., das weniger die Strahlungscharakteristik einer Antenne als vielmehr den → Antennenwiderstand beeinflussen soll und zu diesem Zweck in geringem Abstand parallel zu einem Primärstrahler angeordnet ist, nennt man Koppelstrahler. *Laub*

Antennengewinn. Der A. oder einfach der Gewinn (maximum power gain oder kürzer gain) ist für den Sendefall definiert als das Verhältnis der von einer Antenne in Hauptstrahlrichtung im Fernfeld erzeugten Strahlungsdichte S_{max} oder Strahlstärke Φ_{max} zu der von einem (als verlustlos und angepaßt angenommenen) Kugelstrahler in gleicher Entfernung erzeugten Strahlungsdichte S_K oder Strahlstärke Φ_K bei gleicher zugeführter Leistung P_{so} und P_K für Antenne und Kugelstrahler:

$$G = \frac{S_{max}}{S_K} = \frac{\Phi_{max}}{\Phi_K} \text{ bei } P_{so} = P_K .$$

Er kann auch definiert werden als das Verhältnis der zugeführten Leistung P_K des Kugelstrahlers zur zugeführten Leistung P_{so} einer Antenne bei gleichen Strahlungsdichten S_K und S_{max} in Hauptstrahlrichtung und in gleicher Entfernung im Fernfeld

$$G = \frac{P_K}{P_{so}} \text{ bei } S_{max} = S_K .$$

Beide Definitionen führen zum gleichen zahlenmäßigen Ergebnis.

Für den Empfangsfall ist der Gewinn definiert als das Verhältnis der von einer bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientierten Antenne an einen Verbraucher bei Leistungsanpassung abgegebenen Leistung $P_{eo\,max}$ zur Empfangsleistung P_K des Kugelstrahlers im ebenen Wellenfeld.

$$G = \frac{P_{eo\,max}}{P_K} .$$

Der Gewinn einer Antenne ist im Sende- und Empfangsfall gleich groß, sofern das Reziprozitätstheorem (→ Antennen) gilt.

Neben diesem Gewinn, der grundsätzlich auf den Kugelstrahler bezogen ist, kennt man noch die auf den angepaßten, bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientierten, verlustfreien Hertzschen oder $\lambda/2$-Dipol bezogenen Gewinne G_{Hz} oder G_D. λ ist die Wellenlänge. Die drei Gewinngrößen hängen folgendermaßen zusammen:

$$G = 1{,}5\, G_{Hz} ; \quad G = 1{,}64\, G_D .$$

Abweichend von dem im allgemeinen benutzten A. ist noch ein praktischer Antennengewinn für den Empfangsfall definiert als das Verhältnis der von einer bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientierten Empfangsantenne an den Nennwiderstand abgegebenen Empfangsleistung $P_{p\,max}$ zur maximalen Empfangsleistung P_N einer optimal orientierten, angepaßten und verlustfreien Bezugsantenne im ebenen Wellenfeld.

$$G_P = \frac{P_{p\,max}}{P_N} .$$

Bei der Definition des Antennengewinns legt man die zugeführte Leistung zugrunde. Bezieht man sich stattdessen auf die abgestrahlte Leistung, erhält man den Richtfaktor D (directivity). Er kann auch definiert werden als das Verhältnis der von einer Antenne in Hauptstrahlrichtung im Fernfeld erzeugten Strahlstärke Φ_{max} zu ihrer mittleren Strahlstärke Φ_K, die entstehen würde, wenn die gesamte Strahlungsleistung P_s gleichmäßig in den gesamten Raumwinkel 4π abgestrahlt würde.

$$D = \frac{\Phi_{max}}{\Phi_K} .$$

Mit dem A. ist er durch den Antennenwirkungsgrad η der Antenne, der gleich dem Verhältnis der abgestrahlten zur gesamten zugeführten Leistung ist, verbunden

$$G = \eta D .$$

Analog zu dem Gewinn existiert auch ein auf den Hertzschen oder $\lambda/2$-Dipol bezogener Richtfaktor D_{Hz} oder D_D.

$$D = 1{,}5\, D_{Hz} ; \quad D = 1{,}64\, D_D .$$

Mit der Richtcharakteristik $C(\varphi, \vartheta)$ hängen die drei Richtfaktoren folgendermaßen zusammen:

$$D = \frac{4\pi}{\oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega} = \frac{4\pi}{\Omega} ,$$

$$D_{Hz} = \frac{8\pi/3}{\oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega} = \frac{8\pi/3}{\Omega} ,$$

$$D_D = \frac{2{,}43\,\pi}{\oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega} = \frac{2{,}43\,\pi}{\Omega} ,$$

$d\omega$ ist das Raumwinkelelement.

Es ist

$$\Omega = \oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega = \frac{\lambda^2}{A} ,$$

der äquivalente Raumwinkel der Antenne, in dem bei gleicher abgestrahlter Leistung die größte Strahlungsdichte der Hauptkeule der Fernfeldcharakteristik gleichmäßig vorhanden wäre. A ist die → Wirkfläche. Ist keine Bezugsrichtung erwähnt, beziehen sich die Gewinne und Richtfaktoren im allgemeinen auf die Hauptstrahl- bzw. Hauptempfangsrichtung der Antenne. Soll die Abhängigkeit des Gewinns bzw. des Richtfaktors von der durch die Winkel φ, ϑ charakterisierten Richtung zum Ausdruck gebracht werden, spricht man von der Gewinnfunktion (gain function oder gain)

$$G(\varphi, \vartheta), \quad G_{Hz}(\varphi, \vartheta), \quad G_D(\varphi, \vartheta)$$

bzw. von der Richtfunktion (directive gain)

$$D(\varphi, \vartheta), D_{Hz}(\varphi, \vartheta), D_D(\varphi, \vartheta) .$$

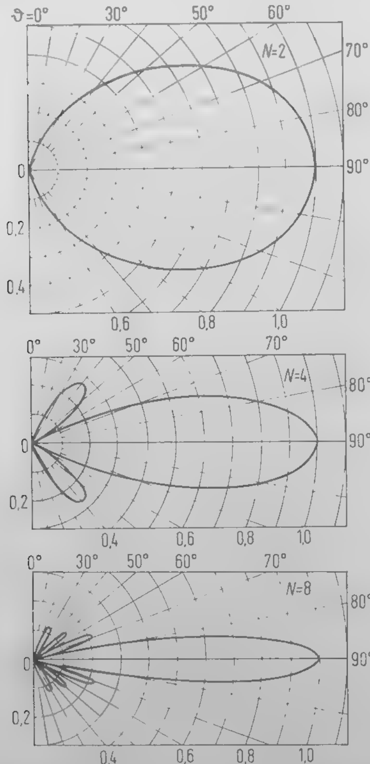
Diese richtungsabhängigen Größen sind gleich dem jeweiligen Produkt der entsprechenden auf die Hauptstrahlrichtung bezogenen Größe und der Richtcharakteristik, z. B.

$$G(\varphi, \vartheta) = G\, C^2(\varphi, \vartheta) .$$

In der Praxis kann aber auch der Wert der Gewinnfunktion in einer bestimmten Richtung einfach als »Antennengewinn für die betreffende Richtung« bezeichnet werden.

Die hier angegebenen Definitionen entsprechen dem NTG-Entwurf 1301/69 (s. NTZ 22 (1969) H. 6, S. 325). Durch diesen Entwurf ist die bisherige NTG-Empfehlung 1301/65, auf die sich die Vornorm DIN 45030 Blatt 1 stützt, überholt. *Koch*

Antennengruppe. Eine A. besteht aus einzelnen Antennen (Einzelstrahlern) beliebiger Art, die in einer geometrischen Linie, einer Fläche oder einem räumlichen Gitter i. allg. in regelmäßigen Abständen angeordnet sind. Als Einzelstrahler kommen sowohl Primärstrahler, wie Halbwellendipole, Ganzwellendipole, Hornstrahler, als auch bereits stärker bündelnde, aus Primär- und Sekundärstrahlern aufgebaute Antennen, wie z. B. Parabolantennen oder Dipol-Antennenfelder (→ Dipolantenne) in Betracht. Zweck der A. ist die Gestaltung einer bestimmten Richtcharakteristik, die mit einem Einzelstrahler nicht verwirklicht werden kann; i. allg. wird eine schärfere Bündelung der Energie angestrebt. Handelt es sich, was praktisch meist der Fall ist, um eine A. aus gleichartigen und gleichorientierten Einzelstrahlern, so erhält man die Richtcharakteristik dieser Antenne durch Multiplikation der Richtcharakteristik $L(\varphi, \vartheta)$ des Einzelstrahlers mit der sog. Gruppencharakteristik oder dem Gruppenfaktor $M(\varphi, \vartheta)$ der Anordnung. Ist eine A. das



Gruppencharakteristik von 2, 4 und 8 gleichphasigen Elementen in λ/2-Abständen in den Meridianebenen, H-Diagramme einer Dipolzeile. (Zuhrt).

Einzelelement einer neuen A., so ergibt sich die Richtcharakteristik dieser neuen Gruppe wieder durch Multiplikation mit der Gruppencharakteristik der neuen Anordnung usw.

Man klassifiziert die A. nach ihrem geometrischen Aufbau. Bei einer linearen (geraden) Gruppe sind die Einzelstrahler in einer geraden Linie, bei einer ebenen Gruppe in einer Ebene angeordnet. Beispiele von Gruppencharakteristiken linearer Gruppen im Bild. Eine Kreisgruppe ist eine Anordnung von gleichorientierten, in der Regel vertikalen Einzelstrahlern auf einem Kreisring oder mehreren konzentrischen Kreisringen. Sie kann, je nach der Phaseneinstellung der Ströme in den einzelnen Elementen, als Rundstrahler oder als Richtstrahler verwendet werden.

Durch geeignete, evtl. elektronisch gesteuerte Änderung der Stromphasen der Einzelstrahler kann die Hauptstrahlrichtung der linearen Gruppe und der Kreisgruppe in einer Ebene, die der ebenen Gruppe auch räumlich geschwenkt werden (phased arrays).

Zu A. siehe auch → Dipolantenne, → Breitbandantenne und → Rundstrahler. *Laub*

Antennenhöhe → Antennen.

Antennenkabel werden in Sende- und Empfangsanlagen verwendet und sind in der Regel koaxial aufgebaut. A. dienen der elektrischen Verbindung zwischen Gerät und Antenne. Sie werden in den verschiedensten Frequenzbereichen, so bei Lang-, Mittel- und Kurzwellensendern, bei Ultrakurzwellen- und Fernsehsendern, bei Richtfunkanlagen, bei Fernsehumsetzern und bei der Verkabelung von Gemeinschaftsantennenanlagen benötigt. (→ Hochfrequenz – Energiekabel).

Antennen im Rundfunkempfänger. Als Empfangsantenne wird in den Mittel- und Langwellenbereichen ein Ferritstab von etwa 10 bis 20 cm Länge verwendet, auf dem die Wicklungen für die Schwingkreisspulen aufgebracht sind. Die Spulen sind nach Bild 1 an den Enden des Stabes angeordnet und lassen sich zum Zweck des Abgleichens verschieben. Infolge seiner hohen Permeabilität zieht der Ferritkern mehr magnetische Feldlinien in das Innere der Spule hinein, als die Spule ohne Kern erhalten würde, so daß die Wirkung einer Ferritstabantenne mit der in tragbaren Rundfunkempfängern früher verwendeten Rahmenantenne vergleichbar ist. Wegen der räumlichen Vorteile hat die Ferritantenne heute ein breites Anwendungsfeld gefunden. Die Ferritantenne ist richtungsempfindlich. Die in die Spule induzierte Wechselspannung ist am größten, wenn die Stabachse horizontal, aber senkrecht zum Sender ausgerichtet ist. Zeigt dagegen die Stabachse auf den Sender, so ergibt sich ein Minimum der Empfangsspannung. Störsender lassen sich durch Drehen des Stabes ausblenden. Zu diesem Zweck sind bei manchen stationären Rundfunkgeräten Einrichtungen vorhanden, mit denen der Ferritstab in der Horizontalebene gedreht werden kann. (Eine Hochantenne kann entweder über eine Antennenspule, die mit dem Schwingungskreis gekoppelt ist, oder nach Bild 1 über einen in den Schwingkreis eingeschalteten Fußpunktkondensator C_K angeschlossen werden. Die Eingangsüberhöhung ist $v = \frac{C_A}{C_A + C_K} \cdot \frac{1}{d}$; d = Kreisdämpfung.

Die meisten Rundfunkempfänger haben auch eine eingebaute Antenne für den Empfang der UKW-Sender. Transportable Geräte besitzen als UKW-Antenne ein oder zwei ausziehbare Teleskopstäbe. Bei

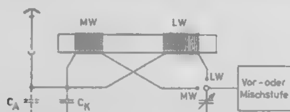


Bild 1. Ferritstabantenne und Anordnung der Kreisspulen für MW und LW. Fußpunktkondensator C_K dient zur Einkopplung der Spannung einer Außenantenne.

stationären Geräten ist der UKW-Dipol im Gehäuse untergebracht. Die Gehäusegröße läßt meist nur Dipollängen zu, die kleiner als $\lambda/2$ sind. Dadurch ergibt sich ein zu kleiner Strahlungswiderstand. Eine Spule oder eine entsprechend bemessene kurzgeschlossene Leitung (Bandkabel), die nach Bild 2

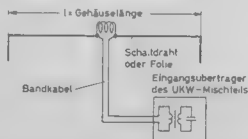


Bild 2. Ausführungsprinzip einer im Gerät eingebauten Dipolantenne für den UKW-Bereich.

zwischen die beiden Zweige des Dipols eingeschaltet werden, dienen zur Erhöhung des Widerstandes. Der Fußpunktwiderstand des Dipols wird über ein Bandkabel an den Eingangskreis angepaßt. Die eingebaute Antenne wird in vielen Fällen als Behelfsantenne für die Kurzwellenbereiche mit benutzt.

Literatur: A. Nowak, Empfangsleistung der Ferritantenne, Funkschau 25 (1953), S. 213 — W. Mennerich, Die Ferritantenne im Rundfunkgerät ETZ-A 75 (1954), S. 466 — Oxley-Nowak, Antennentechnik. Fachbuchverlag Siegfried Schütz — H. Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Bd. 2, Leipzig 1960.

Franke

Antennenlänge → Antennen.

Antennenplattform → Maste und Türme.

Antennenschaft → Antennen, Ausführung.

Antennensteuerung. Die A. ist eine → Nachführeinrichtung zum Bewegen einer Antenne, die nach vorher berechneten Daten Steuerbefehle an das → Servosystem abgibt. Liegen die Steuerdaten als ein gespeichertes Programm auf einem Datenträger in digitaler Form vor und werden diese automatisch abgerufen, so spricht man von Programmsteuerung. Bei der Handsteuerung hingegen werden die Daten in analoger Form von Hand eingegeben.

Antennenstützpunkt → Antennen, Ausführung.

Antennentemperatur. A. ist die Temperatur, die ein Widerstand bzw. ein passives System haben müßte, um bei Anpassung die gleiche (thermische) Rauschleistung pro Hertz abzugeben wie die Antenne. Die Rauschleistung der Antenne wird in erster Linie von der auf die Antenne fallenden Störstrahlung verursacht, zu einem geringen Bruchteil auch von dem ohmschen Widerstand der Antenne. Die A. ist entsprechend der Beziehung

$$P_R = k \cdot T \cdot B$$

(k ist die Boltzmannsche Konstante, T die absolute Temperatur und B die »Rauschbandbreite« → Rauschen) ein Maß für die von der Antenne abgegebene Rauschleistung. Vernachlässigt man den Beitrag des ohmschen Antennenwiderstandes zur Rauschleistung, so gilt für den Zusammenhang zwischen der A. T_A, der Temperaturverteilung $T(\varphi, \vartheta)$ der Rauschquellen und der → Richtcharakteristik $C(\varphi, \vartheta)$ der Antenne folgende Beziehung

$$T_A = \eta \frac{\oint T(\varphi, \vartheta)\, C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega}{\oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega}$$

oder

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \oint T(\varphi, \vartheta)\, G(\varphi, \vartheta)\, d\omega,$$

wobei $G(\varphi, \vartheta) = G\, C^2(\varphi, \vartheta)$ die Gewinnfunktion, G der → Antennengewinn und η der Antennenwirkungsgrad sind.

Als Quellen für die Störstrahlung treten neben industriellen und technischen Anlagen (man made noise) je nach der Frequenz die durch Gewitter verursachten atmosphärischen Störungen, das galaktische und das atmosphärische Rauschen und — nach neuesten Erkenntnissen — das kosmische Hintergrundrauschen auf (Bild 1). Außerdem liefert der Erdboden bei

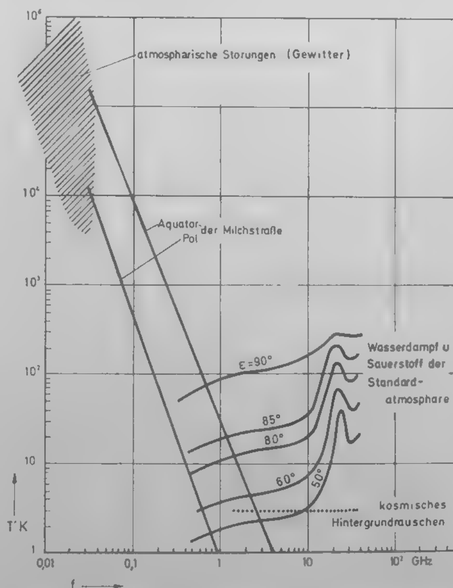


Bild 1. Rausch- und Störbeiträge zur Antennentemperatur.

höheren Frequenzen eine nicht unerhebliche Störstrahlung (Bild 2). Seine Strahlungstemperatur (oder »schwarze« Temperatur oder auch äquivalente Rauschtemperatur) T, die etwa 200-300° K beträgt, hängt mit der wahren Temperatur T_W über den Reflektions-

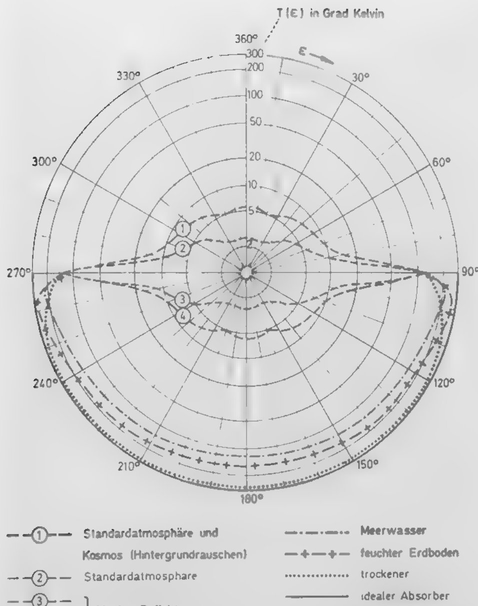
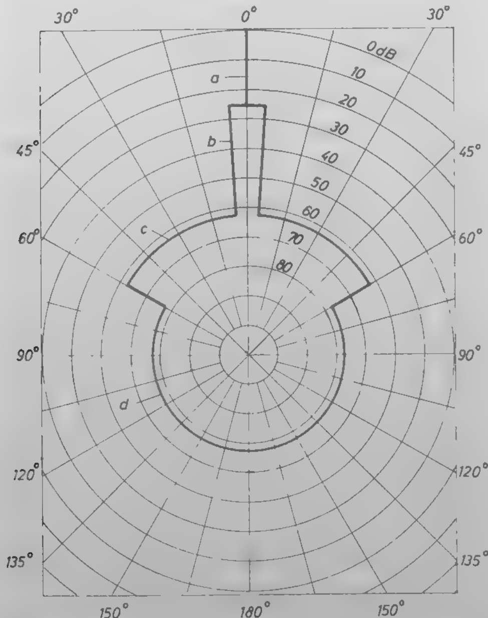


Bild 2. Strahlungstemperaturverteilung in der Vertikalebene bei f = 3 GHz (λ = 10 cm).



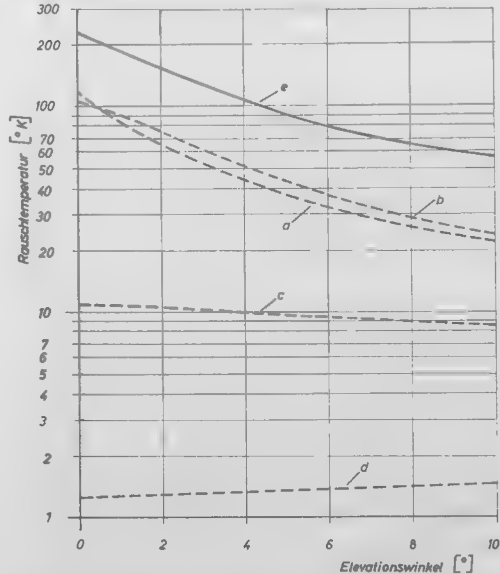
a) Hauptkeule, b) der Hauptkeule benachbarte Nebenmaxima, c) Nebenmaxima, d) Rückstrahlung.

Bild 3a. Schematisiertes Richtdiagramm einer Parabolantenne von 25 m Durchmesser bei 4 GHz.

faktor r durch folgende einfache Beziehung zusammen:

$$T = T_W (1 - |r|^2).$$

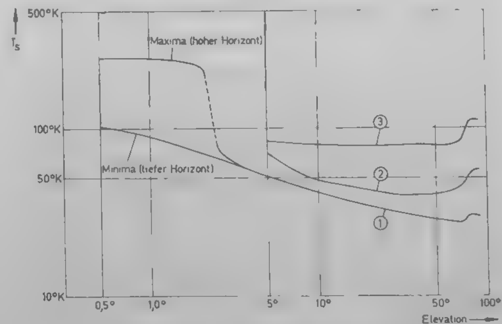
Ist die Temperaturverteilung $T(\varphi, \vartheta) = T =$ konstant, dann ist die A. völlig unabhängig von der



a) Beitrag der Hauptkeule, b) Beitrag der der Hauptkeule benachbarten Nebenmaxima, c) Beitrag der Nebenmaxima, d) Beitrag der Rückstrahlung, e) Gesamte Rauschtemperatur der Antenne.

Bild 3b. Beiträge zur Antennentemperatur; berechnet für sehr schlechte Witterungsbedingungen aus dem schematisierten Richtdiagramm (nach Hannaford).

Richtcharakteristik, und zwar ist $T_A = T$. Ist das — wie meistens in der Praxis — nicht der Fall, so hängt die A. erheblich von der Richtcharakteristik ab, speziell von dem Anteil der durch die Nebenmaxima aufgenommenen Störleistung (Bild 3a



1 — Himmel klar oder leicht bewölkt, Radom trocken, 2 Leichter Regen, 3 = Starker Regen.

Bild 4. Systemtemperatur der Empfangsanlage Raisting I.

und 3 b). Die gesamte von der Empfangsanlage an dem Empfängereingang erzeugte Systemrauschtemperatur T_S ist

$$T_S = T_A\, e^{-2\alpha l} + T_e + T_L\,.$$

α = Dämpfungskonstante der Speiseleitung
l = Länge
T_e = Rauschtemperatur des Empfängers
T_L = Rauschtemperatur der Speiseleitung

Die bei der Erdefunkstelle Raisting (Nahfeld-Cassegrain-Antenne von 25 m ∅) auftretende Systemrauschtemperatur ist in Bild 4 in Abhängigkeit vom Elevationswinkel für verschiedene Witterungsbedingungen angegeben.

Eine charakteristische Größe für rauscharme Empfangsantennen ist das $G : T_A$-Verhältnis oder einfach G/T-Verhältnis (figure of merit).

Literatur: D. A. Hannaford, Meteorological Factors in Space Communications Systems. Programme and Conference Digest, International Conference on Satellite Communication, 22nd-28th November, 1962, S. 280—288 — E. Denison u. G. L. Rogers, Aerial noise temperatures at 5650 Mc/s. Proc. IEE, Vol. 112, No. 6, June 1965 S. 1075—1080 — D. L. Croom, Naturally occurring thermal radiation in the range 1—10 Gc/s. Proc. IEE, Vol. 111, No. 5, May 1964, S. 967—980 — D. C. Hogg u. R. A. Semplak, An Experimental Study of Near-Field Cassegrainian Antennas. The Bell System Technical Journal, November 1964, S. 2677—2704 — R. Teupser, The Raisting Satellite Earth Station and Its System Noise Temperature. IEEE Transactions on Communication Technology, Vol. COM-15, No. 6, December 1967, S. 848—854. — CCIR Report 322, World distribution and characteristics of Atmospheric Radio Noise. Genf 1963 — A. A. Penzias, Measurement of Cosmic Microwave Background Radiation. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 16, Nr. 9. Sept. 1968, pp. 608—611. *Koch*

Antennenträger → Antennen, Ausführung, → Funkübertragungsstelle.

Antennenverstärker (s. a. Großgemeinschaftsantennenanlagen). Ein breitbandiger Verstärker, der die von der Gemeinschaftsantenne gelieferte Spannung so weit verstärkt, daß sie einer größeren Anzahl von Ton-Rundfunk- bzw. Fernsehempfängern genügend rückwirkungsfrei zugeführt werden kann.

Antennenverteiler. Auf einer kommerziellen Funkempfangsstelle schließt man mehrere Empfänger über einen Antennenverteiler an eine Gemeinschaftsantenne an unter Vermeidung von gegenseitigen Beeinflussungen. Bei Kurzwellen-Empfangsstationen beträgt der Frequenzbereich einer solchen Anlage z. B. 1,6–30 MHz.

Antennenwahlschalter. Mit Hilfe eines A. lassen sich die verschiedenen Sender einer größeren Sendestelle wahlweise auf die verschiedenen Sendeantennen schalten. Das bekannteste Prinzip eines A. ist der Kreuzschienenverteiler. Die modernen Kreuzschienenverteiler sind mit Fernsteuerung ausgerüstet, so daß man von der Befehlszentrale aus die gewünschten Kombinationen zwischen den Sendern und den Antennen in kürzester Zeit herstellen kann.

Literatur: A. Ruhrmann, Der fernbedienbare Antennenwahlschalter Telematrix, Telefunken-Zeitung, Heft 138 (Dez. 1962), S. 333–343.

Antennenwiderstand ist der auf eine bestimmte Stelle bezogene Scheinwiderstand der Antenne. Üblicherweise wird als Bezugspunkt der Antennenspeisepunkt (Antennenanschluß) oder der Ort eines Strommaximums gewählt. Der Scheinwiderstand am Antennenanschluß wird als Antenneneingangswiderstand oder als Widerstand im Speisepunkt bezeichnet. Der A. an den Eingangsklemmen eines Dipols wird häufig auch Fußpunktswiderstand genannt. Der Realteil des A. ist der Wirkwiderstand, der Imaginärteil ist der Blindwiderstand der Antenne. Der Wirkwiderstand ist die Summe aus dem Strahlungswiderstand und dem nicht zur Strahlung beitragenden Verlustwiderstand der Antenne am Bezugspunkt. Der Verlustwiderstand multipliziert mit dem Quadrat des Effektivwertes des Antennenstromes im Bezugspunkt ergibt die Antennenverlustleistung. Er ist im wesentlichen nur bei Antennen mit längeren Verdrahtungsleitungen (z. B. → Antennengruppen), bei Antennen mit Stromrückleitung über Erde (gegen Erde erregte Vertikalantenne), bei mit dielektrischem Material stark belasteten Antennen sowie bei (Satelliten-) → Erdefunkstellen-Antennen von größerer Bedeutung. Der auf den Strom in einem bestimmten Antennenpunkt (z. B. Strommaximum) bezogene Strahlungswiderstand ist gleich der Strahlungsleistung dividiert durch das Quadrat des Effektivwertes des Antennenstromes im Bezugspunkt.

Ein in die Antenne etwa eingebauter ohmscher Zusatzwiderstand (z. B. zur Erzeugung fortschreitender Wellen) wird als Schluckwiderstand bezeichnet (s. a. → Rhombusantenne). *Laub*

Antennenwirkungsgrad → Antennengewinn, → Verlustleistung einer Antenne.

Antifadingantenne → Vertikalantenne.

antimetrisch → Vierpoltheorie 2.3.

Antimon, Sb, Atomgewicht 121,76, ϱ 6,684, Fp 630° C, Kp 1635° C, grauweißes glänzendes Metall, sehr brüchig und leicht pulverisierbar. Vorkommen: wichtigster Rohstoff ist das Grauspießglanzerz Sb_2S_3. Darstellung: Rösten des Erzes unter Luftzutritt und Reduktion des gebildeten Oxyds mit Kohle. Verwendung: Herstellung von Legierungen wie Letternmetall, als Erhärtungszusatz zum Kabelmantelblei. (→ Kabelmantel), als Dotierungssubstanz (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern) und zum Aufbau von Mischkristallen vom A_{III}-B_V-Typ (→ Halbleiterverbindungen).

antistatische Substanzen. Verschiedene Kunststoffe und dergl. haben die nachteilige Eigenschaft, Staub- und Schmutzteilchen durch elektrostatische Aufladung anzuziehen und festzuhalten. Diese Eigenschaft wird durch Behandlung mit a. S. aufgehoben. Antistatische Wirkung haben z. B. viele Öle, Glykole, Polyalkohole, Polyglykoläther, Verbindungen mit SO_3H-Gruppen, Ester- oder Säureamidgruppierungen, Glycerin, Triäthandiamin, Polyoxyäthylenalkamine, quaternäre Ammoniumverbindungen, Sorbitanderivate usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Antitherm-Stähle sind hochlegierte, bis 1200° C zunderbeständige Stähle von Böhler.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Antivalenz (exklusives ODER) → Funktionen der Schaltalgebra.

Antrag auf Herstellung, Änderung oder Übertragung von Fernmeldeeinrichtungen. Alle A. auf Fernmeldeeinrichtungen (F-Einr), für die nach den Bestimmungen der → Fernsprechordnung (FeO) eine Mindestüberlassungsdauer vorgeschrieben ist, sind an Formblätter (Fbl) gebunden. Alle übrigen A. (z. B. Verlegung (V) eines Hauptanschlusses (H) auf demselben Grundstück, Einrichtung oder Aufhebung einer innenliegenden Nebenstelle usw.) können schriftlich (ohne Fbl), fernmündlich oder persönlich beim zuständigen Anmeldeplatz gestellt werden. Im Sinne eines guten Kundendienstes, d. h. um dem Antragsteller das Ausfüllen der Fbl zu erleichtern, wurden für die einzelnen Arten von F-Einr. besondere Fbl eingeführt. Außerdem tragen sie unter der Überschrift eine kurzgefaßte Anleitung über das Ausfüllen des Fbl.

Als Antragsfbl gibt es zwei- oder dreiteilige Durchschreibefbl mit Kohlepapiereinlage. Die Erstschrift dient dem Anmeldeplatz als Arbeitsunterlage, die Durchschrift erhält der Antragsteller mit der (Antrags-)Bestätigung (Rückseite) zurück.

In der Bestätigung zu A. auf Neuanschluß wird dem Kunden mitgeteilt, welche Rufnummer (Rufnr) sein Anschluß erhält. Mit der Bestätigung zu A. auf V im selben Ortsnetz erfährt der Kunde, ob die bisherige Rufnr beibehalten werden kann oder eine neue Rufnr zugeteilt werden muß.

Der Antragsbestätigung werden entweder ein Auszug aus der FeO (bei H) oder die FeO (bei Nebenstellenanlagen), eine Mitteilung über den Wortlaut des gewünschten Eintrags in das amtliche Fernsprechbuch, Karten zur Benachrichtigung seiner Bekannten oder Kunden über die Einrichtung oder V seines Fernsprechanschlusses und ein Merkblatt über die bargeldlose Begleichung der Fernmelderechnung beigelegt.

Zur Zeit liegen bei den Anmeldestellen (Am) und an den Schaltern der Postämter folgende Antragsformblätter aus:

1. Antrag für Hauptanschlüsse,
2. Antrag für Kleinstnebenstellenanlagen,
3. Antrag für außenliegende Nebenstellen und Leitungen,
4. Antrag für Telexanschlüsse,
5. Antrag auf Übertragung von Fernsprecheinrichtungen,
6. Anzeige über Namensänderung.

Zu 1.—4.: Mit diesen Antragsfbl kann sowohl die Neueinrichtung als auch die V der betreffenden F-Einr beantragt werden. Zu 5.: Bei Übertragungen erhält sowohl der bisherige als auch der übernehmende Teilnehmer eine Bestätigung des A.

Außer den in Abs. 3 aufgezeigten Fbl werden vorrätig gehalten: beim Außenbeamten der Am das Fbl »Antrag für Nebenstellenanlagen«. (Da dieses Fbl vom Antragsteller nicht ausgefüllt wird, geschieht dies in der Regel im Anschluß an die fachliche Beratung durch den Außenbeamten); bei den Herstellerfirmen von privaten Nebenstellenanlagen das Fbl »Antrag auf Genehmigung zur Anschließung, Erweiterung oder Änderung einer privaten Nebenstellenanlage«. *Breidt*

Antrieb. A. bei Telegrafenapparaten, insbesondere Fernschreibmaschinen, findet gegenwärtig ausschließlich durch Elektromotoren statt. Verwendet werden Motoren für Gleich- und Wechselspannung. Erstere können Hauptschluß- oder Nebenschlußmotoren sein; Betriebsspannung z. B. 24, 60, 110, 115, 120, 160, 220 V. Wechselstrommotoren, als Kollektor- oder als Synchronmotoren ausgeführt, haben i. allg. eine Betriebsspannung von 127 oder 220 V. Am gebräuchlichsten Universalmotoren mit Hauptschlußcharakteristik für 110 = / 220 ~; Ausführung als Kollektormotoren. Drehzahlregelung erforderlich; → Drehzahlregler. Die Funkenbildung am Regler und Stromwender kann erhebliche Störungen der Funkdienste hervorrufen. Daher Entstörung erforderlich. Diese Nachteile werden beim Synchronmotor vermieden, weil Regler und Stromwender wegfallen. Meist Einphaseninduktionsmotoren. Wechselfeld im Ständer zunächst kein Drehfeld, Motor läuft daher nicht von selbst an. »Hilfsphase« erforderlich. Dafür Hilfswicklung im Ständer vorhanden, die räumlich gegen die Hauptwicklung verschoben ist. Phasenverschiebung der Ströme durch C oder L erzeugt, so daß ein Drehfeld entsteht, das den Läufer in Drehung versetzt. Kurz vor Erreichen der synchronen Drehzahl wird Hilfsphase ganz oder teilweise mittels Fliehkraftschalters abgeschaltet und der Motor hierauf vollends in den Synchronismus gezogen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962. *Schiweck*

Antrieb in Satelliten. Wird benötigt z. B. zum A. von Schwungrädern zur → Satellitenstabilisierung, zur Ausrichtung von Despun-Antennen (→ Satellitenantennen), zur Drehung von Sonnenzellen in Richtung zur Sonne. Im allgemeinen elektrische A. mit einigen Watt Leistung.

Antwort → Fourier-Transformation.

Antwort bezahlt → Sonderdienste zu Telegrammen.

Anweisung für den interkontinentalen Fernsprechdienst. Die A. ist wie folgt gegliedert:

Abschn. I Allgemeine Vorschriften

Kap. I Begriffsbestimmungen (Art. 1 bis 24)

Kap. II Verbindungsmittel und verschiedene Vorschriften (Art. 25 bis 37)

Kap. III Gesprächsarten (Art. 38 bis 55)

Kap. IV Gesprächsanmeldungen (Art. 56 bis 71)

Kap. V Reihenfolge beim Herstellen der Verbindungen (Art. 72 u. 73)

Kap. VI Begrenzung der Gesprächsdauer (Art. 74 bis 78)

Kap. VII Berechnen der Gesprächsgebühren (Art. 79 bis 106)

Abschn. II Betriebsabwicklung im Vorbereitungsverfahren

Kap. I Übermitteln der Gesprächsanmeldungen (Art. 107 bis 110)

Kap. II Betriebsabwicklung (Art. 111 u. 112)

Kap. III Vorbereiten und Herstellen der Verbindungen (Art. 113 bis 120)

Kap. IV Herstellen der Verbindungen für Gespräche mit besonderer Behandlung (Art. 121 bis 133)

Kap. V Beobachten der Gespräche (Art. 134 bis 137)

Kap. VI Gespräche, bei denen Schwierigkeiten in der Verständigung auftreten (Art. 138 bis 141)

Kap. VII Feststellen der gebührenpflichtigen Gesprächsdauer (Art. 142 und 143)

Abschn. II Betriebsabwicklung mit einseitiger Vorbereitung

Kap. I Allgemeine Grundsätze (Art. 144 u. 145)

Kap. II Herstellen der Verbindungen (Art. 146 bis 148)

Abschn. III Betriebsabwicklung im Schnellverfahren

Kap. I Allgemeines (Art. 149 bis 163)

Kap. II Herstellen der Verbindungen (Art. 164 bis 185)

Kap. III Herstellen der Verbindungen für Gespräche mit besonderer Behandlung (Art. 186 bis 200)

Kap. IV Beobachten der Verbindungen (Art. 201 bis 203)

Kap. V Gespräche, bei denen Schwierigkeiten in der Verständigung auftreten (Art. 204 u. 205)

Kap. VI Feststellen der gebührenpflichtigen Gesprächsdauer (Art. 206 u. 207)

Abschn. IV Vollautomatische Betriebsabwicklung

Kap. I Allgemeines (Art. 208 bis 212)

Kap. II Herstellen der Verbindungen (Art. 213 bis 220).

Trommer

Anweisung für den internationalen Fernsprechdienst (AIF). In der AIF ist die Zusammenarbeit zwischen den → Auslandskopfvermittlungsstellen mit Handbedienung und die Zusammenarbeit zwischen den → Auslandsvermittlungsstellen mit Handbedienung und den Teilnehmern im Ausland festgelegt. Die AIF ist wie folgt eingeteilt:

Abschn. I Allgemeine Vorschriften

Kap. I Begriffsbestimmungen (Art. 1 bis 23)

Kap. II Verbindungsmittel und verschiedene Vorschriften (Art. 24 bis 36)

Kap. III Gesprächsarten, Vorrangstufen, Gespräche mit besonderer Behandlung (Art. 37 bis 55)

Kap. IV Gesprächsanmeldungen (Art. 56 bis 75)

Kap. V Reihenfolge beim Herstellen der Verbindungen (Art. 76 bis 78)

Kap. VI Begrenzung der Gesprächsdauer (Art. 79 bis 83)

Kap. VII Berechnen der Gesprächsgebühren (Art. 84 bis 115)

Abschn. II Betriebsabwicklung im Vorbereitungsverfahren

Kap. I Übermitteln der Gesprächsanmeldungen (Art. 116 bis 121)

Kap. II Betriebsabwicklung (Art. 122 u. 123)

Kap. III Vorbereiten und Herstellen der Verbindungen (Art. 124 bis 133)

Kap. IV Herstellen der Verbindungen für Gespräche mit besonderer Behandlung (Art. 134 bis 136)

Kap. V Beobachten der Gespräche (Art. 157 bis 159)

Kap. VI Gespräche mit Schwierigkeiten in der Verständigung (Art. 160 bis 163)

Kap. VII Feststellen der gebührenpflichtigen Gesprächsdauer (Art. 164 bis 167)

Abschn. II Betriebsabwicklung mit einseitiger Vorbereitung (Art. 168 bis 172)

Abschn. III Betriebsabwicklung im Schnellverfahren

Kap. I Allgemeines (Art. 173 bis 186)

Kap. II Herstellen der Verbindungen (Art. 187 bis 204)

Kap. III Herstellen der Verbindungen für Gespräche mit besonderer Behandlung (Art. 205 bis 220)

Kap. IV Beobachten der Gespräche (Art. 221 u. 222)

Kap. V Gespräche mit Schwierigkeiten in der Verständigung (Art. 223 bis 225)

Kap. VI Feststellen der gebührenpflichtigen Gesprächsdauer (Art. 226)

Abschn. IV Vollautomatische Betriebsabwicklung

Kap. I Allgemeines (Art. 227 bis 230)

Kap. II Herstellen der Verbindungen (Art. 231 bis 239).

Trommer

Anzeige- und Bedienfeld einer Fernbedienungsanlage. Die fernbedienbaren Automatiksender sind mit einem A. u. B. in der Fernbedienungsanlage ausgerüstet. Die F. besteht im wesentlichen aus dem Kommandogeber am Fernbedienungsort, dem Kommandoempfänger am Senderort und dem Übertragungsweg (drahtgebundener Nachrichtenkanal oder drahtlose Fernsteuerung). Die Abstimm- und Einstellelemente der Senderanlage werden z. B. durch Servomotoren ferngesteuert. Hierbei unterscheidet man Steller und Abstimmer. Während die Steller fernbedient werden, stellen sich die Abstimmer dagegen automatisch nach elektrischen Kriterien ein. Mit den technischen Einrichtungen des Bedienfeldes werden die entsprechenden Kommandos für die gewünschten Einstellungen des Senders (Wahl der Modulationsleitung, der Sendeart, der Sendefrequenz, der erforderlichen Senderleistung, Schaltung des Betriebszustandes des Senders, Schaltung und Wahl der gewünschten Richtantenne) gegeben. Nach Ausführung dieser Kommandos (z. B. durch Betätigen von Schrittschaltwerken) werden Quittungsimpulse von einem Impulsfernwirkgeber an die Geberseite zurückgeleitet. Im Anzeigefeld wird dann die Ausführung des eingegebenen Kommandos sichtbar gemacht. Jede Einstellung kann unabhängig von der anderen durch Tastenänderung geändert werden. Außerdem ermöglicht eine Programmsteuerung durch einen einzigen Tastendruck den Vollzug eines eingespeicherten Einstellprogramms.

Literatur: Telefunken-Ztg., Heft 138 (Dez. 1962), S. 343–351.

aperiodisches System ist eine Anordnung, die bei einem Anstoß ohne Schwingungen aus dem Anfangs- in den Endzustand übergeht. Ein einfacher Schwingungskreis ist aperiodisch, wenn $R \geqq 2\sqrt{L/C}$ ist, → Schwingung.

Apertur → Flächenstrahler.

Aperturstrahler → Flächenstrahler.

a-Pilze → Holzschutzmittel für Fernmeldemaste, → Pilze.

A-Plätze → Fernplatzarten.

A-Platzbeamtin → Vermittlungskraft.

Apogäum → Satellitenbahn.

Apogäumsmotor → Synchronsatellit.

A-Polarität → Kennzustände bei der Telegrafie.

Apparatnachweis (für Nebenstellenanlagen). Der A. dient dazu, die in Nebenstellenanlagen eingebauten Vermittlungseinrichtungen, Ergänzungsausstattungen, Sprechapparate, Zusatzeinrichtungen und die auf die technischen Einrichtungen geschalteten Leitungen (Nebenanschlußleitungen zu außenliegenden Nebenstellen, Querverbindungen, Abzweigleitungen) nachzuweisen. Der A. wird in der Anmeldestelle des Fernmeldeamtes aufbewahrt; er enthält auf der Vorderseite Angaben über den Teilnehmer, die Rufnummer(n) ggf. Sammelrufnummer, die Lage der Hauptstelle, die Art der Anlage und alle Querverbindungen u. Abzweigleitungen. Die Rückseite des A. und die Zusatzblätter dienen zum Eintragen der Sprechapparate, Zusatzeinrichtungen, Nebenanschlußleitungen (mit Längenangaben) und Lagen der Nst; evtl. vorhandene Zweitnebenstellenanlagen werden ebenfalls im A. (der Hauptanlage) nachgewiesen. Der A. ist stets den Bauaufträgen zwecks Ergänzung und Berichtigung im Zuge der Bauausführung beizufügen.

Appleton-Formel → ionosphärische Brechung.

apple-tube → Farbbildwiedergaberöhre.

Applications Technology Satellite → ATS.

Approximation einer Kurve ist der Ersatz einer mathematisch komplizierten oder experimentell gegebenen Kurve, z. B. Dämpfungskurve, durch eine möglichst gut annähernde, aber mathematisch leichter zu behandelnde Kurve.

APT-System (Automatic Picture Transmission-System) für den Empfang von Wolkenphotos der → Wettersatelliten.

äquatoriale Bahn → Satellitenbahn.

Äquipotentialfläche. Materielle oder gedachte Fläche, deren sämtliche Punkte gleiches Potential haben. Auch Niveau- oder Potentialfläche genannt. Sie wird von den Feldlinien stets senkrecht durchsetzt. Im elektrostatischen Feld bilden z. B. Leiteroberflächen stets eine Ä.

Die Spur der Ä. in der Zeichenebene bildet die Äquipotentiallinien, auch Niveau- oder Potentiallinien genannt. Dienen zur Beschreibung des Feldverlaufes durch Feldbilder.

äquivalente Schaltung ist ein Netzwerk, das ein anderes Netzwerk ersetzen kann, ohne daß sich die elektrischen Größen außerhalb der ä. Sch. ändern, z. B. Umwandlung eines Widerstandssternes mit n Strahlen in ein n-Eck, weitere Beispiele → Nachbildung, Vierpoltheorie.

äquivalente Störspannung, äquivalenter Störstrom → Geräuschspannung.

äquivalente Strahlungsleistung → Antennen.

äquivalenter Erdradius → Streckenprofil, → troposphärische Brechung.

äquivalenter Radius → Gegenkapazität von Leitungen.

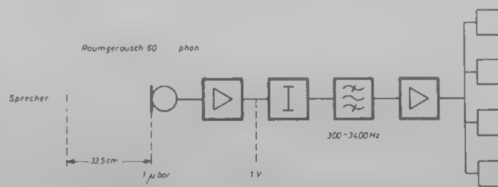
äquivalenter Rauschwiderstand. Bezieht man sämtliche in einem Empfänger wirksam werdenden Rauschleistungen auf den Empfängereingang, so kann man einen Widerstand, den ä.R., angeben, dessen → Wärmerauschen bei der betreffenden Temperatur die gleiche Rauschleistung am Empfängerausgang erzeugen würde wie die vorhandenen Rauschquellen.

Äquivalentspannung → Raumladungssteuerung.

Äquivalenz → Funktionen der Schaltalgebra.

Äquivokation → Informationstheorie.

ARAEN. Bezeichnung des in Genf aufgebauten Ersatzdämpfungseichkreises nach den Buchstaben der französischen Bezeichnung Appareil de Référence pour la Détermination des Affaiblissements Equivalent pour la Netteté gebildet. Der ARAEN besteht aus Sender, Leitung und Empfänger. Der Abstand Sprecher zum Mikrophon beträgt 33,5 cm. Das dynamische Mikrophon mit Verstärker des Senderteils hat einen Übertragungsfaktor von 1 V/1 μb im Frequenzbereich zwischen 80 und 6000 Hz. Am Mikrophon herrscht ein mittlerer Schalldruck von 1 μb, so daß am Verstärkerausgang eine Spannung von 1 Volt entsteht. Die Sprechspannung wird durch einen Volumenmesser konstant gehalten. Die Kunstleitung besitzt einen Kennwiderstand von 600 und ist bei Normalstellung des ARAEN auf eine Dämpfung von 30 dB eingestellt. Am Empfangsverstärker sind 4 in Reihe geschaltete entzerrte Fernhörer angeschlossen. Gleichzeitig wird ein Rauschen, das mit Hilfe eines Rauschgenerators erzeugt wird, von einem Lautsprecher mit einer Lautstärke von 60 Phon in den Empfangsraum gestrahlt. Hierdurch wird auch der Einfluß des Raumgeräusches auf die Übertragungsgüte erfaßt (s. Bild). Zur Messung der AEN



Aufbau des Ersatzdämpfungseichkreises.

(Ersatzdämpfung) werden von einem Sprecher im Senderaum Silben in das Mikrophon gesprochen. Im Empfangsraum werden diese von 4 Personen gleichzeitig abgehört (→ Silbenverständlichkeit). Die Verständlichkeitsmessung in Abhängigkeit von der

Dämpfung der Kunstleitung wird sowohl mit dem ARAEN als auch mit dem zu untersuchenden Teilnehmersystem durchgeführt. Der Unterschied der Dämpfungswerte für 80% Verständlichkeit gibt die AEN an.

Literatur: K. Braun, Der Fernmelde-Ingenieur, Heft 12, 1953 CCIF-Gelbbuch Bd. IV, 1949. *Brosze*

Arago, Dominique, Francois, geb. 26. 2. 1786, gest. 3. 10. 1853; Physiker, seit 1809 Prof. am Pariser Polytechnikum; 1831 Dir. d. Sternwarte, Mitgl. d. Akad. d. Wissenschaften; führte 1806 Messung der Erdmeridianlänge durch; veranlaßte 1846 die Einrichtung der ersten französischen Morse-Telegrafenlinie zwischen Paris und Lille; entdeckte die Elektromagnetisierung des Eisens und den Rotationsmagnetismus.

Literatur: Nouvelle Biogr. générale Bd. 2. Paris 1852. Larousse: Nouveau Petit, illustrié. Paris 1926. Hennig: Die älteste Entw. der Telegraphie und Telephonie, S. 41 und 116. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Poggendorff. C. Matschoß: Männer der Technik Websters Biographical Dictionary H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens.

Araldite sind Kunststoffkleber aus Äthoxylinharzen zur Verklebung von Metallen usw. Die Klebung wird erhärtet durch Erhitzen auf 130 bis 200°C. Druckanwendung ist dabei nicht erforderlich.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Aräometer dienen zum Messen der Dichte von Flüssigkeiten unter Anwendung des Archimedischen Prinzips. Eine luftgefüllte, vollkommen geschlossene Glasröhre ist im unteren Teil mit Quecksilber oder Blei so beschwert, daß die Röhre in der zu messenden Flüssigkeit aufrecht schwimmt, wobei sie in weniger dichte Flüssigkeit tiefer, in dichte weniger tief eintaucht. Der obere Teil der Röhre trägt eine empirisch geeichte Skala, an der man die Dichte der Flüssigkeit in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche ablesen kann. Mit dem A. wird die Säuredichte von Bleiakkumulatoren gemessen.

Arbeit → Dynamik, → Thermodynamik.

Arbeiten in Wählerräumen → Wählerräume.

Arbeiter der DBP. Arbeitnehmer sollen Arbeiter sein, wenn sie eine arbeiterrentenversicherungspflichtige Tätigkeit ausüben. Sie leisten i. allg. überwiegend körperliche Arbeit (Handarbeit). Im Fernmeldewesen werden Arbeiter vor allem beschäftigt im Fernmeldebau, aber auch z. B. im Fernmeldezeugwesen oder in bestimmten Bereichen der Fernmeldetechnik, in denen u. a. Überholungsarbeiten auszuführen sind. Tarifrechtliche Einzelheiten → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Arbeitsablauf → Arbeitsuntersuchungen.

arbeitsbereiter Fernplatz → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVSt-Hand F 62).

Arbeitsfrequenz → Frequenz (Funk).

Arbeitsgemeinschaft Betriebsfunk für Industrie und Nahverkehr (ABIN) → beweglicher Betriebsfunk.

Arbeitsgemeinschaft für Korrosionsfragen (AfK) → Streustrombeeinflussung.

Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) → Rundfunkanstalt.

Arbeitsgestaltung → Arbeitsuntersuchungen.

Arbeitskräfte → Personalwirtschaft.

Arbeitskurve einer Elektronenröhre → Röhrenkennlinie.

Arbeitsorganisationsrichtlinien → Ämter des Fernmeldewesens.

Arbeitsplan für den Fernmeldebau (APl). In dem für jeden Fernmeldeamtsbezirk (FA-Bezirk) aufzustellenden APl wird der im folgenden Jahr erforderliche Umfang der Fernmeldebauarbeiten — nach Leistungsarten aufgegliedert — veranschlagt. Er setzt sich zusammen aus einer Übersicht über vorhandene Sprechstellen, Ortsvermittlungsstellen und Fernmeldelinien, einer Berechnung der durch eigene Kräfte verfügbaren Arbeitszeit, der in drei Teile gegliederten Veranschlagung der Arbeiten (Teil 1: Arbeiten am Ortsnetz einschließlich oberirdischem Liniennetz, Teil 2: Arbeiten am unterirdischen Fernnetz, Teil 3: Arbeiten an Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen) und einer Gesamtzusammenstellung der veranschlagten Arbeitszeit und der Bedarfsberechnung für eigene Kräfte. Die Übersicht enthält die Bestandszahlen der vom Fernmeldebau zu unterhaltenden Fernmeldeanlagen nach dem Stand vom 31. 12. des der Aufstellung des Plans vorangehenden Jahres und entsprechende Zahlen der beiden vorhergehenden Jahre. Daraus ergibt sich, welche Betriebsarbeiten veranschlagt werden müssen. Die Berechnung der verfügbaren Brutto-Arbeitszeit eigener Kräfte geht von der Zahl der am 30. 9. des Aufstellungsjahres vorhandenen Kräfte aus. Dabei wird der Zuwachs an Arbeitszeit durch praktischen Einsatz von Fernmeldelehrlingen berücksichtigt. Durch Abziehen der für Abgabe (z. B. für Aushilfen und Vertretungen in anderen Aufgabenbereichen), Abzug (z. B. für Krankheit und Erholungsurlaub) und Ausfall (z. B. für unbezahlten Urlaub) von Arbeitszeit veranschlagten Stunden von der errechneten Brutto-Arbeitszeit ergibt sich die verfügbare Netto-Arbeitszeit eigener Kräfte in Stunden.

Alle zu veranschlagenden Fernmeldebauarbeiten sind im »Verzeichnis der Leistungsarten im Fernmeldebau« systematisch geordnet und bestimmten Leistungskennummern (LKNrn) zugeordnet, um maschinelle Erfassung und Bearbeitung der anfallenden Daten zu ermöglichen. LKNrn bestehen aus vierstelligen und zweistelligen Ziffergruppen. Erste, vierstellige Ziffergruppe stimmt entweder mit der der Arbeit entsprechenden Titelnummer (Verrechnungsstelle) des Titelverzeichnisses der DBP überein oder lautet 0000, wenn zu veranschlagende Arbeitszeit keiner Titelnummer zugeordnet werden kann. Durch Verbindung der LKNrn mit Titelnummern werden Leistungsarten im Fernmeldebau nach Betriebsarbeiten — d.h. Arbeiten zum Unterhalten des Fernmeldeliniennetzes — (erste Ziffer: 2) und Anlagearbeiten — d.h. Arbeiten zum Er-

weitern und Erneuern des Fernmeldeliniennetzes — (erste Ziffer: 4) unterschieden und innerhalb dieser Hauptgruppen geordnet nach Arbeiten

an Einrichtungen des Telegrafenwesens (2410/410.),
an Teilnehmereinrichtungen des Fernsprechwesens (2411/—),
an Vermittlungseinrichtungen des Fernsprechwesens (2412/412.),
an Einrichtungen der Verstärkerstellen (2413/413),
an Funk- und Fernseheinrichtungen (2414/4141),
am oberirdischen Leitungsnetz (2415/415),
an Kabelkanalanlagen (2416/—),
an Ortskabelanlagen (2417/4171),
an Fern-, Bezirks- und Seekabelanlagen (2418/4181).

Anlagearbeiten, bei denen in der vorstehenden Aufstellung ein Punkt eingefügt ist, werden in der vierten Stelle nach Art der Anlagen noch weiter gegliedert.

Zweite, zweistellige Zifferngruppe der LKNrn kennzeichnet Art der Tätigkeit und ihren Gegenstand.

Erste Stelle unterscheidet Art der Tätigkeit nach:

0 Herstellen,
1 Untersuchen, Prüfen,
2—5 Instandhalten,
6 Instandsetzen,
7 Ändern, Verlegen,
8 Abbrechen,
9 Verschiedenes, Zusammenfassungen.

Zweite Stelle gibt den Gegenstand der Arbeit an, z. B. unter

2417 .. Ortskabelanlagen
.... 7. Ändern, Verlegen
..... .1 Montage an Spleiß-, Ausgleichs- und Spulenmuffen (ohne Spleißarbeiten),
..... .2 Spleißarbeiten in Spleiß-, Ausgleichs- und Spulenmuffen (je 10 Doppeladern = 1 Stück),
..... .3 Montage an Endverschlüssen und Trennleisten,
..... .4 Einlöten von Doppeladern in Endverschlüsse und Trennleisten (je 10 Doppeladern = 1 Stück),
..... .5 Verlegen oder Auswechseln von Endverzweigern und Überführungsendverschlüssen,
..... .6 Schaltungen in Linienverzweigern und Kabelverzweigern ausführen.

Unter LKNrn mit 0000 in der ersten Zifferngruppe erscheinen Arbeitszeiten, die durch die erste Stelle der zweiten Zifferngruppe ausgewiesen werden als

1 Nebenarbeiten,
3 Aushilfsarbeiten,
4 Abgabe von Arbeitszeit,
5 Abzug von Arbeitszeit,
6 Ausfall von Arbeitszeit.

Zweite Ziffer der zweiten Zifferngruppe kennzeichnet die Art der Verwendung der betreffenden Arbeitszeit näher, z. B.

0000 5. Abzug von Arbeitszeit,
.... .1 Krankheit,
.... .2 Erholungsurlaub,
.... .3 Wochenfeiertage,
.... .4 Personalversammlungen, Personalangelegenheiten, Dienstbefreiungen, Sonderurlaub,
.... .5 Lehrgänge,
.... .6 Dienstunterweisungen, Bleiuntersuchungen.

Mit vorstehend erläuterter LKNr verwandt ist die Arbeitskennummer (AKNr), die zum Kennzeichnen des Verwendungszwecks bei Bestellung und Abrechnung von Fernmeldezeug dient. Sie setzt sich aus vierstelligen und dreistelligen Zifferngruppen zusammen. Erste, vierstellige Zifferngruppe ist gleich der ersten Zifferngruppe der LKNr; zweite, dreistellige Zifferngruppe der AKNr wird als Verwendungsnummer bezeichnet. Sie ist bei Arbeiten ohne Bauanschlag gleich 000 und stellt bei Arbeiten, die aufgrund von Bauanschlägen (→ Bauvorhaben der Linientechnik) ausgeführt werden, die Beziehung zu dem speziellen Bauvorhaben her.

In den Teilen 1 und 3 des APl werden alle von den Kräften der Fernmeldebautrupps und Auftragnehmern auszuführenden Fernmeldebauarbeiten sowie die damit im Zusammenhang stehenden Neben- und Aushilfsarbeiten der vorstehend erläuterten Systematik der Leistungsarten entsprechend veranschlagt. Für jede Leistungsart wird, ausgehend von der zu bearbeitenden Stückzahl oder Länge, über die spezifische Arbeitszeit die insgesamt erforderliche Arbeitszeit je Leistungsart errechnet. Durch Summieren dieser Arbeitszeiten ergeben sich die in den Teilen 1, 2 und 3 erforderlichen Arbeitsstunden. Insbesondere beim Teil 1 ist zu klären, in welchem Umfang die notwendigen Arbeiten unter Berücksichtigung der Personal- und Mittellage an Auftragnehmer vergeben werden müssen.

Sog. »berechneter« Arbeitsaufwand in Stunden ergibt sich als Summe der 3 Produkte: Strukturfaktor (Stunden/km) × Quadratwurzel aus der Fläche des FA-Gebiets, Bestandsfaktor (Stunden/vorhandene Sprechstellen) × Zahl der vorhandenen Haupt- und Nebenanschlüsse, Zuwachsfaktor (Stunden/hergestellte Sprechstellen) × Zahl der im vorhergehenden Jahr hergestellten Haupt- und Nebenanschlüsse. 3 Faktoren werden jährlich aufgrund des tatsächlichen Arbeitsaufwandes der FÄ durch lineare Dreifachregression zu den genannten Einflußgrößen ermittelt. Die Zahl der »berechneten Kräfte« enthält außer den Kräften in eigenen Bautrupps und den durch Auftragnehmerleistungen zu ersetzenden Kräften auch auf bestimmten Beamtenposten tätige Kräfte, die entsprechende Arbeiten am Fernmeldeliniennetz oder dazugehörige Nebenarbeiten ausführen, wie Schaltwärter, Lagerverwalter und Einweisungsbeamte (→ Kabelschutzanweisung). Wenn man davon ausgeht, daß bestimmter prozentualer Anteil der er-

forderlichen Arbeiten an Auftragnehmer vergeben werden soll, so läßt sich mit Hilfe der »berechneten Kräftezahl« unter Berücksichtigung der »verfügbaren Kräfte« die Zahl etwa neu einzustellender eigener Kräfte ermitteln.

Der APl wird von der Oberpostdirektion (OPD) nach sachlicher Prüfung bis zum 15. Dezember des Vorjahres vorläufig genehmigt und bildet während des Jahres, auf das er sich bezieht, Grundlage für planmäßigen Einsatz der Kräfte. Es dürfen nur im APl veranschlagte und mit ihm genehmigte Arbeiten ausgeführt werden. Endgültige Genehmigung erfolgt nach Zuweisung des Kassenanschlags. Dabei sind Berichtigungen notwendig, wenn bewilligte Kassenanschlagsmittel von dem erwarteten Mittelumfang abweichen.

Dem Soll der Veranschlagung wird das Ist der durchgeführten Leistungen gegenübergestellt. Grundlage für den Nachweis der von eigenen Kräften im Fernmeldebau erbrachten Leistungen ist der »Wochenbericht im Fernmeldebau« (Wob), der von Auftragnehmern erbrachten Leistungen der »Bericht über Auftragnehmerleistungen im Fernmeldebau«. Für beide werden Formblätter (Fbl) verwendet, die als Lochbelege ausgebildet sind. Bild 1 und 2 zeigen deren Kopfleisten. Beim Bearbeiten dieser Berichte ist die »Anweisung für das Führen von Wochenberichten und Auftragnehmerberichten im Fernmeldebau« zu beachten. Der Inhalt der stark umrandeten Felder wird abgelocht. Die Spalten 1 bis 10 enthalten Angaben zur eindeutigen Zuordnung des Berichts zu einer bestimmten Woche und einer bestimmten Organisationseinheit. In den Spalten 11 bis 47 des Wob werden alle im Bezugszeitraum angefallenen Arbeitszeiten eigener Kräfte erfaßt und bestimmten LKNrn zugeordnet. Leistungsmengen werden in Meter (Sp. 34—39) oder Stück (Sp. 40—42) angegeben. Welche Einheit anzuwenden ist, ergibt sich aus dem Verzeichnis der Leistungsarten. Der Arbeitsort (Sp. 15—23) wird durch die Ortsnetz- und — wenn erforderlich — Anschlußbereichs-Kennzahl bezeichnet. Außer den abzulochenden Daten enthält der Wob noch andere Angaben, die bei den FÄ benötigt, aber nicht maschinell ausgewertet werden. Da für Auftragnehmerleistungen in der Regel Leistungspreise vereinbart werden, interessiert die DBP nicht die tatsächlich vom Auftragnehmer benötigte Arbeitszeit, sondern die »ersparte Eigenleistung«, d. h. die Zeit, die die DBP hätte aufwenden müssen, wenn Arbeit von eigenen Kräften ausgeführt worden wäre. Diese wird aus der Leistungsmenge mit Hilfe der bei eigenen Kräften anzusetzenden Zeiten je Leistungseinheit errechnet. Tatsächliche Arbeitszeit ist für Auftragnehmerarbeiten bei Abrechnung im Stundenlohn einzusetzen. Daten aus den Wob und den Berichten über Auftragnehmerleistungen werden wöchentlich bei 7 Rechenzentren (RZ) Berlin, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln, München

Wochenbericht im Fernmeldebau

Aufgestellt (BTr) | Fernsprecher | (Name, Amtsbez., Datum) | Geprüft (BzBf) | Fernsprecher | (Name, Amtsbez., Datum) | Geprüft beim FA/FBA | (Namenszeichen, Datum)

FA/FBA | Rechnungsjahr 196 | Wob-Nr. | FA/FBA | FBBz | BTr | 1 2 3 4 7 8 9 10

	Wochentag	Regelarbeitsstunden einer Kraft	Unterstellte Kräfte	Regelarbeitsstunden	Überstunden (schwarz) Ausgleichsstunden (rot)	Verfügbare Gesamtstunden	Bemerkungen (z. B. über Zu- und Abgänge usw.)
Regelarbeitszeit	So						
	Mo						
Beginn ... (Uhr)	Di						
	Mi						
Ende ... (Uhr)	Do						
	Fr						
	Sa						
	Summe:						

Tag	Ordnungszahl d. anderen FA/FBA (11–14)	Kennzahl des Ortsnetzes (15–19)	Kennzahl des Anschlußber. (20–23)	Leistungsart (LKNr) (24–29)	Bes. Titel (30)	Verwendungsnummer (31–33)	Leistungsmenge Meter (34–39)	Leistungsmenge Stück (40–42)	Arbeitszeit Stunden (43–47)	Erläuterungen (z. B. Nr. der Sprechstelle, Auftrags-Nr. für den Zahlungspflichtigen [rot unterstrichen], Arbeitsstelle usw.)

Bild 1. Wochenbericht im Fernmeldebau (Kopfleiste der Vorderseite).

Bericht über Auftragnehmerleistungen im Fernmeldebau

Aufgestellt | Fernsprecher | Geprüft | Fernsprecher | Geprüft beim FA/FBA | FA/FBA

Erläuterungen (z. B. AKNr., Arbeitsstelle, Nr. der Sprechstelle, Auftrags-Nr. für den Zahlungspflichtigen [rot unterstrichen], Bezeichnung des Auftragnehmers usw.)

Bild 2. Bericht über Auftragnehmerleistungen im Fernmeldebau (Kopfleiste der Vorderseite).

und Stuttgart abgelocht und auf Magnetbändern gespeichert. Jeder Zeile der Wob und der Berichte über Auftragnehmerleistungen entspricht eine Lochkarte. Insgesamt fallen jährlich etwa 4 Millionen Lochkarten an, die vor Weiterverarbeitung einer Reihe von Prüfungen unterzogen werden, um formelle Fehler und logische Unmöglichkeiten möglichst auszuschalten. Ergebnis der Prüfungen wird in Fehlerprotokoll und Erfassungsprotokoll ausgeschrieben. Mit ihm fordert das RZ das FA auf, bestimmte Fehler richtigzustellen, für andere die vom RZ selbst ausgeführten Berichtigungen zu überprüfen. Erfassungsprotokoll gibt für jeden Bautrupp die Anzahl der Zeilen aus den Wob und die Anzahl der Stunden an, die für die weitere Bearbeitung auf einem Magnetband erfaßt werden. Magnetbänder mit wöchentlich erfaßten Daten werden von den vorstehend genannten RZ alle vier Wochen dem RZ Hannover zugeführt und hier zu neuen Summenbändern zusammengefaßt. Gespeichertes Datengut wird ausgewertet und den FÄ in Listenform zur Verfügung gestellt. Folgende Listen werden gefertigt:

Liste 1 — Leistungen der Bautrupps (BTr-Liste)

In dieser vierwöchentlich geschriebenen Liste erscheinen Leistungen der einzelnen BTr nach LKNrn geordnet nebeneinander mit jeweils untereinander stehenden Angaben der Stunden und Mengen. Quersummen je Zeile ergeben entsprechende Leistungen des BBz, Spaltensummen die Gesamtstundenzahl der einzelnen BTr und des BBz. Listen bringen die seit Jahresanfang aufgelaufenen Summen der geleisteten Stunden und Mengen.

Liste 2 — Leistungen der Auftragnehmer (Auftragnehmerliste)

Auftragnehmerliste enthält nach BBz geordnet die bei den einzelnen LKNrn aufgekommenen Auftragnehmerleistungen; wird vierwöchentlich geschrieben und bringt in der ersten Fassung jeweils aufgelaufene Mengen- und (für Stundenlohnarbeiten) Stundensummen. Nach Ablauf der 24., der 40. und der 53. Woche wird die Liste in zweiter Fassung erstellt, bei der das RZ zusätzlich ausgeführte Mengen in »ersetzte eigene Arbeitszeit« umrechnet, so daß FA dreimal im Jahr die bis dahin aufgelaufenen Summen der durch Auftragnehmereinsatz ersetzten Arbeitszeit eigener Kräfte je BBz und FA erhält.

Liste 3 — Leistungen des FA (FA-Liste)

Sie enthält je LKNr Eigenleistungen, Auftragnehmerleistungen und Summe aus beiden für das ganze FA. Den jeweils aufgelaufenen Ist-Summen der einzelnen Leistungsarten aus Wob wird in der vierwöchentlich ausgedruckten ersten Fassung Soll aus dem APl gegenübergestellt. Zu diesem Zweck sind veranschlagte Zahlen aus allen APl zentral abgelocht worden. Die nach der 24., der 40. und der 53. Woche erstellte zweite Fassung der FA-Liste enthält außerdem Angaben über die von eigenen Kräften je Leistungseinheit benötigte Arbeitszeit, über Verhältnis dieser Arbeitszeit zum Bundesdurchschnitt, über die in »ersparte eigene Arbeitszeit« umgerechnete Auftragnehmerleistung und über Verhältnis zwischen dem im APl veranschlagten Soll und dem bis zum Datum der Liste aufgelaufenen Ist nach Leistungseinheiten und Arbeitszeit. Um Führungskräften den Überblick über Geschehen in der Linientechnik zu erleichtern, wird die Liste zu bestimmten Zeiten noch in dritter Fassung stark verdichtet und mit Klartext herausgegeben.

Liste 4 — Leistungen für andere FÄ (Ausgleichsliste)

Vierwöchentlich gefertigte Ausgleichsliste enthält die in vier Wochen aufgekommenen Leistungen für andere FÄ, getrennt nach LKNrn und mit Angabe der ON-Kennzahl des Arbeitsortes. Für jedes FA, das Leistungen empfangen hat, werden besondere Blätter geschrieben, mit deren Hilfe der Ausgleich der Leistungen zwischen den FÄ vorgenommen wird. Dadurch, daß das empfangende FA die ihm durch diese Liste mitgeteilten Leistungen in ein Wob-Fbl einträgt und dieses dem zuständigen RZ übersendet, gehen entsprechende Daten in die FA-Liste des empfangenden FA über.

Liste 5 — Leistungen für Bauvorhaben (Bvh-Liste)

Vierwöchentlich geschriebene Liste bringt die für Bvh (→ Bauvorhaben der Linientechnik) geleisteten Stunden eigener Kräfe mit den bis dahin aufgekommenen Summen nach Bvh geordnet und mit Angabe der LKNr. Wenn sich die Stunden eines Bvh auf mehrere LKNrn verteilen, wird auch die Summe für Bvh gebildet. Die Liste vereinfacht Führen der Aufwandsnachweise bei der Haushaltsstelle und läßt den Fortgang der Fernmeldebauarbeiten bei den Bvh erkennen.

Liste 6 — Leistungen je Ortsnetz (ON-Liste)

Sie wird nur einmal am Schluß des Jahres gedruckt; enthält für jedes ON — ggf. noch unterteilt nach AsB — die je LKNr-Gruppe bei Betrieb und Anlage aufgewendeten Arbeitsstunden, wobei Stunden eigener Kräfte und umgerechnete Auftragnehmerleistungen getrennt angegeben werden. Betriebsarbeiten und Anlagearbeiten werden je ON summiert und FA-Summen je LKNr-Gruppe gebildet. Als Gesamtsumme ergibt sich Stundenleistung des FA.

Beim RZ Hannover gespeicherte Daten über die durchgeführten Leistungen aller FÄ werden nach Abschluß des Jahres auf EDV-Anlage des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ) zentral ausgewertet und zum »Nachweis der Jahresleistungen im Fernmeldebau« (NdL) zusammengestellt. Dazu werden auch Daten aus anderen Quellen (Mittelverbrauch, Kfz-Einsatz) herangezogen und zahlreiche Verhältnis- und Bezugszahlen gebildet. Beim FTZ gespeichertes Datengut steht jederzeit für Spezialauswertungen, die als Unterlage für bestimmte Entscheidungen dienen können, zur Verfügung. *Bath*

Arbeits- u. Fristenplan → Buchungsstelle für Fernmeldegebühren.

Arbeitsposten → Personalwirtschaft.

Arbeitsrecht. Das A. verdankt seine Entwicklung der Industrialisierung im 19. Jahrhundert und der daraus entstandenen ungünstigen sozialen Lage der Fabrikarbeiter. Es besteht aus dem Arbeitsvertragsrecht, das die Rechtsverhältnisse zwischen den einzelnen Arbeitgebern und -nehmern durch privatrechtlichen Arbeitsvertrag regelt, dem → Arbeitsschutzrecht und dem kollektiven A., das das Koalitionsrecht (Gewerkschaften und Arbeitgeberverbände), das → Tarifrecht und das Betriebsverfassungsrecht (im öffentlichen Dienst → Personalvertretungsrecht) umfaßt.

Arbeitsschutzbeauftragter → Unfallverhütungsvorschriften für den fernmeldetechnischen Dienst.

Arbeitsschutzrecht. Das A. ist Teil des → Arbeitsrechtes. Es regelt öffentlich-rechtliche Pflichten des Arbeitgebers gegenüber dem Staat und dient dem Schutz des Arbeitnehmers. Wesentliche Teile des A. sind der Betriebsschutz, der Arbeitszeitschutz und der besondere Schutz der Frauen und Jugendlichen. Bedeutende Vorschriften sind u. a. die Arbeitszeitverordnung vom 30. 4. 1938 (RGBl. I, S. 447), das Bundesurlaubsgesetz vom 8. 1. 1963 (BGBl. I, S. 2), das Jugendarbeitsschutzgesetz vom 9. 8. 1960 (BG-Blatt I, S. 665), das Kündigungsschutzgesetz vom 10. 8. 1951 (BGBl. I, S. 499), das Mutterschutzgesetz vom 24. 1. 1952 in der Fassung vom 18. 4. 1968 (BGBl. I, S. 315), das Gesetz zur Verbesserung der wirtschaftlichen Sicherung der Arbeiter im Krankheitsfalle vom 12. 7. 1961 (BGBl. I, S. 913).

Arbeitssteilheit → Röhrenkennlinie.

Arbeitsstrombetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie.

Arbeitsunterlagen in Betriebsstellen sollen den Arbeitsablauf beschleunigen und den Schriftwechsel vereinfachen. Zu den A. zählen: Zeichnungsunterlagen (Stromläufe, Aufstellungspläne usw.), die für Unterhaltungsarbeiten an technischen Einrichtungen unentbehrlich sind sowie bei raum- und betriebsorganisatorischen Planungen benötigt werden; Formblätter (Preislisten, Bauauftragsblätter, Schadenmeldungen usw.), mit deren Hilfe der Schriftwechsel vereinfacht wird; Arbeitsnachweise (Tagebücher, Anwesenheitslisten, Störungsbücher usw.), anhand derer der Personaleinsatz gelenkt und überwacht sowie die geleistete Arbeit belegt werden kann; Befundberichte (Niederschriften über den Zustand einer technischen Einrichtung oder das Ergebnis einer Bestandskontrolle), mit deren Hilfe das Ergebnis einer Prüfung für eine sofortige bzw. spätere Auswertung schriftlich fixiert wird; Prüfnachweise (Überwachungsnachweis für Batterien, Nachweis über Signal- oder Sicherungsprüfungen usw.), anhand derer turnusmäßig auszuführende Tätigkeiten erledigt werden, wobei zugleich das Ergebnis in den Nachweis eingetragen wird; Arbeits- und Zuteilungspläne, die den Arbeitsablauf, die Arbeitszuteilung und die zeitliche Ausführung der anfallenden Tätigkeiten regeln. Die A. gehören gliederungsmäßig zu den → Betriebsnachweisen. *Harbarth*

Arbeitsuntersuchungen. Die DBP befaßt sich seit 1956 mit A. im Fernmeldewesen (ArbU F). Die methodischen Grundsätze des »Verbandes für Arbeitsstudien — REFA e. V.« finden Anwendung; sie werden den Bedürfnissen einer Betriebsverwaltung entsprechend ergänzt. ArbU F sind Voraussetzung und Bestandteil kapitalunabhängiger Rationalisierung; sie dienen dazu, den Arbeitseffekt zu erhöhen. ArbU F von überbezirklicher Bedeutung werden vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen angeordnet. Die federführende Bearbeitung liegt beim Referat für A. im Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ). Hauptamtliche Arbeitsuntersucher F bei den OPDn führen im Auftrag des FTZ bei den Ämtern des Fernmeldewesens Untersuchungen durch. Folgende Tätigkeitsbereiche sind zu unterscheiden:

1. Untersuchung und Gestaltung der organisatorischen Struktur von Betrieb und Verwaltung (Betriebsaufbau). Die Ergebnisse werden in Richtlinien für die Aufgabenabgrenzung und Arbeitsverteilung und in Geschäftsverteilungsplänen niedergelegt.

2. Untersuchung und Gestaltung von Arbeitsabläufen im Betrieb und von einzelnen Arbeitsvorgängen (Arbeitsgestaltung); Ergebnisse werden in Arbeitsrichtlinien dargestellt.

3. Ermitteln von Bemessungswerten, die den Zusammenhang zwischen Arbeitsmengen und Zeitbedarf für die → Personalbemessung herstellen. Hierzu gehören Zeitstudien. Ergebnis: Bemessungsvorschriften in Form von Anhängen zu den »Ergänzenden Richtlinien für die Personalbemessung im Fernmeldewesen«.

4. Zuordnung von Dienstposten nach Art und Schwierigkeit zu bestimmten Besoldungs-, Vergütungs- und Lohngruppen mit Hilfe von Arbeits- und Arbeitsplatzbeschreibungen.

5. Ermitteln von Mengen und Zeiten für das → innerbetriebliche Rechnungswesen und für → Wirtschaftlichkeitsrechnungen.

Literatur: E. Herrmann, W. Krüger, E. Müller, Arbeitsuntersuchungen bei der Deutschen Bundespost, Schriftenreihe zur Organisation und Dienstpostenbewertung der Deutschen Bundespost, Bd. 7, J. Keller Verlag, Starnberg 1965 — Das REFA-Buch, Bd. 1—5, C. Hanser Verlag, München. *Schiele*

Arbeitsvertrag → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost, → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Arbeitsvorrat. Das mit dem Aufbau und der Unterhaltung von Fernmeldeeinrichtungen beauftragte Personal (Fernmeldebautrupp, → Entstörer, Unterhaltungsbeamte usw.) entnimmt die für seine Tätigkeit benötigten Baustoffe und Ersatzteile (Fernmeldezeug) dem A. Im allgemeinen wird für mehrere Personen oder -gruppen an einer zentral gelegenen Stelle ein Gemeinschaftslager mit einem angemessenen A. errichtet, das von dem zuständigen Fernmeldezeugamt (FZA) versorgt wird. Jeder Verbrauchsstelle wird eine Buchungskennummer zugeteilt, unter der beim Gemeinschaftslager Bestellungen mittels eines Buchungsscheines abgefordert werden können. Werden Gemeinschaftslager für Personengruppen eingerichtet, deren Arbeitsplatz sich nicht in unmittelbarer Nähe der Bedarfsstelle befindet, ist ihnen zweckmäßigerweise ein → Handvorrat zuzuweisen. Die Bedarfsstellen beschaffen das

Fernmeldezeug allgemein durch Bestellung beim FZA und bei anderen Dienststellen, ausnahmsweise auch durch Einkauf bei Firmen. Für Bestellungen beim FZA sind vorgeschriebene Bestellscheine in dreifacher Ausfertigung zu verwenden. Je eine Ausfertigung dient dem Besteller und dem Lieferer als Bestellunterlage, die übrigbleibende wird als Lieferschein verwendet. Rücklieferscheine sind zu verwenden, wenn Gegenstände an das FZA zurückgesandt werden. Sie sind ebenfalls in dreifacher Ausfertigung zu erstellen. Jährlich einmal fertigt das FZA für jede Bedarfsstelle einen Empfangsnachweis über höherwertiges Fernmeldezeug und halbjährlich einen solchen über geringwertiges, in denen der Verbrauch innerhalb des jeweiligen Zeitabschnittes angezeigt wird. Anhand dieser Nachweise wird der erforderliche Höchstbestand der einzelnen Positionen überprüft und ggf. neu festgelegt. Die Empfangsnachweise bilden die Grundlage für die rationelle Gestaltung der Vorratsbeschaffung und der Lagerhaltung. *Harbarth*

v. Arco, Georg, Graf, geb. 30. 8. 1869, gest. 5. 5. 1940; nach Studium Assistent bei Prof. Slaby; 1903–1931 Dir. Ges. drahtlose Telegrafie m. b. H. (Telefunken), Chefingenieur, Berlin; stellte 1897 mit Slaby planmäßige Versuche mit drahtl. Telegr. an, bildete 1908 das »System Telefunken« durch, das Reichweiten von mehreren Tausend km erzielte, und entwickelte 1913 mit A. Meißner das Super-Heterodyne-Prinzip.
Literatur: Das deutsche Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesen 1899–1924, amtliche Schrift des Reichspostministeriums, S. 30ff., Berlin 1925. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens.

Arcusklemme dient zum Anklemmen eines Leiterseiles an ein durchgehendes Seil, z. B. zum Erdungsanschluß eines Luftkabeltragseiles oder zum Einbau eines Abzweiges in ein durchgehendes Seil.

ARD → Rundfunkanstalt.

Argentan → Neusilber.

Argon, Ar, Atomgewicht 39,94, Dichte 1,7839 g/Nm³, Fp —189,3°C, Kp —186,0°C, farb-, geruch- und geschmackloses Edelgas. A. ist in der Luft zu 0,93 Volumprozent enthalten. Luft ist auch das Ausgangsmaterial für die Gewinnung von A. Es findet mit 10—20% Stickstoff gemischt Verwendung zur Füllung von Metallfaden-Glühlampen.

Armco-Eisen ist eine sehr korrosionsbeständige Eisensorte mit einem garantierten Reinheitsgrad von 99,85%. Das reinste Eisen hat viel edlere Eigenschaften als die gewöhnlichen Eisen- und Stahlsorten; es wird nach dem Eintauchen in Salpetersäure »passiv« und verhält sich dann wie ein → Edelmetall.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Armierung → Bewehrung, → Seekabelaufbau.

Armierungsloses Kabel → Seekabelaufbau.

Armstrong-Modulation, ein Verfahren für Winkelmodulation, bei dem 2 Komponenten überlagert werden, die in der Phase in Quadratur zueinander liegen und von denen eine amplitudenmoduliert ist, so daß die Resultierende winkelmoduliert ist.

ARQ - Mux - System. Zeitmultiplex - Telegrafenübertragungs-Verfahren mit automatischer Fehlerkorrektur durch automatische Rückfrage nach van Duuren.

Durch zeitliche → Verschachtelung der Schritte von zwei oder vier Telegrafen-Kanälen erhält man ein 2fach- oder 4fach-Zeitmultiplex-System. Ein solches Zeitmultiplexverfahren hat gegenüber einem Frequenzmultiplexverfahren Vorteile hinsichtlich der Leistungsaufteilung auf dem Funkweg.

Das Verfahren der automatischen Fehlerkorrektur hat sich bei der Telegrafenübertragung auf dem Kurzwellen-Funkweg als notwendig erwiesen, da sonst wegen der zeitweise sehr schlechten Übertragungsbedingungen (Schwund, atmosphärische Störungen) die → Fehlerhäufigkeit zu groß würde.

Die Kanäle A und B werden zeichenweise verschachtelt. Bei einem Vierkanalsystem wird Kanal C mit Kanal A und Kanal D mit Kanal B schrittweise verschachtelt.

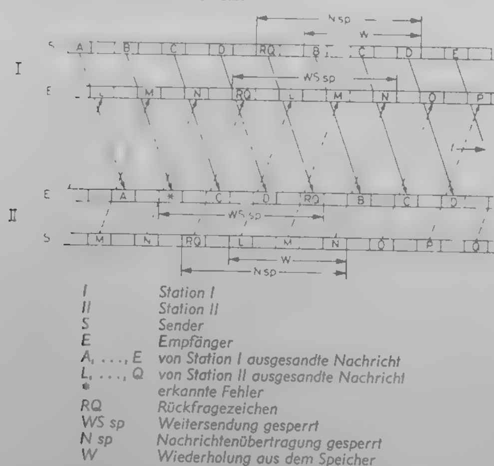
Bevor die Schritte zeitlich verschachtelt werden, werden in jedem der zwei bzw. vier Telegrafen-Kanäle die ankommenden Zeichen, die dem üblichen Start-Stop-Fünfschritt-Code (internationales Telegrafenalphabet Nr. 2) entsprechen, in Zeichen eines Siebenschritt-Codes umgewandelt. Dieser Siebenschritt-Code wird im Synchronbetrieb übertragen, so daß Start- und Stopschritt entfallen. Nutzt man von den möglichen $2^7 = 128$ Kombinationen dieses Codes nur diejenigen aus, die aus drei Schritten mit Z-Polarität und vier Schritten mit A-Polarität bestehen, so bleiben zur Übertragung der Telegrafierzeichen 35 Kombinationen.

Codetabelle:

Buchstaben	Ziffern	5-Schritte-Code	7-Schritte-Code
A	—	Z Z A A A	A A Z Z A Z A
B	?	Z A A Z Z	A A Z Z A A Z
C	:	A Z Z Z A	Z A A Z Z A A
D	Wer da?	Z A A Z A	A A Z Z Z A A
E	3	Z A A A A	A Z Z Z A A A
F		Z A Z Z A	A A Z A A Z Z
G		A Z A Z Z	Z Z A A A A Z
H		A A Z A Z	Z A Z A A Z A
I	8	A Z Z A A	Z Z Z A A A A
J	Klingel	Z Z A Z A	A Z A A A Z Z
K	(	Z Z Z Z A	A A A Z A Z Z
L	)	A Z A A Z	Z Z A A A Z A
M	.	A A Z Z Z	Z A Z A A A Z
N	,	A A Z Z A	Z A Z A Z A A
O	9	A A A Z Z	Z A A A Z Z A
P	0	A Z Z A Z	Z A A Z A Z A
Q	1	Z Z Z A Z	A A A Z Z A Z
R	4	A Z A Z A	Z Z A A Z A A
S	'	Z A Z A A	A Z A Z A Z A
T	5	A A A A Z	Z A A A Z A Z
U	7	Z Z Z A A	A Z Z A A Z A
V	=	A Z Z Z Z	Z A A Z A A Z
W	2	Z Z A A Z	A Z A A Z A Z
X	/	Z A Z Z Z	A A Z A Z Z A
Y	6	Z A Z A Z	A A Z A Z A Z
Z	+	Z A A A Z	A Z Z A A A Z
Wagenrücklauf		A A A Z A	Z A A A A Z Z
Zeilenvorschub		A Z A A A	Z A Z Z A A A
Ziffern		Z Z A Z Z	A Z A A Z Z A
Buchstaben		Z Z Z Z Z	A A A Z Z Z A
Zwischenraum		A A Z A A	Z Z A Z A A A
Ungelochter Streifen		A A A A A	A A A A Z Z Z
Rückfragezeichen			A Z Z A Z A A
Leerlaufzeichen			A Z A Z A A Z
Leerlaufzeichen			A Z A Z Z A A

Die Dauer eines → Verteilerzyklus ist vom CCITT und CCIR zu 145 5/6 ms empfohlen. Damit ergibt sich auf dem Übertragungsweg eine Schrittgeschwindigkeit von 192 Baud bei Vierkanalbetrieb und von 96 Baud bei Zweikanalbetrieb.

Die Mux-Empfangseinrichtung ist so eingerichtet, daß sie jedes über den Funkweg ankommende Sieben-Schritt-Zeichen daraufhin prüft, ob das Verhältnis drei Schritte mit Z-Polarität zu vier Schritten mit A-Polarität gewahrt ist. Ist dies bei einem der empfangenen Zeichen nicht der Fall, so wird es damit als falsch erkannt, seine Weitersendung verhindert und durch Rücksendung eines sog. RQ-Zeichens die automatische Wiederholung eingeleitet. Wegen der Laufzeit über die Funkstrecke hat die Station I jedoch nach Aussendung des Zeichens, das in der Station II als falsch erkannt wurde, bereits weitere Zeichen ausgesendet, bis das von der Station II gesendete RQ-Zeichen bei der Station I eintrifft. Die Station I muß deshalb nicht nur das zuletzt gesendete, sondern mehrere zuletzt gesendete Zeichen speichern, um sie zur Wiederholung auf Anforderung der Station II bereit zu haben. In den meisten Fällen genügt es, stets die drei zuletzt gesendeten Zeichen zu speichern. Im Falle der Wiederholung sendet die Station I zuerst ein RQ-Zeichen zur Wiederholungsankündigung und anschließend die drei im Speicher befindlichen Zeichen. Diese vier Zeichen nennt man den »Wiederholungszyklus«. Bei außergewöhnlich großen Laufzeiten reicht ein Wiederholungszyklus von vier Zeichen nicht aus, man wählt dann einen solchen mit acht Zeichen.



I — *Station I*
II — *Station II*
S — *Sender*
E — *Empfänger*
A, ..., E — *von Station I ausgesandte Nachricht*
L, ..., Q — *von Station II ausgesandte Nachricht*
*** — *erkannte Fehler*
RQ — *Rückfragezeichen*
WS sp — *Weitersendung gesperrt*
N sp — *Nachrichtenübertragung gesperrt*
W — *Wiederholung aus dem Speicher*

Literatur: F. Henning, Funkfernschreiben mit automatischer Fehlerkorrektur, NTZ 9 (1956), S. 341 — Voss und Neumann, Telegrafieübertragung in Kurzwellenbereich, NTZ 12 (1959), S. 343 — H. Rudolph und K. H. Bochmann, Ein elektronisches Multiplex-Fernschreibsystem mit automatischer Fehlerkorrektur ELMUX 2/4 D 7. Siemens-Zeitschrift 33 (1959), S. 534 — F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 586 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 134 — Biehler, Jahrbuch d. el. Fernmeldewesens 1965, S. 308. *Biehler*

ARQ-System. Telegrafen-Übertragungssystem mit automatischer Fehlerkorrektur durch automatische Rückfrage. Meist in Verbindung mit Mehrfachausnutzung eines Funkweges im Zeitmultiplexverfahren als → ARQ-Mux-System.

Arsensäure → Natriumarsenat.

d'Arsonval, Jaques, Arsène, geb. 1851, gest. 1910, französischer Physiker und Arzt. Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Erfinder eines zweipoligen, lautstarken Fernhörers mit einem ring- und einem stiftförmigen Polschuh (1881) und eines verbesserten Galvanometers (s. Deprez).

Literatur: Larousse: Nouveau Petit, illustré. Paris 1926. Karraß: Gesch. d. Telegr. I, S. 480. Braunschweig: Vieweg 1909. Poggendorff. Arnim: Internat. Pers. Biographie.

Artikulationssystem. Bezeichnung für den Teil des menschlichen (und auch des animalischen) Organismus, der an der Spracherzeugung beteiligt ist. Hierzu gehören Kehlkopf, Stimmlippen, Nasen-, Mund- und Rachenhohlraum mit Gaumensegel, Zunge, Lippen und Zähne, während die Lungen nicht mehr zum A. gerechnet werden. Das A. kann durch Muskelkontraktionen in Größe und Funktionsweise geändert werden, was den Menschen befähigt, die aus einer Vielfalt von Lauten bestehenden Sprachsignale zu erzeugen. Es läßt sich durch ein aus Hohlraumresonatoren aufgebautes mechanisches Schwingungsgebilde oder durch ein entsprechendes elektrisches Netzwerk (sog. Leitungs-Analogon) nachbilden. Diese Nachbildungen wurden u. a. zur Erzeugung synthetischer → Sprache herangezogen. Das älteste mechanische Modell stammt von W. v. Kempelen (1791), das älteste elektrische Modell von K. W. Wagner (1936). Zur el. Nachbildung des Kehlkopfes verwendet man Impuls- und Rauschgeneratoren, die einzeln oder gemeinsam das Netzwerk speisen.

Literatur: J. L. Flanagan: Speech Analysis, Synthesis and Perception, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Vlg. 1965. *Endres*

Asbest ist der Sammelbegriff für natürlich vorkommende Fasersilikate. A. wird von Säuren und schwachen Alkalien nicht angegriffen. Die langen und biegsamen Fasern des Serpentin-A. finden zur Herstellung unverbrennbarer Gewebe, Pappen, Schnüre und die A.-Wolle als Dichtungsmittel Verwendung.

Ascomyceten → Pilze.

A-Signalisierung → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Asphalt, Erdpech, Erdharz, Bergpech. A. ist ein Gemenge von hochmolekularen Kohlenwasserstoffen mit geringen Mengen von sauerstoff-, schwefel- und stickstoffhaltigen Derivaten. Sie finden sich als natürliche A. oder als Durchtränkung von Kalk- oder Sandstein, z. B. Trinidad-A., und werden daraus durch Auskochen mit Wasser gewonnen. Die dunklen, glänzenden Massen mit muschligem Bruch schmelzen bei etwa 100° C. Sie werden bei der Kabelherstellung (Juteschutzschichten) und zum Anstrich von Kabelrohren verwendet.

Aspirator-Psychrometer → Luftfeuchtemeßgeräte.

assoziatives Gesetz → Rechenregeln der Schaltalgebra.

Astdicke in Fernmeldemasten ist aus Festigkeitsgründen in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Richtlinie Nr. VI A 11, Sept. 1965, festgelegt. A. für Einzeläste an Fernmeldemasten in der Schaftzone von 1 bis 3 m über dem Fußende $\leqq 1/6$ Mastdurchmesser an der Aststelle; im übrigen Schaftbereich $\leqq 1/4$ Mastdurchmesser. A. für Astansammlungen an Fernmeldemasten in der Schaftzone von 1 bis 3 m über dem Fußende: Summe der Astdurchmesser auf einer Fläche von 150 mm Länge und der Breite entsprechend $1/4$ des Umfangs $\leqq 1/3$ Mastdurchmesser, im übrigen Schaftbereich $\leqq 1/2$ Mastdurchmesser. Die A. für Astquirle (= in gleicher oder fast gleicher Höhe des Stammes — im Querschnitt sternförmig — angeordnete Äste) ist für Fernmeldemasten nach der A. für Astansammlungen definiert, jedoch ist die Beurteilungsfläche 100 mm lang und erstreckt sich über den gesamten Umfang.

Astronomiefunkdienst ist ein → Funkdienst, den die Funkastronomie (Radioastronomie) verwendet. Durch Einsatz sehr rauscharmer Empfänger und von Antennen mit extrem hohem Gewinn Nachweis von Funkausstrahlungen, deren Stärke unterhalb des Eigenrauschens des Systems liegt; daher besonders hoher Schutz gegen Störungen anderer Funkdienste erforderlich.

asymptotisches Verhalten gibt, z. B. durch Angabe einer Näherungskurve, den Verlauf einer elektrischen Größe bei sehr hohen Frequenzen ($f \to \infty$) an.

Asynchronmotor. Bei den A. unterscheidet man zwischen Motoren mit Schleifringläufer und mit Käfigläufer. Motoren für kleine und mittlere Leistungen werden meist mit einem Käfigläufer ausgestattet und über einen Stern-Dreieck-Schalter, bzw. als Einphasenmotor über eine Hilfswicklung, in Betrieb gesetzt. Die vom Netz aufgenommene Wirkleistung wird durch das in der Ständerwicklung umlaufende Drehfeld auf den Läufer übertragen und in mechanische Leistung umgewandelt. Der Läufer versucht dem Drehfeld zu folgen, erreicht jedoch nie ganz dessen Drehzahl. Die Tatsache, daß der Läufer nicht synchron (mit dem Drehfeld), sondern asynchron läuft, bezeichnet man als »Schlupf«. Der »Schlupf« ist von der Belastung abhängig. Die DBP verwendet den A. z. B. bei dem Schwungradumformer mit ankuppelbarem Gleichstrommotor und dem → Schwungradumformer mit ankuppelbarem Dieselmotor.

Äthanol → Äthylalkohol.

Äther. 1. Hypothetischer masseloser, das Weltall ausfüllender Stoff. Gedacht als Träger elektromagnetischer Erscheinungen. Diente zur Erklärung des transversalen Charakters elektromagnetischer Wellen insbesondere des Lichts. Die Einsteinsche Relativitätstheorie konnte den heute auch experimentell gesicherten Nachweis erbringen, daß die Annahme des Ä. in Widerspruch zu erkennbaren Naturvorgängen steht.

2. Der Name Äther bezeichnet auch eine ganze Klasse organischer Körper, die durch Vereinigung von zwei Alkoholmolekülen unter Wasseraustritt entstehen. Das wichtigste und schlechthin mit dem Namen Äther bezeichnete Glied der großen Körperklasse ist der Äthyläther. Zu seiner Darstellung erhitzt man ein Gemisch von 9 Tln. konzentrierter Schwefelsäure mit 5 Tln. Alkohol (90proz.) in einer Destillierblase auf 140° C. Reiner Ä. ist eine farblose, leicht bewegliche, stark riechende Flüssigkeit vom spez. Gew. 0,718 kg/dm³ (15°) und dem Siedepunkt 34,9° C. Wegen des sehr niedrigen Flammpunktes ist er höchst feuergefährlich. Ä. findet in der Elektrotechnik als Lösungsmittel Verwendung. Wichtig ist die unter dem Namen Kollodium gebräuchliche Auflösung von Nitrozellulose in Äther-Alkohol.

Äthylalkohol. Alkohol, Äthanol, Spiritus, Weingeist, C_2H_5OH, Molekulargewicht 46,07, ϱ 0,7892 bei 20°C, Fp −114,15° C, Kp 78,3°C. Absoluter Ä. ist wasserklar, leicht entzündlich und hat einen typischen Geruch und Geschmack. Gewinnung: Ä. wird technisch aus stärkereichen Materialien wie Kartoffeln oder Getreidekörnern hergestellt. Auch Holz, dessen Hauptbestandteil, die Zellulose, durch Hydrolyse mit schwefliger Säure in gärbaren Zucker umgewandelt werden kann, dient in Form von Sulfitablauge zur Gewinnung von Ä. Bei den obengenannten stärkehaltigen Materialien wird zunächst die Stärke bei erhöhter Temperatur durch die enzymatische Wirkung des Enzyms Diastase in den Zucker Maltose umgewandelt. Liegt der gärbare Zucker vor, so wird er durch Hefepilze in Ä. und Kohlendioxyd gespalten. Synthetisch kann Ä. aus Äthylen und Schwefelsäure hergestellt werden. Die primär additiv gebildete Äthylschwefelsäure wird beim Erhitzen mit Wasser zu Ä. und Schwefelsäure verseift. Bei allen Herstellungsverfahren muß der erhaltene Rohspiritus durch sorgfältige Destillation in Kolonnen von den entstandenen Nebenprodukten befreit werden. Verwendung u. a. als Lösungsmittel für → Lacke und als Zusatz für Treibstoffe. *Kerckhoff*

ATME: Automatische Meßeinrichtung für Übertragungsmessungen. Die Abkürzung leitet sich aus dem Englischen ab: Automatic Transmission Measuring Equipment. Vom CCITT genormter Meßautomat für die Wartung internationaler Fernwählleitungen. Meßprogramm der ATME Nr. 1 umfaßt Dämpfungsmessung bei 400, 800 und 2800 Hz und Geräuschmessung in beiden Übertragungsrichtungen. Der Dämpfungsmeßbereich beträgt −0,01 bis −1,80 Np. Das psophometrisch bewertete Leitungsgeräusch wird über 5 s integriert, mit einer vorgegebenen Schwelle verglichen (wählbar −4, −5 oder −6 Np), und als gut mit »+« oder schlecht mit »—« ausgewertet.

Eine Meßverbindungssteuerung stellt (z. B. mit Hilfe von Lochkarten) die Verbindung von dem eigenen Meßautomaten über Zugangswähler zu der zu messenden Leitung her, an deren fernem Ende gleichfalls ein Meßautomat über besondere Rufnummern erreicht wird. Danach sorgt eine Meßablaufsteuerung für die Abwicklung des eingestellten Meßprogramms. Die Steuerzeichen zwischen beiden Meßautomaten werden mit 1740 Hz übertragen. Die Meßergebnisse von beiden Übertra-

gungsrichtungen werden mittels Fernschreiber aufgezeichnet und der Gegenstelle auf einem frequenzmodulierten WT-Kanal übermittelt (FM 120, 1500 Hz).

Die ATME [Ausführung Siemens] benutzt einen → Digital-Pegelmesser nach dem Prinzip der Pegel-Zeit-Umsetzung über eine e-Funktion. Das Meßergebnis wird mit 3 Dezimalstellen in cNp ausgegeben. Meßsender und Pegelmesser überwachen sich gegenseitig in Selbstprüfung. Der → Geräuschspannungsmesser gemäß CCITT ist durch Integrierzusatz für 5 s Beobachtungszeit mit gut/schlecht-Aussage ergänzt.

Die ATME Nr. 1 ist für 2 FC-Wahl (nach CCITT-System Nr. 4), MFC-(Mehrfrequenzcode) und Impulswahl vorgesehen. [Seit 1966 ist ein europäischer Betriebsversuch angelaufen (Bundespost: Frankfurt/Main und Düsseldorf). Darauf erfolgte 1968 die Normung der ATME Nr. 1 durch CCITT. Arbeiten für eine zukünftige ATME Nr. 2 mit erweiterten Möglichkeiten sind im Gange.]

Literatur: CCITT-Dokument COM IV, No. 179 vom 26. 1. 1968; General Specification for the CCITT ATME No. 1 — Olma, Stoll, Meßautomat für Fernleitungen des nationalen und internationalen Fernsprechnetzes; Siemens, Inf. Fernsprech-Vermittlungstechnik 3 (1967), S. 51—58 — Wieland, Vollautomatisches Messen von NF-Fernleitungen; Ingenieur der Deutschen Bundespost (1967), H. 1, S. 16—23. *Hannig*

Atmosphäre, Bewegungen in der oberen. Dynamische Vorgänge, sowohl im neutralen als auch im ionisierten Bestandteil der hohen Atmosphäre, sind für eine Vielzahl vom Boden beobachtbarer Phänomene verantwortlich. Die Hauptursache für die regelmäßigen und unregelmäßigen Winde in der neutralen Atmosphäre sind die Schwerkraft, Gezeitenkräfte, Erwärmung durch Sonneneinstrahlung, Druckgradienten und die durch die Erdrotation bewirkten Zentrifugal- und Corioliskräfte. Als regelmäßig werden die langsam, nur jahreszeitlich veränderlichen vorherrschenden Winde und die periodischen Winde bezeichnet. Die vorherrschenden Winde werden durch die gemeinsame Wirkung von Schwer- und Corioliskraft sowie durch Druckgradienten hervorgerufen, sie sind vorwiegend zonal, d. h. ost-westlich gerichtet. An periodischen Winden werden ganz- und halbtägige Zyklen beobachtet, vor allem durch Gezeitenwirkung und Wärmeeinstrahlung bewirkte solare Perioden, aber auch lunare Gezeitenschwingungen. Der regelmäßige Windanteil ist von starken irregulären Schwankungen in Amplitude und Richtung überlagert, die hauptsächlich auf interne Schwerewellen und Turbulenzen zurückgeführt werden. Die internen Schwerewellen, deren Periodendauer in der Größenordnung einer Stunde liegt, sollen transitorische Erscheinungen in Ionogrammen hervorrufen (Travelling Ionospheric Disturbances → Echolotung ionosphärische). Die turbulenten Winde tragen zur Durchmischung der Atmosphäre bis zu einer Höhe von etwa 100 km bei. Durch turbulente Diffusion wird die rasche Ausdehnung von Meteorstreifen oder von künstlichen leuchtenden Erdalkaliwolken, die von Forschungsraketen ausgestoßen werden, erklärt. Nach oben werden die turbulenten Luftströmungen durch die Turbopause begrenzt, darüber beginnt die diffusive Trennung der atmosphärischen Bestandteile nach ihrem Molekulargewicht (→ Atmosphäre, obere).

Die Ionisationsdrift wird bis in etwa 100 km Höhe durch Neutralwinde hervorgerufen und hat daher die gleiche Richtung. In größeren Höhen beeinflussen elektrische und magnetische Felder die geladenen Teilchen stärker als Reibungskräfte, hier treten starke Ströme auf, wie der polare oder äquatoriale Elektrojet und das Sq- bzw. L-Stromsystem, die am Boden beobachtbare Variationen des → Erdmagnetfeldes bewirken. Die Plasmabewegungen wirken sich auch auf die Verteilung der Elektronendichte in der → Ionosphäre aus. In der oberen F-Schicht wird das Elektronendichteprofil vorwiegend durch die Diffusion der Ladungsträger im Magnetfeld der Erde bestimmt. In der unteren Ionosphäre hat die Drift, vor allem die Vertikaldrift der geladenen Teilchen, Einfluß auf das Elektronendichteprofil: Scherungen des neutralen Windes können zu starken Konzentrationen ionisierter Teilchen führen, diese sogenannten Es-Schichten (→ Ionosphäre) haben große Bedeutung für die Wellenausbreitung.

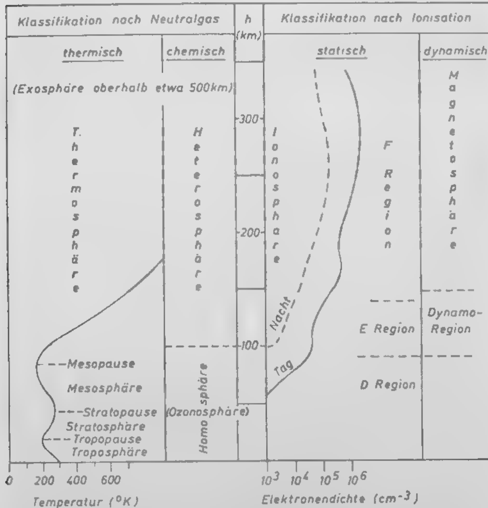
Die Bewegung der neutralen Atmosphäre kann durch Beobachtung von Meteorbahnen oder von leuchtenden Alkali- bzw. Erdalkaliwolken verfolgt werden. Die Ionisationsdrift wird dadurch bestimmt, daß man mit Hilfe ionosphärischer Echolotung die Bewegungen von Irregularitäten in der Ionosphäre ermittelt.

Literatur: C. O. Hines, »The Upper Atmosphere in Motion«, Quart. J. Roy. Meteorol. Soc., 89 (1963), 1. *Jacobs*

Atmosphäre, obere. Die atmosphärischen Schichten werden nach der Temperatur, der chemischen Zusammensetzung sowie den statischen und dynamischen Merkmalen der Ionisation (s. Bild) klassifiziert.

In der thermischen Nomenklatur folgt auf die Troposphäre und Stratosphäre (→ Atmosphäre, untere) die Mesosphäre, in der die Temperatur von dem durch die Absorption solarer Strahlung in der Ozonschicht verursachten Maximum bis auf ein Minimum in der Mesopause abfällt. In der darüberliegenden Thermosphäre nimmt die Temperatur mit wachsender Höhe wieder zu, bis sie in etwa 250 km Höhe einen nahezu konstanten, aber stark von der Sonnenaktivität abhängigen Wert von der Größenordnung 1000° K erreicht. Nach der chemischen Zusammensetzung werden unterschieden die Homosphäre und die darüberliegende Heterosphäre. In der Homosphäre sorgen vor allem turbulente Luftströmungen (→ Bewegungen in der hohen Atmosphäre) für eine Durchmischung der atmosphärischen Bestandteile, während in der Heterosphäre mit zunehmender Höhe der Anteil der leichteren Atome oder Moleküle anwächst. Die Skalenhöhe, d. h. das Intervall, in dem die Luftdichte auf $\frac{1}{e}$ abfällt, beträgt $\frac{RT}{mg}$ (R ist die universelle Gaskonstante, T die absolute Temperatur, g die Erdbeschleunigung und m die Teilchenmasse),

sie ist also bei leichteren Teilchen größer als bei schwereren, was einer langsameren Abnahme der Dichte entspricht. Oberhalb der Heterosphäre bzw. der Thermosphäre folgt in etwa 500 km Höhe die Exosphäre. Sie ist dadurch definiert, daß in ihr die freie Weglänge der neutralen Atome (hauptsächlich Sauerstoff, Helium und Wasserstoff) größer als eine Skalenhöhe ist. Gegenseitige Stöße können daher vernachlässigt werden, und die Atome folgen ballistischen Bahnen.



(Nach C. O. HINES u. a.e „Physics of the Earth's Upper Atmosphere". Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1965).

Einteilung der atmosphärischen Schichten nach verschiedenen Gesichtspunkten.

Wenn die Fluchtgeschwindigkeit überschritten wird, können die Teilchen, vor allem Wasserstoffatome, dem Bereich der Erdanziehung entweichen. Eine Unterteilung nach den Eigenschaften des ionisierten Gases ist in der → Ionosphäre durch die C-, D-, E- und F-Schicht gegeben. Wie bei den Neutralteilchen in der Heterosphäre wird auch die Verteilung des ionisierten Gases oberhalb des Ionisationsmaximums durch die Schwerkraft bestimmt. Dazu kommen von elektrischen Feldern zwischen Elektronen und Ionen herrührende Kräfte, die eine Verdoppelung der Skalenhöhe bewirken, daher nimmt der relative Anteil der ionisierten Teilchen mit wachsender Höhe zu. Die höchste Region mit vorherrschender Protonenpopulation wird als Protonosphäre bezeichnet. Ein weiterer Unterschied zum Neutralgas besteht darin, daß es für die ionisierten Teilchen keine Exosphäre gibt, denn auch bei geringsten Dichten in großen Höhen bleibt die weitreichende Coulomb-Wechselwirkung bestehen. Den Höhenbereich, in dem die Bewegungen der Elektronen und Ionen durch das Erdmagnetfeld kontrolliert werden, bezeichnet man als → Magnetosphäre, sie beginnt oberhalb der Dynamo-Region, in der die ionosphärischen Ströme fließen (→ Erdmagnetfeld, → Ionosphäre).

Literatur: H. S. W. Massey and R. L. F. Boyd, »The Upper Atmosphere«, London: Hutchison, 1958 — J. A. Ratcliffe, (Hrsg.) »Physics of the Upper Atmosphere«, New York, Academic Press, 1960.

Jacobs

Atmosphäre, untere. Der bis zu etwa 25 km Höhe reichende und nicht ionisierte Teil der Erdatmosphäre besteht aus → Troposphäre und Stratosphäre. In der bodennahen Troposphäre spielt sich das Wettergeschehen ab. Die Temperatur nimmt mit der Höhe im Mittel um 6 °C pro km ab. Durch die Konvektion findet eine dauernde Umschichtung statt. Der Wasserdampfgehalt ist groß genug, um Wolkenbildung zu ermöglichen. Die darüber liegende Stratosphäre ist stabil gegen Vertikalumlagerungen. Ein Luftaustausch findet nur sehr langsam durch die großen Zirkulationen der A. statt, bei denen in Äquatornähe troposphärische Luft in die Stratosphäre aufsteigt, während in Polnähe stratosphärische Luft in der Troposphäre absinkt. Die Temperatur ist in allen Höhen nahezu gleich. Wolkenbildung ist wegen des Fehlens von Konvektion und wegen des sehr geringen Wasserdampfgehalts nicht möglich. Nur in die unterste Stratosphärenschicht können gelegentlich in der Troposphäre entstandene Wolken aufsteigen. Troposphäre und Stratosphäre werden durch die Tropopause getrennt, die aus einer oder mehreren Temperaturinversionen besteht, d. h. dünnen Schichten, in denen die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Die Tropopause liegt zwischen den Polen und 60° Breite in etwa 9 km Höhe, steigt dann mit fallender geographischer Breite steil an. Zwischen +30° und −30° liegt sie bei 17 km. Über Mitteleuropa beträgt die Höhe etwa 10 km. Die Temperatur der Tropopause ist an den Polen am höchsten (−40° C bis −50° C), am Äquator am geringsten (−70° C). Über Mitteleuropa liegt sie bei −55° C bis −60° C.

Einfluß auf die Wellenausbreitung hat praktisch nur die Troposphäre (→ troposphärische Wellenausbreitung, → Radiometeorologie) und u. U. die Tropopause.

Fehlhaber

atmosphärische Dämpfung, → Dämpfung, atmosphärische.

atmosphärische Störungen. Unter atmosphärischen Störungen sei hier der gesamte Störpegel in der Atmosphäre verstanden, der im Funkbetrieb den Empfang aller Wellen beeinträchtigt (→ Übertragungsfrequenzbereich). Er setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

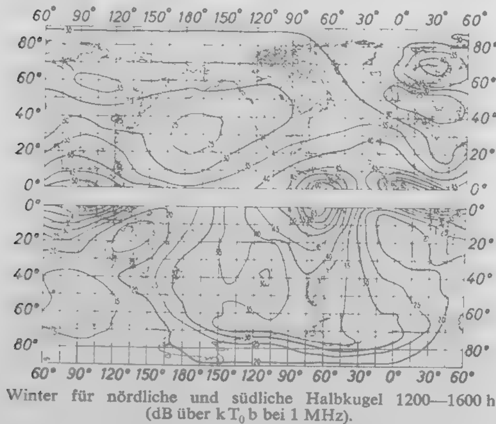
Atmosphärische Störungen }
Industriestörungen } Längst- bis Kurzwellenbereich

Kosmisches Rauschen, für Bodenstationen oberhalb der MUF der F2-Schicht,

Wärmerauschen der Umgebung, oberhalb etwa 100 MHz.

Für die a. St. ist die dauernde Gewittertätigkeit (gleichzeitig 1000 bis 2000 Gewitter) auf der Erde die Hauptursache. Die durch diese entstehende Strahlung wird

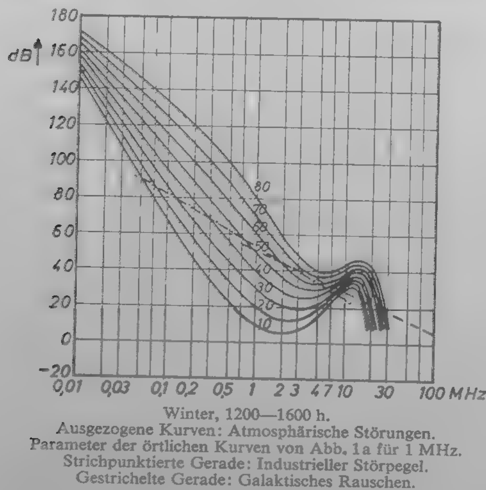
insbesondere von den Gewitterherden in den Tropen über die Ionosphäre überallhin übertragen. Da je Sekunde auf der Erde etwa 100 Blitze von 1000 bis 2000 Gewittern auftreten, erscheint die Störung als



Winter für nördliche und südliche Halbkugel 1200—1600 h (dB über k T_0 b bei 1 MHz).

Bild 1a. Atmosphärische Störungen.

Rauschen. Örtliche Gewitter erzeugen impulsartige Störungen. Die Stärke der a. St. hängt von der örtlichen Lage, der Jahres- und Tageszeit sowie dem Sonnenfleckenzyklus ab. Umfangreiche Messungen als Funktion der Frequenz, des Ortes und der Zeit wurden vom CCIR zu einem Atlas zusammengefügt, der laufend ergänzt und verbessert wird. Ein Kartenbeispiel hierfür zeigt Bild 1a. Hier sind die örtlichen Unterschiede des



Winter, 1200—1600 h.
Ausgezogene Kurven: Atmosphärische Störungen.
Parameter der örtlichen Kurven von Abb. 1a für 1 MHz.
Strichpunktierte Gerade: Industrieller Störpegel.
Gestrichelte Gerade: Galaktisches Rauschen.

Bild 1b. Geräuschpegel als Funktion der Frequenz von 10 kHz bis 100 MHz.

mittleren Störpegels F_{am} in dB über 1 k T_0 [W] (= —204 dB, T_0 = 288° K) für 1 MHz bei 1 Hz Bandbreite für den Winter der nördlichen und südlichen Halbkugel in einem »Zeitblock« 12.00 bis 16.00 Uhr Ortszeit als Mittel dargestellt. Abb. 1b zeigt für die gleiche Zeit die Frequenzabhängigkeit, wobei für 1 MHz der Wert der örtlichen Kurven von Abb. 1a einzusetzen ist. Mit wachsender Frequenz nehmen die a. St. von den Längstwellen über die Lang- und Mittelwellen bis zum Kurzwellenbereich um etwa 160 dB ab. Nach einem Minimum zwischen etwa 2 und 7 MHz nimmt die Störfeldstärke nochmals etwas zu, bis etwa 15 MHz, um unter dem Einfluß der abnehmenden MUF und der hierdurch bedingten Verringerung des Einzugsgebietes zwischen 20 und 30 MHz endgültig abzusinken. Den mittleren industriellen Störpegel hat man versucht, im Diagramm durch die strichpunktierte Gerade anzunähern, ebenso auch bei höheren Frequenzen das galaktische Rauschen (→kosmische Radiostrahlung) durch die gestrichelte Gerade. Die Werte

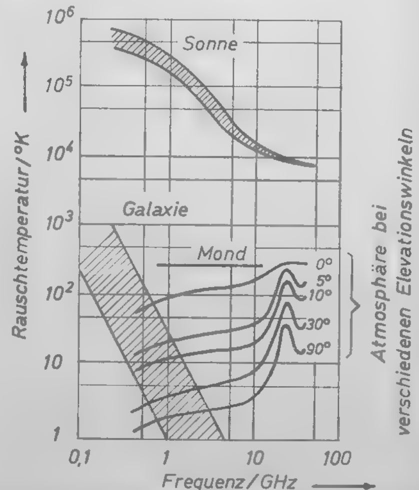


Bild 2. Thermische Störstrahlung zwischen 100 MHz und 100 GHz Rauschtemperatur °K der Sonne, der Galaxie, des Mondes und der Atmosphäre nach Fr. W. Gundlach.

liegen im Bereich von 2 und 100 MHz zwischen 45 und 5 dB über dem Bezugswert —204 dB = $4 \cdot 10^{-21}$ W (Normrauschleistung).

Über das kosmische Rauschen und Wärmerauschen ist folgendes zu bemerken: Die Lufthülle und alle Himmelskörper senden infolge ihrer Eigentemperatur eine thermische Störstrahlung aus, die sich im empfindlichen Empfänger noch bemerkbar macht. In üblicher Weise transformiert man das Rauschen auf einen äquivalenten Wert am Empfangseingang und bezieht es auf die obengenannte Normrauschleistung. Man kann diese thermische Rauschstrahlung auch durch ihre Rauschtemperatur ausdrücken. Sie ist als Funktion der Frequenz im Bereich von 100 MHz bis 100 GHz in Bild 2 dargestellt. Man sieht im oberen Bildteil den Verlauf der Störstrahlung der Sonne, die mit wachsender Frequenz abnimmt (Burst-Strahlung). Sie liegt zwischen 10^6 und 10^4 °K, was einem Strahlungsfluß von etwa 10^{-18} bis 10^{-20} W/m² Hz entspricht. Unter $4 \cdot 10^{-21}$ W/m² Hz = 288° K liegt

oberhalb von 100 MHz die stark mit wachsender Frequenz abfallende Rauschstrahlung der Galaxie sowie die ansteigende Rauschstrahlung der Atmosphäre bei verschiedenen Erhebungswinkeln. Die Rauschstrahlung des Mondes entspricht etwa diesem Wert. Die geringe Rauschstrahlung der Atmosphäre zeigt einen mit wachsender Frequenz steigenden Verlauf. Im Bereich von 1 — 10 GHz ist ein Minimum an Störstrahlung vorhanden. Die galaktische Störstrahlung kommt von diskreten Quellen (Radiosternen), die geortet werden. Den Hauptbeitrag liefert das Milchstraßenzentrum. Bei Richtempfang findet man dort ein breites Maximum. Bei ungerichtetem Empfang hat man einen Tagesgang mit einem Maximum gegen 21.00 Uhr Sternzeit bei einer Amplitude von 10 — 20 dB (→ Geräuscharten).

Literatur: CCIR-Bericht Nr. 322, Oslo 1966, Weltweite Verteilung und Charakteristiken der atmosphärischen Störungen — Fr.-W. Gundlach, Die Entwicklung der Hochfrequenztechnik, Physikalische Blätter 23 (1967), 196 — W. Kronjäger und K. Vogt, Über das Außengeräusch kommerzieller Antennenanlagen. NTZ 12 (1959), 371.

Weitere Literatur: → ionosphärische Wellenausbreitung und → Übertragungsfrequenzbereich. *Beckmann*

atmosphärischer Störpegel → Übertragungsfrequenzbereich.

atmospherics → Radiometeorologie.

Atomzeit → Normalfrequenz, → Zeitsysteme.

ATS. *A*pplications *T*echnology *S*atellite, Satellitenprogramm der → NASA zur Erprobung von Geräten und Erforschung des Weltraums auf den Gebieten: Weltraumfunk, Meteorologie und Strahlenmessung. Geplante Lebensdauer des A.-Satelliten 3 Jahre.

Ätzdauer ist die Einwirkungszeit des Ätzmittels auf den zu ätzenden Gegenstand.
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Ätzen. Bei Ätzarbeiten werden feste Körper an ihrer Oberfläche mit Hilfe von auflösenden Substanzen angegriffen; man versteht jedoch unter Ä. in der Regel den oberflächlichen Angriff von Laugen, Salzlösungen oder Säuren auf Metalle, Legierungen, Gläser usw. Anwendung z. B. zum Entfernen der unerwünschten Teile der leitenden Folie auf chemischem oder elektrischem Wege.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 40 804, Blatt 1, Entwurf Mai 1967.

Ätzgrundieren. Um bei Metall oder Glas z. B. Radierungen zu erhalten, müssen die Stellen, die nicht angegriffen werden sollen, mit einer Schutzschicht gegen das Ätzmittel abgedeckt werden. So kann man eine Kupferplatte mit Wachs überziehen und mit einer Nadel das Wachs an den herauszulösenden Stellen entfernen. Als Ätzgrund sind geeignet: Wachs, Asphaltlack, Kollophonium, Pech usw. sowie deren Mischungen.
Literatur: Das Ätzen, von Georg Buchner, 1935 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ätzkali → Kaliumhydroxyd.

Ätzmittel. Laugen, Säuren und Salzlösungen wie Salzsäure, Flußsäure, Salpetersäure, Gemisch aus Schwefelsäure und Flußspat, Ätzkalk, Ätznatron, Ätztinte, Ammoniumpersulfat, Eisenchloridlösung, Natriumnitrat, Silbernitrat + Weingeist + Salpetersäure, Kalialaun + Wasser, Bariumhydroxid.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ätznatron → Natriumhydroxyd.

Ätzverfahren → gedruckte Schaltungen.

Audionschaltung ist eine von de Forest angegebene, früher in der Funktechnik verwendete Schaltung, bei der mit einer Elektronenröhre die Demodulation durch Gittergleichrichtung mit anschließender Verstärkung vorgenommen wurde.
Durch Einführung einer Rückkopplung kann die Empfindlichkeit erhöht werden, und es können auch ungedämpfte Schwingungen hörbar gemacht werden (Schwingaudion, → Neutrodynschaltung).
Literatur: Zenneck-Rukop, Drahtlose Telegraphie, Verlag F. Enke, Stuttgart 1925.

Aufbereitungsverfahren → Einseitenbandtechnik.

Aufbewahren der Telegrammpapiere. Telegramme, Empfangsscheine, Apparattagebücher usw. sind mit der für die Wahrung des Fernmeldegeheimnisses nötigen Vorsicht aufzubewahren und nach Ablauf von 6 Monaten zu vernichten.

Aufdampfen. Vakuumaufdampfverfahren: Ausscheiden der im Vakuum aufgedampften Überzugsmetalle als zusammenhängende Schicht auf der Oberfläche des kälteren Gegenstandes durch Kondensation.
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 4, Okt. 1965.

Aufdampfverfahren → Dünnschichtdioden.

Aufenthalt in Wählerräumen → Wählerräume.

Aufforderung zu einem Ferngespräch → XP-Gespräche.

Aufgabe und Annahme der Telegramme. Telegramme (Tel) können aufgegeben werden: am Schalter, über Fernsprechanschluß, über Telexanschluß, durch Mitgabe an Telegramm- und Landzusteller, bei den Fernschreibstellen der DB und bei dem Zugbegleitpersonal in Schnell- und Eilzügen.
Aufgeber von Tel werden mit Vorrang vor anderen Schaltergästen abgefertigt. Für die Niederschrift sollen möglichst die amtlichen Telegramm-Aufgabeformblätter verwendet werden, die am Schalter unentgeltlich abgegeben werden. Tel, die nicht auf ein Aufgabeformblatt geschrieben sind, werden bei der Annahme auf ein solches geklebt. Nichtamtliche Formblätter dürfen nur benutzt werden, wenn sie dem amtlichen Muster entsprechen und wenn keine Leitwegangabe aufgedruckt ist. Der Absender muß seine Anschrift auf dem Formblatt angeben, wenn er eine Empfangsanzeige verlangt, der gebührenpflichtige Dienstvermerk = J... = angegeben ist und wenn Nachforderungen von Gebühren zu erwarten sind. Die Niederschrift der Absenderangaben ist zweckmäßig, damit der Absender von der Unzustellbarkeit seines Tel usw. unterrichtet werden kann.
Über Fernsprechanschluß können Tel bei der zuständigen Telegrammaufnahme aufgegeben werden, deren Rufnummer im Amtlichen Fernsprechbuch

angegeben ist. Für die Verbindungen werden keine Gebühren erhoben. Der Aufgeber kann verlangen, daß ihm die Telegrammgebühr, die mit der Fernmelderechnung erhoben wird, fernmündlich mitgeteilt wird und/oder von seinem Tel ein Durchdruck hergestellt und ihm als gewöhnlicher Brief oder durch Eilboten zugestellt wird. Die fernmündliche Mitteilung der Telegrammgebühr ist gebührenfrei, für das Herstellen des Durchdrucks und die Zustellung wird jeweils eine besondere Gebühr erhoben.

Über Telexanschluß können Tel bei der zuständigen Telegrammaufnahme aufgegeben werden, deren Rufnummer im »Amtlichen Verzeichnis der Telex-Teilnehmer« angegeben ist. Es gelten die gleichen Bestimmungen wie für die Aufgabe über Fernsprechanschluß.

Tel können durch Mitgabe an Telegramm- und Landzusteller auf ihren Zustellgängen aufgegeben werden. Für die Mitnahme wird keine Gebühr erhoben. Die Zusteller dürfen auf mitzunehmende Tel höchstens 5 Minuten warten. Sie werden von den Zustellern bei der zuständigen Telegrafenstelle abgeliefert. Die Gebühr kann entweder in bar oder durch Postwertzeichen bzw. Freistempler, die auf das Formblatt zu kleben bzw. abzudrucken sind, entrichtet werden.

Bei den Fernschreibstellen der DB können Tel aufgegeben werden, die betreffen: Mitteilungen von oder an Personen, die mit Zügen ankommen, abreisen oder durchreisen, aus Anlaß von Zugverspätungen oder eingetretener oder zu befürchtender Anschlußversäumnisse; Mitteilungen von Versendern, Begleitern und Empfängern von Viehsendungen; Anträge auf Gewährung eines außerplanmäßigen Halts für Eil- und Güterzüge; Mitteilungen der Beamten der Strafverfolgungsbehörden; Meldungen, die das öffentliche Wohl betreffen. Die für den privaten Telegrammdienst geöffneten Fernschreibstellen der DB nehmen Tel von jedermann an, wenn keine TSt am selben Ort oder wenn die TSt geschlossen ist oder die Fernschreibstelle der DB außerhalb des Ortszustellbereichs der TSt liegt sowie von Reisenden und Tel an Reisende, die beim Eintreffen des Zuges ausgerufen werden sollen.

In allen Schnell- und Eilzügen, d. h. TEE-, F-, D- und E-Zügen, können gewöhnliche Tel in offener Sprache beim Zugbegleitpersonal, d. s. Zugführer, Schaffner und Zugsekretärinnen, aufgegeben werden.

Tel, die nur die Anschrift enthalten — mit oder ohne einen oder mehrere gebührenpflichtige Dienstvermerke — desgl. Tel, deren Inhalt die Sicherheit des Staates gefährdet, gegen die Gesetze, die öffentliche Ordnung oder die guten Sitten verstoßen, sind von der Annahme ausgeschlossen. SVH-, SMIL-, Vorrangtelegramme der Vereinten Nationen, Staatstelegramme sowie Diensttelegramme sind nicht auf Zulässigkeit zu prüfen. Tel, für die besondere Bestimmungen wegen der Abfassung des Textes (Presse- oder Brieftelegramme) gelten, werden nur angenommen, wenn sie die Bedingungen erfüllen. Ein bestimmter Zeitpunkt, zu dem ein Tel den Empfänger erreichen wird, darf nicht angegeben werden. Wird festgestellt, daß das Tel die Bestimmungs-Telegrafenstelle nicht vor Dienstschluß der Telegramm-Zustellung erreicht, ist der Aufgeber zu verständigen und ggf. zu beraten (Zustellmöglichkeit nach Dienstschluß der Bestimmungs-Telegrafenstelle = XP...DM VON... =, = D =, Fernsprech- oder Telex-Anschrift). Der Hinweis auf Dienstschluß muß auf dem Aufgabeformblatt vermerkt werden. Bei der Annahme werden im Kopf der Tel auf dem Formblatt vermerkt: ggf. die Artbezeichnung, der Name der Aufgabe-Telegrafenstelle (mit ergänzenden Angaben), die Aufgabenummer, die Wortzahl, der Aufgabetag, die Uhrzeit und ggf. gebührenfreie Dienstvermerke. Diese Angaben sind gebührenfrei. Bei der Annahme über Fernsprech- oder Telex-Anschluß wird der Name der Aufgabe-Telegrafenstelle durch die Bezeichnung F bzw. TELEX ergänzt. Müssen Tel aus dienstlichen oder betrieblichen Gründen bei einer anderen als der zuständigen Fernsprech- oder Telex-Aufnahme aufgegeben werden, so wird dem Namen des Ortes der fernmündlichen oder fernschriftlichen Telegramm-Aufnahme der Name des Ortes, in dem der Fernsprech- oder Telex-Anschluß liegt, hinzugefügt, z. B. HAMBURG F VON HALSTENBEK oder HAMBURG TELEX VON HALSTENBEK bzw. im Auslandsdienst HAMBURG TELEPHONE DE HALSTENBEK oder HAMBURG TELEXE DE HALSTENBEK. Die Aufgabenummer ist die Nummer, die das Tel nach der Reihenfolge der Eintragungen im »Einnahmebuch über Telegrafengebühren« erhält. Die Wortzahl wird nach wirklichen, d. h. Zählwörtern, und nach den Gebührenwörtern angegeben. Die Wörter und Gruppen, die der Absender niedergeschrieben bzw. fernmündlich oder fernschriftlich durchgegeben hat, gelten als wirkliche Wörter. Die Gebührenwörter werden nach den Vorschriften der → Wortzählung ermittelt. Besteht zwischen beiden kein Unterschied, wird die Wortzahl als ganze Zahl angegeben; stimmen beide nicht überein, so wird die Wortzahl als Bruch angegeben, wobei die Anzahl der Gebührenwörter über und die der wirklichen Wörter unter dem Bruchstrich stehen. Die Uhrzeit wird in Stunde und Minute als vierstellige Zahl niedergeschrieben. Für den vom Absender angegebenen Bestimmungsort wird die Bestimmungs-Telegrafenstelle an Hand des Verzeichnisses der deutschen Telegrafenstellen oder des internationalen TSt-Verzeichnisses (für Auslandstelegramme) festgestellt. Meist stimmen Bestimmungsort und -Telegrafenstelle überein, andernfalls muß der Bestimmungsort durch die Bestimmungs-Telegrafenstelle ergänzt werden. Tel mit gleichem Text und gleicher Unterschrift aber an verschiedene Anschriften werden in einer Urschrift als sogenannte »Listentelegramme« angenommen. Der Absender muß dies vorher mit der Aufgabe-Telegrafenstelle vereinbaren und die Liste mit den Anschriften hinterlegen. Als »Aufgabebescheinigung« für Tel ist das Formblatt »Einlieferungsschein« zu benutzen.

Bei der Annahme sind folgende Tel besonders zu kennzeichnen: SVH-Telegramme durch die Artbezeichnung »SVH« am Anfang und am Ende des

Kopfes; SMIL-Telegramme durch die Artbezeichnung »SMIL«, Vorrangtelegramme der Vereinten Nationen und Staatstelegramme mit Vorrang durch die Artbezeichnung »S«, Staatstelegramme ohne Vorrang durch »F«; Wettertelegramme durch die Artbezeichnung »OBS« und Wasserstandstelegramme durch »WOBS«. Tel mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = D = bzw. = URGENT = erhalten »D« bzw. »URGENT« als Artbezeichnung. Undeutlich geschriebene Wörter oder Zahlen sind vom Annahmebeamten deutlich zu wiederholen, und zwar mit Bleistift oder Kugelschreiber, wenn das Tel mit Tinte usw. geschrieben ist. Werden Änderungen — ausgenommen gebührenpflichtige Dienstvermerke und Bezeichnung der Bestimmungs-Telegrafenstelle — an der Urschrift vorgenommen, so sind sie vom Absender auf dem Formblatt anzuerkennen. Die zu erhebenden Gebühren — Wort- und sonstige Gebühren — werden vom Annahmebeamten in dem auf den Formblättern vorgesehenen Raum eingetragen.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA), Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); ADA, Abschnitt VI, 2 (Telegrafenbetriebsdienst); Gebührenbuch für Telegramme; Verzeichnis der deutschen Telegrafenstellen, Amtliches Verzeichnis der für den internationalen Dienst geöffneten Telegrafenstellen; »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar. *Camrath*

Aufgabebescheinigung → Aufgabe und Annahme der Telegramme.

Aufgabe-Telegrafenstelle → Aufgabe und Annahme der Telegramme.

Aufgrabungen in der Nähe unterirdischer Fernmeldeanlagen → Kabelschutzanweisung.

Aufladungsemission → Feldelektronenemission.

Auflagen für Privatfernmeldeanlagen. Die Erteilung der Genehmigung, eine Privatfernmeldeanlage (PrFAnl) zu errichten und zu betreiben, ist im allgemeinen mit Auflagen (Genehmigungsbedingungen) verbunden; die Auflagen sind Bestandteil der Genehmigung und müssen vom Genehmigungsinhaber erfüllt werden.

Die Auflagen betreffen in erster Linie die Gestaltung und den Betrieb der PrFAnl:

Ihre Einrichtungen müssen den anerkannten Regeln der Elektrotechnik entsprechen.

Sie darf Ausbau und Betrieb des Fernmeldenetzes der DBP sowie den Funkempfang nicht stören oder behindern; tritt das ein, muß die PrFAnl entsprechend geändert werden.

Kreuzungen mit Anlagen der DBP müssen den Vorschriften der DBP entsprechen.

Führen Teile der PrFAnl Starkstrom, ist die Anlage nach den entsprechenden Vorschriften zu sichern.

Eine PrFAnl darf ohne Genehmigung der DBP nicht mit einer anderen PrFAnl oder mit dem öffentlichen Fernsprechnetz verbunden werden.

Über eine PrFAnl dürfen ausschließlich eigene Nachrichten des Genehmigungsinhabers übertragen werden.

Die Beauftragten der DBP haben das Recht, die Anlage auf Einhaltung der Genehmigungsbedingungen zu prüfen.

Nach Erlöschen einer Genehmigung ist die Genehmigungsurkunde zurückzugeben und die Anlage abzubauen. *Dude*

Auflagekraft. Für die richtige Funktion elektromechanischer Bauteile, wie z. B. Relaisfedern, Kontakte, Schaltarme, ist eine bestimmte A. erforderlich. Hierfür gibt es Einstellangaben auf Zeichnungen oder besondere Einstellvorschriften. Die A. kann mit der → Kontaktfederwaage gemessen werden.

Auflaufstulp ist in der Seekabeltechnik ein langgestrecktes konisches Übergangsstück, meist aus Gummi, oft mit eingelegten Stahlfedern. Er wird verwendet, wenn in ein Seekabel Teile mit größerem Durchmesser als der des Seekabels eingebaut werden (z. B. Spulenmuffen oder Seekabelverstärker). Er dient dazu, den Übergang vom Seekabel zum Einbauteil mit größerem Durchmesser so zu gestalten, daß eine Legung über Kabelwinden möglich ist.

Auflösungsvermögen → Radioteleskope.

Aufnahmeraum. Jeder Raum, in dem Tonfilm-, Schallplatten-, Magnetbandaufnahmen sowie Rundfunk- und Fernsehdarbietungen durchgeführt werden können. Die akustischen Eigenschaften (→ Raumakustik) dieser Räume müssen derartige Aufnahmen zulassen. Aufnahmeräume, die speziell für Aufnahmen von Sprache und Musik errichtet sind, werden Studio genannt. In ihnen sind keine oder nur wenige Besucherplätze vorhanden. Musikstudios besitzen eine → Nachhallzeit im mittleren Frequenzbereich (500 bis 1000 Hz) von 1,5 bis 2 Sekunden. Zur guten Verteilung des Schalls im gesamten Raum ist eine ausreichende Schalldiffusität unerläßlich. Sie wird durch Streuflächen und Streukörper erreicht. In Sprechstudios beträgt die Nachhallzeit etwa 0,3 bis 0,5 Sekunden. Sie soll für Frequenzen im mittleren Sprachbereich (→ Sprache, synthetische) möglichst gleich sein. Die Begrenzungswände von Aufnahmeräumen müssen eine hohe Schalldämmung besitzen, und eventuell vorhandene Lüftungsanlagen müssen mit Schallfiltern ausgerüstet sein, um zu verhindern, daß Lärm in Aufnahmeräume dringen und so die Aufnahme stören kann.

Literatur: Friedrich Bruckmayer, Handbuch der Schalltechnik im Hochbau, Verlag Franz Deuticke, Wien, 1964 — Willi Furrer, Raum- und Bauakustik für Architekten, 1956.

Aufnahmetisch für Telegramme. Am A. werden Telegramme der Fernsprechteilnehmer oder Postdienststellen fernmündlich aufgenommen und weiterübermittelt, oder es werden angekommene Telegramme von der Telegrafenstelle aus den Fe-Teilnehmern bzw. Postdienststellen zugesprochen. Der Tisch ist deshalb mit einer Ortsvermittlungsstelle durch k- und g-Leitungen verbunden. Außerdem wird für den vorliegenden Zweck auch das Netz des → SWF-Dienstes benutzt. Die Aufnahmeeinrichtung soll eine schnelle Beantwortung der Anrufe und Erledigung in zeitgerechter Folge auch bei Verkehrsspitzen ermöglichen, eine wirkungsvolle Betriebslenkung bieten, eine gleichmäßige Belastung des Personals gewähr-

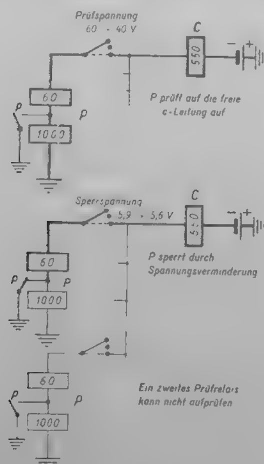
leisten und eine möglichst ungestörte, ablenkungsfreie Arbeitsweise bewirken. Fernmündliches Aufnehmen und Zusprechen der Telegramme verkürzt einerseits die Laufzeiten der Telegramme vom Absender bis zum Empfänger und bietet andererseits die Möglichkeit, das Telegrafennetz in den Ausläufern wirtschaftlicher zu gestalten, indem Leitungen verkürzt und schwach belastete ETSt aufgelöst werden können.

Als Betriebseinrichtungen kommen für große TSt in Betracht: 2plätzige Aufnahme- und Zusprechtische für den deutschsprachigen Verkehr, sog. A-Plätze; entsprechende Tische für den fremdsprachigen Dienst, sog. B-Plätze; ein 2plätziger Aufsichtstisch mit Anzeigegeräten für die Betriebslenkung; 1 Tisch für die Dienstbeobachtung der Arbeitskräfte; 2- oder 4plätzige Arbeitstische für die Gebührenberechnung der aufgenommenen Telegramme, für das Erteilen von Auskünften und für Gebührenansagen. An technischen Einrichtungen kommen hinzu: Verteileinrichtung für Anrufe (Mischwähleranordnung), Warteeinrichtung mit Wartewählern und Warteansagegerät, Bedienungseinrichtungen in den Aufnahmetischen (Schalter, Tasten, Signallampen, Sprechzeug-Anschalteklinken, Nummernschalter); ferner am Aufsichtsplatz Wartefeldbelegungsanzeiger, Wartezeitmesser, Platzleistungszeiger.

Literatur: Geißl, Die Einrichtungen neuzeitlicher großer Telegrammaufnahmen. Unterrichtsbl. d. DBP, Ausgabe B, 7 (1954), S. 241. HwF 1929.

Schiweck

Aufprüfen ist das Einstellen eines gesteuerten Schaltgliedes auf eine freie Leitung oder einen im Verbindungsaufbau nachfolgenden Wähler. Durch das A. wird der Such- oder Einstellvorgang beendet. Das A. darf nur auf einen freien Wähler/Leitung und nicht auf eine bestehende Verbindung möglich sein



Prüf- und Sperrvorgang bei Gruppenwählern.

(Doppelbelegung). Durch elektrisches Sperren wird ein A. weiterer Wähler verhindert (s. Bild). Beim A. findet das Prüfrelais (P) zunächst die volle Spannung (60 V) vor. Durch Kurzschluß einer hochohmigen Wicklung wird der Strom erhöht. Über dem Prüfrelais fällt mehr Spannung ab. Die Restspannung (<6 V) über dem Prüfrelais läßt ein paralleles A. eines weiteren Wählers nicht zu.

Literatur: R. Führer, Wählvermittlungstechnik, 6. Aufl., Fachverlag Schiele und Schön, Berlin 1965.

Steinhoff

Aufschalten. Führt ein Teilnehmer ein Orts- oder Ferngespräch, so wird sein Anschluß als besetzt gekennzeichnet. Wenn eine Verbindung zu einem besetzten Anschluß gelangt, so erhält der Anrufer den Besetztton. In besonderen Fällen ist es jedoch möglich, auf einen besetzten Anschluß aufzuprüfen. Dieser als Aufschalten bezeichnete Vorgang ermöglicht es der FernVStHand, besonders dringende Gespräche, z. B. Notgespräche, anzusagen. Ferner ist das Aufschalten für Prüfzwecke möglich. Als Aufschaltezeichen sendet die FernVStHand oder der Prüfplatz nach Erhalt des Besetztzeichens die Ziffer »1«. Mit dem Aufschalten beim LW wird gleichzeitig ein akustisches Zeichen (Morse-i) angelegt. Aufschalten ist grundsätzlich nur in Verbindung mit dem Fernkennzeichen möglich, das allerdings nicht nur bei Verbindungen von der FernVStHand oder vom Prüfplatz, sondern auch bei SWFD-Verbindungen angelegt wird. Da SWFD-Verbindungen aber durch das dem Aufschalten vorhergehende Besetztzeichen ausgelöst werden, können sich Teilnehmer nicht auf einen besetzten Anschluß aufschalten. Jedoch ermöglichen Aufschalteeinrichtungen das A. auf besetzte Anschlüsse einer Nebenstellenanlage von berechtigten Sprechstellen. Das A. ist als kurzzeitiges Eingreifen in eine Verbindung gedacht, um eine Mitteilung abzusetzen (z. B. Anbieten einer Gesprächsverbindung), wobei ein Aufmerksamkeitszeichen gegeben wird. Das A. dient in erster Linie für die Abfragestelle zum Ankündigen von Amtsanrufen. Bei Wähl-Nebenstellenanlagen können auch Nebenstellen, der Hausanschluß und die Meldeleitungen aufschalteberechtigt sein. Da das A. nur als kurzzeitiger Vorgang gedacht ist, darf die Einführungsdämpfung im Gegensatz zum Mithören größer sein (→ Mithöreinrichtungen).

Altehage/Paul

Aufschalteton bzw. -zeichen. A. wird vom Leitungswähler in die Gesprächsverbindung eines Teilnehmers dann eingeblendet, wenn sich eine Fernplatzbeamtin zum Anbieten eines Ferngespräches auf diese bestehende Verbindung aufschaltet.

Aufschaltezeichen → Aufschalteton.

Aufsicht. Bei der DBP Bezeichnung für Beamte der Laufbahnen des mittleren Dienstes als Vorgesetzte mit Aufsichtsfunktionen in → Betriebsstellen, wie Vermittlungsstellen, Übertragungsstellen, Telegrafenstellen. In großen Betriebsstellen finden außerdem Beamte der Laufbahnen des gehobenen Dienstes mit übergeordneten Aufsichtsfunktionen als Oberaufsicht Verwendung. Beispiele:

A. im handvermittelten Ferndienst erstreckt sich auf die Regelung und Sicherstellung der gesamten Betriebsabwicklung. Dazu gehören: Dauernde Beobachtung des Betriebsablaufs, Sicherstellung kurzer → Anmeldewartezeiten und → Anrufwartezeiten, schnelle Ausführung der Gespräche,

richtige Anwendung der Dienstvorschriften, Maßnahmen bei Störungen, richtige Platzbesetzung, Mithilfe bei der Ausbildung, Weiterbildung und Erziehung tüchtiger → Vermittlungskräfte, erste Kontaktstelle zwischen Teilnehmern und Verwaltung, Erledigung von Anfragen und Beschwerden, Mitarbeit bei Statistiken. Etwa je 12 Vermittlungskräfte — im → Auslandsferndienst 9 — unterstehen einer Gruppenaufsicht. Diese Gruppenaufsichten wenden sich in schwierigen Betriebsfällen an die Oberaufsicht.

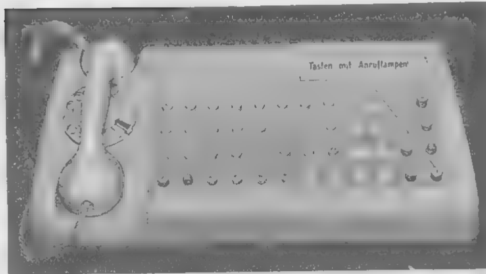
A. in der Fernsprechentstörung. Es wird zwischen Innen-A. und Außen-A. unterschieden. Der Innen-A. unterstehen die im Betriebsraum und den Nebenräumen tätigen Kräfte. Sie beobachtet und lenkt den Betriebsablauf an der → Störungsannahme, den → Karteiplätzen sowie den → Prüf- und → Leitplätzen, leitet das Personal an und bearbeitet fernmündlich oder schriftlich vorgebrachte Beanstandungen. Ferner prüft sie Änderungsmitteilungen, Instandsetzungsaufträge, die → Fehlerübersicht und gelegentlich den Vorratsbestand an Ersatzteilen der einzelnen Entstörer. Soweit erforderlich, erledigt sie den einfachen Schriftwechsel und erteilt Auskünfte an Dienststellen und an Teilnehmer. Die Außen-A. beaufsichtigt, lenkt und unterweist die → Entstörer. In größeren → Fernsprechentstörungsstellen mit mehreren Außen-A. gibt es solche für Sprechstellen-, Nebenstellen- und Münzentstörer. Zum Tätigkeitsbereich der Außen-A. gehört ferner die Übernahme von aufgebauten Nebenstellenanlagen, Münzfernsprechern und Wählsterneinrichtungen, Mithelfen beim Beseitigen schwieriger Störungen, Prüfen des Werkzeugbestandes, Erteilen von Unterricht und das Bearbeiten von Teilnehmer-Beschwerden. Die Außen-A. überwacht auch Terminpläne für Entstörer.

A. für den Fernsprechunterhaltungsdienst (Pflegedienst) ist verantwortlich für den technischen Betrieb innerhalb der Betriebsstelle. Hierzu gehören u. a. das Festlegen und Überwachen der Instandsetzungs-, Überholungs- und Schaltarbeiten, das Aufstellen der Arbeits- und Dienstpläne, die Unfallverhütungsvorschriften, die Klimatisierung der Räume, das Aufstellen von Prüfberichten und der Unterricht für das Personal.

Tietz/Trommer/Harbarth

Aufsichtsapparat. Innenaufsichten der → Fernsprechentstörungsstellen lenken den Betriebsablauf an der → Störungsannahme, beaufsichtigen das Betriebspersonal und bearbeiten fernmündlich vorgebrachte Anfragen und Beanstandungen der Teilnehmer. Damit sie diese Aufgaben von ihrem Arbeitsplatz aus wahrnehmen können, wurde ein A. entwickelt, der ein Lampenfeld besitzt, an dem der jeweilige Betriebszustand, die Platzbesetzung und die Arbeitsweise des Störungsannahmepersonals beobachtet werden können (s. Bild).

Der zu den → Störungsannahmetischen verkabelte A. enthält eine Abfrageeinrichtung, ist mit einem Amtsorgan beschaltet und besitzt einen Nummernschalter für den abgehenden Fernsprechverkehr. Im Mittelfeld sind vier Lampenreihen angebracht. Die erste Reihe zeigt die Platzbesetzung an. Fragt eine Kraft einen Anruf ab, leuchtet in der darunterliegenden Lampenreihe die zum Platz gehörende Lampe auf, während die Lampen der dritten Reihe durch Aufleuchten anzeigen, für welchen Platz ein Anruf vorliegt, der noch nicht abgefragt wurde. Die Lampen der vierten Reihe sind dem Wartefeld zugeordnet. Sie zeigen an, wieviel weitere den einzelnen Plätzen noch nicht zugeteilte Anrufe im Wartefeld gespeichert sind. Von den Störungsannahmekräften können Anrufe zur abschließenden Bearbeitung über die zum A. führende → Abwurfleitung an die Innenaufsicht weitergeschaltet werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, durch Betätigung der entsprechenden Taste sämtliche leuchtenden Lampen zu löschen, eine Dienstleitungsverbindung nach einer anderen Betriebsstelle herzustellen, abgehende Gesprächsverbindungen aufzubauen oder für Zeiten der Nichtbesetzung des Arbeitsplatzes den A. abzuschalten. *Harbarth*



Aufsichtsapparat.

Aufspulvorrichtung. Vorrichtung zum Aufwickeln von Empfangsstreifen und -bändern im Telegramm- und Telexdienst sowie bei Fernschreibteilnehmern, die für Nachfrage-, Nachforschungs- und andere dienstliche Zwecke aufbewahrt werden müssen. Oft ist die A. mit dem Fernschreibapparat fest verbunden. Die A. kann von Hand oder mittels Elektromotor angetrieben werden.

Aufstellungsplan. Der A. gibt Aufschluß über die Aufstellung der technischen Einrichtungen innerhalb einer Vermittlungsstelle; er beinhaltet viele Einzelheiten und ist wichtiger Ausgangspunkt für die Durchführung von Bauvorhaben. Beabsichtigte Erweiterungen erscheinen in rotem Eintrag.

Aufteilungs-Bezirkskabel (AtBzk). Die Bzk enden in der Vermittlungsstelle in einer Aufteilungsmuffe (AtM). Aus dieser werden kunststoffisolierte und kunststoffummantelte Aufteilungskabel (Atk) nach dem Niederfrequenz-(NF-) oder Trägerfrequenz-(TF-) Kabelendgestell (KEG) geführt. Letztere haben seit 1952 keine Endverschlüsse mehr, die Atk werden nur an Lötösen von Buchsentrennplatten angelegt. Die Leiter der Atk sind Polyäthylen-(PE-)isoliert; der Mantel besteht aus Polyvinylchlorid (PVC). Diese Atk werden mit höchstens 16 Doppeladern geliefert, damit die Ausformungen der Adern mit dem nichtflammwidrigen PE an den Buchsenplatten kurzgehalten werden können. Es werden verwendet:

AtBzk 6p / Paar in Metall-Folie (PiMF) / Kunststoff mit folgendem Aufbau: 1. Lage 1 Dieselhorst-Martin-Viererseil (DM-VS); 2. Lage 4 PiMF, 2 Kunststoff-Blindelemente; PE-Leiterisolierung; PVC-Mantel. Mit dieser Kabelform werden aus den Bzk [und ggf. den Fernkabeln (Fk)] nach dem NF-KEG weitergeschaltet: Der DM-Kernvierer aus den älteren Fk (über das DM-VS des AtBzk); die PiMF aller Kabelformen; die ungeschirmten Rundfunkpaare aller Leiterdurchmesser (über die PiMF). Leiter einheitlich 0,6 mm Cu, verzinnt; Leiterisolierung Voll-PE; Aderdurchmesser der DM-Vierer 1,5 mm, der PiMF 1,9 mm.

Bewicklung und Schirm der PiMF:
Eine oder mehrere Lagen PE-Folie (wenn notwendig); eine Lage kunststoffkaschierte Metallfolie (Kunststoffolie gefärbt, Metallseite nach außen), überlappt aufgebracht oder eine Lage Al-Band, überlappt; 0,4 mm dicker, etwa längs miteinlaufender verzinkter Eisendraht; in der Regel eine Lage Isolierfolie (Kunststoff), überlappt.

Bewicklung, Kabelschirm:
Mindestens zwei Lagen PE-Folie, je für sich überlappt; Bleidraht 0,6 mm Cu; eine Lage Metallband (Cu oder Al), überlappt; mindestens eine Lage Isolierfolie (Kunststoff), überlappt.

Außenmantel aus PVC, grau

⌀ unter Mantel mm	Wanddicke (Sollwert) mm
bis 15	1,8
bis 25	2,0

AtBzk 8p / DM / Kunststoff mit 4 DM-VS in einer Lage (8 × 2 × 0,6 Cu/DM);
AtBzk 16p / DM / Kunststoff, mit 1 DM-VS in der 1. Lage und 7 DM-VS in der 2. Lage (16 × 2 × 0,6 Cu/DM).

Mit diesen Kabelformen werden aus den Bzk weitergeschaltet:

Die bespulten und unbespulten DM-VS aller Leiterdurchmesser (0,8 / 0,9 / 1,2 / 1,4 mm) die unbespulten Stern I-VS 0,9 / 1,2 / 1,4 mm.

Die Hauptanforderung an diese Atk ist die technisch ausreichende Anpassung des Wellenwiderstandes im trägerfrequenten Bereich bis 120 kHz an die DM-VS der Bzk. Für die bespulten DM-VS ist die Anpassung bestmöglich.

Knebel

Aufteilungs-Fernkabel (AtFk) führen von der Aufteilungsmuffe (AtM) des Fernkabels zum Endverschluß (EVs) oder zu Trenneinrichtungen im Kabelendgestell (KEG) einer Verstärkerstelle (VrSt).

Zu den Aufteilungsfernkabeln gehören (s. unten 1. u. 2.).

Verwendung für Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk) 4c, 8k, 14b/c/d, 17a. Kabelquerschnitte → Aufteilungskabel.

Kabel für die Aufteilung von Bezirkskabeln (Bzk) und Fernkabeln (Fk) mit papierisolierten Leitern, jedoch nur noch für die Instandsetzung vorhandener Anlagen. Der Aufteilung von Fk und Bzk mit 0,9 mm, 1,2 mm und 1,4 mm dienen:

AtFk 2a1; Aufbau: 1 Dieselhorst-Martin-Viererseil (DM-VS) 0,9 mm Cu mit Papierkordel in offener Wendel und Papierband überlappt; mehrere Lagen Papierband; Bleimantel 1,4 mm; Durchmesser unter Bleimantel 7,0 mm; Außendurchmesser 9,8 mm (Bild 1).

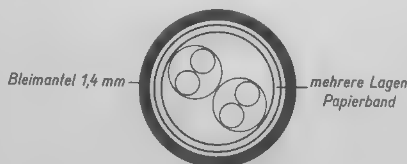


Bild 1. AtFk 2a.

AtFk 2b1; Aufbau: 1 DM-VS 0,9 mm Cu geschirmt; über dem mit der Metallseite nach außen liegenden metallisierten Papierband oder über dem Aluminium-(Al-)Band ein 0,4 mm dicker, längs eingelegter verzinkter Eisendraht; darüber mehrere Lagen Papier-

1. Die Aufteilungskabel mit papierisolierten und polyäthylenisolierten Leitern (AtFk).

Kabelbezeichnung	Kabelaufbau	Bemerkungen
AtFk 2a 1	2 × 2 × 0,9 Cu, Dieselhorst-Martin (DM)	
AtFk 2b 1	2 × 2 × 0,9 Cu, DM	
AtFk 4b 1	4 × 2 × 0,9 Cu, Paar in Metallfolie (PiMF)	geschirmt
AtFk 6a 1	2 × 2 × 0,9 Cu, DM + 4 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	unter Kernbleimantel
AtFk 6b 1	2 × 2 × 0,9 Cu, DM + 4 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	
AtFk 6c 1	6 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	
AtFk 10c 1	10 × 2 × 0,9 Cu, DM	
AtFk 20a 1	20 × 2 × 1,4 Cu, DM	
AtFk 20c 1	20 × 2 × 0,9 Cu, DM	Kern-Viererseil (VS) geschirmt

Für Neuanlagen werden Aufteilungsbezirkskabel (AtBzk) bzw. Trägerfrequenz-(TF-)AtBzk mit polyäthylenisolierten Leitern verwendet.

2. Die Trägerfrequenz-Aufteilungs-Fernkabel (TF-AtFk)

TF-AtFk 18a 1 Kunststoff-(Kst-)Mantel	2 × 2 × 0,5 Cu, Stern (St)	mit Polyäthylenisolierung
	+16 × 2 × 0,6 Cu, TF-St	mit Bleimantel und Polyvinylchlorid-(PVC-)Mantel

band; Bleimantel; Durchmesser unter Bleimantel 8,0 mm (Bild 2).

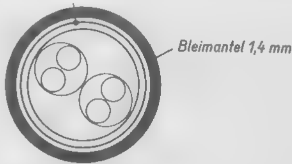


Bild 2. AtFk 2b.

AtFk 4b1; Aufbau: 4 Paare in Metallfolie (PiMF) 0,9 mm Cu, je geschirmt mit metallisiertem Papierband (Metallseite nach außen) oder Al-Band, darüber ein 0,4 mm dicker, längs eingelegter verzinkter Eisendraht, 1 Lage Papierband. Bewicklung aus mehreren Lagen Papierband; Bleimantel; Durchmesser unter Bleimantel 14,0 mm (Bild 3).

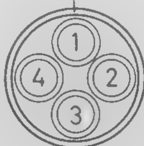


Bild 3. AtFk 4b.

AtFk 6a1; Aufbau: 1 DM-VS 0,9 mm Cu unter Kernbleimantel, 1,0 mm; unter und über dem Kernbleimantel mindestens 2 Lagen Papierbänder; 1. Lage 4 PiMF 0,9 mm Cu; je geschirmt mit metallisiertem Papierband (Metallseite nach außen) oder Al-Band, darüber ein 0,4 mm dicker, längs eingelegter verzinkter Eisendraht, 1 Lage Papierband, Außenbleimantel 1,6 mm über mehrere Lagen Papierband; Durchmesser des Kerns 7,0 mm, unter Außenbleimantel 21,0 mm (Bild 4).

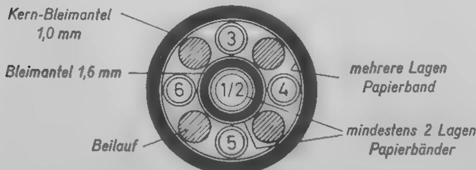


Bild 4. AtFk 6a.

AtFk 6b1; Aufbau: wie 6a1, aber kein Kernbleimantel. Durchmesser unter Außenbleimantel 16,5 mm, Bleimantel 1,5 mm (Bild 5).

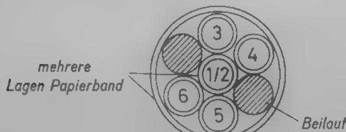


Bild 5. AtFk 6b.

AtFk 6c1; Aufbau: 6 PiMF 0,9 mm Cu, je über dem Al-Band oder dem mit der Metallseite nach außen liegenden metallisierten Papierband ein 0,4 mm dicker, längs eingelegter verzinkter Eisendraht, darüber 1 Lage Papierband; Durchmesser unter Bleimantel 16,0 mm (Bild 6).

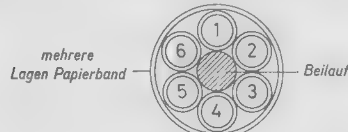


Bild 6. AtFk 6c.

Dem gleichen Zweck wie die AtFk 2a1, 2b1, 4b1 und 6a1, 6b1 und 6c1 dienen zur Aufteilung:

AtFk 10c1; Aufbau: 5 DM-VS 0,9 mm Cu, Durchmesser unter Bleimantel 14,0 mm; Bleimantel 1,5 mm (Bild 7).

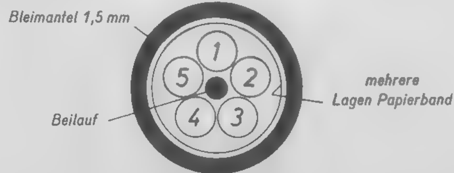


Bild 7. AtFk 10c.

Für entspulte DM- und Stern-(St-)VS 1,4 mm bestehender Fk und Bzk sowie für unbespulte DM-VS 1,44 mm in neuen Bzk wurde folgendes Kabel für Aufteilungszwecke unter Bleimantel benutzt:

Fk 10a1; Aufbau: 5 DM-VS 1,4 mm Cu, Durchmesser unter Bleimantel 20,0 mm; Bleimantel 1,5 mm (Bild 8).

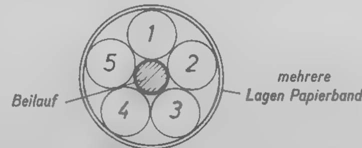


Bild 8. Fk 10a.

AtFk 20a1; Aufbau: 2 DM-VS 1,4 mm Cu in der 1. Lage; 2. Lage 8 DM-VS 1,4 mm Cu; unter dem Bleimantel mehrere Lagen Papierband; Durchmesser unter Bleimantel 26,0 mm; Bleimantel 1,7 mm (Bild 9).

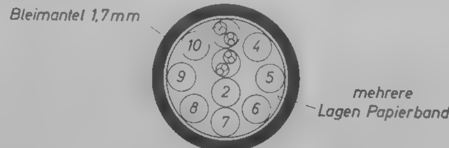


Bild 9. AtFk 20a.

AtFk 20c1; Aufbau: 1 DM-VS 0,9 mm Cu, geschirmt mit Kupferbandwendel in der 1. Lage; 2. Lage

9 DM-VS 0,9 mm Cu; Durchmesser unter Bleimantel 20,0 mm; Bleimantel 1,5 mm (Bild 10).

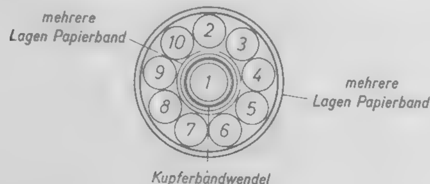


Bild 10. AtFk 20c.

Für die Aufteilung entspulter St-VS 1,2 mm bestehender Fk und Bzk diente:

Fk 16c1; Aufbau: 1 St-VS 1,2 mm Cu in der 1. Lage; 2. Lage 7 St-VS 1,2 mm Cu; Durchmesser unter Bleimantel 17,5 mm; Bleimantel 1,5 mm. *Knebel*

Aufteilungskabel (Atk). Als Atk. werden die Kabel bezeichnet, mit denen die in eine technische Betriebsstelle, Ortsvermittlungsstelle (OVSt), Knotenvermittlungsstelle (KVSt), Hauptvermittlungsstelle (HVSt), Zentralvermittlungsstelle (ZVSt), Verstärkerstelle (VrSt) usw. von außen einlaufenden Kabel nach Abschluß in einer → Aufteilungsmuffe (AtM) mit einer der technischen Einrichtung angepaßten Aderzahl dieser, z. B. dem Hauptverteiler (HVt) oder dem Kabelendgestell (KEG), zugeführt werden.

Es gibt → Aufteilungs-Ortskabel (AtOK), → Aufteilungs-Bezirkskabel (AtBzk), → Aufteilungs-Fernkabel (AtFk), → Trägerfrequenz-Aufteilungsbezirkskabel (TF-AtBzk), → Trägerfrequenz-Aufteilungsfernkabel (TF - AtFk), → Koaxial - Aufteilungsfernkabel (Kx-AtFk) und → koaxiale Schaltkabel.

Aufteilungskamm. Bei Spleißung von kunststoffisolierten Adern (→ Adernverbindung) in bündelverseilten PE-Kabeln ermöglicht der A. (Adernhaltevorrichtung, Montagekamm) (Bild 1) eine übersichtliche Anordnung des Spleißes und der Adernverbindungshülsen. Er erleichtert das Aufteilen der Hauptbündel in seine fünf bzw. zehn Grundbündel, das Schneiden der einzelnen Viererseile auf gleichmäßige Länge und das Aufschieben und Zusammendrücken der AVH.

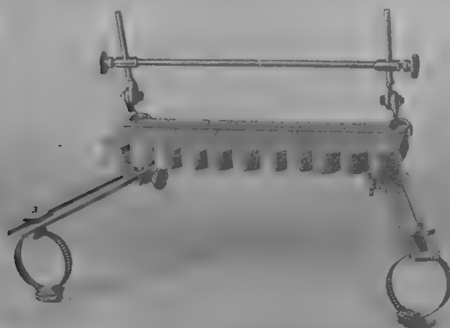


Bild 1. Aufteilungskamm für PE-OK.

Der A. wird mit seinen beiden Bandschellen beiderseits der Absetzstellen auf den Kabelmänteln der miteinander zu verbindenden Kabelstücke befestigt. Die Haltearme des A. mit den Schlitzen sind so zu verschieben, daß der eigentliche Kamm parallel über der Achse der zu verbindenden Kabelstücke liegt. In der richtigen Lage werden die Haltearme auf den Bandschellen mit Kordelschrauben festgelegt. In den eigentlichen A. aus elastischem, schaumgummiartigem Material sind 10 Schlitze angebracht, in die jeweils die zusammengehörigen Vierer eines der fünf bzw. zehn Grundbündel des zu verbindenden Hauptbündels abwechselnd hintereinander eingelegt werden können (Bild 2). Um die Adern vor dem Aufstecken der Adernverbindungshülsen auf eine gleiche Länge zu schneiden, ist eine verstellbare Anschlagleiste für das Schneidgerät vorhanden, die zu den weiteren Verbindungsarbeiten an den Adern nach hinten weggeklappt wird. *Stegmann*



Bild 2. Fertigen des Adernspleißes in PE-Kabeln mit dem Aufteilungskamm.

Aufteilungsmuffen für Bezirks- (BzK) und Fernkabel (FK) (papierisolierte Leiter).

1. Aufteilungsmuffen (AtM) alter Form für Bzk und Fk. Für NF-Kabel (Fk und Bzk) waren folgende Formen von AtM in Gebrauch:

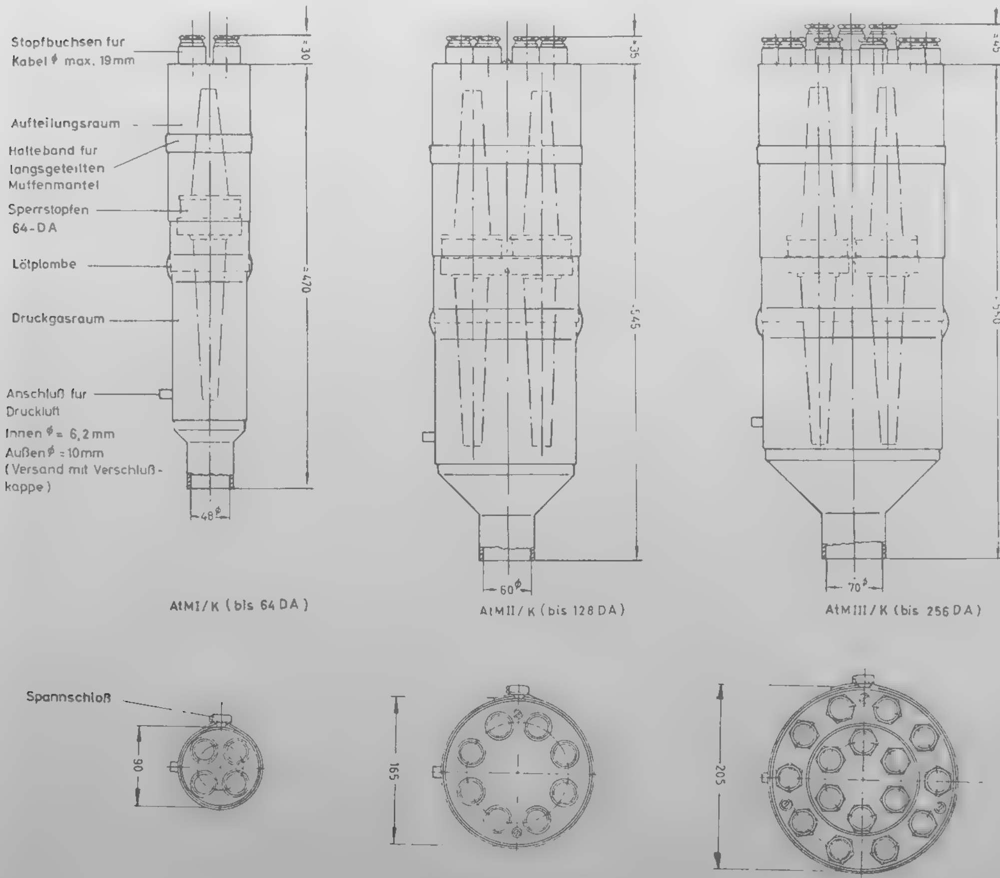
Muffentyp	Kabeldurchmesser über Blei		Form
I	bis	50 mm	rund
II	bis	65 mm	rund
III	über	65 mm	rund
Ia	bis	50 mm	quadratisch
IIa	bis	65 mm	rechteckig
IIIa	über	65 mm	rechteckig
11	bis	50 mm	rechteckig
12	bis	65 mm	rechteckig
13	über	65 mm	rechteckig

Werkstoff: Blei

Die AtM des Typs I, II, III, Ia, IIa, IIIa haben eine Innenmuffe und sind für den Abschluß der Ortskabel geschaffen worden. Für Bzk wurden sie mit verwendet. AtM des Typs 11, 12 und 13 haben keine Innenmuffe und sind für Fk als Abschluß verwendet worden.

2. Neue Aufteilungsmuffen für Bzk und Fk. Für Kunststoff-Aufteilungskabel sind die bisher gebräuchlichen AtM nicht verwendbar. Außerdem erforderte die Unterdrucksetzung eines Teiles der Bzk und Fk, mit der in Zukunft wenigstens innerhalb der Stadtgebiete gerechnet werden muß, einen anderen Aufbau der AtM. Zum Abschluß neuer Bezirkskabel sind die nachstehenden AtM entwickelt worden, die dem Abschluß von Kabeln mit papierisolierten Verseilelementen dienen. Diese AtM bestehen aus verkupfertem und dann verzinntem Stahlblech und haben 2 Kammern. In der einen Kammer werden die Verseilelemente des Außenkabels feuchtigkeits- und druckluftdicht abgeschlossen, aus der anderen Kammer werden die Verseilelemente der druckluftfreien Kunststoff-Aufteilungskabel zum Kabelendgestell (KEG) geführt. Zwischen beiden Kammern sind Sperrstopfen mit feuchtigkeits- und druckluftdichten Drahtdurchführungen angeordnet. Die Drahtdurchführungen sind sternvierermäßig gruppiert. Die Beidrähte 0,6 mm Cu unter dem Metallschirm der Bewicklung der Kunststoff-Aufteilungskabel müssen in der druckluftfreien Kammer der AtM an geeigneter Stelle an metallene Stützen der AtM angelötet werden. Die Drahtdurchführungen der Sperrstopfen in den AtM werden mit den Adern der Kabel in beiden Kammern in der üblichen Spleißtechnik verbunden. Für Verbindungen der Drahtdurchführungen mit den Adern der Kunststoff-Aufteilungskabel in der druckluftfreien Kammer werden Isolierhülsen und Gruppenringe aus Polyäthylen (PE) verwendet, die etwa gleiche Abmessungen haben wie Isolierhülsen und Gruppenringe aus Papier. Neue AtM werden z. Z. in 3 Größen geliefert (s. Bild):

AtM I/K für insgesamt 64 Doppeladern (DA)
AtM II/K für insgesamt 128 Doppeladern
AtM III/K für insgesamt 256 Doppeladern



Druckdichte Aufteilungsmuffen AtMI/K - II/K - III/K.

Zuordnung der druckdichten Aufteilungsmuffen zu den Kabelformen

Lfd. Nr.	Kabelform	Kabelausführung PM	PMbc	PWE2Y	zu verwendende AtM
1	bis 60 × 2 × 0,9 StI [1]	×	×	×	I/K
	bis 60 × 2 × 0,8 DM [2]	×	×	×	
	bis 60 × 2 × 0,9 DM	×	×	×	
	bis 60 × 2 × 1,2 DM	×	×	×	
	bis 50 × 2 × 1,4 DM	×	×		
	bis 40 × 2 × 1,4 DM			×	
	Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk) 24a/b/c	×	×	×	
	Trägerfrequenz-Bezirkskabel (TFBzk) 14p/24p	×	×	×	
	Bzk Reihe 2, 30p	×	×	×	
	Bzk Reihe 3, 26p, 48p	×	×	×	
	Bzk Reihe 4, 38p	×	×	×	
	Rundfunkkabel (Rfk) 4b, 8b, 10b	×	×	×	
	(Rfk) 4p, 14p	×	×	×	
2	80 bis 120 × 2 × 0,9 StI	×	×	×	II/K
	80 bis 120 × 2 × 0,8 DM	×	×	×	
	80 bis 120 × 2 × 0,9 DM	×	×	×	
	100 × 2 × 1,2 StI	×	×	×	
	80 bis 120 × 2 × 1,2 DM	×	×		
	80 bis 100 × 2 × 1,2 DM			×	
	60 bis 80 × 2 × 1,4 DM	×	×		
	50 bis 80 × 2 × 1,4 DM			×	
	Bzk Reihe 2, 66p	×	×	×	
	Bzk Reihe 3, 74p, 102p	×	×	×	
	Bzk Reihe 4, 70p, 92p	×	×	×	
	Bzk Reihe 5, 56p, 86p	×	×	×	
	Rfk 30p	×	×	×	
3	150 bis 250 × 2 × 0,9 StI	×	×	×	III/K
	150 bis 250 × 2 × 0,8 DM	×	×	×	
	150 bis 250 × 2 × 0,9 DM	×	×	×	
	150 bis 250 × 2 × 1,2 StI	×	×		
	150 bis 200 × 2 × 1,2 StI			×	
	150 × 2 × 1,2 DM	×	×		
	120 bis 150 × 2 × 1,2 DM			×	
	100 × 2 × 1,4 DM	×	×	×	
	Bzk Reihe 3, 134p	×	×	×	
	Bzk Reihe 4, 132p	×	×	×	
	Bzk Reihe 5, 120p	×	×	×	
	Rfk 52p	×	×	×	

[1]) St I = Stern I-Verseilung
[2]) DM = Dieselhorst-Martin-Verseilung

Die aufgeführten 3 Arten unterscheiden sich in der Anzahl der Sperrstopfen, in die einheitlich 64 Doppeladern eingegossen sind, und in der Anzahl der Stopfbuchsen auf dem Kopf der Muffe. Im Prinzip sind es Zweikammermuffen. Auf die Innenwand zwischen druckdichtem und Außendruck-Raum sind je nach Größe 1 bis 4 Sperrstopfen aufgeschraubt. Die Aufnahmefähigkeit dieser AtM hängt außer von der Gesamtzahl der Sperrstopfen noch von der Größe des Spleißraumes und dem Durchmesser des Kabeleinführungsstutzens ab. Die rohrförmige Hülle der überdrucklosen Kammer ist in der Längsachse geteilt, um im eingebauten Zustand besser an die Spleißstelle heranzukommen. *Knebel*

Aufteilungsmuffen für Ortskabel. Aufteilungsmuffen (AtM) alter Form dienten zum Abschluß vielpaariger, papierisolierter Fernsprechkabel und zu deren Aufteilung bei der Einführung in die Vermittlungsstellen, in Linienverzweiger oder in größere Sprechstellenanlagen.

d
d
Aufteilungs-Bleimuffe in runder Grundform
Aufteilungs-Bleimuffe in rechteckiger Grundform

Bild 1. Aufteilungsmuffen für Ortskabel (alte Ausführungsart).

Die Muffen wurden in runder und rechteckiger Grundform verwendet. Muffen in runder Grundform wurden in 3 Größen hergestellt und dienten zur Aufteilung von Ortskabeln bis zu 700 Doppeladern (DA). Aufteilungs-Muffen in rechteckiger Grundform waren für Kabel mit höherer Paarzahl bestimmt. Aufteilungsmuffe I (rund) wurde verwendet bei Kabeln bis zu 50 mm Durchmesser über Bleimantel, Aufteilungsmuffe II (rund) bei Kabeln bis zu 65 mm Durchmesser über Bleimantel, Aufteilungsmuffe III (rund) bei Kabeln über 65 mm Durchmesser über Bleimantel. Für diese Muffen in runder Grundform wurde als Werkstoff 1 mm dickes zunderfreies Stahlblech ver-

Übersicht über die Abmessungen der Aufteilungsmuffen (s. dazu Bild 2)

Bezeichnung der Muffe	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	Für Kabel bis zu 700 DA mit einem äußeren Durchmesser
	Länge	Weite	Länge	Weite	Länge des gebogenen Teiles	Blechdicke	Länge	Weite	Länge	Weite	Länge des gebogenen Teiles	Blechdicke	
	des Halses		des geraden Teiles				des Halses		des geraden Teiles				
	der Außenmuffe						der Innenmuffe						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	40	56	360	160	120	1	10	49	20	135	70	1	bis zu 50 mm
II	40	71	380	175	130	1	10	63	20	150	80	1	bis zu 65 mm
III	40	80	400	190	140	1	10	71	20	165	90	1	über 65 mm

wendet. Die Öffnungen der Muffen-Hälse und im Deckel durften keine scharfen Kanten haben; die in der Naht verschweißte Außen- und Innenmuffe sowie der Deckel waren feuerverzinkt. Stirnflächen und Muffenhals sowie oberer Rand der Außenmuffe waren

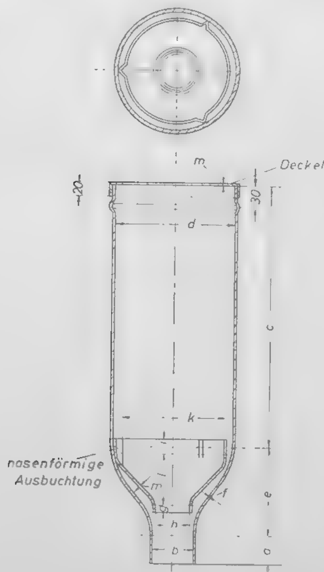


Bild 2. Aufteilungsmuffe in runder Grundform.

außen auf 30 mm, Muffenhals der Innenmuffe außen auf 10 mm verzinnt, um das Verlöten zu erleichtern. Stirnfläche, Rand und Oberfläche des Deckels waren außen verzinnt. Muffen in rechteckiger Grundform wurden in folgenden Ausführungsformen verwendet für Kabel mit größeren DA-Zahlen:

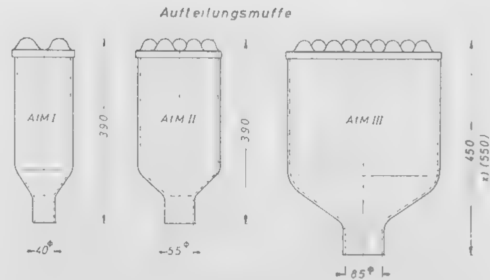
Ia: Quadratische Grundform, mit 9 Deckelöffnungen, für Kabel bis 74 mm Durchmesser über Bleimantel.

IIa: Rechteckige Grundform mit 12 Deckelöffnungen, für Kabel bis 82 mm Durchmesser über Bleimantel.

IIIa: Rechteckige Grundform mit 15 Deckelöffnungen, für Kabel bis 89 mm Durchmesser über Bleimantel.

Werkstoff: 1 mm und 1,5 mm dickes Stahlblech, zunderfrei, usw. wie bei Muffen mit runder Grundform. 1960 wurden Aufteilungsmuffen nach Bild 3 eingeführt.

Durch den umfangreicher gewordenen Einsatz von Kabeln höherer DA-Zahlen (insbesondere 2000 DA 0,4 und 1400 DA 0,6 mm) mußte eine 4. AtM-Größe (AtM IV) geschaffen werden; sie ähnelt in ihrer rechteckigen Form der AtM III, hat aber einen 10 cm längeren Spleißraum (Gesamtlänge 520 mm) und eine lichte Muffenhalsweite von 85 mm. Bei Verwendung von Aufteilungskabeln mit 150 DA ist sie



Kurzzeichen	Größte Anzahl Aufteilungskabel	Nettogewicht etwa kg/St.
At M I	3	4,7
At M II	7	7,1
At M III	14	16,5
At M IV	14	20

Bild 3. Aufteilungsmuffen für Ortskabel, Ausführung ab 1960.

mit ihren 14 Deckelöffnungen für 2000 DA-Kabel mit 0,4-mm-Leitern geeignet. Es ergab sich folgende Zuordnung von AtM zu den Fernsprechortskabeln (Anschlußkabel [Ask] und Ortsverbindungskabel [OVk]).

AtM	0,4 Cu bis zu	0,6 Cu bis zu	0,8 Cu bis zu
	Bleimantelkabel		
I	400 DA	250 DA	150 DA
II	800 DA	500 DA	300 DA
III	1 200 DA	1 000 DA	700 DA
IV	2 000 DA	1 200 DA	— DA
	Stahlwellmantel-Kabel		
I	350 DA	200 DA	100 DA
II	700 DA	500 DA	250 DA
III	1 200 DA	1 000 DA	600 DA
IV	1 500 DA	— DA	— DA
	Aluminiummantel-Kabel		
I	400 DA	250 DA	150 DA
II	800 DA	500 DA	300 DA
III	1 200 DA	1 000 DA	600 DA
IV	1 500 DA	— DA	— DA

Bis Ende 1964 wurden in den Vermittlungsstellen (VSt) Lackpapierkabel mit Bleimantel (LPM-Kabel) für die Aufteilung von der Aufteilungsmuffe über Kabelhochführungen, Deckendurchbrüche, Kabelroste usw. kreuzungsfrei zum Hauptverteiler (Hvt) geführt, in den Rosten die Kabel — soweit erforderlich und vorgeschrieben — mit Bindegarn, in den Kabelhochführungen mit Kabelschellen festgelegt. Zum Anlegen der Adern an die Trennleisten wurden die Aufteilungskabel (Atk) abgemantelt; die Abmantelungslänge war abhängig von der Zahl und Art der anzuschließenden Trennleisten. Die Isolierung der Leiter wurde beim Heraustreten der Adern aus dem Bleimantel gegen Durchscheuern durch Umwickeln der Kabelseele mit Nesselband geschützt und die Kabeladern durch Tränkung mit Mischwachs imprägniert (120°C), die gewachsten Kabeladern auf Nagelbrettern zu Kabelzöpfen ausgeformt und abgebunden, so daß nach Befestigen der Kabel am Hvt alle DA der Zählfolge nach auf gleicher Höhe mit den zugehörigen Lötstiften der Trennleisten lagen. Nach Ausformen wurden die Atk nochmals gewachst.

Deckendurchbrüche wurden mit Asbestfasern bzw. Glas- oder Steinwolle ausgestopft; in nicht voll mit Atk ausgefüllte Deckendurchbrüche wurden oben und unten Sperrholzplatten von mindestens 10 mm Dicke eingepaßt, die mit einem Feuerschutzmittel getränkt waren. Die Adern der LPM-Kabel wurden an die geraden Lötfahnen der an der senkrechten Seite des Hvt befestigten Trennleisten angelegt. Bis zum Jahre 1963 hat man — von Ausnahmen bei fernmeldetechnischen Schutzbauten abgesehen — die Kabelaufteilungsmuffen (AtM) senkrecht angebracht. Bei Entwicklung von Typenhäusern für Ortsvermittlungsstellen m. Wählbetrieb (OVStW) hat man sich für eine waagerechte Anbringung der AtM am Kabelmuffengestell (KbMG) entschieden. Gründe: Kabel mit maximaler DA-Zahl bedingen einen Krümmungsradius bis zu 0,85 m. Bei senkrechter Lagerung der AtM werden durch die Richtungsänderung von der waagrechten zur senkrechten Kabelführung der hochpaarigen Kabel im Kabelaufteilungsraum Kabelgruben oder -wannen notwendig, die hochbautechnisch unerwünscht sind. Es bot sich daher zwangsläufig die waagerechte Muffenlagerung an. Die hochpaarigen Kabel brauchen so nur sehr wenig oder gar nicht gebogen zu werden. Der Übergang von der waagerechten zur senkrechten Kabelführung liegt in den Aufteilungskabeln; hier genügt ein viel geringerer Krümmungsradius. Außerdem lassen sich Aufteilungskabel, besonders wenn Leiterisolierung und Außenhülle aus Kunststoff bestehen, sehr leicht biegen. Früher sind bei jeder OVStW Länge, Breite und Höhe der Kabelaufteilungsräume unterschiedlich gewesen; Kabeleinführung und Deckendurchbrüche zum Hvt lagen in jedem Fall anders; Kabelmuffengestelle mußten von Fall zu Fall neu geplant und dabei den örtlichen Verhältnissen angepaßt werden. Durch Schaffung der Typenhäuser für OVStW ist es möglich geworden, Norm-Kabelmuffengestelle zu entwickeln; ihre Fertigung kann ortsansässigen Stahlbau- oder Schlossereibetrieben übertragen werden.

Aufteilungsmuffen zum Einführen von Polyvinylchlorid-(PVC-)Aufteilungsortskabel: Während für Einführung von LPM-Kabeln die AtM einen Deckel aus Blei hatte, der gleichzeitig einen luft- und feuchtigkeitsdichten Abschluß für die LPM-Kabel bildet, eignet sich dieser Deckel für Kunststoff-Aufteilungskabel nicht. Für letztere sind Deckel entwickelt worden aus Messingblech, außen — an den Löträndern auch innen — feuerverzinnt, mit Stopfbuchsenverschraubungen, die in Zahl und Anordnung den Durchführungstüllen auf den Bleideckeln entsprechen. *Knebel*

Aufteilungsmuffen und Zubehör für Kabel, die Trägerfrequenz-(TF-)Stern-Viererseile-(VS) (mit Kunststoff-Luftraum-Isolierung) und/oder Koaxialpaare enthalten. Zum Abschluß der Außenkabel wie Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk), Koaxial-Fernkabel (KxFk), Koaxial-Ortskabel (KxOk) in der Verstärkerstelle (VrSt) werden Aufteilungsmuffen (AtM) verwendet, die in Muffengestelle, Hilfsgestelle oder Muffenrahmen eingebaut werden. Mit Hilfe der AtM werden die Verseilelemente der Außenkabel aufgeteilt, dabei die koaxialen Paare (KxP) abgeschlossen und die TF-Stern-VS mit Aufteilungskabeln zum Kabelendgestell (KEG) weitergeführt. Die an den Koaxial-Abschlüssen der AtM endenden KxP des Außenkabels werden mit → Koaxial-Schaltkabeln zu den Stromversorgungsweichen bzw. Verstärkern geführt. Für die Weiterführung der TF-Stern-VS aus der AtM wird das → TF-Aufteilungs-Fernkabel (18a1/Kunststoffmantel) verwendet. Die Trennstelle zwischen Kabelanlage und den Einrichtungen der Übertragungstechnik ist dabei: für TF-Stern-VS die Trennplatte des KEG, für Koaxialpaare die Steckverbindung auf der AtM. TFFk und KxFk erhalten einen → Druckgasschutz. Den Druckgasabschluß für die Kabelanlage bildet die AtM. Sie werden mit Schellen befestigt.

Zuordnung der druckgasdichten Aufteilungsmuffen zu den Kabelformen

Lfd. Nr.	Kabelform	Aufteilungsmuffen (Firmenbez.)	Bestückung
1	TFFk 4c 8k 14b/c/d	Kab 74 C 04a 2a	
2	TFFk 17a	Kab 74 C 04a 1a	1 KxP-Durchführung 2,6/9,5/0,25 1 Zwischenstecker
3	KxOk 8p	Kab 74 C 03b 3a	2 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 2 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 10p
4	KxFk 14f (KxOk 10p)	Kab 74 C 03b 1a	4 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 4 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 10p
5	KxOk 30p (KxOk 54p)	Kab 74 C 03b 2a	4 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 4 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 64p
6	KxFk 8m	Kab 74 C 03b 4a	4 KxP-Durchführungen 1,2/4,4/0,18 4 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 10p
7	KxFk 9a	Kab 74 C 01b 1a	6 KxP-Durchführungen 1,2/4,4/0,18 6 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 10p
8	KxOk 52p	Kab 74 C 01b 2a	7 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 7 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 64p
9	(KxOk 62p)	Kab 74 C 02b 3a	8 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 8 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 64p
10	KxFk 24f	Kab 74 C 02b 2a	12 KxP-Durchführungen 1,2/4,4/0,18 12 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 20p
11	KxFk 32a/b	Kab 74 C 02b 3a	8 KxP-Durchführungen 2,6/9,5/0,25 6 KxP-Durchführungen 1,2/4,4/0 18 14 Zwischenstecker 1 Sperrstopfen 20p

Die eingeklammerten Kabelformen fallen künftig weg. Die unter lfd. Nr. 1 und 2 aufgeführten AtM für TFFk der Formen 4c, 8k, 14b, 14c, 14d und 17a unterscheiden sich lediglich durch den druckgasdichten Kx-Kabelabschluß, der bei der Montage von Kabeln der Form 17a anstelle der Kappe auf den Rohrstutzen aufgesetzt und verlötet wird. Diese AtM sind Zweikammermuffen. Durch eine Trennwand, in welche Sinterglasdurchführungen für die symmetrischen Sternvierer eingelötet sind, wird der gesamte Muffenraum in einen druckdichten und einen Außendruck-Raum geteilt. Im druckdichten Teil werden die Verseilelemente des Außenkabels, im überdrucklosen Teil die Verseilelemente der Aufteilungskabel angelötet (Bild 1).

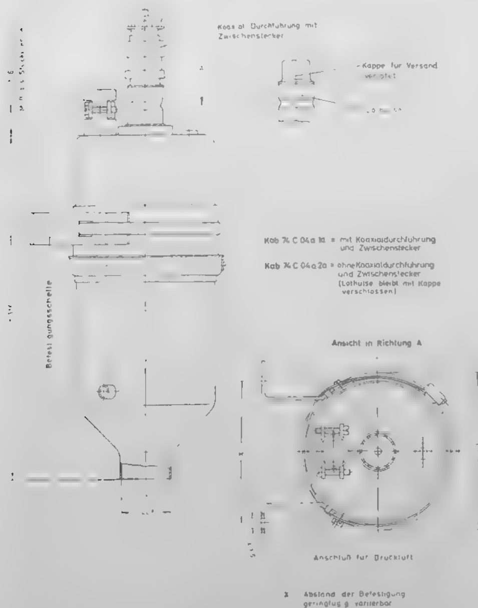


Bild 1. Druckdichte Aufteilungsmuffe mit Steckanschluß für 1 Koaxialpaar 2,6/9,5 mm und 9 Viererdurchführungen.

Die Prüfadern des Außenkabels werden mit zwei TF-Schaltkabeln 2Y(St)Y 2 × 0,5/2,2 zur Überwachungseinrichtung geschaltet. Dabei werden die Prüfadern grün und blau (mit Tietgenschutz) auf das eine TF-Schaltkabel und die Prüfadern gelb und rot auf das andere TF-Schaltkabel geschaltet. Die AtM unter lfd. Nr. 3, 4, 5 und 6 für die KxFk der Formen 8m und 14f und für die KxOk 8p, 10p, 30p und 54p unterscheiden sich durch die Anzahl der in den Sperrstopfen eingegossenen Adern für die symmetrischen Verseilelemente des Kabels. Die gesamte Muffe ist druckdicht. Der Druckgasabschluß befindet sich auf dem Kopf des Muffengehäuses; für die symmetrischen Verseilelemente ist es der aufgeschraubte Sperrstopfen, für die Koaxialsperre der bei der Montage eingelötete Kx-Abschluß auf den Rohrstutzen (Bild 2).

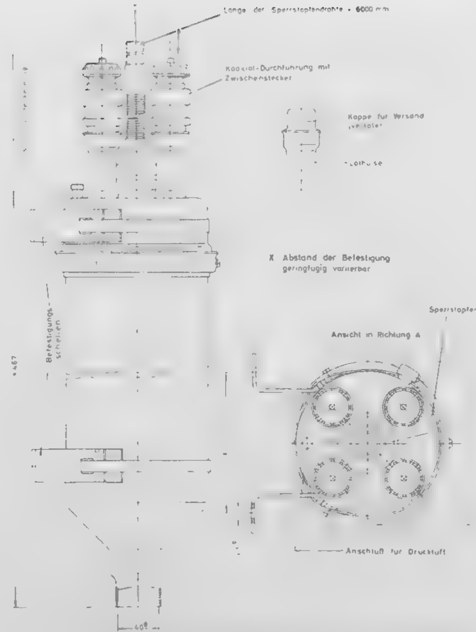


Bild 2. **Druckdichte Aufteilungsmuffe mit Steckanschlüssen für max. 4 Koaxialpaare.**

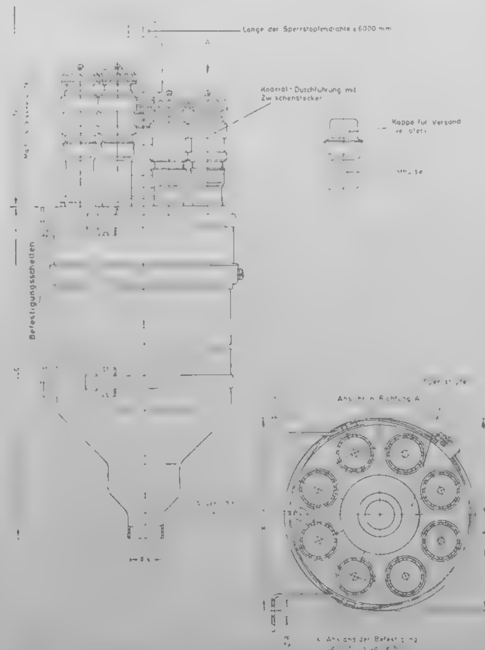


Bild 3. Druckdichte Aufteilungsmuffe mit Steckanschlüssen für 8 Koaxialpaare.

Die auf der Amtsseite aus dem Sperrstopfen herausragenden Adern werden etwa 6 m lang belassen und dienen als Aufteilungskabel zum KEG. Die nicht benutzten Rohrstutzen für Kx-Abschlüsse beim KxOk bleiben verkappt. Unter lfd. Nr. 7, 8 und 9 sind die AtM aufgeführt, die für Kx-Kabel mit 6 bis 8 Koaxialpaaren vorgesehen sind. Sie entsprechen im Prinzip den AtM unter 3. bis 6. (Bild 3).

Von den insgesamt 8 Rohrstutzen für Kx-Abschlüsse werden nur jeweils so viele Stutzen benutzt, wie Kx-Paare im Kabel vorhanden sind. Die überzähligen Stutzen bleiben wie im Anlieferzustand verkappt.

Für Kabel mit mehr als 8 Koaxialpaaren werden die AtM der lfd. Nr. 10 und 11 benutzt, die nach dem gleichen Prinzip wie die AtM der lfd. Nr. 3 bis 9 gebaut sind (Bild 4).

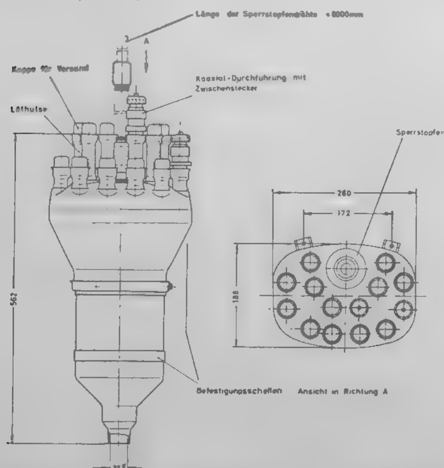


Bild 4. Druckdichte Aufteilungsmuffe mit Steckanschlüssen für max. 14 Koaxialpaare 2,6/9,5 oder 1,2/4,4 mm.

Von den insgesamt 14 Rohrstutzen zum Einlöten der Kx-Abschlüsse bleiben die nicht benutzten Stutzen wie im Anlieferungszustand verkappt. Zu den AtM für Kx-Kabel werden zu den Kx-Abschlüssen noch sogenannte Zwischenstecker geliefert. Diese haben den Zweck, die Kx-Durchführung selbst vor Beschädigung oder Verschmutzung zu schützen, weil deren Auswechslung mit erheblichem Arbeitsaufwand verbunden ist. *Knebel*

Aufteilungs-Ortskabel (AtOk). Bis Ende 1964 wurden papierisolierte Schaltkabel der Form LPMh (Lack-Papier-Mantelkabel, hochspannungsgeschützt) nach VDE 0813/7.62 für die Aufteilung der Anschluß- und Ortsverbindungskabel verwendet. Die Kabel hatten Kupferleiter 0,6 mm; die Isolierhülle bestand aus Doppellack und 2 Lagen Papier; sie waren paarig verseilt und hatten 50, 75, 100 oder 150 Verseilelemente. Die Bewicklung über den Verseilelementen bestand aus mehreren Lagen Papierband. Seit 1965 werden Orts-Anschlußkabel (Stern [St]-III-Verseilung) und Orts-Verbindungskabel in St-III- oder St-I-Verseilung mit Papier-Isolierung der Leiter mit Kunststoffkabeln mit Polyvinylchlorid-(PVC-)Isolierung aufgeteilt. Folgende Kabelformen mit St-Verseilung werden gebraucht:

50 × 2 × 0,6 St/PVC	
100 × 2 × 0,6 St/PVC	Kabelbezeichnung AtOk/PVC;
150 × 2 × 0,6 St/PVC	Regellieferlänge 500 m

mit dem Aufbau: Leiter 0,6 mm Cu, unverzinnt; Leiterisolierung PVC mit Wanddicke 0,20 mm (Richtwert); Aderdurchmesser höchstens 1,1 mm; Aderkennzeichnung durch aufgedruckte blaue oder schwarze Ringe, a-Ader von Stamm 1 ohne Aufdruck; über den Verseilelementen mindestens 3 Lagen Isolierfolie (Kunststoff), Beidraht 0,6 mm Cu; 1 Lage Metallband, 1 Lage Isolierfolie (Kunststoff), überlappt; PVC-Außenmantel 0,8 bzw. 1,0 bzw. 1,2 mm bei einem Durchmesser des Kabels unter dem Mantel bis 10 bzw. 20 bzw. 30 mm und einem Durchmesser über dem Mantel

von 17,3 mm (an der Stelle des Beidrahtes 18 mm) bei 50 DA
23,1 mm (an der Stelle des Beidrahtes 24 mm) bei 100 DA
27,3 mm (an der Stelle des Beidrahtes 28 mm) bei 150 DA

Diese A. dienen auch zur Aufteilung von starkstrombeeinflußten Anschlußkabeln oder Ortsverbindungskabeln. Die ursprünglich in der üblichen Lagenverseilung (VDE 0890/4.56, Tafel 18 unter II. a) aufgebauten PVC-AtOk wurden 1967 auf Bündelverseilung umgestellt. Die zusätzliche Kennzeichnung der Adern im Grundbündel und die Verseilung zu Grundbündeln und Hauptbündeln ist die gleiche wie bei den Polyäthylen-(PE-)Ortskabeln. Verseilung und Kennzeichnung: Je 4 Adern sind zu einem Stern-Vierer verseilt. Je 5 Stern-Vierer (= 10 DA), die zur gegenseitigen Entkopplung verschiedene Dralle haben müssen, sind zu einem Grundbündel zusammengefaßt. In einem Grundbündel sind gekennzeichnet:

alle Adern von Stern-Vierer 1: rot als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 2: grün als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 3: grau als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 4: gelb als Grundfarbe
alle Adern von Stern-Vierer 5: weiß als Grundfarbe.

Zählelement ist der Stern-Vierer mit der roten Grundfarbe.

Die A. mit 50 und 100 Doppeladern (DA) sind durch Verseilen der notwendigen Anzahl von Grundbündeln wie folgt aufgebaut:

DA-Zahl	Zahl der Grundbündel in Lage	
	1	2
50	5	—
100	3	7

Kennzeichnung der Grundbündel mit z. B. PVC-Band. Bei Kabeln mit mehreren Grundbündeln hat das Zähl-Grundbündel in jeder Lage eine rote offene Kennwendel, die anderen Grundbündel haben weiße oder naturfarbene offene Kennwendeln. Bei A. mit 150 DA sind zunächst je 5 Grundbündel zu einem Hauptbündel zusammengefaßt. Die Kennzeichnung der 5 Grundbündel in den Hauptbündeln erfolgt mit offenen Kennwendeln aus z. B. PVC-Band in den gleichen Farben wie vorstehend angegeben. 3 solche Hauptbündel verseilt ergeben dann ein AtOk mit 150 DA. Zur Kennzeichnung haben die Hauptbündel offene Kennwendeln aus z. B. PVC-Band, und zwar

hat das Zähl-Hauptbündel eine rote Kennwendel, die beiden anderen Hauptbündel der Lage haben je eine weiße oder naturfarbene Wendel.

Aderkennzeichnung. Die Adern der Stern-Vierer sind grundsätzlich durch Ringe gekennzeichnet wie die Adern der papierisolierten Stern-Vierer nach VDE 0816/6. 64.

Bündelverseilung. Die Zählweise der verseilten Bündel ist im Uhrzeigersinn und von der inneren Lage zur Außenlage. *Knebel*

Auftragnehmerleistungen im Fernmeldebau → Arbeitsplan für den Fernmeldebau.

Auftragsanlagen → Makleranlagen.

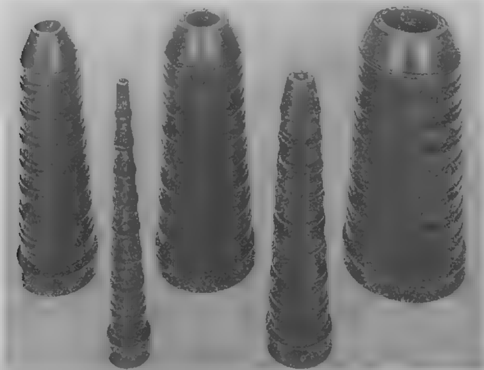
Auftragsschweißen ist ein örtlich begrenztes Aufschweißen von Werkstoffen auf einen Gegenstand zum Schutz gegen Korrosion und Verschleiß oder zum Ergänzen oder Vergrößern des Volumens.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Seite 4, Okt. 1965.

Auftragszettel → Karteiplatz, → Leitplatz.

Auf- und Untergang (einer Frequenz) → Funkprognosen.

Aufwärtsblitz → Blitz.

Aufweitedorn für Stutzenschweißung bei PE-Muffen. Zum Aufweiten der Muffenstutzen und zum Eintempern der Heizbänder in die Stutzen wird beim Schweißen der → PE-Muffen ein Satz A. benötigt. Auf fünf ineinandersteckbaren A. (s. Bild) sind in allen



5 teiliger Satz Aufweitedorne.

benötigten — dem Kabelaußendurchmesser entsprechend gekennzeichneten — Stufen Rillen zum Einlegen des auf die passende Länge (Kabelumfang + 20 mm für die Zuführung) geschnittenen Heizbandes angebracht (→ Kabelmontage unter 8b).

Aufzeichnungsverfahren → Bildtelegrafie.

Ausbauplanung → Ortsnetzplanung.

Ausbildung erstreckt sich im wesentlichen auf beamtete Dienstanfänger und auf solche Kräfte, deren A. herkömmlich nicht im Beamtenverhältnis durchgeführt wird (z. B. Fernmeldehandwerker als Nachwuchskräfte für den einfachen und mittleren fernmeldetechnischen Dienst), sowie auf die → Einführung der Aufstiegsbeamten. Die A. vermittelt die zur selbständigen Wahrnehmung des Dienstes erforderlichen Fachkenntnisse und Fertigkeiten und richtet sich im einzelnen nach besonderen → Ausbildungsordnungen. Sie besteht aus praktischer A. am Arbeitsplatz und lehrmäßiger Unterweisung. Ergänzt oder abgeschlossen wird die A. durch → Ausbildungslehrgänge. Während der Nachwuchs für die Beamtenlaufbahnen umfassend und mit dem Ziel ausgebildet wird, innerhalb der Laufbahn vielseitig verwendbar zu sein, werden Angestellte im allgemeinen zunächst nur für die Tätigkeiten ausgebildet, die sie wahrnehmen sollen (→ Grundausbildung). Arbeiter werden nur in diejenigen Tätigkeiten eingewiesen, die sie verrichten sollen, sofern es sich nicht um Tätigkeiten handelt, die eine Einweisung nicht erfordern. Für den fernmeldetechnischen Dienst bildet die DBP in großer Zahl Lehrlinge (→ Fernmeldelehrlinge) aus.

Ausbildungsabteilung → Ausbildungsämter.

Ausbildungsämter sind alle Ämter, die Ausbildungsaufgaben wahrnehmen (→ Ausbildungswesen). Die Durchführung dieser Aufgaben obliegt den Ausbildungsstellen bzw. bei größeren Verhältnissen den Ausbildungsabteilungen.

Ausbildungslehrgänge werden nach den Rahmenstoffplänen (Anlagen zu den → Ausbildungsordnungen) in der Regel bei → Fernmeldeschulen durchgeführt. Sie ergänzen die praktische Ausbildung und die lehrmäßige Unterweisung der Dienstanfänger und Aufstiegsbewerber. In A. werden wichtige Stoffgebiete zusammenfassend behandelt, um das erworbene Wissen zu vertiefen und erforderlichenfalls durch Übungen zu veranschaulichen.

Ausbildungsordnungen. Für die Nachwuchskräfte der DBP erläßt das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, soweit es sich um Beamtennachwuchs handelt, gemäß den Bestimmungen der Bundeslaufbahnvorschrift unter Mitwirkung des Bundespersonalausschusses A. In diesen ist die Ausbildung im einzelnen geregelt. Hauptbestandteil der A. ist der Ausbildungsplan, der den zeitlichen Ablauf der Ausbildung und die Dauer der einzelnen Ausbildungsabschnitte festlegt. Anmerkungen sowie Rahmenstoffpläne für die → Ausbildungslehrgänge bzw. die Kenntnisvermittlung ergänzen die Ausbildungspläne. Die A. sind sinngemäß auch auf die → Einführung von Aufstiegsbewerbern anzuwenden.

Ausbildungsplan → Ausbildungsordnungen.

Ausbildungsreferat. Zum Geschäftsbereich der Personalabteilung einer jeden OPD gehörendes Referat, das für die Aufgaben des → Ausbildungs- und → Prüfungswesens, für die Einstellung und die Personalangelegenheiten der Dienstanfänger, für die Abnahme von Eignungsfeststellungen usw. zuständig ist. Bei großen OPDn sind diese Aufgaben auf zwei Referate verteilt; das zweite Referat — Ausbildungs-

referat B — ist für das Fernmeldewesen und die übrigen technischen Laufbahnen zuständig. Den A. sind Post- und → Fernmeldeschulen als Sonderstellen angeschlossen. Im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) sind gleichfalls zwei A. vorhanden. In dem einen werden die grundsätzlichen Laufbahn- und Ausbildungsfragen sowie die Ausbildung im Postfachdienst bearbeitet, das andere ist für die Ausbildungs-, Prüfungs- und Laufbahnangelegenheiten der Beamten der technischen Dienste und des nichttechnischen Fernmeldedienstes zuständig. Das A. des Fernmeldetechnischen Zentralamtes bearbeitet neben der Planung und Durchführung zentraler Aus- und Fortbildungslehrgänge allgemeine Fragen des technischen Bildungswesens und wirkt bei der Ausarbeitung neuer Ausbildungs- und Prüfungsordnungen nach Weisung des BPM mit. Es ist zuständig für die Abnahme der Technischen Prüfung für die Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes. *Kaiser*

Ausbildungsrichtlinien → Richtlinien für die Annahme, Ausbildung und Prüfung des Personals der DBP.

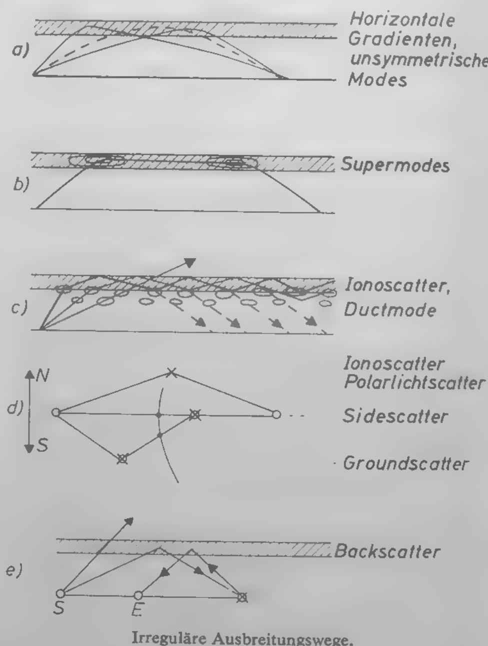
Ausbildungsstelle → Ausbildungsämter.

Ausbildungswesen. Das A. umfaßt die → Ausbildung und die → Fortbildung. Beide dienen dem Zweck, fachliches Wissen und Können zu vermitteln, das Allgemeinwissen zu erweitern und die Persönlichkeitsbildung zu fördern. Jugendliche und heranwachsende Dienstanfänger sollen dabei auch in ihrer charakterlichen und sittlichen Entwicklung günstig beeinflußt werden. Die → freiwillige Weiterbildung des Personals wird im Rahmen des Möglichen gefördert. Für alle Grundsatzfragen des A. ist das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) zuständig. Es erläßt die allgemeinen Richtlinien für das A. und die besonderen Ausbildungsvorschriften (→ Ausbildungsordnungen). Zentrale Aufgaben, die nicht vom BPM wahrgenommen werden müssen, z. B. zentrale Lehrgänge, Entwicklung neuer Lehrmittel und Lernmethoden, obliegen dem Fernmeldetechnischen Zentralamt und dem Posttechnischen Zentralamt. Zur gleichmäßigen Gestaltung des A. sind geschäftsführende OPDn bestimmt worden. Für das Ausbildungswesen geschäftsführend sind:

die OPDn	für die OPD-Bezirke
Düsseldorf	Dortmund, Düsseldorf, Köln und Münster (Westf.)
Frankfurt am Main	Frankfurt am Main, Koblenz, Neustadt an der Weinstraße, Saarbrücken und Trier
Hamburg	Braunschweig, Bremen, Hamburg, Hannover und Kiel
München	München, Nürnberg und Regensburg
Stuttgart	Freiburg im Breisgau, Karlsruhe, Stuttgart und Tübingen

Die Landespostdirektion Berlin hat die Stellung einer im A. geschäftsführenden OPD. Bei den geschäftsführenden OPDn werden in den Post- und Fernmeldeschulen überbezirkliche Aus- und Fortbildungslehrgänge abgehalten. Aufgabe der geschäftsführenden OPD ist es ferner, mit den angeschlossenen OPDn Fühlung zu halten und für eine möglichst gleichmäßige Ausbildung zu sorgen. Sofern es nicht anders bestimmt ist, nehmen sie die Prüfungen für den gehobenen Dienst für ihren Geschäftsbereich ab. Innerhalb der OPDn werden Angelegenheiten des A. in den → Ausbildungsreferaten bearbeitet, die praktische Ausbildung findet überwiegend bei den → Ausbildungsämtern statt. *Kaiser*

Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten. Reguläre Ausbreitungswege sind die Wege, die sich aus Senkrechtlotungen für die Schrägwinkelübertragung unter Benutzung approximativer Umrechnungsmethoden ableiten lassen bei Zugrundelegung von Zick-Zack-Reflexion zwischen Ionosphäre und Erdboden, wobei man in üblicher Weise



Irreguläre Ausbreitungswege.

den Reflexionspunkt in der Mitte eines Sprunges annimmt (→ ionosphärische Wellenausbreitung). Durch Inhomogenitäten im Schichtaufbau sind aber noch zusätzliche Ausbreitungswege möglich, die insbesondere oberhalb der klassischen MUF der regulären Schichten E, F1 und F2 die Übertragung bestimmen (→ Übertragungsfrequenzbereich, a—d in Bild 2). Die gestrichelte Kurve im Bild a) zeigt den Strahlenverlauf in einer homogenen Ionosphäre mit Totalreflexion in der Mitte des Sprunges in der Großkreisebene. Bei horizontalen Gradienten (Schichtneigungen) treten unsymmetrische Modes auf, von denen zwei Beispiele für nach rechts und links verlaufende Gra-

dienten gegeben sind (ausgezogene Strahlen). Der Punkt der Totalreflexion ist in Richtung zunehmender Gradienten verschoben, wodurch sich eine höhere MUF ergibt, als der Mitte des Weges entspricht (→ Übertragungsfrequenzbereich). Einen »Super-Mode« zeigt Bild b). Er entsteht durch die starken Gradienten der $\pm 10°$ von dem Ionisationstrog des erdmagnetischen Dip-Äquators entfernten Ionisationsmaxima und wurde bis zu Entfernungen von 8000 km beobachtet. Ein weiterer irregulärer Mode ist die Übertragung durch Streuung an wolkenartigen Ionisationsstrukturen (Spread-F, Es), wie in Bild c) dargestellt. Durch mit F-Reflexion kombinierte Streuwege (→ ionosphärische Streuausbreitung) oder Reflexionen an ausgedehnten Inhomogenitäten innerhalb der Ionosphäre können größere Entfernungen mit relativ geringer Leistung überbrückt werden, da die D-Schicht-absorption nur zweimal auftritt anstelle von 2 n-fach bei n Zick-Zack-Reflexionen zwischen Ionosphäre und Erde (Ionosphärischer Duct-Mode → ionosphärische Ductausbreitung).

Diese Streuwege können auch außerhalb des Großkreises verlaufen, wie durch Peilung ermittelt wurde und in Bild d) schematisch gezeichnet ist. Es sei der Großkreisweg zwischen Sender und Empfänger in etwa Ost-West-Richtung. Durch Peilung hat man beim Überschreiten der klassischen Brechungs-MUF (Großkreis-MUF) Auswanderungen der Strahlung nach Norden durch Ionosphärenstreuung via F2-Reflexion bzw. Polarlichtreflexion und nach Süden durch Bodenstreuung (ground-scatter) bei der ersten Bodenreflexion in Gebieten höherer MUF festgestellt (→ Übertragungsfrequenzbereich). Diese Auswanderung wird als Seitenstreuung (Sidescatter) bezeichnet. Wenn die Bodenstreuung nach rückwärts über die Ionosphäre verläuft, wie im Falle Bild e), spricht man von → Rückstreuung (back-scatter). Wenn die Entfernung Sender (S) und Empfänger (E) innerhalb der toten Zone liegt, wie hier gezeichnet, kann durch Rückstreuung noch Empfang oberhalb der klassischen MUF am Empfangsort (E) auftreten, wenn beispielsweise Strecke S–E in Richtung eines zunehmenden Ionisationsgradienten, z. B. nach Süden, liegt. Alle diese bisher festgestellten irregulären Wege spielen neben der sporadischen Es-Schicht bei der Ausbreitung oberhalb der klassischen MUF der regulären Schichten eine wesentliche Rolle (→ ionosphärische Wellenausbreitung). Bei der Es-Schicht ist zu unterscheiden zwischen den in der Äquatorzone, in gemäßigten Breiten und in der Polarlichtzone auftretenden verschiedenen Typen mit sehr unterschiedlichem Verhalten. Man betrachtet die Abdeckung der Reflexion an höheren Schichten bis zur Abdeckfrequenz (Blanketing-frequency) und ihre höchste Frequenz (Top-frequency), die mehr oder weniger Streucharakter zeigt und deren Frequenzgrenze bzw. MUF (Betriebs-MUF) von der Sendeleistung und der Empfängerempfindlichkeit abhängt wie alle hier geschilderten Streumodes.

Literatur: H. G. Möller, Impulsübertragungsversuche mit schräger Inzidenz und veränderlicher Frequenz über Entfernungen zwischen 1000 und 2000 km. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1149, Westdeutscher Verlag Köln und Opladen (1963) — G. Lange-Hesse, Fernausbreitung ultrakurzer Wellen in mittleren Breiten durch Rückstrahlung am Polarlicht, AEÜ 18 (1964), 430—438 — E. L. Hagg, W. Rolfe, A study of transatlantic radio propagation modes at 41.5 Mc/s, Can. J. Phys. 41 (1963), 220—233 — W. Dieminger, The Scattering of Radio Waves, Proc. Phys. Soc., B, (1951), 142—158 — B. Beckmann, W. Menzel, F. Vilbig, Einige Bemerkungen zur Frage der Grenzwellen. Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernseh-Technik TFT 28 (1939), 223—225 — M. P. Sonthworth, Night-time equatorial propagation at 50 Mc/s, J. Geophys. Res. 65 (1960) 601—607 — R. B. Fenwick, O. G. Villard, A test of the importance of ionosphere — ionosphere reflections in long distance and around — the world high-frequency propagation, J. Geophys. Res. 68 (1963), 5659—5666 — K. Miya, M. Ishikawa, S. Kanaya, On the bearing of ionospheric radio waves, Rep. of Ionosphere Res. in Japan. XI (1957), 130—144.

Weitere Literatur: → ionosphärische Wellenausbreitung und → ionosphärisches Echo.

Beckmann

Ausbreitung drahtloser Wellen längs d. Erdoberfläche, → Erdoberfläche, Bedeutung für die Ausbreitung elektromagn. Wellen.

Ausbreitungsdämpfung ist die Dämpfung elektromagnetischer Wellen, die zusätzlich zur Freiraumdämpfung auf dem Wege zwischen Sende- und Empfangsantenne auftritt. Sie ist hauptsächlich bedingt durch die Absorptions- und Streudämpfung des zwischen den Antennen liegenden Mediums. Das Ausbreitungsmaß stellt das Zehnfache des Zehnerlogarithmus der Ausbreitungsdämpfung dar.

Absorptionsdämpfung ist dann vorhanden, wenn elektromagnetische Energie im absorbierenden Medium in Wärme verwandelt wird. Beispiele: Bei der molekularen Absorption der Atmosphäre steigt die Absorptionsdämpfung besonders bei den Resonanzfrequenzen im cm- und mm-Bereich stark an. In der ionisierten Atmosphäre wird durch Zusammenstöße der schwingenden Elektronen mit den Molekülen Energie absorbiert. Diese Absorptionsdämpfung nimmt jenseits der Gyrofrequenz mit wachsender Frequenz rasch ab. Der Erdboden absorbiert infolge seiner endlichen Leitfähigkeit durch Wirbelströme elektrische Energie der eindringenden Welle.

Streudämpfung entsteht durch Aufteilung der Energie der elektromagnetischen Welle in viele Richtungen. Sind die Teilchen des Mediums, an dem die Streuung erfolgt, klein gegen die Wellenlänge, dann ist die Streuung isotrop, d. h. nach allen Richtungen hin gleich stark (Rayleighstreuung). Sind die Streukörper groß gegen die Wellenlänge, dann ist die Streuung entsprechend der Form der Streukörper gerichtet (z. B. Vorwärtsstreuung bei Scatter). Beispiel: Im cm- und mm-Wellenbereich verursachen Regen- und Nebeltröpfchen durch isotrope Streuung eine merkliche Dämpfung. Die Absorptionsdämpfung der Tröpfchen ist dabei wesentlich geringer als ihre Streudämpfung.

Unter Freiraumdämpfung ist die Dämpfung zu verstehen, die ohne jede Störung des elektromagnetischen Feldes, d. h. bei Freiraumausbreitung zwischen Sende- und Empfangsantenne vorhanden ist. Wie die Bezeichnung »Freiraum« schon andeutet, tritt sie auch im luftleeren Raum auf. Sie ist physikalisch bedingt durch die Divergenz elektromagnetischer Wellen,

die sich vom Erzeugeort aus mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten und mit wachsender Entfernung immer größere Räume erfüllen. Damit ist eine wachsende Verdünnung der Energiedichte verbunden. Mit der Freiraumdivergenz hängt der Divergenzfaktor zusammen, der den Dämpfungszuwachs beschreibt, den die elektromagnetischen Wellen nach ihrer Reflektion an positiv gekrümmten Flächen (z. B. Erdoberfläche) erleiden. Je stärker die Fläche gekrümmt ist, um so kleiner wird dieser Faktor, desto größer der Dämpfungszuwachs. Für ebene Flächen ist er 1, d. h., es tritt hier keine zusätzliche Dämpfung auf. Die Freiraumfeldstärke ist die bei Freiraumausbreitung im Fernfeld einer Antenne theoretisch vorhandene Feldstärke. Sie ist unabhängig von der Frequenz der Welle und nimmt reziprok zur Entfernung ab. Die bekannte Freiraumformel für die effektive Feldstärke lautet:

$$\frac{E_{eff}}{V} = \frac{\sqrt{30\,\frac{P}{W}\cdot G}}{d/\mathrm{m}}.$$

P = Sendeleistung, G = Gewinn über die isotrope Antenne abzüglich der Kabel- und Antennenverluste, d = Entfernung vom Sender.

Bei einer Funkstrecke interessiert normalerweise weniger die Feldstärke als vielmehr das Verhältnis von Empfangs- zur Sendeleistung, weil in diesem Verhältnis alle Kenngrößen einer Funkübertragung enthalten sind. Für eine idealisierte Funkübertragung im freien Raum, ohne Verluste in den Zuleitungen und in den als isotrope Strahler angenommenen Antennen, gilt folgende Beziehung:

$$\frac{P_e}{P_s} = \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right).$$

P_e = Empfangsleistung in W, P_s = Sendeleistung in W, λ = Wellenlänge in m, d = Entfernung in m.

Wird bei dieser idealisierten Funkübertragung die Ausbreitungsdämpfung mit berücksichtigt, dann wird das Verhältnis der von der Sendeantenne abgestrahlten Leistung zu der von der Empfangsantenne aufgenommenen Leistung die Grundübertragungsdämpfung der Funkstrecke genannt. Das Zehnfache des Zehnerlogarithmus der Grundübertragungsdämpfung heißt Grundübertragungsdämpfungsmaß. Wenn die Antennengewinne auf der Empfangs- und Sendeseite in die Rechnung einbezogen werden, gelangt man zur Definition der Übertragungsdämpfung. Das Zehnfache des Zehnerlogarithmus der Übertragungsdämpfung wird analog das Übertragungsdämpfungsmaß der Funkstrecke genannt. Werden zur Übertragungsdämpfung noch die Verluste in den Antennen (Wärme- und Sprühverluste) gezählt, dann erhält man die Funkfelddämpfung. Das Zehnfache des Zehnerlogarithmus der Funkfelddämpfung heißt Funkfelddämpfungsmaß. Werden schließlich noch die Kabelverluste zur Funkfelddämpfung gerechnet, dann wird das Verhältnis von Sende- zu Empfangsleistung mit Systemdämpfung bezeichnet. Das Zehnfache des Zehnerlogarithmus der Systemdämpfung wird Systemdämpfungsmaß genannt.

Als Sonderfall der Streudämpfung läßt sich die Ausbreitungsdämpfung ansehen, die durch Defokussierung der elektromagnetischen Wellen entsteht. Bei einem Brechwertprofil der Atmosphäre, das eine konkave Form (in Richtung der Ausbreitung betrachtet) aufweist, werden die elektromagnetischen Wellen defokussiert, d h., sie divergieren oder streben auseinander. Die Atmosphäre wirkt in diesem Fall wie eine konkave Linse, die die Strahlen bzw. Wellen von der Verbindungslinie Sende-Empfangsantenne wegbricht und dadurch eine verringerte Strahlungsdichte am Empfangsort hervorruft. Eine zusätzliche Dämpfung der elektromagnetischen Wellen ist die Folge.

Nun läßt sich auch ein Brechwertprofil der Atmosphäre denken, bei dem keine Defokussierung oder Dämpfung, sondern sogar eine Fokussierung oder Entdämpfung der elektromagnetischen Wellen eintritt. Das Profil hat dann eine konvexe Form, in Richtung der Ausbreitung gesehen. Die Atmosphäre wirkt hier wie eine konvexe Linse, die die Strahlen oder Wellen in Richtung der Verbindungslinie Sende-Empfangsantenne bricht oder eben fokussiert. Am Empfangsort wird die Strahlungsdichte größer als bei normalen Ausbreitungsverhältnissen. Die Folge ist eine Entdämpfung der elektromagnetischen Wellen. Dieser Spezialfall der Ausbreitung wird bei entsprechend starker Krümmung des Profils auch Ductausbreitung genannt (→ troposphärische Streuausbreitung). *Schmeller*

Ausbreitungsmode → Wellenausbreitung.

Ausbreitungsspannung → Verzögerungsleitung.

Ausbreitungsstörungen sind Störungen der Funkausbreitung, auch → Funkwetter (→ Funkprognosen) genannt, deren Ursachen Ionosphärenstörungen sind, die man wie folgt einteilen kann in

Störungen durch solare Wellenstrahlung → plötzliche Ionosphärenstörungen (Sudden Ionospheric Disturbances = SID), Mögel-Dellinger-Effekt (Short Wave Fade out = SWF mit Begleiterscheinungen: Sudden Phase Anomalie = SPA, Sudden Enhancement of Atmospherics = SEA).

Störungen durch solare Korpuskelstrahlung,

1. → Polarkappenabsorption (Polar Cap Absorption = PCA)

2. → Polarlichtstörungen, Polarlichtabsorption.

Ausbreitungswiderstand → Erder, → Erdungswiderstand.

Ausfahrsignal → Bahnhof.

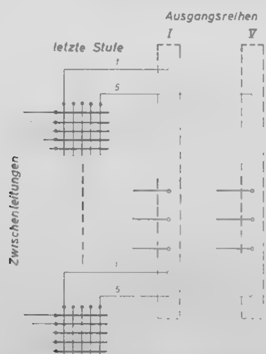
Ausfahrzeitkontrolle → Überwachungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Ausfallgebühr. Bei der Benutzung von Querverbindungen und Abzweigleitungen entstehen der DBP Ausfälle an Gesprächsgebühren, für deren Ausgleich eine monatliche Pauschalgebühr erhoben wird. Falls es sich um einen Ausfall von Gebühren für Ferngespräche handelt, ist die Ausfallgebühr gemäß Fernsprechgebührenvorschriften V nach der Entfernung zwischen den Ortsnetzen gestaffelt.

Ausführungsbestimmungen. Dem Begriff A. kommt im Fernmelderecht eine verschiedene rechtliche Bedeutung zu. Während die A. zur Telegrafenordnung (TO) lediglich Verwaltungsvorschriften darstellen, sind die A. zur Fernsprechordnung (FeO) Rechtsnormen mit verbindlicher Wirkung für und gegen jedermann. Dasselbe gilt für die A. zum Telegrafenwegegesetz (TWG) vom 26. 1. 1900. Ermächtigungsnorm für die A. zur FeO war bis zum Inkrafttreten des Postverwaltungsgesetzes (PostVerwG) § 4 des Gesetzes zur Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung vom 27. 2. 1934 (RGBl. I S. 130). Vom 1. 8. 1953 ab bildet die Rechtsgrundlage § 14 PostVerwG. Die A. zum TWG beruhen auf § 18 dieses Gesetzes.

Ausgangsfunktion → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Ausgangsreihe. Sie umfaßt alle gleichnumerierten Ausgänge einer Zwischenleitungsanordnung. Eine



Ausgangsreihen einer Zwischenleitungsanordnung.

Verkehrsrichtung kann über eine oder mehrere, manchmal auch nur über einen Teil einer Ausgangsreihe erreicht werden (s. Bild).

Ausgleichsschaltungen von Endeinrichtungen → Ortsnetzaufbau.

Ausgleichseinrichtung für Stromversorgungsanlagen. Die Spannung einer belasteten Batterie sinkt entsprechend der Entladestromstärke und der Entladedauer ab. Zum Beispiel sinkt bei Belastung einer 30zelligen Bleibatterie mit dem 10stündigen Entladestrom die Spannung innerhalb von 6 Stunden auf etwa 58 V ab. Diese Spannung ist bereits die untere Toleranzgrenze für die Stromversorgung von Fernsprechvermittlungseinrichtungen. Die restlichen 40 % der Batteriekapazität bleiben unausgenutzt. Bei höheren Entladeströmen kann bis zu diesem Grenzspannungswert noch weniger Kapazität der Batterie entnommen werden. Um die Batteriekapazität im Bedarfsfalle voll ausnutzen zu können und um trotzdem die Verbraucherspannung konstant zu halten, schaltet man Spannungs-A. zwischen Batterie und Verbraucher. Die Spannung der A. wird mit der Batteriespannung in Reihe geschaltet und ist so geregelt, daß die Summe aus Batterie- und Ausgleichsspannung eine konstante Verbraucherspannung ergibt. Der Einsatz von A. ist erst für Leistungen etwa ab 10 kVA lohnend. Bei kleineren Leistungen ist eine entsprechende Überbemessung der Batterie wirtschaftlicher.

A. für 60-V-Stromversorgungsanlagen werden bei der DBP ab 100 A Verbraucherstrom eingesetzt. Sie liefern eine Zusatzspannung von 0 bis 8 V. Ein Umformer (statischer oder Maschinenumformer) wird aus der Batterie gespeist und erzeugt eine Wechselspannung. Die Wechselspannung wird geregelt und anschließend wieder gleichgerichtet. Die so erzeugte Gleichspannung bildet dann in Reihe mit der Batteriespannung eine auf ±2 % geregelte Verbraucherspannung.

A. für 212-V-Anodenstromversorgungsanlagen werden bei der DBP in allen Anlagengrößen eingesetzt. Sie liefern während der Batterieentladung eine Zusatzspannung von 0 bis 40 V. Bei Batterieladung können sie eine Gegenspannung bis zu 20 V erzeugen. Ein Maschinenumformer wird aus der Batterie gespeist und erzeugt die geregelte Zusatz- oder Gegenspannung. Die so gelieferte Gleichspannung bildet dann wieder in Reihe mit der Batteriespannung eine auf ±1 % geregelte Verbraucherspannung. *Vetter*

Ausgleichsimpulse → Fernsehnorm.

Ausgleichsmessungen auf der Kabelstrecke. Diese Messungen sind erforderlich, um die zwischen symmetrischen Übertragungswegen in Kabeln wirksamen → Nebensprechkopplungen und die bei der → Beeinflussung der Kabelanlagen durch elektromagnetische Außenfelder wirksamen Erdunsymmetrien der Übertragungswege zu bestimmen und durch Kreuzungen der Kabeladern und/oder den Einbau von Gegenkopplungen aus einfachen Schaltelementen (ausschließlich Kondensatoren und ggf. Widerstände) zu verringern, d. h. auszugleichen. Der Frequenzbereich und die Länge der Ausgleichsabschnitte, in denen diese A. auszuführen sind, richten sich nach dem Betriebsfrequenzband der Audio- oder Trägerfrequenz-Übertragungswege bzw. der Tonleitungen für Rundfunkübertragungen ggf. unter Berücksichtigung der psophometrischen Bewertungskurven.

1. Bei punktförmig induktiv belasteten Leitungen (→ Pupinleitungen) werden die Nebensprechkopplungen innerhalb der Spulenfelder auf das erforderliche Maß herabgesetzt (ausgeglichen). Die Feldtoleranzen für die Längsunsymmetrien, d. s. Unterschiede der Widerstände und ggf. der Selbstinduktivitäten in den Zweigen eines jeden Übertragungsweges und für die Querunsymmetrien, bei ausreichend niedrigen Ableitungsdifferenzen nur die Differenzen der entsprechenden Teilkapazitäten innerhalb von Verseilelementen und zwischen den sich beeinflussenden Kreisen, und für die ggf. komplexen magnetischen Kopplungen zwischen den betrachteten Wegen richten sich nach dem zu fordernden Grundwert für das → Nebensprechen und den Pegeldifferenzen zwischen den Leitungen. Außerdem kann ein Ausgleich größerer Sprünge in der Betriebskapazität

der Sprechkreise von Spulenfeld zu Spulenfeld notwendig sein (Längsausgleich), um damit durch eine entsprechende Nachbildung des Scheinwiderstandes der Zweidraht-Leitungen eine genügende Stabilität der Verbindungen gegen die Selbsterregung (Rückkopplungspfeifen) zu erhalten, d. h. eine genügend hohe Fehlerdämpfung an der Gabel beim Übergang von der Zweidraht- auf die Vierdrahtschaltung zu sichern. Bei Pupinkabeln, die vierdrähtig lagenweise mit gleichartigen Kreisen gleicher Übertragungsrichtung beschaltet werden, ist unter der Voraussetzung genügender Nah-Nebensprechdämpfung ein konzentrierter Ausgleich der Fern-Nebensprechkopplungen zwischen phasengleichen Leitungen über die ganze Kabelstrecke in nur einem Ausgleichspunkt möglich. Die A. werden an den einzelnen Spulenfeldern ausgeführt. Die Widerstandsunterschiede werden bei Gleichstrom, die kapazitiven Kopplungen und die Betriebskapazitäten mit Wechselstrom von 800 Hz und die magnetischen Kopplungen zwischen den Tonleitungen mit Wechselstrom von 8 kHz und solchen zwischen Tonleitungen und bespulten Niederfrequenz-(NF-)Kreisen mit Wechselstrom von 800 Hz ermittelt. Bei Überholungsarbeiten, z. B. infolge von Kabelumlegungen oder bei Schnellmontagen, können die Nebensprech- und Erdkopplungen und die Betriebskapazitäten in den Spulenfeldern ohne ein Auftrennen der Leitungen an den Spulenpunkten oberhalb der Grenzfrequenz der Pupinleitungen ermittelt und ausgeglichen werden. Die Nebensprechkopplungen werden mit einer Kopplungs-Meßbrücke oder mit einer Meßbrücke für komplexe Kopplungen, die Betriebskapazitäten werden mit einer → Kapazitätsmeßbrücke ermittelt. Die Spulen werden ohne besondere Messungen i. allg. so eingeschaltet, daß an den ungeradzahligen Spulenpunkten der 1. Stamm der Spulensätze, an den geradzahligen Spulenpunkten aber der 2. Stamm der Spulensätze auf der dem Anfang der Kabelanlage zugewandten Seite gekreuzt ist, während auf der Spulen-Ausgangs-Seite die Kabeladern ohne Kreuzungen mit den Spulen verbunden werden. Damit wird ein Kumulieren systematischer Mitsprech- und/oder Erdkopplungen, was eine erhebliche Minderung der Übersprechdämpfung innerhalb von Viererseilen ergäbe, vermieden.

2. Das Nebensprechen zwischen Trägerfrequenz-(TF-)Grundleitungen, die in der Zweidraht-Getrenntlage oder im Vierdrahtgleichlage-Verfahren betrieben werden, wird in den Nah-Nebensprechanteilen am jeweiligen Kopplungsort oder in genügender Nähe von ihm — die Abweichung zwischen Kopplungsort und Ausgleichsort richtet sich nach der höchsten Betriebsfrequenz — durch Kreuzungen und/oder Kondensatoren so weit ausgeglichen, daß der Fern-Nebensprechausgleich konzentriert in zwei bei etwa L/4 und 3 L/4 liegenden Punkten der Lkm langen Verstärkerfelder (Zweipunkt-TF-Ausgleich) oder in einem bei etwa L/2 liegenden Punkt (Einpunkt-TF-Ausgleich) durch Kreuzungen und/oder Zuschalten von TF-Kondensatoren oder/und Kombinationen aus Widerständen und Kondensatoren vorgenommen werden kann. Die nach diesen Maßnahmen noch verbleibende wirksame Nebensprechleistung je TF-Kanal soll kleiner als 1 pW/km sein, damit für den Bezugskreis von 2500 km eine Nebensprechstörung je Kanal von höchstens 2500 pW auflaufen kann. Als Meßeinheit für die Kopplungen wird entweder der Kopplungsleitwert $\mathfrak{Y}_n$ für das Nah-Nebensprechen und $\mathfrak{Y}_f$ für das Fern-Nebensprechen in Siemens mit dem Realteil g und dem Imaginärteil ωK oder seltener der Kopplungswiderstand $\mathfrak{X}_n$ bzw. $\mathfrak{X}_f$ mit dem Realteil r und dem Imaginärteil ω m in Ohm verwendet. Ein Einpunktausgleich der Fern-Nebensprechkopplungen setzt voraus, daß die Phasendifferenz der sich beeinflussenden Leitungen je Verstärkerfeld kleiner als etwa $\pi/6$ ist und daß die gleichlangen Werklängen in den Lötstellen systematische Kreuzungen in den Viererseilen — z. B. in den geradzahligen Lötstellen einen Adertausch im 1. Stamm (Stellung 2) und in den ungeradzahligen Lötstellen einen Stammtausch (Stellung 5) — erhalten. Außer den direkten Kopplungen dürfen keine größeren »Kopplungen über dritte Kreise« infolge systematischer Mitsprech- oder Erdkopplungen usw. vorhanden sein, und direkte Kopplungen dürfen nicht durch »innere Reflexionen« im Leitungszuge indirekte Fern-Übersprechkopplungen ergeben. Die TF-A. werden zur Ermittlung des Frequenzganges der Kopplungsleitwerte oder -widerstände mit der Meßbrücke für komplexe Kopplungen oder zeitsparend mit dem Ortskurvenschreiber mit entsprechenden Zusatzgeräten im ganzen Übertragungsbereich der Leitungen ausgeführt. Bei der Messung von $\mathfrak{Y}_n$ ist nur eine Meßreihe erforderlich, für $\mathfrak{Y}_f$ muß auch der Kehrwert $\mathfrak{Y}_f'$, d. i. der beim Vertauschen von Sende- und Empfangsleitung wirksame Kopplungsleitwert, ermittelt werden, damit die günstigsten Ausgleichselemente eingebaut werden können. Bei modernen TF-Kabeln liegen die $\mathfrak{Y}_n$-Werte so günstig, daß ein Nah-Nebensprechausgleich nicht erforderlich ist und der Frequenzgang der Fern-Nebensprechkopplungs-Leitwerte $\mathfrak{Y}_f$ und $\mathfrak{Y}_f'$ nur von den direkten Kopplungen bestimmt ist, weil keine indirekten wirksam sind, so daß der konzentrierte Fern-Nebensprechausgleich bei einer einzigen, am besten der höchsten Betriebsfrequenz ausgeführt werden kann.

3. Zwischen Koaxialpaaren wird eine Verbesserung der längenabhängigen Fern-Nebensprechdämpfung durch Phasenumkehr an den Verstärkern (Vertauschen von Innen- und Außenleiter am Eingangs-Übertrager) nicht vorgenommen, weil die Nebensprechwerte durch den Aufbau des Rückleiters genügend günstig liegen.

Literatur: Fernmelde-Bau-Ordnung (FBO) 19 — E. Widl, EFD 1939, H. 52, S. 162, H. Schmidt, TFT 1942, H. 9, S. 229. Schmidt, Der Fernmelde-Ingenieur 1942, H. 5 — F. Stephan, Der Fernmelde-Ingenieur 1956, H. 11. *Seil*

Ausgleichsstrom → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Ausgleichsvorgang. Der Auf- und Abbau der elektrischen und magnetischen Felder braucht eine endliche Zeit. Die Folge davon ist, daß bei eingeschwungenen Wechselströmen Spulenstrom oder Kondensatorspannung eine Nacheilung haben und daß bei plötzlichen Änderungen der Eingangsgröße (Ein- oder Abschalten einer Gleich- oder Wechselspannung,

Spannungsstoß u. dgl.) der stationäre oder eingeschwungene Endzustand erst allmählich erreicht wird. Es bildet sich zunächst ein Ausgleichsvorgang (bei Wechselstrom meist Einschwing- oder Ausschwingvorgang genannt) aus, der einen allmählichen Übergang vom vorhandenen Anfangszustand zum stationären Endzustand bildet. Die Berechnung des A. passiver linearer Netze erfolgt nach den Formeln der → Laplace-Transformation, die für das Einschalten einer Gleichspannung E die zuerst von O. Heaviside angegebene und von K. W. Wagner abgeleitete → Heavisidesche Formel für den Strom

$$i(t) = \frac{E}{W(0)} + E \sum_{\nu=1}^{n} \frac{\exp(j\,\omega_\nu\,t)}{\omega_\nu\, W'(\omega_\nu)} \quad \text{für } t \geqq 0 \quad (1)$$

liefert. Darin sind $W(\omega)$ die für eingeschwungene Frequenzen gültige sogenannte Stammfunktion (→Laplace-Transformation), die den Zusammenhang der angelegten Spannung und der gesuchten Größe für eine Zeitfunktion $\exp(p\,t)$ bzw. $\exp(j\,\omega\,t)$ liefert (= reziproker → Übertragungsfaktor), ω_ν die Nullstellen der Funktion $W(\omega) = 0$, also die i. allg. komplexen → Eigenfrequenzen, und $W'(\omega_\nu)$ die Ableitung von $W(\omega)$ nach ω an den Stellen ω_ν. Das erste Glied von Gl. (1) gibt den stationären Endzustand, das zweite den A. an. Man sieht, daß durch den Schaltvorgang die n Eigenfrequenzen ω_ν angestoßen werden. Bei verlustlosen Schaltungen würden die ω_ν reell sein und die angestoßenen Eigenschwingungen dauernd bestehen bleiben. Bei kleinen Verlusten sind die ω_ν komplex mit positivem Realteil, die Eigenschwingungen klingen gedämpft ab. Bei großen Verlusten werden die ω_ν rein positiv imaginär, der Endzustand wird schleichend ohne Schwingungen erreicht (→ aperiodisches System). Die Heavisidesche Formel setzt einfache Wurzeln ω_ν voraus, bei mehrfachen Wurzeln oder bei Verzweigungsschnitten müssen die Integrale der Laplace-Transformation nach der Funktionentheorie bestimmt werden, s. Literatur. Ein A. fehlt bei einer verlustlosen oder verzerrungsfreien Leitung, → Leitungstheorie 1.1, Wellenausbreitung auf Leitungen. A. bei Pupinleitungen → Pupinisierung 4.

Literatur: G. Doetsch, Anleitung zum praktischen Gebrauch der Laplace-Transformation, München 1961, 2. Aufl. — H. Kaden, Impulse und Schaltvorgänge in der Nachrichtentechnik, München 1957 — J. Peters, Einschwingvorgänge, Gegenkopplung, Stabilität, Berlin 1954.
Zuhrt

Ausgußmasse → Füllmasse für Kabel.

Aushilfsposten → Personalwirtschaft.

Auskreiden. Unter A. versteht man die Bildung eines weißen, abwischbaren Belags auf Anstrichfilmen, verursacht durch oberflächliches Abwittern des Bindemittels durch Sonnenbestrahlung, Wettereinflüsse u. dgl.; starke Neigung zum A. im Anstrichfilm zeigt z. B. Titandioxid.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 55 945, März 1961.

Auskunden von Bauvorhaben der Linientechnik → Bauvorhaben der Linientechnik.

Auskunft über den Fernmeldeverkehr → Fernmeldegeheimnis 4.1.4.

Auskünfte im handvermittelten Ferndienst sind Anfragen von Fernsprechteilnehmern, die sich auf eine Anmeldung beziehen oder die eine andere A. über die Betriebsabwicklung wünschen. Die A. ist im Inlandsferndienst gebührenfrei, im → Auslandsferndienst nur dann gebührenfrei, wenn die A. nach eigenen Unterlagen gegeben werden kann. Muß jedoch eine internationale Leitung benutzt werden, gilt die Gebührenfreiheit nur dann, wenn der Anmelder gleichzeitig dorthin ein Gespräch führen will; sonst ist die Gebühr für 1 min anzusetzen, im interkontinentalen Dienst die → Vorbereitungsgebühr. A. darüber, wer Inhaber einer Rufnummer (RufNr) ist oder wie Name und Anschrift einer vom Anrufer angegebenen RufNr lauten, werden nicht erteilt. Ist der Verlangte auf Wunsch nicht im amtlichen Fernsprechbuch eingetragen, wird ohne Ausnahme keine A. erteilt. Weiteres → Fernsprechauskunftsdienst, → Anmelden ohne Ruf-Nr. des Verlangten.

Auskünfte zu übermittelten Telegrammen. Absender und/oder Empfänger oder deren Bevollmächtigte können innerhalb der von der DBP festgesetzten Lagerfristen Einsichtnahme in die Telegrammurschriften, eine beglaubigte Abschrift oder ein Lichtbild davon verlangen. Die Antragsteller haben sich auszuweisen. Für das Heraussuchen sowie die Fertigung der Abschriften oder Lichtbilder werden besondere Gebühren erhoben.

Auskunftsunterlage → Fernsprechauskunftsdienst.

ausländische Erzeugnisse, Beschaffung für die Fernmeldedienste der DBP. Zur Förderung internationaler Wirtschaftsverflechtung sind Bestimmungen in den Verdingungsordnungen, nach denen a. E. nicht zu beschaffen sind, wenn geeignete Erzeugnisse zu angemessenen Preisen im Inland gefertigt werden, zunächst gelockert und seit 1960 von der Bundesregierung außer Kraft gesetzt worden. DBP hat nach Überprüfung ihrer Bedarfsgebiete die für die Beschaffung im Ausland geeignet erscheinenden Gegenstände in der »Eignungsliste der Beschaffungsbereiche für die unmittelbare Berücksichtigung ausländischer Bewerber bzw. ausländischer Erzeugnisse« festgelegt und im Bedarfsfalle zum Einkauf freigegeben. Bei der Vergabe gelten auch hier die Grundsätze, daß die Bewerber fachkundig, leistungsfähig und zuverlässig sein müssen. Der Zuschlag ist auf das Angebot zu erteilen, das unter Berücksichtigung aller Umstände das wirtschaftlichste ist. Abgesehen von den Preisen, die u.a. durch Abwerten oder Aufwerten der jeweiligen Landeswährung beeinflußt werden können, treten bei der Auftragsvergabe und -abwicklung mit ausländischen Firmen außer sprachlichen oft noch besondere Schwierigkeiten auf (z.B. Suche nach geeigneten, leistungsfähigen Firmen; Prüfen von Muster; Vergleichbarkeit der Angebote; Einigung über anzuwendende Vertragsbedingungen; Abwickeln der Güteprüfung; Abnahme; Grenzabfertigung; Entrichten von Zollgebühren; hohe Transportkosten; Durchsetzen vereinbarter Rechte, wie Gewährleistung). Hierdurch entstehen in der Regel zusätzliche finanzielle Belastungen (ganz abgesehen vom zusätzlichen

Verwaltungsaufwand), so daß trotz evtl. Vergütungen (z. B. steuerlicher Art) Leistungen aus dem Ausland aus wirtschaftlichen Gründen nur in geringem Umfange berücksichtigt werden können. Für das öffentliche Vergabewesen im Bereich der EWG-Mitgliedstaaten ist davon auszugehen, daß verbindliche Richtlinien wirksam werden, durch die alle formellen und tatsächlichen Diskriminierungsmöglichkeiten beseitigt werden sollen. Dieses Ziel soll durch zwingende Vergabe-Verfahrensvorschriften erreicht werden.

Die im Bereich der DBP für Berücksichtigung ausländischer Bewerber innerdienstlich geltenden allgemeinen Grundsätze sind in »Richtlinien für die Berücksichtigung ausländischer Bewerber und ausländischer Erzeugnisse im Beschaffungswesen (Richtl Auslandsbeschaffungen)« zusammengefaßt.

Wigand/Dewitz

Auslandsabrechnung — Fernsprechwesen — → Abrechnung mit dem Ausland – Fernsprechwesen —.

Auslandsanschaltesatz. Der A. hat die Aufgabe, die zu einem Verbindungsaufbau benötigten Wahlinformationen den kurzzeitig beteiligten leitwegbestimmenden Schaltgliedern (ARg, AUmw, AMkr) zuzuführen und die vor und nach der Verbindung gesendeten → Leitungszeichen aufzunehmen, weiterzuleiten und zu verarbeiten. Der A. bildet neben dem → Auslandszählimpulsgeber den Eingang der → Auslandsvermittlungsstelle (AuslVStW). Je nach dem → Zeichengabesystem auf den internationalen Leitungen erhält der A. gleichstrommäßig die Leitungszeichen als Impulse oder Potentiale (→ Zustandssteuerung) von den abgehenden Übertragungen. Hinsichtlich des Einsatzes und der in den betreffenden AuslVStW bzw. AuslKopfVStW vorgesehenen Zeichengabeverfahren auf den int. Leitungen werden folgende A. unterschieden:

AAnS	Einsatz	Wahlbeziehung	Ausführungsform
01	AuslKopfVStW (ZVStW)	Impulswahl	mit Impulssteuerung
01	AuslKopfVStW (ZVStW)	Impulswahl u. CCITT-System Nr. 4	mit Impuls- und Zustandssteuerung
15	AuslVStW (ZVStW)	Impulswahl	mit Impulssteuerung
15	AuslVStW (ZVStW)	Impulswahl u. CCITT-System Nr. 4	mit Impuls- und Zustandssteuerung
15	AuslFernVStHand F 62	Impulswahl u. CCITT-System Nr. 4	mit Impuls- und Zustandssteuerung
AKli AnS	AuslFernVStHand F 36 (AuslKopfVStW)	Impulswahl u. CCITT-System Nr. 4	mit Impuls- und Zustandssteuerung

Die AAnS 01 und 15 sind entsprechend ihrer Einordnung im Landesfernwahlnetz stets 4/4 drahtmäßig ausgelegt. Der Auslandsklinkenanschaltesatz (AKliAnS) ist dagegen nur in der 2/4 Dr-Ausführung vorhanden, da er als Verbindungsglied zwischen dem Ausgang des Fernschrankes F 36 (2drähtig) und dem internationalen Leitungsnetz (4drähtig) dient.

AAnS 01 ist durch die Ansteuermöglichkeit über HGW und KGW (Gruppenschritte 0 und 1) in der AuslKopfVStW charakterisiert und dient dem Verbindungsaufbau von Auslandsgesprächen von ZVSt-Bereichen aus, deren eigene AuslVStW keine direkten Leitungen zu den gewünschten Zielländern besitzen. Die Verbindung wird deshalb über die dem → Einzugsbereich entsprechende AuslKopfVStW abgewickelt (Durchgangsverkehr). Der AAnS 01 als Durchgangsschaltglied betrachtet wertet die ankommenden Leitungszeichen nicht aus, sondern leitet sie bei Impulssteuerung ohne Umsetzung zur Ursprungs-AuslVStW weiter. Nur im Falle der Zustandssteuerung zwischen abgehender Übertragung und A. formt dieser dem Zustand entsprechende Impulse zur Weitergabe zum Ursprung.

AAnS 15 dient der Abwicklung des halbautomatischen Auslandsverkehrs. Er wird in AuslVStW bei ZVStW eingesetzt und ist über den I. und II. ZGW (Gasse 15) ansteuerbar. Da der AAnS 15 beim halbautomatischen Auslandsverkehr im System an ähnlicher Stelle angeordnet ist wie der → Auslandszählimpulsgeber (AZIG) beim vollautomatischen Verkehr, haben beide Schaltglieder zum Teil gleiche Aufgaben zu erfüllen. Zur → Leitweglenkung und Aufnahme von Leitungszeichen koppelt sich A. während des Verbindungsaufbaus über einen → Relaissuchwähler an ein abgehendes → Auslandsregister. Er muß eingangsseitig Impulskennzeichen vom nationalen Netz, ausgangsseitig die auf den internationalen Leitungen vereinbarten Leitungszeichen (Impuls- und Zustandssteuerung) verarbeiten können. In Zusammenarbeit mit der AuslFernVSt-Hand F 62 können am Eingang auch MFC-Leitungszeichen empfangen werden. Der Auslandsklinkenanschaltesatz (AKliAnS) wird für den halbautomatischen Verbindungsaufbau von AuslFernVSt-Hand F 36 am Sitz einer AuslKopfVStW eingesetzt, deren Fernplätze mit Tastaturen und Codewahlzusätzen ausgerüstet sind. Der von den Tastaturen abgegebene Code wird mittels AKliAnS zu den abgehenden Auslandsregistern weitergeleitet. Die weiteren zu erfüllenden Aufgaben sind im Prinzip die gleichen wie beim AAnS 15. *Weingartz*

Auslandsdienstgruppenwähler. Solange der absteigende → Kennzahlweg des deutschen Fernwahlnetzes im Direktwahlsystem mit → Ferngruppenwählern betrieben wird, müssen solche Wähler auch als A. eingesetzt bzw. gruppiert werden, um bestimmte Sonder- und Prüfdienste für den ankommenden Auslandsfernsprechdienst zugänglich zu machen.

Auslandsferndienst. Eine Fernsprechverbindung, die im handvermittelten oder im vollautomatischen Dienst zwischen zwei Fernsprechteilnehmern hergestellt wird, die in zwei verschiedenen Ländern liegen, gilt als eine Verbindung, die im A. hergestellt ist. Weiteres → Anweisung für den internationalen Fernsprechdienst, → Anweisung für den interkontinentalen Fernsprechdienst, → Ursprungsland, → Bestimmungsland, → Auslandsvermittlungsstelle mit Handbedienung, → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst.

Auslandsfernsprechverkehr ist der zwischenstaatliche Fernsprechverkehr, der nach Art seines Verbindungsaufbaues in drei Gruppen unterteilt wird:

1. Nichtautomatischer Auslandsfernsprechverkehr. Der Teilnehmer meldet seine gewünschte Auslandsverbindung beim zuständigen Fernplatz an. Von hier aus stellt die Vermittlungskraft über Rufleitungen eine Verbindung zur Handvermittlungsstelle (VStHand) des Zielortes her. Sofern keine direkten Rufleitungen geschaltet sind, muß die Verbindung über eine oder mehrere Durchgangsvermittlungsstellen aufgebaut werden. Die Vermittlungskraft in der Ankunfts-VStHand stellt dann die Verbindung mit dem gewünschten Teilnehmer her.

2. Halbautomatischer Auslandsfernsprechverkehr. Verfügt eine Vermittlungskraft in der Abgangs-VStHand über Zugänge zum Fernwahlnetz des Ziellandes, so kann sie den gewünschten Teilnehmer unmittelbar, ohne Inanspruchnahme weiterer Vermittlungskräfte, anwählen.

3. Vollautomatischer Auslandsfernsprechverkehr. Der Teilnehmer wählt seine gewünschte Verbindung selbst. Nach einer → Zugangsziffer (in BRD 00) ist die → Länderkennzahl, dann die → Ortskennzahl des ausländischen Zielortes und schließlich die Rufnummer des gewünschten Teilnehmers zu wählen. Die vermittlungstechnischen Einrichtungen übernehmen hierbei die bisher von Hand aus ausgeübte → Leitweglenkung, → Gesprächsregistrierung und → Gebührenerfassung.

Voraussetzung für einen vollautomatischen Verbindungsaufbau ist ein entsprechend vollautomatisiertes Fernsprechnetz in dem jeweiligen Ankunftsland. Ist das Ankunftsland erst teilautomatisiert, lassen sich auch nur Teilbereiche in diese Verkehrsart einbeziehen. *Schönbach*

Auslandsfernwahl ist die → Fernwahl über Landesgrenzen hinweg. Bedingt durch das Zusammentreffen verschiedenartigster → internationaler Zeichengabesysteme sind fortwährend Absprachen mit dem Ausland erforderlich, was bilateral oder multilateral auf internationaler Ebene geschieht.

Auslandsfernwählsystem 64 (AFwS 64). Der → Auslandsfernsprechverkehr wird, soweit er automatisiert ist, weitgehend über die technischen Einrichtungen von A. abgewickelt. Hauptmerkmal ist die Verwendung von zentralen Geräten (Auslandsregistern) und überzentralen Steuereinrichtungen (Auslandsumwerter, Auslandsmarkierer). Der Auslandsmarkierer steuert über Ringkabel im → Auslandsrichtungskoppler Einstellvorgänge, soweit diese zentral durchzuführen sind. Im wesentlichen wird A. durch folgende Schaltglieder dargestellt: → Auslandszählimpulsgeber (AZIG), → Auslandszonenkoppler (AZoKpl), Auslandsgesprächszeitmeßeinrichtung (AGZM), → Auslandsanschaltesätze (AAnS), → Auslandsregister (ARg), → Auslandsrichtungskoppler (ARKpl), Auslandsumwerter (AUmw), → Auslandsmarkierer (AMkr).

Diese Schaltglieder dienen der Verzonung, → Leitweglenkung und Durchschaltung von Verbindungen. Sie sind für den voll- und halbautomatischen Auslandsfernsprechverkehr geeignet und werden in → Auslandsvermittlungsstellen bei Zentralvermittlungsstellen (AuslVSt bei ZVSt) und Auslandsvermittlungsstellen bei Grenz-Hauptvermittlungsstellen (AuslVSt bei Grenz-HVSt) eingesetzt.

Bedingt durch unterschiedliche Verfahren in der Wegesuche durch den ARKpl und Verwendung unterschiedlicher elektromechanischer Bauteile sind zur Zeit drei Ausführungsformen von A. im Einsatz:

1. Ausführung mit ESK-Relais und ARKpl 64,
2. Ausführung mit HERKON-Relais und ARKpl 64,
3. Ausführung mit ESK-Relais und ARKpl 66.

Auslands-Gesprächszeitmessung. Für Abrechnungszwecke mit dem Ausland muß die Gesprächsdauer entsprechend der mit den einzelnen Ländern vereinbarten Zoneneinteilungen erfaßt werden.

Die Messung der → Gesprächszeit erfolgt in der ersten → Auslandsvermittlungsstelle (AuslVSt-W), die im Zuge der Gesprächsverbindung liegt. Nur in dieser AuslVStW kann z. B. bei → Grenzverkehr zum Nachbarland der Ursprung noch erkannt werden, da die Zone sich nur aus Ursprung und Ziel eindeutig bestimmen läßt. Die Gesprächszeit wird nun mit Hilfe eines Abtastverfahrens ermittelt, wobei periodisch alle 36 s der Gesprächszustand der → Auslandszählimpulsgeber (AZIG) durch einen Impuls überprüft wird. Im Gesprächszustand gelangt dieser an eine Summiereinrichtung, die der angesteuerten Zone entspricht. Hat diese Summiereinrichtung 100 Impulse erhalten, wird wiederum ein Impuls auf einen Zähler gegeben, der die Gesprächsdauer einer Zone in Erlang pro Stunde angibt.

Auslands-Gesprächszeitregistrierung ist das gleichzeitige Erfassen von Gesprächszählung (Anzahl der Gespräche und Belegungen) und Gesprächzeitmessung (Dauer der Gespräche und Belegungen).

Auslandsgruppenwähler. Schaltungstechnisch ist dieser Wähler (AGW) ein → Ferngruppenwähler. A. wurden bei der DBP vorübergehend als besondere Gruppe für den halbautomatischen → Auslandsfernsprechverkehr eingesetzt, um einer abgesetzten → Auslandsvermittlungsstelle mit Handbedienung über das nationale Fernwahlnetz nach dem Direktwahlsystem den Zugang zu abgehenden internationalen Wählleitungen einer Auslandskopf-

vermittlungsstelle zu ermöglichen. Die → Zugangsziffern sind ZOO, wobei Z-Kennzahl der Zentralvermittlungsstelle am Sitze der Auslandskopfvermittlungsstelle ist.

Auslandsklinkenanschaltesatz → Auslandsanschaltesatz.

Auslandskopfvermittlungsstelle → Auslandsvermittlungsstelle.

Auslandskopfvermittlungsstelle mit Handbedienung. Eine Auslandskopfvermittlungsstelle (AuslKopfVSt) besteht aus einer AuslKopfVSt mit Wählbetrieb (AuslKopfVStW) und einer AuslKopfVSt mit Handbedienung (AuslKopfVStHand). Von der AuslKopfVStW gehen die halb- und/oder vollautomatischen Leitungsbündel zu einem bestimmten Gegenland ab. Diese Leitungen werden von den → Vermittlungskräften der AuslKopfVStHand über Wähler erreicht. Sonstige vorhandene → Rufleitungen liegen unmittelbar im Vielfachfeld auf Klinke.

Auslandsmarkierer. Der A. erhält vom → Auslandsumwerter die Information über das anzusteuernde Ziel. Aufgrund dieser Aussage hat A. die Aufgabe, eine freie Leitung im anzusteuernden Bündel zu markieren und zu belegen sowie den → Auslandsrichtungskoppler (ARKpl) zu veranlassen, den von einem → Auslandszählimpulsgeber oder → Auslandsanschaltesatz belegten Eingang über die verschiedenen → Koppelstufen mit der belegten Leitung zu verbinden. Für diese durchzuführenden Steueraufgaben ist A. mit den ARKpl über Ringkabel verbunden. Im Rahmen des → Auslandsfernwählsystems 64 sind zur Zeit drei Ausführungsformen im Einsatz.

1. A. mit Edelmetall-Schnellkontakt-Relais (ESK-Relais) zur Steuerung von ARKpl 64 in ESK-Relais-Ausführung. Mit der Anschaltung dieses ARKpl mit A. beginnen voneinander abhängige Prüf- und Einstellvorgänge abzulaufen. Zunächst findet eine sog. Vorprüfung statt, die feststellt, ob in der angegebenen Richtung noch mindestens eine Leitung frei und ob diese über einen freien Weg im ARKpl erreichbar ist. Hierzu werden die c-Adern des anzusteuernden Bündels, die an den belegten ARKpl-Gestellrahmen anliegen, zu A. geschaltet. Nach erfolgreicher Vorprüfung veranlaßt der A. die Auswahl und Markierung eines freien Weges durch den ARKpl. Ist dies geschehen, wird mit Hilfe einer im A. befindlichen Nachprüfungsschaltung die Leitung belegt und der ARKpl zur Durchschaltung des markierten Weges aufgefordert. Gleichzeitig gibt der A. aufgrund von eingelegten Rangierungen bündelabhängige Programmaussagen zum → Auslandsregister.

2. A. mit HERKON-Relais zur Steuerung von ARKpl 64 in HERKON-Relais-Ausführung. Zur Steuerung dieser ARKpl-Ausführung ist dem A. ein Auslandsrichtungsverbinder zugeordnet. Dieser schaltet die c-Adern des anzusteuernden Bündels und die Leitadern (→ Auslandsrichtungskoppler) zum A. durch. Der A. wählt mit einer Auswahlrelaiskette eine freie Leitung aus und markiert anschließend mit weiteren Auswahlrelaisketten den durchzuschaltenden Weg durch den ARKpl. Die Auswahlvorgänge ergänzen das Nachprüfen, das die Durchschaltung der Verbindung nur zu einer korrekt belegten Übertragung erlaubt. Danach veranlaßt der A. das Durchschalten des markierten Weges im ARKpl.

3. A. in elektrischer Ausführung zur Steuerung von ARKpl 66. Diese Ausführung arbeitet wegen der Größe des zu steuernden ARKpl 66 elektronisch. Hierzu dienen Schaltungen, die im wesentlichen aus logischen Bausteinen bestehen. Zielpunktrangierung und Bündelprogrammierung geben an, wo beim ARKpl 66 das anzusteuernde Bündel anliegt. Über Baugruppen erhält der ARKpl diese Aussage. Sind im Bündel Leitungen frei und erreichbar, so wird dies an den A. signalisiert, der in verschiedenen Suchvorgängen eine Leitung auswählt. Danach wird mit Hilfe des A. der durch den ARKpl einzuschlagende Weg markiert. Nach erfolgreicher Nachprüfung von dem A. veranlaßt dieser die Durchschaltung im ARKpl. Außerdem wird das bündelabhängige Programm zum Auslandsregister gesendet. *Born*

Auslands-Platzleitungswähler. Im internationalen Fernsprechnetz ist für die halbautomatische Betriebsart (→ Auslandsfernsprechverkehr) in den Ankunftsvermittlungsstellen eine gezielte → Fernplatzansteuerung vorzusehen. Diese Forderung wird durch besondere → Leitungswähler mit → Einstellsatz erfüllt. Mit diesem Wähler ist eine einziffrige oder zweiziffrige Einstellung möglich, wobei jeder Ziffer ein oder mehrere Ausgänge zugeordnet und nicht vergebene Ziffern auf Besetztabwurf geschaltet werden können.

Auslands-Prüfleitungswähler sind in internationalen Ankunftsvermittlungsstellen für Prüfzwecke besonders gruppierte → Leitungswähler, die unter einheitlichen Kurzrufnummern automatische Prüfeinrichtungen erreichen. Wie beim → Auslandsplatzleitungswähler ist eine einziffrige oder zweiziffrige Einstellung möglich.

Auslandsregister. Neben allgemein von → Registern zu erfüllenden Aufgaben werden insbesondere für den abgehenden Auslandsdienst Register (ARg-g) eingesetzt, die zusätzlich Sonderaufgaben zu erfüllen haben. A. werden von → Auslandszählimpulsgebern oder → Auslandsanschaltesätzen beim Durchschalten von Relaissuchwählern belegt. Das A. kann im Eingang Impulswahl und → Mehrfrequenzcodewahl empfangen und in Relais speichern. Im Ausgang kann das A. Impulswahl, Mehrfrequenzcodewahl und Zweifrequenzcodewahl senden.

Nach Eintreffen der ersten 4 Kennzahlen werden diese gleichzeitig im (2 von 6)-Code über ein Ringkabel dem → Auslandsumwerter/→ Auslandsmarkierer zur Auswertung angeboten. Genügen diese Kennzahlen zur Auswertung nicht, wird vom A. eine zweite Anfrage nach Eintreffen der 6. Kenn-

zahl gestartet. Nach der Auswertung übermitteln Auslandsumwerter/Auslandsmarkierer die für den Verbindungsaufbau erforderlichen Aussagen. Das erste im Zuge einer Auslandsverbindung liegende A. ist Leitregister und bleibt bis zum Ende des Verbindungsaufbaus belegt. Es arbeitet als Vollregister und hat die gesamte Wahlinformation zu speichern.

Ist eine Verbindung von einer → Auslandsvermittlungsstelle bei Zentralvermittlungsstellen (AuslVSt bei ZVSt) über eine Auslandskopfvermittlungsstelle (AuslKopfVSt) zu führen, so wird das dort angesteuerte A. im Durchgangsverkehr belegt und hat dann nur Leitweglenkungsaufgaben zu erfüllen. Da dieses A. hierzu nur einen Teil der Wahlinformation benötigt, arbeitet es als sog. Durchgangs- oder Teilregister. In diesem Rahmen meldet das Teilregister auch dem Leitregister, welche Ziffer als 1. Ziffer in der Ankunftsvermittlungsstelle im Ausland erwartet wird. Lediglich bei Verbindungen, die über Zweifrequenzcodewahlleitungen weiter aufzubauen sind, muß das im Durchgangsverkehr belegte A. als Vollregister arbeiten und den Verbindungsaufbau steuern. Dies ist erforderlich, weil die Leitungen des Landesfernwahlnetzes zur Übertragung von Zustandskennzeichen nicht geeignet sind. Der Informationsaustausch zwischen Leit- und Durchgangsregister wird mittels der schnellen MFC-Wahl vorgenommen, um den Zeitverlust (→ Rufverzugszeit) klein zu halten. *Born*

Auslandsrichtungskoppler sind im → Auslands-Fernwählsystem 64 in drei verschiedenen Ausführungen im Einsatz:

1. A. 64 in Edelmetall-Schnellkontakt-Relais-(ESK-Relais-)Ausführung. Es werden zweistufige → Koppelanordnungen mit Eingangs- und Ausgangskoppelvielfachen eingesetzt. Die Grundeinheit besteht aus 3 Eingangskoppelvielfachen mit je 10 Eingängen und 18 Ausgängen zu Zwischenleitungen sowie 18 Ausgangskoppelvielfachen mit je 3 Eingängen und 10 Ausgängen. Diese Anordnung hat also 30 Eingänge, 54 Zwischenleitungen und 180 Ausgänge. Die Verkehrsleistung dieser Anordnung entspricht etwa derjenigen 30 einstufiger EMD-Wähler mit 110 Ausgängen. Genügen die 180 Ausgänge einer solchen Einheit nicht, um die erwünschten → Erreichbarkeiten für die anzuschließenden Bündel zu erzielen, oder sind mehr Richtungen anzusteuern, als diese Anordnung erlaubt, so können an einen ersten A. auch zweite A. angeschlossen werden. Die II. A.-Stufe hat die gleiche → Gruppierung wie die I. A.-Stufe. Die A.-Stufen werden vom → Auslandsmarkierer (AMkr) nacheinander gesteuert. An eine A.-Stufe können maximal 20 Bündel (Richtungen) angeschlossen werden.

2. A. 64 in HERKON-Relais-Ausführung. Zur Auswahl eines freien Verbindungsweges durch diesen A. bedient man sich des Leitaderverfahrens. Parallel zu jedem Verbindungsweg im A. ist eine besondere Markierader (auch Leitader genannt) geführt. Vom Eingang her breitet sich auf den Markieradern ein Anbietzeichen von Stufe zu Stufe fächerförmig aus. Nach der letzten Stufe werden die Markieradern vom Richtungsverbinder richtungsabhängig zum AMkr zur Auswahl durchgeschaltet. Nach Markierung einer freien Leitung wird dann vom AMkr nach rückwärts ein Zugriffzeichen angelegt, das in den einzelnen Stufen die Auswahl einer der mit Anbietpotential gekennzeichneten Zwischenleitungen veranlaßt. Die I. A.-Stufe hat die gleiche Gruppierung wie A. in ESK-Relais-Ausführung: 30 Eingänge, 54 Zwischenleitungen und 180 Ausgänge. Einer solchen 2stufigen Anordnung kann bei Bedarf eine weitere 2stufige Koppelanordnung nachgeschaltet werden. Aufgrund des Leitaderverfahrens wird eine solche 2×2stufige Anordnung zu einer 4stufigen Koppelanordnung. Eine Durchschaltung geschieht nur, wenn feststeht, daß ein freier Verbindungsweg durch alle 4 Stufen genutzt werden kann.

3. A. 66 in ESK-Relais-Ausführung. Der A. 66 ist eine verbesserte Weiterentwicklung des A. 64 in ESK-Relais-Ausführung. Der A. 66 ist eine 4stufige Koppelanordnung mit folgender Gruppierung: Die Grundeinheit besteht aus:

10 A-Koppelvielfachen mit je 10 Eingängen und 16 Ausgängen, 16 B-Koppelvielfachen mit je 10 Eingängen und 10 Ausgängen, 10 C-Koppelvielfachen mit je 10 Eingängen und 10 Ausgängen und 10 D-Koppelvielfachen mit je 16 Eingängen und 10 Ausgängen.

Dieser A. ist eine symmetrisch aufgebaute Koppelanordnung. 100 Eingänge in den A-Koppelvielfachen erreichen 100 Ausgänge in den D-Koppelvielfachen. Eine maschenartige Gruppierung läßt die inneren Blockierungen sehr klein werden. Die Dimensionierung für A. bietet eine vollkommene Zugänglichkeit mit nahezu vollkommener Erreichbarkeit. Jeder Ausgang des Ausgangsfeldes kann mit einer Abnehmerleitung beschaltet werden. Hiermit entfallen → Mischungen zwischen den Ausgängen und Abnehmerleitungen. Die erste Ausbaustufe umfaßt 1000 Ein- und Ausgänge, die aus 10 oben genannten Grundeinheiten gebildet wird. Die Zusammenschaltung der einzelnen Grundeinheiten erfolgt zwischen den B- und C-Stufen. Es sind aber auch kleinere Ausbaustufen möglich. Systemmäßig wird der Endausbau mit 4000 Ein- und Ausgängen erreicht. *Born*

Auslandsrichtungsverbinder → Auslandsmarkierer.

Auslandsrichtungswähler sind Vorläufer von → Auslandsrichtungskopplern. A. unterscheiden sich von den nationalen → Richtungswählern (RW 62) nur durch einen besonderen → Einstellsatz für die Zusammenarbeit mit den zentralen Schaltgliedern (→ Auslandsverzoner oder → Coderegister) der → Auslandsvermittlungsstellen.

Auslandstarife — Fernsprechwesen — → internationale Tarifentwicklung — Fernsprechwesen —.

Auslandsrechnumer TW 39 → Umrechner TW 39.

Auslandsumsetzer (Telex) → Wählzeichenumsetzer.

Auslandsumwerter. Neben allgemein von → Umwertern zu erfüllenden Aufgaben werden für den Auslandsdienst Umwerter eingesetzt, die zusätzlich Sonderaufgaben zu erfüllen haben. Mit dem in A. ermittelten Programm werden folgende Schaltglieder versorgt:

1. Die → Auslandsregister erhalten kennzahlabhängige Aussagen, 2. Die → Auslandszonenkoppler erhalten die für die → Gebührenerfassung erforderlichen Zonenpunkte übermittelt und 3. Die → Auslandsmarkierer erhalten die notwendige Information über das anzusteuernde Ziel. Im Rahmen des → Auslandsfernwählsystems 64 sind zur Zeit drei Ausführungsformen im Einsatz.

1. A. mit Edelmetall-Schnellkontakt-Relais → Relais 4,1,1,8 (AUmw64). Die Kennzahlpunktbildung geschieht mit Hilfe von ESK-Relais, die in Kennziffernblöcken zusammengefaßt werden. Diese Blöcke sind koordinatenmäßig aufgebaut. Im Kreuzungspunkt zwischen Zeilen und Spalten, an welche die zur Auswertung anstehenden Kennzahlen angelegt werden, befinden sich die Kennziffernrelais. Ein Block, der aus 10 Zeilen und 10 Spalten gebildet wird, enthält 100 Kennziffernrelais zur Bildung von 100 Kennzahlpunkten. Mit zwei derartigen Blöcken können 4 Ziffern ausgewertet werden. Sind in besonderen Fällen 5 oder 6 Stellen zu erfassen, so werden zusätzlich Relaisblöcke mit je 10 ESK-Relais bereitgestellt.

Für die Aussagenbildung zur Versorgung der obengenannten Schaltglieder werden die Kontakte der Kennziffernrelais genutzt. Diese werden entsprechend dem einzulegenden Programm mit den Aussagerelais verdrahtet (rangiert). Um eine derartige Rangierung zu erleichtern, sind die Kontakte über Drahtkabel zu Lötösenstreifen auf der Rückseite der A.-Gestellrahmen geführt. Ist z. B. eine Auswertung von 4 Stellen darzustellen, so sind je Aussage nur zwei Rangierverbindungen einzulegen: von den Kontakten des ersten Kennziffernblockes zu den Kontakten des zweiten Blockes und von den Kontakten dieses Blockes zu den Aussagerelais (z. B. Zone, Zielpunkt).

2. A. in HERKON - Relais - Ausführung (AUmw 64). Das Prinzip des beim → Fernwählsystem 62 verwendeten HERKON-Relaisumwerters wurde auch für diese Ausführung übernommen. Die Eingabe erfolgt in das Kennzahlschaltfeld, das aus vertikalen und horizontalen Leitungen besteht. Die Eingabe geschieht auf den vertikalen Leitungen, die in 8 Eingabegruppen aufgegliedert sind:

Eingabegruppen 1 bis 6: Eingabe der ersten 6 Ziffern der Wahlinformation; Eingabegruppe 7: → Ursprungserfassung; Eingabegruppe 8: → Gerätekennung.

Die horizontalen Leitungen (Zeilen) führen zu den Auswerterelais. Um deren Aufwand auf ein Minimum herabzusetzen, wird eine Koinzidenz jeweils zwischen 2 Eingabegruppen gebildet. Da insgesamt 8 Eingabegruppen auszuwerten sind, befinden sich in jeder Zeile 4 Auswerterelais. Die Kennzahlrangierung wird durch Verknotung (Rangierung) der vertikalen mit den horizontalen Leitungen vorgenommen. Diese erfolgt grundsätzlich in 3 Zeilengruppen:

Zeilengruppe 1: Kennzahlabhängige Aussagen, Sonderaussagen; Zeilengruppe 2: Zonenaussagen; Zeilengruppe 3: Leitwegaussagen.

Über Kontakte der Auswerterelais wird ein im → Auslandsregister angelegtes Erdpotential zum Auswerteschaltfeld angelegt. Zur Ausgabe dient das Auswerteschaltfeld, das ebenfalls durch koordinatenmäßig aufgebaute steckbare Platten gebildet wird. Horizontale Eingänge (Zeilen) vom Kennzahlschaltfeld ankommend führen über Rangierung zu vertikalen Ausgängen. Die Rangierungen erfolgen ebenso wie im Auswerteschaltfeld in 3 Zeilengruppen. Auf diese Weise gelangt das vom Kennzahlschaltfeld ankommende Erdpotential über die Rangierungen im Auswerteschaltfeld zu den an Spannung liegenden Ergebnisrelais in den Auslandsregistern, -zonenkopplern und -markierern. Mit Hilfe der Ausführungen nach 1. und 2. können etwa 1000 Ein- und Ausgänge versorgt werden.

3. A. in elektronischer Ausführung (AUmw 66). Der A. 66 ist geeignet etwa 3000 Ein- und Ausgänge zu bedienen. Dies wird erreicht durch den Einsatz von elektronischen Schaltungen, die im wesentlichen aus logischen Bausteinen bestehen.

Die Eingabe wird in das Kennzahlschaltfeld vorgenommen, das aus vertikalen und horizontalen Leitungen besteht. Auf den vertikalen Leitungen erfolgt die Eingabe, die in 10 Eingabegruppen aufgegliedert sind:

Eingabegruppen 1 bis 6: Eingabe der ersten 6 Ziffern der Wahlinformation; Eingabegruppe 7: Ursprungserfassung; Eingabegruppe 8: Gerätekennung; Eingabegruppe 9: Verkehrsart (z. B. Teilnehmerverkehr, Prüfverkehr); Eingabegruppe 10: ankommendes Wählverfahren.

Die Kennzahlpunktbildung wird durch Verknotung (Rangierung) der vertikalen mit den horizontalen Leitungen vorgenommen. Es sind jedoch nur die Eingabegruppen zu rangieren, die zu einer Auswertung herangezogen werden müssen. Die Rangierung erfolgt in drei voneinander unabhängigen Zeilengruppen: Zeilengruppe 1: Zone mit den daraus ableitbaren Programmen; Zeilengruppe 2: Kennzahlunabhängige Aussagen; Zeilengruppe 3: Leitwegaussagen.

Im Eingang der vertikalen Leitungen befinden sich Verstärkerbaugruppen, die über die Rangierungen in den Kennzahlpunkten auf die horizontalen Leitungen ebenfalls auf Verstärkerbaugruppen arbeiten.

Ausgabe. Von den Verstärkern an den Ausgängen des Kennzahlschaltfeldes der vorgenannten drei Zeilengruppen wird die Aussage entweder über Rangierungen oder direkt an Aussagebaugruppen abgegeben.

Zeilengruppe 1: abhängig vom Kennzahlpunkt werden Zone und die vom Zonenpunkt ableitbaren Programme auf Auswerteplatten rangiert. An deren Ausgängen befinden sich Aussagebaugruppen, welche die Auslandsregister und Auslandszonenkoppler versorgen; Zeilengruppe 2: Ausgänge der Kennzahl-

punkte, die dieser Zeilengruppe zugehörig sind, werden direkt mit den Aussagebaugruppen verbunden. Diese übermitteln den Auslandsregistern die entsprechenden Aussagen (z. B. am Verbindungsaufbau ist ein Auslandszählimpulsgeber oder ein Auslandsanschaltesatz beteiligt); Zeilengruppe 3: Ausgänge dieser Kennzahlpunkte werden direkt mit solchen Baugruppen verbunden, die dem Auslandsmarkierer den einzuhaltenden Leitweg angeben. *Born*

Auslandsvermittlungsstelle. Für die Herstellung von Verbindungen nach und von dem Ausland sind A. im nationalen Netz vorhanden. Man unterscheidet sie nach ihrer Betriebsart (→ Auslandsfernsprechverkehr) in A. mit Handbedienung (AuslVStHand) und A. mit Wählbetrieb (AuslVStW); ferner nach dem netztechnischen Einsatzort in A. bei einer Hauptvermittlungsstelle (HVSt) und A. bei einer Zentralvermittlungsstelle (ZVSt). A. kommen bei HVStW nur im Grenzbereich (GrenzHVStW) zum Einsatz, um die Grenzverzonung (→ Grenzzone) vornehmen zu können.

Dagegen ist bei jeder ZVStW grundsätzlich eine A. vorgesehen. Verfügt nun eine A. bei einer ZVStW über eigene internationale Leitungen, so ist sie für die Länder, mit denen Leitungen geschaltet sind, Auslandskopfvermittlungsstelle (AuslKopfVStW). Einer AuslKopfVStW können A. ohne Leitungen zum Zielland zugeordnet werden; → Einzugsbereich. AuslVStHand können bei HVSt mit starkem Auslandsfernsprechverkehr betrieben werden und sind noch bei allen ZVSt vorgesehen.

Auslandsvermittlungsstelle mit Handbedienung. Die → Vermittlungskräfte der A. nehmen am halbautomatischen → Auslandsferndienst teil, indem sie über das nationale Netz die für den → Einzugsbereich festgelegte Auslandskopfvermittlungsstelle mit Wählbetrieb ansteuern und über diese die Teilnehmer im Ausland unmittelbar herauswählen. Weiteres → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

Auslandsverzoner werden neben allgemein von → Verzonern zu erfüllenden Aufgaben für den abgehenden Auslandsdienst übergangsweise eingesetzt, die zusätzlich Sonderaufgaben zu erfüllen haben. In A. befinden sich → Hebdrehwähler und → Drehwähler, mit deren Hilfe die Programme gebildet werden. Die A. haben → Richtungswähler einzustellen, die lediglich mit besonderen → Einstellsätzen ausgestattet sind.

Auslandszählimpulsgeber (AZIG) stellt die Stoßstelle zwischen den während der Verbindung dauernd beteiligten (ARKpl, Übertragungen) und den nur kurzzeitig dem Verbindungsaufbau dienenden Schaltgliedern (ARg, AUmw, AMkr) dar. Er bildet den Eingang der → Auslandsvermittlungsstelle mit Wählbetrieb (AuslVStW) und ist fest mit einem Eingang des → Auslandsrichtungskopplers (ARKpl) verbunden. Zum Zweck der → Gebührenerfassung (Senden der Zählimpulse) ist ihm stets ein → Auslandszonenkoppler (AZoKpl) zugeordnet.

Der A. hat im wesentlichen folgende Aufgaben zu erfüllen:

a) Anfordern eines → Auslandsregisters über einen Relaissuchwähler; b) Überwachen der Verbindung nach der Freischaltung des Auslandsregisters; c) Einschalten der → Gesprächszeitregistrierung (AZoKpl); d) Senden von Zählimpulsen (Zeitimpulszählung) zu den vorgeordneten nationalen Einrichtungen; e) Aufnehmen und Auswerten von Rückwärtszeichen (Wahlende, Beginnzeichen, Schlußzeichen, Besetztzeichen); f) Steuern von Einrichtungen der Verkehrsbeobachtung; g) Auslösen der Verbindung nach rückwärts bei Gesprächsende und Besetztfall.

Als Kontaktstelle zwischen dem nationalen und dem internationalen Wahlnetz, muß der A. eingangsseitig Impulskennzeichen, abgangsseitig Impuls- und Zustandskennzeichen verarbeiten können.

Hinsichtlich des Einsatzes und der zu bedienenden internationalen Leitung werden A. unterschieden für Einsatz hinter ZIG für Impuls- und → Zustandssteuerung und für Einsatz in Gassentechnik für Impuls- und Zustandssteuerung.

Der erste Typ wird in AuslVStW bei Zentralvermittlungsstellen (ZVStW) oder in Grenzhauptvermittlungsstellen eingesetzt. Im ersten Einsatzort wird der A. aus den Bereichen der offenen Knoten- und → Hauptvermittlungsstellen (KVStW und HVStW) den → Kennzahlweg (im Verbindungsaufbau befindet sich ein ZIG) des nationalen Netzes, im zweiten Einsatzort von Teilnehmern aus den betreffenden Hauptvermittlungsbereich erreicht. Von diesem A. gibt es nur eine 4/4-Dr-Ausführung, da die unmittelbar vorgeordneten nationalen Schaltglieder 4-Dr durchschalten.

Der zweite Typ wird in KVStW am Sitz von ZVStW (z. B. Ortsnetz Frankfurt/Main, Hamburg) eingesetzt. In dieser Technik wird der A. über die Gruppenschritte (Gassen) der I. ZGW angesteuert. Da die zu dem A. direkt führenden Sprechadern 2- oder 4drähtig durchgeschaltet sein können, besitzt dieser die Möglichkeit von 2/4- auf 4/4-Dr und umgekehrt umzuschalten. Der Ausgang des A. zum ARKpl hin ist immer 4drähtig. *Weingartz*

Auslandszähltakt-Staffelung. Um eine Überlastung der TF-Systeme durch gleichzeitig einsetzende Zählimpulse beim → Auslandsfernwählsystem 64 zu verhindern, werden alle Takte, bei denen der Zählimpulsabstand größer als 4 s ist (das sind ca. 96%, aller Zähltakte), so verteilt, daß immer nur 30 individuelle Glieder denselben Takt gleichzeitig erhalten.

Auslandszeittaktgeber. Der A. gleicht im Prinzip dem Inland → Zeittaktgeber (ZTG).

Der grundsätzliche Unterschied beider ZTG-Arten besteht in der Verschiedenheit der Wellenumdrehungszahlen und damit in der Darstellung der Zeittaktlängen (maximal 96 s auf Welle 1, minimal 0,533 s auf Welle 2). Im Gegensatz zum ZTG wird bei dem A. die 2. Nockenwelle nicht für die Münzenzählung verwendet. Außerdem besteht im Auslandsverkehr

für den Tag- und Nachtbetrieb nur eine Zeiteinheit, so daß der → Auslandsvermittlungsstelle insgesamt 30 Zeittakte ohne Umschaltung zur Verfügung stehen. Durch Auswechseln einzelner Nockenscheiben können die im Betrieb erforderlichen Zeittakte dargestellt werden.

Auslands-Zeittaktüberwachungseinrichtung. Die A. kontrolliert, ob alle Kontakte der Zeittaktverteilung bei den verschiedenen Zeittakten des → Auslandszeittaktgebers (AZTG) ordnungsgemäß schließen und öffnen. Die A. stellt außerdem die richtige Impulszahl jeder Taktgruppe, bezogen auf die Umdrehung der jeweils benutzten Welle der Zeittaktgebermaschine, fest. Die im Gestellrahmen des AZTG eingebaute A. schaltet sich durch Anschaltebaugruppen, die in gedruckter Schaltung ausgeführt sind, an die Zeittaktverteilungskontakte bzw. Taktgruppen an, und nimmt so in kurzen Zeitabständen eine Überprüfung der gesamten Taktverteilung vor. Sie kann auch von Hand auf jede beliebige Taktgruppe gesteuert werden und diese einmal oder dauernd prüfen. Stellt A. einen Fehler fest, so gibt sie Alarm und zeigt den Fehler sowie die fehlerhafte Taktgruppe an.

Auslandszeitzonenzähler (Telex) → Gebührenerfassung im Telexdienst.

Auslands-Zonenkoppler. Der A. hat die Aufgabe, den → Auslandszählimpulsgeber (AZIG) bzw. → Auslandsanschaltesatz (AAnS) an die für die → Gebührenerfassung des rufenden Teilnehmers erforderlichen Zähltakte und an eine für statistische Zwecke benötigte Registrieranordnung anzuschalten oder auch — um dem Teilnehmer nähere Auskünfte über den Verbindungszustand (z. B. »gewählter Teilnehmer besetzt«) zu übermitteln — mit den Ansageeinrichtungen zu verbinden. Der A. ist in der ersten Leitwegsteuerstelle (das ist die 1. AuslVStW, die vom rufenden Teilnehmer erreicht wird) untergebracht und stets mit jedem AZIG oder AAnS fest verbunden. Auf Grund der gewählten Rufnummer (Ziel) und der Identifizierung der Herkunft (Ursprung) der Wählinformation oder eines während des Verbindungsaufbaus empfangenen Rückwärtszeichens über eine zu erteilende Aussage wird dem A. durch den → Auslandsumwerter mitgeteilt, welchen Zähltakt bzw. Zielbereich (Zone) oder Ansage er anzuschalten hat.

Auslaugung → Holzschutzmittelfixierung.

Ausleuchtung → Spiegelantennen.

Ausleuchtungswirkungsgrad → Spiegelantennen.

Auslösequittungszeichen → Leitungszeichen.

Auslösezeichen → Leitungszeichen.

Auslösung. Die abschnittsweise von Wahlstufe zu Wahlstufe aufgebauten Fernsprechwählverbindungen werden auch abschnittsweise wieder ausgelöst. Im Gegensatz zu vielen Nebenstellenanlagen, bei denen die A. in beiden Richtungen möglich ist, werden bei den Wählsystemen der DBP die Wählverbindungen grundsätzlich nur vorwärts, d. h. in Richtung des Verbindungsaufbaus, ausgelöst.

Im Ortsdienst wird die A. durch Auflegen des rufenden Teilnehmers bewirkt.

Im Selbstwählferndienst (SWFD) kann die A. außerdem eingeleitet werden durch das Besetztzeichen (gassen- oder teilnehmerbesetzt), den Teilnehmerabwurf (beim irrtümlichen Ansteuern von Anschlüssen, die für den Teilnehmer nicht zugänglich sein sollen), das Schlußzeichen (Auswertung im ZIG, bewirkt Auslösung nach 1 ... 2 min), durch zu lange Wählpausen (Auslösung durch ZIG nach Abschalten des KRg oder VZR bei Weiterwahl), durch das Ausbleiben des Wahlendezeichens (Wez) aus einem Bereich mit Rückgabe des Wez (nur bei KRg), durch den Anschaltesatz, wenn kein HRg frei ist, durch Funktionsstörungen beim KRg oder HRg, durch die Gruppenpilot-Sperrtechnik (die Ue-k am Ende der gestörten TF-Strecke werden ausgelöst) und durch die Unterbrechung des Zählstromkreises (Überwachung im ZIG), Nachwahl gegen Zählzeichen (bei neueren WUeZ-g und TFUeZ-g), wenn dadurch der Zählstromkreis unterbrochen werden kann (z. B. bei Steuerspannung) oder Nachwahl nach 1. Zählimpuls (bei älteren WUeZ-g).

Die I. GW und ihm entsprechende Schaltglieder werden durch Abfall des Speiserelais frei. Alle anderen Wahlstufen, die gehenden Wählübertragungen (Ue-g), die GaUe 2Dr/4Dr und 4Dr/2Dr, ferner ZIG, Anschaltesätze (AnS) und Übertragungen für Sonderdienste werden durch Abtrennen des Belegungspotentials von der c-Ader ausgelöst. Leitungswähler (LW) werden jedoch erst vollständig frei, wenn auch der angerufene Teilnehmer aufgelegt hat.

Kommende Wählübertragungen (Ue-k) benötigen zu ihrer A. von den Ue-g einen Auslöseimpuls, dessen Länge je nach Art der Ue unterschiedlich ist. Er muß so lang sein, daß die Ue-k auch dann ausgelöst wird, wenn durch ein gleichzeitig anstehendes Rückwärtszeichen der Auslöseimpuls verkürzt wird, was z. B. bei Wechselstromübertragungen (WUe) ohne weiteres vorkommen kann.

TFUe und TonUe (teilweise auch WUe) arbeiten mit Auslösequittung, d. h., die Ue-g wird erst wieder belegungsfähig, wenn die vollständige A. von der Ue-k durch Zurücksenden eines Quittungsimpulses bestätigt worden ist. Wenn die Auslösequittung nicht eingeht (z. B. weil der Signalkanal eines TF-Systems kurzzeitig unterbrochen war), so wird bei der Ue-g nach einer Vorgabezeit von etwa 1 s die Auslösewiederholung angelassen. Die automatische Auslösewiederholung besteht aus einem Drehwähler (oder einem Wählerrelais bei neueren Ausführungen), der durch die Anlaßerde anläuft. Beim Durchlauf des Wählers bzw. Wählerrelais wird nacheinander über besondere Leitungen an jede der an die Auslösewiederholung angeschalteten Ue-g ein Erdimpuls gegeben, der allerdings nur von derjenigen Ue-g aufgenommen wird, die die Auslösewiederholung angelassen hat. Durch diesen Erdimpuls wird erneut ein Auslöseimpuls gesendet. Wenn die Wiederholung der A. erfolgreich war, so wird die Anlaßerde abgetrennt und der Wähler bzw. das Wählerrelais wer-

den nach einem Durchlauf stillgesetzt. Andernfalls wird sog. »Prüfalarm« gegeben, wodurch das Personal veranlaßt wird, die Ue-k von Hand auszulösen und damit den gerufenen Teilnehmer freizuschalten. Durch Ziehen der Sperrtaste bei der betroffenen Ue-g wird die Anlaßerde abgetrennt und die Auslösewiederholung nach Vollendung eines bereits begonnenen Durchlaufs stillgesetzt. Die Gleichstromübertragungen (GUe-g) haben neuerdings auch eine allerdings vereinfachte Auslösewiederholung, bei der man ohne Schrittschaltwerk auskommt (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungssysteme und Schlußzeichen. *Altehage*

Ausnahmehauptanschluß ist ein → Einzelanschluß des öffentlichen → Fernsprechnetzes, dessen Hauptstelle nicht wie bei einem Regelhauptanschluß an eine Vermittlungsstelle des zuständigen → Ortsnetzes (das ist das Ortsnetz, dessen Bereich das Grundstück, auf dem sich die Hauptstelle befindet, umfaßt), sondern an die Vermittlungsstelle eines anderen Ortsnetzes angeschlossen ist (s. § 5 Abs. 3 der Fernsprechordnung [FeO]). A. werden nur zugelassen, wenn in dem zuständigen Ortsnetz kein ununterbrochener Fernsprechdienst verrichtet wird und der Antragsteller überzeugend nachweist, daß für ihn ein dringendes Bedürfnis nach ununterbrochenem Fernsprechdienst besteht und dieses Bedürfnis nur mit Hilfe eines A. befriedigt werden kann. Seitdem im Geltungsbereich der FeO überall ununterbrochener Fernsprechdienst besteht, wird für A. kein dringendes Bedürfnis mehr anerkannt. Soweit noch A. vorhanden sind, werden diese aufgehoben, sobald ihre Hauptstellen an die Ortsvermittlungsstellen der zuständigen Ortsnetze angeschlossen werden können. Das gilt jedoch nicht für ausländische Truppen, die aufgrund des Nordatlantikvertrages in der BRD stationiert sind. Diese können aufgrund des Stationierungsrechts nach wie vor A. beanspruchen, wenn dafür zwingende militärische Gründe bestehen und die Anträge auf Herstellung solcher Anschlüsse von hohen militärischen Kommandostellen ausgehen.

Die höchstzulässige Dämpfung für A. beträgt wie bei Regelhauptanschlüssen 1,2 Neper für die Sendebezugsdämpfung und 0,2 Neper für die Empfangsbezugsdämpfung. Können diese Werte im Rahmen der Regelbauweise, die für A. die gleiche ist wie für Fernleitungen entsprechender Länge, nicht eingehalten werden, so überläßt die DBP für A. im Rahmen des Möglichen und Zulässigen höherwertige Leitungen.

Ein A. gehört dem Ortsnetz an, an dessen Vermittlungsstelle die Hauptstelle angeschlossen ist.

Für A. wird ein Zuschlag zur monatlichen Grundgebühr erhoben, der für je 100 m der Luftlinienentfernung zwischen der Hauptstelle und der Vermittlungsstelle, an die diese angeschlossen ist, 1,50 DM beträgt. *Battermann*

Ausnahmenebenanschluß → Nebenanschluß.

Ausnahmequerverbindung → Querverbindung.

Ausnahmeverzonung. Sie ist eine Ausnahme von der Vorschrift, daß die Entfernung zwischen zwei Ortsnetzen (ON) in verschiedenen Knotenvermittlungsstellenbereichen nach der Entfernung der beiden Knotenvermittlungsstellen gerechnet wird. Vor der Einführung der heute gültigen Bereichsverzonung im Jahre 1953 bestand die sog. Feinverzonung, d. h. die Entfernung zählte unmittelbar zwischen den ON. Durch den Übergang zur Bereichsverzonung konnte bei entsprechender geographischer Lage die gebührenpflichtige Entfernung zwischen 2 ON bis zu 3 Zonen größer werden. Solche Härtefälle wurden durch die A. gemildert. Die Entfernungszone der A. liegt nur um 2 Zonen höher als die Zone, die zwischen den ON bei der früheren Feinverzonung gültig war. Es gibt in der BRD etwa 2200 Verkehrsbeziehungen mit A. Die meisten davon bestehen zwischen ON, die weniger als 10 km voneinander entfernt, deren Knotenvermittlungsstellen aber mehr als 25 km voneinander entfernt sind.

Ausnahmezeugnis → Sicherheitszeugnis.

Ausrüstungspflicht → Funkausrüstung der Schiffe.

Aussagesicherheit → statistische Sicherheit.

Ausschließung von der Benutzung von Fernmeldeanlagen → Zulassungszwang.

Ausschuß für Blitzableiterbau → Blitzschutzanlage.

Außenaufsicht → Aufsicht.

Aussendung, radiofrequente, liegt im Frequenzbereich Hertzscher Wellen, ist eine Ausstrahlung mit einer zu übertragenden Information, wobei die Information — Signal, Nachricht, Zeichen allgemein — der radiofrequenten Ausstrahlung durch Modulation aufgeprägt ist. Je nach Art der Nachricht, deren Frequenzumfang und der angewendeten Modulation wird von der Aussendung ein bestimmter radiofrequenter Bereich beansprucht. Die Aussendung wird daher durch die erforderliche → Bandbreite, Modulationsart, Übertragungsart und zusätzliche Merkmale, z. B. Einseitenbandverfahren, bestimmte Verfahren der Pulsmodulation gekennzeichnet. Neue vereinheitlichte, wesentlich erweiterte Kennzeichnung wurde auf der CCIR-Vollversammlung in Oslo 1966 vorgeschlagen. Danach wird empfohlen, zur Bezeichnung der Aussendung vier Symbolgruppen zu verwenden:

1. einen aus 3 Ziffern bestehenden Bandbreitenanzeiger, 2. einen Buchstaben zur Bezeichnung der Eigenschaften des Hauptträgers und der Art der Modulation dieses Trägers, 3. eine Ziffer zur Bezeichnung des Modulationssignales, das die Nachricht enthält. Für bestimmte Zwecke, z. B. Funkkontrollmeßdienst, kann dazu eine Zifferngruppe im Dezimalcode nach Tabelle angefügt werden, die die Signaleigenschaften kennzeichnet (→ Funkaussendung).

Literatur: Règlement des Radiocommunications. VO-Funk, Ausgabe Genf 1959, Bundesdruckerei — CCIR-Empfehlung 432 der XI. Vollversammlung Oslo 1966, Genf 1967.

Aussendungen, unerwünschte sind Aussendungen außerhalb der notwendigen Bandbreite. Sie umfassen Harmonische, Störschwingungen und Intermodula-

tionsprodukte. Harmonische werden durch Filter unterdrückt und Störschwingungen durch → Neutralisation vermieden. Intermodulationsprodukte sind Mischprodukte zwischen den Frequenzen der gewünschten Aussendung mit anderen Frequenzen desselben Senders oder mit den Frequenzen anderer Sender. Man unterscheidet daher zwischen sendereigenen und senderfremden Intermodulationsprodukten. Sendereigene I. entstehen besonders bei der Aufbereitung der Steuerfrequenz des Senders, z. B. dann, wenn die Nutzmodulation in einem ZF-Bereich vorgenommen wird und die ausgestrahlte Senderfrequenz, die Radiofrequenz, mit Hilfe von → Frequenzumsetzung gebildet wird. Die bei der Umsetzung unerwünschten nicht völlig unterdrückten Kombinationsfrequenzen stellen hier die Intermodulationsprodukte dar. Senderfremde Intermodulationsprodukte entstehen durch Einwirkung eines anderen Senders. Diese können als Kombinationsschwingungen aus den Frequenzen der intermodulierenden Schwingungen durch Einstrahlung oder unerwünschte Kopplung auf eine Senderstufe von geringer Leistung unter Mitwirkung eines nichtlinearen Übertragungsgliedes, Modulator, Umsetzer, Frequenzvervielfacher oder dgl. auftreten. Unerwünschte Aussendungen liegen außerhalb des Frequenzbandes, das von der gewollten Aussendung eingenommen wird. Unerwünschte Aussendungen sind zu unterdrücken, um Störungen der Aussendungen anderer Stationen zu vermeiden.

Literatur: CCIR-Empfehlung 329 der XI. Vollversammlung Oslo, 1966. Genf 1967.

Prokott

Außenkabel nach VDE 0816. 6. 64 hauptsächlich zum Verbinden fernmeldetechnischer Einrichtungen in getrenntliegenden Gebäuden (im Gegensatz zu → Aufteilungskabel, Installations- und Schaltkabel → isolierte Leitungen und Kabel f. Fernmeldeanlagen); nur zum ortsfesten Verlegen geeignet im Erdreich als → Erdkabel oder Röhrenkabel oder im Freien oberirdisch an Außenwänden von Gebäuden oder durch die Luft, z. B. als → Luftkabel oder in Binnengewässern geringer Tiefe, z. B. als → Flußkabel. Nach technischen Anforderungen unterschieden nach: Signal- und Meßkabel (z. B. Eisenbahn-Signalkabel, Kabel für Rufanlagen, Fernmeßkabel), Fernsprechkabel als Teilnehmerkabel (z. B. Anschlußkabel der DBP, Bahnhofsfernmeldekabel), Fernsprechkabel für größere Entfernungen (z. B. Ortsverbindungskabel und Bezirkskabel der DBP, Streckenfernmeldekabel der Eisenbahn), Signal- und Fernsprechkabel für Bergwerke unter Tage (z. B. Grubenkabel, Gruben-Geräte-Anschlußkabel, Schachtkabel). Die DBP rechnet zu den Außenkabeln auch die Fernkabel.

Mechanische Eigenschaften der A.:

Forderung	Eigenschaft
Leichte Transport-, Verlege- und Montagemöglichkeit	Mantel: Geringes Gewicht, niedriger Reibungskoeffizient gegen Einziehrohr
	Seele: Einfacher Erkennungscode leichte Absolierbarkeit der Adern
Sicheres Betriebsverhalten	Mantel: Korrosionsfestigkeit Kerbschlagfestigkeit geringe Permeation von Wasserdampf
	Seele: Geringe Feuchtigkeitsaufnahme der Isolierung

Knebel

Außenkasten → Pupinspulenbehälter.

Außenleiter → Seekabelaufbau.

Außennebenstelle → Nebenstelle.

Außenstrom in einer Fernmeldeleitung ist Strom, der aus fremden stromführenden Teilen in eine Fernmeldeleitung übertritt. A. kann vor allem in asymmetrischen Anschlußleitungen bei großer Stärke betriebsstörend wirken. Zum Messen werden wegen ihres geringen Eigenverbrauchs und der damit verbundenen Meßgenauigkeit Drehspulmeßgeräte (Galvanometer) verwendet. Die A. verursachen eine unerwünschte Abweichung des Meßwerkzeigers vom eigentlichen Meßwert auch dann, wenn bei → Isolationsmessungen das Meßgerät nicht über die Meßbatterie, sondern unmittelbar geerdet ist. Beim Messen des → Leitungswiderstandes gleicht man in der Regel auf die durch den A. verursachte Ablenkung, den »falschen Nullpunkt«, ab. Der A. tritt an der Fehlerquelle ein und wirkt negativ oder positiv zur Meßspannung. Da das Drehspulmeßgerät sich nur für Gleichstrommessungen eignet (sofern es nicht für Wechselstrommessungen zusätzlich mit Gleichrichtern in Graetzschaltung bestückt ist, diese weitere Messungen aber nachteilig beeinflußt), sind die erforderlichen → Meßgeräte und die → Prüftische mit elektrodynamischen Meßwerken ausgerüstet. Die Meßgenauigkeit ist hierbei durch Spannungskonstanthalter verbessert worden.

Außerbandmeßkanal → Rauschklirrmeßverfahren.

Außerbandzeichengabe → Zeichenübermittlung.

äußerer Photoeffekt → Photoeffekt.

außereuropäischer Vorschriftenbereich → Europäischer Vorschriftenbereich.

außerordentliche Komponente → ionosphärische Brechung.

Ausstattungsvorschriften für Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Für die Vermittlungseinrichtungen von Nebenstellenanlagen und die Reihenanlagen sind die einzelnen Leistungsmerkmale in der »Regel- und Ergänzungsausstattung« der Beilage 5 zu den »Technischen Verwaltungsanweisungen« der Fernsprechordnung (ADA VI, 3 A) festgelegt. Zur Regelausstattung gehören bestimmte Einrichtungen, die bei den einzelnen Anlagen vorhanden sein müssen, z. B. Einrichtungen für → Rückfrage und selbsttätiges → Umlegen bei Amtsverbindungen in Wähl-Nebenstellenanlagen sowie → Aufschalten auf bestimmte Verbindungen, Einzelnachtschaltung

(→ Nachtschaltung), → Gestörtschaltung, → Hausanschluß, → Innenverbindung, → Gleichrichtergerät. Die Nebenstellenanlagen können darüber hinaus mit den zugelassenen Einrichtungen auf Wunsch des Teilnehmers ausgestattet werden. Dabei wird zwischen der Ergänzungsausstattung einer bestimmten Anlage und der allgemein verwendbaren Ergänzungsausstattung unterschieden. Beispiele für Ergänzungsausstattung sind: → Anrufwiederholer, → Direktruf, → Gebührenerfassungseinrichtung, → Hinweisleitung, → Meldeleitung, → Sperreinrichtung für bestimmte Verbindungen, → Vielfachschaltung und → Zweiernebenanschluß. In Nebenstellenanlagen sind im Rahmen der Vorschriften auch private → Sondereinrichtungen und bei den Sprechstellen auch private → Zusatzeinrichtungen zulässig.

Die A. regeln keine technischen Ausführungsformen, sondern nur Leistungsmerkmale. Sie ermöglichen eine sinnvolle Fertigung zu günstigen Herstellerkosten und Gebühren. Da Änderungen der A. von der DBP nach Fühlungnahme mit der Fachabteilung »Fernsprech-Nebenstellenanlagen« des Zentralverbandes der Elektrotechnischen Industrie festgelegt werden, wird die Fortentwicklung der technischen Einrichtungen im Ordnungssystem der A. berücksichtigt. In den A. der Beilage 5 der ADA VI, 3 A werden bei den verschiedenen Nebenstellenanlagen allgemeine Wendungen, wie» kann fehlen«, gebraucht.

Diese Wendungen bedeuten im einzelnen:

»kann fehlen« bedeutet, daß dieses Leistungsmerkmal nicht erfüllt zu sein braucht; »kann unwirksam gemacht werden« bedeutet, daß das angeführte Leistungsmerkmal zwar vorhanden sein muß, aber auf Wunsch des Teilnehmers vom Hersteller unwirksam gemacht, später auch von ihm wieder wirksam gemacht werden kann; »braucht nicht einrichtbar zu sein« bedeutet, daß es Ermessenssache des Fertigers ist, die Voraussetzungen für die Erfüllung des Leistungsmerkmales vorzusehen.

Die Vorschriften für die Gestaltung der Nebenstellenanlagen werden durch die »Technischen Verwaltungsanweisungen« zur Fernsprechordnung und die »Technischen Bedingungen für private Nebenstellenanlagen« ergänzt; hierbei handelt es sich meist um allgemeine Bestimmungen für alle bzw. für bestimmte Gruppen von Nebenstellenanlagen. *Paul*

Aussteuerung. Von Übertragungssystemen wird verlangt, daß sie im Übertragungsbereich linear sind, d. h., zwischen der Eingangs- und Ausgangsgröße (z. B. Eingangsspannung und Ausgangsspannung) muß ein linearer Zusammenhang bestehen. Nichtlinearitäten, die z. B. durch Eigenschaften der verwendeten Bauelemente hervorgerufen werden, lassen sich weitgehend durch besondere Schaltungsmaßnahmen (→ Gegenkopplung) unterdrücken. Um die erwünschte Linearität im Übertragungsbereich zu erhalten, darf ferner das Nutzsignal einen oberen Grenzwert nicht überschreiten; wird dieser Grenzwert nicht eingehalten, geht der lineare Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Ausgangsspannung verloren und nichtlineare Verzerrungen machen sich störend bemerkbar. Der Bereich, innerhalb dessen die Linearität eingehalten wird, ist der sog. Aussteuerbereich. Derjenige obere Grenzwert des Aussteuerbereichs, bis zu dem das Übertragungssystem »ausgesteuert« werden darf, ohne daß dabei die nichtlinearen Verzerrungen gewisse Werte überschreiten, wird als Aussteuerungsgrenze bezeichnet. Es versteht sich von selbst, daß die A. vom Übertragungssystem und von den Eigenschaften des übertragenen Signals, vor allem von dessen Leistung, abhängig ist.

Für Übertragungssysteme, die in der Lage sein müssen, Signale unterschiedlicher Leistung (z. B. Sprech- und WT-Signale) zu übertragen — dies trifft für TF-Systeme zu —, wird im allgemeinen von der zulässigen Sprechbelastung ausgegangen. Diese bestimmt die Aussteuerungsgrenze, nach der sich die Belegung des Übertragungssystems mit anderen Signalen zu richten hat.

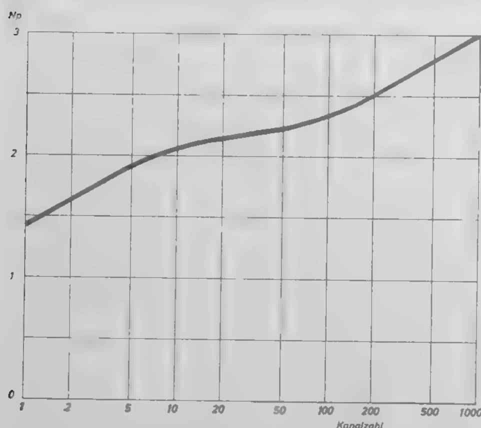
Die A. und damit die Sprechbelastung, allgemeiner die Systembelastung, ist vor allem für TF-Übertragungssysteme wichtig, da diese Systeme wegen ihrer hohen Kanalzahl gegenüber Überschreitungen der Systembelastung und damit der A. viel empfindlicher reagieren als Einkanal-Übertragungssysteme. Das CCITT hat in seinen Empfehlungen (G 223) die drei kennzeichnenden Belastungsgrößen (mittlere Leistung in einem Sprechkanal, konventionelle Belastung bei n Kanälen und äquivalente Spitzenleistung bei n Kanälen) definiert. In dieser Empfehlung findet sich auch die Definition für die A. eines Verstärkers.

Literatur: Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung; Springer Verlag 1966, S. 255 ff. *Irmer*

Aussteuerungsgrenze von TF-Geräten. Um eine Übersteuerung von TF-Verstärkern zu vermeiden, darf der relative Kanalsendepegel Höchstwerte, die von der Kanalzahl des jeweiligen TF-Systems abhängen, nicht überschreiten. Diese ergeben sich nach F. Ring und W. Zerbel aus folgender Überlegung:

Nach einer Empfehlung des CCITT soll ein TF-Verstärker eine Leistung von 600 mW abgeben können. Diese Leistung entspricht einem absoluten Pegel von +3,2 Npm. Die Aussteuerungsgrenze, die von der Nennleistung der Röhre, das ist die mit einer Meßröhre gemessene Leistung, ausgeht, muß bei Betriebsverstärkern um 0,3 Np erniedrigt werden, da bei diesen die Ausgangsleistung, z. B. durch Alterung der Röhre, im Rahmen der zulässigen Toleranz kleiner als die Nennleistung sein kann. Ebenso führen Pegelschwankungen zu einem weiteren Abschlag von 0,1 Np. Außerdem sind Anpassungsschwierigkeiten am Ausgang des TF-Verstärkers bei hohen Frequenzen (>100 kHz) zu berücksichtigen. Durch sie wird die betrieblich zulässige Aussteuerungsgrenze nochmals um $(^1/_2)\ \ln\,(f_2/100\ \text{kHz})$ Np herabgesetzt. Hierin ist f_2 die obere Eckfrequenz des TF-Frequenzbandes. Der notwendige Abstand des Kanalsendepegels von der Aussteuerungsgrenze wurde experimentell von Holbrook und Dixon untersucht. Das Ergebnis dieser

Untersuchung ist im Bild dargestellt. Der Unterschied zwischen der betrieblich zulässigen Aussteuerungsgrenze und dem Abstand des Kanalsendepegels



Abstand der Aussteuerungsgrenze vom relativen Kanalsendepegel.

von dieser Aussteuerungsgrenze ergibt dann den zulässigen relativen Kanalsendepegel. Die folgende, aus der Arbeit von F. Ring und W. Zerbel stammende Tabelle zeigt einige Beispiele.

Kanalzahl	Höchste Frequenz in kHz	Betrieblich zulässige Aussteuerungsgrenze in Npm	Abstand des Kanalpegels von der Aussteuerungsgrenze nach Holbrook-Dixon in Np	Zulässiger relativer Kanalsendepegel in Np
12	60	+ 2,80	2,05	+ 0,7
24	120	+ 2,70	2,15	+ 0,5
48	240	+ 2,36	2,20	+ 0,2
60	300	+ 2,25	2,25	0

Literatur: F. Ring und W. Zerbel, Die Reichweite von Trägerfrequenzsystemen. FTZ 3 (1950), S. 377—384 — B. D. Holbrook und J. T. Dixon, Load rating theory for multichannel amplifiers. Bell Syst. Techn. J. 18 (1939), S. 624—644. *Haak*

Aussteuerungskoeffizient oder **Modulationsgrad** → Modulation 1.1.1.

Aussteuerungsmesser. Die Güte einer elektro-akustisch übertragenen Darbietung ist abhängig vom Frequenzumfang, der Verzerrungsfreiheit und der Dynamik, deren natürlicher Bereich auf technisch übertragbare Werte komprimiert werden muß.

Diese Aufgabe nimmt der Tonmeister über entsprechende Regeleinrichtungen wahr. Als Überwachungsgerät dient der Aussteuerungsmesser, von dem heute zwei Arten verwendet werden.

1. Der A. als »Spitzenspannungsmesser« mit annähernd logarithmischer Skale wird in der Hauptsache als Meßgerät für die Aussteuerungsregelung bei Tonübertragungen und zur Überwachung von Sendern eingesetzt. Seine Skale umfaßt einen Amplitudenbereich von 1 : 300. Zur Anzeige dient ein großes Lichtzeigerinstrument mit sehr kurzer Einstellzeit. Spannungsspitzen bis herab zu 10 ms Dauer werden praktisch fehlerfrei angezeigt. Die kleine Integrationszeit ist nötig, um auch kurzzeitige Übersteuerungen von Verstärkern und Sendern zu vermeiden, durch die die Qualität der Übertragung gemindert oder auch Nachbarkanäle gestört werden könnten. Die relativ lange Rücklaufzeit von 0,75 oder 1,5 Sek. ermöglicht eine bequeme und ermüdungsfreie Ablesung. Bei gleichmäßigem Rücklauf sind die Geräte auch gut geeignet zur Überwachung von Stereo-Programmen.

2. Der A. als »Volumenmesser« hat eine Integrationszeit von 100 bis 200 ms. Das Volumen wird mit einer Eichleitung derart eingeregelt, daß der maximale Zeigerausschlag am Instrument eine Bezugsmarke — beim »vu-meter« als 0 vu (volume unit) oder 100% bezeichnet — nicht überschreitet. Die Streuung der Anzeige, abhängig von der Art des Programmes, ist ein gewisser Nachteil des Volumenmessers ebenso wie der relativ kleine Skalenbereich und das unbequeme und ermüdende Ablesen, hervorgerufen durch gleichlange Einstell- und Rücklaufzeiten.

Literatur: CCITT Rotbuch, Bd. V, S. 122 und S. 428 — K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik (1962) — ATM, V 3719-9 (Februar 1963) — DIN 45406 (November 1966). *Schittko*

Ausstrahlung, Abgabe von radiofrequenter Energie an den freien Raum.

Austastsignal. Das aus Horizontal- und Vertikal-Austastimpulsen zusammengesetzte Signal. Kurzbenennung: A-Signal.

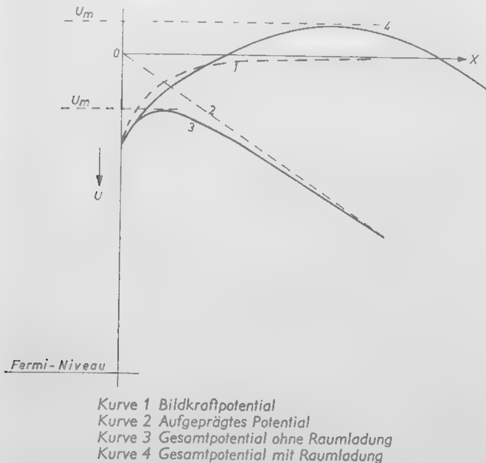
Austastwert. Der gemeinsame Bezugswert für den Schwarzwert, Weißwert und Synchronwert im Signalgemisch (→ Fernsehnorm).

Austauschleitung → Richtfunk-Grundleitung, → Ton-Fernsehleitungsnetz.

Austrittsarbeit → Metall-Halbleiterkontakte.

Austrittspotentialminimum. Das Potential, das ein Elektron für den Austritt aus einem Metall nach Verlassen der Oberfläche überwinden muß, setzt sich an einem Ort der Entladungsstrecke aus dem Bildkraftpotential, dem äußeren Potential durch die wirksamen Elektrodenspannungen und der Veränderung dieses äußeren Potentials infolge der Raumladung der Elektronen zusammen. Die Bildkraft ist die Kraft, mit der ein Leiter ein Elektron, das aus dem Leiter herausgerissen wurde, zurückzuziehen sucht. Die drei charakteristischen Potentialzustände vor einer Kathode sind: 1. kein äußeres Potential und keine Raumladung, 2. große Absaugfeldstärke und Vernachlässigung der Raumladung, 3. kleine Absaugfeldstärke und Raumladung vor der Kathode. Im Bild zeigt die Kurve 1 das Bildkraftpotential als Funktion des Abstandes x von der Kathodenoberfläche. In der Physik wird das Potential vom Fermi-Niveau in Richtung auf den Austritt positiv gezählt. Das Fermi-Niveau ist das oberste Energieniveau der Elektronen in einem metallischen Leiter bei der Kelvintemperatur null. Für die feldfreie thermische oder photoelektrische Emission (→ thermische Elektronenemission) müßte das Elektron vom Fermi-Niveau auf das Potential der Oberfläche angehoben

und dann längs der Kurve 1 bis zum Punkt unendlich gebracht werden. Die Arbeit, die das Elektron vom Fermi-Niveau aus für die feldfreie thermische oder photoelektrische Emission zu leisten hat, wird als Austrittsarbeit bezeichnet, der Quotient aus der Austrittsarbeit und dem Betrag der Elementarladung als Austrittsspannung. Wirkt vor der



Kurve 1 Bildkraftpotential
Kurve 2 Aufgeprägtes Potential
Kurve 3 Gesamtpotential ohne Raumladung
Kurve 4 Gesamtpotential mit Raumladung

Für den Elektronenaustritt zu überwindendes Potential U.

Kathode eine äußere Absaugfeldstärke, (Kurve 2) dann übersteigen oder durchdringen die Elektronen dagegen einen Potentialwall (Kurve 3). In Röhren wird das Potential U auf das äußere Potential der Kathode bezogen und über das Vorzeichen so verfügt, daß das Potential des Fermi-Niveaus in bezug auf das äußere Kathodenpotential (Potential der Oberfläche) positiv ist. Das niedrigste Potential einer Entladungsstrecke vor der Kathode, das ein Elektron bei Berücksichtigung des Bildkraftpotentials bei dem Austritt überwinden muß, ist dann als A. zu bezeichnen (U_m). Bei der relativ hohen Absaugfeldstärke im Falle der Kurve 3 ist das A. positiv, bei Überwiegen der Raumladung (→ Raumladungsstrom) dagegen negativ (Kurve 4). Bei der feldfreien Emission würde es den Wert null erreichen und von der Kathode beliebig weit entfernt liegen. Das positive A. verursacht eine Zunahme der thermischen oder photoelektrischen Elektronenemission gegenüber der feldfreien Emission (Schottky-Effekt), denn es wirkt wie eine scheinbare Verkleinerung der Austrittsspannung. Zahlenwertgleichung für das positive A. in V: $U_m = 3{,}79 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{E}$. E ist die Absaugfeldstärke in V/cm. Ungleiche Austrittsspannungen zweier Elektroden, z. B. der Kathode und der Anode, bewirken die Kontaktspannung einer Elektrode, die gleich der Differenz der Austrittsspannungen der Kathode und der Elektrode ist. Die Kontaktspannung ist zur Batteriespannung zu addieren, um die wirksame Elektrodenspannung zu erhalten.

Literatur: Herrmann und Wagener, Die Oxydkathode, Bd. 1 und 2, Barth, Leipzig 1948/50 — Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main 1955.

Schnitger

Austrittsspannung → Austrittspotentialminimum.

Auswahlsystem → Matrizenspeicher.

Auswechslungsstelle → Telegrafenwählnetz.

Auswechslung von Teilnehmereinrichtungen. Teilnehmereinrichtungen (Tlne) können, wenn nach dem Ermessen der DBP ein Bedürfnis besteht, ausgewechselt werden (§ 17 Fernsprechordnung). Die A. ist z. B. notwendig, wenn durch die Störungsanfälligkeit der Tlne die ordnungsgemäße Betriebsabwicklung in Frage gestellt würde. Dem Teilnehmer werden für jede A. die bestimmungsgemäßen Änderungsgebühren und ggf. Kosten angerechnet. Bei A. einer posteigenen Nebenstellenanlage auf Antrag des Teilnehmers beginnt für die neue Teilnehmereinrichtung eine neue Mindestüberlassungsdauer.

Auswerteschaltfeld → Umwerter.

Autoalarmgerät → Funkausrüstung der Schiffe.

Autoempfänger sind Geräte für den Rundfunkempfang im Kraftfahrzeug. Während früher bei röhrenbestückten A. Wechselrichter bzw. Zerhacker zur Erzeugung der Betriebsspannung notwendig waren, ist der Aufbau des A. von transistorisierten Geräten unkomplizierter und betriebssicherer geworden, da die Empfänger unmittelbar aus der Autobatterie gespeist werden können. Die Empfangsbedingungen sind wegen des beweglichen Betriebes sehr viel schwieriger als bei stationären Anlagen. Daher müssen sehr hohe Forderungen an die Empfindlichkeit, Schwundreglung, Störunterdrückung und Ausgangsleistung gestellt werden. Um die Sendereinstellung während der Fahrt zu erleichtern, sind die A. z. T. mit mehreren Stationstasten ausgerüstet. Mit Hilfe der Tasten und einer mechanisch oder elektrisch auf die Abstimmung einwirkenden Vorrichtung werden die Sender fest eingestellt und können durch Einschalten der Tasten jederzeit wieder gewählt werden. Einen noch größeren Bedienungskomfort bieten Empfänger mit Suchlaufautomatik: der gewählte Wellenbereich wird automatisch durch Antippen einer Starttaste durchgestimmt. Der Abstimmvorgang wird bei dem ersten empfangswürdigen Sender, dessen Feldstärke am Empfangsort eine einwandfreie Wiedergabe sichert, beendet. Ein wiederholtes Antippen der Starttaste stimmt dann automatisch den frequenznächsten Sender ab. Ist der Wellenbereich ganz durchgestimmt, so beginnt der Abstimmvorgang von neuem. Der Suchlauf erfolgt entweder über mech. Antriebsmittel (z. B. Hubmagnet mit Federwerk) oder auch auf elektronischem Wege ohne mechanisch bewegte Teile.

Neben dem A., der fest im Armaturenbrett eingebaut ist, gibt es den kombinierten Empfänger, der wahlweise als Kofferempfänger und A. verwendet werden kann. Dieses Gerät findet im Kraftfahrzeug seinen Platz unterhalb des Armaturenbretts in einer Autohalterung, mit Hilfe der das Gerät befestigt wird. Beim Einschieben des Empfängers in die Halterung

werden die elektr. Verbindungen zur Autobatterie und zur Autoantenne hergestellt. Vorteil: Das Gerät ist mit wenigen Handgriffen aus der Halterung gelöst und kann als Heim- oder Reiseempfänger verwendet werden.

Literatur: E. H. Manzke, Autoempfänger, Franzis-Verlag, München, 1966 — F. Franke, Gedanken zum Universalempfänger »Bajazzo TS«, Funktechnik 18 (1963), Heft 8 — H. Schurath, Selbsttätige Senderwahl, ETZ-B 1955, S. 278–281. *Franke*

Autohalterung → Autoempfänger.

Autokorrelations-Vocoder → Vocoder.

Automatiksender. Ein A. läßt sich durch Fernbedienung und Fernüberwachung unbemannt betreiben. Hierbei wird er von einer zentralen Stelle aus z. B. durch elektrische Kommandos über eine Steuerleitung ein- oder ausgeschaltet. Bei Kurzwellensendern für kommerzielle Zwecke oder Rundfunkdienste, die täglich häufigen Frequenzwechsel erfordern, ermöglichen automatische Abstimmeinrichtungen einen sehr schnellen Frequenzwechsel von höchstens 30 sec Dauer → Abstimmautomatik.

Automation. Technische Methode der automatischen Produktion von Gütern oder der automatischen Verarbeitung von Daten und Informationen. Als Produktionsmethode zielt die A. darauf ab, die Bedienung, Steuerung und Überwachung von Maschinen und die Kontrolle der Produkte durch Maschinen zu ersetzen, so daß von Anfang bis zum Ende eines Produktionsvorgangs kein menschlicher Eingriff nötig ist. Als Methode der Betriebsführung hat die A. zum Ziel, menschliche Arbeit bei der Übermittlung, Buchung, Statistik und Kontrolle von betrieblichen oder administrativen Informationen zu ersetzen. Kennzeichnend für die A. ist die Integrierung von Einzelprozessen in einen Gesamtprozeß derart, daß z. B. automatisierte Maschinen durch Mechanisierung des Transports (Transferstraßen) gekoppelt und von elektronischen Geräten selbsttätig gesteuert und kontrolliert werden. Theoretische Grundlage der A. ist die Kybernetik, die in mathematischer Formulierung die Gesetzmäßigkeiten automatischer Regelungsvorgänge sowohl bei technischen Gebilden als auch bei lebenden Organismen beschreibt, sofern die Regelung auf Kommunikation (Nachrichtenübertragung und -verarbeitung) mit der umgebenden Welt beruht.

Literatur: F. Pollock, Automation, Frankfurt am Main 1964 — H. Schachtschabel, Automation in Wirtschaft und Gesellschaft, Hamburg 1961 — K. Steinbuch, Automat und Mensch, Berlin 1965.

Automation an Bord von Schiffen. Ziel der A. ist, Personal einzusparen und die Maschinenanlage schneller und schonender zu bedienen. Je nach Umfang der A. und der Entscheidung der Seeberufsgenossenschaft können 25 bis 40 v. H. Personal eingespart werden. Der Mehraufwand für die A. beträgt bei normalen Frachtschiffen und Tankern etwa 1 Mio. DM. Beginn der A. 1916 mit dem Einbau des ersten Selbststeuerers an Bord. Bei der Teil-A. sind Leitstand bzw. Maschinenraum für die Überwachung besetzt, die Hauptmaschine wird von der Brücke ferngesteuert. Beim Tagwachenschiff sind Leitstand bzw. Maschinenraum nur am Tage für Überwachung, Wartung und Pflege und bei Störungen der A. besetzt. Das erfordert eine Fernsteuerung der Hauptmaschine von technisch nicht ausgebildetem Personal und selbständigen Betrieb aller Hilfsmaschinen und -einrichtungen. Darüber hinaus wird der gesamte Maschinenbetrieb des Schiffes von einer Meßwertverarbeitungsanlage überwacht. Überschreiten von vorgegebenen Grenzwerten führt zum Ausdruck der Störung durch den Störwertdrucker und ggf. zum Alarm, Vermindern der Maschinenleistung oder Abstellen der Maschine. Außerdem werden stündlich oder nach einem anderen Zyklus alle interessierenden Meßwerte aufgezeichnet. Es ist möglich, die wichtigen Daten über Funk der Reederei zu übermitteln, wo sie von einem Elektronenrechner ausgewertet werden. Wird dieser Rechner an Bord untergebracht, so kann er für Navigations- und Stabilitätsrechnungen sowie für die Ladungsverteilung mit eingesetzt werden. Der Kommandodrucker, der die gegebenen Maschinenbefehle und deren Ausführung mit Datum und Uhrzeit ausdruckt, gehört zur A., ebenso die automatisierte Stromversorgung, bei der die Diesel- oder Turbogeneratoren lastabhängig zu- und abgesetzt werden. *Gelpke*

automatische Fehlerkorrektur bei Funk-Fernschreibsystemen → ARQ-System.

automatische Meß-Übertragung (AMeßUe). Sie ersetzt bei manuellen Messungen der übertragungstechnischen Eigenschaften von Leitungen des Selbstwählferndienstes (SWFD) einen → Meßplatz 52 oder 62 in der fernen Gegenstelle und kann in Verbindung mit einem Meßautomaten, der die Aufgabe des »direktor« übernimmt, als »responder« arbeiten. Sie gestattet die Messungen der Geräuschspannung und der Restdämpfungen an 2Dr- und 4Dr-Leitungen (Ltg) sowie der Gabelübergangsdämpfung ($a_{ü}$) im Kurzschluß-Leerlauf-Verfahren bei 4drähtiger Durchschaltung von 2Dr-Leitungen. Die Messungen können sowohl mit einzelnen Frequenzen als auch im Wobbelbetrieb ausgeführt werden. Entsprechend den Einsatzaufgaben sind 6 Typen der AMeßUe entwickelt worden.

1. AMeßUe 4Dr
2. AMeßUe D 4Dr (Durchgang)
3. AMeßUe 2Dr
4. AMeßUe D 2Dr (Durchgang)
5. AMeßUe E
6. AMeßUe Ev (vereinfacht)

Mit diesen 6 Typen können z. B. von einer Hauptvermittlungsstelle (HVSt) aus die Leitungsbündel des SWFD in beiden Richtungen bis zur Endvermittlungsstelle (EVSt) und Querleitungen (Ql) übertragungstechnisch gemessen werden, ohne daß in Gegen- oder Zwischenstellen Personal oder zusätzliche Meßgeräte in Anspruch genommen werden müssen. Bei diesen Messungen sind allerdings in einigen Fällen Hilfsleitungen notwendig, die für die Übertragung der Steuersignale zur AMeßUe und der Meßergebnisse von der AMeßUe zum Meßplatz bzw. Meßautomaten benötigt werden. Die durch die AMeßUe gebotenen Meßmöglichkeiten ergeben sich aus Bild 1.

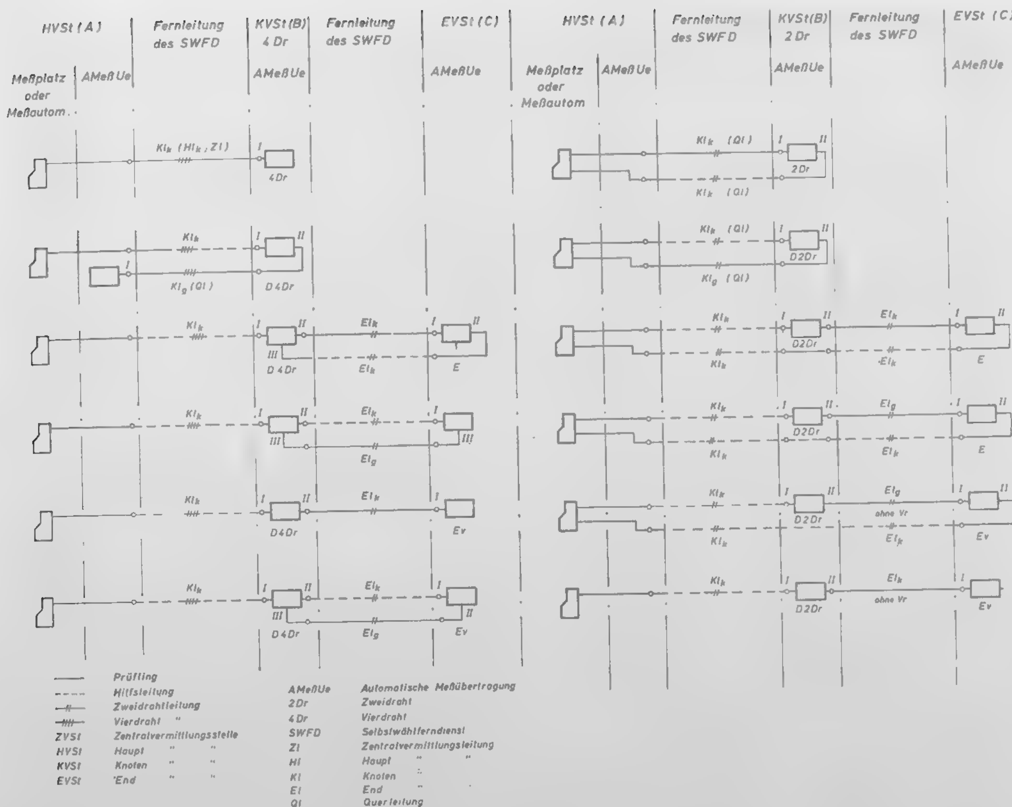


Bild 1.

Für die Messung einer Leitung wird die AMeßUe vom Meßplatz bzw. Meßautomaten mit Impulswahl über I. und II. Zugangswähler (ZW), die zu messende Leitung, den Ferngruppenwähler (Schritt 11) und Einrichtungen des SWFD - Prüfnetzes angesteuert (Bild 2). Die notwendigen Schaltungen für die einzelnen Meßaufgaben werden sowohl in der AMeßUe als auch im Meßplatz durch Meßgangziffern vom Meßplatz aus eingestellt. Die in der AMeßUe gewonnenen Meßergebnisse werden über den Prüfling und/oder eine Hilfsleitung zum Meßplatz bzw. Meßautomaten gesendet. Dabei wird nicht eine Wechselspannung übertragen, deren Amplitude dem gemessenen Pegel entspricht, sondern eine Wechselspannung, deren Frequenz dem gemessenen Pegel analog ist. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die Meßergebnisse unbeeinflußt von der Dämpfung des Übertragungsweges bleiben und daß es einen geringen Aufwand erfordert. Zur Erfüllung ihrer Aufgabe enthält die AMeßUe neben einer Steuereinrichtung einen Geräuschspannungsmesser, einen Pegelmesser (ohne Anzeigeteil), einen Regelverstärker, der empfangene Meßsignale auf konstanten Ausgangspegel bringt, einen Spannungs-Frequenz-(U/f-)Umsetzer und einen 600-Ohm-Widerstand zum Abschluß der Leitung bei Geräuschspannungsmessungen sowie bei Bedarf einen → Kurzschluß-Leerlaufschalter für Nachbildzwecke.

Die Arbeitsweise der AMeßUe wird am Beispiel einer 4Dr-Ltg erläutert (Bild 2). Nach Erreichen der Einrichtung möge zuerst die Geräuschspannung in beiden Sprechrichtungen (A–B und B–A) gemessen werden. Bei Messung der Richtung A–B werden durch die Meßgangziffer folgende Schaltungen ausgeführt:

Abschluß von A–B in A (Meßplatz) mit 600 Ohm, Anschalten des Geräuschspannungsmessers in B an den Ausgang von A–B, Verbinden des Ausgangs des Geräuschspannungsmessers mit dem Eingang des U/f-Umsetzers, Anschalten des Ausgangs des U/f-Umsetzers an die Sprechrichtung B–A, Anschalten eines Frequenz-Spannungs-(f/U-)Umsetzers in A (Meßplatz) an den Ausgang der Leitung, Verbinden des Ausgangs des f/U-Umsetzers mit dem Anzeigeteil des Geräuschspannungsmessers im Meßplatz. Bei

Messung der Sprechrichtung B–A wird durch die entsprechende Meßgangziffer die Leitung in B (AMeßUe) mit 600 Ohm abgeschlossen und in A der Geräuschspannungsmesser des Meßplatzes direkt an den Ausgang B–A gelegt und das Ergebnis von ihm zur Anzeige gebracht.

Soll die Restdämpfung der 4 Dr-Ltg gemessen werden, dann wird bei Messung der Sprechrichtung A–B durch die entsprechende Meßgangziffer in A (Meßplatz) der Wobbelsender des → Pegelbildgerätes an den Eingang von A–B und in B an den Ausgang der Leitung der Eingang des Pegelmessers gelegt. Weiterhin wird der Ausgang des Pegelmessers unter Zwischenschaltung von U/f auf den Eingang der Sprechrichtung B–A geschaltet. In A wird im Meßplatz der Ausgang der tung A–B auf einen konstanten Ausgangspegel von —4dBm gebracht und als Meßsignal für die Richtung B–A benutzt. Das Meßergebnis wird in diesem Falle direkt vom Pegelbildgerät angezeigt.

Der hier erwähnte Meßautomat (AMeßE) befindet sich z. Z. in der Entwicklung und wird voraussichtlich ab 1974 zur Verfügung stehen. Mit ihm werden sich Geräuschspannungs-, Dämpfungs- (bei einzelnen Frequenzen) und $a_ü$-Messungen durchführen lassen. Die Meßergebnisse werden aber bei Überschreiten vorgegebener Toleranzen ausgedruckt werden. Für statistische Zwecke wird dieser Meßautomat alle Meßwerte ausdrucken und zur Weiterverarbeitung in einem Rechner gleich in einem Streifen ablochen können. *Wystrach*

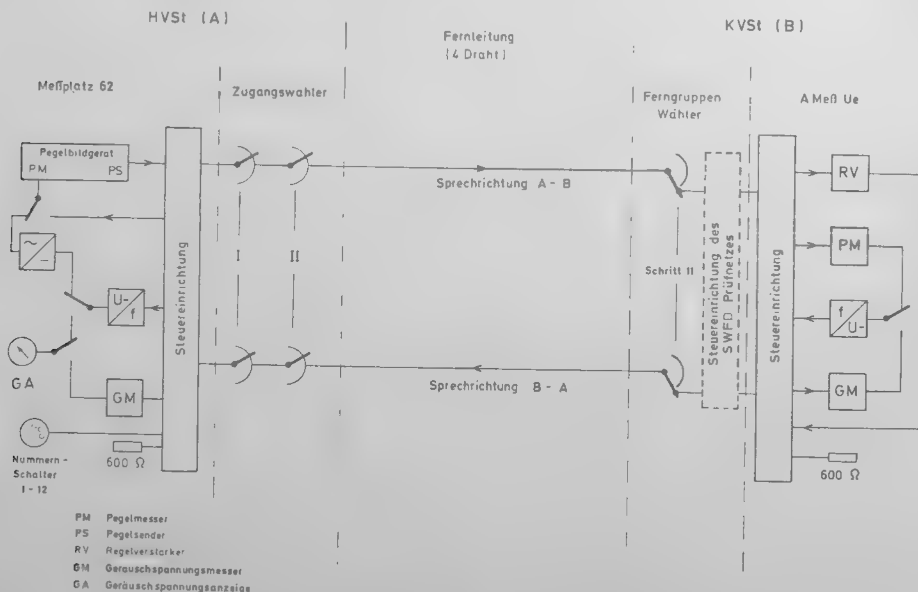


Bild 2. Blockschaltbild für die Messung einer 4 Dr-Leitung mit Meßplatz 62 und A Meß Ue.

Sprechrichtung B–A über f/U und einen nachfolgenden Gleich-Wechselspannungsumformer mit dem Eingang des Empfängers des Pegelbildgerätes verbunden und die an den Pegelmesser in der AMeßUe gewonnenen Meßergebnisse auf dem Bildschirm des Pegelbildgerätes angezeigt. Bei der Messung der Dämpfung in Richtung B–A wird durch die Meßgangziffer in der AMeßUe in B anstelle des Pegelmessers und des U/f-Umsetzers der Regelverstärker mit seinem Eingang an den Ausgang von A–B und mit seinem Ausgang an den Eingang von B–A gelegt. Im Meßplatz in A wird der Pegelsender des Pegelbildgerätes an den Eingang von A–B und der Eingang des Empfängers des Pegelbildgerätes direkt an den Ausgang der Richtung B–A gelegt. In dieser Schaltung werden die vom Pegelsender im Meßplatz gesendeten Meßfrequenzen durch den Regelverstärker in der AMeßUe unabhängig von der Dämpfung der Rich-

automatische Pegelregelung (WT) → Wechselstromtelegrafie (WT).

automatische Prüfeinrichtung für Auslandsumwerter und Auslandsmarkierer. Wird eine falsche Informationseingabe in den → Auslandsumwerter (AUmw) oder eine unregelmäßige Arbeitsweise des AUmw → Auslandsmarkierers (AMkr) erkannt, wird die für diesen Zweck vorgesehene P. selbsttätig angeschaltet. Sie veranlaßt daraufhin eine Fehlerabbildung. Durch Ablesung von einem Lampenfeld kann auf die Art und den Ort der eingetretenen Störung geschlossen werden. Die P. kann auch zur Prüfung von Hand genutzt werden. Durch Betätigen von Drehschaltern können alle für eine Aussage benötigten Informationen in den AUmw eingegeben werden. An einem Lampenfeld kann dann das Aussageergebnis abgelesen werden.

automatische Prüfeinrichtungen. Die a. P. 50 ist für die vollautomatische Funktionsprüfung der Wähler und Relaissätze des Ortswählsystems 50 vorgesehen. Auch die Wähler und Relaissätze der Systeme 27—40 können bei Bedarf mit ihr gleichfalls geprüft werden. Die I. VW aller Systeme können jedoch nicht erfaßt werden. Die a. P. besteht aus den zentralen Einrichtungen, dem Anschaltenetz und den Wähleranschaltungen.

Die zentralen Einrichtungen bestehen aus den Prüfsätzen für I. GW, II. GW und OFLW. Jedem Prüfsatz ist ein Steuersatz, eine Zählkette und ein Impulssender zugeordnet. Zum I. GW-Prüfsatz gehört außerdem noch ein Dämpfungsmesser, eine Impulsverzerrungskontrolle und eine Fremdspannungsmeßeinrichtung. Dem OFLW-Prüfsatz ist ebenfalls ein Dämpfungsmesser zugeschaltet. Zu allen drei Prüfsätzen gehört ein Siemens-Hellschreiber als Druckgerät.

Das Anschaltenetz ist für jeden Prüfsatz getrennt aufgebaut. Es besteht aus dem Gruppenumschalter, dem I. Anschaltewähler und dem Prüfvielfach. Über das Anschaltenetz werden die zentralen Einrichtungen an die Gestellrahmen mit den zu prüfenden Wählern gekoppelt.

Die Wähleranschaltungen sind dezentral in besonderen Rahmen untergebracht. Sie bestehen aus dem II. Anschaltewähler und den Anschalterelais. Über die Wähleranschaltungen werden die Prüfobjekte an das Prüfvielfach angeschaltet. Die Rahmen sind über den an der oberen Winkelschiene der Gestellreihe angebrachten Stromversorgungsleitungen untergebracht. Der II. Anschaltewähler ist 52tlg. und kann 2½ Gestellrahmen mit je 20 Wählern bedienen.

Im System sind von der Entwicklung her keine Prüfschritte vorgesehen. Für die Anschaltung der APrE 50 mußten daher je GR besondere Prüfausgänge geschaffen werden. Die c-Ader des als Prüfausgang vorgesehenen Vielfachausganges wird durch einen Gleichrichter gegen Belegungen von Wählern anderer GR über die Mischung rückwärts gesperrt. Wird ein GR vom I. AnW an das Prüfvielfach angeschaltet, so wird über eine besondere Schaltung geprüft, ob der Prüfausgang frei ist. Zutreffendenfalls wurden die a-, b- und c-Ader zum Prüfsatz umgeschaltet und gleichzeitig nur für die Belegung durch den zu prüfenden Wähler vorbereitet.

Die Funktionsprüfungen werden von jedem Prüfsatz nach festgelegtem Prüfprogramm durchgeführt. Die Prüfprogramme sind in einzelne Prüffolgen aufgeteilt. Am Schluß jeder Prüffolge wird eine Gut- oder Schlechtaussage getroffen. Schlechtaussagen werden mit der genauen Angabe des Wählers und der Prüffolge vom Druckgerät abgedruckt.

Die Prüfsätze führen folgende Prüfprogramme durch:

1. I. GW-Prüfsatz

-00 Prüfschritt besetzt
000 Wähler besetzt
001 defekte Sicherung
010 a/b-Schleife, Polung, c-Ader, Sp. T.
020 Wählton
031 Impulsgabe (9 od. 10 Imp.), Aufprüfen
032 Zeitvorgabe (Abfallzeit V-Rel. + Drehzeit d. Wählers < 450 ms)
040 Impulsverzerrungs-Messung
050 fälschliche Töne
060 Sperren der abgehenden c-Ader
071 Symmetrie — Messung am Eingang
072 Symmetrie — Messung am Ausgang
081 16-kHz-Sperrdämpfung
082 16-kHz-Zählimp.
083 c-Ader kein Zählimp. (ohne Z IV: Zählstrom)
084 c-Ader Zählimp. zu kurz
085 c-Ader Zählimp. zu lang
086 bei Z IV: Zählstrom
090 Gesprächszustand (Dämpfungsmessung), mit pr2 10″ lang prüfen, Halten des P-Rel. im GW
101 Besetztton fehlt
102 Stillsetzen W 11
111 Auslösen, Belegen
112 Berührung zweier c-Adern oder c-Ader mit Erde, Prüfung des 10-kOhm-Widerstandes
113 c-Ader-Lücke, Auslösezeit
120 Impulsgabe (8 Impulse), Aufprüfen
130 Frittstrom
140 Geräusch am Prüfschritt (Arm-Lamelle)
151 Fangen
152 Ortszählung
153 Ortszählimp. zu lang
154 fälschl. 16 kHz
155 Auslösen

2. II. GW-Prüfsatz

– Prüfschritt besetzt (liefert Steuersatz)
0 Wähler besetzt
11 a-Ader Spannung
12 b-Ader erdfrei
13 c-Ader belegen
21 Symmetrie
22 b-Ader 1 μF + 1 kOhm bif.
31 Impulse »9« Aufprüfen auf Dekade g Schritt 0
32 P ↓ + Drehen Zeit < 450 ms
40 Hochohmigschalten der abgehenden c-Ader
41 * a-Ader }
42 * b-Ader } Adernprüfer
43 * c-Ader } (Mit Pr_2-Schalter 10″ lang prüfen)
5 Fälschliche Töne
6 Symmetrie im Gesprächszustand
7 Besetztton, Besetztrückmeldung [evtl. ohne BRM]
8.1 Auslösen, Belegen
8.2 c–c oder c-Berührung mit Spannung
8.3 Auslösezeit
9 Impulsgabe »10«, c-Ader Kennzeichen f. SWFD (In Verbindung mit StrStUe nur bei Fg 106/5003e)

*1 = Durchgang
2 = Vertauschung, + Berührung
3 = Eigenprüfung
4 = Berührung

3. OFLW-Prüfsatz

-0 Prüfschritt besetzt (liefert Steuersatz)
00 Wähler besetzt
011 a-Ader Spannung

012 b-Ader erdfrei
013 c-Ader belegen
02 a/b Nebenschluß
031 Impulsgabe 9–9 oder 9–11 ortsmäßig Aufprüfen
032 1. und 2. Ruf
032 Freiton
04 Zählunterdrückung, Melden, keine Zählspannung (Auslösen, Belegen, Impulsgabe, Melden, nur bei System 29)
050 Zählspannung
051 Frittstrom
052 Fälschliche Töne
06 Symmetrie
071 Sperren 60 Ohm (zu niedrig)
072 Sperren 60 Ohm (zu hoch)
08 Gesprächszustand (Dämpfung) mit Pr_2 10″ lang prüfen
091 A-Tln löst aus, c–c Berührung, Wähler hält noch
092 B-Tln löst aus
093 Belegen
094 Auslösezeit
101 Impulsgabe 9–9 oder 9–11-Fernkennzeichen anbieten, Wahlende aufnehmen (80–180 ms), zu kurz
102 Wahlende zu lang
103 Besetztton
104 Besetztrückmeldung (wenn vorhanden)
11 Aufschalten auf fernbesetzt — kein Aufton (nur bei System 50)
23 Aufschalten auf ortsbesetzt — Aufton am Ausgang
13 frei, Nachprüfen, Rufen
141 Melden, Beginnimpuls (80–180 ms) zu kurz
142 Beginnimpuls zu lang
15 Symmetrie
161 Frittstrom
162 Sperren 0 Ohm (nur bei System 50)
17 B löst aus, Fl SZ (oder Dauererde)

Die Prüfungen können als durchlaufende Prüfung, als Prüfen mit Warten und als Dauerprüfung durchgeführt werden.

Die a. P. 55 dient zur vollautomatischen Funktionsprüfung der Wähler und Relaissätze in den Ortswählsystemen 55 und 55v der DBP. Die a. P. besteht aus den zentralen Einrichtungen, dem Anschaltenetz und den Wähleranschaltungen.

Die zentralen Einrichtungen bestehen aus den Prüfsätzen für AS/AO-I. GW, II. GW, LW, der Dämpfungsmeßschiene mit je einem Meßsystem für den AS/AO-I. GW und dem LW-Prüfsatz, der zentralen Schrittzahlkontrolle, die wahlweise den Prüfsätzen zugeschaltet werden kann, dem Netzteil zur Versorgung der Prüfsteuerung im AS/AO-I. GW-Prüfsatz, dem Siemens-Stellschreiber als Druckgerät und dem zentralen Impulsgenerator zur Erzeugung der in allen Prüfsätzen benötigten Impulsserien und Einzelimpulse.

Das Anschaltenetz ist für jeden Prüfsatz getrennt aufgebaut. Es besteht aus dem Gruppenumschalter, dem I. Anschaltewähler und dem Prüfvielfach. Über das Anschaltenetz werden die zentralen Einrichtungen an die Gestellrahmen mit den zu prüfenden Einrichtungen angeschaltet.

Die Wähleranschaltungen sind dezentral in den Gestellrahmen mit den zu prüfenden Einrichtungen untergebracht. Sie bestehen aus den II. Anschaltewählern und den Anschalterelais. Über sie werden die Prüfobjekte an das Prüfvielfach angeschlossen.

Die Funktionsprüfungen werden von jedem Prüfsatz nach festgelegten Prüfprogrammen durchgeführt. Die Prüfprogramme sind in einzelne Prüffolgen aufgeteilt. Am Schluß jeder Prüffolge wird entschieden, ob sie erfolgreich war oder ob Abweichungen über die jeweils vorgegebenen Toleranzen hinaus festgestellt wurden. Abweichungen werden mit der genauen Angabe des Wählers und der Prüffolge vom Druckgerät abgedruckt.

Die Prüfprogramme sind in nachstehende Prüffolgen aufgeteilt:

1. AS/AO-I. GW-Prüfsatz

00 AS frei oder besetzt
01 Anlassen des AO
02 Anlassen des AS, Aufprüfen auf Schritt 1
03 Wählton vom I. GW
04 Impulsgabe zum I. GW, Schritt 1
05 Impulsverzerrungsmessung
06 Kontrolle des P/PH-Relais des I. GW auf Sperren
07 Dämpfungsmessung über AS und I. GW
08 Mehrfachzählung, 16-kHz-Kontrolle in Richtung Teilnehmer
09 16-kHz-Kontrolle in Richtung VSt
10 Symmetrie am I. GW-Eingang und -Ausgang
11 Fälschliche Töne
12 Besetztton
13 Auslösen, Schrittzahl des I. GW
14 Belegen, Impulsgabe, Steuerung des I. GW auf Schritt 111
15 Dämpfungsmessung
16 Frittwiderstandskontrolle
17 Fangen, Ortszählung
18 Auslösen
19 — 23 Prüfen des 2. Hdts bei 200tlg. I. GW
24 Auslösen des AS und I. GW
25 Anlassen AS, Aufprüfen auf 111, Schrittzahlmessung AS
26 Prüfung von a-, b- und z-Adern des zweiten Armsatzpaares

2. II. GW-Prüfsatz

00 Wähler frei oder besetzt
01 Belegen, a-, b-Ader Potentialkontrolle, Sicherungsprüfung
02 Kontrolle auf a/b-Nebenschluß und Symmetrie
03 Impulsgabe und Aufprüfen auf Schritt 111
04 Kontrolle der a- und b-Ader auf Potentialfreiheit
05 Gesprächszustand, Übergangswiderstände der a- und b-Schaltarme
06 Kontrolle des P/PH-Relais auf Sperren
07 Fälschliche Töne
08 Besetztton und Besetztrückmeldung
09 Auslösen, Kontrolle der c-Ader auf Potentialfreiheit und Wiederbelegen
10 Impulsgabe, Durchdrehen, Stillsetzen auf Schritt 22
11 Gesprächszustand und Halten des P/PH-Relais

12 Besetztrückmeldung
13 Auslösen, Kontrolle der Schrittzahl, Belegen
14 Besetztton (nur bei GW mit großem Bündel)
15 — 18 Prüfung des 2. Hdts bei 200tlg. II. GW

3. LW-Prüfsatz
00 Wähler frei oder besetzt
01 Belegen, a-, b-Ader Potentialkontrolle, Sicherungsprüfung
02 a/b-Ader Nebenschluß, Symmetrie am LW-Eingang
03 Impulsgabe, Aufprüfen auf Schritt 111
04 1. und 2. Ruf, Freiton
05 Zählunterdrückung, Melden
06 Beginnimpuls-Zeitprüfung
07 Zählung
08 Kontrolle der abgehenden c-Ader
09 Dämpfungsmessung
10 Auslösen, Kontrolle der ankommenden c-Ader auf Potentialfreiheit, Wiederbelegen
11 Impulsgabe, Kontrolle des Wahlendezeichens
12 Besetztton mit Besetztrückmeldung
13 Aufschalteversuch
14 Aufschalten, Aufschalteton
15 Nachprüfen, Rufen
16 Melden, Fälschliche Töne
17 Kontrolle der Trittwiderstände
18 Berührungsprüfung bei 200tlg. LW
19 Symmetrie am LW-Ausgang
20 Schrankherbeiruf, Aufnahme des Flackerschlußzeichens
21 Nachrufen durch einen Impuls, Ruf
22 Auslösen, Schrittzahlkontrolle

Die Prüfungen können nach mehreren Betriebsarten durchgeführt werden:

1. Durchlaufende Prüfung
Es wird ein Wähler nach dem anderen angesteuert, bis alle Wähler einer Gruppe geprüft sind. Besetzt gefundene Wähler werden übersprungen. Diese Betriebsart wird zumeist in der verkehrsschwachen Zeit für die regelmäßigen Prüfungen angewendet.

2. Wartebetrieb
Es wird durchlaufend geprüft, bei besetzt gefundenen Wählern wird jedoch auf das Freiwerden gewartet. Diese Betriebsart erfordert die Anwesenheit von Personal. Sie wird in der Regel bei einer Störungseingrenzung in Verbindung mit der Dauerprüfung angewendet.

3. Dauerprüfung
Zur Störungseingrenzung kann ein Wähler gezielt angesteuert und einer Dauerprüfung unterzogen werden. Das Prüfprogramm wird dabei ununterbrochen wiederholt. Dabei kann der Prüfsatz auf Prüffolge-Unterbrechung geschaltet werden. In dieser Stellung wird beim Auftreten einer Störung der Prüfsatz und Wähler festgehalten. Damit lassen sich Störungen leichter eingrenzen.

Die a. P. ist für den Einsatz in Voll-VSt vorgesehen. Sie kann aufgrund von Wirtschaftlichkeitsberechnungen schon in VSt mit mehr als 600 zu prüfenden Wählern eingesetzt werden.

Die a. P. 55/1 weicht etwas von der → a. P. 55 ab und ist für den Einsatz in EMD-Teil-VSt mit StrUe entwickelt worden. Sie hat jedoch anstelle des AS/AO-I. GW-Prüfsatzes einen Prüfsatz für AS/StrUe. Für die Prüfung der StrUe werden, da die Ausgänge dieser Ue für die APrE nicht zugänglich sind, die I./(II.) GW in der Voll-VSt mit verwendet. Hier wird über den Prüfausgang eine besondere Übertragung angesteuert, die als Prüfhilfe über eine Doppelader der Ortsverbindungsleitung mit der a. P. verbunden ist (→ Telexprüfeinrichtung).

automatische Prüfübertragung. Die P., eingesetzt in der Ankunfts-Auslandsvermittlungsstelle und an das ankommende 4-Draht-Leitungsende der internationalen Fernleitung angeschaltet, dient dem Prüfverfahren, das nach CCITT-Empfehlung (Blaubuch 1964, Q 137) für automatische übertragungstechnische Kurzprüfungen auf internationalen Leitungen vorgesehen ist.
Die P. ist ansteuerbar über eine feste Ziffernkombination (Code 13, Code 12, xxx, Code 15) und sendet nach der Belegung (nach etwa 800 ... 1200 ms) ein Beginnzeichen (im Besetztfall ein Besetztzeichen) zurück (→ Leitungszeichen). Nach der Abgabe des Beginnzeichens wird die in der Abgangs-Auslandsvermittlungsstelle untergebrachte Prüfeinrichtung zum Senden einer Meßfrequenz veranlaßt. Die P. empfängt den Prüfton und stellt fest, ob der Pegel der empfangenen Meßfrequenz innerhalb des Einstellbereichs von $-0{,}4 \pm 0{,}5$ Np liegt. Ist dies der Fall, so sendet die P. eine Meßfrequenz 800 Hz, die in der abgehenden Vermittlungsstelle ausgewertet wird. Wenn die Meßspannung als Folge des Nichtempfangs eines → Schlußzeichens 1 ... 2 Minuten lang gesendet worden ist, soll die P. das Aussenden der Meßfrequenz beenden und ein Schlußzeichen senden. Danach erfolgt die Auslösung von P. Liegt der empfangene Meßpegel außerhalb der Toleranzgrenzen oder empfängt die P. keine Meßspannung, wird nach ca. 5 ... 6 s das Aussenden eines Schlußzeichens veranlaßt. Die darauf folgende Auswertung meldet dem Prüfpersonal, daß die gemessene Leitung der geforderten Übertragungsgüte nicht entspricht. *Weingartz*

automatische Rückfrage (bei Funk-Fernschreibsystemen) → ARQ-System.

automatische Scharfabstimmung → Kapazitäts-Variationsdiode.

automatische Wiederholung (bei Funk-Fernschreibsystemen) → ARQ-System.

automatische Zeichenerkennung (Schrift). 1. Aufgaben und Grenzen. Unter a. Z. versteht man das maschinelle Lesen und Erkennen von Schriftzeichen (Ziffern, Buchstaben, Interpunktions- und Sonderzeichen). Geräte zur a. Z. — gewöhnlich Lesemaschinen, Zeichenleser oder auch Klarschriftleser genannt — werden eingesetzt, um in schriftlicher Form (meist auf Belegen) vorliegende Daten ohne menschliches Zutun direkt einer maschinellen Verarbeitung zugänglich zu machen. Anwendung findet die a. Z. u. a. im Zahlungsverkehr, im Bestellungs- und Abrechnungswesen, vor allem eben dort, wo die allgemein übliche schriftliche Darstel-

lungsweise nicht zu umgehen ist und die Daten bei einer gewissen Einheitlichkeit der Form massiert anfallen. Im Bereich der DBP hat die a. Z. außerdem Bedeutung für die maschinelle Auswertung von Gesprächszählerphotographien, die Grundlage der Fernsprechgebühren-Berechnung sind, und für die Automatisierung des Briefverteildienstes (Postleitzahl-Erkennung).

Den Gesichtssinn des Menschen in seiner Verflechtung mit Gedächtnis und Denkapparat durch technische Mittel nachzubilden ist heute noch nicht näherungsweise möglich. Die besonderen Qualitäten der technischen Einrichtungen, nämlich ihre exakte und ermüdungsfreie Funktionsweise sowie ihre hohe Geschwindigkeit bei der Durchführung einfacher Operationen, lassen sich deshalb im allgemeinen nur dann wirtschaftlich für eine a. Z. nutzen, wenn das Datenmaterial den technischen Bedingungen angepaßt wird. Wegen der großen Bedeutung der a. Z. ist damit zu rechnen, daß von ihr rückwirkend auch Einflüsse auf die Gepflogenheiten des menschlichen Schriftverkehrs ausgehen.

2. Organisatorische Gesichtspunkte. Neben Beschränkungen hinsichtlich der verwendbaren Zeichentypen und der Zeichenanordnung auf dem Datenträger bestehen meist hohe Anforderungen an die Qualität der Zeichenwiedergabe (sauberer Druck, gute Schwärzung usw.) und der als Datenträger verwendeten Papiere (hoher Remissionsgrad, minimale Fremdkörpereinschlüsse usw.) Man benutzt möglichst Formulare, verschlüsselt Namen, Warenbezeichnungen usw. in Ziffernfolgen, um allein mit den zehn Ziffern und einigen Sonderzeichen auszukommen, verwendet Normschriftzeichen und sucht zu zentralisieren (→ Buchungsstelle für Fernmeldegebühren). Die Entwicklung ist noch im Fluß. Um Belege unterschiedlicher Ausführung lesen zu können, setzt man → Mehrfunktions-Belegleser ein, mit → »Multifont«-Lesern können verschiedene Schriftarten in beliebiger Folge verarbeitet werden.

Hinsichtlich der zu erzielenden Lesesicherheit unterscheidet man grundsätzlich zwischen → Rückweisungen und → Substitutionsfehlern (d. h. Falschlesungen). Vor allem im Zahlungsverkehr werden verschiedene Sicherungsverfahren (u. a. auch mit Plausibilitätsprüfungen) angewendet, um Substitutionsfehler unter allen Umständen zu vermeiden. Dagegen sind z. B. bei der automatischen Postleitzahl-Erkennung die Anforderungen erheblich geringer.

3. Maschinell lesbare Schriften. Man unterscheidet zwischen magnetisch lesbaren Schriften und optisch lesbaren Schriften.

Magnetisch lesbare Schriften werden mit magnetisierbarer Farbe (mittels eines Ferritbands) auf den Zeichenträger — meist Papier — aufgebracht und in der Erkennungseinrichtung durch Magnetköpfe abgetastet. Sie sind relativ unempfindlich gegenüber Verschmutzung und erlauben bei verhältnismäßig geringem Aufwand eine sehr sichere Erkennung. Einige Bedeutung erlangt haben nur die in den USA entwickelte Magnetschrift E-13 B (Ziffern und einige Sonderzeichen) und eine von der Firma Bull in Frankreich entwickelte Magnetschrift, die in Deutschland als einzige Magnetschrift durch die DIN 66007 »Schrift CMC 7 für die maschinelle magnetische Zeichenerkennung« genormt ist (Bild 1). Die Zeichen der CMC 7-Schrift sind jeweils in sieben vertikale Balken aufgelöst, deren sechs Abstände zwei verschiedene Werte annehmen können und die Zeichenbedeutung in einem 6-Bit-Code verschlüsseln. Die Drucktypen beider Magnetschriften sind breiter als die üblicher Schreib- und Druckmaschinen, so daß man Spezialdruckwerke benötigt; dieser Umstand und die Notwendigkeit des Gebrauchs der teuren Ferritbänder schränken den Anwendungsbereich der Magnetschriftverfahren stark ein.



Bild 1. Zeichen der genormten Schrift CMC 7 für die maschinelle magnetische Zeichenerkennung.

Von größerem Interesse sind heute die optisch lesbaren Schriften, auch Klarschriften genannt. Sie werden vorzugsweise mit kohlehaltigen Farbbändern auf den Zeichenträger gedruckt. Für die Abtastung sind die optischen Kontraste maßgeblich die über optoeltektronische Wandler in elektrische, Signale umgesezt werden. Hohe Lesesicherheit bei relativ geringem maschinellem Aufwand erreicht man durch eine geeignete Stilisierung der Schriftzeichen. Die z. Z. bedeutendste Schrift dieser Art ist die auf internationaler Ebene aus verschiedenen Firmenschriften erarbeitete Normschrift OCR-A (Optical Character Recognition A), die in Deutschland durch die DIN 66008 als »Schrift A für die maschinelle optische Zeichenerkennung« genormt ist (Bild 2).

Um dem weitverbreiteten Bedürfnis nach einem gewohnten Schriftbild nachzukommen, bemüht man sich ferner um die Herausgabe eines entsprechenden Zeichensatzes OCR-B mit mehr konventionell gestalteten Schriftzeichen, deren Erkennung allerdings erheblich schwieriger ist als die der OCR-A-Schrift. Für Anwendungen, bei denen nicht die extremen Anforderungen des Zahlungsverkehrs bestehen, kann man heute auch schon den Ziffernsatz üblicher Schreibmaschinenschriften zu den maschinell lesbaren Schriften zählen, ebenso handgeschriebene Ziffern, wenn sie bestimmten Regeln genügen. Maschinenschriften, die oberhalb und unterhalb der für das Auge bestimmten Schriftzeichen noch mit Codezeichen für die maschinelle Erkennung versehen

sind, haben sich nicht allgemein durchsetzen können, schon wegen des erhöhten Platzbedarfs der Zeichen und der Übergröße der Anschlagtypen.

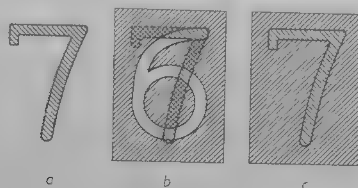


Bild 2. Zeichen der genormten Schrift A für die maschinelle optische Zeichenerkennung (OCR-A-Schrift).

4. Zeichen- bzw. Zeichenträger-Abtastung. Die eigentliche Zeichenerkennung wird mit elektronischen Hilfsmitteln durchgeführt. Zunächst müssen deshalb die für den Erkennungsprozeß maßgeblichen Eigenschaften der Zeichen durch eine geeignete Abtastung in äquivalente elektrische Signale umgesetzt werden. Diese Abtastung geschieht an der Lesestation, an der die Zeichenträger (Belege, Briefe usw.) ausgerichtet vorübergeführt werden. Es gibt Maschinen mit jeweils fest einzustellendem Lesekopf (Festkopfmaschinen), bei denen die automatisch zu lesenden Zeichen innerhalb einer einzelnen, in ihrer Lage gegenüber der Beleg-Unterkante vorgegebenen Zeile, der »Codierzeile«, stehen müssen (bei zwei vorhandenen Leseköpfen entsprechend in zwei Zeilen). Andere Maschinen arbeiten mit programmierbarer Zeichenfeld-Ansteuerung und gestatten so eine sehr viel freizügigere Gestaltung der Belege. Eine weitere Technik ist die, daß der eigentlichen Abtastung eine Vorabtastung des Zeichenträgers innerhalb eines bestimmten Bereichs vorausgeht zu dem Zweck, die zu lesenden Zeichen zu lokalisieren. Diese Technik muß z. B. bei der automatischen Erkennung von Postleitzahlen angewandt werden, da deren Ort auf den Briefumschlägen weitgehend unbestimmt ist. Für die Abtastung magnetisch lesbarer Schriften kommen praktisch nur Festkopfmaschinen in Betracht. Optisch lesbare Schriften lassen wesentlich flexiblere Abtastverfahren zu. Von den vielen Abtastverfahren seien lediglich einige typische Beispiele angeführt: 4.1. Bei kontinuierlicher Bewegung des Zeichenträgers wird ein spaltförmig beleuchteter Ausschnitt des Zeichenfelds über ein Linsensystem auf eine entsprechende reihenförmige Anordnung von Halbleiter-Photoelementen (bzw. Photodioden), abgebildet. Durch geeignete Speicherung ist es möglich, die Bildinformation der Erkennungseinrichtung vollparallel anzubieten. 4.2. Das Zeichenfeld wird flächenhaft beleuchtet und auf ein entsprechend flächenhaft angeordnetes Raster aus Photoelementen abgebildet. Die Bildinformation steht unmittelbar vollparallel zur Verfügung. Das Verfahren erlaubt eine sehr rasche Bildabtastung, ist bei höheren Anforderungen an die Bildauflösung wegen der vielen benötigten Photoelemente, Verstärker und Schwellwertelemente aber auch sehr aufwendig. 4.3. Die Beleuchtung des Zeichenfelds ist die gleiche wie in Beispiel 4.2, die Abbildung erfolgt jedoch auf Photoschicht und Speicherplatte einer der in der Fernseh-Aufnahmetechnik gebräuchlichen Kameraröhren (Superorthikon, Vidikon u. ä.). Durch einen Drehspiegel erhält man auch bei bewegtem Zeichenträger ein stehendes Abbild. Weiter können Drehspiegel ganz allgemein verwendet werden, wenn bei der Abtastung Zeichenfelder unterschiedlicher Lage zu erfassen sind. 4.4. Das spaltförmig oder flächenhaft beleuchtete Zeichenfeld wird auf einen randnahen Bereich einer schnellrotierenden Lochscheibe (Nipkow-Scheibe) abgebildet, deren Löcher so angeordnet sind, daß sie nacheinander alle Bildpunkte nach einem dem Fernsehraster ähnlichen Schema ausblenden. Der durch das jeweils ausblendende Loch hindurchtretende Lichtstrom fällt auf einen Photovervielfacher. 4.5. Durch Abbildung einer punktförmigen Lichtquelle über eine Drehspiegel-Anordnung wird auf dem Zeichenfeld ein rasterförmig abgelenkter Lichtpunkt erzeugt. Den von dem jeweils beleuchteten Zeichenfeldpunkt zurückgeworfenen Lichtstrom fängt ein Photovervielfacher auf. 4.6. Statt der mit einer Drehspiegel-Anordnung kombinierten festen Lichtquelle nach 4.5 wird als bewegliche Lichtquelle der hell leuchtende Punkt auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre benutzt. Vorteilhaft ist die Freizügigkeit in der Wahl des Abtastprogramms, insbesondere die Möglichkeit, den Strahl in Abhängigkeit von dem jeweils schon gewonnenen Abtastergebnis zu führen. Die mit bewegtem Lichtpunkt arbeitenden Abtasteinrichtungen werden als Lichtpunktabtaster bezeichnet.

5. Erkennungsverfahren. Die bei der Zeichenabtastung gewonnene Bildinformation wird in einer Erkennungsschaltung ausgewertet. Deren Aufgabe besteht darin, das abgetastete Zeichen der richtigen Bedeutungsklasse zuzuordnen oder es in Zweifelsfällen als nicht erkennbar zurückzuweisen. Grundlage dieser Zuordnung ist im Prinzip stets der Vergleich des abgetasteten Zeichens — oder einer durch Transformationen aus der Bildinformation abgeleiteten Zeichenbeschreibung — mit einem in der Erkennungseinrichtung gespeichert vorliegenden Satz von Norm- oder Vergleichszeichen bzw. mit einem Satz ihnen entsprechender Beschreibungen. Die erwähnten Transformationen sollen die Bildinformation vor dem Vergleich auf den für die Erkennung wesentlichen Anteil reduzieren, falls sich diese Reduzierung nicht infolge einer grob quantisierten Zeichendarstellung (Beispiel 5.1) oder infolge der Anwendbarkeit eines Deckungsvergleichs (Beispiel 5.2) erübrigt, und liefern als Ergebnis ein Codewort als Zeichenbeschreibung. Die Decodierung des Codeworts kann als Vergleich der Zeichenbeschreibung mit den durch die Struktur der Decodiereinrichtung festgelegten Beschreibungen aller Vergleichszeichen aufgefaßt werden. Die bei der Zeichenerkennung

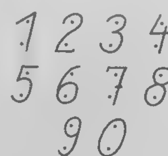
angewendeten Methoden sollen anhand einiger typischer Beispiele erläutert werden: 5.1. Bei einigen der speziell für die a. Z. entwickelten Schriften bzw. bei Teilsätzen davon hat die Erkennungseinrichtung nur einfache Strichmuster mit senkrecht oder auch mit parallel zur Zeilenrichtung verlaufenden Strichen zu analysieren. Für die einzelnen Striche innerhalb eines Zeichens gibt es nur verhältnismäßig wenige mögliche Positionen, die sich dazu so deutlich unterscheiden, daß sie auch bei den durch den Druck bedingten Ungenauigkeiten der Zeichenwiedergabe sicher festgestellt werden können. Jedes abgetastete Zeichen läßt sich somit unmittelbar als ein Codewort darstellen, aus dem sich durch Decodierung die Zeichenbedeutung ergibt. Die Ziffern und Sonderzeichen der Magnetschrift CMC 7 (Bild 1) weisen z. B. jeweils zwei weite unter den insgesamt sechs Abständen zwischen den einzelnen senkrechten Farbbalken auf und führen zu Codewörtern im 2-aus-6-Code; wird nur dieser Teilsatz verwendet, lassen sich demnach eventuell auftretende einfache Fehler feststellen. Die Ziffern und einige Sonderzeichen der OCR-A-Schrift (Bild 2) sind in einem 5 × 9-Raster entworfen und können bereits erkannt werden, wenn nur die Lage der vertikalen Striche im oberen und unteren Teil der Zeichen bezüglich der ausgeprägten rechten Startkante ausgewertet wird; durch zusätzliche Auswertung der horizontalen Striche, die außer oben und unten in drei verschiedenen mittleren Lagen vorkommen können, läßt sich die Erkennungssicherheit noch erhöhen. Während der erste Fall einer Zeichendarstellung in einem 10-Bit-Code gleichkommt, entspricht der zweite einer Darstellung in einem 15-Bit-Code. Für die Abtastung ist besonders die unter 4.1 beschriebene reihenförmige Anordnung von Photoelementen geeignet. 5.2. Ein dem Prinzip nach sehr einfaches Erkennungsverfahren ist das M a s k e n v e r f a h r e n. Der Satz von Vergleichszeichen besteht hier aus einzelnen Masken, deren Aussparungen jeweils die Form des repräsentierten Zeichens haben; ein Zeichen gilt als erkannt, wenn es bei Abdeckung mit einer Maske deren Aussparungen ausfüllt (Bild 3). Schon um das Jahr 1930

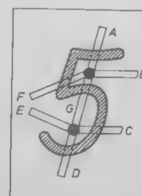


a) zu erkennendes Zeichen
b) mit nicht passender,
c) mit passender Maske abgedeckt.

Bild 3. Maskenverfahren (schematisch).

ist von G. Tauschek ein solches Verfahren mit mechanisch ausgeführten und bewegten Masken vorgeschlagen worden; Übereinstimmung von Zeichen und Maske wird angenommen, wenn der von dem maskenbedeckten Zeichenfeld remittierte Lichtstrom einen bestimmten Grenzwert unterschreitet. Bei den auf elektronischer Basis arbeitenden Maskenverfahren sind Zeichenfeld wie auch Maskenfelder rasterförmig unterteilt. Als Vergleichskriterium dient die Anzahl derjenigen Rasterelemente, die weder das Zeichen noch die Maske bedeckt (entspr. den weißen Bereichen in Bild 3b), zuzüglich meist noch der Anzahl derjenigen Rasterelemente, die sowohl vom Zeichen als auch von der Maske belegt sind (doppelt schraffiert); ist diese Anzahl kleiner als ein vorgegebener Grenzwert, gilt das Zeichen als erkannt. Die Arbeitsbedingungen sind bei diesem Verfahren relativ kritisch: die zu erkennenden Zeichen dürfen in Form und Größe nur wenig von dem durch die einzelnen Masken repräsentierten Normal abweichen, außerdem müssen sie sehr genau zentriert sein. 5.3. Das unter 5.2 geschilderte Verfahren läßt sich in der Weise modifizieren, daß zur Gewinnung des Vergleichskriteriums die Übereinstimmung bzw. Nicht-Übereinstimmung zwischen dem Zeichen und den Vergleichszeichen nur innerhalb einiger für das Zeichen besonders charakteristischer Zeichenfeldbereiche kontrolliert wird. Weiterhin kann man von der Forderung nach Übereinstimmung abgehen und lediglich mittels »Sonden« prüfen, ob in bestimmten Zeichenfeldbereichen ein Strich verläuft oder nicht. Damit gelangt man zu dem S o n d e n v e r f a h r e n. Die Formen der





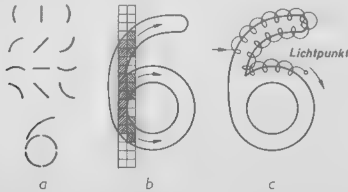
a b

a) Orientierung der Ziffern beim Schreiben nach je zwei Richtpunkten
b) Erkennung mittels eines nach den Richtpunkten justierten Sondenfelds.

Bild 4. Sondenverfahren nach T. L. Dimond.

zu erkennenden Zeichen können bei Anwendung dieses Verfahrens innerhalb gewisser Grenzen variieren, unter einigen einschränkenden Voraussetzungen lassen sich sogar handgeschriebene Ziffern erkennen. Ein interessanter Vorschlag hierzu stammt von T. L. Dimond, bei dem die Mannigfaltigkeit der Formen und der Lage der Ziffern durch die Vorgabe je zweier Richtpunkte auf dem Zeichenträger sehr zweckmäßig beschränkt wird (Bild 4a); das nach den Richtpunkten zu justierende, aus nur sieben Sonden bestehende Sondenfeld (Bild 4b) verschlüsselt die Ziffer jeweils in ein 7-Bit-Codewort, indem es für jede vom Schriftzug geschnittene Sonde ein Signal abgibt. 5.4. Das derzeit flexibelste Verfahren, das sich auch für die Erkennung handgeschriebener Ziffern eignet, ist das F o r m e l e m e n t e - V e r f a h r e n. Bei diesem wird jedes Zeichen als aus einzelnen Formelementen aufgebaut betrachtet (Bild 5a). Durch Feststellung dieser Formelemente einschließlich besonders charakteristischer Merkmale wie Verzweigungs-, Kreuzungs- und Endpunkte von Linien und durch Berücksichtigung ihrer Lage relativ zueinander läßt sich eine Zeichenbeschreibung gewinnen, in der nur die zur Zeichenidentifizierung notwendigen Anga-

ben enthalten sind. Gegenüber wechselnder Größe der Zeichen und unterschiedlicher Lage im Abtastfeld ist dieses Verfahren weitgehend invariant. Die Gewinnung der Zeichenbeschreibung und deren Auswertung erfordern jedoch schon beträchtlichen Aufwand, besonders dann, wenn man — wie z. B. bei handgeschriebenen Ziffern — auf sehr differenzierte Zeichenbeschreibungen angewiesen ist. Zur Feststellung der Formelemente werden verschiedene Methoden angewendet. Bei rasterförmiger Zeichendarstellung lassen sich durch den fortlaufenden Vergleich je zweier benachbarter Abtastspalten (Bild 5b)



a) einige Formelemente (oben) und eine daraus gebildete Ziffer (unten)
b) Methode der Linienverfolgung
c) Methode der Konturen-Verfolgung zur Feststellung von Formelementen.

Bild 5. Formelemente-Verfahren.

die einzelnen Linienzüge des Zeichens verfolgen und aus deren Verlauf Rückschlüsse auf die Formelemente ziehen. Bei einer anderen Methode wird der Lichtpunkt eines Lichtpunktabtasters (s. Abschn. 4.6) durch die bei der Abtastung erhaltenen Hell-Dunkel-Signale so gesteuert, daß er die Zeichenkontur auf zykloidenähnlicher Bahn verfolgt (Bild 5c), und zwar nach dem Prinzip, daß die Radien der von dem Lichtpunkt durchlaufenen Kreisbögen jeweils beim Überschreiten der Kontur geändert werden. Nach Aussiebung der den kreisenden Punktbewegungen entsprechenden höherfrequenten Komponenten geben die den Abtaster steuernden Spannungen die Konturkoordinaten in Abhängigkeit von der Zeit bzw. von der Länge des durchlaufenen Konturenstücks wieder und bilden in dieser Form die Grundlage für die Gewinnung der Formelemente.

Die letztgenannte Methode zeichnet sich durch eine Rückkopplung innerhalb des Abtastsystems aus. Grundsätzlich kann auch ein Teil der Erkennungsschaltung mit in die Rückkopplungsschleife einbezogen werden, wodurch es möglich wird, abhängig vom Gang der Erkennung dem Zeichen-Bild in kritischen Bereichen detailliertere Information zu entnehmen als gewöhnlich, etwa durch Erhöhung der flächenhaften Auflösung und/oder durch Unterscheidung zwischen einer größeren Anzahl von Helligkeitsstufen. Der Anwendung entsprechend komplexer Verfahren sind aber heute noch relativ enge Grenzen gezogen.

6. Leistungsfähigkeit. Für angebotene kommerzielle Anlagen werden angegeben (Stand 1967): Beleg-Durchlaufgeschwindigkeiten zwischen 2 und 4 m/s, Beleg-Verarbeitungsgeschwindigkeiten zwischen 400 und 1600 Belegen/min oder Zeichen-Verarbeitungsgeschwindigkeiten zwischen 150 und 2400 Zeichen/s. Meistens bestehen Einschränkungen hinsichtlich des Belegformats, der Zeichenanordnung, der verwendbaren Papiere und der Drucktoleranzen (Abschn. 2), bei Handschriften, bisher nur Ziffern, müssen ferner vorgegebene Schreibregeln eingehalten (Blockschrift, zusammenhängende Linienzüge ohne Schnörkel) und bestimmte Schreibwerkzeuge (Bleistift Nr. 2) benutzt werden. Fehlerraten von weniger als $1 \cdot 10^{-7}$ (bezogen auf die Zahl der gelesenen Zeichen) werden erreicht, Rückweisungen sind sehr viel häufiger und stark von der Qualität der Zeichenwiedergabe abhängig.

Literatur: Ganzhorn, K., Walter, W., Peripherer Datenverkehr in modernen Datenverarbeitungsanlagen. Jahrbuch d. elektr. Fernmeldewesens 1967. Herausgegeben von H. Bornemann. Verlag für Wissenschaft und Leben G. Heidecker, Bad Windsheim 1967 — Kazmierczak, H., Automatische Zeichenerkennung. Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung. 2. Aufl. Herausgegeben von K. Steinbuch. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1967.

Strecker

automatischer Teilnehmer. Er wird in OVSt eingesetzt im Zusammenhang mit der Weitersignalisierung von Störungssignalen zu einer zentralen Stelle. Der autom. Tln kann angewählt werden und gibt mit Hilfe von Hörzeichen Auskunft über die Art der anstehenden Störung. Je ein autom. Tln wird für die dringenden und nichtdringenden Signale benötigt.

Automatisierung. Methode der Produktion, Verteilung oder Verwaltung mit Hilfe von automatischen Maschinen, die in der Regel nach mechanischen Prinzipien arbeiten. Ein automatischer Mechanismus arbeitet selbsttätig, indem er vorbestimmte Einzelprozesse aneinanderreiht oder wiederholt. Arbeitskräfte sind an dem Prozeß nur bei der Beschickung und Überwachung beteiligt. A. ist eine Vorstufe der → Automation. Industrielle Anwendung z. B. in der rationalisierten Fließ- oder Bandfertigung. A. im Fernmeldeverkehr hat in der BRD einen hohen Stand erreicht:

Verkehrsart		Voll automatisierte Verkehrsabwicklung (abgehend) in v. H.
Fernsprechortsverkehr		100
Fernsprechfernverkehr	Inland	98
	Ausland	80
Telexverkehr	Inland	100
	Ausland	93

A-Verstärker → Senderverstärker.

axiale Vektoren, z. B. Winkelgeschwindigkeiten von Drehungen, Drehmomente. Eine Winkelgeschwindigkeit kann durch einen Vektor dargestellt werden, der in der Drehungsachse liegt, dessen Betrag gleich dem Betrag der Winkelgeschwindigkeit ist und der zusammen mit der Umlaufrichtung eine Rechtsschraube bestimmt; der darstellende Vektor weist also in diejenige Richtung, in der sich eine rechtsgängige Schraube verschiebt, wenn man sie im Sinne der vorliegenden Drehbewegung dreht. Die Festlegung auf die Rechtsschraube ist Konvention (→ Tensor, planarer).

Azimutaldiagramm → Richtcharakteristik.

Azorenkabel → Seekabelnetz.

A-Zustand → Kennzustände bei der Telegrafie.

B

back-scatter → Rückstreuung.

backward-diode → Tunneldiode.

Badnitrieren ist ein Nitrieren in stickstoffabgebenden Salzsäuren (entspricht DIN 17014, Ausgabe Oktober 1959).
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 3, Okt. 1965.

Bahnbereich → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Bahnelektrifizierung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Bahnerde → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

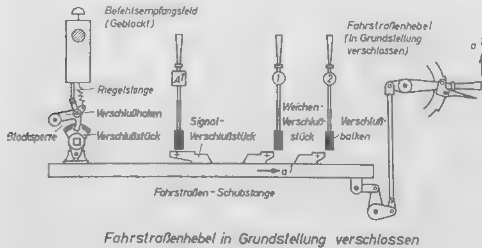
Bahngelände, Inanspruchnahme. Da B. nicht zu den → Verkehrswegen im Sinne des Telegrafenwegegesetzes (TWG) gehört, ist die Inanspruchnahme von B. durch die DBP im Rahmen des TWG unzulässig. Durch § 15 TWG sind jedoch die bestehenden Vorschriften und Vereinbarungen über die Rechte der Post zur Benutzung des B. unberührt geblieben. Damit gilt noch der Bundesratsbeschluß vom 21. 12. 1868, in dem den Eisenbahnverwaltungen die öffentlich-rechtliche Verpflichtung auferlegt worden ist, »die Benutzung des Eisenbahnterrains, welches außerhalb des vorschriftsmäßigen freien Profils liegt und soweit es nicht zu Seitengräben, Einfriedungen usw. benutzt wird, zur Anlage von oberirdischen und unterirdischen Bundes-Telegrafenlinien unentgeltlich zu gestatten«. Hierauf beruht die »Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichsbahn und der Deutschen Reichspost über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen« vom 16./30. 6. 1939, in der die sich aus dem Bundesratsbeschluß ergebenden Rechtsbeziehungen zwischen Post und Bahn näher geregelt sind.

Bahnhof. Die Züge können auf B. beginnen, enden, überholen oder kreuzen. Die Gleise sind durch Weichen verbunden. Züge fahren von B. zu B. über die freie Strecke. Im Gegensatz dazu werden Rangierfahrten nur innerhalb der B. durchgeführt. Die Züge fahren auf den B. z. T. mit hohen Geschwindigkeiten, Rangierfahrten bis höchstens v = 25 km/h. An die Sicherung der Zugfahrten werden höhere Anforderungen gestellt als an die Sicherung der Rangierfahrten. Zugfahrten sind nur auf den Hauptgleisen, Rangierfahrten auf allen Haupt- und Nebengleisen zugelassen. Sämtliche Hauptgleise sind mit den Gleisen der freien Strecke, den Streckengleisen, durch Fahrstraßen verbunden, deren Befahren → Hauptsignale regeln. Hauptsignale können Zugfahrten nur zulassen, wenn der Fahrweg frei und gesichert ist. Die befahrenen Weichen und Flankenschutzeinrichtungen (→ Flankenschutz) müssen in der entsprechenden Stellung verschlossen und festgelegt sein. Die Zugfahrt ist damit gegen Entgleisung, Flankenfahrten und frontale Zusammenstöße gesichert. Gleisfreimeldeanlagen stellen das Freisein der Gleise und Weichen fest. Die Ein- und Ausfahrsignale schließen die freie Strecke gegen den B. ab. Die Einfahrstraßen enden an den Ausfahrsignalen. Dahinter schließt sich der Durchrutschweg als gesicherte Schutzstrecke von 200 bis 400 m Länge an. Rangierfahrten bewegen sich auf ungesicherten Fahrwegen. Bei modernen Stellwerken werden sie auf gesicherten Rangierstraßen durchgeführt. Die Sicherheitsforderungen an Rangierstraßen sind geringer als an Zugstraßen. Die Bedienungseinrichtungen für Weichen und Signale sind in → Stellwerken zusammengefaßt. Die gegenseitige Abhängigkeit der Signale und der Signale von den Weichen ist in die Stellwerke gelegt. Auf jedem B. regelt der Fahrdienstleiter den Zugbetrieb. *Sasse*

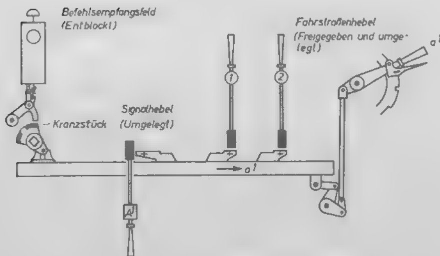
Bahnhofkabel → Eisenbahnkabeltechnik.

Bahnhofsblock, früher Stationsblock. Es werden nur die Blockverbindungen zwischen mechanischen Stellwerken als B. bezeichnet. Bei elektromechanischen und Gleisbildstellwerken werden die Einrichtungen Abhängigkeitsschaltung bzw. Befehlsschaltung genannt. Wenn eine Fahrstraße mehrere Stellwerksbezirke durchläuft, müssen sämtliche Weichen und → Flankenschutzeinrichtungen in der entsprechenden Stellung festgelegt sein, bevor das Signal freigegeben wird. In der → Grundstellung sind alle Ein- und Ausfahrsignale in der Haltstellung verschlossen. Sie werden vom Fahrdienstleiter (→ Bahnhof) von Fall zu Fall durch den B. freigegeben. Der B. arbeitet bei mechanischen Stellwerken mit Wechselstromblockfeldern (→ Blockfeld), bei elektromechanischen Stellwerken mit einer Gleichstrom-Abhängigkeitsschaltung. Bei den Gleisbildstellwerken kommt man auch auf größeren Bahnhöfen mit einem einzigen Zentralstellwerk aus, so daß sich eine Bahnhofsblockung (Befehlsschaltung) erübrigt. Der B. sichert die einzelnen Fahrstraßen in der Weise, daß die Weichen und Flankenschutzeinrichtungen so lange verschlossen und elektrisch festgelegt sind, wie das Ein- oder Ausfahrsignal auf Fahrt steht und die Zugfahrt noch nicht beendet ist. Im Signalstellwerk besorgt die Sicherung die elektrische Fahrstraßenfestlegung, in den mitwirkenden Stellwerken die elektrischen Einrichtungen der Befehls- oder Zustimmungsabgabe. Die Fahrstraßenfestlegung ist eine interne Einrichtung des Signalstellwerks, die Befehls- und Zustimmungsabgaben sind Verbindungsglieder zwischen dem Signalstellwerk und den mitwirkenden Stellwerken. Als Befehls- und Zustimmungsfelder werden beim Felderblock der mechanischen Stellwerke (→ Block) Wechselstromblockfelder paarweise als Abgabe- und Empfangsfelder verwendet. Als Fahrstraßenfestlegefelder werden Gleichstromblockfelder (→ Blockfeld) verwendet. Die Fahrstraßenauflösung bewirkt eine Zugeinwirkungsstelle (→ Gleisschaltmittel), wenn der Zug die letzte Weiche im Signalstellwerk verlassen hat. Die Abhängigkeit einer Fahrstraße vom Befehlsempfangsfeld zeigt das Bild. In der Grundstellung ist der Fahrstraßenhebel (→ Stellwerk, mechanisches) durch das geblockte Befehlsempfangsfeld verschlossen, weil

eine unter dem Blockfeld angebrachte Blocksperre die Bewegung der Fahrstraßenschubstange durch den Fahrstraßenhebel verhindert (im Bild oben dargestellt). Die Weichenhebel 1 und 2 sind frei beweglich. Wird das Blockfeld entblockt, so wird durch die Riegelstange (→ Blockfeld) der Verschlußhaken nach oben mitgenommen und gibt die Bewegung des Verschlußstückes frei. Ist der Fahrstraßenhebel umgelegt, werden die beiden Weichenhebel gegen Zurücklegen und das Blockfeld gegen Blocken



Fahrstraßenhebel in Grundstellung verschlossen



Fahrstraßen-und Signalhebel umgelegt

Bahnhofsblock:
Blockabhängigkeit der Fahrstraße vom Befehlsempfangsfeld.

gesperrt. Der Signalhebel wird umgelegt und sperrt das Zurücklegen des Fahrstraßenhebels (im Bild unten dargestellt). Bei den elektromechanischen Stellwerken werden keine Blockfelder, sondern mit den Hebeln verbundene Gleichstrom-Sperrmagnete benutzt, die Sperrpendel steuern. Sie können in Sperrscheiben auf den Hebelachsen der Zustimmungs-, Befehls- und Fahrstraßensignalhebel eingreifen. *Sasse*

Bahnkreuzung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Bahnnäherung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Bahn-Selbstanschluß-Anlagen (Basa). Das Basa-Netz ist das Fernsprechnetz der → Transportanstalt »Deutsche Bundesbahn« (DB) für den Betrieb und die Unterhaltung ihrer Bahnlinien. Soweit es »auf ihren Linien«, d. h. auf den Bahnkörpern entlang der Gleisanlagen, betrieben wird, ist es nach § 3 Abs. 1 Ziff. 2 Fernmeldeanlagengesetz (FAG) genehmigungsfrei. Gleichzeitig ist das Basa-Netz aber auch die Fernmeldeanlage einer Behörde des Bundes und fällt somit unter die »Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Fernmeldeanlagen der Behörden des Reichs« (jetzt des Bundes) vom 30. 4. 1928. Aufgrund dieses Tatbestandes ist die DB bei der Errichtung ihrer Fernmeldeanlage nicht an die Einschränkung des Abs. 1 Ziff. 2 des § 3 FAG — »auf ihren Linien« — gebunden.

Aufgrund der Verordnung zur Änderung der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen vom 24. 6. 1953 (Bundesanzeiger Nr. 122 vom 30. 6. 1953), nach der »Anschlüsse anderer« an eine genehmigungsfreie Fernmeldeanlage ausnahmsweise über den Rahmen ihrer Genehmigungsfreiheit hinaus gegen eine monatliche Gebühr von 75,— DM zugelassen werden können, sind solche Anschlüsse an das Basa-Netz für Einrichtungen und Betriebe zugelassen worden, deren Tätigkeit in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Betrieb der DB steht, z. B. nicht bundeseigene Bahnen, Deutsche Schlafwagen- und Speisewagen-Gesellschaft, Reisebüros mit amtlichen Aufgaben.

Das vollautomatische Basa-Selbstwählnetz wurde in den dreißiger Jahren nach Planungen von Prof. Albert Dobmaier errichtet und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Basa-Vermittlungen in zwei Netzebenen zusammengefaßt sind.

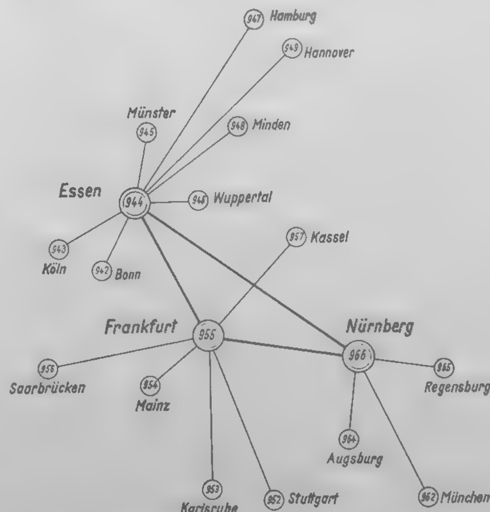


Bild 1. Fernsprechgroßnetz der Deutschen Bundesbahn (oberste Netzebene).

1. Netzgestaltung: Am Sitz jeder Bundesbahndirektion (BD) befindet sich eine nach dem 10 000er System teilausgebaute Selbstwählanlage (BD-Basa). Die 16 BD-Basa bilden das Großnetz (oberste Netzebene, Bild 1). Essen, Frankfurt und Nürnberg sind als Großnetzknotenbasa untereinander mit 40 bis 100 Verbindungen vermascht. An diese drei

Knoten sind die übrigen BD-Basa mit 30 bis 50 Verbindungen sternförmig angeschlossen. Jede BD-Basa wählt jede andere BD-Basa mit dreistelligen Kennzahlen im 9. Hundert in direkter Wahl. Jede BD-Basa ist außerdem Mittelpunkt eines Direktionsbezirksnetzes (BD-Netz), das im Aufbau dem Großnetz ähnelt (Bild 2). Jede Knotenbasa (Bild 3) ist mit ihrer BD-Basa und jede Endbasa mit ihrer Knotenbasa durch Bündel unterschiedlicher Stärke verbunden.

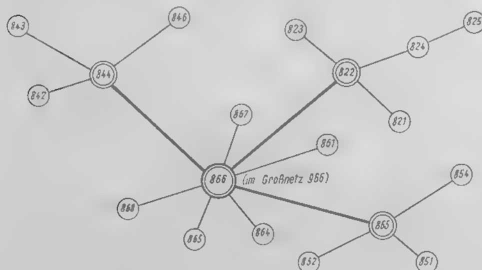


Bild 2. Fernsprechnetz eines Bundesbahn-Direktionsbezirkes (untere Netzebene).

Alle End- und Knoten-Basa desselben BD-Netzes wählen sich untereinander mit dreistelligen Kennzahlen im 8. Hundert an. Um von einer End- oder Knotenbasa in das Großnetz zu gelangen, müssen die dreistellige Kennzahl der vorgeordneten BD-Basa (im 8. Hundert) und die dreistellige Kennzahl der gewünschten anderen BD-Basa im 9. Hundert gewählt werden. Will derselbe Teilnehmer einen Teilnehmer einer End-Basa eines anderen BD-Netzes anwählen, so muß er insgesamt 3 dreistellige Kennzahlen (seine vorgeordnete BD-Basa, die fremde BD-Basa und die gewünschte End-Basa) wählen. Diese umständliche Wahl wurde in Kauf genommen,

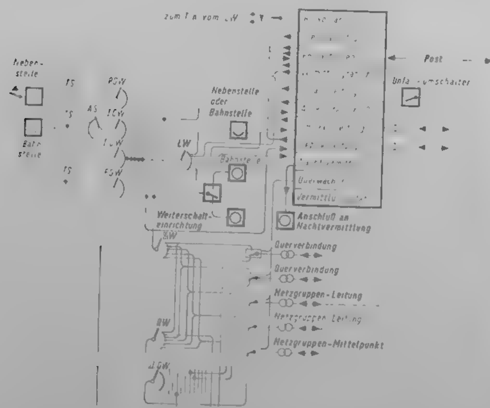


Bild 3. Übersichtsplan einer »Knotenbasa«.

weil nach der Organisation der DB solche Gespräche nur selten vorkommen. Die meisten Gespräche werden innerhalb des Großnetzes oder innerhalb eines BD-Netzes abgewickelt.

2. Ämtertechnik: Nur geringe Unterschiede von der üblichen Posttechnik, bedingt durch den Wegfall der Gesprächszählung und den Nebenstellenanlagencharakter der Wählämter. Ältere Ämter sind in Hebdrehwählertechnik ausgeführt. Neuere Ämter über 100 Teilnehmer werden in Edelmetall-Motor-Ortswähler (EMD)-Technik, Ämter unter 100 Teilnehmer in Edelmetall-Schnellkoppelrelais (ESK)-Technik (Siemens) oder Schaltertechnik (SEL) gebaut. In den Ämtern sind je nach Bedarf einzelne Hunderte als Postnebenstellen (vor Postrufnummer 0 wählen!), als reine Bahnstellen (ohne Sprechmöglichkeit in das öffentliche Netz), als halbe Nebenstellen (nur in einer Richtung Sprechmöglichkeit in das öffentliche Netz), als nichtfernberechtigte Bahn- oder Nebenstellen (ohne Sprechmöglichkeit in das Bahnfernnetz) oder als Kombination vorstehender Möglichkeiten ausgeführt. Eine Vermittlung von Posthauptanschlüssen mit Bahnfernleitungen oder umgekehrt ist technisch unmöglich. Alle Basa von 50 Teilnehmern und mehr haben unter der Rufnummer 11 11 mindestens einen Auskunfts- und Vermittlungsplatz. Dieser Vermittlungsplatz dient auch zur Vermittlung ankommender Postgespräche. Die DB ist bestrebt, den über ihre Posthauptanschlüsse ankommenden Fernsprechverkehr (soweit von der DBP zugelassen) als Teilnehmerdurchwahlverkehr abzuwickeln.

3. Technik der Übertragungswege: Im Basanetz werden je nach den technischen und geographischen Gegebenheiten folgende Übertragungswege benutzt: Niederfrequenzverbindungen auf Freileitungen oder Kabeln, Trägerfrequenzverbindungen auf Freileitungen, auf symmetrischen unpupinisierten Kabelvierern, auf Zwergkoaxialpaaren von Erdkabeln oder auf UKW- oder 7 GHz-Richtfunkstrecken. Die benutzten Trägerfrequenzgeräte weichen in ihrer Technik unwesentlich von den Geräten der DBP ab.

4. Fernwahl: Soweit nicht in den modernen Trägerfrequenzgeräten eine systemeigene Wahl vorhanden ist, wird eine Tonfrequenzwahl mit 2280 Hz verwendet.

5. Teilnehmernummern: Zur Erleichterung des Fernsprechverkehrs haben die gleichen Teilnehmer verschiedener Basa (z. B. Bahnhofsvorsteher) die gleiche Teilnehmernummer.

Literatur: Flad — Kirch, Eisenbahn-Fernsprechtechnik, Verlag Schiele und Schön, Berlin 1948 — Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1953, 1958, 1959, 1960, 1961, 1965. — E. Hettwig und M. Oberarzbacher, Fernsprechtechnik für Bahnen, Straßen- und Wasserwege. R. Oldenbourg Verlag, München–Wien, 1967.

Dude/H. Fischer/Leitenberger

Bahntelegraf. Etwa bis 1952 gab es an allen Eisenbahnstrecken der BRD Morseleitungen. Sie dienten sowohl der Übermittlung von Bahndiensttelegrammen als auch der telegrafischen Zugmeldung von Bahnhof zu Bahnhof. Bahndiensttelegramme werden heute über das Fernschreibnetz befördert. Die Züge werden von Zugmeldestelle zu Zugmeldestelle fernmündlich durchgegeben. Nach der gesetzlichen Regelung haben die deutschen Eisenbahnen das Recht, Nachrichtenverbindungen für ihre dienstlichen Zwecke auf ihrem eigenen Grund zu errichten und zu betreiben. Die

Eisenbahnen sind verpflichtet, jederzeit von Reisenden auf Bahnhöfen und außerhalb der Öffnungszeiten der örtlichen Postanstalten von jedermann Telegramme anzunehmen und bis zur nächsten Postanstalt weiterzubefördern. Früher hießen Eisenbahnstellen, die private oder dienstliche Telegramme beförderten, Eisenbahntelegrafenanstalten.

Bailey-Martinsche Theorie → Luxemburg-Effekt.

Bain → Bildtelegrafie.

Bakelit ist eine ältere Bezeichnung für ein Kunstharz, das durch Kondensation von Phenol mit Formaldehyd gewonnen wird. Neuerdings faßt man die ganze Kunststoffgruppe unter dem Namen → Phenolplaste zusammen. B. findet in der Fernmeldetechnik als Bindemittel zur Herstellung von Isolierpreßmaterial Verwendung.

Bakensignal eines Satelliten → Nachführeinrichtung.

Bakewell → Bildtelegrafie.

Balata hat eine ähnliche Zusammensetzung und Verwendung wie → Guttapercha. Es wird aus den harzreichen Milchsäften einiger tropischer Bäume gewonnen. Baumwolle, getränkt mit B., eignet sich für Treibriemen und Transportbänder.

Balke, Siegfried, Professor Dr.-Ing. Dr. rer. nat. h. c., Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen vom 11. Dezember 1953 bis 14. November 1956. Geboren am 1. Juni 1902 in Bochum. Nach der Reifeprüfung an der Oberrealschule Gummersbach 1920 fünf Jahre Chemie-Studium an der Technischen Hochschule München, dort 1924 Examen als Diplom-Ingenieur und ein Jahr später Promotion zum Dr.-Ing.

Von 1925 bis Ende 1968 Industriechemiker, zuletzt in leitender Stellung. Die Berufstätigkeit wurde durch Eintritt in die Bundesregierung unterbrochen.

Am 11. Dezember 1953 wurde Professor Balke zum Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ernannt und blieb dies bis zum 14. November 1956. 1956 übernahm er gleichzeitig als Bundesminister das Bundesministerium für Atomfragen, von 1957 bis 1961 war er Bundesminister für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft und bis Dezember 1962 Bundesminister für Atomkernenergie; anschließend kehrte er zu seiner früheren industriellen Tätigkeit zurück, die er Ende 1968 aufgab.

Bundestagsabgeordneter der CSU von 1957 bis 1969.

1956 Honorarprofessor an der Universität München für das Fach Chemiewirtschaft, 1964 Ehrensenator der Universität Kiel. 1963 Verleihung des Dr. rer. nat. h. c. durch die Technische Hochschule Clausthal.

Neben politischer und beruflicher Arbeit verschiedene ehrenamtliche Tätigkeiten: Senator der Max-Planck-Gesellschaft (1957 bis 1969), Präsident der Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (1964 bis 1969), Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Museums (1962 bis 1969), Präsidialmitglied des Verbandes der Chemischen Industrie bis 1969. Vorsitzender bzw. Vorstandsmitglied technischer, wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Organisationen, darunter Vorsitzender des Deutschen Verbandes Technisch-wissenschaftlicher Vereine und der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e. V., Vorsitzender des Vereins der Bayerischen Chemischen Industrie e.V., München, stellvertretender Vorsitzender der Vereinigung der Arbeitgeberverbände in Bayern; Präsidialmitglied des Landesverbandes der Bayerischen Industrie, Senator der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorstandsmitglied der DECHEMA, Frankfurt am Main. Seit Februar 1970 Mitglied des Wirtschafts- und Sozialausschusses der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft in Brüssel.

Zahlreiche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, sowohl über technisch-naturwissenschaftliche Themen wie über Sozial- und Wirtschaftspolitik. Mitherausgeber der 3. Auflage von Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie sowie der Zeitschriften »Chemische Industrie« und »die atomwirtschaft«. Sein 1962 erschienenes Buch »Vernunft in dieser Zeit« behandelt den Einfluß von Wirtschaft, Wissenschaft und Technik auf unser Leben.

Inhaber hoher Auszeichnungen, u. a. Träger des Verdienstordens mit Stern und Schulterband der Bundesrepublik Deutschland, des Bayerischen Verdienstordens sowie mehrerer ausländischer Orden.

Balkenkreuzfundament → Maste und Türme.

Ballempfang. Unter B. versteht man das Aufnehmen einer von einem Bezugssender (→ Ballempfänger) ausgestrahlten Funksendung zum Zwecke der sofortigen Wiederaussendung über einen weiteren Sender. Angewandt wird B. hauptsächlich bei der Rundfunkversorgung zur Zuführung des Modulationssignals an Sender kleinerer Leistung, bei denen wegen ihres begrenzten Versorgungsbereichs die Einrichtung einer Kabel- oder Richtfunkstrecke unwirtschaftlich wäre. Da solche Sender stets außerhalb oder höchstens am Rande des Versorgungsbereichs des Bezugssenders errichtet werden und jede Empfangsstörung wieder abgestrahlt wird, sind besondere Anforderungen an die Eigenschaften der Ballempfangsanlage zu stellen.

Ball-Empfänger befinden sich bei Rundfunk- und Fernsehsendern und dienen dem drahtlosen Empfang der Programme anderer Sender. Der B. liefert an seinem Ausgang die Modulation für seinen Standortsender. Die technischen Anforderungen an B. bezüglich Trennschärfe, Fremdspannungsabstand, lineare und nichtlineare Verzerrungen sowie Verträglichkeit für die große Eingangsspannung vom Standortsender her sind wegen der erforderlichen Güte der übermittelten Modulation sehr hoch. Der B. vermeidet die Nachteile der Modulationsübertragung mittels Leitungen.

Ballonader. 1. Früher angewandte Isolierung bei papierisolierten Kabeln, bei der eine schlauchförmige Umhüllung der Ader mit längsgefaltetem, stark überlappendem, noch durch Baumwollfaden zusammengehaltenem Papierstreifen bewirkt wurde.

2. Besondere Ausführungsform (nicht bei der DBP) von Kleinkoaxialpaaren und bei symmetrischen TF-Kabeln — entsprechend den styroflexisolierten TF-Vierern der DBP.

Ballonkipper erleichtern das Bewegen großer Glasballons für Wasser, Säuren u. a. mit 50 oder mehr Liter Inhalt in eine zum Abfüllen geeignete Lage. Zum Abfüllen von Flüssigkeiten aus Glasballons ohne B. wird ein Saugheber benutzt.

Ballungsmaß → Klystron.

Balun → Kanalwähler.

Bananenröhre → Farbbildwiedergaberöhre.

Bandagenverfahren → Nachschutz von Fernmeldemasten.

Bandaufteilung in der Telegrafie → Wechselstromtelegrafie.

Bandbreite. Die B. eines Signals ist der Frequenzbereich, in dem die gesamte oder nahezu die gesamte Leistung eines Signals enthalten ist. Solche Signale sind z. B. Impulse, etwa Rechteck-Impulse (→ Sprungfunktion), wie sie in der → Digitaltechnik und bei der Telegrafie-Übertragung Verwendung finden. Im Idealfall sind bei einer telegrafischen Tastung die Einschwingzeiten von einem Kennzustand in einen anderen unendlich klein, d. h. die Schrittflanken unendlich steil. Das Frequenzspektrum reicht von 0 bis ∞. Da aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen die Bandbreite eines Telegrafenkanals begrenzt werden muß, kann nur ein Teil dieses Spektrums übertragen werden. Begrenzt man die Bandbreite auf den Frequenzbereich $0 \ldots f_g$, so beträgt die Einschwingzeit

$$\tau = \frac{1}{2 f_g}\,.$$

Sollen Telegrafierzeichen mit einer Dauer des Einheitsschrittes T so übertragen werden, daß am Ende des Einheitsschrittes der eingeschwungene Zustand annähernd erreicht ist, dann muß sein

$$\tau \leq T.$$

Sollen unter den gleichen Bedingungen auch noch solche Zeichen übertragen werden, deren Schritte durch Verzerrung bereits um 40 % verkürzt sind, dann muß sein

$$\tau \leq T(1 - 0{,}4)\,.$$

Daraus ergibt sich die Grenzbedingung

$$\tau = 0{,}6\ T$$

oder

$$f_g \approx 0{,}8\ \frac{1}{T}\,.$$

Da die Schrittgeschwindigkeit V_s gleich dem Reziprokwert des Einheitsschrittes T ist, ergibt sich

$$f_g \approx 0{,}8\ v_s.$$

Im Falle der Wechselstromtelegrafie benötigt man die doppelte Bandbreite. Bei Zweiseitenband-Amplitudenmodulation ist dies leicht einzusehen, da hier das Frequenzband B von $-f_g$ bis $+f_g$ zu übertragen ist. Die genannten Gesetzmäßigkeiten sind jedoch grundsätzlicher Art, gelten also auch für den Fall der Frequenzmodulation.

Für Wechselstromtelegrafie gilt deshalb

$$B\,[\mathrm{Hz}] \approx 1{,}6\ v_s\,[\mathrm{Baud}].$$

Im Funkwesen versteht man unter B. das Frequenzspektrum der gewollten Aussendung eines Funksenders oder der ungewollten Ausstrahlung eines Funkstörers.

Nach der Vollzugsordnung für den Funkdienst 1959 werden unterschieden:

Belegte Bandbreite ist diejenige Frequenz-Bandbreite, bei der die unterhalb ihrer unteren und oberhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgestrahlten mittleren Leistungen je 0,5 % der gesamten mittleren Leistung betragen, die durch eine gegebene Aussendung abgestrahlt wird. In einigen Fällen (z. B. für Vielkanalsysteme mit Frequenzaufteilung) kann der Prozentsatz von 0,5 % bei der praktischen Anwendung der Begriffsbestimmungen der belegten und erforderlichen Bandbreiten zu gewissen Schwierigkeiten führen; in diesen Fällen kann ein abweichender Prozentsatz nützlich sein.

Erforderliche Bandbreite ist der Mindestwert der belegten Bandbreite für eine gegebene Sendeart, der ausreicht, um die Übertragung der Nachricht mit der Geschwindigkeit und mit der Güte sicherzustellen, die das eingesetzte System unter den gegebenen Bedingungen erfordert. Die Aussendungen, die für das gute Arbeiten des Empfangsgerätes nützlich sind, müssen in die erforderliche Bandbreite mit einbezogen werden, wie z. B. bei Systemen mit vermindertem Träger die dem Träger entsprechende Aussendung.

Für die Bezeichnung einer Aussendung wird neben der Sendeart die erforderliche Bandbreite zugrunde gelegt.

In der Fernsprechtechnik ist der normale Sprachkanal (→ Kanalabstand) durch eine B. von 300 Hz bis 3400 Hz gegeben (→ Frequenzband).

In der Festkörperphysik spricht man von der B. erlaubter und verbotener Energiezustände (→ Bändermodell des Halbleiters). *Biehler/Binz/Zuhrt*

Bandbreitenfaktor ist das Verhältnis der → Bandbreite zur Mittenfrequenz des Durchlaßbereichs.

Bandbreitengrenze ist die Frequenz, an der die Dämpfung (→ Dämpfungsmaß) gegenüber dem minimalen (bzw. nominellen) Wert des Durchlaßbereichs um einen bestimmten Wert (meist 3 dB oder 6 dB, → Bandbreite) angestiegen ist. Vgl. auch → Grenzfrequenz.

Bändermodell des Halbleiters. Das Bändermodell, grundlegend für das Verständnis fast aller elektrischen Eigenschaften kristalliner Festkörper, vermittelt auch für den → Leitungsmechanismus in Halbleitern eine anschauliche Vorstellung. Es stellt ein Ergebnis quantenmechanischer Näherungsverfahren dar. Dabei wird ein Kristall mit seinen in einem räumlich periodischen Gitter angeordneten Bausteinen als ein

Riesenmolekül betrachtet und auf dieses die für normale Moleküle entwickelten Methoden angewendet.

Das freie, ungestörte Atom besitzt eine bestimmte Anzahl diskreter, scharfer Energiezustände. Diese Energiewerte sind, physikalisch gesehen, die Bindungsenergien der Elektronen an den Atomkern. Beim Zusammenrücken der isolierten Atome zu Molekülen bzw. zu einem Kristallverband spalten die einzelnen atomaren Energieeigenwerte zu je einem Band von Eigenwerten auf. So entsteht aus dem diskreten Spektrum des einzelnen Atoms ein »Bänderspektrum des Kristalls«, in dem Bänder von »erlaubten« und »verbotenen« Energiewerten einander abwechseln. Die Energiezustände der Außenelektronen der Gitterbausteine, also der Valenzelektronen, führen dabei zu sehr breiten Energiebändern, während die Energieterme von kernnäheren Elektronen zu schmäleren Bändern führen. Die Terme der inneren Elektronen bleiben praktisch ungestört (Bild 1).

Besteht der Kristall aus N Atomen, so enthält jedes einzelne Energieband N dicht aufeinanderfolgende diskrete Energieniveaus. Wegen der ungeheuer großen Anzahl dieser Niveaus — es sind $6 \cdot 10^{23}$ je Mol des Kristalls — erscheint diese Folge möglicher Energiewerte innerhalb eines Bandes praktisch kontinuierlich.

Jeder Energiezustand innerhalb eines Bandes kann mit zwei Elektronen entgegengesetzter Spinrichtung besetzt werden (Pauli-Prinzip). Die Valenzelektronen haben im obersten besetzten Energieband ihren Platz. Dieses oberste, Elektronen enthaltende Band kann nun entweder halb besetzt oder ganz voll besetzt sein, je nach der Zahl der Valenzelektronen der Kristallbausteine.

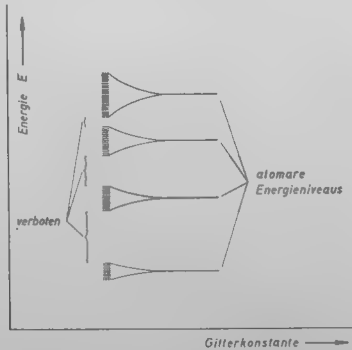


Bild 1. Das Aufspalten des diskreten Spektrums des einzelnen Atoms zum Bänderspektrum des Kristalls.

Der hier interessierende Fall des elektronischen → Halbleiters liegt dann vor, wenn das oberste Band voll besetzt und von dem untersten unbesetzten Band nur durch eine sehr schmale Lücke, die verbotene Zone, getrennt ist. Die Breite dieser verbotenen Zone, kurz auch Bandbreite genannt, ist eine der charakteristischen Materialgrößen des Halbleiters und wird im atomistischen Energiemaß eV angegeben. (Stoffe, bei denen das letzte voll besetzte und das erste unbesetzte Band durch eine große Energielücke von mehreren eV voneinander getrennt sind, zeigen Isolatoreigenschaft. Metallische Leitung findet sich dagegen stets, wenn das oberste Elektronen enthaltende Band nicht voll besetzt ist oder sich mit dem nächstfolgenden unbesetzten Band überlappt.)

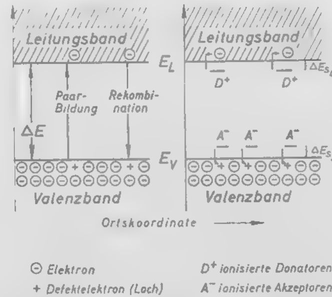


Bild 2. Links: Bändermodell der Eigenleitung, rechts: Bändermodell der Störleitung. E_L = untere Bandkante des Leitungsbandes, E_V = obere Bandkante des Valenzbandes, ΔE = Breite der verbotenen Zone.

Bei der Darstellung des Bändermodells für den Halbleiter beschränkt man sich i. allg. auf die beiden obersten Bänder und die dazwischenliegende verbotene Zone. Bild 2 zeigt den oberen Teil des letzten mit Elektronen voll besetzten Energiebandes, des Valenzbandes der Halbleiter sowie den unteren Teil des ersten unbesetzten Energiebandes, des Leitungsbandes. In der verbotenen Zone können sich keine Elektronen aufhalten. Die Valenzelektronen, welche die chemische Bindung verursachen, befinden sich bei tiefen Temperaturen alle im Valenzband, d. h. im fest gebundenen Zustand. Das Leitungsband ist unbesetzt. Dies bedeutet, daß sich keine Elektronen in einem beweglichen Zustand befinden. Da in einem voll besetzten Band Elektronenleitung nicht möglich ist, verhält sich der Halbleiter bei tiefen Temperaturen wie ein Isolator.

Eigenleitung: Durch thermische oder optische Energiezufuhr genügender Größe können gebundene Valenzelektronen dadurch zu beweglichen Elektronen werden, daß sie von ihren zugehörigen Ionen abgetrennt und aus dem Valenzband ins Leitungsband »gehoben« werden. Wegen der Ladungsneutralität des Kristalls im ganzen bleibt im Valenzband dann eine genau entsprechende Menge positiver Ladungseinheiten zurück, die »positiven Löcher« oder Defektelektronen. Da beide Trägerarten, Elektronen und Defektelektronen, bei diesem Vorgang in gleicher Anzahl entstehen, spricht man auch von Paarerzeugung. Wie die Elektronen im Leitungsband, so können auch die Defektelektronen im Valenzband unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes wandern und tragen daher in entsprechender Weise zur Leitfähigkeit bei.

Wird der Stromtransport ausschließlich durch Elektronen und Defektelektronen gleicher Anzahl übernommen, und sind dabei die betreffenden Elektronen

durch Überspringen der verbotenen Zone aus dem Valenzband ins Leitungsband gelangt, dann befindet sich der Kristall im Zustand der Eigenleitung (intrinsic conduction).

Der ständigen Erzeugung (Generation) von Elektron-Loch-Paaren gegenläufig ist der Vorgang der Rekombination freier Träger mit entgegengesetzter Ladung. Er bewirkt, daß sich stets eine bestimmte Gleichgewichtskonzentration an Trägerpaaren einstellt. Diese Gleichgewichtskonzentration ist von der Temperatur stark abhängig und nimmt mit wachsender Temperatur zu.

Störstellenleitung: Durch Zusatz geringer Mengen gewisser Fremdstoffe (Dotierung) läßt sich die Leitungsträgerdichte eines Halbleiters erheblich verändern. Baut man z.B. Fremdatome aus der V. Gruppe des Periodischen Systems (Phosphor oder Arsen) in das → Diamantgitter der vierwertigen Elementhalbleiter → Germanium oder → Silizium ein, so können nur je vier von deren fünf Valenzelektronen Bindungen mit den vier benachbarten Gitteratomen eingehen. Das fünfte Valenzelektron des Phosphor- bzw. Arsenatoms ist als überschüssiges Elektron nur schwach gebunden. Im Bändermodell sind die Energiezustände solcher Atome mit Überschußelektronen ortsfeste Energieterme. Sie liegen um die geringe Abtrennenergie ΔE_S unterhalb des Leitfähigkeitsbandes L. Da ΔE_S meist nur einige Hundertstel bis einige Zehntel eV beträgt, können Elektronen bei nicht zu tiefen Temperaturen leicht durch thermische Ionisierung in das Leitfähigkeitsband L gelangen. Man bezeichnet solche Fremdatome deshalb auch als Donatoren. Halbleiter mit Donator-Fremdatomen nennt man wegen des Überschusses an Elektronen Überschußleiter, den Vorgang beim Stromtransport entsprechend n-Leitung (Überschuß an negativen Ladungsträgern). Dotiert man den Halbleiter dagegen mit Elementen der III. Gruppe (z. B. Bor oder Gallium), so fehlt an den betreffenden Stellen ein Elektron zur Absättigung der Bindungen mit den vier Gitternachbarn. Da an solchen Stellen Elektronen von benachbarten Bindungsbrücken leicht angelagert werden können, nennt man diese Art Fremdatome Akzeptoren. Im Kristallgitter entstehen auf diese Weise Elektronenlöcher (Defektelektronen). Beim Akzeptor besteht die Ionisierung in der Anlagerung eines Elektrons oder, anders ausgedrückt, in der Abgabe eines Defektelektrons an das Valenzband. Die Energieniveaus der Akzeptoren liegen im Bändermodell wenig oberhalb des Valenzbandes V. Auch ihre Ionisierungsenergie ist meist kleiner als 0,1 eV. Halbleiter mit Akzeptor-Fremdatomen heißen Defektleiter. Den Vorgang beim Stromtransport im Defektleiter nennt man Löcherleitung oder p-Leitung wegen des Überschusses an positiven Ladungsträgern.

Neben den im Überschuß vorhandenen Ladungsträgern, den Majoritätsträgern, finden sich in einem Störstellenleiter stets auch Minoritätsträger. Im n-Leiter sind also auch Defektelektronen und im p-Leiter auch Elektronen als Minoritätsträger an den Leitungsvorgängen beteiligt. Verglichen mit der Trägerdichte im reinen Eigenleiter bei derselben Temperatur ist allerdings die Dichte der Minoritätsträger im Störstellenhalbleiter meist verringert. Der Grund hierfür liegt in der mit erhöhter Majoritätendichte ansteigenden Rekombination.

Gegenüber freien Elektronen im Vakuum wird die Bewegung eines Kristallelektrons vom Potentialfeld des Gitters beeinflußt. Bei rechnerischen Betrachtungen berücksichtigt man dies dadurch, daß man dem Kristallelektron eine sogenannte effektive Masse zuschreibt, die verschieden ist von der Masse freier Elektronen im Vakuum.

Das in Bild 2 dargestellte Bändermodell ist eine bis zum äußersten vereinfachte Wiedergabe der energetischen Verhältnisse im Halbleiterinnern. In Wirklichkeit weisen die Halbleiter eine komplizierte

Halbleitermaterial	Breite der verbotenen Zone in eV	Beweglichkeit bei Zimmertemperatur in cm^2/Vsec	
		Elektronen	Löcher
Germanium Ge	0,72	3 900	1 900
Silizium Si	1,12	1 500	500
Galliumarsenid GaAs	1,13	> 9 000	< 400
Indiumantimonid InSb	0,16	77 000	1 000

Vergleich charakteristischer Materialgrößen verschiedener Halbleiter und Halbleiterverbindungen.

→ Bandstruktur auf, die für die Deutung der optischen, aber auch mancher elektrischer Eigenschaften wichtig ist. Außer den Elementhalbleitern Germanium und Silizium gibt es noch eine größere Anzahl von → Halbleiterverbindungen. Diese zeigen, den vorhandenen Komponenten entsprechend, verschiedene Werte für Bandabstand und Trägerbeweglichkeit.

Literatur: Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1965 — Teichmann, Halbleiter, B. I., Hochschultaschenbücher Bd. 21, 3. Aufl. (1969) — Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wiss. Verlagsgesellschaft Stuttgart 1964.

Grobe

Bandfilter, Bandpaß ist ein → Filter mit einem einzigen → Durchlaßbereich, dessen → Grenzfrequenzen weder Null noch unendlich sind. Bandpaß-Grundglied → Vierpoltheorie 3.3 und 3.5.

Bandförderer. B. transportieren das Fördergut auf endlosen Textilbändern, die von einem Ende der Förderstrecke aus angetrieben werden. Steht das Fördergut dabei aufrecht auf dem Förderband und wird es durch seitliche Führungswangen gestützt, so spricht man von → Hochkantförderern, liegt es flach auf dem Förderband, von → Flachförderern. Als Mitnahmekraft steht nur die Reibungskraft zwischen Fördergut und Förderband zur Verfügung, die bei leichtem Fördergut, wie einzelnen Papierblättern, nur sehr niedrige Werte erreicht und zu gewissen Beschränkungen hinsichtlich Fördergeschwindigkeit, Sendegut, überbrückbare Steigung usw. zwingt. Bei besonders leichtem Fördergut können statische Aufladungen zu Schwierigkeiten bei der Förderung bzw. bei der Überladung vom Förderband in die Empfangsmulden führen, wenn die Luftfeuchtigkeit den Wert 65% unterschreitet. Durch zwangsläufige Führung des Fördergutes zwischen zwei parallellaufenden Bändern oder den V-förmigen Schenkeln eines Faltbandes

können diese Schwierigkeiten übergangen werden. Solche Hochkantförderer mit zwangsläufiger Führung des Fördergutes werden als → Schnellförderer und → V-Bandförderer bezeichnet. Zum Befördern von gebündeltem Schriftgut, Schnellheftern usw. in Fördertaschen stehen Hochkantförderer als → Taschenförderbandanlagen zur Verfügung.

B. eignen sich besonders für die Überbrückung von kleinen und mittleren Entfernungen bei überwiegend horizontaler Streckenführung. Mit ihrer Hilfe lassen sich Fördernetze der verschiedensten Form zum Sammeln und Verteilen von Schriftgut und ähnlichen Informationsträgern aufbauen. Werden die Arbeitsplätze entsprechend dem Organisationsablauf entlang der Förderwege angeordnet, so lassen sich ein stetiger Arbeitsfluß und ein zwangsläufiger Arbeitsablauf erzielen.

Die Bilder 1 bis 5 zeigen grundsätzliche Anwendungsbeispiele.

Zum Senden von Fördergut zu einem Empfangsplatz werden Anlagen mit nur einem Förderkanal verwendet (Bild 1). Von allen an der Förderstrecke liegenden



Bild 1. Einfacher Bandförderer mit einem Förderkanal.

Arbeitsplätzen kann das Sendegut an beliebiger Stelle in den Förderkanal gegeben werden. — Sollen zwei Empfangsstellen beschickt werden, die räumlich auseinander liegen, so sind zwei Förderkanäle mit entgegengesetzter Förderrichtung notwendig (Bild 2). —

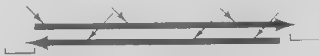


Bild 2. Bandförderer mit zwei Förderkanälen in entgegengesetzter Förderrichtung.

Besteht die Forderung, daß Schriftgut in einem Förderkanal von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz geschickt werden soll, so sind an diesen Plätzen Ausschleusbleche vorzusehen, die das Schriftgut in Empfangsmulden lenken (Bild 3). — Empfangsmulden und



Bild 3. Bandförderer mit mehreren Empfangsstellen, jedoch nur für Richtungsverkehr zwischen zwei hintereinanderliegenden Arbeitsplätzen.

Ausschleusbleche können entfallen, wenn in den Förderkanal an diesen Stellen Haltekeile eingesetzt werden, an denen das Schriftgut angehalten wird und zu entnehmen ist (Bild 4). — Wenn Schriftgut an



Bild 4. Bandförderer mit Haltekeilen an den Empfängerstellen.

beliebige Empfangsstellen, die an einem Kanal liegen, zu senden ist, werden elektrisch arbeitende Weichen eingebaut. Der Absender betätigt durch Tastendruck ein Zeitschaltwerk, das die Weiche an der Zielstelle so lange umstellt, bis die Sendung angekommen ist (Bild 5). — Sind im hin- und rückführenden Förderkanal Weichen vorhanden, so können zwischen allen Arbeitsplätzen wahlweise Sendungen ausgetauscht werden.



Bild 5. Bandförderer mit elektrischer Weichensteuerung.

Die drei grundsätzlichen Verkehrsaufgaben — Sammeln, Verteilen und Untereinanderverkehr — sind in Bild 6 an einigen Beispielen der Verkehrsabwicklung schematisch dargestellt. Die jeweils geeigneten Bandförderverfahren für den Transport in waagerechter Ebene sind angegeben.

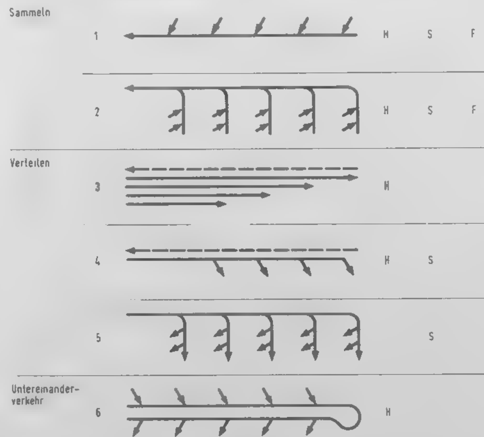


Bild 6.
Übersicht über mögliche Verkehrsarten mit Bandförderern.

Zeile 1 — Einkanal-Sammelanlage: Sie wird meist als Hochkantförderer ausgebildet. Schnellbandförderer zum Sammeln von Schriftgut werden in Telegrafenämtern vielfach zusammen mit gleichen Anlagen zum Verteilen eingesetzt. Ein Flachband ist zum Sammeln jeglichen — auch dickeren — Sendeguts geeignet, wenn die notwendige Baubreite zur Verfügung steht.

Zeile 2 — Einkanal-Sammelanlage mit Zubringerkanälen: Während man bei Flach- oder Schnellbandförderern in den Zubringerstrecken auch für den Hauptkanal die gleiche Anlagenart benutzt, ist es möglich, Hochkantförderer in den Zubringerstrecken mit Hochkant-, Flachband- oder Schnellbandförderern im Hauptkanal zu kombinieren.

Zeile 3 — Vielfachverteilanlage: Ausschließlich als Hochkantförderer. Das Sendegut kann im ganzen Verlauf der Förderstrecke aufgegeben und an mehreren Stellen empfangen werden. Meist ergänzt ein Sammelkanal die Anlage, der über eine am Anfang der Verteilerstrecken gelegene Zentralstelle einen Untereinanderverkehr ermöglicht.

Zeile 4 — Einkanalstrecke mit Weichen: Betätigen der Weichen durch Drucktastensteuerung oder zieleinstellbare Fördertaschen.

Zeile 5 — Verteilanlage mit einer Haupt- und mehreren Nebenstrecken: Diese Anordnung ist für den Transport von Telegrammen geeignet.

Zeile 6 — Einkanal-Weichenanlage für Untereinanderverkehr: Ausgeführt mit Hochkantförderern. Für den Transport des Sendeguts kommen nur Taschen mit Zielkennzeichenträgern in Betracht. Die an beliebiger Stelle in einen Sammelkanal gegebenen Taschen gelangen über eine 180°-Eckumführung in die Weichenstrecke und gemäß ihrer Zieleinstellung zur entsprechenden Empfangsstation.

Während sich für das Bewältigen längerer Wegstrecken → Hausrohrpostanlagen am besten bewährt haben, sind Bandförderer für den innerbetrieblichen Verkehr (z. B. als Telegrammförderanlagen) geeignet. Sie ermöglichen hier eine wirtschaftlichere Lösung unterschiedlicher Organisationsaufgaben.

Bild 6 zeigt an Verkehrsbeispielen die Zusammenarbeit von Hochkant-, Schnell- und Flach-Förderern (H—S—F).

Literatur: W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962 — R. Kirchheim, Telegrammförderanlagen, ZPF, Bd. 20 1968, Heft 24, S. 949 bis 952. *Gänsler*

Bandkante, Krümmung der → Bandstruktur der Halbleiter.

Bandleitung in der Wählertechnik als Bandkabel oder in der Funktechnik zur Verbindung zwischen UKW-Empfangsantenne und Empfänger, u. U. mit Schirmung verwendet.

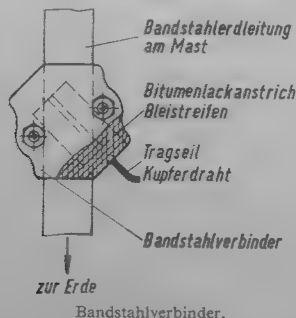
Bandrauschzahl (auch mittlere Rauschzahl) → Empfindlichkeit.

Bandringkern → Speicherelemente, magnetische.

Bandspeicherkern → Rufnummernspeicher.

Bandsperre ist ein → Filter mit einem einzigen Sperrbereich, dessen → Grenzfrequenzen weder Null noch unendlich sind. Bandsperr-Grundglied → Vierpoltheorie 3.5.

Bandstahlverbinder. Für Erder und für die Erdleitung der Abschlußgeräte der oberirdischen Leitungen wird Bandstahl benutzt. Zum Anschluß der Zuführung (z. B. Tragseil oder Kupferdraht) sind B. erforderlich.



Bandstahlverbinder.

Gegen Korrosion (Elementbildung) muß die Verbindungsstelle der Kupferleitung am B. durch Bleistreifen und Bitumenanstrich geschützt werden (s. Bild).

Bandstruktur der Halbleiter. Zur Beschreibung der elektrischen Eigenschaften der Festkörper genügt in den meisten Fällen das einfache → Bändermodell, das aus der Voraussetzung abgeleitet wird, daß die Bandkanten (E_L, E_V) unabhängig vom Ort im Festkörper sind, d. h. in allen Richtungen »horizontal« verlaufen. Tatsächlich aber variiert das Potential, das ein Elektron durchläuft, in jeder Richtung, und zwar mit der Periodizität des Gitters in eben dieser Richtung. Diese im einfachen Bändermodell vernachlässigten Feinheiten werden z. B. bei der Beschreibung optischer Eigenschaften der Halbleiter (→ Laser und Maser) wichtig. Zur Berücksichtigung der Feinheiten wählt man statt der beim einfachen → Bändermodell üblichen $E(x)$-Darstellung besser eine $E(\mathbf{p})$- oder $E(\mathbf{k})$-Darstellung. $\mathbf{p}$ ist der Impuls des Elektrons:

$$\mathbf{p} = m\,\mathbf{v} \tag{1}$$

und $\mathbf{k}$ die Wellenzahl

$$\mathbf{k} = \mathbf{k}_0\, 2\pi/\lambda; \tag{2}$$

$\mathbf{k}_0$ ein Einheitsvektor in Richtung $\mathbf{k}$, λ die Wellenlänge des Elektrons der Geschwindigkeit v. Nach de Broglie ist jedem Teilchen mit einem Impuls $\mathbf{p}$ eine Wellenlänge λ gemäß

$$\mathbf{p} = h/\lambda \tag{3}$$

(h = Plancksches Wirkungsquantum) zuzuordnen.

Aus (2) und (3) folgt

$$m\,\mathbf{v} = \mathbf{p} = \frac{h}{2\pi}\,\mathbf{k}\,. \tag{4}$$

Die Energie E eines mit der Geschwindigkeit v sich bewegenden Teilchens ist im klassischen nichtrelativistischen Fall:

$$E = \frac{1}{2}\,m\,\mathbf{v}^2\,. \tag{5}$$

Allgemein ersetzt man $\mathbf{v}$ durch (vgl. (1)) $\mathbf{p}/m$ und erhält

$$E = \frac{\mathbf{p}^2}{2\,m} = \frac{h^2\,\mathbf{k}^2}{8\,\pi^2 m} = \frac{\hbar^2\,k^2}{2\,m}\,. \tag{6}$$

$$(\hbar = h/2\,\pi)$$

Nach Gl. (6) hängt E vom Quadrat des Wellenzahlvektors k ab. Man erhält Bild 1, gestrichelte Kurve. Die Krümmung der Kurve (= Krümmung der Bandkante)

$$\frac{1}{\hbar^2}\cdot\frac{\partial^2 E}{\partial k^2} = \frac{1}{m} \tag{7}$$

ist konstant und ergibt die Masse des Elektrons. Die Steigung der Kurve

$$\frac{1}{\hbar}\cdot\frac{\partial E}{\partial k} = \frac{\hbar\,k}{m} = v \tag{8}$$

gibt die jeweilige Geschwindigkeit des Elektrons an. In einem Festkörper, dessen Gitterkonstante a ist, treten stehende Elektronenwellen auf, wenn die

Wellenlänge des Elektrons ein ganzzahliges Vielfaches der doppelten Gitterkonstante ist:

$$\left.\begin{array}{l} n\,\lambda = 2\,a \\ \text{und mit Gl. (2) } k = \dfrac{n\,\pi}{a} \end{array}\right) \; n = 1, 2, 3, \ldots \qquad (9)$$

Für diese k-Werte wird (stehende Welle!) die Elektronengeschwindigkeit Null, d. h. nach Gl. (8) wird die Steigung $\partial E/\partial k$ Null, die Kurve mündet in Horizontale ein, und zwar bei Annäherung an $k = n \frac{\pi}{a}$ von größeren oder kleineren Werten her. Es entstehen Bereiche, in denen einem k-Wert kein E-Wert zugeordnet werden kann (verbotene Zonen) und andere, in denen eine Zuordnung möglich ist

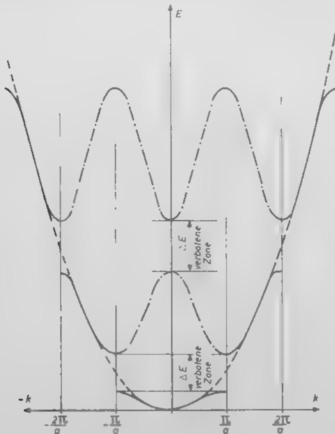


Bild 1. Abhängigkeit der Elektronenenergie E vom Wellenzahlvektor k in Festkörpern.

(erlaubte Zonen, Brillouin-Zone, dick ausgezogene Kurven in Bild 1). Da das Gitter periodisch ist, kann die $E(k)$-Darstellung periodisch für alle k-Werte erweitert werden, wie es die strichpunktierte Linie in Bild 1 andeutet. Aus dieser Darstellung wird deutlich, daß die Krümmung der Kurven nun nicht mehr konstant ist (vgl. Gl. (7)) und daß infolgedessen auch die aus der Krümmung berechenbare Masse 1. nicht mehr der Masse des freien Elektrons entspricht, 2. innerhalb einer Brillouin-Zone von einem hohen positiven Wert (untere Bandkante) auf einen hohen negativen Wert (obere Bandkante) übergeht. Diese Masse wird effektive Masse der Elektronen genannt.

Im allgemeinen hängt der Abstand der Gitteratome (a in Bild 1) von der Richtung ab, in der man den Kristall betrachtet. Ferner ist nicht für alle Richtungen der Abstand von Atom zu Atom konstant. Schreitet man z. B. in → Silizium in [111]-Richtung (Raumdiagonale) voran, so trifft man nach $1/4 \cdot a\sqrt{3}$ der Raumdiagonalenlänge ($= a\sqrt{3}$) der Elementarzelle ein Si-Atom und dann erst wieder nach $3/4 \cdot a\sqrt{3}$ das nächste. Diese Abweichungen von der Periodizität führen dazu, daß nicht nur die Abstände der Maxima und Minima in Bild 1 sich je nach Kristallrichtung horizontal gegeneinander verschieben, sondern auch die Tiefe zweier benachbarter Minima oder die Höhe zweier benachbarter Maxima sich vertikal gegeneinander verschieben. Da die Krümmung der $E(k)$-Darstellung im Maximum des Valenzbandes und im Minimum des Leitungsbandes die effektive Masse der an der Stromleitung beteiligten Defektelektronen bzw. Elektronen ist und für jede Richtung im Kristall einen anderen Wert hat, muß für jede Richtung eine eigene effektive Masse eingeführt werden. Dies geschieht durch einen effektiven Massentensor, dessen Komponenten die effektiven Massen in den Hauptkristallrichtungen sind. Bei drei Hauptrichtungen hat man es bei $k = 0$ also i. allg. mit drei effektiven Elektronenmassen und mit drei effektiven Defektelektronenmassen zu tun. Valenzband und Leitungsband sind an der Stelle $k = 0$ dreifach entartet. Beschränkt man sich auf die 1. Brillouinsche Zone (was wegen der Periodizität erlaubt ist), so erhält man z. B. Bandstrukturen, wie sie Bild 2a, b, c zeigt. Hier ist nur das oberste besetzte Band (Valenzband) und das unterste leere bzw. teilbesetzte (Leitungsband) in einer Richtung gezeichnet.

Die Elektronen befinden sich im tiefsten Minimum des Leitungsbandes, die Defektelektronen im höchsten Maximum des Valenzbandes. Die verbotene Zone (Bandabstand) entspricht dem Abstand zwischen tiefstem Minimum und höchstem Maximum. In Bild 2a liegen das tiefste Minimum und das höchste Maximum beim selben k-Wert. In diesem Fall können Elektronen von einem zum anderen Band übergehen ohne Impulsänderung ($k_1 - k_2 = 0$; k_1 = k-Wert im Leitungsband; k_2 = k-Wert im Valenzband). Diese Übergänge sind die sogenannten phononenfreien Übergänge, die beim Übergang Leitungsband — Valenzband zu einer Emission der freiwerdenden Energie ΔE (Bild 2a) in Form von Strahlung führen. Nur Halbleiter mit Bandstrukturen nach Bild 2a können als Lasermaterialien (→ Laser

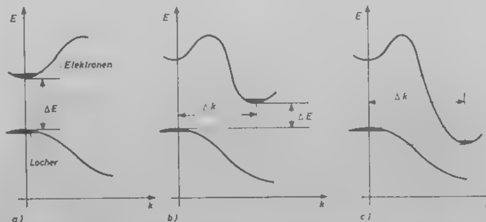


Bild 2a, b, c. Verschiedene Bandstrukturen von Halbleitern.

und Maser) verwendet werden. GaAs, GaSb, InP, InAs, InSb (→ Halbleiterverbindungen) gehören zu diesen Halbleitern. Die für Transistoren wichtigen Halbleiterelemente → Germanium und → Silizium besitzen eine Bandstruktur nach Bild 2b. Der Übergang eines Elektrons von einem Band ins andere ist nicht nur mit einer Energieaufnahme oder -abnahme ΔE verbunden, sondern auch mit einer Änderung $k_1 - k_2 = \Delta k$ des Wellenzahlvektors bzw. einer

entsprechenden Impulsänderung. Diese Impulsänderung wird von thermischen Gitterschwingungen (Phononen) aufgenommen. Liegt eine Bandstruktur nach Bild 2c vor, so können Ladungsträger ohne Energieänderung, jedoch unter Impulsänderung, von einem Band ins andere gelangen. Man sagt, die Bänder überlappen. Festkörper mit dieser Bandstruktur haben metallischen Charakter. Die (in den Fällen 2b, c) zur Δk-Änderung notwendigen Phononen (= Gitterschwingungen) stehen bei endlicher Temperatur in genügender Menge zur Verfügung. Die Ermittlung der Bandstruktur von Festkörpern, insbesondere von Halbleitern, gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Festkörperphysik. Sie gelingt nur durch wechselseitigen Vergleich theoretischer und experimenteller Ergebnisse.

Literatur: Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1965 — Blakemore, Semiconductor Statistics, Pergamon-Press, Oxford, London, New York, Paris, 1962 — Teichmann, Halbleiter, B. I., Hochschultaschenbücher Bd. 21, 3. Aufl. (1969).

Heime

Bandtrum → Hochkantförderer.

Barker-Code → Codierung.

Barkhausen, Heinrich, geb. 2. 12. 1881, gest. 20. 2. 1956, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., ehem. o. Professor der Schwachstromtechnik an der Technischen Hochschule Dresden (seit 1911); arbeitete auf den Gebieten Röhren- und Funktechnik, der Elektroakustik sowie des Ferromagnetismus, entdeckte (1920) die Laufzeitschwingungen (Barkhausen-Kurz-Schwingungen), die Umklappvorgänge beim Magnetismus (1924) (Barkhausen-Sprünge), befaßte sich mit der Konstruktion eines Geräuschmessers und der Festlegung der Phon-Skala, verfaßte Bücher über: »Das Problem der Schwingungserzeugung« (Promotionsarbeit 1907) sowie ein mehrbändiges Lehrbuch »Die Elektronenröhre«, in dem er die Kenngrößen der Elektronenröhre und ihre Beziehung untereinander festlegte (Barkhausen-Formel). Ehrungen: Goldene Heinrich-Hertz-Medaille (1928), Dr.-Ing. E. h. der TH Darmstadt (1932), Gauß-Weber-Gedenkmünze, Liebmann Memorial Prize des IRE (1933), Ehrenmedaille Denki-Tunsin Gakkwai/Japan (1938), Ernst-Abbé-Gedächtnispreis (1941), Nationalpreis II. Klasse (1949), Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Ehrenmitglied der Rumänischen Akademie der Wissenschaften, der Kammer der Technik, des Instituts der Japanischen Elektrotechniker, des Institute of Radio Engineers, der Acoustical Society of America.

Barkhausen-Gleichung. In der Röhrentechnik ist es üblich, für einen Arbeitspunkt im Kennlinienfeld für die Spannung einer Steuerelektrode und für den Strom und die Spannung einer Ausgangselektrode die Röhren-Kenndaten: Steilheit, Innenwiderstand und Leerlaufspannungsverstärkung anzugeben (→ Röhrenkennlinie, → Elektronenröhrenformelzeichen). Wenn nicht ausdrücklich anders gesagt, handelt es sich dabei um Kenndaten für die Kleinsignalverstärkung, d. h., die Scheitelwerte der Wechselgrößen sind so klein, daß die Verstärkung praktisch aussteuerungsunabhängig ist. Im allgemeinen sind die Kenndaten dann komplexe Werte von partiellen Differentialquotienten, wenn die Größen des statischen Betriebszustandes durch komplexe Amplituden differentiell geändert werden. Allgemein ist so die Steilheit s der partielle Differentialquotient aus dem Strom der Ausgangselektrode und der Spannung der Steuerelektrode, die Leerlaufspannungsverstärkung μ der negative partielle Differentialquotient aus der Spannung der Ausgangselektrode und der Spannung der Steuerelektrode und der Innenwiderstand r_a der partielle Differentialquotient aus der Spannung und dem Influenzstrom der Ausgangselektrode. Bei vernachlässigbarer Laufzeit der Elektronen sind diese drei Kenndaten reell. Als partielle Differentialquotienten einer Funktion von zwei Veränderlichen genügen sie der nach Barkhausen benannten Beziehung

$$\frac{s \cdot r_a}{\mu} = 1 .$$

Früher war es üblich, in diese Gleichung statt $1/\mu$ den Durchgriff D einzusetzen. Es erwies sich jedoch als zweckmäßig, den Durchgriff ausdrücklich auf eine durch Systemteilkapazitäten definierbare Größe zu beschränken, wodurch die Identität mit $1/\mu$ aufgehoben wird. Der Durchgriff eines Dreielektroden-Systems ist hiernach der Durchgriff der massiven Elektrode x durch die gitterförmige Elektrode y auf die massive Elektrode z, gegeben durch den Quotienten aus den im kalten Zustand der Röhre vorhandenen Teilkapazitäten c_{xz} und c_{yz}. Es gilt daher nur noch näherungsweise $D = 1/\mu$.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.

Schnitger

Barkhausen-Kurz-Schwingung → Laufzeitröhre.

Barkhausen-Sprünge → Weiss'sche Bezirke.

B-Armierung → Seekabelaufbau.

Basa → Bahn-Selbstanschluß-Anlagen.

Basa-Befehlfernsprechverbindungen dienen zur Überwachung des Eisenbahnbetriebes auf Streckenabschnitten von etwa 50 bis 100 km. Sämtliche Bahnhöfe einer Strecke sind in eine B. eingeschaltet. Die betriebsüberwachende Stelle (Zugleitung = Zl) hat ein Drucktastentableau, von dem sie durch Tastendruck den gewünschten Bahnhof anrufen kann. Die Bahnhöfe untereinander können sich nicht anrufen. Jeder angeschlossene Bahnhof kann nach Abheben des Sprechhörers seines Zentral-Batterie-Apparates sofort mit der Zl sprechen, weil dort ein Mikrofonlautsprecher ständig abgehört wird. Ruft die Zl einen Bahnhof an, so werden die durch Tastendruck automatisch ausgesendeten Impulse von dem jedem Bahnhof zugeordnetem Schrittschaltwerk ausgewertet und ggf. als Ruf für die eigene Stelle erkannt und signalisiert. Während bei der DB mit B. der Eisenbahnbetrieb überwacht und nur ausnahmsweise gelenkt wird, dienen B. bei verschiedenen ausländi-

schen Eisenbahnen als Dispatcherverbindungen der Lenkung des Eisenbahnbetriebes.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1962 u. 1963.

Basa-Bezirksfernsprechverbindungen → Bezirksfernsprechverbindungen.

Basidiomyceten → Pilze.

BA-Signal → Videofrequenztechnik.

Basis → Transistor.

Basisband. Unter B. versteht man einen allgemeinen Ausdruck für das komplexe Signal, mit dem ein Richtfunksystem moduliert wird. B. hat den früher üblichen Ausdruck Videoband abgelöst. Bei Frequenz-Multiplex-(FDM-)Systemen besteht das B. aus einer oder mehreren Gruppen von Fernsprechkanälen, die frequenzmäßig nebeneinander liegen. Bild 1 zeigt die Anordnung für 120-, 960- und

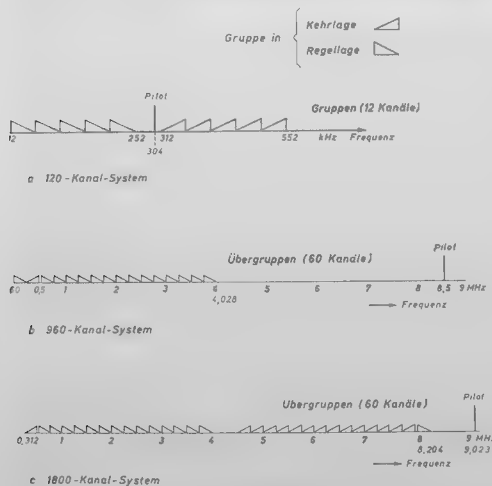
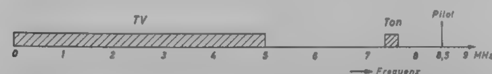


Bild 1. Anordnung des Basisbandes für Fernsprechsysteme.

1800-Kanal-Systeme. Bei Zeit-Multiplex-(TDM-)Systemen besteht das B. aus mehreren zeitlich ineinandergeschachtelten Fernsprech- oder Datenkanälen. Im Richtfunk haben Zeitmultiplexsysteme z. Z. keine praktische Bedeutung. Bei Fernseh-Systemen gibt B. das Signal in der Video-Lage an, dessen Anordnung in Bild 2 gezeigt wird. Neben dem eigent-



(Bei dem System FM 1800-TV/1800 liegt der Pilot bei 9,023 MHz.)

Bild 2. Anordnung des Basisbandes für ein Fernsehsystem mit einem Tonkanal.

lichen Modulationssignal gehört zum B. noch der Richtfunkpilot, der vor der Modulation dem Signal zugefügt und nach der Demodulation wieder entnommen wird (→ Richtfunksystem).

Die Kennzeichen und Eigenschaften des B. sind wichtige Faktoren für die Bemessung eines Richtfunksystems. In der Tabelle sind Frequenzbereiche,

Tabelle. Frequenz- und Pegelwerte für das Basisband für verschiedene Tf-Systeme.

Höchstzahl der Sprechkanäle	Frequenzbandgrenzen kHz	Relative Pegel Eingang dB	Relative Pegel Ausgang dB	Absoluter Pegel dB	Pilotfrequenz dB
1	2	3	4	5	6
60	12– 252	— 45	— 15	6,1	304
120	12– 552	— 45	— 15	7,3	304
300	60–1 364	— 42	— 18	9,8	1 499
960	60–4 287	— 45	— 20	14,8	8 500
1 800	300–8 248	— 37	— 28	17,5	9 023

Pegel und Pilotfrequenzen der von der DBP eingesetzten Systeme eingetragen. Die relativen Pegel (Spalte 3 und 4) an den Ein- und Ausgangsklemmen der Systeme entsprechen den gemessenen Leistungspegeln in dBm, wenn in einem beliebigen Sprechkreis, z. B. an einer Stelle mit dem relativen Pegel Null, ein sinusförmiges Signal mit der Bezugsleistung von 1 mW eingespeist wird. Für die mittlere Leistung eines Sprechkanals unter Einschluß der Vermittlungssignale hat das CCITT einen Wert von 32 μW festgesetzt. Dieser Wert gilt für die Hauptverkehrsstunde. Die konventionelle Belastung ist normalerweise die Summe aller mittleren Sprechleistungen; nur für Systeme mit weniger als 240 Sprechkanälen gelten andere Gesetze. Die dafür empfohlenen Werte, bezogen auf den relativen Pegel Null, sind aus der Spalte 5, absoluter Pegel, zu entnehmen. Der Ausdruck B. gibt außerdem die Frequenzlage an, in der sich das Signal befindet; die Basisbandlage ist, im Gegensatz zur Zwischen- und Radiofrequenzlage, der ursprüngliche Frequenzbereich, in dem das Signal von der Trägerfrequenzseite dem Richtfunk übergeben und wieder abgegeben wird. *Kern*

Basisersatzschaltbild → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Basiskarten → Funkprognosen.

Basisschaltung → Transistorschaltungen.

BAS-Signal → Fernsehen 2, → Videofrequenztechnik.

Batteriebetrieb → Gleichstromversorgung.

Batterieladeanlagen für Starter- und Antriebsbatterien s. Handwörterbuch für das Postwesen, 3. Aufl. 1970.

batterielose Fernsprecher für Schiffe. Wegen der Unabhängigkeit von einer Stromquelle sind diese F. für Notfernsprechverbindungen geeignet. Für die Verbindung Brücke–Maschinenraum sind batterielose F. von den Klassifikationsgesellschaften vorgeschrieben, wenn kein akustisches Sprachrohr vorhanden ist. Sie sind konstruktiv den Bedingungen an Bord angepaßt. Als Mikrofonkapseln werden leistungsfähige elektroakustische Wandler nach dem elektromagnetischen Prinzip eingesetzt. Dadurch wird ein speisungsloser Betrieb ermöglicht. Für die Rufstromerzeugung wird ein Kurbelinduktor eingesetzt. Ein selektiver Ruf für etwa 12 Gegenstellen wird durch einen Rufleitungswahlschalter ermöglicht. Die Sprechstromkreise aller

batterielosen F. einer Anlage sind parallel geschaltet. Dadurch wird gewährleistet, daß wichtige Stellen immer zu erreichen sind.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Batterieraum (Akkumulatorenraum). Batterien mit geschlossenen Zellen bei einer Gesamtkapazität über 240 Ah/10 stdg. und Batterien mit offenen Zellen jeglicher Kapazität sind in einem besonderen Raum, dem sogenannten B., unterzubringen. Bei der Erstellung von B. sind die VDE-Vorschriften 0510 zu beachten. Unter dem dort angegebenen Begriff »frostfreie Räume« ist für den Bereich der DBP zu verstehen, daß die Temperatur des B. + 8° C nicht unterschreiten soll.

Batterieschaltfeld → Stromversorgungsanlagen für Fernmeldeeinrichtungen.

Bauakustik. Sie befaßt sich mit der Schallausbreitung in Konstruktionsteilen von Bauten. Wir unterscheiden zwischen Luftschall und Körperschall bzw. Trittschall. Von Interesse ist hauptsächlich die Schalldämmung und die Schallisolierung von Bauelementen. Das Luftschalldämmaß von Wänden und Decken ergibt sich aus

$$R = D + 10 \lg \frac{F}{A} \quad \text{dB}.$$

Hier ist $D = L_1 - L_2$ in dB die Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen mit L_1, dem → Schallpegel des Raumes, in dem Luftschall erzeugt wird, und mit L_2, dem empfangenen Schallpegel im Nebenraum. F = Fläche der Trennwand in m² und A = äquivalente Schallschluckfläche (→ Nachhallzeit) des Empfangsraumes, die durch eine Nachhallmessung zu bestimmen ist. Es wird vorausgesetzt, daß der Schall nicht auf Nebenwegen (längs angrenzender Decken und Wände sowie durch vorhandene Rohre und Schächte) übertragen wird. Dies ist praktisch nur auf besonderen Prüfständen erreichbar. Unter den üblichen Baubedingungen sind Nebenwege kaum vermeidbar. Die Luftschalldämmung, die unter üblichen Nebenwegen gemessen wird, wird Bauschalldämmaß R' genannt. Körperschallübertragung im Hochbau findet meist als Trittschall statt. Der Normtrittschallpegel ist:

$$L_n = -L_T - 10 \lg \frac{A_0}{A} \quad \text{dB}.$$

Der Trittschallpegel L_T ist der Schallpegel pro Oktave, der im Raum unter einer Decke gemessen wird, wenn dieser mit einem Hammerwerk nach DIN 52210 beklopft wird. $A_0 = 10$ m² ist die angenommene Bezugs-Schallschluckfläche des Empfangsraumes. Sobald der Normtrittschallpegel unter den üblichen Baubedingungen gemessen wird, so wird er durch L_n gekennzeichnet. Der höchste Trittschallpegel für Decken und das Mindest-Luftschalldämmaß für Trennwände und Decken sind in DIN 4109 vorgeschrieben.

Literatur: Willi Furrer, Raum- u. Bauakustik für Architekten. Birkhauser-Verlag, Basel u. Stuttgart, 1956. *Brosze*

Bauauftrag. Die innerdienstlichen Anweisungen zum Ausführen der von den Kunden gestellten Anträge werden durch B. erteilt. Sie dürfen erst dann ausgefertigt werden, wenn alle Voraussetzungen nach den Bestimmungen der → Fernsprechordnung erfüllt, für Hauptanschlüsse und Leitungen freie Beschaltungseinheiten und/oder freie Stromkreise verfügbar und die Bauarbeiten am Einrichtungsort ausführbar sind. → Anmeldedienst für Fernmeldeeinrichtungen.

Sind kostenpflichtige Vorarbeiten (z. B. unterirdische Einführung) zu leisten, so kann ein Voraus-B. erteilt werden. Ebenso können die Anmeldeplätze bei größeren Erweiterungen des Kabelnetzes oder einer Vermittlungsstelle eine längere Zeit vor Abschluß der Arbeiten B. auf Abruf erteilen. Hierdurch ist sichergestellt, daß die beantragten Teilnehmereinrichtungen am Einrichtungsort fertiggestellt sind und nach Fertigstellung der Erweiterungsarbeiten sofort in Betrieb genommen werden können.

Als B. dient ein sechsfaches Durchschriftformblatt mit Kohlepapiereinlagen, das als »Bauauftragsblock« bezeichnet wird; es ist mit einem Schnelltrennsatz versehen. Die oberen Teile der Bauauftragsblätter erhalten im Durchschreibverfahren folgende Angaben: die genaue Bezeichnung des Anschlusses einschl. Fernmelde-Gebühren-Kontonummer, Angaben über den Antragsteller (Name/Firma), Wohnort, Straße und Haus-Nr., Angabe des Postfachs und evtl. vorhandene Einrichtungen. Ferner wird (stichwortartig) die Art der auszuführenden Arbeiten niedergeschrieben. Müssen für einen Antrag mehrere B. (z. B. zwei Hauptanschlüsse) ausgefertigt werden, so ist auf jedem dieser B. ein gegenseitiger Hinweis, hierzu gehört Bauauftrag Nr. ..., anzubringen. Bei Einrichtung eines Gemeinschaftsanschlusses ist Name und Anschrift des Partners und dessen Rufnummer anzugeben. In dem unteren Teil und auf verschiedenen Rückseiten der einzelnen Blätter des Bauauftragsblocks sind die Verteiler und die Bearbeitungsvermerke vorgedruckt.

Die einzelnen Blätter werden sternförmig an die in Frage kommenden Dienststellen verteilt.

Der Lauf der einzelnen Blätter durch die verschiedenen Dienststellen ist so festgelegt, daß eine schnelle Erledigung des B. und eine frühzeitige Anrechnung der Gebühren erzielt wird. *Breidt*

Baud → Schrittgeschwindigkeit.

Baudot, Jean Maurice, geb. 1845, gest. 28. 3. 1903; trat 1869 bei der französischen Post- und Telegrafenverwaltung ein; entwickelte in den folgenden Jahren einen neuen Telegrafenapparat, seinen späteren **Typendrucker mit Verteiler, der 1877 zwischen Paris** und Bordeaux eingesetzt und auf der Pariser Weltausstellung (1878) vorgeführt wurde. Ehrungen: Ritter der Ehrenlegion, 1887 Ampèrepreis, Großer Preis 1889 Weltausstellung Paris. Ihm zu Ehren wurde die Einheit der Telegrafiergeschwindigkeit Baud (Bd) (→ Schrittgeschwindigkeit) genannt.

Literatur: Journ. tél. 1903, Nr. 4, S. 90, und Nr. 6, S. 134ff. ETZ 1903, H. 19, S. 353. Tobler und Zetzsche: Der Betrieb und die Schaltungen der elektrischen Telegraphen, S. 344ff. Halle: Wilhelm Knapp, 1891. Telecommunication Pioneers, N. J. H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens, Telecommunication Pioneers.

Baudot-Alphabet. Beim → Baudot-Apparat verwendeter und auf dessen Bedienung zugeschnittener Telegrafencode auf Fünfschrittbasis. Die Zeichenzuordnung

nimmt Rücksicht auf die leichte Erlernbarkeit des Code, dessen Zeichenkombinationen auswendig mit beiden Händen, und zwar mit dem zweiten und dritten Finger der linken sowie mit dem zweiten, dritten und vierten Finger der rechten Hand, am Baudotsender ausgesendet werden müssen. Die am häufigsten vorkommenden Codezeichen weisen jeweils die geringste Zahl von Schritten auf. Die 32. Kombination wird nicht benutzt. Es können 60 Alphabetzeichen mit 2 Funktionszeichen ausgesandt werden. → HWF 1929.

Baudot-Apparat. Der B. hat in der → Geschichte des Fernmeldewesens eine bedeutende Rolle gespielt. Verwendung bis in die neueste Zeit hinein. Gehört zur Gruppe der → Mehrfachtelegrafenapparate. 2fach-, 4fach- und 6fach-Baudot-Apparatsätze. Apparat- und übertragungstechnisch hervorragend konstruierter Drucktelegrafenapparat. Apparatspielraum 60%, weil ständiger Synchronismus vorhanden. → HWF 1929.

Baudot-Verdan-System. Von dem französischen Ingenieur Verdan zur Ausschaltung von Störfehlern beim Betrieb des Baudot-Apparates auf Funkverbindungen entwickelt. Grundgedanke ist die ein- oder mehrmalige Wiederholung der übertragenen Zeichen. Hauptbestandteile der Sende- und Empfangsvorrichtungen sind genau synchron laufende Verteiler. Die Apparatur arbeitet auf mechanischer Grundlage und bewirkt das selbsttätige Wiederholen der Fernschreibzeichen in bestimmten Zeitabständen. Beim B.-V.-Gerät, das mit zweimaliger Wiederholung arbeitet, wird jeder Schritt eines Zeichens bei der ersten Aussendung zugleich mechanisch in einer Verteilerscheibe des ersten Speicherverteilers und bei der ersten Sendewiederholung zugleich in einer entsprechenden Verteilerscheibe des zweiten Speicherverteilers gespeichert und nach einer bestimmten Zeit ausgesandt. Da das Gerät mit einem Dreifach-Verteiler entsprechend zweimaliger Wiederholung arbeitet und die Drehzahl der Speicherverteiler nur $1/6$ der Verteilerdrehzahl beträgt, findet die Zeichenwiederholung bei jeder 6. Verteilerumdrehung statt, und die Sendefolge bei der Alphabet-Buchstabenreihe lautet: a_1 – – /b_1 – a_2 /c_1 – b_2/ $d_1a_3c_2$/ .... Der Empfänger besitzt außer dem gewöhnlichen Baudot-Verteiler gleichfalls zwei Speicherverteiler, die durch das Empfangsrelais eingestellt werden und den Übersetzer steuern.

Gerät ursprünglich für Langwellenverkehr entwickelt. Bei Störzeichen (Nachhall, fremde Sender usw.) entstehen aus Zeichenschritten (Pausen) nur Trennschritte (Schritte), nicht umgekehrt Zeichenschritte aus Trennschritten. Ein Schritt wird nur dann im Übersetzer wirksam, wenn er dreimal als solcher an der gleichen Stelle empfangen worden ist, sonst gilt er als Pause; ein Pausenschritt hingegen gelangt auch dann als Pausenschritt zum Übersetzer, wenn er mindestens einmal als solcher eingegangen ist. Darauf beruht die Störbefreiung des Geräts. Auswertung nach Häufigkeit allein wird eingeschränkt, indem mehrere gleichartige Störungen bei demselben Schritt vorkommen können. Daher auch Auswertung nach Schritten möglich. Zusatzschritte und Schrittausfälle treten meist zusammen auf; dann versagt das Verdan-Verfahren. → HwF 1929. *Schiweck*

Bauelemente der Fernmeldetechnik (Geschichte) → Geschichte des Fernmeldewesens.

Bauelemente der Sonderkabel (Luftkabel, Flußkabel, Wattkabel, Seekabel). Von den Sonderkabeln haben Luftkabel und Flußkabel herkömmliche Bauelemente. Luftkabel zum Aufhängen am Tragseil (Lk) werden nicht mehr beschafft und sind auch nur noch vereinzelt in Benutzung. Beim selbsttragenden Luftkabel (LksT) Tragseil aus verzinkten Stahldrähten, umgeben vom Kunststoffmantel aus Polyäthylen (PE), durch einen Steg mit dem eigentlichen PE-Kabelmantel zu einem Ganzen verbunden; Voll-PE isolierte Leiter, Sternverseilung. Über verseiltem Leiterbündel 2 Lagen Isolierfolie, Kabel mit 6 bis 50 Doppeladern (DA).

Für Kreuzung kleiner Wasserläufe wird im allgemeinen Stahlwellmantel-Kabel als Flußkabel verwendet; für Durchquerung von Flüssen, Kanälen, Landseen und anderen Binnengewässern früher Bleimantel-Kabel mit einer gegen mechanische Beschädigungen sichernden Runddraht-Bewehrung; heute nur noch bewehrte Stahlwellmantelkabel, in Kunststoff-Rohre eingezogen.

Wattkabel besitzen je nach den örtlichen Verhältnissen den Aufbau eines Flußkabels. Es sind Kabel mit erhärtetem Bleimantel und Runddraht-Bewehrung oder bewehrte Stahlwellmantelkabel. Bis etwa 1920 erhielten die Wattkabel eine doppelte Bewehrung, die innen aus Flachdrähten und außen aus Z-förmigen Formdrähten bestand. Da aber auch bei Wattkabeln mit dieser Bewehrungsform Fehler auftraten und da die Anfertigung von Spleißen mit Formdrahtbewehrung erhebliche Schwierigkeiten machte, ging man auch bei Wattkabeln zur Runddrahtbewehrung über.

Fernsprech-Seekabel entsprechen keinen Normvorschriften; sie sind nach den jeweils gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen und dem Stand der technischen Entwicklung aufgebaut. Zu Fernsprechseekabeln gehören die durch Weltmeere, Meeresteile in internationalen Gewässern verlegten Kabel, deren Landepunkte in verschiedenen Ländern liegen. *Knebel*

Bauer-Code → Codierung.

Bauführer → Ämter des Fernmeldewesens.

Baumpflanzungen. Die Rechtsbeziehungen zwischen der DBP und den Besitzern von B. im Hinblick auf Bäume und Sträucher, die sich auf oder an den von der DBP benutzten Verkehrswegen befinden, sind in § 4 des Telegrafenwegegesetzes (TWG) geregelt. Diese Bestimmungen beziehen sich sowohl auf B., die am Wegesrand, d. h. »auf« dem Verkehrsweg stehen, als auch auf solche, die sich auf Privatgrund befinden, deren Äste jedoch in den Luftraum des Weges hineinragen (B. »an« Verkehrswegen). Der DBP ist unter bestimmten Voraussetzungen ein Eingriffsrecht in die B. gewährt, dem andererseits die

Pflicht gegenübersteht, die B. nach Möglichkeit zu schonen und auf das Wachstum der B. Rücksicht zu nehmen. Für die durch die Ausästungen entstandenen Schäden haftet die DBP auch ohne Verschulden (§ 4 Abs. 3 TWG).

Baumwollseidenkabel, früher gebraucht: 1. als sogenannte Systemkabel zur Führung der Leitungen innerhalb der Vermittlungsstelle (VSt);

2. als Abschlußkabel zum Abschließen unterirdisch eingeführter Ortskabel in den VSt;

3. in größeren Fernsprechnebenstellen-Einrichtungen und in Verzweigeranlagen.

Ausführung: 0,8 mm starke, feuerverzinnte Kupferleiter, darüber zwei Umspinnungen mit Seidenfäden, darüber Umspinnung mit Baumwollgarn in verschiedenen Farben, über der Kabelseele Umwicklung mit einem Papierstreifen. Zur Fernhaltung von Feuchtigkeit als äußerer Schutz entweder ein nahtlos umpreßter Bleimantel (BSM-Kabel) oder eine Bewicklung mit Streifen dünnen Bleiblechs mit darüberliegender, getränkter Umflechtung mit Baumwollgarn (BS-Kabel). B. heute durch Schaltkabel, → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen ersetzt.

Bautruppführer → Ämter des Fernmeldewesens.

Bauvorhaben der Linientechnik sind planungsmäßig bedingte Zusammenfassungen von Arbeiten zum Erweitern oder Erneuern des Fernmeldeliniennetzes, die je nach Umfang entweder in Bauanschlägen (über 5000 DM) oder in Bauübersichten (bis 5000 DM) veranschlagt werden. Davor werden geplante Bauvorhaben (Bvh) ausgekundet, um an Ort und Stelle die technisch und wirtschaftlich günstigste Lösung zu finden. Beim Auskunden von B. werden Linienführung und Bauweise der geplanten Anlagen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten im einzelnen festgelegt. Dabei sind besonders die Beschaffenheit des Bodens und der Wegeoberflächen sowie Lage und Art vorhandener und geplanter fremder Anlagen festzustellen und die Möglichkeit der wirtschaftlichen Unterhaltung der fertigen Anlage zu prüfen. Fernmeldelinien sollen so geführt werden, daß sie keine Gefahr für den Verkehr bilden und selbst möglichst wenig durch ihn oder andere Anlagen gefährdet sind. Beim Auskunden sind auch alle Feststellungen zu treffen, die zum Durchführen des Planfeststellungsverfahrens oder zum Abschließen von Gestattungsverträgen für das Benutzen privater Grundstücke (→ Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien) notwendig sind.

Durch Veranschlagen von B. werden der Bedarf an Fernmeldezeug (FZ) nach Art und Menge, der Bedarf an Arbeitszeit eigener Kräfte, der Umfang der an Auftragnehmer zu vergebenden Fernmeldebau- und Tiefbauarbeiten sowie die Höhe der voraussichtlich entstehenden Kosten ermittelt. Bauanschläge und -übersichten, die formblattmäßig gefertigt werden, dienen bei Bauvorbereitungen als Unterlage für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel, die Bestellung des benötigten FZ und das Ausschreiben und Vergeben der Auftragnehmerarbeiten bei der Bauausführung für technische Leitung und Überwachung sowie für Abnahme und Abrechnung der durchgeführten Arbeiten.

Bauanschlag (Linientechnik) besteht aus einem für alle vorkommenden Arbeiten einheitlichen Titelblatt, einem einheitlichen Schlußblatt und unterschiedlichen Einlageblättern, die je nach Art der auszuführenden Arbeiten beizufügen sind. Das Titelblatt enthält auf der Vorderseite außer Angaben zur näheren Bezeichnung des Bauvorhabens Zusammenstellung der veranschlagten Kosten für FZ und Auftragnehmerleistungen, ggf. nach Verbuchungsstellen getrennt, und der durch eigene Kräfte der DBP zu leistenden Stunden. Auf der Rückseite des Titelblattes befindet sich eine Zusammenstellung der Blätter des Bauanschlags und der dazugehörenden Anlagen. Im übrigen besteht der Bauanschlag aus den Abteilungen A, B und C. In Abt. A werden durch eigene Kräfte auszuführenden Arbeiten nach Leistungseinheiten und Stunden veranschlagt. In Abt. B werden Bedarf und Gewinn an FZ nach Menge und Kosten zusammengestellt. Abt. C erfaßt die an Auftragnehmer zu vergebenden Bauleistungen und Zulieferungen nach Menge und Kosten sowie die Kosten für sonstige Leistungen (z. B. Flurschäden, Verlegung fremder Anlagen). Für Auftragnehmerleistungen ist ein formblattmäßig vorbereitetes Leistungsverzeichnis aufzustellen und dem Bauanschlag beizufügen, das der Ausschreibung zugrunde gelegt wird. »Leistungsverzeichnis für Arbeiten am Fernmeldeleitungsnetz der DBP« besteht aus einem Titelblatt mit allgemeinen Angaben über Bvh und Verzeichnis der im Einzelfall beigefügten Beilagen zum Leistungsverzeichnis sowie den jeweils in Frage kommenden Beilagen. Darin sind alle Arbeiten (Tiefbauarbeiten, Fernmeldebauarbeiten, Einmeß- und Zeichenarbeiten), Lieferungen und sonstigen Leistungen, die an Auftragnehmer vergeben werden können, systematisch geordnet und nach Leistungspositionen gegliedert enthalten. Veranschlagte Arbeiten werden durch zeichnerische Darstellungen erläutert. Das Schlußblatt enthält Aufstellungs- und Prüfvermerke, Mittelvermerk, Vollzug des FA und ggf. Nachprüfvermerk und Vollzug der Oberpostdirektion (OPD). Fertiggestellte Bauanschläge werden in den Nachweis der aufgestellten Bauanschläge (Linientechnik) aufgenommen, der zweimal jährlich der OPD vorgelegt wird. Diese bestimmt anhand dieses Nachweises, welche Bauanschläge ihr zum Nachprüfen zugesandt werden sollen.

Bauübersicht (Linientechnik) besteht aus einem Blatt; trägt im Kopf Angaben über Ort und Art der Arbeiten sowie Kostenzusammenstellung für FZ und Auftragnehmerleistungen, ggf. nach Verbuchungsstellen unterteilt. Im übrigen enthält sie wie der Bauanschlag Abteilungen: A. Arbeitsnachweis, B. FZ-Bedarf bzw. -Gewinn und C. Auftragnehmerkosten, die entsprechend dem geringeren Umfang der Gesamtveranschlagung gegenüber dem Bauanschlag vereinfacht sind.

Zur Durchführung eines veranschlagten B. wird der bauausführenden Stelle schriftlicher Auftrag erteilt. Dies geschieht bei Bauvorhaben über 5000 DM — mit Bauanschlag — auf bes. Formblatt, das auf Karton gedruckt und als Umlaufmappe ausgebildet ist, in die alle dazugehörigen Anlagen eingelegt werden können, wie z. B. der Bauanschlag, Planungsunterlagen, soweit sie nicht schon Bestandteil des Bauanschlags sind, Auskundungsvermerke, wenn die bauausführende Stelle nicht selbst ausgekundet hat, Unterlagen der Planfeststellung, wenn das Planfeststellungsverfahren vom FA bereits durchgeführt wurde, Vertragsunterlagen über Auftragnehmerleistungen, wenn der Zuschlag erteilt ist. Die auf Bauauftragsformblatt vorgedruckten Umlaufvermerke sorgen dafür, daß sowohl vor als auch nach Baudurchführung alle Dienststellen, die etwas zu veranlassen haben, beteiligt werden. Dabei handelt es sich vor Bauausführung vor allem um Binden der erforderlichen Mittel durch die Haushaltsstelle, das Bestellen des nicht aus den Arbeitsvorräten der Bautrupps zu entnehmenden FZ durch die Baubedarfsstelle und das Bereitstellen vorbereiteter Pläne (→ Planunterlagen für Fernmeldenetze) durch die Linien- und Zeichenstelle, nach der Bauausführung um Berichtigen der Planunterlagen, Abschließen des Aufwandsnachweises, Bauabrechnung und Bauabnahme. Wenn nötig, können im Bauauftrag besondere Erläuterungen zur Bauausführung gegeben werden. Bei Bvh bis 5000 DM ist Bauauftrag formblattmäßig mit der Bauübersicht, die auf der Rückseite einen entsprechenden Vordruck trägt, vereinigt.

Nach Erteilen des Bauauftrags müssen alle Bauvorbereitungen so rechtzeitig und vollständig getroffen werden, daß die Arbeiten zum vorgesehenen Zeitpunkt reibungslos durchgeführt werden können. Dazu gehören das Abstimmen der Ausführungsfristen der Auftragnehmerarbeiten mit Lieferfristen für das als Baubedarf zu bestellende FZ, Begehen der zu benutzenden Straßen und Wege mit Vertretern des Trägers der Straßenbaulast, um Klarheit über den Umfang der Wiederherstellung der Wegeoberfläche zu schaffen, das Abschließen von Vereinbarungen mit anderen Leitungsverwaltungen über gemeinsame Baumaßnahmen.

Bei der Bauausführung müssen einschlägige technische Vorschriften — insbesondere die → Fernmeldebauordnung der DBP — und die → Unfallverhütungsvorschriften für den fernmeldetechnischen Dienst beachtet werden. Vom Bauanschlag darf nur aus zwingenden Gründen abgewichen werden, z. B. wenn vorher nicht bekannte fremde Anlagen eine Änderung der Linienführung erfordern. Notwendige Abweichungen von der Veranschlagung müssen vom FA genehmigt und im Bauanschlag aktenkundig gemacht werden. Ggf. ist Mittelbindung zu ändern.

Ordnungs- und vertragsmäßige Ausführung der an Auftragnehmer vergebenen Arbeiten wird vom verantwortlichen Bezirksbauführer überwacht, der dabei durch unterstellte Kräfte (Bautruppführer, Baubeobachter) unterstützt wird. Beim Überwachen von Auftragnehmerarbeiten ist die »Anweisung für das Beobachten von Auftragnehmerarbeiten am Fernmeldeleitungsnetz« zu beachten. Nach Beendigung der Arbeiten, die Aufgrabungen in Verkehrswegen erforderlich gemacht haben, soll der Auftragnehmer eine Bescheinigung des Trägers der Straßenbaulast oder der Wegeaufsichtsbehörde darüber beibringen, daß die Wegeoberfläche ordnungsgemäß wiederhergestellt ist und sich in genügend verkehrssicherem Zustand befindet.

Bauausführende Stelle hat sich von der Betriebsfähigkeit der fertiggestellten Anlage zu überzeugen. Sind hierzu Abnahmemessungen erforderlich, so ist der zuständigen Kabelmeßstelle ein Auftrag zur elektrischen/pneumatischen Abnahme zu erteilen.

Bei Bauabnahme muß unterschieden werden zwischen der Abnahme von Auftragnehmerarbeiten, bauaufsichtlicher Abnahme bestimmter Bauwerke, Schlußabnahme. Bei der Abnahme von Auftragnehmerleistungen sind diese auf ordnungs- und vertragsmäßige Ausführung zu prüfen. Damit endet die Schutzpflicht des Auftragnehmers für die von ihm ausgeführte Leistung und die ihm für die Ausführung übergebenen Gegenstände. Am Tage nach der Abnahme beginnt die Verjährungsfrist der Gewährleistungsansprüche. Das Ergebnis der Abnahme wird in einer »Abnahmeverhandlung über Bauleistungen am Fernmeldeleitungsnetz« niedergelegt, die den Bauunterlagen beizufügen ist. Die DBP übt innerhalb ihres Zuständigkeitsbereichs alle bauaufsichtlichen Funktionen selbst aus. Sie hat daher auch alle Arbeiten an Kabelkanalanlagen, die deren Standsicherheit und Festigkeit beeinflussen, selbst abzunehmen. Über die bauaufsichtliche Abnahme wird ein Abnahmevermerk gefertigt und den Unterlagen des Bvh beigefügt. Bei der Schlußabnahme eines Bvh wird geprüft, ob Arbeiten nach den einschlägigen technischen Vorschriften sauber und ordnungsgemäß erstellt worden sind, Anlagen zweckmäßig und den Vorschriften entsprechend gegen Starkstromübertritt, gegen -Beeinflussung und atmosphärische Entladungen geschützt sind, veranschlagtes FZ ordnungsmäßig nachgewiesen und vereinnahmt wurde, ggf. notwendige bauaufsichtliche Abnahme und Abnahme der Auftragnehmerleistungen durchgeführt wurden sowie die entsprechenden Abnahmebescheinigungen und die Meßprotokolle über Abnahmemessungen usw. vorliegen. Über die Schlußabnahme wird eine »Abnahmeniederschrift (Linientechnik)« gefertigt und diese den Bauunterlagen beigefügt. In der Niederschrift werden alle vorgefundenen Mängel aufgeführt und festgelegt, was zu ihrer Beseitigung veranlaßt werden muß.

Als Hilfsmittel für Bauabrechnung werden bei allen Bvh, für die Bauanschläge aufgestellt worden sind, Aufwandsnachweise geführt, in die laufend alle entstehenden Kosten für FZ und Auftragnehmerleistungen und Stunden eigener Kräfte nach Verbuchungsstellen geordnet einzutragen sind. Die Aufwandsnachweise geben den rechnungsprüfenden Stellen darüber Auskunft, ob die veranschlagten Kosten eingehalten wurden und das Bvh der Planung

entsprechend sorgfältig und ohne wesentliche Änderung durchgeführt worden ist. *Bath*

Bauweise mit erhöhter Sicherheit. Bei → Kreuzungen und → Näherungen zwischen oberirdischen Starkstrom- und Fernmeldeleitungen kann das Anbringen besonderer Schutzvorrichtungen dadurch vermieden werden, indem die höher liegenden Leitungen so gebaut werden, daß mit einem Bruch der Leiter oder mit dem Umbrechen bzw. Überweichen ihrer Stützpunkte nicht gerechnet zu werden braucht. Mit der Höhe der elektrischen Spannung, für die die Leitung bestimmt ist, steigen die Anforderungen. Die größere Sicherheit wird für die Leiter durch eine geringere Zugbelastung (kurze Felder, größerer Leiter-Querschnitt usw.) und eine sichere Befestigung an den Isolatoren (doppelte Aufhängung, höhere mechanische und elektrische Festigkeit usw.) erreicht. Für die Standsicherheit der Maste und gegen ihr Abknicken ist bei der statischen Berechnung eine höhere Sicherheit zu berücksichtigen. Bei Holzmasten sind A-Maste oder Anker bzw. Streben vorzusehen. Ausführliche Angaben für Starkstromleitungen siehe VDE 0210 bzw. VDE 0211 § 14 und § 15.

BBBBB → Wetterschlüssel.

Beamte → Bundesbeamtengesetz.

Beamtengesetz → Bundesbeamtengesetz.

Beamtenrecht entstand aus der Bildung moderner Staatsformen im 17. und 18. Jahrhundert und entwickelte sich über das Reichsbeamtengesetz vom 31. 3. 1873 sowie das Deutsche Beamtengesetz vom 26. 1. 1937 zum geltenden B., das Gesetze (z. B. → Bundesbeamtengesetz), Verordnungen (z. B. → Bundeslaufbahnverordnung), Rechts- u. Verwaltungsvorschriften umfaßt, in denen Einzelheiten geregelt sind.

Beamtenvertretung → Personalvertretungsgesetz.

Beaufort-Skala ist eine Übersicht der Windstärken, die von dem englischen Admiral Beaufort 1806 eingeführt wurde. Die ursprüngliche B. ist im Laufe der Zeit erweitert worden. Die B. ist für die Seekabelauslegung und -instandsetzung von Bedeutung (→ Windlast).

Becquerel, Antoine César, geb. 7. 3. 1788, gest. 18. 1. 1878; französischer Physiker, Professor am Pariser Polytechnikum, entwickelte 1826 das Differentialgalvanometer.

Literatur: Larousse: Diction — Karraß: Geschichte der Telegr. I, S. 125. Braunschweig: Vieweg 1909 — Poggendorff, Arnim: Internat. Pers.-Biogr.

Bedienen → Betreiben.

bedingte Wegesuche → konjugierte Wegesuche.

bedingtes Gegensprechen → Betriebsverfahren (Funk).

Beeinflussung durch äußere Felder liegt vor, wenn eine Leitung (Fernmeldeleitung) von dem kapazitiven oder induktiven Feld einer fremden Leitung durchsetzt wird oder mit ihr galvanisch gekoppelt ist. Die B. kann zu einer Störung des Fernmeldeempfangs oder bei zu starker Kopplung mit einer Starkstromanlage zu einer Gefährdung der Fernmeldeanlage oder der sie bedienenden Personen führen. Die Größe der B. kann aus den Maxwellschen Gleichungen berechnet werden, vgl. → Nebensprechen.

Literatur: Handwörterbuch 1929.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen → Kollisionsrecht.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen. B. tritt auf, wenn zwischen den beiderseitigen Anlagen, besonders den Leitungen, eine Kopplung vorhanden ist. Sie kann über ohmsche, kapazitive und induktive Widerstände erfolgen und führt zu den Erscheinungen des Stromübergangs, der Influenz (elektrisches Feld) und der Induktion (magnetisches Feld). Grundsätzlich treten diese drei Kopplungsarten stets gleichzeitig auf, praktisch überwiegt jedoch meist eine von ihnen. Da es auch möglich ist, sie experimentell zu trennen, ist es gerechtfertigt, sie zur Vereinfachung getrennt zu behandeln, wie es schon Heaviside 1881 bei der Untersuchung des Übersprechens zwischen Telegrafenleitungen am gleichen Gestänge getan hat. Wenn alle Abmessungen und Materialkonstanten gegeben sind, läßt sich die B. nach den Maxwellschen Feldgleichungen vollständig berechnen. Bei dem gewaltigen Unterschied zwischen den Leistungen in Starkstrom- und in Fernmeldeleitungen — Höchstspannungsleitungen haben etwa 1 GW Grundschwingungs- und 1 MW Oberschwingungsleistung, 15-kV-Leitungen etwa 1 MW und 1 kW, während die Ausgangsleistung einer Gleichstrom-Telegrafenleitung kleiner ist als 1 W, die einer Fernsprechleitung einige µW — sind störende B. schon bei sehr losen Kopplungen möglich. Mit einer 1000-Hz-Leistung von 100 W kann man in allen Fernhörern der Erde ein störendes Geräusch erzeugen. Elektrische Arbeit im Werte von 10 Pfennig genügt, um in jedem Hörer ein unangenehmes Knallgeräusch hervorzurufen. Die große Empfindlichkeit der Fernmeldeanlagen gegen Störungen ist außerdem dadurch bedingt, daß die zu übertragende Nachricht in der Kurvenform (Modelung) enthalten ist, so daß kleine Verzerrungen schon stören. Bei fester Kopplung werden die Fernmeldeleitungen unter ungünstigen Bedingungen fast zu Starkstromleitungen mit Leistungen von kW. Stromübergang erfolgt, sofern es sich nicht um eine ungewollte Berührung oder um gemeinsame Benutzung metallener Leitungen (z. B. in → Gleisstromkreisen) handelt, über Erdungen, kapazitive und induktive Kopplung fast ausschließlich über die Leitungen. Wenn durch Verlegen der Erdungen oder durch Ersatz der Erdungen durch eine metallene Rückleitung, die aber nicht auf dem gleichen Wege verlaufen darf wie die Hinleitung, die B. behoben wird, liegt ohmsche Kopplung vor. Wenn bei Verlegung der Leitung aber Beibehaltung der Erdungen die B. sich ändert, handelt es sich um Kopplung durch das elektromagnetische Feld.

B. kann zu Gefährdung und Störung führen. Gefährdung umfaßt die Möglichkeit von Sachschäden durch Brand oder Durchschlag entweder an den Leitungsanlagen selbst oder in Gebäuden, die sie enthalten, ferner die Möglichkeit gesundheitlicher Schädigung von Personen, die die Leitung benutzen, sie bedienen oder an ihr arbeiten, sei es durch Knallgeräusche in

dem Fernhörer und deren Wirkung auf das Nervensystem, sei es durch unmittelbaren Übergang der Fremdspannung aus der Leitung auf den menschlichen Körper. Unter Störung versteht man die Beeinträchtigung des Hörempfanges oder der Signale in Sprechleitungen (→ *Funktionsstörung*) und des Zeichenempfanges in Telegrafenleitungen usw. Störung von betriebswichtigen Leitungen, wie den Signalstromkreisen der Bahn, kann zu mittelbarer Gefährdung führen.

Beeinflussungsleitsätze. B. kann durch Maßnahmen an den Starkstrom- und/oder Fernmeldeanlagen behoben oder zumindest auf ein zulässiges Maß gesenkt werden. Um dabei zu weitgehende Forderungen zu vermeiden, sind erstmalig 1920 die bei B. durch Drehstromanlagen erforderlichen Maßnahmen durch VDE-Leitsätze geregelt worden. Eine zweite Fassung dieser Leitsätze war seit 1925 für fast 40 Jahre in Kraft und ist im Jahre 1965 durch die VDE 0228/4.65. ersetzt worden. Maßnahmen, die durch Wechselstrombahnen erforderlich werden, sind 1927 zwischen Post und Bahn vereinbart und durch die VDE 0227/1.59. abgelöst worden. Leitsätze für Maßnahmen bei B. durch Gleichstrombahnen haben als VDE 0226/2.62. eine abschließende Form erhalten. Auch die maßgebenden internationalen Gremien haben sich seit ihrer Gründung mit B.-Fragen befaßt. Das Comité Consultatif International Téléphonique à grande distance (CCI) (später das CCIF), das Comité Consultatif International Télégraphique (CCIT) und seit 1956 das Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT) haben zusammen mit Vertretern der Starkstrom- und Hochspannungstechnik sowie der Bahnen schon 1926 internationale Richtlinien (*Direktiven*) herausgebracht. Weitere Ausgaben erschienen 1931, 1938, 1952 und 1963. Sie behandeln die Einwirkung von Hochspannungsleitungen, Wechselstrom- und Gleichstrombahnen auf Fernsprech- und Telegrafenleitungen, geben Grenzwerte, Berechnungsformeln und deren Ableitung, Meßverfahren, Schutzmaßnahmen usw. an und versuchen, besonders in der neuesten Ausgabe, auch den kompliziertesten B.-Bedingungen gerecht zu werden. An der Ausarbeitung war die deutsche Postverwaltung stets maßgeblich beteiligt.

Die Leitsätze enthalten zunächst allgemeine Regeln, die beim Bau neuer Fernmelde- und Starkstromanlagen unabhängig von dem Vorhandensein von Näherungen zu beachten sind, damit bei etwaigen späteren Näherungen möglichst wenig Schwierigkeiten entstehen. Der grundlegende Gesichtspunkt für die Maßnahmen bei neuen Näherungen, für die stets die technisch und wirtschaftlich beste Gesamtlösung gewählt werden soll, ist, daß beim Regelbetrieb der Starkstromanlagen die Fernmeldeanlagen frei von Gefährdung und Störung sein müssen. Bei Fehlern in den Starkstromanlagen werden in gewissem Umfange Störungen in Kauf genommen, vorausgesetzt, daß schnelle Beseitigung solcher Fehler sichergestellt ist. Auch in diesem Falle müssen die Spannungen usw. in den Fernmeldeleitungen durch entsprechende Maßnahmen in solchen Grenzen gehalten werden, daß Personal- oder Sachschäden unmöglich sind.

Grenzwerte. Im Gegensatz zu den Berechnungsverfahren der Leitsätze und Direktiven, bei denen es sich um einigermaßen klare technische Fragen handelt, sind die Grenzwerte eine Frage des Ermessens und bilden oft einen Kompromiß zwischen weit auseinandergehenden Meinungen. Bei Leitungsgeräuschen ist heute an den Eingangsklemmen der Sprechstelle eine geräuschelektromotorische Kraft (EMK) von 1 mV zugelassen. Eine Gefährdung durch eine über längere Zeit anhaltende induzierte Spannung kann praktisch nur durch Wechselstrombahnen verursacht werden. Dabei sind international 60, unter besonderen Bedingungen 150 V Längsspannung zugelassen. Die deutschen Vorschriften gestatten in Leitungen ohne Abschlußübertrager 65 V, mit Abschlußübertragern 125 V (Freileitungen) bzw. 250 V (Kabel). Besonders schwierig ist die Frage, welche Spannung bei Fehlern in der Starkstromanlage — also kurzzeitig, etwa 1 Sekunde oder weniger — zugelassen werden kann. Die Direktiven des CCITT erlauben in Freileitungen und galvanisch durchgeschalteten Leitungen von Kabeln 430 V und für Hochspannungsleitungen »*mit höherer Betriebssicherheit*«, die besonders zuverlässig gebaut sind (geringe Wahrscheinlichkeit und sehr schnelle Abschaltung von Fehlern) 650 V. In Kabeln werden in den durch Übertrager abgeschlossenen Abschnitten der Stromkreise 60% der Prüfwechselspannung zwischen Adern und metallenem Mantel zugelassen. Der kapazitive Ladestrom, der bei Berührung einer Leitung durch den Körper abfließen kann, soll höchstens 15 mA sein.

Die Formeln und Rechenvorschriften der Leitsätze und Direktiven dienen in erster Linie der Vorausberechnung von Gefährdungen und Störungen, damit etwa notwendige Maßnahmen beim Bau und vor der Inbetriebnahme neuer Leitungen getroffen werden können. Die Ergebnisse solcher B.-Berechnungen liegen meist auf der sicheren Seite. Das kann zu übermäßig kostspieligen Maßnahmen führen. Man sollte daher versuchen, die B. zu einer Zeit zu *messen*, wenn noch Änderungen möglich sind. Manchmal kann man hierfür die zu bauende Starkstromleitung durch eine Hilfsleitung ersetzen — ein leicht isoliertes Starkstromkabel im Zuge der geplanten Leitung kann mit genügend hohem Strom gespeist werden, um Induktion durch Betriebs- oder Fehlerströme nachzubilden — und so die B. *simulieren*. Die später zu erwartende »*Längs-EMK*«, d. i. die Summe der im Kreis Fernmeldeleitung–Erde induzierten elektromotorischen Kräfte, kann dann bei Kenntnis der induzierenden Ströme berechnet werden. Solche Untersuchungen müssen sich auf den *Einflußbereich* der Starkstromanlage erstrecken, d. h. auf das Gebiet, in dem infolge von Näherungen zwischen beiden Leitungsarten oder von *Kreuzungen* zwischen ihnen Gefährdungen und Störungen veranlaßt werden können. Es sei betont, daß »Kreuzung« auch eine Schleifenkreuzung einer Fernmelde-Freileitung sein kann.

Literatur: Für Einzelheiten und spezielle Literatur siehe: → Gegeninduktivität von Leitungen, → Gegenkapazität von Leitungen, → Geräuschspannung in Fernsprechleitungen, → Induktion durch Starkstromanlagen, → Influenz durch Starkstromanlagen, → Knallgeräusche, → Kompensation durch benachbarte

geerdete Leiter, → Kurzschlußstrom, → Saugtransformator, → Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen, → Stromrichter, → Stromübergang von Starkstromanlagen, → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen und -schaltungen.

Ferner:
H. Klewe, Starkstromleitungen und Fernmeldeanlagen. Z. Verb. D. Ing. 74 (1930) S. 361 — S. A. Pollock u. W. G. Radley, Interference between Power and Communication Circuits, Summary of Available Information to 1925, J. Inst. El. Eng. 68 (1930) No. 401, S. 587 — H. L. Wills u. O. B. Blackwell, Status of Joint Development and Research on Noise Frequency Induction, Transact. Am. I. E. E. 50 (1931) S. 448 — R. N. Conwell u. H. S. Warren, Status of Joint Development and Research on Low Frequency Induction, Transact. Am. I. E. E. 50 (1931) S. 458 — R. Buckel, Art und Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Beeinflussung von Fernmeldeleitungen der Deutschen Reichsbahn durch Starkstromanlagen, El. Bahnen 18 (1942) S. 116 — F. Kerkoszek, Beeinflussungen von Fernmeldeleitungen bei Näherungen und Kreuzungen mit Hochspannungsleitungen, ÖFT 5 (1951) S. 43 — J. Tippl, Störung und Gefährdung des Nachrichtenverkehrs durch benachbarte Hochspannungsleitungen, EuM 69 (1952) S. 299 — G. Jancke u. G. A. Pettersson, Högspända kraftledningars inverkan på tele- och lågspänningsanläggningar genom induktion eller annan avståndsverkan, Buch, auch in englisch, Stockholm 1956 — H. R. J. Klewe, Interference between power systems and telecommunication lines, Buch London 1958 — O. Kasperowski, Die Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, El. Bahnen 35 (1964) S. 242 — H. Riedel, Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen, NTZ 17 (1964) S. 453 — L. Pirot, Maßnahmen bei Fernmeldeanlagen der deutschen Bundespost gegen Störungen durch benachbarte Starkstromanlagen, NTZ 17 (1964) S. 472 — A. Dennhardt, Über Problematik und Methodik der elektrischen Beeinflussungstechnik. Eltwirtschaft 63 (1964) S. 685 — H. Klewe, Zur Geschichte der Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen, ETZ (A) 85 (1964) S. 625 — A. Dennhardt, Weiterentwicklung der elektrischen Systeme vom Gesichtspunkt der Beeinflussungstechnik, Eltwirtschaft 63 (1964) S. 769 — G. Klos u. H. Maier, Geräte zum Registrieren von Erder- und Beeinflussungsspannungen, ETZ-B 16 (1964) S. 289 — R. Kunz, Messung der bei Erdkurzschluß einer 220-kV-Leitung in Fernmeldeanlagen zu erwartenden Induktions-EMK, Eltwirtschaft 66 (1967) S. 694.
Leitsätze und Direktiven: Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles, Ausgabe Rom 1937, berichtigt Oslo 1938. Broschüre, 159 S. — Dasselbe, Neubearbeitung Genf, 1952. Broschüre, 183 S. — Leitsätze für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrombahnen, VDE 0227/1. 59. Dazu R. Buckel und H. Riedel, ETZ (A) 78 (1957) S. 675 und ETZ (A) 80 (1959) S. 27; R. Buckel, El. Bahnen 30 (1959) S. 211 — Leitsätze für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Gleichstrombahnen. VDE 0226/2. 62 — Bestimmungen für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Drehstromanlagen. VDE 0228/4. 65 — Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques, Ringbuch, Genf 1963, 414 S.

Klewe

Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

1. Umfang und Art der Bahnelektrifizierung. Am 1. 1. 1967 waren 8,5% (= 110 000 km) aller Vollbahnstrecken der Erde elektrifiziert, 62% mit Gleichstrom, 38% mit Wechselstrom, von letzteren 2/3 mit 16,7 Hz, 1/3 mit 50 Hz; bei der DB am 1. 1. 1969 rund 8100 km (= 27%) mit 16,7 Hz 15 kV, mit Gleichstrom 7 km mit 3 kV (Aachen–Grenze Belgien), 12 km mit 1,5 kV (Emmerich–Grenze Holland) und 75 km mit 1,2 kV (Stadt-(S-)Bahn Hamburg). Industriebahnen benutzen vereinzelt 50 Hz 6 kV, sonst Gleichstrom 0,6 bis 1,5 kV, Straßenbahnen 600 bis 750 V. Die Triebfahrzeuge für 16 2/3 Hz werden überwiegend von Wechselstromkommutatormotoren angetrieben, bei 50 Hz von Wellenstrommotoren über Stromrichter. Die Thyristor-(Anschnitt-)Steuerung bei Stromrichterbetrieb ist in der Entwicklung, ebenso die elektronische Impulssteuerung bei Gleichstrom (Gleichstromsteller). Mehrsystemfahrzeuge, die für alle oben genannten Stromarten und Spannungen von Vollbahnen gebaut werden, besitzen stets Stromrichter für Wechselstrombetrieb. Bei Gleichstrombetrieb benutzen sie entweder die normale Schaltung der Motore mit Feldschwächung oder Wechselrichter mit Gleichrichtung.

2. Allgemeine Begriffe.

2.1. Bahnbereich, Einflußbereich.

Bahnbereich ist in der Beeinflussungstechnik derjenige Bereich, in dem Ströme oder Spannungen unmittelbar auf Fernmeldeanlagen übertreten können, z. B. bei der Berührung durch einen gerissenen Fahrdraht oder beim Stromübergang aus den Fahrschienen. Einflußbereich ist das Gebiet, in dem durch die Bahnanlage infolge ohmscher, induktiver oder kapazitiver Kopplung Gefährdungen und Störungen in Fernmeldeanlagen übertragen werden können.

2.2. Bahnkreuzung, Bahnnäherung.

Bei unterirdischer Kreuzung von Bahnstrecken durch Fernmeldekabel wird der Abstand von den Fahrschienen oder damit in Verbindung stehenden metallenen Bauteilen durch bauliche Gründe bestimmt. Elektrisch überwiegt an Gleichstrombahnen die Gefahr durch Streuströme, an Wechselstrombahnen die Potentialverschleppung (s. 3.5.). Die oberirdische Kreuzung von Bahnstrecken durch Fernmeldefreileitungen oder Luftkabel ist unabhängig von der Fahrdrahtspannung möglichst zu vermeiden, weil an Fernmeldeanlagen aufwendige Maßnahmen gegen den Übertritt der Fahrdrahtspannung zu treffen sind und der Bahnbetrieb gefährdet wird, wenn eine gerissene Fernmeldeleitung in das Fahrzeugprofil reicht. Ausnahmen sind zulässig, wenn die Fernmeldeleitung wie eine Hochspannungsleitung mit erhöhter Sicherheit gebaut wird, z. B. Erdseil als Luftkabel. Bei Kreuzung von Bahnstrecken durch Fernmeldekabel auf Brücken gilt 3.5.3. Bei Näherungen (Parallelführung) zwischen Fahr- und Fernmeldeleitung (Freileitung, Luftkabel) sind neben den Grenzen wegen der induktiven Beeinflussung und der kapazitiven Ladeströme 3 Abstandsbedingungen, unabhängig von der Länge der Parallelführung, zu beachten:

Mindestabstand wegen Berührung im Handbereich oder durch Werkzeuge 1/1,5 m bei ≦ bzw. < 1000 V ~, 1500 V = (VDE 0115), Mindestabstand wegen Berührung durch gerissenen Fahrdraht s. 3.5.1., Mindestabstand wegen Ladespannung s. 3.3.1.

2.3. Fahr-, Speise-, Rückleitung, Bahnerde.

Zur Fahrleitung werden alle zur Stromabgabe an Fahrzeuge dienende Oberleitungen, auch Stromschienen (3. Schiene) für S- und Untergrund-(U-) Bahnen gezählt; Speiseleitungen nur, wenn sie auf Fahrleitungsmasten befestigt sind. Speiseleitungen führen die Spannung der Fahrleitung. Rückleitungen sind Fahrschienen und Leitungen, die zum Rückführen des Stromes bestimmt oder mit einer Fahrschiene verbunden sind. Die als Rückleitung dienenden

und über die Bettung mit Erde in Verbindung stehenden Fahrschienen sind die Bahnerde.

2.4. Normalbetrieb.

Normalbetrieb ist der Betrieb einer elektrischen Bahn bei normaler Schaltung und Speisung der Fahrleitung. Bei zweiseitig gespeisten Strecken stellt diese Speisung den Normalbetrieb dar. Fällt ein Unterwerk (UW) aus, so wird nie in einem Speiseabschnitt (s. 3.2.) der mittlere Höchstwert des Fahrstromes (s. 3.4.1.) fließen.

3. Wechselstrombahnen.

3.1. Spannung, Frequenz, Leistung.

Fahrdraht- oder Fahrleitungsspannung ist die zwischen dieser Leitung und den Fahrschienen bestehende Spannung. Die Nennspannung beträgt bei $16^2/_3$-Hz-Bahnen 15 kV, bei 50-Hz-Bahnen 25 kV. Betriebsspannung kann von Nennspannung stark abweichen, zulässig +15%, −20%. Berechnungen (Kurzschlußstrom, Störspannung) beziehen sich meist auf Nennspannung. Die Frequenz schwankt bei $16^2/_3$ Hz um nicht mehr als +2%, −3%, bei 50 Hz ±0,5%. Die Leistung einer Normallok liegt bei etwa 2500 kW, bei schweren Güter- und Schnellfahrloks bei etwa 6000 kW. Sie sind kurzzeitig (für 1 Stunde oder 10 Minuten) stark überlastbar, ebenso die UW-Transformatoren, deren Normalausführung bei $16^2/_3$ Hz 10 MVA leistet. In einem UW befinden sich 2 bis 4 Transformatoren.

3.2. Speisung von Bahnstrecken.

Es werden zweiseitige Einphasenspeisung und Einphasenspeisung nach 2 Seiten unterschieden, die bei durchschnittlich gleichmäßig starker Belastung im Hinblick auf B. gleichwertig sind. Bei Speisung aus

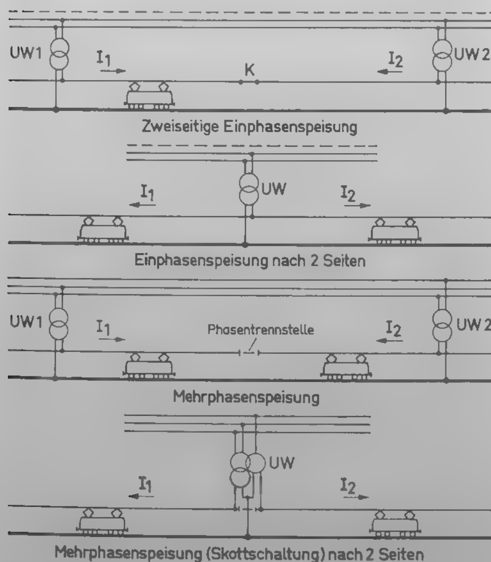


Bild 1. Speisung von Wechselstrombahnen.

Drehstromnetz (50 Hz) ergibt sich je nach Lage der Fernmeldeleitung kein Ausgleich, weil jedes UW wegen möglichst gleichmäßiger Belastung des Drehstromnetzes an verschiedenen Leiterspannungen liegt (Bild 1). Skottschaltung wird selten verwendet.

Der Speisebereich eines UW reicht bis zum Kuppelschalter oder bis zur (Phasen-)Trennstelle oder Mitte zwischen 2 speisenden UW (Speiseabschnitt). Bei ungleicher UW-Spannung, die bis etwa 10% unterschiedlich sein kann, fließt unabhängig von der Belastung ein Ausgleichstrom, so daß das Akm-Gleichgewicht $I_1 \cdot l_1 = I_2 \cdot l_2$ gestört ist ($l_{1,2}$ = Streckenlänge von $UW_{1,2}$ bis zur Lok). Kuppelschalter K kuppelt Fahrleitungen in Längs- und Querrichtung und öffnet bei Streckenkurzschluß schneller als UW-Schalter.

3.3. Kapazitive Kopplung (Influenz).

3.3.1. Zum praktischen Gebrauch geeignete Berechnungsformeln von Ladespannung und -strom für Fernmeldeleitungen in Nachbarschaft von Fahrleitungen der Wechselstrombahnen sind in VDE 0227 enthalten (→ Gegenkapazität von Leitungen). Die von der Parallelführungslänge unabhängige influenzierte (Lade-)Spannung ist maßgebend für Mindestabstand der Fernmeldeleitung, der so groß sein muß, daß die Ableiter in Freileitungen zum Schutz gegen atmosphärische Entladungen nicht dauernd zünden. Erfahrungsgemäß können bei Wechselstrombahnen mit 15 kV Abstände bis herab auf 5 m für Teilnehmerleitungen noch zugelassen werden, weil diese Leitungen im Amt über die Speisebrücke geerdet sind und meist in längere Kabel übergehen, deren Erdkapazität allein schon die influenzierte Spannung unter die Ansprechspannung der Ableiter senkt. Bezirks- und Fernleitungen werden im Einflußbereich der 15- und 25-kV-Wechselstrombahnen in Kabeln geführt.

3.3.2. Eine Maßnahme zur Kompensation des elektrischen Feldes im Bahnbereich stellt der Gegenspannungsdraht dar (→ Kompensation durch benachbarte geerdete Leiter), d. i. ein Hilfsleiter an den Fahrleitungsmasten, der die gleiche aber um 180° versetzte Spannung wie der Fahrdraht führt. Wegen des großen Aufwandes wird diese wirksame Maßnahme im praktischen Betrieb nur in Sonderfällen angewendet.

3.4. Induktive Kopplung (Induktion).

Die elektrische Bahnstrecke ist eine erdunsymmetrische Starkstromanlage, weil sie schon im Normalbetrieb teilweise mit Erdrückleitung arbeitet (→ Induktion durch Starkstromanlagen, Systeme mit Erdrückleitung). Trotz Holz- oder Betonschwellen fließt ein Teil des Schienenstromes zur Erde. Eine genaue Berechnung der induzierten Spannung ist wegen der vielen zum Teil veränderlichen Einflußgrößen nicht möglich. Zur Vermeidung unnötiger Schutzmaßnahmen werden daher Messungen vorgenommen.

3.4.1. Der induzierende Fahrstrom im Normalbetrieb könnte für einen bestimmten Betriebsfall mit Hilfe des Bildfahrplanes genau berechnet werden. Kleine Änderungen im Betrieb, z. B. Zugverspätungen, können jedoch starken Einfluß auf Größe und

Verlauf haben. Gut bewährt hat sich für stärker belastete Hauptstrecken ein Verfahren, nach dem im doppelten tatsächlichen Blockabstand je eine stärkere Lok mit 60 % ihrer Dauerleistung fährt. Es werden damit mittlere Höchstwerte gewonnen, die längs eines Speiseabschnittes linear abfallend angenommen werden. Diesem Fahrstrom kann sich ein Ausgleichstrom zwischen 2 UW überlagern (s. 3.2.). Die Erfahrung hat gezeigt, daß es genügt, wenn bei Näherungen, die sich über zwei oder mehrere Speiseabschnitte eines oder mehrerer UW erstrecken, als induzierte Spannung derjenige Wert betrachtet wird, der sich aus dem Fahrstrom des Speiseabschnittes mit der stärksten Induzierung ohne Berücksichtigung des Ausgleichstromes ergibt. Schwierig ist Vorausberechnung, wenn eine Fernmeldeleitung gleichzeitig von mehreren Bahnstrecken beeinflußt wird. Hier empfiehlt sich geometrische Addition der mit den einzelnen mittleren Höchstwerten des Fahrstromes berechneten induzierten Spannungen. Endgültige Schutzmaßnahmen werden nach Möglichkeit von Messung nach Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes abhängig gemacht.

3.4.2. Kurzschlußströme in Fahrleitungsnetzen können nach Verfahren in VDE 0227 berechnet werden. Für vermaschte Netze genügt bei $16^2/_3$ Hz oft ein Gleichstromnetzmodell. Einschwingvorgänge der Grundschwingung brauchen bei Streckenkurzschlüssen im $16^2/_3$-Hz-Netz nicht berücksichtigt zu werden, bei 50 Hz können sie jedoch, besonders bei Beeinflussung von bewehrten Kabeln, von Bedeutung sein. Für die Vermeidung von Schäden an elektrischen Bahnanlagen werden Kurzschlüsse so rasch wie möglich abgeschaltet. Moderne Schalter für $16^2/_3$ Hz unterbrechen in längstens 2 Halbwellen (60 m/sek). Kurzschlußhäufigkeit vermindert sich laufend; sie ist in den letzten 10 Jahren von jährlich 0,8 auf 0,4 Kurzschlüsse je km mit Fahrleitung überspanntem Gleis zurückgegangen. Je Streckenkilometer einer zweigleisigen Bahnlinie einschl. aller Bahnhöfe bedeutet dies 1,2 Kurzschlüsse im Jahr.

3.4.3. Natürliche Schutzmaßnahme gegen Beeinflussung durch Betriebsstrom stellt die zweiseitige Speisung dar (s. 3.2. und 3.4.1.). Bei Fahrdrahtkurzschluß nützt sie nichts, wenn Kurzschluß in Nähe eines UW entsteht, weil Kurzschlußstrom des anderen UW über die ganze Strecke fließt. Natürlichen Schutz bietet auch der (Rück)-Strom in den Fahrschienen, der gegen den Fahrstrom um 160 bis 180° phasenverschoben ist (Schienenreduktionsfaktor, Berechnung → Kompensation durch benachbarte, geerdete Leiter, Induktion). Schienenstoßwiderstand kann Reduktionswirkung verringern, Reduktionsfaktor wird dann stromabhängig infolge Frittwirkung. Bei Schienen der Bauform S 49 und 54 der DB ist der Stoßwiderstand vernachlässigbar, auch wenn die Stöße nicht verschweißt sind. Der Reduktionsfaktor $r_s = 0{,}5 \ldots 0{,}4$ ist im wesentlichen frequenzunabhängig (weitere Werte für mehrgleisige Strecken und UW-Nähe in VDE 0227). Reduktionswirkung des Schienenstromes kann durch Saugtransformatoren verstärkt werden (→ Saugtransformator). Diese werden bei DB nicht verwendet, weil infolge dadurch erhöhter Impedanz der Fahrleitung Zahl der UW um 40 bis 50 % vermehrt werden müßte und zusätzliche Verluste entstehen. Kurzschlußdrosseln im UW vermindern Kurzschlußstrom wenig, erhöhen aber Zeitkonstante und damit Einschwingvorgänge. Sprengsicherungen schalten Kurzschluß bereits vor Erreichen des Scheitelwertes der ersten Halbwelle ab, jedoch großer Aufwand für Steuerung. Starkes Absenken des Streckenkurzschlußstromes in 5 bis 10 m/sek ist möglich durch Sammelschienen-Kurzschluß über Dämpfungswiderstand mit besonderem Kurzschließer im UW.

3.5. Ohmsche Kopplung.

3.5.1. Abstand. Oberirdische Fernmeldeleitungen und Anlagen, die bei Fahrleitungsnennspannung über 1 kV ~ im Abstand ≦ 5 m von Mitte des nächsten mit Fahrleitung überspannten Gleises liegen und von gerissenen Teilen der Fahr- oder Speiseleitung berührt werden können, müssen bahngeerdet werden. Metallmäntel unterirdisch liegender Kabel dürfen in Bahnhöfen mit kleinem Schienenpotential unabhängig vom Abstand von Fahrschienen bahngeerdet werden.

3.5.2. Schienenpotential, Schienenstrom. Berührungs- und Schrittspannungen im Bahnbereich infolge ohmscher Kopplung sind durch das Schienenpotential verursacht, d. i. die Spannung, welche die Fahrschiene am Speise- oder Belastungspunkt gegen Bezugserde annimmt. Meist ist nur ein Teil dieser Spannung wirksam. Entlang der Strecke fällt das Schienenpotential rasch ab und wird bei längeren Strecken (ab etwa 10 km bei $16^2/_3$ Hz) in der Mitte, wo nur induzierter Schienenstrom fließt, nahezu Null. Bei mittlerer Bodenleitfähigkeit und Schwellen aus Stahl, Beton oder Holz normaler Ableitung erreicht das Potential keine unzulässigen Werte. In trockenen U-Bahn-Tunnels ist Potentialausgleich durch Verbinden der Bewehrung mit Bahnerde (Fahrschienen) anzustreben. Infolge des kleinen Erdungswiderstandes des Schienennetzes ($< 1\,\Omega$) wird das Schienenpotential durch bahngeerdete Bauteile (z. B. Kabelschrank) nicht herabgesetzt.

3.5.3. Schutzmaßnahmen. Fernmeldeanlagen im Abstand ≦ 5 m (s. 3.5.1.) können über Durchschlagsicherungen bahngeerdet werden. Vorzuziehen ist als Schutzmaßnahme die Isolierung, z. B. Gehäuse aus Isoliermaterial für Kabelschrank oder Verlegung der Anlage im Abstand > 5 m. Manchmal genügen bahngeerdete Abweiser, die verhindern, daß gerissener Fahrdraht die Fernmeldeanlage berührt. Auf Brükken sind Kabel isoliert gegen die metallenen bahngeerdeten Träger zu verlegen. Wenn dies nachträglich nicht oder nur schwer möglich ist, sind die Kabelmäntel leitend mit Brücke zu verbinden, um guten Stromübergang zu schaffen, oder am Anfang und Ende der Brücke durch Isoliermuffen zu unterbrechen. Auf jeden Fall müssen Kabel so liegen, daß sie vom gerissenen Fahrdraht nicht berührt werden können.

3.6. Oberschwingungen.

3.6.1. Ursachen. Oberschwingungen niederer Ordnungszahl werden durch Magnetisierung der Transformatoren in den UW und Lok sowie durch Rück-

wirkung zweipulsiger Lokstromrichter (→ Stromrichter) verursacht. Sie sind ganze ungeradzahlige Vielfache der Grundschwingung. Diese und geradzahlige, die beim Leereinschalten von Transformatoren oder bei Vormagnetisierung durch Strom benachbarter Gleichstrombahnen entstehen und bei $16^2/_3$ Hz unter 250 Hz liegen, stören Fernmeldeanlagen nicht, können aber Signalanlagen beeinflussen (s. 3.8.). Bei 50-Hz-Bahnen kommen sie in den Bereich der Frequenzen für Tonfrequenzrundsteueranlagen. Rückwirkung auf das speisende Hochspannungsnetz ist bei 50 Hz unerheblich, wenn, wie üblich, Bahnleistung nur einige Prozent der Kurzschlußleistung des Drehstromnetzes beträgt. Die Frequenz der Oberschwingungen höherer Ordnungszahl, die ihre Ursache in den Nuten und Kommutatoren der Einphasenbahnmotoren haben, ist abhängig von Motordrehzahl. Ihre Amplituden sind klein gegenüber Oberschwingungen, die durch Rückwirkung von Stromrichtern, besonders bei Anschnittsteuerung (Thyristoren), entstehen. Hierbei kommt es zu Resonanzschwingungen im Fahrleitungsnetz mit Frequenzen zwischen etwa 500 und 2000 Hz, deren Störgewicht groß ist.

3.6.2. Störspannung, Störstrom (→ Geräuschspannung in Fernsprechleitungen) in Wechselstrombahnen mit Triebfahrzeugen ohne Stromrichter geben zu keinen nennenswerten Geräuschstörungen Anlaß.

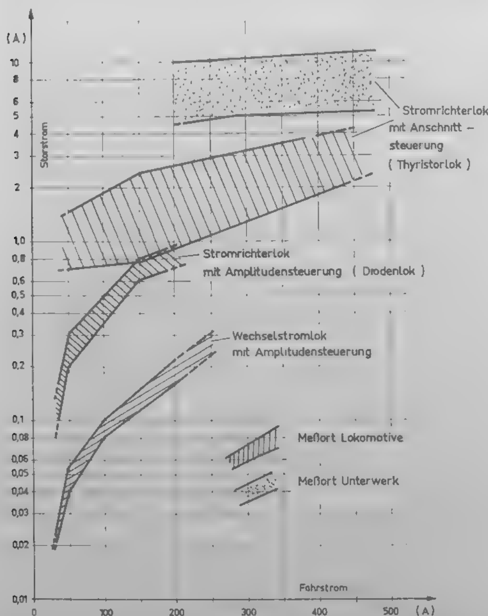


Bild 2. Störstrom von Lokomotiven für Wechselstrombahnen.

Voraussetzung ist gute Adersymmetrie, d. h. kleiner Empfindlichkeitsfaktor (→ Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen und Schaltungen). Stromrichterfahrzeuge sind Ursache für Störspannungen und -ströme, die etwa zehnmal größer als bei reinem Wechselstrombetrieb sind (Bild 2). Wegen Resonanz und Wellenausbreitung sind vergleichbare Werte nur durch Messen am Fahrzeug und nicht im UW zu erhalten. Störströme verschiedener Lok werden geometrisch addiert. Das Rechnen mit im UW gemessenem Störstrom ergibt zu hohe Geräuschspannung, Rechnung stimmt mit Messung nur bei kurzen Näherungen in UW-Nähe überein. Genaue Rechnung ist nur für einzelne Frequenz bei bestimmtem Schaltzustand der Fahrleitung möglich.

3.6.3. Schutzmaßnahmen. Wegen des breiten Störfrequenzspektrums der zweipulsigen Stromrichter genügen Filter für einzelne Frequenzen nicht. Resonanzschwingungen werden durch RC-Glieder im Unterwerk gedämpft. Verminderung aller Oberschwingungen ist möglich durch Kondensatoren großer Kapazität in der Lok auf der Wechselstromseite der Stromrichter. Wirksamer sind Maßnahmen auf Fernmeldeseite (Symmetrie, Reduktionsfaktor).

3.7. 110-kV-Bahnstromleitung.

Das 7500 km große 110-kV-Bahnstromnetz der DB (1.1.1969) wird gelöscht betrieben und hält mit 0,8 A/kV die Reststrombedingung (VDE 0228) ein, so daß Doppelerdschluß (→ Kurzschlußstrom) bei B. von Fernmeldeanlagen nicht berücksichtigt zu werden braucht. Jeder Einphasenerdschluß, der länger als 5 Sek. bestehen bleibt, wird in einem an einem Netzausläufer liegenden UW in einen Doppelerdschluß verwandelt, indem der gesunde Leiter geerdet wird. Der Doppelerdschluß wird dann in üblicher Zeit selektiv abgeschaltet. Geräuschstörungen durch Einphasenerdschluß bleiben wegen der kurzen Dauer unberücksichtigt. Wegen der Seltenheit dieser künstlich eingeleiteten Doppelerdschlüsse sind Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen nur in dem UW mit Erdschlußautomatik notwendig (VDE 0141, 0228). Störspannung beträgt im Normalbetrieb etwa 0,15 ‰, bei überwiegend Stromrichterbetrieb mit Anschnittsteuerung etwa 2 ‰. Reduktionsfaktor des Erdseils bei $16^2/_3$ Hz → Kompensation durch benachbarte, geerdete Leiter.

3.8. Beeinflussung von Signalanlagen.

Signalanlagen werden im Einflußbereich von Wechselstrombahnen erdfrei und symmetrisch geschaltet, so daß Funktionsstörungen ausgeschlossen sind und die Anlagen nur hinsichtlich Gefährdungsspannungen bemessen werden müssen. Eine Ausnahme bilden Gleisstromkreise, die mit zweischieniger Isolierung über Drosselstöße oder mit einschieniger Isolierung arbeiten und damit den gleichen Stromkreis wie Fahrrückstrom benutzen. Deshalb darf Blockstromfrequenz nicht mit Fahrstromfrequenz und einer der starken Oberschwingungen zusammenfallen. Im $16^2/_3$-Hz-Bahnbetrieb beträgt daher Blockstromfrequenz 100 Hz, im 50-Hz-Betrieb 75 oder 125 Hz. Bei Gleichstromzügen auf derselben Strecke (S-Bahn Hamburg) und in Systemwechselbahnhöfen (Aachen, Emmerich) wird Blockstromfrequenz 40 Hz verwendet. Gleisstromkreise können an Wechselstrombahnen auch mit

Gleichstrom und einschieniger Isolierung betrieben werden. Einfluß des Wechselstromes auf Relais kann durch Drosseln vermindert werden. Längere einschienig isolierte Schienenstränge erhalten zum Schutz gegen Spannung bei Fahrdrahtbruch Durchschlagsicherungen, deren Elektroden durch Kurzschlußstrom verschweißen. Bahnzuerdende (Fernmelde-)Anlagen dürfen nicht an Isolierschienen angeschlossen werden, bei zweischieniger Isolierung nur bei genügend hohem Erdungswiderstand, sonst an Drosselstoßmitte.

4. Gleichstrombahnen.

4.1. Spannung, Speisung.

Die Nennspannung darf zwischen +20% und −30% schwanken. Wegen des hohen Fahrstromes bei der niederen Spannung sind UW-Abstände kleiner als bei Wechselstrom (2 ... 3 km). Üblich ist zweiseitige Speisung.

4.2. Abstand, Kreuzung.

Für Abstände oberirdischer Fernmeldeanlagen von Fahrleitung und Kreuzung mit ihr gelten hinsichtlich Gefährdungsspannung und Bahnerdung die gleichen Überlegungen wie bei Wechselstrom (s. 2.2., 3.5.1.), jedoch liegt die Spannungsgrenze bei 1500 V. Bei Bahnen mit dritter Schiene sind keine besonderen Abstandsgrenzen vorgesehen. Erforderliche Bahnerdung erfolgt nur über Durchschlagsicherung, die regelmäßig geprüft werden muß, um den Streustrom klein zu halten.

4.3. Induktion bei Kurzschluß.

Aus der Grundgleichung für die induzierte EMK $E_i = M\frac{dI}{dt}$ (M = Gegeninduktivität) ergibt sich $E_i \sim U \cdot \frac{M}{L}$ (U = Fahrdrahtspannung, L = Induktivität der Schleife Fahrleitung—Gleis). Bei Mindestabstand Fernmeldeleitung—Fahrleitung ist M/L höchstens = 1/3.

Durch den Fahr- oder Kurzschlußstrom einer Straßenbahn oder S-Bahn mit dritter Schiene kann daher nie eine zu hohe Berührungsspannung in einer benachbarten Fernmeldeleitung, gleich welcher Länge, induziert werden. Nach den Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) wird der induzierende Strom mit einer Ersatzfrequenz von 20 Hz berechnet, wobei als induzierte Spannung 1000 V zugelassen werden. Genauer wird mit einer fiktiven Gegeninduktivität gerechnet.

4.4. Oberschwingungen.

Ortsfeste Stromrichter für die Bahnstromversorgung, meist 6pulsig oder zwei 3pulsige in 6pulsiger Schaltung, erzeugen von der Pulszahl abhängige Oberschwingungen auf Gleich- und Wechselstromseite, → Stromrichter. Gleichstromsteller im Triebfahrzeug zur Drehzahlregelung und Wechselrichter auf Mehrsystemtriebfahrzeugen werden mit festen Steuerfrequenzen betrieben, deren Amplitude in der Fahrleitung etwa der Größe der 300-Hz-Schwingung eines 6pulsigen Stromrichters entspricht. Störstrom ist abhängig von Störspannung und Wechselstromwiderstand des Bahnstromkreises, zu dem auch der Scheinwiderstand der Fahrmotoren gehört (VDE 0226). Verminderung der Oberschwingungen ist möglich durch entsprechende Schaltung der Stromrichter (VDE 0226, 0555), durch Glättungsdrosseln und Saugkreise. Verhältnis der Störspannungen mit und ohne Glättungseinrichtung wird Fernsprechglättungsfaktor genannt.

Literatur: Verwendete Abkürzungen: EB = Elektrische Bahnen, ETZ = Elektrotechnische Zeitschrift. R. Buckel, Art und Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Beeinflussung von Fernmeldeleitungen der Deutschen Reichsbahn durch Starkstromanlagen, EB 18 (1942), H. 6, S. 116—132 — F. Hofmann, Das Verhalten elektrischer Bahnstrecken im Tonfrequenzbereich, Archiv der Elektrischen Übertragung, 5 (1951) S. 321—333 — F. Hofmann, Die elektrische Bahnstrecke als System von zwei gekoppelten Leitungen, EB 23 (1952), H. 2, S. 25—30, und H. 3, S. 54—63 — R. Buckel, Die Beeinflussung von Fernmeldeanlagen bei 16²/₃ und 50 Hz, EB 24 (1953), H. 11, S. 288—291 — R. Buckel, Gleisstromkreise an Wechselstrombahnen, EB 25 (1954), H. 6, S. 157—162 — R. Buckel, Elektrische Anlagen im Einflußbereich von Wechselstrombahnen, VDE-Fachberichte (1958) S. 132—140 — R. Jötten, Primärströme von Stromrichterlokomotiven, EB 30 (1959), H. 8, S. 169—173 — R. Buckel, W. Muttelsee, H. Riedel, Dämpfung von Oberschwingungen in einer 50-Hz-Fahrleitung mit Hilfe eines RC-Gliedes, EB 30 (1959), H. 8, S. 173—178 — R. Buckel, Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrombahnen im Spiegel einer internationalen Tagung, Jahrbuch des Eisenbahnwesens 1961, S. 188—196 — R. Buckel, Schutz von Rohrleitungen und Kabeln an Wechselstrombahnen, ETZ A 85 (1964), H. 2, S. 48—52 — R. Buckel, Probleme der Beeinflussung im Bereich elektrischer Bahnen, EB 35 (1964), H. 9, S. 246—255 — ORE-Frage A 38, Störungen in den Stromversorgungs- und Verteilungsnetzen für die elektrische Zugförderung, Utrecht, Okt. 1964 (ORE = Office de Recherches et d'Essais) — H. Lorke, Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Kurzschlußströme in Gleichstrombahnen, Informationsheft des Instituts für Post- und Fernmeldewesen (IPF), Nr. 140 (1966) — E. Widl, Geräuschmessungen an Fernmeldeanlagen mit künstlicher Nachbildung der Störbeeinflussung durch Stromrichterlokomotiven, Frequenz 21 (1967), H. 8, S. 235—242 — H. Lorke, Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Stoßkurzschlußströme in Wechselstromleitungen, Mitteilungen aus dem Institut für Post- und Fernmeldewesen, H. 4, S. 6—9, 1967 — R. Buckel, Oberschwingungen im Fahrleitungsnetz von Wechselstrombahnen, ETZ A 88 (1967), H. 17, S. 429—436 — H. Riedel, Auswirkungen des Betriebes von Wechselstrombahnen auf Fernmeldeanlagen der Post, ETZ A 88 (1967), H. 17, S. 436—440 — G. Röhrl, Schienenpotentiale an Wechselstrombahnen, insbesondere an hochbelasteten Tunnelstrecken, ETZ A 88 (1967), H. 17, S. 441—443 — F. Marten, Steuerung und Regelung auf Bahnbetriebfahrzeugen, Siemens-Zeitschrift 41 (1967), H. 10, S. 841—847 — VDE-Bestimmungen: 0115 Bestimmungen für elektrische Bahnen — 0141 Bestimmungen für Erdungen in Wechselstromanlagen für Nennspannungen über 1 kV — 0226 Leitsätze für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Gleichstrombahnen — 0227 Leitsätze für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrombahnen — 0228 Bestimmungen für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Drehstromanlagen — 0555 Regeln für Quecksilberdampfstromrichter (Hg-Stromrichter) — 0800 Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschl. Informationsverarbeitungsanlagen, Teil 2: Besondere Bestimmungen für Erdungen.

Buckel

Beeinflussungsmessungen → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen, Messung der Beeinflussung.

Beeinflussungsschutzerdung → Erdung.

Beeinflussungssimulation → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Befähigungsnachweis. Einige → Ausbildungsordnungen fordern am Ende der Grundausbildung von den Dienstanfängern den Nachweis der Befähigung für ihre künftige Tätigkeit. Ohne den B., der in der

Regel vom Amtsvorsteher und zwei weiteren Beamten abgenommen wird, und der aus dem Fertigkeits- und dem Kenntnisnachweis besteht, ist eine selbstverantwortliche Verwendung nicht zulässig.

Befehl → Speicher.

Befehlscodierung → Codierung der in den Befehlsspeicher einer → EDV-Anlage vom Konstrukteur eingegebenen Befehle (→ software).

Befehlsschaltung → Bahnhofsblock.

Befehlsstelle, Befehlsstellwerk → Stellwerk.

Befestigungshaken werden für oberirdische Kabelanlagen mit Tragseil-Luftkabeln oder Installationskabeln mit Zugentlastung als Abspann- oder als Traghaken benötigt.

Bei Installationskabeln mit Zugentlastung muß jedes Leitungsfeld für sich abgespannt werden. Tragseil-Luftkabel brauchen in geraden oder annähernd geraden (bis 10 Grad Abweichung) Strecken — wenn keine einseitige Zugkraft auftreten kann — nur an Traghaken aufgehängt zu werden.

Als Traghaken, in die die Hängeklemme mit Pendelöse eingehängt wird, können bei Tragseil-Luftkabeln bis 10 DA Haken mit Holzgewinde (Bild 1a) eingesetzt werden. Dabei darf das Kabel aber nicht an den Mast herangedrückt werden können. In diesem Falle und bei höherpaarigen Tragseil-Luftkabeln ist der Traghaken mit Holzgewinde (Bild 1g, 3a und 3b) zu verwenden, der den schweren Traghaken mit Abstandsstück (Bild 3c) ersetzt. Die Haken mit Holzgewinde sind stets quer zur Leitungsführung anzubringen.

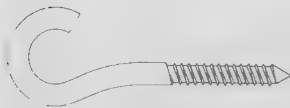


Bild 1a. Haken mit Holzgewinde.

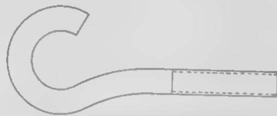


Bild 1b. Mauerhaken mit Metallgewinde M 12.



Bild 1c. Mauerhaken mit Steinschraubenansatz.

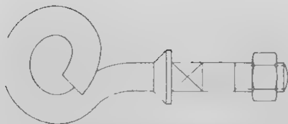


Bild 1d. Haken für Querträger mit Metallgewinde M 16.

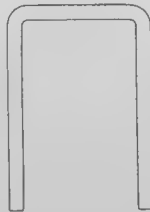


Bild 1e. Bügel für Querträger.

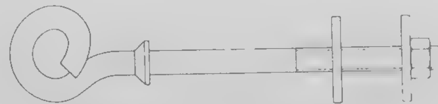


Bild 1f. Abspannhaken mit Metallgewinde M 16.

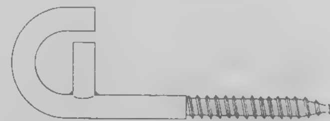


Bild 1g. Traghaken mit Holzgewinde.

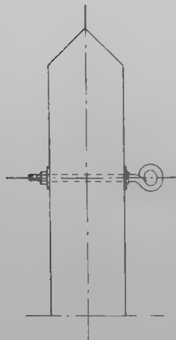


Bild 2a. Endmast ohne Querträger mit in Zugrichtung angebrachtem Abspannhaken mit Metallgewinde zur Abspannung an Tragseil-Luftkabeln.

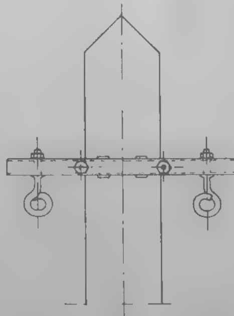


Bild 2b. Haken für Querträger in freien Stützenlöchern eines Querträgers (550 mm lang).

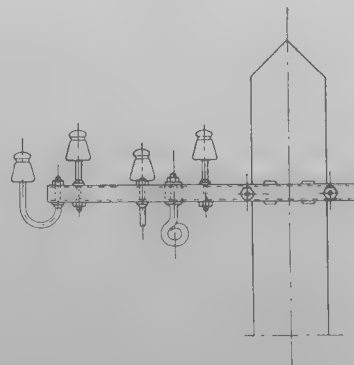


Bild 2c. Haken für Querträger über einen Bügel an einem mit Blankdrähten besetzten Querträger.

Bei bestehenden Linien mit Querträgern und bei mehreren Tragseil-Luftkabeln in einer Linie werden Haken für Querträger (Bild 1d) verwendet. Dieser wird in ein freies Stützenloch eingesetzt (Bild 2b) oder, wenn kein freies Loch vorhanden ist, mit einem Bügel (Bild 1e) am Querträger befestigt (Bild 2c).

Dieser Haken für Querträger kann auch als Abspannhaken eingesetzt werden. Endmaste ohne Querträger werden zum Abspannen mit einem in Zugrichtung

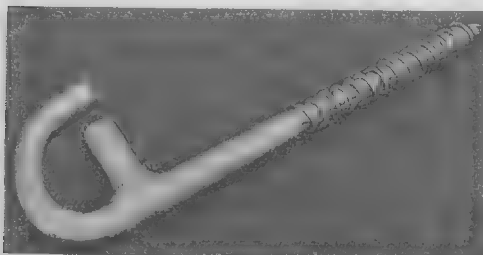


Bild 3a. Traghaken mit Holzgewinde.



Bild 3b. Traghaken mit Holzgewinde eingebaut.



Bild 3c. Traghaken mit Abstandsstück.

angebrachten Abspannhaken mit Metallgewinde (Bild 1f und 2a) ausgerüstet. In Winkelpunkten, an Zwischenabspannpunkten oder wenn am Endpunkt mehrere Tragseil-Luftkabel abgehen, müssen Querträger mit dem Abspannhaken nach Bild 1d eingesetzt werden (Bild 2b, siehe auch unter Kabelverlegung Bild 10 u. 13).

Der Querträger muß stets so befestigt sein, daß er von dem resultierenden Leitungszuge gegen den Mast gedrückt wird.

Bei Abspannpunkten für Hauseinführungen, wo die Feldlänge auf 30 m begrenzt ist und nur Installationskabel mit Zugentlastung oder niederpaarige Tragseil-Luftkabel abzuspannen sind, können die B. im Mauerwerk befestigt werden. Mauerhaken mit Steinschraubenansatz (Bild 1c) sind mit Schnellbindern einzuzementieren. Mauerhaken mit Metallgewinde

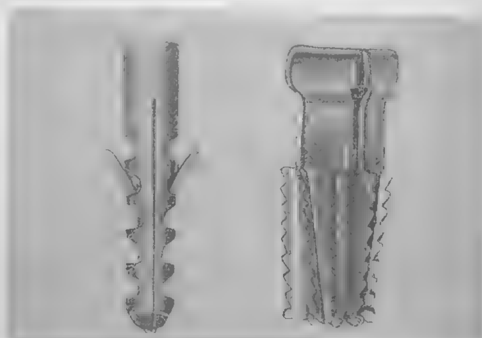


Bild 4. a) Nylondübel, b) RPZ-Spreizdübel.

(Bild 1b) in Verbindung mit RPZ-Spreizdübel (Bild 4b), die auch zum Erreichen eines festeren Sitzes zusätzlich einzementiert werden können, können je nach der Zugbelastung ebenso wie Haken mit Holzgewinde (Bild 1a) in Verbindung mit Kunststoffdübeln (Bild 4a) benutzt werden. *Stegmann*

Befristung. Eine Gesprächsanmeldung, die nicht im → Vorwärtsaufbau hergestellt werden konnte, kann vom Anmelder befristet werden. Der Anmelder wünscht in diesem Falle, daß seine Anmeldung zu einem bestimmten Zeitpunkt vor Ablauf der allgemeinen Gültigkeitsdauer (→ Gültigkeitsdauer der Anmeldungen im handvermittelten Ferndienst) gestrichen werden soll, falls sie bis dahin nicht ausgeführt werden kann. Weiteres → Zurückstellung. Ist bei der Entgegennahme einer B. zu übersehen, daß die Verbindung wegen Anhäufung oder Störung voraussichtlich nicht innerhalb der angegebenen Frist bereitgestellt werden kann, ist der Anmelder hiervon zu verständigen. Ihm wird empfohlen, ein dringendes → Gespräch anzumelden.

Beginnzeichen. Das B. kennzeichnet die Gebührenpflicht für eine Fernsprechverbindung. Es wird im Leitungswähler (LW) beim Melden des angerufenen Teilnehmers angelegt (bei Anschaltung einer Fangeinrichtung jedoch erst beim Auslösen einer gefangenen Verbindung). Beim Ansteuern von gebührenpflichtigen Sonderdiensten wird das B. im allgemeinen beim Belegen der Sonderdienstübertragung gesendet. Das B. wird im Ortsdienst unmittelbar, und zwar bei der Auslösung des Gesprächs, zur Zählung benutzt. Im handvermittelten Ferndienst wird durch das B. der Gesprächszeitmesser (GZM) in Gang gesetzt. Im Selbstwählferndienst (SWFD) bewirkt das über die Leitung als Impuls zurückgegebene B. im Zählimpulsgeber (ZIG) die Aussendung des 1. Zählimpulses (daher auch »Meldezählimpuls« genannt).

Ferner wird das taktmäßige Aussenden weiterer Zählimpulse, deren zeitlicher Abstand von der Gebührenzone abhängt, eingeleitet (Zeitimpulszählung). Bei Ausbleiben des B. löst der ZIG die Verbindung 1 ... 2 min nach beendeter Wahl aus. Bei SWFD-Verbindungen nach dem Ausland wird das B. vom Auslands-Zählimpulsgeber (AZIG) aufgenommen. Während der Laufzeit des B. über die Leitung wird der Sprechweg II in verschiedenen Übertragungen kurzgeschlossen. Außerdem werden in einigen Schaltgliedern für den internationalen Selbstwählferndienst die Sprechadern erst mit dem B. durchgeschaltet. Durch diese als Meldeverzug bezeichnete Erscheinung kann die akustische Meldung des angerufenen Teilnehmers, wenn sie sehr schnell auf das B. folgt, verstümmelt werden (→ Leitungszeichen.)

Begrenzungsdrossel → Glättungseinrichtungen; → Induktion durch Starkstromanlagen.

Begrenzungswiderstand → Induktion durch Starkstromanlagen.

Behördenanlagen → Private Fernmeldeanlagen 1.1.1.

Behördenvorwähler → Behördenzusatz TW 39.

Behördenzusatz TW 39. Zusatz zum Vorwähler (VW) des → Systems TW 39, auch Behörden-VW genannt. Er sendet bei einer ankommenden Belegung das Besetztzeichen aus (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik). Ist der VW des Anrufers ebenfalls mit einem B. ausgestattet, wird Besetztzeichen abgefangen und die Verbindung anschließend durchgeschaltet. Dagegen wird die Verbindung ausgelöst, wenn der VW des Anrufenden keinen B. hat. VW mit B. können VW mit und ohne B. belegen.

Beipack, früher Sammelbegriff für die symmetrisch aufgebauten Verseilelementen in Kabeln mit Koaxialpaaren.

Beistellung im Rahmen der Beschaffung für die Fernmeldedienste der DBP. Werden dem Auftragnehmer (Hersteller, Lieferanten) von der DBP Materialien, Gegenstände oder technische Einrichtungen zur Ausführung eines Auftrages ohne Verrechnung zur Verfügung gestellt, so handelt es sich um B. (z. B. Kupfer und Blei für die Fertigung von Kabeln oder bestimmte Gegenstände und technische Einrichtungen der Vermittlungs- und Übertragungstechnik). Die bei Aufträgen der DBP regelmäßig beigestellten Gegenstände und technischen Einrichtungen sind im Interesse einer einheitlichen Anwendung der Vergabe der verschiedenen Vergabe-Dienststellen in einer »Zusammenstellung der in Verbindung mit Amtsbauvorhaben von Seiten der DBP beizustellenden Gegenstände des Fernmeldebedarfs« aufgenommen. Da bei Bauvorhaben Einheitlichkeit der Gewährleistung durch einzubauende beigestellte Teile oftmals aufgehoben bzw. erschwert wird, und rechtzeitige Anlieferung beizustellender Teile nicht immer sichergestellt ist, wird von B. nur Gebrauch gemacht, wenn unter Berücksichtigung aller Umstände wesentliche wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können. Sofern der B. kein besonderer Beistellvertrag zugrunde liegt, kann sie im Gesamtvertrag vereinbart werden.

Beitreibung von Fernmeldegebühren. Während ein privater Gläubiger, der bei seinem Schuldner eine Geldforderung beitreiben will, eines vollstreckbaren Titels bedarf, der im allgemeinen vom Gericht erlassen wird (Urteil, Zahlungsbefehl), können die öffentlich-rechtlichen Geldforderungen des Bundes, wozu auch alle Gebührenansprüche der DBP gehören, ohne einen Titel nach Maßgabe des Verwaltungs-Vollstreckungsgesetzes (VwVG) vom 27. 4. 1953 (BGBl. I S. 157) im Verwaltungswege vollstreckt werden.

1. Kreis der nach dem VwVG beitreibbaren Fernmeldegebühren. Auf dem Gebiet des Fernmeldewesens können sowohl sämtliche aus der Benutzung von Fernmeldeanlagen (FMA) der DBP (Fernsprecher, Telegraf, Fernschreiber, Überlassung posteigener Stromwege usw.) herrührenden Gebühren als auch die für die Erteilung einer fernmelderechtlichen Genehmigung (§ 2 des Fernmeldeanlagengesetzes [FAG]) festgesetzten Gebühren nach dem VwVG beigetrieben werden. Zu den hiernach beitreibbaren Gebühren gehören auch: Gebühren für die Sperre eines Fernsprechanschlusses (AB 1 zu § 12 und § 20 Abs. 1 der Fernsprechordnung [FeO]), Gebühren für die Herstellung und Änderung von Fernsprechteilnehmereinrichtungen (§§ 11, 17, 22, 23, 25 FeO), Restgebühren bei vorzeitiger Aufgabe von Fernsprechteilnehmereinrichtungen (§§ 19, 24 und AB 5 zu § 25 FeO), Gebühren für die Beobachtung von Teilnehmeranschlüssen (§ 38 Abs. 3 FeO) und Gebühren für umfangreiche Nachforschungen im Rahmen der TO (§ 28 Abs. II). Nach dem VwVG vollstreckbar sind auch die Ersatzansprüche der DBP, die sich aus der Haftung des Fernsprechteilnehmers (§ 13 Abs. 6 FeO, → Schutz der FMA) ergeben, da auch für sie der Rechtsweg vor den Verwaltungsgerichten begründet ist.

2. Der Vollstreckungsschuldner. Nach § 2 Abs. 1 VwVG kann als Vollstreckungsschuldner in Anspruch genommen werden, wer eine Leistung als Selbstschuldner schuldet oder wer für die Leistung, die ein anderer schuldet, persönlich haftet. Den Vollstreckungsschuldnern gleichgestellt ist, soweit seine Leistungspflicht reicht, derjenige, der zur Duldung der Zwangsvollstreckung verpflichtet ist (§ 2 Abs. 2 VwVG).

Im Rahmen des Benutzungsrechts ist Gebühren- und damit Vollstreckungsschuldner (Selbstschuldner) derjenige, der die Dienste in Anspruch nimmt, wie der Fernsprechteilnehmer, der Absender eines Telegramms usw. Bei fernmelderechtlichen Genehmigungsgebühren kommt als Selbstschuldner regelmäßig der Inhaber der Genehmigung in Betracht. Zu den Haftungsschuldnern gehört neben dem Erben und dem Bürgen auch derjenige, der den Fernsprechanschluß eines Teilnehmers ohne Genehmigung der DBP übernommen hat (§ 14 Abs. 4 FeO). Beispiel für den Duldungsschuldner ist der Testamentsvollstrecker, gegen den ein Pflichtteilsanspruch geltend gemacht wird (§ 748 Abs. 3 ZPO).

3. Die Vollstreckungsanordnung. Eingeleitet wird die Vollstreckung durch die Vollstreckungsanordnung (§ 3 Abs. 1 VwVG). Sie wird von der Behörde erlassen, die zur Geltendmachung des Anspruchs berechtigt ist (§ 3 Abs. 4 VwVG) und richtet sich an die Behörde, der die Durchführung der Vollstreckung obliegt. Im Vergleich zur Vollstreckung nach der ZPO kommt somit der Anordnungsbehörde die Rolle des Gläubigers und der Vollstreckungsbehörde die des Gerichtsvollziehers zu. Im Bereich der DBP sind beide Behörden allerdings meist identisch, da im allgemeinen das FA zugleich Anordnungs- und Vollstreckungsbehörde ist. Die Vollstreckungsanordnung ist lediglich eine innerdienstliche Anweisung und kein Verwaltungsakt. Sie ist daher weder dem Vollstreckungsschuldner zuzustellen, noch mit Rechtsbehelfen angreifbar. Nach § 3 Abs. 2 VwVG ist der Erlaß der Vollstreckungsanordnung an folgende Voraussetzungen geknüpft:

3.1. Erlaß eines Leistungsbescheides, durch den der Schuldner zur Leistung aufgefordert worden ist. Der der Beitreibung von Fernmeldegebühren zugrunde liegende Leistungsbescheid ist im allgemeinen die Fernmelderechnung. Sie ist ein → Verwaltungsakt und unterliegt daher — im Gegensatz zur Vollstreckungsanordnung — der Nachprüfung durch die Verwaltungsgerichte (→ Rechtsweg).

3.2. Fälligkeit der Leistung. Für die nach der FeO geschuldeten Gebühren enthält § 13 Abs. 2 FeO in Verbindung mit den FeGV IX Vorschrift 1 zu Nr. 1 und 1a, X A Vorschrift 4 zu Nr. 1 bis 9 und X B Vorschrift 4 zu Nr. 18 bis 26 nähere Angaben über den Zeitpunkt der Fälligkeit. Die dem Gebührenschuldner nach § 13 Abs. 4 Satz 1 FeO gewährte Zahlfrist berührt den Zeitpunkt der Fälligkeit des Gebührenanspruchs nicht.

3.3. Ablauf einer Frist von einer Woche nach Bekanntgabe des Leistungsbescheides. Dieser Forderung entspricht § 13 Abs. 4 Satz 1 FeO. Nach der Verwaltungspraxis der DBP wird davon ausgegangen, daß die Bekanntgabe des durch die Post übersandten Leistungsbescheides mit dem dritten Tage nach der Aufgabe als bewirkt anzusehen ist.

3.4. Mahnung mit einer Zahlfrist von einer weiteren Woche (§ 3 Abs. 3 VwVG). Im Gegensatz zu den drei vorstehend erwähnten Voraussetzungen handelt es sich hierbei nur um eine Sollvorschrift, so daß, falls die Durchführung des Vollstreckungsverfahrens dringlich ist, z. B. bei Fluchtgefahr des Schuldners, von der Beachtung dieser Bestimmung abgesehen werden kann. Die Mahnung ist nach § 2 der Kostenordnung zum VwVG vom 9. 5. 1953 (Bundesanzeiger [BAnz] Nr. 89) gebührenpflichtig, wobei die Gebührenschuld entsteht, sobald das Mahnschreiben zur Post gegeben worden ist.

4. Die Vollstreckungsbehörden. Vollstreckungsbehörden, d. h. die Behörden, die nach Erlaß der Vollstreckungsanordnung für die Durchführung der Vollstreckung Sorge zu tragen haben, sind entweder die von einer obersten Bundesbehörde im Einvernehmen mit dem Bundesminister des Innern bestimmten Behörden des betreffenden Verwaltungszweiges oder, wenn es an einer derartigen Bestimmung fehlt, die Vollstreckungsbehörden der Bundesfinanzverwaltung (§ 4 VwVG). Die DBP hat von der Möglichkeit, die Vollstreckung mit Hilfe eigener Behörden durchzuführen, Gebrauch gemacht und durch Erlaß vom 2. 5. 1953 (BAnz Nr. 89) die OPDn und Ämter als Vollstreckungsbehörden bestimmt. Da es bisher an einer VAnw zum VwVG fehlt, muß für die Aufgabenverteilung zwischen den OPDn und Ämtern auf die »Anweisung über das Verwaltungszwangsverfahren der DRP in Preußen« (VerwZw DA Pr) von 1930 zurückgegangen werden. Hiernach sind im allgemeinen von den OPDn zu betreiben: die Zwangsvollstreckung in Forderungen (§§ 361 ff der Reichsabgabenordnung [AO]), soweit es sich nicht um Wechsel oder andere indossable Papiere (§ 363 AO) handelt, die Zwangsvollstreckung in das unbewegliche Vermögen (§§ 372 f AO), das Offenbarungseidverfahren (§ 332 AO) und die Anordnung eines Arrests (§§ 378 f AO).

Anstelle des Gerichtsvollziehers tritt im Verwaltungsvollstreckungsverfahren der Vollziehungsbeamte, doch kann sich im Einzelfall die Vollstreckungsbehörde anstelle des Vollziehungsbeamten auch eines Gerichtsvollziehers bedienen. Die Tätigkeit der Vollstreckungsorgane der DBP im Rahmen des VwVG erfolgt in Ausübung öffentlicher Gewalt, so daß die DBP für schuldhafte Amtspflichtverletzungen nach Art. 34 GG haftet.

5. Anzuwendende Vollstreckungsvorschriften. Eigene Verfahrensvorschriften für die Durchführung des Verwaltungsvollstreckungsverfahrens und den Vollstreckungsschutz enthält das VwVG nicht. § 5 Abs. 1 VwVG verweist vielmehr insoweit auf die Vorschriften der AO und erklärt folgende Bestimmungen für anwendbar: §§ 325 bis 340, 342 Abs. 1, §§ 342a bis 373, 378 bis 381.

Für die durch Vollstreckungsmaßnahmen entstehenden Kosten ist das Gesetz über die Kosten der Zwangsvollstreckung nach der Reichsabgabenordnung vom 12. 4. 1961 (BGBl. I S. 429) maßgebend.

6. Vollstreckungsschutz. Während bei der Zwangsvollstreckung im Rahmen der ZPO vor Einleitung von Vollstreckungsmaßnahmen das Bestehen der Forderung, die beigetrieben werden soll, vom Gericht festgestellt worden ist, fehlt es hieran beim Verwaltungsvollstreckungsverfahren. Will der Schuldner Einwendungen gegen die Entstehung oder die Höhe des Anspruchs geltend machen, dessen Erfüllung erzwungen werden soll, so muß er sie außerhalb des Verwaltungsvollstreckungsverfahrens mit den hierfür zugelassenen Rechtsmitteln verfolgen (§ 327 Abs. 1 AO). Bei Fernmeldegebühren ist das in Frage kommende Rechtsmittel die Klage vor den Verwaltungsgerichten nach erfolglosen Widerspruchsverfahren, da § 9 Abs. 1 Satz 2 FAG, durch den für Gebührenstreitigkeiten auf dem Gebiet des Fernmeldewesens die ordentlichen Gerichte für zuständig erklärt worden waren, nicht mehr anwendbar ist (→ Rechtsweg). Zu beachten ist hierbei, daß nunmehr — entgegen der früheren Rechtslage — die Klage nur so lange Aussicht auf Erfolg hat, als die für die Einlegung

des Widerspruchs und die Klageerhebung nach der VwGO vorgesehenen Fristen noch nicht abgelaufen sind, da anderenfalls die Bestandskraft des der Vollstreckung zugrunde liegenden Verwaltungsaktes (Fernmelderechnung) dem Klagebegehren des Schuldners entgegengehalten werden kann.

Bestreitet der Vollstreckungsschuldner weder die Entstehung noch die Höhe des Anspruchs, behauptet er jedoch, daß der Anspruch, z. B. durch Zahlung, erloschen oder gestundet sei oder beruft er sich auf Mängel der Vollstreckungsanordnung, so muß er vorläufig leisten, doch kann er einen Erstattungsanspruch innerhalb der in § 13 Abs. 7 FeO festgesetzten Frist geltend machen (§ 327 Abs. 2 AO).

Werden Mängel des Vollstreckungsverfahrens gerügt, z. B. Nichtbeachtung der Vorschriften über die Unpfändbarkeit (§§ 811 ff ZPO), haben hierüber — nach erfolglosem Widerspruchsverfahren — ebenfalls die Verwaltungsgerichte zu entscheiden. Behauptet ein Dritter, gegen den sich das Vollstreckungsverfahren überhaupt nicht richtet, daß ihm am Gegenstand der Vollstreckung ein die Veräußerung hinderndes Recht zusteht, z. B. daß der gepfändete Gegenstand sein Eigentum sei, so ist der Widerspruch gegen die Vollstreckungsmaßnahme durch Klage geltend zu machen, für deren Entscheidung die ordentlichen Gerichte zuständig sind (§ 328 Abs. 1 AO). *Aubert*

Beitreibungsstelle hat die Aufgabe, die rückständigen Fernmeldegebühren nach dem Verwaltungsvollstreckungsgesetz beizutreiben und ihre Verrechnung zu veranlassen. Die B. fertigt am letzten Zahltag der (Nachtrags-) → Fernmelderechnung aufgrund einer von der Fernmelderechnungsstelle ausgehenden Mitteilung über einen vollstreckbaren Gebührenrückstand eine Vollstreckungsanordnung aus. Für die Durchführung der Vollstreckung verfügen die Fernmeldeämter über sog. Vollziehungsbeamte, deren Dienstposten nach A 7 P bewertet sind. Bis Anfang 1968 gehörte häufig auch das Beitreiben rückständiger Rundfunkgebühren zu den Aufgaben der B. (eines Fernmeldeamtes).

Beizblasen sind Auftreibungen, die durch Ausscheiden von Wasserstoff, der beim Beizen in das Metall eingewandert ist, an nichtmetallischen Einschlüssen oder Gefüge in Homogenitäten entstehen können.

Literatur: DIN 50 900, 1960.

Beizen. Man versteht darunter allgemein die oberflächliche Behandlung fester Körper (z. B. Gewebe, Holz, Metall, Saatgut) durch Bestreichen oder Eintauchen mit Hilfe geeigneter wäßriger Lösungen, durch die je nach Material Desinfizierung, Färbung, Rostbeseitigung und dergl. erzielt werden soll. Nach der Entfettung werden die Metallgegenstände in Lösungen von verhältnismäßig einfachen anorganischen Chemikalien getaucht oder mit diesen bestrichen; diese Tätigkeit bezeichnet man als »Beizen« oder »Färben« der Metalle. Entsprechend sind die Vorgänge bei Holz und Gewebe.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

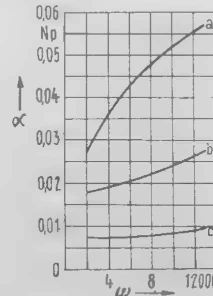
Beizsprödigkeit. Verminderte Formänderungsfähigkeit eines Metalls, die durch Wasserstoffeinwanderung beim Beizen entstehen kann.

Literatur: DIN 50 900, 1960.

Bekanntmachung betr. die Schiffstelegrafie → Private Fernmeldeanlagen 2.1.

Belastung eines Bündels → Verkehrsbelastung.

Belastung von Leitungen. Die B. dient dazu, Fernsprechleitungen im Niederfrequenzbereich für den Verkehr auf größere Entfernungen durch Herabsetzung der Dämpfung, Verringerung der Verzerrung oder Erzielung eines bestimmten Wellenwiderstandes zu verbessern. Die B. besteht darin, daß die Selbstinduktivität der Leitungen erhöht und dadurch die



a) bei einem unbelasteten Kabel,
b) einem Krarupkabel,
c) einem Pupinkabel mit Kupferleitern 1,5 mm Durchmesser.

Dämpfungskonstante in Abhängigkeit von der Frequenz. (Aus HwF 1929).

vom Leitungswiderstand herrührende Dämpfung (→ Leitungstheorie 1.3) und Verzerrung verkleinert werden.

Verschiedene Ausführungen: 1. Bei dem → Krarupverfahren wird der Kupferleiter auf seiner ganzen Länge fortlaufend mit einem magnetisch wirksamen Material — Eisendraht oder Eisenband — umgeben. 2. Bei der → Pupinisierung werden konzentrierte Induktivitäten (Pupinspulen) in gleichmäßigen Abständen in die Leitung eingefügt. Vergleich der Dämpfungswerte s. Bild.

Belastungsklasse → Lastannahme für Kabelschächte.

Belastungsmeßkoffer. Der B. besteht aus zwei auf einer Grundplatte fest in ein Transportgehäuse eingebauten → Erlangmetern. Über Verbindungsschnüre können sie mit einer in der Vermittlungsstelle eingebauten Anschalteschiene verbunden werden. Mit einem Drehschalter in der Anschalteschiene werden die Registrierrelais in den Gestellrahmen eingeschaltet. Sie schalten die zugehörigen Registrierbündel auf die Erlangmeter.

Literatur: K. Malischke: Aufgaben und Technik bei Verkehrsmessungen. Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, 13 (1960), S. 198 ... 206 und 275 ... 283.

Belastungsmessung. Messung der Verkehrsbelastung, d. h. des Verkehrswertes eines Leitungsbündels oder einer Wählergruppe durch ein Belastungsmeßgerät, z. B. → Erlangmeter oder → Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung. B. werden in regelmäßigen Abständen in der Hauptverkehrszeit ausgeführt, damit die Anzahl der Leitungen und Wähler rechtzeitig der zu erwartenden Verkehrsbelastung angepaßt werden kann.

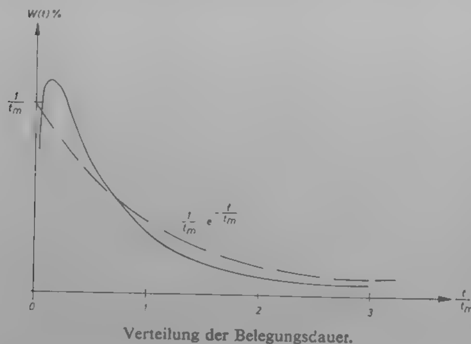
Belegung. Inanspruchnahme einer Vermittlungseinrichtung oder Leitung, z. B. auch im → Telexverkehr, bei Antennen → Flächenstrahler.

Belegung, unnötige, kann entstehen durch Berührung auf der Anschlußleitung, Störungen im Fernsprechapparat, Gabelklemmen oder Abheben des Handapparates, ohne daß anschließend gewählt wird. Durch eine u. B. wird in der Vermittlungsstelle der I. Vorwähler (VW) oder Anrufsucher (AS) angelassen und ein Verbindungsweg über II. VW oder II. AS nach dem I. Gruppenwähler belegt. Diese Schaltglieder werden damit dem Betrieb für andere Verbindungen entzogen. U. B. werden daher den Bedienungskräften im Wählersaal selbsttätig angezeigt (5′-Kontakt der Ruf- und Signalmaschine steuert gelbe Lampe und Einschlagwecker). Durch Rückwärtsverfolgen (→ Verfolgen von Verbindungen) kann der störende Anschluß ermittelt und die betr. Anrufeinheit ggf. gesperrt werden. Nach 30′ erfolgt eine erneute Prüfung auf u. B. Bei Fortbestehen des Fehlers erneute Sperre, Weitergabe der Störung an Fernsprechentstörungsstelle.

Belegungsdauer ist das Zeitintervall zwischen Beginn und Ende einer Belegung. Die einzelnen Belegungen dauern unterschiedlich lange. Die Häufigkeit, mit der bestimmte Längen der B. auftreten, wird oft in einer Kurve dargestellt (s. Bild). In der Verkehrstheorie wird meist mit einer idealisierten Verteilungsdichte, nämlich der negativen Exponentialverteilung

$$w(t) = \frac{1}{t_m} \cdot e^{-t/t_m}$$

gerechnet. Die Exponentialverteilung der Belegungsdauer $P(> t) = e^{-t/t_m}$ folgt aus der Annahme, daß es in jedem Augenblick gleich wahrscheinlich ist, daß eine bestehende Belegung endet.



Verteilung der Belegungsdauer.

Als mittlere Belegungsdauer (m. B.) bezeichnet man den Mittelwert (Erwartungswert) t_m aus der Dauer sehr vieler Belegungen.

$$t_m = \frac{\text{Gesamtdauer der betrachteten Belegungen}}{\text{Anzahl der betrachteten Belegungen}}.$$

Die m. B. einzelner Wähler oder anderer Einrichtungen kann mit Hilfe sogenannter t_m-Meßgeräte gemessen werden. Diese bestehen aus je einem Belegungszähler und einem Belegungsdauerzähler.

Belegungsfunktion → Flächenstrahler.

Belegungskarte → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Belegungskennzeichen → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Belegungsplan. Der B. ist die technische Unterlage, die Aufschluß über die Belegung einer technischen Einrichtung gibt. Ein Gestellrahmen-B. enthält z. B. Zahl und Varianten der Schaltglieder, die aufgenommen werden können (→ Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze).

Belegungsquittungszeichen, Belegungszeichen → Leitungszeichen.

Belegungszustand ist der Zustand, der gekennzeichnet ist durch die Anzahl der bestehenden Belegungen und ihre Verteilung auf bestimmte Zwischenleitungen oder Ausgänge einer Koppelanordnung. B. werden betrachtet bei der Aufstellung der sogenannten Zustandsgleichungen, die zur Ableitung von Verlustformeln nötig sind.

Bell, Alexander, Graham, geb. 3. 3. 1847, gest. 2. 8. 1922; Lehrer für Sprechtechnik und Musik; von 1873–1877 Professor für Sprechtechnik und Physiologie an der Universität Boston; befaßte sich mit der Übertragung musikalischer Töne über Telegrafenleitungen; die erste Sprachübertragung gelang ihm am 10. 3. 1876; das ihm erteilte Patent berücksichtigte nicht die bereits früher gefundenen Lösungen (Telefon von → Reis); es wurde von der Bell-Company ausgewertet; B. gilt in den angelsächsischen Ländern als Erfinder des Telefons.

Literatur: Feyerabend, E.: 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland, S. 18ff. Berlin; herausgegeben vom Reichspostministerium 1927. Poggendorff C. Matschoß: Männer der Technik. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens. Telecommunication Pioneers.

Belohnungen → Annahme von Belohnungen und Geschenken.

Belüften → Wählerräume.

Belüftung → Bodenaggressivität.

Belüftungselement → Korrosion.

Bemessung von Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung. Die Zahl der für eine handbediente → Fernvermittlungsstelle (FernVStHand) vorzusehenden Fernplätze (FPl) errechnet sich aus dem Umfang des in der → Hauptverkehrsstunde (HVStd) zu erwartenden Verkehrsangebotes (A) gemessen in → Fernverkehrseinheiten je HVStd (FVE/HVStd) geteilt durch die während der HVStd anzusetzende Leistung

an Fernplätzen (N). Mithin gilt für die Zahl der Fernplätze FPl = A/N. Für die Bemessung von FernVStHand für den Inlandsverkehr sind 23 FVE/FPl/HVStd, für die Berechnung von FernVStHand für den Auslandsverkehr 20 FVE/FPl/HVStd anzusetzen. Das zu erwartende Verkehrsangebot A erhält man durch Multiplikation der Summe der abzuwickelnden Gespräche mit dem besonders zu errechnenden Verkehrsfaktor (VKf), der als Rechengröße in FVE/Gespräch angibt, welche Arbeit mit der Herstellung eines Gesprächs beliebiger Art in der zu errichtenden FernVStHand im Tagesdurchschnitt verbunden ist. Für neuzeitliche FernVStHand im → SWF-Netz ergeben sich Verkehrsfaktoren von etwa 1 FVE/Gespräch (Inlandsverkehr) und 2,5 FVE/Gespräche (Auslandsverkehr).

Die Zahl der erforderlichen Fernplätze (FPl) errechnet sich mithin zu

$$\text{FPl} = \frac{\text{Zahl der Gespräche in der HVStd (Gespr/HVStd)} \times \text{VKf (FVE/Gespr)}}{\text{23 oder 20 (FVE/FPl/HVSt)}}.$$

Die Anzahl der zu schaltenden Fernleitungen hat indessen keinen Einfluß auf die Berechnung. Unterstellt wird allerdings, daß der Leitungspark so bemessen wird, daß möglichst alle Gespräche im → Vorwärtsaufbau abgewickelt werden können. Bei der Berechnung muß die voraussichtliche Verkehrsentwicklung (Zunahme oder Rückgang) berücksichtigt werden. In der Regel wird ein Planungszeitraum von 5 Jahren zugrunde gelegt.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954. *Gänsler*

Bemessung der Tätigkeiten im handvermittelten Fernsprechdienst.

1. Die Tätigkeitsarten. Die an den Fernplätzen aufkommende Arbeit ist in 19 Tätigkeitsarten im Inlandsfernsprechferndienst und 24 Tätigkeitsarten im Auslandsfernsprechferndienst, d. s. die Bezugseinheiten (BzE), eingeteilt. Die Art der Tätigkeit jeder BzE ist in einem Katalog definiert und durch eine Kurzbezeichnung gekennzeichnet. So bedeutet z. B. die Kurzbezeichnung

Fgvw: Herstellen einer abgehenden Ferngesprächsverbindung im Vorwärtsaufbau mit unmittelbarer Wahl des Verlangten und die Kurzbezeichnung

Mg: Aufnahme eines weißen Gesprächsblattes mit Feststellung des Leitwegs;

Aufnahme eines weißen Gesprächsblattes für eine von einer anderen Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) übernommenen Gesprächsanmeldung;

Aufnahme eines roten Gesprächsblattes.

2. Das Arbeitsmaß »Fernverkehrseinheit« (FVE). Bei jeder Leistungszählung ist eine Vielzahl von Arbeitszeitberechnungen durchzuführen. Um die Rechengänge zu vereinfachen und sprachlich unverständliche Bezeichnungen bzw. Dimensionsschwierigkeiten (z. B. Regelleistung = 60 min/Std) zu vermeiden, wurde ein besonderes Arbeitsmaß, die Fernverkehrseinheit (FVE), eingeführt. Unter einer FVE ist die Arbeitsmenge zu verstehen, die von einer Vermittlungskraft bei normaler Leistung in 3 Minuten erledigt werden kann.

3. Der Bemessungswert. Für jede Tätigkeitsart wurde durch → Arbeitsuntersuchungen der mittlere Arbeitsaufwand, d. h. der mittlere Zeitaufwand festgestellt. Dieser reinen Werkzeit bei einer Tätigkeitsart ist zum Erreichen einer befriedigenden Verkehrsgüte und einem angemessenen Auslastungsgrad der Vermittlungskräfte ein Zeitzuschlag zugegeben. Die aus Werkzeit und Zeitzuschlag gebildeten Bemessungswerte sind in FVE/BzE angegeben und für alle FernVStHand bindend. *Bärenz*

Bemessungsrichtlinien → Personalbemessung.

Benutzung posteigener Stromwege → Überlassung posteigener Stromwege.

Benutzung von Teilnehmereinrichtungen durch andere. Nach § 15 der Fernsprechordnung (FeO) darf der Teilnehmer anderen unter bestimmten Voraussetzungen die Benutzung seiner Fernsprech-Teilnehmereinrichtungen gestatten. Andere sind solche Personen, mit denen über die betreffende Teilnehmereinrichtung kein Teilnehmerverhältnis besteht. Hinsichtlich der Benutzung von Teilnehmereinrichtungen durch andere wird unterschieden zwischen der gelegentlichen oder ständigen Mitbenutzung von Anschlüssen (§ 15 Abs. 1 FeO), der ständigen Alleinbenutzung durch andere bei Regelhaupt- und Regelnebenanschlüssen (§ 15 Abs. 2 FeO) und der Weitergabe von Nachrichten für andere über Ausnahmequerverbindungen und Abzweigleitungen (§ 15 Abs. 3 FeO). Bemerkenswert ist ferner: Nebenanschlüsse dürfen mehreren anderen nur überlassen werden, wenn technisch verhindert ist, daß die Anschlüsse der verschiedenen anderen miteinander verbunden werden können (VAnw 5 zu § 15 FeO).

Im Gegensatz zur Regelung in der FeO ist die gelegentliche oder ständige Mitbenutzung sowie die ständige Alleinbenutzung von Telexanschlüssen durch andere unzulässig. Nach § 32 I A Abs. 3 der Telegrafenordnung (TO) ist bei Telexanschlüssen lediglich die Übermittlung oder Aufnahme von Telexnachrichten für Angehörige, Angestellte oder Gäste des Teilnehmers statthaft.

Das Benutzungsrecht über den Datexdienst (§ 32a TO) enthält keine Vorschriften über die Benutzung von Datexanschlüssen durch andere. Jede Form der Mitbenutzung oder Alleinbenutzung von Datexanschlüssen durch andere ist daher ebenfalls unzulässig. *Dickob/Hutter*

Benutzungsrecht. Die die Benutzung der Fernmeldeanlagen (FMA) der DBP regelnden Bestimmungen sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen (→ Zulassungszwang, → Fernmeldegeheimnis), in den → Benutzungsverordnungen enthalten. Diese werden vom BPMin nach Maßgabe der Beschlüsse des Verwaltungsrates oder, im Falle des § 13 Postverwaltungsgesetz (PostVwG), der Bundesregierung erlassen und bedürfen, soweit sie Gebührenregelungen zum Gegen-

stand haben, des Einvernehmens mit dem Bundesminister für Wirtschaft (§ 14 PostVwG). Die das B. bildenden Benutzungsverordnungen sind Rechtsverordnungen mit allgemein verbindlicher Wirkung gegen jedermann. Die Benutzer müssen daher die Bestimmungen auch dann gegen sich gelten lassen, wenn sie sie nicht gekannt haben, Änderungen der Vorschriften erstrecken sich auch auf bereits bestehende → Benutzungsverhältnisse (Teilnehmerverhältnisse), und Ausnahmen sind auch zugunsten des Benutzers unzulässig. Bei Rechtsstreitigkeiten unterliegt das B. der Nachprüfung durch die Gerichte daraufhin, ob sein Inhalt von der Ermächtigungsnorm (§ 14 PostVwG) gedeckt ist, ob es nicht in Widerspruch zu höherrangigem Recht steht und ob es ordnungsgemäß im Bundesgesetzblatt oder im Bundesanzeiger verkündet worden ist.

Benutzungsverhältnis. Die Inanspruchnahme der dem öffentlichen Verkehr dienenden, d. h. jedermann zur Benutzung offenstehenden Fernmeldeanlagen (FMA) der DBP geschieht in Form eines B., das öffentlich-rechtlicher Art ist, und bei dem sich die DBP und der Benutzer im Verhältnis der Über- und Unterordnung gegenüberstehen. Der Inhalt des einzelnen B. ergibt sich aus den das → Benutzungsrecht bildenden → Benutzungsverordnungen. Für Streitigkeiten aus dem B. sind die Verwaltungsgerichte zuständig, soweit nicht durch besondere Bestimmungen der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet ist (→ Rechtsweg).

Im Rahmen eines B. ist zwischen der nur fallweisen Inanspruchnahme der Einrichtungen der DBP (Auflieferung eines Telegramms, Führung eines Gesprächs von einer öffentlichen Sprechstelle = Benutzungsverhältnis i. e. S.) und der Begründung einer auf längere Dauer berechneten Beziehung zur DBP (Teilnehmerverhältnis) zu unterscheiden. Die Benutzung i. e. S. ist als faktisches Rechtsverhältnis (Realakt) anzusehen, das allein durch die Tatsache der Benutzung begründet wird. Die teilweise noch heute in der Rechtsprechung und im Schrifttum vertretene Ansicht, der Inanspruchnahme der Einrichtungen der DBP liege ein öffentlich-rechtlicher Vertrag zugrunde, ist schon deshalb abzulehnen, weil im Hinblick auf das betriebliche Geschehen im Bereich der DBP die Benutzung ihrer Einrichtungen nicht von der Verpflichtungsfähigkeit des Benutzers abhängig gemacht werden kann. Aber auch das Teilnehmerverhältnis kann nicht als öffentlich-rechtlicher Vertrag angesehen werden. Bei ihm fehlt den Partnern die als Wesensmerkmal jedes Vertrages anzusehende Möglichkeit, die Bedingungen frei zu gestalten, da der Verordnungsgeber den Inhalt des Teilnehmerverhältnisses in den Benutzungsverordnungen normativ abschließend geregelt hat. Das Teilnehmerverhältnis wird vielmehr durch einen von der DBP auf Antrag erlassenen → Verwaltungsakt begründet, dessen Inhalt sich aus den Vorschriften der Benutzungsverordnungen ergibt. Ebenso erfolgen auch die innerhalb eines bestehenden Teilnehmerverhältnisses notwendig werdenden Regelungen durch Verwaltungsakte. *Aubert*

Benutzungsverordnungen. Die B. regeln die Rechtsbeziehungen zwischen der DBP und den Benutzern ihrer Einrichtungen und bestimmen damit den Inhalt des einzelnen → Benutzungsverhältnisses. In ihrer Gesamtheit faßt man die B. unter dem Begriff → Benutzungsrecht zusammen. Zu ihm gehören auf dem Fernmeldesektor folgende B.:

1. Auf dem Gebiet des Fernsprechwesens: Die → Fernsprechordnung (FeO) vom 24. 11. 1939 nebst Ausführungsbestimmungen.

2. Auf dem Gebiet der Telegrafie: 2.1. Die → Telegrafenordnung (TO) vom 30. 6. 1926 in der Fassung vom 22. 12. 1938. 2.2. Die Verordnung über ortsfeste und bewegliche Bildtelegrafengeräte vom 24. 1. 1938 (Amtsbl. S. 45 = BGBl. III 9027-2). 2.3. Die Verordnung über Gebühren für Nebentelegrafen und für den Fernschreibdienst vom 12. 6. 1942 (→ TO).

3. Auf dem Gebiet des Funks: 3.1. Die → Verordnung über »Funknachrichten an mehrere Empfänger« vom 14. 1. 1936. 3.2. Die → Seefunkordnung vom 27. 7. 1964.

4. Auf dem Gebiet der privaten Fernmeldeanlagen: Die → Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV) vom 1. 12. 1942, §§ 15 ff.

Benzin ist kein chemisch einheitlicher Stoff, sondern ein Gemisch von gesättigten Paraffinkohlenwasserstoffen mit 5—12 Kohlenstoffatomen, das aber auch noch ungesättigte und aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten kann. Gewinnung: B. wird bei der Erdöldestillation, nach dem Crack-Verfahren, durch katalytische Hochdruckhydrierung und nach dem Syntheseverfahren von Fischer—Tropsch gewonnen. B. ist wasserhell, verdunstet leicht und ist sehr feuergefährlich. Man unterscheidet verschiedene Sorten, z. B. Test-B. nach den DIN 51632 mit Kp 130—220° C, Flammpunkt >21° C, oder Lack-B. mit Kp 140—200° C, Flammpunkt ebenfalls >21°C. B. dient als Lösungsmittel für → Fette, → Öle, → Harze, Gummi u. a. und als Motorentreibstoff.

Benzol, C_6H_6, Molekulargewicht 78,11, ϱ 0,8780, Fp 5,506° C, Kp 80,103° C. B. ist eine leicht bewegliche, wasserhelle und stark lichtbrechende Flüssigkeit, die eigenartig riecht und mit stark rußender Flamme verbrennt. Es wird technisch gewonnen aus dem Koksofengas, dem es durch die sogenannte B.-Wäsche entzogen wird. Es folgt das Abtreiben des B. und die Raffination. B. dient in der Elektrotechnik als Lösungsmittel für → Fette, → Öle, → Kautschuk u. a.

Literatur: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 4, Urban und Schwarzenberg Verlag, München und Berlin.

Beobachten der Gespräche im handvermittelten Ferndienst. Die → Vermittlungskraft ist verpflichtet, die von ihr hergestellten Verbindungen zu beobachten:

Bei Gesprächsbeginn, ob mit dem richtigen Teilnehmer (Teiln) verbunden worden ist. Das geschieht mit offener Einleitung, wobei die Vermittlungskraft den Teiln nach seiner Rufnummer fragt, oder mit stummer (stiller) Einleitung, wobei

sie aus dem Beginn der Unterhaltung darauf schließt, daß mit dem richtigen Teiln verbunden worden ist (im → Auslandsferndienst »Selbstidentifizierungsverfahren«); ob mit ausreichender Sprechverständigung gesprochen wird; während des Gesprächs in Abständen von 6 min, ob noch gesprochen wird und ob die Verständigung noch gut ist; darüber werden auf der Gesprächs-Blattrückseite die entsprechenden Vermerke gemacht; bei Gesprächsschluß, wenn das Schlußzeichen (→ Abrufen) leuchtet, das der Teiln durch Auflegen des Hörers am Fernplatz automatisch auslöst, durch Stellung der Schlußfrage »Sprechen Sie noch?«. Weitere Beobachtungen werden nicht durchgeführt; jedoch müssen Funkgespräche im → Seefunkdienst und im interkontinentalen Dienst über Kurzwelle ununterbrochen beobachtet werden, da die so hergestellten Gesprächsverbindungen Fadingerscheinungen unterworfen sind und dem Anmelder nur die min mit brauchbarer Verständigung angerechnet werden dürfen. *Trommer*

Beobachtungsfehler → Fehlerquellen a) 2.

Beobachtungsplatz TW 39. Vornehmlich im Telexnetz eingesetzt, um Aufschluß über Teilnehmerverhalten und Verkehrsgüte zu erhalten. B. ist fahrbar. Anschaltung an Gruppen-, Leitungswähler und Übertragungen (Leitungen) möglich. 10 Anschaltschnüre, aber nur Beobachtung einer Verbindung möglich. Optische Anzeige der Wahlinformation. Mitlesen der Nachricht für die ersten 10 s (Kurzzeitbeobachtung) oder der gesamten Nachricht bis zur Verbindungsauslösung durch einen beigeordneten → Streifenschreiber. Besondere Zähler für: Zahl aller Belegungen, der erfolgreichen Verbindungen und der Besetztfälle.

Beratungsdienst für das Fernmeldewesen. Die DBP stellt dem Kunden im Fernmeldewesen eine Vielzahl betrieblicher Möglichkeiten und zahlreiche unterschiedliche Teilnehmereinrichtungen zur Verfügung. Bedingt durch die schnelle technische Entwicklung im Fernmeldewesen muß der Rat von Fachleuten dem Kunden die Orientierung erleichtern. Ursprünglich berieten ausschließlich die Fachdienststellen. 1951 wurde ein besonderer B. geschaffen. Anfangs wurden Beratungsbeamte bei den OPDn eingesetzt, 1952 Beratungsstellen bei den Fernmeldeämtern eingerichtet. Über einfache Teilnehmereinrichtungen (einschließlich Kleinstnebenstellenanlagen) berieten die Beamten der Anmeldestellen (Am), über Fernmeldedienste und alle anderen Nebenstellenanlagen die Beratungsstellen. Zusätzlich wurden dem B. 1963 weitere Teilgebiete der → Öffentlichkeitsarbeit (d. h. Information als vorbeugende Beratung) übertragen. 1966 wurden die Aufgaben geändert: Am sind im Rahmen des → Kundendienstes für die Beratung über Teilnehmereinrichtungen zuständig; im Außendienst sind bei den Am Ingenieure als Außenbeamte eingesetzt, die zugleich → Fachbeamte für Nebenstellenanlagen sind. Zur Erleichterung der Beratung dienen → Musterschauen. Beratungsstellen führen den → Öffentlichkeitsdienst (einschließlich Beratung über Fernmeldedienste) bei den Fernmeldeämtern durch. *Breidt*

Berechnen der Gebühren im handvermittelten Ferndienst. Die G. werden berechnet nach:

Der gebührenpflichtigen → Gesprächsdauer vom Gesprächsbeginn bis zum Gesprächsende in vollen min; ab 10 s der neuen min gilt als volle min; Gespräche unter 3 min Dauer zählen als ein → Dreiminutengespräch (Mindestgebühr);

der → Dringlichkeitsstufe, → Gespräche, gewöhnliche, werden einfach, → Gespräche, dringende, doppelt, → Blitzgespräche zehnfach — im → Auslandsferndienst dreifach — berechnet. Die Gespräche aller Dringlichkeitsstufen werden im Inlandsdienst zur einfachen Gebühr berechnet, wenn sie im → Vorwärtsaufbau hergestellt werden; das gilt nicht im Auslandsferndienst;

der Entfernungszone, zwischen dem Ursprungsortsnetz (→ Ursprungsort) und dem verlangten Ortsnetz (→ Nahverkehrsbereich, → Weitverkehrsbereich, → Gebührenfeldzahl). Im Auslandsferndienst bildet das → Bestimmungsland für den Weitverkehr oft eine Gebührenzone. Näheres → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst;

der Ausführungszeit, nur bei Gesprächen zwischen Orten mit Selbstwählferndienst (SWFD), sofern diese Gespräche dann zugelassen sind. Im Inlandsdienst bei SWFD doppelte G., wobei das ganze Gespräch nach der verbilligten Zeit berechnet wird, wenn mindestens 1 min in die verbilligte Zeit fällt (vorgesehene Neuregelung). Im Auslandsferndienst werden die Gespräche nach Einführung des vollautomatischen Dienstes im handvermittelten Ferndienst jedoch nur einfach berechnet. Im Auslandsferndienst gibt es nur in wenigen Verkehrsbeziehungen verbilligte Tarifzeiten. Näheres im Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst. Es wird die G. der Anfangszeit für die gesamte Dauer der Verbindung zugrunde gelegt;

den Zusatzgebühren, z. B. der V-G. (→ V-Gespräche, → XP-Gespräche, → R-Gespräche) und nur im Inlandsdienst der N-G. (→ N-Gespräche).

Die Gesamtheit der G. ergibt die auf dem Gesprächsblatt (→ Einheitsgesprächsblätter) in einer Summe zu notierende → Gesprächsgebühr. *Trommer*

Bereich wird als Wortbezeichnung zur Abgrenzung oder Einteilung von Gegenständen oder abstrakten Begriffen nach sachlichen oder fachlichen Merkmalen verwendet. Beispiele: Geschäftsbereich, Aufgabenbereich, Sachbereich. Hingegen Verwendung der Wortbezeichnung → »Gebiet« bei Abgrenzung oder Einteilung von regionalen oder Flächengebilden, wie Staatsgebiet, Gebiet eines Fernmeldeamtes.

Bereitschaftsparallelbetrieb → Gleichstromversorgung.

Berendtsche Kompensationsschaltung → Erdungsmessungen.

Bergpech → Asphalt.

Bergwachs → Erdwachs.

Bergwerkskabel → Signal- und Fernsprechkabel für Bergwerke unter Tage.

Berichtigungen zu Telegrammen → Telegrammarten.

Bernoulliverteilung → Binomialverteilung.

Berührungsschutz → Stromübergang.

Berührungsspannung → Erder, → Stromübergang.

Beschädigung von Fernmeldeanlagen → Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen.

Beschaffung für die Fernmeldedienste der DBP, Aufgabe und Begriff. Aufgabe der B. ist rechtzeitige Disposition und wirtschaftliche Bereitstellung der für Betriebsführung und Errichtung sowie Unterhaltung der Fernmeldeanlagen notwendigen Güter und Dienstleistungen.

Begriff »B.« umfassender als Begriff »Einkauf«. Als Oberbegriff wird B. nicht nur für verschiedene Arten der Bedarfsdeckung verwendet, wie z. B. verwaltungsinterne Bearbeitung von Bestellungen, Einkauf von Gütern, Vergabe von Dienstleistungen und — als Sonderfall — Erteilung von Instandsetzungsaufträgen, die sowohl an Firmen der Fernmelde-Industrie als auch — in der Form der Werkstattaufträge — an Dienststellen der DBP vergeben werden. Zum B.-Vorgang gehören auch alle der eigentlichen Einkaufshandlung vorausgehenden, mit ihr verbundenen und noch folgenden verwaltungstechnischen Abschnitte und Maßnahmen, wie Bedarfsermittlung, Bedarfsplanung nach Menge und Zeit, Bestimmung der Vergabeart und der zu vereinbarenden Preistype, Güteprüfung, Abnahme und Überwachung der Gewährleistungsfrist. In diesem Sinne ist B. — über Abschluß der erforderlichen Verträge hinaus — als ein z.T. sehr langfristiger und vielschichtiger, verwaltungstechnischer Vorgang zu verstehen. *Wigand*

Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP. Organisation entspricht dem allgemeinen Verwaltungsaufbau. Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) übt als Verwaltungsspitze keine unmittelbaren Beschaffungs (B.)-Funktionen für Außenverwaltung aus. Es erläßt jedoch sämtliche grundsätzlichen Bestimmungen für das B.-Wesen, stellt Mittel für B. zur Verfügung und bestimmt Menge, Art und Ausführung einzelner, besonders bezeichneter oder von ihm von Fall zu Fall bekanntgegebener Gegenstände. Außerdem obliegt dem BPM auch in B.-Angelegenheiten Führen von Verhandlungen mit anderen Ministerien und den Spitzenverbänden der Wirtschaft sowie mit dem Bundeskartellamt und in Grundsatzfragen mit dem Bundesrechnungshof. Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ) übt unmittelbare und mittelbare B.-Funktionen aus. Als unmittelbare B.-Aufgabe des FTZ ist Erteilung von Aufträgen an Firmen zur Deckung des Bedarfs der Verbrauchs-Stellen (Stn) und zur Ergänzung der Bestände der Fernmeldezentralzeugämter (FZZÄ) und Fernmeldezeugämter (FZÄ) anzusehen. B.-Aufgaben sind aufgeteilt auf zentrale B.-Stn des FTZ, die ihre Entscheidungen unter Beteiligung der fachtechnischen und beschaffungstechnischen Dienststellen treffen. Die zentralen B.-Stn des FTZ sind zum Zwecke einer klaren gegenseitigen Abgrenzung nach technologischen Merkmalen in B.-Bereiche gegliedert. Jeweils mehrere B.-Bereiche sind in insgesamt 4 B.-Referaten zusammengefaßt, die zur B.-Abt. gehören.

Von B.-Abt. werden dem Grundsatz nach fast alle Aufträge auf Herstellung und Lieferung von Fernmeldezeug (FZ) und über fernmeldetechnische Bauvorhaben, soweit FTZ für Auftragsvergabe zuständig, bearbeitet. Begriff FZ umfaßt alle Gegenstände und Stoffe, die im Bereich der DBP zum Errichten, Betreiben und Unterhalten der Fernmelde-(F)Anlagen benötigt werden (→ Karteiliste). Als fernmeldetechnische Bauvorhaben werden solche B.-Projekte bezeichnet, bei denen Lieferungen in Verbindung mit Aufbau- und Montageleistungen zur Errichtung fernmeldetechnischer Anlagen vergeben werden. Unter mittelbare B.-Aufgaben des FTZ fallen neben Erarbeitung von Dispositionsmaterial Ausarbeitung von »Besonderen Vertragsbedingungen« der DBP, von technischen Vorschriften und bestimmten Anweisungen und Richtlinien sowie Beratung der OPDn. Zur zentralen B.-Abt. gehört deshalb noch Referat für Bearbeitung von grundlegenden Angelegenheiten auf dem Gebiet der Vergabe, Vertragsgestaltung und Vertragsabwicklung, der Verfahrenstechnik, Verwaltung und Verrechnung von FZ einschließlich der »Zentralen Auftragsbuchhaltung«. Als Besonderheit obliegt daneben noch einem Preisprüfreferat nicht nur Prüfung der Preise auf Ordnungsmäßigkeit und Angemessenheit, sondern auch gesetzliche Preisfeststellung (vertragliches und gesetzliches Preisprüf- und Preisfeststellungsrecht). Außerdem werden auf dem Gebiet der B. auch die einer anderen Abt. zugeordneten Referate für Güteprüfung im F-Wesen (einschließlich Zentraler Güteprüf-St), für Organisations- und Betriebsfragen im FZ- und Werkstättenwesen sowie für Normung tätig.

Von OPDn werden bezirkliche Angelegenheiten des B.-Wesens für FZ-Dienst federführend bearbeitet. Bestimmte B.-Aufgaben haben OPDn den Ämtern (Ä) übertragen. Insbesondere wurde die bei den FZÄ für den jeweiligen Versorgungsbezirk liegende Verantwortung für Lieferfähigkeit der bezirklichen Lager mit der Zuständigkeit für B. des dezentral zu deckenden Bedarfs an FZ verbunden. Als Bedarfs-Stn (z. B. bei den Fernmeldeämtern [FÄ], Fernmeldebauämtern [FBÄ], Funk-Ä, Telegrafen-Ä) werden alle Stn bezeichnet, die für Verkehr mit zuständigem FZA eine Bestell-Nr. führen. Bedarfs-Stn der Ä haben das von ihnen benötigte FZ überwiegend bei dem für sie zuständigen FZA zu bestellen. Wertmäßig wesentlichsten Teil der von Ä selbständig zu vergebenden Lieferungen und Leistungen machen die im Zusammenhang mit dem Ausbau und der Erweiterung des fernmeldetechnischen Linien- und Leitungsnetzes notwendigen Auftragnehmerleistungen im F-Bau und die Vergabe von Betonformstücken für Kabelkanalbau aufgrund von Rahmenverträgen (nach D 120 = Richtlinien für die Beschaffung von Betonzeug) aus. Daneben kommt bei Ä der Vergabe von Leistungen, die nach einheitlichen Leistungsverzeichnissen am Leitungsnetz und im Sprechstellenbau zu erbringen sind, besondere Bedeutung zu (in der Regel durch Abschluß von Zeitverträgen). Einzelheiten über Organisation sind

in »Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von Fernmeldeämtern und Fernmeldebauämtern sowie für die Bewertung der Amtsleitungen (OrgRichtl FÄ/FBÄ)« zusammengefaßt.

Wigand/Dewitz

Beschaffungszuständigkeit im Fernmeldewesen der DBP. Grundsätzliches Organisationsprinzip ist Dezentralisierung der Aufgaben. Danach liegt die B. zunächst bei den rd. 100 Fernmeldeämtern (FÄ) und Fernmeldebauämtern, soweit nicht aus verwaltungstechnischen, betriebswirtschaftlichen, fiskalischen oder technischen Gründen Zusammenfassung der B. auf Bezirksebene bei Fernmeldezeugämtern (FZÄ) oder zentrale Vergabe beim Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) bzw. den Fernmeldezentralzeugämtern (FZZÄ) zweckmäßig ist. Bei diesem Organisationsprinzip leitet sich B. aus der vorwiegend bei den OPDn und Ämtern (Ä) liegenden Verantwortung und Verfügungsgewalt über zugewiesene Haushaltsmittel ab. Das gilt auch für die in einem erheblichen Umfang beim FTZ zusammengefaßten Vergabefunktionen. Auftragserteilung durch FTZ erfolgt grundsätzlich im Auftrag und für Rechnung der die Haushaltsmittel verwaltenden Dienststellen. »Zuständigkeitsübersicht der Deutschen Bundespost für Beschaffungen im Fernmeldewesen (ZÜB/F)« regelt die B. der verschiedenen zentralen und dezentralen Beschaffungs-Dienststellen. ZÜB/F umreißt in Vorbemerkungen u. a. Aufgaben des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen, des FTZ und der OPDn. Sie enthält Aufstellung der Dienststellen für zentrale Beschaffungen und folgende Übersichten: Zentraler Einkauf und Bestellung von Fernmeldezeug bei Zentrallägern sowie Bestellung von Fernmeldezeug beim FTZ oder Posttechnischen Zentralamt (PTZ) durch die FÄ mit der Aufgliederung in Gegenstände des Arbeits- und Baubedarfs sowie für Leistungen (Lieferung und Aufbau) bei Bauvorhaben.

Zur Bestimmung der zentralen oder dezentralen Einkaufszuständigkeit sind vornehmlich technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte entscheidend. Sofern mehrere OPDn als Bedarfsträger für einen Gegenstand auftreten, können sich durch zentralen Einkauf wesentliche Vorteile ergeben. Mit Vergabe größerer Stückzahlen werden geringere Einzelpreise (Staffelpreise) erzielt, und Wettbewerb wird gefördert (steigendes Interesse am Auftrag — Bewerberkreis vergrößert sich). Gleichzeitig sind einheitliche Preise und eine einheitliche Ausführung (z. B. gleiches Material) der Gegenstände gewährleistet und Typenbeschränkung, Normung und Standardisierung leichter durchführbar. Außerdem hat zentrale Beschaffungsstelle die Möglichkeit, Zuteilung an Besteller unter Berücksichtigung der Dringlichkeit zu steuern. Ohne Rücksicht auf einzukaufende Menge und Bestellerzahl kann auch aus Gründen der einheitlichen Verfahrensweise (z. B. Einkauf im Ausland — Zoll, besondere Lieferbedingungen) zentraler Einkauf wirtschaftlich sein.

Dezentraler Einkauf ist sinnvoll bei geringem Bedarf an handelsüblichen Gegenständen und bei postüblichem Bedarf, sofern nur eine OPD als Bedarfsträger auftritt. Über vom FTZ abgeschlossene Rahmenverträge (→ Vertragsbedingungen usw.) befinden sich im Einkaufsverzeichnis eine nach Vertrags-Nrn. und eine nach Gegenständen alphabetisch geordnete Aufstellung. Gegenstände, die in solchem Rahmenvertrag enthalten sind, werden dezentral eingekauft. Weiterhin sind im Einkaufsverzeichnis Gegenstände des Fernmeldewesens vermerkt, die überwiegend als Postbedarf gelten und deshalb vom PTZ eingekauft werden (z. B. Ledertaschen). Für die Beschaffung postalischer Gegenstände gilt »Zuständigkeitsübersicht der Deutschen Bundespost für das Beschaffen von Gegenständen des Postbedarfs (ZÜB/P)«. Sofern in ZÜB/F zentrale B. nicht festgelegt ist, sind für Beschaffungen die OPDn bzw. ihre nachgeordneten Ä zuständig. ZÜB/F ist zur leichteren Ergänzung und Änderung in Form eines Lose-Blatt-Buches herausgegeben.

Wigand/Dewitz

Beschallung von Bahnhöfen. Zur Benachrichtigung der Reisenden auf Bahnsteigen und in Bahnhofshallen dienen Lautsprecheranlagen, die von Befehlsstellen aus besprochen werden. Verwendet werden Druckkammerlautsprecher, oft mehrere übereinander oder nebeneinander zu Schaltzeilen vereinigt. Zur Besprechung dienen geräuschkompensierte Mikrofone, die die Umweltgeräusche nicht mit aufnehmen, weil die besprechende Person nur selten von einer Kabine aus spricht. Eine Beschallung großer Bahnsteighallen oder sehr langer Bahnsteige ist schwierig. Die Anordnung von vielen kleinen Lautsprechern mit etwa 5 W-Leistung in geringen Abständen ist für eine gute Verständigung nötig. Auf langen Bahnsteigen werden für die bessere Verständigung Laufzeitverzögerungsglieder eingebaut. Auf Rangierbahnhöfen muß das Rangierpersonal vom Stellwerk aus über Lautsprecher angesprochen werden können. Hierfür wird dieselbe Technik wie für die Bahnsteigbeschallung verwendet. Oft wird auch eine Sprechverbindung von Außenstellen nach dem Stellwerk benötigt. Hierzu dienen Wechselsprechlautsprecheranlagen.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1958.

Leitenberger

Beschallung von Reisezugwagen. In Zügen mit besonderem Komfort und in den Zügen der Reisegesellschaften sind in jedem Abteil Lautsprecher eingebaut, die von der Zugsekretärin, dem Zugführer, dem Reiseleiter oder dem Speisewagenkellner besprochen werden können. Die Übertragungsqualität gestattet eine Musikwiedergabe von Platten oder Tonbändern. Durch eine Vereinbarung der → UIC sind die elektrischen Werte der Übertragungsanlagen und die Kupplungen zwischen den Wagen international festgelegt. Jeder Wagen hat einen volltransistorisierten Verstärker und in einem Kästchen eine Anschlußmöglichkeit für ein Mikrofon zur Besprechung des ganzen Zuges. Künftig ist diese Ausrüstung mit Beschallungsanlagen für jeden Reisezugwagen des internationalen Verkehrs geplant.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1962.

Beschaltungsplan bzw. -karte → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze sind für die Bereitstellung von Stromwegen, die Störungsbeseitigung und für statistische Zwecke ebenso erforderlich wie für die Planung von Erweiterungen des Netzes. Jede Leitungsschaltung oder -umschaltung muß in ihnen vermerkt sein. Bei den Schaltplätzen sind zu führen:

a) für Ortsverbindungskabel.

1. Beschaltungskarte (siehe auch b) 2; Formblatt mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 29 Anl. 1); dient als Nachweis der Beschaltung der OVk-Kabelabschlüsse in den OVk-Schaltpunkten; in ihr sind Leitungsnummer sowie Nummer und Standort des Kabelabschlusses am anderen Ende der Leitung zu ersehen.

2. Belegungskarte (siehe auch unter b) 4; Abbildung der Karte mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 30 Anl. 1); dient zum Nachweis der Zahl beschalteter Stifte an Kabelabschlüssen der OVk (für Planung und Erweiterung).

3. OVk-Einzel- bzw. -Sammelschaltauftrag (Formblatt mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 27 Anlagen 1 bis 4); für jede Änderung in der Beschaltung von Ortsverbindungskabeln sind Leitungsnummer, Leitungsart, Leitungsführung usw. angegeben (FBO 19 § 27).

4. Nummernkarte bzw. Sammelnummernkarte für OVk-Schaltauftrag (Karten mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 20 Anl. 2 und § 28 Anl. 1); für jede im OVk beschaltete Leitung bzw. für jedes Leitungsbündel enthält sie alle notwendigen Angaben über Führung und Leitungsinhaber oder -zweck. Sie wird als Blockkartei in Nummernkarteien ortsnetzbereichsweise zusammengefaßt.

b) für die Anschlußkabel.

1. Straßenkarte (siehe FBO 19 § 16 Anl. 1); für jedes Haus in einer bestimmten Straße ist ersichtlich, von welcher Endeinrichtung es versorgt wird und auf welchem Lageplan es zu finden ist. Str. sind anschlußbereichsweise zu Straßenkarteien zusammengefaßt. Am oberen Rand ist die Karte mit einem Kartothekregister versehen, auf dem der Anfangsbuchstabe des Straßennamens durch Kerben gekennzeichnet werden kann.

2. Beschaltungskarte (Karten mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 21 Anl. 1 und 2); dient als Nachweis der Beschaltung der Anschlußkabelabschlüsse in den Schaltpunkten. Aus ihr sind die Leitungsnummer sowie Nummer und Standort des Kabelabschlusses am anderen Ende der betreffenden Leitung zu ersehen (»zweiter Kabelabschluß«). Die Angaben werden möglichst der Endverschlußanordnung in den Schaltpunktgehäusen entsprechend eingetragen. Beschaltungskarten werden ortsnetz- oder anschlußbereichsweise nach der Schaltpunktnummer zur Beschaltungskartei zusammengestellt.

3. Bestückungskarte (B. mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 22 Anl. 1); macht Bestückung (Aderanordnung der Endverschlüsse) der Schaltpunkte und den Übergang von Kabel und Ader auf Endverschlüsse und Stifte ersichtlich und erleichtert die Auswahl der günstigsten Schaltdrahtführung. Die Vorderseite enthält vorgedruckte Kästchen für die Endverschlußplätze im Linienverzweiger. Die Rückseite ist mit einem Hilfsgitternetz zum Einzeichnen der Endverschlüsse eines Kabelverzweigers oder Wählsternschalters versehen.

4. Belegungskarte (Abb. mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 23 Anl. 1); weist die Zahl der beschalteten Stifte der Anschlußkabelabschlüsse in den LVz, KVz usw. und die Belegung mit den Hauptanschluß-, Gemeinschafts- und Wählstern-Hauptleitungen sowie mit sonstigen Leitungen (z. B. Nebenanschlußleitungen) nach. Sie wird auch zum Nachweis der Zahl der mit Ortsverbindungsleitungen und sonstigen Leitungen beschalteten Stamm- und Viererstromkreise von Ortsverbindungskabeln und -aderbündeln verwendet. Belegungskarten sind am rechten oberen Rand mit einem Signalregister versehen, durch das die Belegung des betreffenden Schaltpunktes für verschiedene v.H.-Sätze kenntlich gemacht werden kann. Die Belegungskarte bildet die Möglichkeit zur Angabe von 10 Belegungen, die jährlich zum Schluß des Rj. und ggf. zu besonders angeordneten Zwischenerhebungen ermittelt werden. Die Belegungskarte macht die Entwicklung des Belegungszustandes im Laufe der Jahre ersichtlich und läßt den Zeitpunkt für eine Kabelerweiterung rechtzeitig erkennen.

5. Ask-Einzelschaltauftrag (Abb. mit Mustereintragung siehe FBO 19 § 18 Anl. 1); bei allen Änderungen in der Beschaltung von Ortskabeln sind Leitungsnummer, -inhaber und -führung mit allen berührten Schaltpunkten aus dem Ask-Schaltauftrag ersichtlich. Wenn eine größere Anzahl von Leitungen zu schalten ist (z. B. Erweiterung des Kabelnetzes, bei Inbetriebnahme neuer Vermittlungsstellen oder bei Massenstörungen), wird anstelle der Einzelschaltaufträge ein Sammelschaltauftrag verwendet.

6. Nummernkarte für Ask-Schaltauftrag (siehe FBO 19 § 20 Anl. 1); für jede geschaltete Leitung oder Leitungsstrecke im Schaltbereich wird sie angelegt und enthält Angaben über den Leitungsinhaber sowie über die zusammenhängende Leitungsführung. Auf der Rückseite befinden sich besondere Vermerke: z. B. Luftlinienentfernung, verwendete Sprech- und Hörkapselgruppe usw. Nummernkarten sind orts- bzw. anschlußbereichsweise als Blockkartei zusammengefaßt. Am oberen Rand ist ein Kartothekregister, mit dem bis zu drei Ziffern der Leitungsnummer durch Kerben gekennzeichnet werden können.

c) Bei der Vermittlungsstelle werden geführt: Beschaltungskarte für die Trenn- bzw. Sicherungsleisten am Hauptverteiler. Die Bezeichnungsschilder an diesen Leisten weisen auf die Nummer des Schaltpunktes am anderen Kabelende sowie Kabel- und Adernummern hin.

d) In den Schaltpunkten sind vorhanden: Für die Endverschlüsse in den LVz und KVz usw. sind Bezeichnungsschilder vorgesehen, die die Num-

mern der Endverschlüsse, die Zählweise der Stifte sowie die Kabel- und Adernummer ausweisen. Wenn es für notwendig gehalten wird und eine rechtzeitige Berichtigung sichergestellt ist, können Doppel der Bestückungskarte in den Gehäusen aufgehängt oder eingelegt werden (→ Planunterlagen für Fernmeldenetze, → Bestandsnachweise der Fernmeldelinien).

Literatur: Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost, Teil 19, Ortsnetzpläne und -karteien — Teil 20, Fernnetzpläne und -karteien — Unterrichtsblätter (B) Jahrgang 19/1966, Heft 11.

Stegmann

Bescheidgeber TW 39 → Hinweisgeber TW 39.

Beschichten. Beschichtung des Trägermaterials für gedruckte Schaltungen nach den Galvano-, Pulverpreß-, Metallspritz-, Elektrostatischen-, Transfer-, Ätz-, Stanz-, Präge-, Schnittprägeverfahren.. → gedruckte Schaltung.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, VI. Band, 1960.

Beschlagnahme von Telegrammen → Fernmeldegeheimnis 4.1.3.

Beschleunigung → Dynamik.

Beschleunigungslinse → Linsenantennen.

Beschleunigungsmesser → Trägheitsortung.

beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst (BZF) → Flugfunkzeugnis.

Beschränkung der Gesprächsdauer im handvermittelten Ferndienst. Die Dauer der → Ferngespräche wird allgemein nicht beschränkt. Sie kann auf 15 min beschränkt werden, wenn sich sonst die Ausführung anderer Gesprächsanmeldungen (→ Anmelden der Gespräche) wesentlich verzögern würde. Ausnahmsweise kann eine Beschränkung auf 6 oder sogar 3 min durchgeführt werden, wenn infolge von Störungen eine Stockung in der Abwicklung eintritt, ferner, wenn die Gesprächsanmeldungen am 24. 12. und in der Nacht vom 31. 12. zum 1. 1., bei großen Veranstaltungen oder unvorhergesehenen Ereignissen (schwerem Unwetter, Massenunglück usw.) trotz Heranziehung von Hilfskräften und Bereitstellung weiterer Leitungen nicht ordnungsgemäß erledigt werden können. → Staats- und → Militärgespräche dürfen jedoch nur auf 15 min beschränkt werden. Die Beschränkung wird bei der Einleitung der Gespräche angekündigt. → Notgespräche dürfen nicht beschränkt werden. Im → Auslandsferndienst können → Staats- und → Dienstgespräche auf 12 min, → Privatgespräche auf 12 bzw. 6 min beschränkt werden.

Beschriften von technischen Einrichtungen ist vorgesehen, damit auswechselbare Teile nicht vertauscht und die Beschaltung beim Prüfen und Entstören leicht verfolgt werden kann. Das B. wird auf den Gestellreihen (GRh), Gestellrahmen (GR), Schaltgliedern, Einzelrahmen (ER) und Relaissätzen unmittelbar oder auf Schildern, Gestellkarten und Beschriftungsstreifen angebracht. Die an den GR und ER anzubringenden Gestellkarten dienen der Bezeichnung von Beschaltung, Abnehmergruppen, Leitungen, Ausgängen (Vorwärtsverbindung) und Zubringergruppen/Leitungen (Rückwärtsverbindung) und ermöglichen das → Verfolgen von Verbindungen. System des B. 1. Bisherige Verfahren: Einrichtungen gleicher Art werden mit lfd. Nr. versehen. Es ist mit 1 zu beginnen, von links nach rechts und von oben nach unten zu zählen. GRh werden von der Vorderseite her betrachtet aufeinanderfolgend gezählt. 2. B. bei Auswertung durch elektronische Datenverarbeitung: Für das Erfassen der Bestände und das Auswerten von Fehlern über Datenverarbeitung wird die Numerierung vom Platz in der GRh und im GR abhängig gemacht. Jeder technische Betriebsraum, die GRh und GR erhalten eine 2-stellige Nr., ER und Schaltglieder erhalten eine Feld-Nr. (3-stellig). Beispiel der Numerierung für ein Schaltglied: 02 17 05 021 (Raum 02, GRh 17, GR 05, Wähler 21). Aus der Raum- + GRh- + GR-Nr. ergibt sich für einen GR die bestimmte Gestellrahmenplatznummer.

Literatur: Richtlinien Vermittlungsstelle (VSt), Abschnitt 13 (Beschriftungsanweisung), RichtlinieVSt, Teil K (Numerierungssystem), Fernmeldetechnische Zentralamts(FTZ)-Richtlinie, 152 R 100/2/67.

Steinhoff

Beschwerdestelle im handvermittelten Ferndienst. Beschwerden von Teilnehmern über die Betriebsabwicklung werden meistens sofort von der Aufsicht oder Oberaufsicht (→ Aufsichtsdienst im handvermittelten Ferndienst) erledigt. Schriftliche Beschwerden werden von der Beschwerdestelle eingehend untersucht und dann erledigt.

Besetztauslösung. Die B. ist der Begriff für das automatische, sofortige Auslösen von Selbstwählverbindungen im Fernwahlnetz. Der Zählimpulsgeber (ZIG) in der Knotenvermittlungsstelle löst bei »Besetzt« alle folgenden Schaltglieder und Verbindungswege aus, wenn

a) während des Verbindungsaufbaus mangels freier Schaltglieder »gassenbesetzt« festgestellt wird,

b) der gerufene Teilnehmer wegen »teilnehmerbesetzt« nicht erreichbar ist und

c) ein Verbindungsaufbau in unzulässige Verkehrsrichtungen (z. B. zu bestimmten Fernplätzen) versucht wird.

In allen Fällen wird ein langes Rückwärtszeichen, nämlich das Besetztzeichen, im ZIG ausgewertet.

Besetzteinfluß. Auswirkung einer vorübergehenden Blockierung in einer Zubringerteilgruppe auf die anderen Zubringerteilgruppen in der betrachteten Mischung einer Koppelstufe. Durch das Mischen (Zusammenschalten) der Ausgänge verschiedener Zubringerteilgruppen werden beim Belegen gemeinsamer Abnehmerleitungen freie Ausgänge auch anderer Zubringerteilgruppen belegt. Das nennt man B. Er soll sich nicht nur auf eine oder zwei benachbarte Zubringerteilgruppen erstrecken, sondern soll möglichst gleichmäßig auf alle anderen Zubringerteilgruppen verteilt sein. Das wird dadurch erreicht, daß die Ausgänge einer Zubringerteilgruppe nicht nur mit benachbarten Zubringerteilgruppen vielfach-

geschaltet sind, sondern daß die Vielfachschaltung einzelner Ausgänge auch auf weiter entfernte Zubringerteilgruppen übergreift (→ Übergreifen).

besetzte Station, auch bemannte Station, eine Funksendestelle, die während des Betriebes ständig mit Personal besetzt ist, das auf der Station den technischen Betrieb, die Bedienung, Wartung und Überwachung wahrnimmt. Stationen können nur zeitweise besetzt oder auch unbesetzt sein, ohne daß der Betrieb beeinträchtigt wird. Unbesetzte oder zeitweise besetzte Stationen müssen mit automatischer Störungsmeldung und e. F. Ersatzschaltungsmitteln versehen sein, um akute Störungen sofort beseitigen zu können. Unbesetzte Stationen müssen in ausreichendem Maße gewartet werden, um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten.

Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung im handvermittelten Ferndienst. Es können im handvermittelten → Ferndienst folgende B. auftreten: 1. Verlangter Teilnehmer (Teiln) besetzt; 2. abgehende Leitung (Ltg) besetzt bzw. Wähler besetzt. In beiden Fällen werden vom A-Platz (→ Fernplatzarten) innerhalb von etwa 5 min 3 Herstellungsversuche unternommen. Der 4. Herstellungsversuch wird nach weiteren 10 min vom D-Platz (→ Fernplatzarten) unternommen; ebenso der 5. Herstellungsversuch nach weiteren 10 min. Sofern der verlangte Teiln besetzt war, wird der Anmelder verständigt und um Befristungsangabe (→ Befristung) gebeten. Spätestens mit Ablauf der → Gültigkeitsdauer wird die Anmeldung gestrichen (→ Streichung). War die abgehende Ltg besetzt, wird nach dem 5. vergeblichen Herstellungsversuch das Abgabeverfahren an die zuständige → Ankunftsvermittlungsstelle bzw. an die Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung durchgeführt, die wegen Besetztseins der Ltgn nicht weiterverbinden konnte.

Besetztschauzeichen → Schauzeichen.

Besetztton → Hörtöne.

Besetztzeichen → Leitungszeichen.

Besetztzeicheneinrichtung (Telex). In Telegrafenvermittlungsstellen ist B. den Wähler- und Übertragungsgestellen zentral zugeordnet. B. erzeugt Besetztzeichen zum Auslösen der Belegung bei »gassen-« oder »teilnehmer-besetzt«. → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Besetzungswahrscheinlichkeit → Ladungsträgerstatistik.

Besoldung → Bundesbesoldungsgesetz.

besondere Anlagen i. S. des Telegrafenwegegesetzes sind die der Wegeunterhaltung dienenden Einrichtungen, Kanalisations-, Wasser- und Gasleitungen, Schienenbahnen, elektrische Anlagen u. dgl. (§ 5 Abs. 1 → Kollisionsrecht).

besondere Dienstordnungen der Deutschen Reichspost (SDO) → Tarifrecht.

besondere Leistungen der DBP für Privatfernmeldeanlagen. Ganz allgemein ist es Sache des Inhabers einer Privatfernmeldeanlage (PrFAnl), diese in all ihren Teilen selbst zu erstellen und zu unterhalten, wobei etwa benötigte Übertragungswege (→ Stromwege) von der DBP überlassen werden können.

Lediglich für solche PrFAnl, die staatlichen oder gemeinnützigen Zwecken dienen, kann die DBP nach eigenem Ermessen auf Antrag auch die Herstellung und Änderung sowie die Unterhaltung des Leitungsnetzes (Freileitungen, Kabel) übernehmen; ein Rechtsanspruch hierauf besteht allerdings nicht.

Für die genannten PrFAnl übernimmt es die DBP in Ausnahmefällen und soweit es für sie technisch keine Nachteile bringt, private Leitungen, worunter auch Kabel zu verstehen sind, in ihren Linien unterzubringen; die Leitungen (Kabel) müssen den technischen Vorschriften der DBP entsprechen; sie bleiben Eigentum des Inhabers der PrFAnl. Arbeiten an den Leitungen dürfen ausschließlich durch das Personal der DBP ausgeführt werden. Da nach § 1 TelegrafenwegeG (TWG) die DBP öffentliche Wege nur für ihre »öffentlichen Zwecken dienenden Telegrafenlinien« benutzen darf, muß der Inhaber der PrFAnl die Zustimmung des Wegeunterhaltungspflichtigen beibringen.

besonders kostspielige Leitung. Begriff des Fernsprechbenutzungsrechts (s. § 9 der Fernsprechordnung [FeO]). Unter dem Begriff »Leitung« ist die einzelne zur → Teilnehmereinrichtung gehörende Anschluß- oder Verbindungsleitung zu verstehen (z.B. Hauptanschlußleitung, Nebenanschlußleitung, Querverbindung, Abzweigleitung usw.). Die Herstellung und Unterhaltung dieser Leitungen gelten gegenüber Regelverhältnissen als besonders kostspielig,

1. wenn außerhalb des Grundstücks, auf dem sich die Fernsprecheinrichtung (Sprechapparat, Vermittlungseinrichtung usw.) befindet, außergewöhnliche Geländeschwierigkeiten (z.B. hohe Berge, Seen, breite Flüsse, Sümpfe usw.) überwunden oder umgangen werden müssen, vorausgesetzt, die Geländeschwierigkeiten bestehen nur für einzelne Leitungen und sind nicht charakteristisch für größere Teile des → Ortsnetzbereichs;

2. wenn sich innerhalb des Grundstücks nach 1. besondere Wünsche des Teilnehmers (z. B. unterirdische statt oberirdischer Leitungsführung) oder besondere örtliche Verhältnisse (z. B. Führung der Leitung auf verhältnismäßig weiten Umwegen, Überwindung außergewöhnlich dicker Mauern, unvermeidbare unterirdische Leitungsführung durch Höfe mit schwer zu öffnendem Pflaster usw.) erschwerend auswirken;

3. wenn zur Gewährleistung der höchstzulässigen Dämpfung und der sicheren Steuerung der technischen Einrichtungen eine Leitung bereitzustellen ist, die gegenüber einer normalen Leitung höherwertige Übertragungseigenschaften hat oder durch Einschaltung eines Negative-Leitung-mit-Transistoren-(NLT-)Verstärkers höherwertige Übertragungseigenschaften erhält (höherwertige Leitung).

Für die Herstellung und Unterhaltung besonders kostspieliger Leitungen werden die in Abschnitt VI

der Fernsprechgebührenvorschriften (Anlage 3 zur FeO) aufgeführten Kostenzuschüsse und Gebührenzuschläge erhoben. *Battermann*

Bespinnen mit Kunststoff- und Papierbändern → Isolierung von Kupferleitern.

Besprechungsfunkanlagen → Durchsagefunkanlage, → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Bespulung von Rundfunkleitungen → Bespulungssysteme.

Bespulung von Seekabeln → Bespulungssysteme.

Bespulung von Trägerfrequenzleitungen → Bespulungssysteme.

Bespulungsarten für Bezirkskabel. Anstatt der veralteten schweren Bespulung mit 200 mH für 0,9-mm-Leiter, 190 mH für 1,4-mm-Leiter und 70 mH für Vierer (Phantome) von Dieselhorst-Martin-(DM-) verseilten Doppeladern (DA), die in Kasten eingebaut im Abstand von 2000 m in die Kabelanlage eingebaut wurden (a-Bespulung mit Drahtkernspulen, b-Bespulung mit Massekernspulen), wird heute die mittelschwere Bespulung angewendet. Unter mittelschwerer Bespulung wird die Bespulung der Bezirkskabel mit dem Spulenabstand von 1700 m und mit Induktivitäten von 140/56 mH bzw. 80/40 mH im Stamm und Vierer (St/V) von DM-verseilten DA verstanden. Sternverseilte DA mit einer Betriebskapazität von rd. 35 nF/km werden im allgemeinen nur in den Stämmen bespult. Die Bespulung mit 140/56-mH-Pupinspulen wird d-Bespulung, die mit 80/40 mH dagegen g-Bespulung genannt. Die c-, e- und f-Bespulungsarten sind Sonderbespulungen, die nur für besondere Kabelanlagen (z. B. Wattkabel) angewendet wurden. Seit 1953 werden neue Bezirkskabelanlagen nur g-bespult. Die geschirmten Rundfunkpaare werden heute mit 3,2 mH bespult.

Bespulungssysteme. 1. Historische Bemerkungen. Die praktische Anwendung der Möglichkeit, die Dämpfung von Fernsprechleitungen dadurch zu verringern, daß deren Induktivität künstlich erhöht wird, hat M. Pupin im Jahre 1900 eingeleitet. In Deutschland wurde als erste Verbindung das Kabel Berlin – Potsdam (32,5 km) gegen Ende 1901 mit Zusatzinduktivitäten ausgerüstet (Induktivität etwa 124 mH, Spulenabstand etwa 1300 m). Die Bespulung, früher auch Pupinisierung genannt, der ersten Freileitung wurde im Jahre 1902 zwischen Berlin und Magdeburg (150 km) durchgeführt (Induktivität etwa 80 mH, Spulenabstand etwa 4 km). Während anfangs nur eine Bespulung der Stammkreise ausgeführt wurde, begann die zusätzliche Bespulung der Vierer-(Phantom)-Kreise nach dem Vorschlag von Ebeling im Jahre 1908, anfangs mit 4 Spulen in jedem Bespulungspunkt, später, etwa ab 1919, mit dem Dreispulensatz. Das erste mit Stamm- und Viererspulen ausgerüstete Fernsprechkabel wurde im Jahre 1911 für die Strecke Frankfurt (Main) – Höchst (13,2 km) genehmigt und Ende 1912 in Betrieb genommen. Das erste bespulte Seekabel wurde im Jahre 1906 im Bodensee zwischen Friedrichshafen und Romanshorn verlegt (Entfernung etwa 12 km, Wassertiefe bis 250 m).

2. Allgemeine Bemerkungen.
Bei dem Ausrüsten von Fernsprechverbindungen mit Pupinspulen — dem »Bespulen« (früher auch mit Pupinisierung oder Belastung bezeichnet) — wird je nach der Grenzfrequenz der Fernmeldeleitung unterschieden zwischen den Bespulungssystemen

schwer	Grenzfrequenz bis	3 kHz,
mittelschwer	»	über 3 bis 4,5 kHz,
leicht	»	über 4,5 bis 9 kHz,
sehr leicht	»	über 9 kHz.

Wie aus der Theorie der Pupinleitungen zu ersehen ist, sind für die Übertragungsgüte solcher Leitungen Dämpfung, Grenzfrequenz und Fortpflanzungsgeschwindigkeit ausschlaggebend. Wenn die zulässigen Werte dieser Größen gegeben sind, können daraus Spuleninduktivität, Spulenfeldlänge sowie Kapazität und Drahtdurchmesser der Leitungen errechnet werden.

Jedes B. stellt einen Kompromiß zwischen den verschiedenen, sich zum Teil widersprechenden übertragungstechnischen Forderungen dar. Es sollen einmal die Dämpfung und die Dämpfungsverzerrung möglichst klein sein, andererseits soll die Grenzfrequenz, die umgekehrt proportional der Spulenfeldlänge ist, aber möglichst hoch sein. Da das Verhältnis der Betriebskapazität des Viererkreises von Dieselhorst-Martin-(DM)-Vierern zur Betriebskapazität der Stammkreise rund 1,6 beträgt — im Gegensatz zu der Verhältniszahl von rund 2,7 bei Sternvierern — und da möglichst gleiche Leitungsdämpfung bei Stamm- und Viererkreisen angestrebt wird, bespult man auch die Viererkreise der DM-Vierer und erreicht bei gleicher Leitungsdämpfung sogar eine um rund 30% höhere Grenzfrequenz. Die Viererkreise der Sternvierer werden normalerweise im Netz der Bundespost nicht bespult, da sie bei gleicher Dämpfung wie in den Stammkreisen eine zu niedrige Grenzfrequenz und damit ein zu schmales übertragenes Frequenzband ergeben. Die Bundesbahn bespult in ihrem Kabelnetz die Viererkreise der Sternvierer und nimmt die niedrigere Grenzfrequenz und das schmalere übertragene Frequenzband in Kauf. Dazu kommt dann aus wirtschaftlichen Erwägungen die Forderung, daß die Spulenzahl nicht zu groß sein soll. Mit der Frage der Wirtschaftlichkeit der Systeme sind auch die Anforderungen verbunden, die an die Eigenschaften der Pupinspulen gestellt werden. Hier sind zu nennen: Wirkwiderstand, Hysterese, magnetische Stabilität usw.

3. In die Praxis eingeführte Bespulung.

3.1. Schwere Bespulung.
Ein als schwere Bespulung bezeichnetes System der früheren Deutschen Reichspost verwendet z. B. in Stammkreisen eine Induktivität von 200 oder 190 mH je nach Leiterdurchmesser und im Viererkreis von 70 mH bei einem Spulenabstand von 2,0 km. Es ist

üblich, die Stamm-Viererbespulung in der Form 200/70 mH oder 190/70 mH anzugeben. Die Grenzfrequenz liegt hierbei bei 2700 Hz im Stammkreis und bei 3500 Hz im Viererkreis, also für heutige Begriffe sehr niedrig. Man legte damals vor allem Wert auf geringe Leitungsdämpfung und damit große Lautstärke und weniger auf Übertragung der höheren Frequenzen. Die Übertragungseigenschaften dieses Systems sind im einzelnen in der Tafel 1 zusammengestellt.

3.2. Mittelschwere Bespulung.

Da die Anforderungen an die Breite des zu übertragenden Frequenzbandes aber stiegen, um die Verständlichkeit der Sprache zu verbessern, mußte die Grenzfrequenz bald höher gelegt werden. Dies führte 1928 zur sogenannten mittelschweren Bespulung, entsprechend den Empfehlungen der Methode II des Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance (CCI). Der Stammkreis wurde dabei mit 140 mH, der Viererkreis mit 56 mH im Abstand von 1,7 km bespult. Die Dämpfung wird hierbei im Stamm- und Viererkreis gleich, und zwar so groß wie bei der schweren Bespulung. Die Grenzfrequenz liegt im Stamm- wie Viererkreis um etwa 800 Hz höher. Tafel 2 gibt die Daten für die wichtigsten Leiterdurchmesser an.

3.3. Leichte und sehr leichte Bespulung.

In dem Bestreben, sich den verschiedenartigsten Verkehrsbeziehungen auf eine möglichst wirtschaftliche Weise anzupassen, wurde damals auch noch die leichte und sehr leichte Bespulung von Vierdrahtleitungen vorzugsweise für die Verkehrswege des zwischenstaatlichen Fernsprechnetzes eingeführt. Man kann mit diesen Leitungen alle Verkehrsbeziehungen, die in einem Gebiet von der Ausdehnung Europas auftreten können, übertragungstechnisch einwandfrei herstellen. Die Begrenzung für die Reichweite ist nämlich durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sprechströme gegeben, die bei der mittelschweren Bespulung 14 000 km/s und bei der leichten Bespulung 35 000 km/s beträgt. Bei diesem mit 30 mH im Stammkreis und 12 mH im Viererkreis leicht bespulten sogenannten »L«-System liegt die Grenzfrequenz so hoch, daß in seinem Durchlaßbereich ein zweites Frequenzband untergebracht werden kann, also eine trägerfrequente Ausnutzung möglich ist. Die wichtigsten Eigenschaften dieses leicht bespulten Systems sind in der Tafel 3 zusammengestellt. Es sind außer-

Tafel 1. Schwere Bespulung.

Leiterdurchmesser mm	Stammkreis (St) oder Viererkreis (V)	Spuleninduktivität mH	Spulenabstand km	Grenzfrequenz Hz	Wellenwiderstand Ω	Dämpfung für 800 Hz mN/km
0,8	St	200	2,0	2 760	1 830	25
0,9	St	200	2,0	2 720	1 800	20
	V	70	2,0	3 640	840	20
1,2	St	200	2,0	2 680	1 780	13
	V	70	2,0	3 570	820	13
1,4	St	190	2,0	2 710	1 710	10
	V	70	2,0	3 510	800	10
1,5	St	190	2,0	2 710	1 710	9,2
	V	70	2,0	3 510	800	9,2
2,0	St	190	2,0	2 540	1 610	6,7
	V	70	2,0	3 350	760	6,7

Tafel 2. Mittelschwere Bespulung.

Leiterdurchmesser mm	Stammkreis (St) oder Viererkreis (V)	Spuleninduktivität mH	Spulenabstand km	Grenzfrequenz Hz	Wellenwiderstand Ω	Dämpfung für 800 Hz mN/km
0,8	St	140	1,7	3 580	1 640	25
0,9	St	140	1,7	3 500	1 590	18,6
	V	56	1,7	4 400	800	19
1,2	St	140	1,7	3 470	1 590	13
	V	56	1,7	4 330	790	13
1,4	St	140	1,7	3 410	1 550	8,9
	V	56	1,7	4 270	775	8,9

Tafel 3. Leichte und sehr leichte Bespulung.

Leiterdurchmesser mm	Stammkreis (St) oder Viererkreis (V)	Spuleninduktivität mH	Spulenabstand km	Grenzfrequenz Hz	Wellenwiderstand Ω	Dämpfung für 800 Hz mN/km
0,9	St	50	2,0	5 430	920	31
	V	20	2,0	6 830	470	31
0,9	St	30	1,7	7 470	785	36
	V	12	1,7	9 300	430	35
1,4	St	30	1,7	7 260	730	17
	V	12	1,7	8 980	370	17
1,4	St	3,2	1,7	20 000	300	34

dem noch die Eigenschaften einer früher angewandten leichten Bespulung bei 2 km Spulenabstand mit 50 mH im Stammkreis und 20 mH im Viererkreis angegeben. Für die Überbrückung sehr großer Entfernungen wurde in Deutschland zusätzlich noch das sehr leicht bespulte »S«-System entwickelt, bei dem die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sprechströme 105 000 km/s beträgt. Dieses ist ein Vierfachsystem, bei dem die Grenzfrequenz bei ungefähr 20 kHz liegt, wie auch aus der Tafel 3 zu ersehen ist. Hierbei verwendet man nur Leiter von 1,4 mm Durchmesser, während die Spuleninduktivität 3,2 mH bei 1,7 km Spulenfeldlänge beträgt.

3.4. Bespulung von Trägerfrequenzleitungen.

Als Übergangslösung zu den unbespulten Trägerfrequenzleitungen mit »U«-System spielte im letzten Kriege das »K«-System noch eine bedeutende Rolle. heute verwendet. Hierbei werden nur die Stämme des aus einem Sternvierer mit 4 vollpolyäthylenisolierten Litzenleitern (7 × 0,35 mm) bestehenden Kabels mit 6 mH bespult. Die Grenzfrequenz dieses Systems liegt bei 27 kHz, siehe Tafel 4.

3.5. Bespulung von Rundfunkleitungen.

Bei Rundfunkdarbietungen ist es häufig erwünscht, die Aufnahmen eines Rundfunkstudios von weit entfernt liegenden Sendern auszustrahlen. Hierzu bedarf es einer Fernleitung besonders hoher Güte, die das Rundfunkstudio mit den weit entfernt liegenden Sendern über die dazwischen liegenden Fernämter verbindet. Die deutschen Fernkabel enthalten zu diesem Zweck besondere Rundfunkleitungen. Diese Rundfunkpaare mit 1,4 mm Kupferleitern wurden in Deutschland seit 1928 nach der Methode II des CCI leicht bespult, und zwar mit 12 mH im Abstand von 1,7 km. Bei einer Grenzfrequenz von 11 000 Hz übertragen diese Leitungen ein Frequenzband von 30 bis 8000 Hz mit einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 56 000 km/s. Das übertragene Frequenzband ist also wesentlich breiter als bei den gewöhnlichen Fernkabelleitungen. Diese Rundfunkleitungen sind meist im Kern des Kabels untergebracht. Sie sind mit einem besonderen Bleimantel umhüllt und ab etwa 1935 mit metallisiertem Papier statisch geschirmt. Besonderer Wert muß auf eine möglichst vollkommene Entzerrung der Leitungen im Verstärker gelegt werden, was auch besondere Anforderungen an die Eigenschaften der sogenannten Rundfunkspulen stellt.

Ungefähr zur gleichen Zeit, als die Deutsche Bundespost bei Bezirkskabeln und Ortsverbindungskabeln auf eine Bespulung mit 80 mH überging, machte es die Entwicklung des UKW-Funks erforderlich, die

Tafel 4. K(S)-Bespulung.

Leiterdurchmesser mm	Spuleninduktivität mH	Spulenabstand m	Grenzfrequenz kHz	Wellenwiderstand Ω	Dämpfung für 800 Hz mN/km
1,2	1,0	425	83	350	34
1,2	1,75	284	91	540	25
7 × 0,35	6	400	27	600	50

Tafel 5. Bespulungssystem der Deutschen Bundespost (Stand 1967).

Leiterdurchmesser mm	Verseilart	Stammkreis (St) oder Viererkreis (V)	Spuleninduktivität mH	Spulenabstand km	Grenzfrequenz Hz	Wellenwiderstand Ω	Dämpfung für 800 Hz mN/km
0,6	Sternverseilung ohne	St	80*	1,7	4 300	1 250	55
0,8	Phantomausnutzung	St	80*	1,7	4 300	1 160	33
0,9		St	80*	1,7	4 600	1 210	25
1,2		St	80	1,7	4 600	1 180	14
1,4		St	80	1,7	4 500	1 160	11
0,8	DM-Verseilung mit	St	80	1,7	4 500	1 220	30
	Phantomausnutzung	V	40	1,7	5 100	690	28
0,9		St	80	1,7	4 600	1 210	25
		V	40	1,7	5 200	690	23
1,2		St	80	1,7	4 600	1 180	15
		V	40	1,7	5 100	690	13
1,4		St	80	1,7	4 500	1 160	12
		V	40	1,7	5 000	650	10

*) Diese Werte gelten für Zwergspulen

Um den Verstärkerabstand zu vergrößern, wurden die papierisolierten Trägerfrequenz-(TF-)Leitungen im Abstand von 425 m mit 1 mH bespult und erreichten so eine Grenzfrequenz von 83 kHz (Tafel 4). Bei dieser Bespulung lohnte es sich, im Gegensatz zu unbespulten »U«-Leitungen mit Papierisolierung, die Ableitungsdämpfung durch Styroflexisolierung der Leitungen zum Verschwinden zu bringen. So entstanden die kurzbespulten, styroflexisolierten »K(S)«-Leitungen mit einer Spuleninduktivität von 1,75 mH bei einem Spulenabstand von 284 m. Man hat mit diesen Leitungen reine Trägerfrequenzkabel mit 4 Sternvierern (8 Leitungen) aufgebaut, die im Doppelkabelbetrieb demnach insgesamt 8 × 12 = 96 Sprechwege ergaben.

Eine ähnliche Bespulung mit einem kurzen Spulenabstand von 400 m entsprechend der Fertigungslänge eines Luftkabels für beweglichen Einsatz wird noch

Grenzfrequenz für die bespulten Rundfunkleitungen gegenüber dem bisherigen Stand zu erhöhen. Die Induktivität der Rundfunkspulen wurde auf 3,2 mH herabgesetzt; dadurch die Grenzfrequenz auf 21 kHz erhöht und das übertragene Frequenzband auf 16 kHz verbreitert.

3.6. Bespulungssystem der Deutschen Bundespost (Stand 1967).

Nachdem das Comité Consultatif International Télégraphiques et Téléphoniques (CCITT) für die zwischenstaatlichen Leitungen die Übertragung eines Frequenzbandes von 300 bis 3400 Hz empfohlen hatte, machte dies bei der DBP eine Änderung der Bespulung für Bezirks- und Ortsverbindungskabel erforderlich. Bei den Weitverkehrsleitungen wurde mittlerweile das vom CCITT empfohlene Frequenzband von 300 bis 3400 Hz auf unbespulten TF-Kabeln übertragen. Man entschied sich hierbei für einen unveränderten Spulenabstand von 1,7 km und eine Induktivität von 80 mH im Stammkreis und 40 mH im Viererkreis. Bei dieser Bespulung liegt die Dämpfung im Viererkreis etwas niedriger und die Grenzfrequenz mit Werten von 5000 bis 5200 Hz je nach Leiterdurchmesser um etwa 500 Hz höher als im Stammkreis (s. Tafel 5).

Bei dieser Bespulung hat man vor allem darauf gesehen, daß die Verminderung der Dämpfungsverzerrung im Stamm- und Viererkreis möglichst groß und gleich ist.

Spulen mit diesen Eigenschaften haben jedoch eine bestimmte Größe, die der Verwendung in Spulenbehältern mit hoher Spulenzahl, etwa zur Bespulung innerhalb eines ausgedehnten Ortsnetzes, hinderlich ist. Hierfür kann eine Spule kleinerer Abmessungen, »Zwergspule« genannt, verwendet werden, an die natürlich geringere Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften gestellt werden.

Bei der deutschen Technik der Bespulung ist es üblich, die Leitung mit einem halben Spulenfeld zu beginnen. Unvollständige Auslauflängen sowie unvollständige Spulenfeldlängen werden durch → Ergänzungsnetzwerke auf die Normalspulenfeldlänge ergänzt.

4. Pflichtenheft für Pupinspulen.

Für die Pupinspulen gilt bei der Deutschen Bundespost z. Z. das Pflichtenblatt von 1967.

5. Empfehlungen des CCITT zu Pupinisierungssystemen.

Im Blaubuch 1965, Band III sind unter G 511, 521, 522, 543 Angaben über die erforderlichen Eigenschaften von bespulten Niederfrequenz-(NF-)Leitungen (Kabel, Freileitungen) vermerkt. In der Empfehlung G 542 sind die wichtigsten Bedingungen eines allgemeinen Pflichtenheftes für Pupinspulen angegeben. Hierin sind für alle Spulen für Niederfrequenz-Fernsprechleitungen ein Wirkwiderstand von höchstens 200 Ω/H bei 3400 Hz und ein Verlustwiderstand von höchstens 125 Ω/H bei 3400 Hz festgelegt. Für Spulen für Rundfunkleitungen betragen der Wirkwiderstand höchstens 300 Ω/H bei 6400 Hz und der Verlustwiderstand höchstens 180 Ω/H bei 6400 Hz. Für den Hystereseverlustwiderstand h bei 800 Hz, ausgedrückt in Ohm je mA und Henry, dürfen folgende Werte nicht überschritten werden:

5.1. Bei Zweidrahtleitungen mit einer Länge bis zu 200 km

$$h = 24 \cdot \sqrt{L}\,\frac{\Omega}{mA \cdot H}$$

5.2. Bei Zweidrahtleitungen mit einer Länge von 200 km und darüber und bei nur niederfrequent betriebenen Vierdrahtleitungen

$$h = 12 \cdot \sqrt{L}\,\frac{\Omega}{mA \cdot H}$$

5.3. Bei Rundfunkleitungen alter Art

$$h = 6 \cdot \sqrt{L}\,\frac{\Omega}{mA \cdot H}$$

Dabei bedeutet L die Spuleninduktivität in Henry.

6. Die Bespulung von Seekabeln.

Seit dem Kriege hat die Bespulung von Seekabeln sehr an Bedeutung verloren. Es werden nur noch Wattkabel in Festlandnähe nach und zwischen den Inseln bespult. Die Deutsche Bundespost setzt hier die bei ihr üblichen Bezirkskabelspulen mit einer Induktivität von 80 mH bzw. 80/40 mH ein. Vor 30 bis 40 Jahren hatte die Bespulung von Seekabeln sehr große Bedeutung. Es wurden verschiedene B. gewählt, wobei man davon ausgehen mußte, daß der Abstand der beiden durch ein Seekabel zu verbindenden Verstärkerämter im allgemeinen aus geographischen Gründen festliegt. Man hat daher die Leitungslänge als gegeben zu betrachten. Die Dämpfung der Seekabelleitung darf einen bestimmten Betrag nicht überschreiten. Bei gegebener Länge liegt somit auch die Dämpfung pro Längeneinheit fest. Aus Grenzfrequenz und Spulenabstand berechnet man dann die erforderliche Induktivität.

Eines der bekanntesten Seekabel, das im Jahre 1930 verlegte Seekabel Deutschland–Schweden IV, wurde z. B. leicht bespult mit 30 mH im Abstand von 1,9 km. Es war somit für Zweibandtelefonie geeignet. Entsprechend wurden ab etwa 1930 fast alle längeren Seekabel leicht bespult.

Literatur: CCITT Blue Book, Vol. III, 1965, Veröffentlicht durch U. I. T., Genf — TMO (Telegraphenmeßordnung der Deutschen Post) Teil 4, Ausgabe 1939, Decker-Verlag, Berlin — VDE 0891/...66, Tafel L, Beuth-Vertrieb GmbH., Berlin 15 und Köln — K. Dohmen, Das Pupinsystem in deutscher Anwendung, als Manuskript herausgegeben von Deutsche Fernkabel-Gesellschaft m. b. H., Mai 1950 — W. Klein, Trägerfrequenztechnik, Akademische Verlagsanstalt Geert & Portig, Leipzig 1949 — K. Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Betriebsverkehr, 2. Aufl. 1959, Telegraphen-Land- und -Seekabel, Fernsprech-Seekabel, Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar 1960 — J. Wallot, Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1948 — H. Dull und G. Pleuger, Bespulung von Bezirks- und Netzgruppenkabeln für die Übertragung des erweiterten Frequenzbandes, FTZ 5, 1952, S. 1 und 79.

Dornseifer, Fesser

Besselfunktion → Wellengleichung.

Besselmethode → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Bestandskartei für technische Einrichtungen wird angelegt, wenn größere Mengen an Bauteilen, Anlagen, Leitungsbündeln, Geräten u. a. zu verwalten oder zu unterhalten sind. Ihre Benennung richtet sich nach

ihrem Verwendungszweck. Sie dient der Erfassung statistischer und betriebstechnischer Daten, als Arbeitsunterlage bei Instandsetzungen und -haltungen, bei turnusmäßig zu erledigenden Aufgaben sowie der bestandsmäßigen Kontrolle. Die Karteikarten werden nach bestimmten Ordnungsmerkmalen zusammengefaßt. B. gehören gliederungsmäßig zu den → Betriebsnachweisen. Zur B. zählen:

1. Störungskarte Fernsprechentstörung (FeE) als Arbeitsunterlage für die Störungseingrenzung und zum Vermerk der gemeldeten und ermittelten → Störungen und Unregelmäßigkeiten an Fernsprechanschlüssen und anderen Einrichtungen. Neben den Angaben über den Umfang und die Art der Einrichtung enthält die B. Aufzeichnungen über die Leitungsführung, die elektrischen → Kennwerte, die Störungshäufigkeit sowie Einrichtungs- und Prüfvermerke. Die Störungskartei umfaßt mehrere Arten von Karteikarten, die dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt sind, z. B. für Fernsprechanschlüsse-Wählsterneinrichtungen, Münzfernsprecher und Leitungen und dient als Sammel-, Vorsatz- und Hinweis, karte.

2. Unterhaltungskarte FeE mit Angaben über den Ausbau und die verwendete Schaltung größerer technischer Einrichtungen sowie deren Unterhaltungstermine und Vermerke über erledigte Unterhaltungsarbeiten.

3. Nachweis V, der von der Dienststelle Unterhaltung von Fernsprechvermittlungsstellen geführt wird. Er enthält Angaben über den Bestand und die Art der vorhandenen technischen Einrichtung und zusätzlichen Ausstattung.

4. Lagerkarten für das beim Gemeinschaftslager vorrätig gehaltene höherwertige Fernmeldezeug. Sie dienen als Unterlage für Bestellungen, Auslieferungen und Bestandskontrollen. Lager der Linientechnik führen darüber hinaus Lagerkarten für Baubedarf, bevorratete Leitungsmasten und Fernmeldezeug für die Störungsbeseitigung an Kabeln.

Harbarth

Bestandsnachweise der Fernmeldelinien.

Der Bestand an ober- und unterirdischen Anlagen der Fernmeldelinien wird als Unterlage für die Vermögensaufnahme, den Unterhaltungsaufwand und für Vergleichszwecke statistisch erfaßt und zusammengestellt. Dazu dienen die Stützpunktnachweise, Netzpläne und — soweit vorhanden — Kabellängenpläne. Für jede Unterlage werden Stücklisten angelegt, in denen die in den einzelnen Plänen nachgewiesenen Fernmeldeanlagen (Kabelkanalanlagen, Verzweigungseinrichtungen usw.) nach Anzahl bzw. Länge zusammengestellt werden. Bei jeder Veränderung in den Planunterlagen wird jeweils auch die zugehörige Stückliste berichtigt.

Folgende Arten von Stücklisten sind vorgesehen:

a) für oberirdische Linien:

Stückliste zum Stützpunktnachweis

b) für Kabelkanal- und Ortskabelanlagen:

1. Stückliste 1a für Kabelkanalanlagen, Verzweigungs- und Endeinrichtungen, Luft-Anschlußkabel (hellblaue Karteikarte, Abb. mit Mustereintrag siehe FBO 19 § 38 Anl 1).

2. Stückliste 1b für Anschlußkabel (Röhren-, Erd- und Flußkabel) mit Leiterdicke von 0,6 mm und mehr (hellblaue Karteikarte, Abb. mit Mustereintrag siehe FBO 19 § 38 Anl 2).

3. Stückliste 2 für Anschlußkabel mit Leiterdicke von 0,4 mm (rosa Karteikarte, Abb. mit Mustereintrag siehe FBO 19 § 38 Anl 3).

4. Stückliste 3 für Ortsverbindungskabel (Röhren-, Erd- oder Flußkabel) mit Leiterdicken von 0,6 mm und mehr (hellgrüne Karteikarte, Abb. mit Mustereintrag siehe FBO 19 § 38 Anl 4).

5. Stückliste für Kabel des Fernnetzes.

Die Stücklisten werden am Jahresende oder zu besonders angeordneten Zwischenerhebungen aufgerechnet. Die Schlußsummen werden dann ortsnetz- ggf. anschlußbereichsweise auf Bestandskarten übertragen.

Zur Auswertung und Erstellung der Statistik »Übersicht über das Fernmeldeleitungsnetz (Fernmeldelinien)« (Kurzbezeichnung St F 6a) mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung werden die Bestandszahlen der einzelnen Bestandskarten auf Lochbelege übertragen, die dann über Lochkarten bzw. -streifen ausgewertet werden. Folgende Lochbelege sind erforderlich:

KA 2 Ergänzende Angaben zur St F 6a
mit Flächengrößen, Einwohnerzahlen, vorhandenen und belegten Beschaltungseinheiten und Zahl der Sprechstellen für jedes Ortsnetz und ggf. auch für jeden Anschlußbereich

KA 3 Bestand an Linien und Leitungen nach der Bestandskarte für oberirdische Linien

KA 4 Bestand an Kabelkanalanlagen nach der Bestandskarte für Kanal- und Ortskabelanlagen zur Stückliste 1a

KA 5 Bestand an Verzweigungs- und Endeinrichtungen nach der Bestandskarte für Kanal- und Ortskabelanlagen zur Stückliste 1b

KA 6 Bestand an Anschlußkabeln nach der Bestandskarte für Kanal- und Ortskabelanlagen zur Stückliste 1b: Röhrenkabel mit Leiterdicke ≧ 0,6 mm

KA 7 wie KA 6, jedoch für
Erd- und Flußkabel mit Leiterdicke ≧ 0,6 mm

KA 8 Bestand an Anschlußkabeln nach der Bestandskarte für Kanal- und Ortskabelanlagen zur Stückliste 2: Röhrenkabel mit Leiterdicke 0,4 mm

KA 9 wie KA 8, jedoch für
Erd- und Flußkabel mit Leiterdicke 0,4 mm

KA 10 Bestand an Ortsverbindungskabeln nach der Bestandskarte für Kanal- und Ortskabelanlagen zur Stückliste 3: Röhrenkabel

KA 11 wie KA 10, jedoch für Erd- und Flußkabel

KA 20 Bestand an Kabelanlagen des Fernverkehrs einschließlich der Ton- und Fernseh-Verbindungskabel: Länge der Kabel

KA 21 wie KA 20, jedoch
Länge der Doppeladern und Koaxialpaare

KA 22 Bestand an stationären Druckluftüberwachungsanlagen in Ortsvermittlungsstellen; Bestand an Leitungsnetzen von Privatfernmeldeanlagen, die von der Deutschen Bundespost unterhalten werden.

→ Planunterlagen für Fernmeldenetze.
→ Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Literatur: Unterrichtsblätter (B) Jahrgang 19/1966, Heft 11 — Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost, Teil 19 »Ortsnetzpläne und -karteien«; Teil 20, »Fernlinienpläne und -karteien« (in Vorbereitung). *Stegmann*

Bestandsverzeichnisse → Sachrechnung.

Bestätigung von Anträgen. Die Annahme eines Antrags auf Herstellung oder Änderung einer → Teilnehmereinrichtung wird, wenn dem Antrag entsprochen werden kann, von der DBP bestätigt (§§ 11 Abs. 1 Satz 2, 17 Abs. 5 der Fernsprechordnung [FeO]). Mit der Bestätigung der Antragsannahme erhält der Antrag rechtsverbindliche Wirksamkeit. Bei Anträgen auf Herstellung von → Hauptanschlüssen wird der Antragsteller mit der Bestätigung der Antragsannahme Teilnehmer, selbst wenn der Anschluß noch nicht hergestellt ist.

Zieht der Teilnehmer einen Antrag, dessen Annahme die DBP bestätigt hat, vor der Übergabe der hergestellten oder geänderten Teilnehmereinrichtung zurück, so hat er der DBP die bereits aufgewendeten Kosten und die Kosten für die Beseitigung bereits installierter Einrichtungen zu erstatten (Ausführungsbestimmung 5 zu § 19 FeO). Handelt es sich um einen Antrag auf Herstellung oder Auswechslung einer posteigenen oder teilnehmereigenen Vermittlungseinrichtung oder Reihenanlage, so hat der Teilnehmer außerdem Restgebühren zu entrichten. (Näheres s. Ausführungsbestimmungen 2 und 3 zu § 24 FeO; Ausführungsbestimmungen 5 und 6 zu § 25 FeO.)

Bestellverfahren für Fernmeldezeug regelt verwaltungsinterne Bestellvorgänge. Auftragserteilung begründet dagegen rechtsverbindliche Verpflichtungen gegenüber Dritten. Als Besteller können Bedarfs-Stellen (Stn), Fernmeldezeugämter (FZÄ) und Fernmeldezentralzeugämter (FZZÄ) auftreten. Baubedarfs- und Bau-Stn-Fernmeldewesen (F) bestellen Fernmeldezeug (FZ) für Baubedarf, übrige Bedarfs-Stn für Arbeitsbedarf. Bestellungen sind in der Regel an zuständiges FZA, in Ausnahmefällen an überbezirkliches Vorratslager zu richten. Einzelheiten enthalten die »D 113«-Richtlinien für das Bestellverfahren bei den Ämtern des Fernmeldewesens außer FZÄ und FZZÄ (Richtl Bestv)«, die in eine neu erscheinende (voraussichtlich 1970) ADA VII, 2 = Allgemeine Dienstanweisung für das Fernmeldezeugwesen eingearbeitet werden. Als Anlagen zu dieser ADA sind u. a. alle »D«-Vorschriften vorgesehen, die zum Gebiet des FZ-Wesens gehören, und Arbeitsrichtlinien für das Beschaffen von Fernmeldezeug durch FZÄ (Arb Richtl Beschaffung FZÄ). FZÄ decken ihren Bedarf, soweit sie nicht selbst für den Einkauf zuständig sind, durch Bestellung beim Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ), Posttechnischen Zentralamt (PTZ) oder bei einem überbezirklichen Vorratslager. Überbezirkliche Vorratslager ergänzen ihre Bestände, sofern ihnen der Einkauf für die benötigten Gegenstände nicht übertragen ist, durch Bestellung beim FTZ oder PTZ. Über geliefertes FZ erhalten Empfangsämter vom betreffenden FZZA bzw. FZA maschinell erstellte Monatsrechnung. Bestellscheine, die vom jeweiligen Vorratslager infolge eines zu geringen oder Null-Bestandes nicht voll bzw. nicht beliefert werden können, ergeben Restbestellscheine.

Rücklieferungen ergeben sich, wenn bei Bauvorhaben übrig gebliebenes FZ und bei Instandsetzungen oder Abbruch angefallenes FZ nicht alsbald wieder verwendet werden können. Bestimmungen über Rücklieferungen von FZ sind in »D 116 = Anweisung für die Verrechnung von Rücklieferungen an die Vorratslager im Fernmeldewesen und die Berichtigung der Aktivkonten 196 und 197« festgelegt.

Beim Umtausch ist Bestellung eines Gegenstandes mit Rücklieferung eines gleichartigen Gegenstandes gekoppelt. Für Bestellverkehr zwischen den Ämtern werden Bestellscheine oder Rücklieferscheine verwendet, die u. a. mit Arbeitskennummer zu versehen sind. Einzelheiten darüber enthält »D 110 = Anweisung für die Verwendung von Arbeitskennummern (AnAKNr)«.

Sofern FTZ/PTZ für Einkauf zuständig, bestellen FZÄ/FZZÄ dort Gegenstände mit Karteinummer mit Beschaffungs-Lochkarte, solche ohne Karteinummer mit Formblättern. Für bestimmte Gegenstände (z. B. Spulenmuffen) sind besondere Formblattsätze vorgeschrieben. Die zweimal monatlich eingehenden Beschaffungs-Lochkarten werden nach Karteinummern sowie Beschaffungs-Dienststellen sortiert, und anschließend werden durch Auswerten der Lochkartendaten Bestellisten tabellarisch geschrieben. Diese bilden für zuständigen Einkäufer Grundlage für Auftragserteilung. In Ausnahmefällen, wenn z. B. unabdingbare betriebliche Notwendigkeit für sofortige Beschaffung eines Gegenstandes besteht, kann zentralen Beschaffungs-Dienststellen Bestellung fernschriftlich übermittelt werden.

Durch Zusammenschluß der Lieferanten von Fernmeldekabeln zu einem Rationalisierungskartell (Fernmeldekabel-Gemeinschaft) konnten sich die einzelnen Unternehmen auf bestimmte Kabeltypen spezialisieren, um eine günstigere Ausnutzung der Fertigungskapazitäten zu erreichen. Zusammenarbeit zwischen DBP und Lieferwerken erfolgt über Auftragssteuerungsstelle der Fernmeldekabel-Gemeinschaft. Dabei wird das bei der DBP eingeführte maschinelle B. angewandt. *Wigand/Dewitz*

Bestimmungen über Fernmeldeanlagen auf fremden Schiffen → Private Fernmeldeanlagen 2.4.

Bestimmungsland ist im → Auslandsferndienst das Land, zu dem die vom Anmelder gewünschte Verbindung gerichtet ist; es ist gleichzeitig das Ankunftsland. Sofern der Anmelder statt des → Bestimmungsortes dessen Ortsnetzkennzahl angibt, ist die Angabe des B. unerläßlich.

Bestimmungsort ist das Ortsnetz, an das der verlangte Teilnehmer angeschlossen ist. Der Anmelder soll den B. so bezeichnen, wie er im amtlichen Fernsprechbuch angegeben ist. Wenn er statt des Namens nur die Ortsnetzkennzahl angeben kann, wird die Herstellung der Verbindung nicht abgelehnt.

Bestimmungs-Telegrafenstelle → Abfassen der Telegramme.

Bestücken geätzter Schaltungen. Zur Aufnahme der Bauelemente werden die Leiterplatten mit Aufnahmelöchern versehen, die in ihrer Größe von dem konstruktiven Aufbau des Leitungsmusters und der Bestückungselemente abhängen. Gelocht wird im allgemeinen erst kurz vor der Bestückung. → gedruckte Schaltung.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, VI. Band, 1960.

Bestückungsplan bzw. -karte → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Bethell-Verfahren zum Tränken von Holz mit wasserlöslichen und öligen Holzschutzmitteln nach der → Volltränkungsmethode. Das B. mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln ist noch in Gebrauch (→ Volltränkung). Nach B. mit öligen Holzschutzmitteln getränkte Fernmeldemaste werden von der DBP nicht mehr beschafft. Das B. wurde ersetzt durch das → Rüping-Verfahren.

Beton ist ein bei gewöhnlicher Temperatur erhärtendes Gemenge von Zement mit Sand, Kies, Splitt oder Schotter, deren Korngrößen in Richtlinien und Normen festgelegt sind. Die angefeuchteten Komponenten werden in einer B.-Mischmaschine durchgearbeitet. Durch Eiseneinlagen kann die Festigkeit des B.-Körpers erhöht werden (Eisen-B.). Neben der Herstellung von Bauten dient B. zur Fertigung von → Kabelschächten und → Kabelkanalformsteinen.

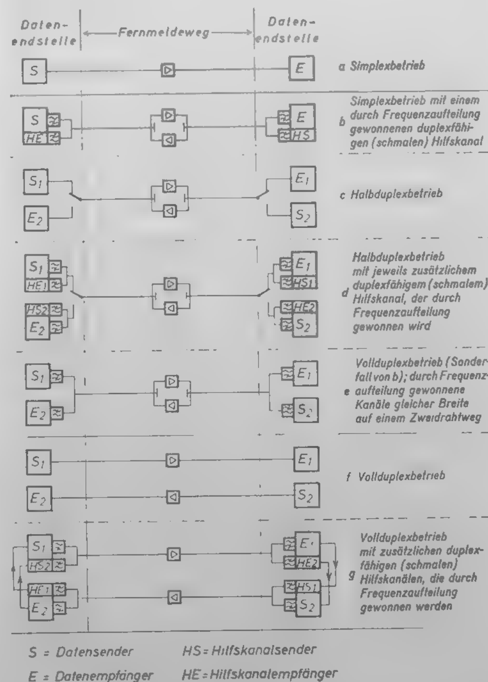
Betreiben ist der Oberbegriff für das Bedienen und Unterhalten von technischen Einrichtungen. Nach dem Planen und Aufbau erfolgt die → Übernahme und Inbetriebnahme. Das B. endet mit dem Abbrechen der Einrichtung. Es beinhaltet auch Änderungsarbeiten, die die technische Ausstattung und den Schaltungsaufbau betreffen. Unter Bedienen einer technischen Einrichtung sind das Benutzen zum Übermitteln von Nachrichten (Abfragen, Vermitteln bzw. Aussenden von Gesprächen, Zeichen oder Daten) sowie das während des B. erforderliche Be-, Ein-, Aus- oder Umschalten, das Beobachten vorhandener Signaleinrichtungen und das Ablesen und Auswerten von Zählern sowie Meßwerten zu verstehen. Das Unterhalten beinhaltet korrektive und vorbeugende Tätigkeiten, die der Wiederherstellung bzw. Erhaltung der Betriebsfähigkeit von technischen Einrichtungen dienen. Es wird unterteilt in die Tätigkeitsgruppen Prüfen, → Instandsetzen, → Instandhalten und in das Ändern der Anlage.

Literatur: D. Scheib, Das neue Unterhaltungsverfahren für Fernsprechvermittlungsstellen mit Wählbetrieb, Z. für das Post- und Fernmeldewesen, 21 (1969) Nr. 4, Josef Keller Verlag, Starnberg u. Bonn.

Betreuer von technischen Einrichtungen sind Privatpersonen, denen aufgrund einer besonderen Vereinbarung gegen Entgelt das Beobachten und Bedienen der technischen Einrichtung und das Ausführen kleiner Hilfstätigkeiten in kleinen unbesetzten Vermittlungsstellen (VSt) übertragen sind: Bedienen aller → Signale bei Tage und der dringenden bei Nacht, Ausführen von Rundgängen, Ablesen von Gesprächszählern in Einzelfällen, Bedienen der Luftbefeuchter, Luftentfeuchter und Entsperren von Anschlüssen in besonderen Fällen. Der B. ist in seine Tätigkeit bes. eingewiesen und zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses verpflichtet. Kleine VSt sind zu einem → Fernsprechunterhaltungsbezirk zusammengefaßt.

Betrieb in Datenendstellen. Datenendstellen (DESt) sind die Endpunkte eines → Datenübertragungssystems.

Bei der Benutzung von Fernmeldewegen wird zwischen Simplexbetrieb, Halbduplexbetrieb und Duplexbetrieb (auch Vollduplexbetrieb genannt) unterschieden.



Beispiele von Betriebsverfahren für die Übertragung von Daten über Fernsprechwege

Übertragungswege, die für die Übertragung digitaler Signale verwendet werden sollen, können verschieden ausgelegt werden.

Es kann für bestimmte Anwendungen zweckmäßig sein, neben dem Datenkanal noch einen duplexfähigen Hilfskanal in der Gegenrichtung für Steuer-

oder Quittungssignale zur Verfügung zu haben. Bei Telegrafenwegen gibt es nur die Fälle a, c und f. Fernsprechwege können außerdem noch abwechselnd (alternierend) oder gleichzeitig (simultan) für Sprechbetrieb und Datenbetrieb ausgenutzt werden.

Die Fernmeldewege können entweder den DESt zeitweise zugeschaltet sein (Wählverbindungen), oder sie können ständig mit ihnen verbunden sein (festgeschaltete Leitungen, Standleitungen). Bei den festgeschalteten Leitungen können mehrere Abschnitte und mehrere Betriebsstellen zu einem Leitungszug zusammengeschaltet sein.

Hinsichtlich des Ablaufes der Bedienungsvorgänge in den DESt können für Datenbetrieb die folgenden Voraussetzungen bestehen:

A. Handbedienter Datenbetrieb

B. Unbedienter Datenbetrieb.

Bei Bezeichnung der ersten DESt mit (1) und der zweiten mit (2) ergeben sich folgende Varianten von Datenverbindungen:

A(1) — A(2) Beide DESt sind handbedient.

A(1) — B(2) Die rufende DESt ist handbedient und die gerufene unbedient.

B(1) — A(2) Die rufende DESt ist unbedient und die gerufene handbedient.

B(1) — B(2) Beide DESt sind unbedient.

Eine Eigenschaft von Telegrafenwählnetzen ist es, daß Verbindungen ohne Anwesenheit einer Person bei der gerufenen DESt zustande kommen, d. h. die erste und dritte Variante entfallen. Die Ausstattung der DESt ist je nach den Anforderungen an den Datenbetrieb unterschiedlich.

Im unbedienten Datenbetrieb bei der rufenden DESt muß auch eine etwaige Wählverbindung zur gerufenen DESt automatisch hergestellt werden (→ Schnittstelle für Datenübertragung). Zwischenformen zwischen handbedientem und unbedientem Datenbetrieb sind möglich, z. B. mittels handbedientem Rufnummerngeber.

DESt, die mit mehreren anderen DESt → Datenverkehr abwickeln, nennt man Datenzentralen (DZ). DZ werden in der Regel eine datenverarbeitende Anlage (DVA) besitzen. DVA können On-line oder Off-line betrieben werden (→ Datenfernverarbeitung).

Für das Senden und Empfangen der Daten gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Das Senden in den DESt kann geschehen mittels:

Lochstreifen (einschl. Lochband oder Lochstreifenkarte),
Lochkarte,
Magnetbandes,
Magnetschrift,
Klarschrift,
Fernschreibtastatur,
anderer Tastatur oder sonstiger manuell bedienter Anordnung,
Fernwirkeinrichtungen.

Das Senden in der DZ kann geschehen mittels:

Lochstreifens (einschl. Lochstreifenkarte usw.),
Lochkarte,
Magnetbandes,
Magnetschrift,
Klarschrift,
Fernschreibtastatur,
anderer Tastaturen,
direkter Ausgabe aus der DVA auf den Fernmeldeweg.

Der Empfang in den DESt kann geschehen mittels:

Lochstreifens (einschl. Lochstreifenkarte usw.),
Lochkarte,
Magnetbandes,
Magnetschrift,
sonstiger druckender Apparate,
Sprache,
optisch anzeigender Vorrichtungen,
Fernwirkeinrichtungen.

Der Empfang in der DZ kann geschehen mittels:

Lochstreifens (einschl. Lochstreifenkarte usw.),
Lochkarte,
Magnetbandes,
Magnetschrift,
sonstiger druckender Apparate,
direkter Eingabe in die DVA.

Literatur: Dateldienste der DBP, Merkblatt Z. — W. Tietz, Datenfernübertragung, Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, Hefte 1 und 2/1965.
W. Tietz

betriebliches Vorschlagwesen. Freiwillige Mitarbeit der Angehörigen der Verwaltung bei der Rationalisierung durch technische und nichttechnische Verbesserungsvorschläge (VVg). Als VVg gelten konkret gefaßte Anregungen oder Neuerungen, die der Verbesserung von Technik, Betrieb oder Verwaltung dienen. Die Bearbeitung von VVg wird durch die »Anweisung für das b. V. der DBP (Anw BVW) geregelt: Eingehende Vorschläge werden anonym behandelt. Einhaltung des Dienstweges ist nicht vorgeschrieben. Die Begutachtung der VVg obliegt einem Prämienausschuß bei der OPD, für VVg von überbezirklicher Bedeutung ist der Prämienausschuß des Fernmeldetechnischen Zentralamtes zuständig. Zur Einführung geeignete VVg werden nach einem Punktsystem bewertet und durch eine einmalige Geldprämie honoriert. In Ausnahmefällen können für nicht angenommene VVg Anerkennungsprämien gewährt werden. Prämien sind unter bestimmten Voraussetzungen bis 200 DM steuerfrei, bis 500 DM steuerbegünstigt (BGBl. I, S. 33, vom 18. 2. 1957). Arbeitnehmererfindungen und diejenigen technischen VVg, die dem Arbeitgeber eine dem gewerblichen Schutzrecht vergleichbare Vorzugsstellung geben, werden nicht nach den Bestimmungen des b. V. behandelt, sondern nach dem Gesetz über Arbeitnehmererfindungen vom 25. 7. 1957 (BGBl. I, S. 756 ff.).

Betriebsarten → Gleichstromversorgung, → Wechselstromversorgung. Bei den Betriebsarten im Funkdienst unterscheidet man:

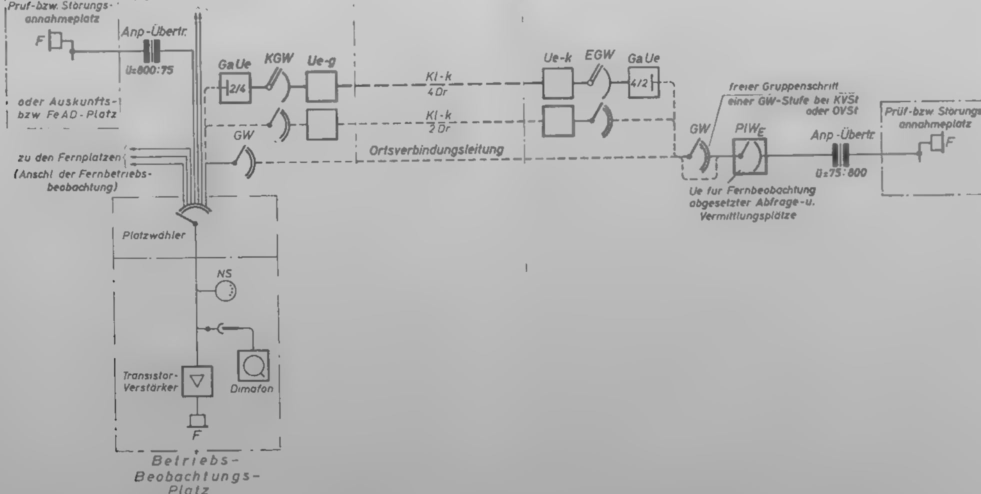
1. Solo-Betrieb. Betreiben eines Funksenders zum Übermitteln von Nachrichten an eine oder mehrere Gegenfunkstellen.

2. Dual-Betrieb. Modulieren von zwei (oder mehr) Funksendern unterschiedlicher Frequenz mit dem gleichen Nachrichteninhalt (Text, Sprache, Musik, Bild, Zeitzeichen usw.) zum Zwecke der Auswahl der am Empfangsort am besten geeigneten Frequenz durch die Empfangsfunkstelle. Dual-Betrieb kann vorübergehend (bei Übergang von einer Frequenz zur anderen) oder für dauernd (bei mehreren räumlich getrennten Empfangsorten z. B. Rundfunk) bestehen.

Betriebsbeobachtung im handvermittelten Ferndienst. Die B. erstreckt sich 1. auf die B. der im handvermittelten Ferndienst arbeitenden → Vermittlungskräfte in bezug auf die Einhaltung der Dienstvorschriften, auf die Form des Umgangs mit den Teilnehmern (Teiln) und auf die Leistung. Diese B. werden Platz-B. genannt. Die beobachtende Beamtin (Bea) — eine Bea mit großer Betriebserfahrung, die in der Lage ist, alle vorkommenden Fälle richtig zu beurteilen — schaltet sich dabei dem zu beobachtenden Fernplatz parallel auf (also nicht auf die Leitung (Ltg)) und notiert alle wesentlichen Merkmale der Unterhaltung zwischen der Vermittlungskraft und dem Teiln. Am Schluß einer B. (etwa 1 Std.) ist es möglich, die Leistung der Vermittlungskraft zu berechnen (→ Bemessung der Tätigkeiten); 2. auf die B. der → Anmeldewartezeiten, Aufbauzeiten (→ Verbinden im handvermittelten Ferndienst) und Trennzeiten (→ Trennen der Verbindungen). Dazu schaltet sich die Beobachtungsbeamtin auf ein bestimmtes → Meldeanrufzeichen auf; 3. in Ausnahmefällen auf die B. bestimmter Ltgn, um Klagen über Störungen nachzugehen. Dazu wird die bestimmte zu beobachtende Ltg dem Beobachtungsplatz fest zugeschaltet.

Betriebsbeobachtungsplatz. Der B. dient der → Betriebsbeobachtung im handvermittelten Ferndienst sowie der Beobachtung der Arbeitsweise des Personals in → Fernsprechauskunftsstellen, in → Fernsprechauftragsstellen, in → Fernsprechentstörungsstellen und in → Telegrammannahmestellen. Vom B. aus können die örtlichen und abgesetzten Arbeitsplätze mithörend angesteuert werden, um die Arbeitsweise des Personals und damit die Betriebsgüte beurteilen zu können.

Außer dieser Platzbeobachtung besteht in → Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung die Möglichkeit, die vermittlungstechnischen Vorgänge auf bestimmten Leitungen zu beobachten (Leitungsbeobachtung). Deshalb können vom B. aus auch die zu beobachtenden Leitungen angesteuert werden. Mit einem → Zeitmeßgerät für die Fernbetriebsbeobachtung kann die Zeitdauer der einzelnen Abschnitte des Verbindungsaufbaues gemessen werden. B. werden von erfahrenen Ausbildungskräften be-



Ansteuerung örtlicher und abgesetzter Arbeitsplätze vom Betriebsbeobachtungsplatz aus.

setzt. — Das Bild zeigt, wie örtliche und abgesetzte Arbeitsplätze vom zentral gelegenen B. angesteuert werden können.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Betriebsdämpfung → Dämpfungsmaß.

Betriebsempfindlichkeit → Empfindlichkeit.

Betriebserdung → Erdung.

Betriebsfähigkeitsprüfen unterscheidet sich insofern vom → Einzelprüfen, als nicht nur besonders störungsanfällige Bauteile, sondern ganze Baugruppen oder die gesamte technische Einrichtung erfaßt werden und statt des Prüfens einzelner Bauteile auf ihren Zustand oder auf Einhaltung vorgeschriebener Toleranzen die funktionsmäßige Zusammenarbeit mit den übrigen Einheiten wesentlichstes Merkmal ist. Es wird sowohl planmäßig als auch aus besonderem Anlaß (Meldungen, statistische Auswertungen) und im allgemeinen nach Instandsetzungen und Instandhaltungen ausgeführt. Mit seiner Hilfe wird die Betriebsfähigkeit der Einrichtung stichprobenartig oder umfassend überwacht und zugleich die → Betriebsgüte ermittelt, so daß ggf. rechtzeitig eine technische Überprüfung oder korrektive Maßnahmen eingeleitet werden können. Sofern nicht geeignete Prüfeinrichtungen zur Verfügung stehen, führen technisch geschulte Kräfte das B. aus. Um den erforderlichen Funktionsablauf beobachten zu können, wird der Vorgang entweder betriebsgerecht eingeleitet oder durch Hilfskräfte bzw. entsprechende Handgriffe simuliert. Je nach dem Umfang der zu erledigenden Tätigkeiten und dem Ausmaß der Prüfung wird zwischen einer Betriebsfähigkeits-Kurzprüfung und einer B.-Vollprüfung unterschieden. Die manuell ausgeführte B.-Kurzprüfung ist die einfachste und kürzeste Art des Prüfens. Sie setzt nur unwesentliche technische bzw. betriebliche Kenntnisse voraus, kann also ohne technische Vorbildung ausgeführt werden (z. B. Prüfen der Betriebsfähigkeit eines Münzfernsprechers oder einer instand gesetzten Leitung durch den Aufbau einer Verbindung bzw. Anlassen eines Schrittschaltwerkes). Das B.-Vollprüfen umfaßt im wesentlichen das genaue Beobachten des Verhaltens einzelner Bauteile oder Baugruppen und deren Zusammenspiel während des Betriebsablaufes. Gute schaltungstechnische Kenntnisse und das Verstehen der hierbei auftretenden mechanischen oder elektronischen Vorgänge sind Voraussetzung. Prüf- und Meßgeräte können für eine Beurteilung, vor allem wenn an mechanisch oder elektromechanisch arbeitenden Baugruppen die einzelnen Vorgänge so schnell ablaufen, daß sie visuell nicht zu erfassen sind, ergänzend hinzugezogen werden. Hierbei festgestellte Fehler sind sogleich zu beheben. Die Ergebnisse der von Prüfeinrichtungen ausgeführten B.-Kurz- oder B.-Vollprüfungen werden im allgemeinen graphisch, in Buchstaben oder Ziffern dargestellt, so daß eine nachträgliche maschinelle Auswertung möglich ist. In Sonderfällen zeigen Signal- bzw. Zähleinrichtungen den beim Prüfen des Funktionsablaufes ermittelten Betriebszustand an. *Harbarth*

betriebsführende Vermittlungskraft im handvermittelten Ferndienst ist die → V., bei der die Verantwortung für das Herstellen und Beobachten der Ferngesprächsverbindung liegt, die die gebührenpflichtige → Gesprächsdauer auf dem Gesprächsblatt (→ Einheitsgesprächsblätter) einsetzt, bei der die → Gesprächsgebühr in D-Mark berechnet wird und bei der im → Auslandsferndienst die → Gebührenminuten in die Auslandsabrechnung aufgenommen werden. Im Auslandsferndienst gilt außerdem: Bei Zusammenschaltung von zwei internationalen Leitungen ist die V. betriebsführend, die den Funkübertragungsweg anschaltet; bei zwei Funkübertragungswegen die V. des ersten Funkübertragungsweges.

Betriebsgebäude → Funkübertragungsstelle.

Betriebsgruppenwähler sind Wähler in einer Wahlstufe, über die besondere Dienststellen von Vermittlungsstellen angesteuert werden können.

Betriebsgüte. Quantitativ nicht näher definierter Begriff, durch den der notwendige Unterhaltungsaufwand eines Fernsprechvermittlungssystems charakterisiert wird. Sie heißt auch »B. aus der Sicht des Betreibers«. Man hat versucht, durch sog. Gütemerkmale die B. verschiedener Vermittlungssysteme miteinander vergleichbar zu machen. Zu diesem Zweck wurden ein Fehlerkoeffizient, ein Personalkoeffizient und ein Personalkostenkoeffizient definiert. Sie sind im NTG Entwurf $\frac{09}{12}$01, Nachrichtentechnische Zeitschrift, 1959, Heft 5, Seite 263 und 264 erklärt. Neben der »B. aus der Sicht des Betreibers« kennt man auch eine »B. aus der Sicht des Benutzers«. Diese ist aber besser bekannt unter dem Namen → Dienstgüte.

B. einer Vermittlungsstelle (VSt) ist das Gütemerkmal der technischen Einrichtungen vom Standpunkt der Fernmeldeverwaltung aus gesehen. Aus den Fehlerzahlen in der → Fehlerübersicht ergeben sich Maßstäbe zum Vergleich der Anlagen untereinander für bestimmte Zeiträume, z. B.:

Monatlicher Fehlerkoeffizient je 100 Anrufeinheiten (AE):

$$F = \frac{f \cdot 100}{AE} \qquad F = \text{Fehlerkoeffizient}, \quad f = \text{Fehlerzahl}$$

Monatlicher Fehlerkoeffizient je 100 Schaltglieder (S):

$$F = \frac{f \cdot 100}{S} \qquad S = \text{Schaltglieder}$$

Fehlerkoeffizient, bezogen auf die mittlere Verkehrsmenge:

$$F = \frac{f}{Y} \qquad Y = \text{Verkehrswert (kErl h)}$$

Personal- und Personalkostenkoeffizienten geben Aufschluß über den Aufwand in Abhängigkeit vom Wählsystem, Verschleißgrad und Störungsanfall. Die Fehlerermittlung stützt sich im wesentlichen auf

Prüfungen an einzelnen Schaltgliedern. B. und → Dienstgüte lassen sich nicht in das Verhältnis setzen. Grundsatz: Möglichst geringer Aufwand für eine ausreichende B., um dem Benutzer eine befriedigende Dienstgüte zu bieten. Gezielte, betriebsnahe Unterhaltungsmaßnahmen erhöhen den wirtschaftlichen Einsatz des Personals. *Socher/Steinhoff*

Betriebskapazität → Betriebswerte elektrischer Eigenschaften.

Betriebskontrollplatz TW 39. Vorläufer des → Fernschreibmeßplatzes 62. Wird heute noch in kleineren Telexvermittlungsstellen des Systems TW 39 benutzt. Die Anschaltung erfolgt über Vielfachkabel und Schnüre an die Teilnehmerschaltung oder die Leitungsübertragung.

Betriebs-MUF → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → Übertragungsfrequenzbereich.

Betriebsnachweise sind alle schriftlichen Aufzeichnungen, die für das ordnungsmäßige Betreiben einer technischen Einrichtung erstellt und ggf. bis zu deren Abbruch aufbewahrt werden müssen. Hierzu zählen im wesentlichen → Bestandskarteien, → Fehlerübersichten, Arbeitsunterlagen und die aufgrund von Prüfungen gefertigten Berichte.

Betriebsparameter sind Größen, die eine Leitung oder einen Vierpol für eingeschwungene Sinuswellen in einem bestimmten Betriebszustand kennzeichnen. Sie hängen im Gegensatz zu den eigentlichen → Leitungs- und Vierpolparametern von den äußeren Widerständen ab, s. → Vierpoltheorie 1.5.

Betriebsrat → Personalvertretungsgesetz.

Betriebsrichtung ist die Richtung des Verbindungsaufbaus in Leitungen und Koppelanordnungen. Sie geht in der Richtung vom rufenden zum gerufenen Teilnehmer. Man unterscheidet:

gerichteten Betrieb, auch einfach gerichteten Betrieb genannt, und wechselseitigen Betrieb, der auch doppeltgerichteter Betrieb genannt wird.

Die technischen Einrichtungen an den Enden der Leitungen sind aufwendiger, wenn sie für wechselseitigen Betrieb eingerichtet sind. Dafür ist die Ausnutzung der Leitungen bei wechselseitigem Betrieb größer als bei gerichtetem Betrieb. Bei kleinen Bündeln und teuren Leitungen überwiegen die Vorteile des wechselseitigen Betriebs, bei großen Bündeln und billigen Leitungen die des gerichteten Betriebs. Zwischen diesen Extremfällen gibt es Bündel, die sowohl gerichtete als auch wechselseitig betriebene Leitungen haben. Die gerichtet betriebenen Leitungen nehmen den Grundverkehr und die wechselseitig betriebenen Leitungen den Spitzenverkehr in beiden B. auf. Wenn die Hauptverkehrsstunden der beiden Verkehrsströme annähernd in die gleiche Tageszeit fallen, wird die Zahl der gerichteten und wechselseitigen Leitungen wie in einer Anordnung mit überfließendem Verkehr berechnet. Im öffentlichen Fernsprechnetz gibt es, abgesehen von den internationalen Leitungen und den Teilnehmeranschlußleitungen, nur noch gerichtet betriebene Leitungen. Im Netz des Selbstwählferndienstes werden die Leitungsbündel des Kennzahlweges nach der B. bezeichnet, z. B. Endvermittlungsleitungen abgehend, Knotenvermittlungsleitungen ankommend. Die abgehenden Leitungen führen vom rufenden Teilnehmer weg bis zur Zentralvermittlungsstelle. Die ankommenden Leitungen führen von den Zentralvermittlungsstellen zum gerufenen Teilnehmer hin. *Socher*

Betriebssicherung dient dem Schutz des Post- und Fernmeldegeheimnisses, der Dienstkräfte und des Vermögens der DBP sowie der Sicherung der der DBP anvertrauten fremden Werte. Sie umfaßt alle Maßnahmen der vorbeugenden Sicherung, die Bewaffnung, die Ermittlung bzw. die Mitwirkung bei der Ermittlung strafbarer Handlungen, die gegen die DBP oder ihre Dienstkräfte bei Ausübung ihrer dienstlichen Tätigkeit gerichtet sind. Die der vorbeugenden Sicherung dienenden Sicherheitsvorschriften für den Betriebs- und Kassendienst sind in den Allgemeinen Dienstanweisungen (ADA) für die einzelnen Dienstzweige enthalten. Sicherheitsvorkehrungen von allgemeiner Bedeutung sind in der Dienstanweisung für Betriebssicherung angeordnet; sie ergänzen die Sicherheitsvorschriften der ADA. Die Durchführung der Sicherheitsvorschriften und die vorbeugenden Sicherungsmaßnahmen obliegen den → Ämtern, bei denen örtliche Beamte für Betriebssicherung (ÖBS) eingesetzt werden. Bei den → Oberpostdirektionen gibt es → Bezirksbeamte für Betriebssicherung (BBS). BBS und ÖBS sind unter bestimmten Voraussetzungen aufgrund landesrechtlicher Vorschriften Hilfsbeamte der Staatsanwaltschaft. Aufgaben der B. von überbezirklicher Bedeutung werden im Auftrage des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen von den Zentralämtern bearbeitet. Die zentrale Untersuchungsstelle für B. beim → Posttechnischen Zentralamt führt mikroskopische, phototechnische, chemische und physikalische sowie Schriftuntersuchungen durch. *Tietz*

Betriebssignale dienen zur Kennzeichnung bestimmter Betriebszustände. In erster Linie dienen sie zur Anzeige von Störungen im Betriebsablauf und an Schaltgliedern.

Betriebssignale, geschriebene, → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Betriebsspannung ist die für das Betreiben eines Anlageteils notwendige Spannung. Zum Betrieb z. B. eines Richtfunksystems sind mehrere verschieden hohe B. notwendig. Bei der DBP ist die B. für Wählvermittlungsstellen 60 V. Für Röhrenverstärkersysteme sind als B. 212 V (Anode) und 20 V (Heizung) neben der B. für die Signale von 24 V notwendig.

Betriebsstelle ist ein Begriff der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV). Er bezeichnet die Endstelle eines Stromweges einer Privatfernmelde-

anlage, die ausgerüstet sein kann z. B. mit einer Vermittlungseinrichtung, einem Fernsprechapparat, einem Wecker, einem Anzeigegerät, einem Melder, einer Anschlußdose oder auch nur mit einer Taste (Druckknopf), (→ Fernsprech-Anlagen der EVU.)

Betriebsstundenzähler. Einfaches elektrisch oder mechanisch angetriebenes Zehnerschaltwerk für die Erfassung der Betriebsstunden von Fernschreibapparaten. Wichtig für einen Überblick über deren tatsächlich anfallende Betriebsstunden/Tag im Telexverkehr bzw. Telegrammdienst und über die Verteilung pro Tag sowie die davon teilweise abhängenden Besetztfälle. B. schafft Unterlagen für die Unterhaltung der Fernschreibapparate.

Betriebsumschaltungen sind Umschaltungen in der Vermittlungsstelle an der Leitungsführung des Teilnehmeranschlusses, die auf Wunsch des Teilnehmers (z. B. FeAD, Fangeinrichtung), durch internationale Vereinbarungen (Hinweisdienst) usw. notwendig werden. Die durchzuführenden Arbeiten sind in Leitungsführungsplänen zusammengestellt.

Betriebsverfahren (handvermittelter Ferndienst).

Im Inlandsferndienst:

→ Vorwärtsaufbau liegt vor, wenn im → abgehenden Verkehr der Anmelder unmittelbar an seine Anmeldung mit dem verlangten Teilnehmer (Teiln) verbunden wird, wenn im → ankommenden Verkehr die → Vermittlungskraft der anfordernden Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung sofort weiterverbunden werden kann. → Rückwärtsaufbau liegt vor, wenn der Anmelder nach der Gesprächsblattaufnahme zum Auflegen des Hörers aufgefordert wird bzw. bei bestimmten → Gesprächsarten aufgefordert werden muß (→ Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung, → XP-Gespräche). Die früheren Bezeichnungen »Sofortverkehr«, »Speicherverkehr«, die sich nicht ganz mit den Definitionen Vorwärts- und Rückwärtsaufbau decken, sind nicht mehr gebräuchlich.

Im → Auslandsferndienst:

→ Vorbereitungsverfahren (beiderseitig oder einseitig), meist verbunden mit dem → Laufnummernverfahren. Die einzelnen Verbindungen werden dabei so vorbereitet, daß die wenigen internationalen bzw. interkontinentalen Leitungen möglichst voll ausgenutzt werden. → Schnellverfahren. Hierbei wird versucht, die Verbindung im Vorwärtsaufbau durchzuführen.

Nichtautomatisches Schnellverfahren.

[illegible] nichtautomatisches Schnellverfahren. Hierbei dient die Vermittlungskraft des → Bestimmungslandes als Dolmetscherin zwischen der Abgangs-Auslandsvermittlungsstelle mit Handbedienung (AuslandsVStHand) und dem verlangten Teiln.

[illegible] nichtautomatisches Schnellverfahren. Bei dieser Betriebsart wendet sich die Vermittlungskraft der Abgangs-AuslandsVStHand unmittelbar an den Teiln des Bestimmungslandes, ohne die Vermittlungskraft des Bestimmungslandes bei der Einleitung einzuschalten.

Halbautomatisches Schnellverfahren. Bei diesem Verfahren wählt die Vermittlungskraft des → Ursprungslandes den verlangten Teiln im Bestimmungsland unmittelbar an und leitet das Gespräch ein. Der halbautomatische Dienst wird entweder über Impuls- oder über Codewahl abgewickelt. Während beim Verbindungsaufbau über Impulswahl die abgehenden Bündel über einen Schritt des Auslandsgruppenwählers der Auslandskopfvermittlungsstelle für Wählbetrieb (AuslandsKopfVStW) unmittelbar erreicht werden, muß bei der Codewahl vorgewählt werden (z. B. von der Vermittlungskraft der AuslandsVStHand Gießen nach den Niederlanden): 6009 + 55 + 3 + Ortsnetzkennzahl + Rufnummer + NET bzw. Code 15, wobei 6009 die Ziffern sind, die vorgewählt werden müssen, um über das nationale Netz die AuslandsKopfVStW Frankfurt (Main) zu erreichen, 55 die Länderkennzahl, 3 die Sprachenkennziffer, Ortsnetzkennzahl, die Kennzahl des bestimmten Ortes in den Niederlanden usw. ist. NET bedeutet das Wahlendezeichen, das zur Freischaltung des Registers erforderlich ist. *Trommer*

Betriebsverfahren (Funk). Bei den Betriebsverfahren im Funkdienst unterscheidet man:

1. Simplex-Betrieb — (Bei Sprechfunk auch Wechselsprechen), ein Betriebsverfahren, bei dem die Übertragung abwechselnd in den beiden Richtungen ermöglicht wird, z. B. durch Handumschaltung*).

Bei diesem Verfahren sind sämtliche Funkstellen im Ruhezustand auf »Empfang« geschaltet. Zum Sprechen wird durch Drücken einer Taste am Fernsprech-Handapparat die für Sender und Empfänger gemeinsame Antenne von dem Empfängereingang auf den Senderausgang umgeschaltet. Eine Antennenweiche ist daher nicht erforderlich.

Da die Teilnehmer des öffentlichen Fernsprechnetzes nicht die Möglichkeit haben, die bei der festen Funkstelle erforderliche Antennenumschaltung zu bewirken und sprachgesteuerte Umschalter keine befriedigende Lösung darstellen, können Simplexgeräte nicht ohne weiteres in Verbindung mit Fernsprechnetzen betrieben werden. Sie sind daher im öbL nicht zugelassen.

2. Duplex-Betrieb — (Bei Sprechfunk auch Gegensprechen), ein Betriebsverfahren, bei dem die Übertragung in beiden Richtungen gleichzeitig möglich ist*).

Sender und Empfänger jeder Funkanlage der Gegensprechverbindung müssen weitgehend entkoppelt sein. Keine der Frequenzen, die an der Aufbereitung der Sendefrequenz beteiligt sind, darf den eigenen Empfänger beaufschlagen. Für Senden und Empfangen werden zwei Frequenzen im Gegensprechabstand benutzt. Der Gegensprechabstand ist im → öffentlichen beweglichen Landfunkdienst 4,5 MHz, im → UKW-Sprech-Seefunkdienst und im → Internationalen Rheinfunkdienst 4,6 MHz.

3. Semiduplex-Betrieb — (Bei Sprechfunk auch bedingtes Gegensprechen), ein Betriebsverfahren mit Simplex-Betrieb an einem Ende und Duplex-Betrieb am anderen Ende der Verbindung*).

Da das Duplexgerät zwei Frequenzen im Gegensprechabstand benötigt, muß das Simplexgerät auch auf zwei Frequenzen arbeiten. Dieses Betriebsverfahren hat den Vorzug, daß eine Verbindung mit dem öffentlichen Fernsprechnetz möglich ist, obwohl die beweglichen Funkstellen die einfachere Simplextechnik verwenden. *Pankow*

*) Im allgemeinen erfordern der Duplex-Betrieb und der Semiduplex-Betrieb zwei Frequenzen für eine → Funkverbindung; Simplex-Betrieb kann mit einer oder zwei Frequenzen durchgeführt werden.

Betriebsvermittlungen dienen dem innerdienstlichen Verkehr zwischen besonderen Dienststellen von Vermittlungsstellen (→ Betriebsgruppenwähler).

Betriebsweisen der Telegrafie.

1. hinsichtlich der Zuordnung der Kennzustände:

Betriebsweise	A-Zustand	Z-Zustand
1.1. Einfachstrombetrieb		
1.1.1. Arbeitsstrombetrieb	Strom	Kein Strom
1.1.2. Ruhestrombetrieb	Kein Strom	Strom
1.2. Doppelstrombetrieb	— Strom	+ Strom

Der Einfachstrombetrieb hat den Vorteil, daß die Sendeeinrichtung eines Telegrafenapparates sehr einfach gehalten werden kann. Sie braucht im Prinzip nur aus einem Sendekontakt zu bestehen, der den Stromkreis im Takt der Telegrafierzeichen öffnet und schließt. Dagegen muß einem Doppelstromsender stets auch eine eigene Stromquelle zugeordnet sein, die im Takt der Telegrafierzeichen umgepolt wird. Aus diesem Grund werden die Endeinrichtungen im Telexnetz und im Telegrammnetz im Einfachstrombetrieb betrieben. Dabei wird ausschließlich der Ruhestrombetrieb angewendet.

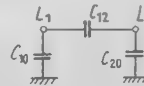
Der Doppelstrombetrieb hingegen hat übertragungstechnische Vorteile. Wegen der Symmetrie der Tastung (Ströme für A-Zustand und für Z-Zustand gleich groß, jedoch entgegengesetzte Richtung) spielen sich die Einschwingvorgänge beim Übergang vom A-Zustand in den Z-Zustand und vom Z-Zustand in den A-Zustand nach den gleichen Gesetzmäßigkeiten ab. Außerdem werden bei Abweichungen der Spannung der Sendestromquelle oder der im Sendekreis liegenden Widerstände beide Kennzustände von den daraus resultierenden Stromabweichungen in gleichem Maße beeinflußt. Dadurch werden bereits einige wesentliche Ursachen der einseitigen Verzerrung ausgeschaltet. Der Doppelstrombetrieb wird angewendet auf Verbindungsleitungen der Telegrafennetze, soweit nicht über Wechselstromtelegrafieeinrichtungen gearbeitet wird, und zum Anschluß von Endstellen des Datexnetzes.

2. hinsichtlich der Übertragungsrichtung:

Simplexbetrieb (Richtungsbetrieb)	=	Betrieb in einer Richtung (Nach CCITT: Einwegbetrieb)
Halbduplexbetrieb (Wechselbetrieb)	=	Betrieb in beiden Richtungen, jedoch nicht gleichzeitig (Nach CCITT: Simplexbetrieb)
Duplexbetrieb (Gegenbetrieb)	=	Betrieb gleichzeitig in beiden Richtungen (Nach CCITT: Duplexbetrieb)

Biehler

Betriebswerte elektrischer Eigenschaften. Der Begriff der B. soll ermöglichen, wichtige Kennzeichen einer aus mehreren Teilen zusammengesetzten Anordnung für einen bestimmten Betriebsfall durch eine auf diesen besonderen Fall sich beziehende und nur für ihn geltende Größenangabe zu kennzeichnen. Ein einfaches Beispiel ist die Betriebskapazität einer Doppelleitung, (s. Bild). Die elektrostatischen Verhältnisse einer Doppelleitung über Erde sind durch die drei Teilkapazitäten c_{12} zwischen den Leitungen, c_{10} und c_{20} Leitung gegen Erde bzw. Kabelmantel gegeben.



Teilkapazität einer Doppelleitung.

Die Betriebskapazität zwischen den Leitungen wird $C_{12} = c_{12} + \frac{c_{10}\, c_{20}}{c_{10} + c_{20}}$, die Betriebskapazität zwischen L_1 und Erde bei geerdetem L_2: $C_{10} = c_{10} + c_{12}$ usw. Ebenso lassen sich Betriebsableitungen, Betriebsinduktivitäten, Betriebsübertragungsmaße von Vierpolen (→ Vierpoltheorie 1.5) u. dgl. ableiten.

betriebswirtschaftliche Ergebnisrechnung. Die b. E. stellt die Kosten und Leistungen der einzelnen Kostenträgerbereiche (Dienstzweige, Teildienstzweige) einander gegenüber. Die überwiegend analytische Methode stützt sich auf in der Betriebswirtschaftslehre allgemein anerkannte Grundsätze und ist den besonderen Verhältnissen bei der DBP angepaßt (vielfältige Verkehrsleistungen mit hohem Anteil an Verbundkosten). Es werden sämtliche Kosten erfaßt (Vollkostenrechnung) und nach folgenden Kostenarten gegliedert: persönliche Kosten, sächliche Kosten der Betriebsführung, sächliche Kosten der Unterhaltung, sächliche Kosten der Erneuerung, andere Kosten (Verzinsung des betriebsnotwendigen Kapitals) und gesetzlich bedingte besondere Kosten (in der Hauptsache Ablieferungen an den Bund). Die b. E. wird jährlich einmal jeweils für das vergangene Rechnungsjahr erstellt (Vergangenheitsrechnung) und weist für die einzelnen Kostenträgerbereiche entweder eine Kostenüber- oder eine Kostenunterdeckung auf. Ausgangsbasis der b. E. bilden die Ergebnisse der Finanzbuchhaltung.

Die erste Stufe der b. E. ist die Dienstzweigrechnung. Sie erfaßt das gesamte Post- und Fernmeldewesen. Die Dienstzweige sind: 1 Postdienst, 3 Postreisedienst, 4 Postscheckdienst, 5 Postsparkassendienst, 6 Telegrafendienst, 7 Fernsprechdienst, 9 übrige Fernmeldedienste. (Fortsetzung S. 174)

Kurzgefaßte betriebswirtschaftliche Ergebnisrechnung der Dienstzweige am Beispiel des Rechnungsjahres 1967

(in Mio DM)

— Unterschiede bei den Summen beruhen auf Rundung —

Gegenstand	Insgesamt	Davon entfallen auf die Dienstzweige						
		1 Postdienst	3 Postreisedienst	4 Postscheckdienst	5 Postsparkassendienst	6 Telegrafendienst	7 Fernsprechdienst	9 Übrige Fernmeldedienste[3]
	1	2	3	4	5	6	7	8
I. Leistungen								
1. buchmäßig	11 277,5	4 035,0	214,6	352,4	191,8	497,4	5 672,0	314,2
2. kalkulatorisch	608,0	104,7	2,8	168,4	216,4	3,5	112,2	—
Leistungen insgesamt	11 885,5	4 139,7	217,4	520,8	408,2	500,9	5 784,3	314,2
II. Kosten								
1. Persönliche Kosten	6 421,9	3 505,8	139,9	522,1	61,2	312,5	1 763,8	116,6
2. Sächliche Kosten								
a) Betriebsführung	1 701,7	700,4	91,6	116,6	263,8	128,2	366,5	34,8
b) Unterhaltung	521,2	102,8	19,7	9,6	1,4	20,2	346,0	21,5
c) Erneuerung (Abschreibungen)[1]	1 099,9	89,9	22,1	9,8	0,9	48,4	869,1	59,7
3. Andere Kosten	1 203,9	176,9	14,1	32,9	6,8	53,7	863,9	55,6
4. Gesetzlich bedingte besondere Kosten[2]	854,9	309,2	15,8	28,1	15,3	32,7	430,5	23,3
Kosten insgesamt	11 803,5	4 885,0	303,3	719,1	349,3	595,6	4 639,7	311,5
III. Abschluß (Leistungen — Kosten)								
Kostenüberdeckung (+)	+ 81,9	—	—	—	+ 58,8	—	+1144,6	+ 2,7
Kostenunterdeckung (—)	—	— 745,3	— 85,9	— 198,3	—	— 94,7	—	—
IV. Zum Vergleich die Ergebnisse der Vorjahre								
1966	+ 90,9	—	—	—	+ 21,3	—	+1085,4	+ 25,2
	—	— 710,6	— 77,9	— 168,1		— 84,5	—	-
1965	—	—	—	—	+ 29,9	—	+ 885,6	+ 19,0
	372,9	— 979,2	— 81,5	— 185,3	—	— 71,3		—
1964		—	—	—	+ 32,3		+ 761,3	+ 13,4
	223,9	761,9	66,8	149,4	—	52,7	-	-
1963	—	—	—	—	+ 37,6	—	+ 492,7	
	— 439,1	— 701,2	— 67,3	— 169,1	—	- 31,7	—	
1962	—	—	—	—	+ 27,8	—	+ 480,0	
	- 488,8	— 707,3	— 66,4	- 176,7	—	— 46,2	—	
1961	—	—	—	—	+ 14,2	—	+ 473,7	
	— 335,4	— 556,9	— 70,0	— 150,9	—	— 45,5	—	
1960	—	—	—	—	+ 9,1	—	+ 417,4	
	— 137,9	— 352,2	— 68,4	111,8	—	— 32,1	—	

[1]) Zusammensetzung:
a) Verzinsung eines Kredits für den PSp-Dienst .... 2,7 Mio DM
b) Kalkulatorische Verzinsung des betriebsnotwendigen Kapitals (7,0 v. H.) ..... 1 201,2 Mio DM
zusammen: 1 203,9 Mio DM

[2]) Zusammensetzung:
a) Ablieferung an den Bund .... 716,9 Mio DM
b) Soziallasten für verdrängte Ruhestandsbeamte (G 131) sowie Nachversicherungslasten (G 131 und AKG) *) ...... 17,8 Mio DM
c) Versorgungsbezüge für verdrängte Ruhestandsbeamte (G 131).......... 111,0 Mio DM
d) Kalkulatorische Verzinsung der Ausgleichsforderungen des PSch- und des PSp-Dienstes .... 9,1 Mio DM
zusammen: 854,9 Mio DM

*) AKG = Allgemeines Kriegsfolgen-Gesetz

Kurzgefaßte betriebswirtschaftliche Ergebnisrechnung der Teildienstzweige im Dienstzweig »Telegrafendienst« am Beispiel des Rechnungsjahres 1967
(in Mio DM)
— Unterschiede bei den Summen beruhen auf Rundung —

Gegenstand	Insgesamt im »Telegrafendienst«[1])	Davon entfallen auf die Teildienstzweige: Telegrammdienst	Telexdienst	Überlassung von Telegrafenleitungen	Sonstige Telegrafendienste
	1	2	3	4	5
I. Leistungen					
1. buchmäßig	497,4	169,3	277,9	46,7	3,6
2. kalkulatorisch	5,6	2,2	2,9	0,5	—
Leistungen insgesamt	503,0	171,5	280,8	47,2	3,6
II. Kosten					
1. Persönliche Kosten	312,5	191,2	102,4	17,2	1,7
2. Sächliche Kosten					
a) Betriebsführung	130,3	69,0	56,2	4,1	1,1
b) Unterhaltung	20,2	5,1	13,0	1,9	0,2
c) Erneuerung (Abschreibungen)	48,4	10,0	32,8	5,0	0,6
3. Andere Kosten (Verzinsung des betriebsnotwendigen Kapitals)	53,7	13,8	33,6	5,7	0,6
4. Gesetzlich bedingte besondere Kosten (Abl. an den Bund usw.)[2])	32,7	10,2	18,7	3,6	0,2
Kosten insgesamt	597,8	299,3	256,6	37,4	4,5
III. Abschluß (Leistungen — Kosten)					
Kostenüberdeckung (+)	—	—	+ 24,2	+ 9,8	—
Kostenunterdeckung (—)	— 94,7	— 127,8	—	—	— 0,9
IV. Zum Vergleich die Ergebnisse der Vorjahre					
1966	—	—	+ 26,9	+ 4,4	—
	— 84,5	— 114,6	—	—	— 1,2
1965	—	—	+ 32,7	+ 8,0	—
	— 71,3	— 111,8	—	—	— 0,2
1964	—	—	+ 35,0	+ 9,3	—
	— 52,7	— 96,0	—	—	— 0,9
1963	—	—	+ 43,9	+ 4,0	—
	— 31,7	— 77,3	—	—	— 2,4
1962	—	—	+ 27,0	+ 2,1	—
	— 46,2	— 73,9	—	—	— 1,4
1961	—	—	+ 21,4	+ 1,2	—
	— 45,5	— 66,2	—	—	— 1,9
1960	—	—	+ 17,1	+ 1,9	—
	— 32,1	— 49,1	—	—	— 2,0

[1]) Die Ansätze in Sp. 1 weichen bei den kalkulatorischen Leistungen und Kosten der Betriebsführung um 2,157 Mio DM (= Ausgleich der Verkehrsleistungen der Teildienstzweige untereinander) von den entsprechenden Ansätzen in Sp. 6 in der »Betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnung der Dienstzweige für das Rj. 1967« ab.

[2]) Zusammensetzung:

a) Ablieferung an den Bund	27 4 Mio DM
b) Soziallasten für verdrängte Ruhestandsbeamte (G 131) sowie Nachversicherungslasten (G 131)	0,7 Mio DM
c) Versorgungsbezüge für verdrängte Ruhestandsbeamte (G 131)	4,2 Mio DM
d) Verzinsung der Ausgleichsforderungen des PSch- u. PSp-Dienstes – kalkulatorisch –	0,3 Mio DM
zusammen:	32,7 Mio DM

Die zweite Stufe bilden die Teildienstzweigrechnungen, die aus der Dienstzweigrechnung abgeleitet werden. Die Dienstzweige des Fernmeldewesens sind wie folgt gegliedert:

Dienstzweige	6 Telegrafendienst	7 Fernsprechdienst	9 Übrige Fernmeldedienste
Teildienstzweige	6/1 Telegrammdienst 6/2 Telexdienst 6/3 Überlassene Telegrafenleitungen 6/4 Sonstige Dienste[1])	7/1 Gesprächsverkehr und Hauptanschlüsse 7/2 Nebenstellenanlagen 7/3 Sprechapparate besonderer Art und Zusatzeinrichtungen 7/4 Sonstige Dienste[2])	9/1 Technische TV-Dienste 9/2 Technische Tn-Dienste 9/3 Fernsprechleitungen nach PrivFmAnlV 9/4 Sonstige Dienste[3])

[1]) Bildtelegramm- und Bildnachrichtendienst; Überlassung von Leitungen zur Bild- und Datenübertragung; Datexdienst; Modems
[2]) Fernsprechauftragsdienst; Fernsprechansagedienste
[3]) in der Hauptsache Hoheitsaufgaben

Soweit erforderlich, werden einzelne Teildienstzweige noch weiter in Kostenträgergruppen und Kostenträger aufgespalten. Das wichtigste Hilfsmittel zur Erfassung und verursachungsgerechten Zuordnung der Kosten ist der Kostenstellenplan. Mit seiner Hilfe werden die Dienstleistungen und Bezüge des Personals (Personalverteilkartei; einmal jährlich), die Inanspruchnahme der Grundstücke und Gebäude (Grundstücks- und Gebäudeverteilkartei; nach Bedarf), die Einnahmen und Ausgaben bei bestimmten Titeln sowie die Verwendung der Kraftfahrzeuge nach Kostenstellen erhoben. Auf der Grundlage dieser Erhebungen sowie zahlreicher zusätzlicher Repräsentativerhebungen werden Aufteilschlüssel gebildet, die eine Zuordnung der entsprechenden Kosten auf die verursachenden Kostenträgerbereiche ermöglichen. Der Umweg über die nach funktionellen Gesichtspunkten gebildeten Kostenstellen (z. B. technisches Betriebsbüro, Fernmeldebau usw.) zu den nach Dienstleistungen gegliederten Kostenträgerbereichen (z. B. Fernsprechdienst, Telexdienst usw.) ist notwendig, um die Aufteilarbeit der Außendienststellen zu erleichtern. Mit Hilfe der aufgrund von Kostenstellen-Erhebungen errechneten, zuverlässigen Aufteilschlüssel können etwa 80% der Gesamtkosten erfaßt werden. Die restlichen Kosten werden unmittelbar den entsprechenden Kostenträgerbereichen zugeordnet.

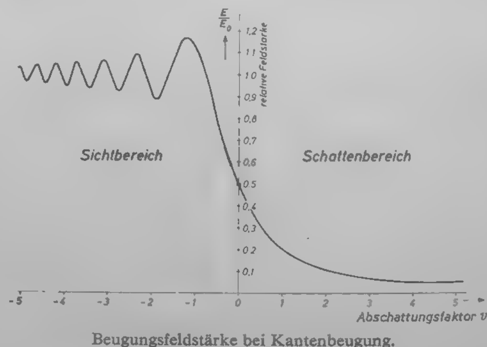
Die b. E. und die daraus abgeleiteten Entwicklungs- und Kennzahlen (z. B. Kapitalintensität, Personaleffizienz usw.) sind ein unerläßliches Mittel der Betriebskontrolle. Die b. E. bildet die Grundlage für Stückkalkulationen und andere Vollkostenrechnungen. Darüber hinaus werden aus der b. E. Daten abgeleitet, die der Vereinfachung von → Wirtschaftlichkeitsrechnungen dienen (z. B. Gemeinkostenzuschläge).

Die b. E. wird auszugsweise (Dienstzweigrechnung und Teildienstzweigrechnung Telegrafie) im jährlichen Geschäftsbericht der DBP veröffentlicht und erläutert. Als Muster ist das Rechnungsjahr 1967 herausgegriffen. Es brachte folgende Ergebnisse (die Ergebnisse der Vorjahre sind unter Pkt. IV aufgeführt:) → Tabellen S. 172 u. 173. *Meier*

Betriebszeiten der Funkübertragungswege im Überseedienst. Die F. haben eine bestimmte B., die zwischen den beteiligten Verwaltungen vereinbart wird. Bei stärkerem Verkehrsangebot sind Verlängerungen nach Absprache der beiden beteiligten Aufsichtsorgane möglich.

Bettungswiderstand → Isolierung von Gleisen und Weichen.

Beugung. Elektromagnetische Wellen breiten sich im freien Raum geradlinig aus. Sie können jedoch auch um Hindernisse herumgreifen, wenn deren Ausdehnung nur einige Wellenlängen beträgt. Diesen Vorgang nennt man Beugung. Wie weit bei Bodenhindernissen der Schattenraum aufgehellt wird, ist abhängig von der Wellenlänge. Je größer die Wellenlänge ist, um so tiefer dringt Beugungsenergie in den



Beugungsfeldstärke bei Kantenbeugung.

Schattenraum ein. Je kleiner die Wellenlänge, um so schärfer ist der Beugungsschatten. Bei Lichtfrequenzen ist die Schattengrenze so scharf, daß sie praktisch mit der geometrischen Schattengrenze zusammenfällt. Die für die Wellenausbreitung wichtigsten Beugungsfälle sind die Kanten- oder Schneidenbeugung und die Beugung an der Erdkugel:

Bei der Kanten- oder Schneidenbeugung handelt es sich um Beugung an einer Halbebene mit einer scharfen Kante, die sich zwischen Sende- und Empfangsantenne schiebt. Scharf bedeutet, daß die Dicke

der Kanten klein gegen die Wellenlänge ist. Theoretisch müßte die Halbebene parallel zur Kante nach beiden Seiten, senkrecht zur Kante nach einer Seite eine unendliche Ausdehnung haben. Im allgemeinen genügt es jedoch, daß die Ausdehnung groß gegen die Wellenlänge ist, was bei Bergen und großen Häusern häufig gegeben ist. Da im praktischen Fall beugende Hindernisse immer auf der Erde stehen, ist die Bedingung, daß die Halbebene in Richtung senkrecht zur Kante eine unendliche Ausdehnung besitzt, immer erfüllt.

Die Beugungsfeldstärke läßt sich bei der Kantenbeugung mit der Fresnelschen Beugungstheorie exakt berechnen. Das Bild zeigt die Beugungsfeldstärke E in der Beugungszone, bezogen auf die Feldstärke E_0, die ohne beugende Kante, d. h. bei Freiraumausbreitung vorhanden wäre. Als Parameter dient der Abschattungsfaktor v, der folgendermaßen definiert ist:

$$v = \sqrt{\frac{2h}{\lambda}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) .$$

Hierbei ist h die Höhe der Kante über (positiv) oder unter (negativ) der Verbindungslinie von Sender zum Empfänger, λ ist die Wellenlänge, α_1 ist der Winkel, den die Verbindungslinie Sender–Kante, α_2 der Winkel, den die Verbindungslinie Empfänger–Kante mit der Linie Sender–Empfänger einschließt. Die angegebene Beziehung gilt nur für kleine Winkel α_1 und α_2. Die Summe $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ wird auch Beugungswinkel genannt. Wie aus dem Bild zu ersehen ist, nimmt im Schattenraum (h bzw. v positiv) die Beugungsfeldstärke mit wachsendem v monoton ab. An der Schattengrenze wird bereits die Hälfte der Feldstärke durch die Halbebene bzw. den Schirm abgedeckt. Im Lichtraum (h bzw. v negativ) strebt die Feldstärke oszillierend um den Wert 1 dem Grenzwert 1 der Freiraumausbreitung zu. Dieses etwas überraschende Ergebnis erklärt sich aus der teilweisen Abdeckung der → Fresnelzonen durch den Schirm. Da sich der Energieinhalt der ungeraden Fresnelzonen im Empfangspunkt zur Gesamtenergie addiert, derjenige der geraden jedoch von der Gesamtenergie subtrahiert, wird sich jedesmal, wenn der Schirm an die Grenze eines Fresnelellipsoids von ungerader Ordnung herankommt, ein Maximum der Feldstärke einstellen. Die Maxima nehmen mit wachsender Ordnungszahl der Fresnelellipse schnell ab, weil ihr Energieinhalt, bezogen auf den Empfangspunkt, immer kleiner wird.

Für die Praxis spielt die Beugung an der Erdkugel eine wichtige Rolle. Bereits mit dem Eintauchen der Erdkugel in die 1. Fresnelzone macht sich der Beugungseffekt durch Beugungsverluste in der Empfangsfeldstärke bemerkbar. Erst recht ist dies natürlich der Fall bei streifendem Einfall. Die Feldstärke sinkt hier nicht auf die Hälfte oder um 6 dB unter Freiraum wie bei der Kantenbeugung, sondern je nach verwendeter Frequenz und Rauhigkeit der Erdoberfläche um 10 bis 20 dB. Je tiefer man in den Erdschatten gelangt, desto größer werden je nach Frequenz die Beugungsverluste. Vom Längstwellen- bis Mittelwellenbereich hat die am Erdboden begrenzte Welle, die → Bodenwelle, eine große Bedeutung. Bei kürzeren Wellen tritt ihre Bedeutung zurück, da troposphärische Effekte wie Reflexion an troposphärischen Schichten oder Streuung an der turbulenten Troposphäre die Beugungseffekte überdecken. Die exakte Berechnung der Beugung an der glatten Erde findet sich bei H. Bremmer: Terrestrial Radio Waves, New York 1949. *Schmeller*

Beugungszone → troposph. Wellenausbreitung.

Beverageantenne → Langdrahtantenne.

bevorrechtigte Anlagen → Kollisionsrecht 2.2.

beweglicher Betriebsfunk. Ein Sprechfunk, der von bestimmten Benutzergruppen im Rahmen des → nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienstes zwischen einer festen und einer oder mehreren beweglichen Betriebsfunkstellen oder zwischen beweglichen Betriebsfunkstellen untereinander auf Frequenzen im Ultrakurzwellen-Bereich durchgeführt wird. Die Benutzergruppen sind unterteilt nach:

1. Gewerbliche Unternehmen und Behörden, die gleichberechtigt ihren Sprechfunkverkehr auf Gemeinschaftsfrequenzen → Frequenz (Funk) abwickeln.
2. Kraftdroschken- und Mietwagenunternehmen.
3. Unternehmen der vor- und nachstehend genannten Art, soweit sie ausschließlich tragbare Sprechfunkanlagen benutzen.
4. Industrie- und Nahverkehrsbetriebe, deren Interessenvertretung zur Beratung bei der Frequenzplanung, Frequenzzuteilung und Verwendung von Funkanlagen durch die »Arbeitsgemeinschaft Betriebsfunk für Industrie- und Nahverkehr« (ABIN) wahrgenommen wird. Zur ABIN gehören »Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe« (VÖV), »Arbeitsgemeinschaft Industrieller Betriebsfunk« (AIB) und »Bundesverband Deutscher Eisenbahnen« (BDE).
5. Energie-Versorgungsunternehmen (EVU), deren Interessenvertretung in der Beratung bei der Frequenzplanung, Frequenzzuteilung und Verwendung von Funkanlagen durch die »Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke« (VDEW) wahrgenommen wird.
6. Sonstige Unternehmen und Behörden (Rundfunkanstalten, Flughafengesellschaften, Bundesanstalt für Flugsicherung, Wasserstraßenbehörden u. a. m.), deren Betriebsbelange nicht die Benutzung von Gemeinschaftsfrequenzen nach 1. ermöglichen. *Binz*

bewegliche Funkdienste. → Funkdienst(e) zwischen beweglichen und ortsfesten Funkstellen oder zwischen beweglichen → Funkstellen. Man unterscheidet als Hauptgruppen:

beweglicher → Seefunkdienst,
beweglicher → Flugfunkdienst,
→ öffentlicher beweglicher Landfunkdienst.

Beweglichkeit von Ladungsträgern → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Bewegtziel-Anzeige. (Moving target indication = MTI). Radarechos von sich (mit einer Radialkomponente der

Geschwindigkeit bezogen auf den Radarstandort) bewegenden Radarzielen unterscheiden sich von den Festziel-Echos durch die → Doppler-Verschiebung im Rückstreusignal, bezogen auf die Radar-Sendefrequenz. Für zweimaliges Durchlaufen der Strecke vom Radar zum Ziel (und zurück!) gilt für die Dopplerverschiebung angenähert die Beziehung

$$\Delta f = \frac{2 \cdot v_{rad}}{c} \cdot f_0 ,$$

wenn v_{rad} = Radialkomponente der Zielgeschwindigkeit bezügl. des Radargerätes, c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Radarwellen (praktisch gleich 300 000 km/s), f_0 = Arbeitsfrequenz des Radargerätes sind. Man unterscheidet:

1. Analog-MTI-Verfahren mit Löschungs-Schaltungen im Video- oder Zwischenfrequenz-Kanal.
2. Digital-MTI-Verfahren.

Bei den Analog-MTI-Verfahren mit nichtkohärenten Radarsendern (z. B. Magnetrongeneratoren, die von Puls zu Puls mit beliebiger Phase neu anschwingen müssen) muß im Radargerät eine Bezugsphase durch zwei Oszillatoren, Stalo (= stable local oscillator) und Coho (= coherent local oscillator) sichergestellt werden; mit kohärentem Radarsender wird dagegen die Bezugsphase durch den eigenen »Mutter-Oszillator« gegeben, dessen Ausgangssignal getastet und ggf. verstärkt werden kann.

Die Unterdrückung von Festziel-Echos (→ subclutter-visibility) erfolgt durch phasenrichtige Gegenschaltung eines Signals entsprechend dem Sende-Signal, wobei eine Signalspeicherung um eine Pulsfolgeperiode z. B. in einer Ultraschall-Verzögerungsleitung erfolgt. Je nach gewünschtem Auslöschungsgrad erfolgt Löschvorgang über nur eine oder über mehrere Pulsperioden.

Bei einem Digital-MTI-Verfahren wird das Ausgangssignal des Radarempfänger-Phasendetektors zu einem Digitalwort umgeformt. Jedes derartige Digitalwort gibt Amplitude und Phase des Empfangssignals wieder. Das Digitalwort für jedes Entfernungsinkrement wird in einem Digitalspeicher festgehalten bis zur nächsten Pulsperiode. Nach Subtraktion der gespeicherten Digitalworte wird in einem Digital-Analogwandler ein Signal zur Anzeige im Radar-Sichtgerät erzeugt. Ein Digital-MTI gestattet gegenüber Analog-MTI-Verfahren bessere Löschergebnisse von Festzielen zu erreichen, allerdings mit größerem Aufwand. *Rehbock*

Bewegung, gradlinige, krummlinige → Dynamik.

Bewegungsgröße (Impuls) → Dynamik.

Bewehrung (früher auch mit Armierung bezeichnet) dient dem mechanischen Schutz der Kabelmäntel. Mechanische Bedingungen: Bewehrung aus Stahlband, Flachdraht oder Runddraht. Liegen keine Zugbeanspruchungen vor, so könnte Stahlbandbewehrung verwendet werden; diese kommt jedoch nur noch zur Anwendung, wenn die Leitungskreise eines Kabels gegen Starkstrombeeinflussung zu schützen sind; gegen Beanspruchung der Kabel auf Zug Flachdraht- oder Runddrahtbewehrung; Runddrähte werden mit Rückdrehung verseilt, um Bewehrung torsionsspannungsfrei zu erhalten. Folgende Stahlbewehrungen sind postalisch üblich:

Durchmesser unter dem Mantel vom Kabel	Art und Dicke der Stahlbewertung 1	2
	in mm	
bis 10 mm	R 1,4	R 1,4
über 10 bis 30 mm	2 B 0,5	F 0,8
über 30 bis 55 mm	2 B 0,8	F 1,2
über 55 mm	2 B 1,0	F 1,4

(es bedeutet: R = Runddraht; F = Flachdraht; B = Stahlband mit Masse übergossen).

Spalte 1 für starkstrombeeinflußte Außenkabel (sofern nicht eine Sonderbewehrung erforderlich), Spalte 2 für Außenkabel allgemein (ausgenommen starkstrombeeinflußte Kabel), bewehrte Röhrenkabel, Brückenkabel. Bei Bewehrung aus mehreren Lagen Stahlband darf der Raum zwischen den Windungen jedes Bandes nicht größer sein als ein Drittel der Bandbreite, jedes folgende Band soll den Raum zwischen den Windungen des vorhergehenden Bandes nach beiden Seiten ausreichend überdecken. Bewehrungs-Flachdrähte dürfen nicht scharfkantig sein, müssen gut aneinander schließen. Drahtbewehrte Kabel können über Bewehrung offene Gegenwendel aus Stahlband von mindestens 0,3 mm Dicke besitzen. Stahldrähte, auch ggf. vorhandene Gegenwendel, müssen stark verzinkt sein bei allen Kabeln ohne äußere Schutzhülle. Außenkabel mit Kunststoff-, Aluminium- oder Stahlwellmantel als normale Erd- und Röhrenkabel ohne Bewehrung. In Verbindung mit metallischem Mantel dient Bewehrung u. U. als Schutz gegen elektrische Beeinflussung durch parallel laufende Starkstrom- oder Hochspannungsfreileitungen, besonders bei Erdschluß oder Doppelerdschluß in den Starkstromanlagen. Kabelmäntel mit hoher elektrischer Leitfähigkeit (z. B. aus Aluminium) und hochpermeables Bewehrungseisen ergeben günstigen Reduktionsfaktor und setzen fremd induzierte Spannungen in den Kabelleitern herab (→ Seekabelaufbau). *Knebel*

Bewehrung von Fernmeldekabeln, Fertigung. Zweck und Art der B.: Stahlbänder werden mit kurzem Schlag mit einer Lücke von nicht mehr als 1/3 der Bandbreite zwischen zwei Windungen auf das blanke Fernmeldekabel (F.) mit der inneren Schutzhülle aufgebracht. Oberes Band soll diese Lücke überdecken. Rund- und Flachdrähte werden dicht nebeneinanderliegend mit langem Schlag auf das blanke F. mit innerer → Schutzhülle aufgeseilt. Die innere Schutzhülle schützt den F.-Mantel mechanisch und gegen Korrosion. Die auf die B. folgende äußere Schutzhülle hat die gleiche Aufgabe gegenüber Stahl-B. F. werden auf F.-Armierungsmaschinen (B.-Maschinen) bewehrt. Eine Fertigungsstraße bringt innere Schutzhülle, B. und äußere Schutzhülle in einem Arbeitsgang auf. Die Straße besteht aus Ablaufbock, Massekästen, Papier- und Jutespinnern, Stahlbandspinnern — bei Draht-B. Verseilkorb für B.-Drähte — Kreidespülkasten, Abzugscheibe, Aufwickelei, Antrieb und Steuerung. In den Massekästen wird Masse elektrisch beheizt und mit Schöpfrad, Schnecke oder Zahnradpumpe in der beheizten Tränk-

wanne über das F. gespült. Wichtig ist die Absaugung der Massedämpfe. Anschließend werden je nach Aufbau der inneren Schutzhülle vorgetränkte Papier- oder Kunststoffbänder mit Tangentialspinnern überlappend aufgesponnen. In der Fertigungsstraße folgen dann ein Massebehälter und die Bandspinner (Tangentialspinner). Da Stahlbandringe bis 80 kg wiegen, müssen diese Spinner robust sein. Die Ablaufbremsung der Stahlbänder wird durch Abtastrollen zugabhängig



Bild 1. Bewehrungsmaschine für Rund- und Flachdrähte.

eingestellt. Ein stufenlos regelbares Getriebe treibt über Zahnketten Spinner an. Die Stahlband-B. wird in anschließendem Massebad mit Masse überflutet. Der in der Straße folgende Jutespinner bringt geschlossene Lage Jutegarne auf. Der Spinnerkopf muß für F. großen Durchmessers bis zu 100 Jutespulen aufnehmen können. Nach der nun folgenden Masseschicht erhält das F. einen nichtklebenden Überzug, der Aneinanderkleben der lagenweise auf der

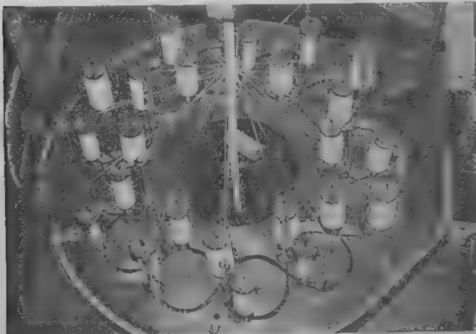


Bild 2. Flechtmaschine für Textilfäden.

Liefertrommel aufgewickelten F.-Windungen verhindert. Dazu wird in einem Kreidespülkasten ein Kreideüberzug aufgebracht. In diesem fördert ein Schöpfrad das mit Schlämmkreide vermischte Wasser in die F.-Tränkrinne. Eine Abzugscheibe, angetrieben von der Hauptwelle, zieht das F. durch die gesamte Fertigungsstraße. Es wird sodann auf die Liefertrommel aufgewickelt. Außer der eigentlichen B.-Einrichtung ist die Fertigungsstraße für B. mit Rund- und Flachdrähten die gleiche wie für Stahlband-B. Für F. größeren Durchmessers muß der Verseilkorb eine ausreichende Anzahl von Jochen für die für das F. erforderlichen B.-Drähte haben. Die Verseileinrichtung für Drähte erfordert einen Verseilkorb mit den darauf angeordneten Jochen für die Drahttrommeln, die Rückdreheinrichtung, Verseilscheibe, Nippelbock und Antrieb. Verseilkorb ist je nach zu bewehrenden F.-Typen für Aufnahme von 30 bis 60 Trommeln für B.-Drähte eingerichtet. Runddrähte werden mit Rückdrehung, Flachdrähte dagegen ohne Rückdrehung aufgebracht, damit diese stets mit der breiten Auflagefläche auf innerer Schutzhülle ruhen und nicht etwa hochkant stehend die innere Schutzhülle beschädigen. Die Rückdreheinrichtung muß bei Flachdrähten abgeschaltet werden. Der Verseilkorb enthält mehrere Jochkränze für Joche und wird auf Tragrollen abgestützt. Es folgt dann die Verteilscheibe für B.-Drähte. Für glattes Verseilen der Drähte am Verseilpunkt sorgt der Führungsnippel im Nippelbock.

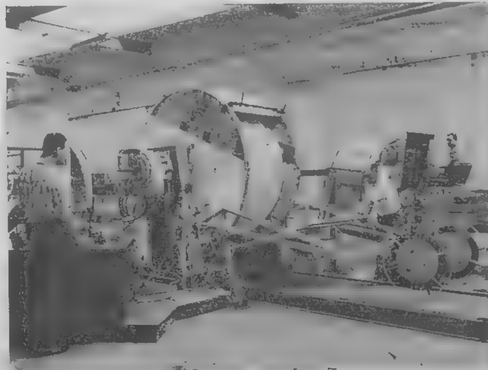


Bild 3.
Maschine für die nagellose Verschalung von Kabeltrommeln.

Der Verseilkorb wird durch das Zahnradgetriebe mit Kupplung durch Antriebswelle angetrieben. Bei einigen F.-Typen ist eine hauptsächlich der Zugentlastung dienende leichte B., ein Drahtgeflecht, üblich. (Installations-F. mit Zugentlastung, VDE 0815/5. 67, Tafel 1, Nr. 5, und Gruben- und Schacht-F., VDE 0816/6. 64, Tafel 3, Nr. 11 bis 14.) Flechtmaschinen bringen dieses aus flachen feuerverzinkten oder verzinnten Stahldrähten bestehende Geflecht auf F. mit PVC-Innenmantel auf. Darüber befindet sich eine äußere PVC-Schutzhülle. Flechtmaschinen sind senkrecht aufgebaut.

Flechtmaschinen haben einen Tisch mit eingearbeiteten Nuten, durch welche Klöppel mit Textilfäden oder Stahldrähten durch sinnvollen Antrieb bewegt werden. Während das F. langsam abgezogen wird, laufen Klöppel um das F. und kreuzen den Flechtdraht einmal über und dann wieder unter dem nächsten Gegendraht. Über Flachdrahtgeflecht wird im nächsten Arbeitsgang die äußere PVC-Schutzhülle aufgepreßt. Nach Untersuchung der Kabel im Prüffeld werden sie auf Liefertrommeln für den → Versand von Kabeln fertiggemacht. Diese werden mit Brettern

oder Bohlen verschalt. Im allgemeinen werden Verschalbretter von Hand mit Nägeln und Stahlbändern auf Trommelwänden befestigt. Die neuerdings (in den USA bereits seit Jahren verwendete) nagellose Verschalung wird maschinell durchgeführt. Die Verschalbretter werden an den Enden entsprechend der Breite der Trommelwände etwas abgefräst, damit sich Bretter nicht nach außen verschieben können. Die Bretter werden auf Wände der sich langsam drehenden Liefertrommel gepreßt und mit Spannstahlbändern befestigt. Die Bearbeitung der Bretter ist zwar kostspieliger, das Aufbringen ist aber wesentlich wirtschaftlicher. Bei nagelloser Verschalung wird die Beschädigung der aufgewickelten F. vermieden. Die Entschalung ist einfacher. Dabei werden die Verschalbretter nicht beansprucht.

Literatur: M. Klein, Kabeltechnik, Springer-Verlag, Berlin 1929 — Dr. W. Ehlers u. Dr.-Ing. H. Lau, Kabelherstellung, Springer-Verlag, Berlin 1956 — K. Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, 2. Aufl., Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar 1959 — J. Artbauer, Kabel und Leitungen, Wissenschaftliche Bearbeitung der deutschen Ausgabe, Berlin 1961, Dr.-Ing. W. Woboditsch, Berliner Union Stuttgart, VEB-Verlag Technik, Berlin 1961 — L. Collet, M. Troublé, J. Orsini, H. Pech, R. Roch, P. Vergès, La protection des câbles, enveloppes et armures, Câbles est Transmission, Bd. 15, 1961, S. 340 bis 363 — Bestimmungen für Außenkabel für Fernmeldeanlagen, VDE 0816/6. 64, VDE-Verlag Berlin. *Leichsenring*

Bewehrungsmaschine → Bewehrung von Fernmeldekabeln.

Bewertungsfilter ist ein Netzwerk, dessen → Dämpfung sich mit der Frequenz nach einem vorgegebenen Gesetz ändert, insbesondere nach den vom CCITT vorgeschlagenen → Bewertungskurven (→ Geräuschspannungsmesser).

Bewertungskurven, psophometrische Kurven → Geräusch.

Bewertungsrichtlinien → Dienstpostenbewertung.

Bewicklung und Innenmantel. Über die Verseilelemente eines Kabels wird aus mechanischen und elektrischen Gründen eine Bewicklung oder ein Innenmantel aufgebracht, und zwar: Ortskabel mit Papierisolierung: mehrere Lagen Papierband; Ortskabel mit Polyäthylenisolierung: Kunststoffband und Innenmantel aus Polyäthylen; Ortskabel mit Polyäthylen-Zellisolierung: wie vor; Bezirks- und Fernkabel mit Papierisolierung: mehrere Lagen Papierband; Trägerfrequenz-Bezirks- und Fernkabel mit Papierisolierung: mehrere Lagen Papierband (ggf. saugfähig); Trägerfrequenz-Fernkabel mit Kunststoffisolierung: mehrere Lagen saugfähiges Papierband. Die Dicke der Bewicklung aus Papierbändern ist 0,75 mm; die Wanddicke des Innenmantels ist je nach Seelendurchmesser 1,2 bis 2,2 mm.

Bewitterung. Korrosionsversuch zum Ermitteln des Korrosionsverhaltens von Werkstoffen in der Atmosphäre. Wird die Probe allen Einwirkungen der Witterung (Regen, Schnee, Staub, Frost, Tau) frei ausgesetzt, so spricht man von Freibewitterung.

Literatur: DIN 50 900, 1960, Nov. 1960.

bezahlte Sprechzeit. Um den Ausnutzungsgrad einer Leitung auszudrücken, spricht man von der während der Hauptverkehrsstunde sich ergebenden »bezahlten S.«. Diese ist kleiner als 60 min, kleiner als die Belegungszeit und etwas größer als die wirkliche Gesprächszeit.

Bezahlung bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP → Rechnung.

Bezeichnen und Benummern von Kabellinien. Den Kabellinien werden Nummern derart zugeordnet, daß man daraus die vorwiegende Betriebsart erkennen kann und für die Schaltaufträge eine Auswertung nach dem Lochkartenverfahren möglich ist. Niederfrequenz-(NF-) und Trägerfrequenz-(TF-)Fernkabellinien mit ihren Abzweigungen führen dreistellige Nummerngruppen. NF- und TF-Verbindungskabel im Fernliniennetz (Zubringerkabel von Verstärkerstellen (VrSt) oder Vermittlungsstellen (VSt) nach Richtfunkstellen oder besonderen VSt sowie Verbindungskabel von VrSt des öffentlichen Netzes (früher mit Ortsfernkabel [OFk] und Trägerfrequenz-Ortsfernkabel [TFOFk] bezeichnet) werden mit fünfstelligen Nummern gekennzeichnet; diese bestehen aus einer besonderen Kennziffer für Verbindungskabel, der jeweiligen OPD-Kennzahl (zweistellig) und aus der zweistelligen laufenden Nummer. NF- und TF-Bezirkskabel erhalten in allen OPD-Bezirken einheitliche dreistellige Nummerngruppen; bei überbezirklicher Leitungsführung und im Verkehr mit außerbezirklichen Dienststellen wird die OPD-Kennzahl davorgesetzt sowie eine besondere Bezirkskabel-Kennziffer; innerhalb des OPD-Bezirks können die ersten drei Ziffern weggelassen werden. Die Verbindungskabel für den Ton- und Fernsehrundfunk (TnVk und TVVk) erhalten eine fünfstellige Nummer, beginnend mit einer besonderen Ziffer; dann folgt die zweistellige OPD-Kennzahl, der sich die zweistellige laufende Kabelnummer anschließt. Ortsverbindungskabel (OVk) für NF- oder TF-Betrieb, die nur dem Ortsverkehr zwischen den VSt eines Ortsnetzes dienen, fallen nicht unter diese Regelung. *Knebel*

Bezeichnung des verlangten Anschlusses. Der Anmelder soll den verlangten Anschluß mit dem Namen des Ortsnetzes (ON), wie es im amtlichen Fernsprechbuch verzeichnet ist, und der Rufnummer (RufNr) bezeichnen. Anmeldungen, bei denen das verlangte ON nur durch die Ortsnetzkennzahl bezeichnet wird, werden jedoch nicht abgelehnt; das gilt besonders im → Auslandsferndienst. Hierbei muß zusätzlich das gewünschte Land mit angegeben werden. Der Anmelder kann zwei RufNrn für den Verlangten angeben, im Inlandsdienst auch eine bestimmte Nebenstelle. Die Gebührenpflicht beginnt mit der Meldung der Hauptstelle. Im Auslandsferndienst sind Gespräche mit einer Nebenstelle stets → V-Gespräche.

Bezeichnung und Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld.

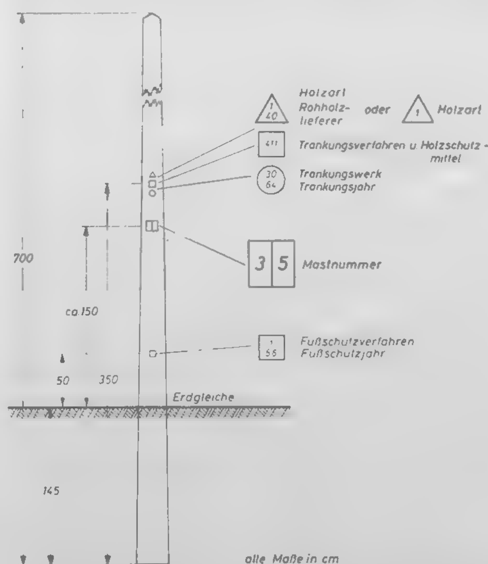
1. Die einzelnen Fernleitungsbündel werden mit der vollständigen Ortsnetzkennzahl (ONKz) oder mit Teilen davon bezeichnet. Bündel zu Endvermittlungsstellen sind mit der vollständigen, Bündel zu Knotenvermittlungsstellen mit den ersten drei Ziff., Bündel zu Hauptvermittlungsstellen mit den ersten beiden

Ziff. und Bündel zu Zentralvermittlungsstellen mit der ersten Ziff. der ONKz zu kennzeichnen. Diese Art der B. weist bereits durch die Stellenzahl eindeutig auf die Aufgabenstellung der Gegenstelle hin. Fernwahlleitungen (Fwl) auf Zentralgruppenwähler des eigenen Bereichs oder auf Hauptrichtungswähler werden mit der Ziff. »0« bezeichnet. Jede Fernleitung eines Bündels wird mit der letzten Ziff. des Schaltauftrages, der Ordnungsnummer, bezeichnet. Die Durchgangsfähigkeit der Leitungen (L) in der Gegen-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVSt Hand) ergibt sich aus der Ziffernzahl (ein- und zweiziffrige sind durchgangsfähig), die in der eigenen FernVStHand — sofern nicht alle L. durchgangsfähig sind — mit roter Schrift symbolisiert werden muß. Bei Fwl wird die Ordnungszahl mit einem schwarzen Kreis umgeben. Die wechselseitig betriebenen → Rufleitungen (Rl) erhalten einen Diagonalstrich. Die Betriebsbereitschaft wird durch einen oder durch zwei Punkte symbolisiert. Die Fernleitungen eines Bündels werden so von links nach rechts geordnet, daß folgende Reihenfolge entsteht: Fwl in der eigenen FernVStHand nicht durchgangsfähig, Fwl in der eigenen FernVStHand durchgangsfähig, Rl abgehend betrieben, in der eigenen FernVStHand nicht durchgangsfähig, Rl abgehend betrieben, in der eigenen FernVStHand durchgangsfähig, Rl wechselseitig betrieben, in der eigenen FernVStHand nicht durchgangsfähig, Rl wechselseitig betrieben, in der eigenen FernVStHand durchgangsfähig.

Durch diese Anordnung wird die optimale Ausnutzung bei niedrigsten Bemessungswerten (→ Bemessung der Tätigkeiten) im Zusammenhang mit dem → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen erreicht.

2. Die Fernleitungsbündel — ausgenommen Fwl auf Zentralgruppenwähler bzw. Hauptrichtungswähler — sind nach Kennzahlen geordnet, mit der kürzesten und niedrigsten Kennzahl links oben beginnend, von links nach rechts fortlaufend in das Vielfachfeld (V.) einzuordnen. Die Bündel in das eigene Zentralvermittlungsstellen-Gebiet sind unter Wahrung des angegebenen Ordnungsprinzips stets in den unteren Teil des V. gesondert aufzunehmen. Wahleinstiege auf den eigenen Knotengruppenwähler (KGW) sind mit der Hauptvermittlungsstellen-Kennzahl zu versehen, Einstiege auf Endvermittlungsstellen-Wähler (EGW) mit deren Kennzahl zu beschriften. L. des → öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes werden mit dem Teilnehmergruppenkennzeichen und dem Kurzzeichen des Funkverkehrsbereiches (→ öffentlicher beweglicher Landfunkdienst) gekennzeichnet. Sie sind als erste L. links unten in das V. aufzunehmen. *Trommer*

Bezeichnungsnägel für Fernmeldemaste kennzeichnen u. a. durch verschiedene Formen und Ziffernangaben Holzart, Tränkungsart, Lieferanten und Tränkungsjahr. Das Lieferwerk schlägt die B. nach Tränken in festgelegter Entfernung oberhalb des Mastfußendes senkrecht untereinander ein. Form und Beschaffenheit nach der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Zeichnung 737 911 1 Wz 1—4: Werkstoff St III 23, 1,5 mm entgratet, verzinkt. Ein dreieckiger B. kennzeichnet → Holzart bzw. Holzart und Lieferant, im letzten Fall oben die Ziffer f. Holzart, darunter die Ziffer f. Holzlieferanten. Ein runder B. trägt Jahreszahl (letzten zwei Ziffern) und Ziffer des Tränkwerks. Ein viereckiger B. kennzeichnet → Tränkungsverfahren und → Holzschutzmittel. Die Ziffern



für Tränkungsverfahren und Holzschutzmittel werden auf einem viereckigen B. nebeneinander kombiniert: z. B. 411 bedeutet Mast im Trogsaugverfahren (4) mit Basilit UAS (11) getränkt. Ein viereckiger B. gibt das Fußschutzverfahren und das Fußschutzjahr an. Lage der B. s. Bild.

Bezirksbauführer → Ämter des Fernmeldewesens.

Bezirksbeamte werden im Bereich der DBP bei den → Oberpostdirektionen als Außenbeamte für spezielle Aufgaben eingesetzt. Im Fernmeldewesen gibt es:

1. Bezirksaufsichtsbeamte F, zugleich B. für Personalfeststellung,
2. B. für Telegrafentechnik,
3. B. für Ton- und Fernsehübertragungen und
4. B. für Übertragungstechnik.

Die B. unterstehen dem fachlich zuständigen Referenten (→ Referat).

Bezirksfernsprechverbindungen der DB sind Verbindungen von einer Länge bis zu etwa 50 km, in die mehrere Zwischenstellen eingeschaltet sind. Sie dienen dem Sprechverkehr mit kleinen Bahnhöfen, ohne eigene Wählvermittlung (Basa = Bahnselbstanschlußanlage) und ohne unmittelbaren Anschluß an eine benachbarte Basa. Auf Nebenbahnen dienen sie auch unmittelbar der Betriebsführung. In ihrer Technik unterscheidet man: OB-(Ortsbatterie-)B., OB-B. mit Wahlzusatz und Basa-B. Jeder Teilnehmer einer OB-B. kann die Gespräche jedes

anderen Teilnehmers der gleichen Verbindung mithören. Merkmale der OB-B. mit Wahlzusatz: Nach Tastendruck kann jeder Teilnehmer mit der Wählscheibe seines Fernsprechers in die vorgeordnete Wählanlage hineinwählen. Teilnehmer derselben OB-B. mit Wahlzusatz können sich gegenseitig nicht anwählen, sondern rufen sich mit ihrem Induktor mit Morsezeichen. Vom Wählnetz her werden Teilnehmer einer OB-Bezirksverbindung mit Wahlzusatz ebenfalls mit ihren Morsezeichen (Punkt = 3, Strich = 9) gerufen. Kein Belegtzeichen; durch Horchen und Fragen muß sich Teilnehmer überzeugen, ob die Verbindung frei ist.

Merkmale der Basa-B: Vollselbsttätiger Verbindungsaufbau durch Wahl; Einzelanruf der gewählten Stelle mit Geheimsprechen; an jeder Sprechstelle Belegtanzeiger durch Schauzeichen, wenn die Verbindung durch einen Teilnehmer belegt ist; Aufschalte- und Trennmöglichkeit für dringende Fälle durch Aufschaltetaste; Sammelruf für alle bzw. Gruppenruf für bestimmte Teilnehmer; Unterteilen der Verbindung in mehrere Abschnitte durch Kupplungsübertragungen; Abriegelung der Sprechstellen durch Übertrager; induktive Stromstoßgabe; Zahl der Anschlußstellen je Verbindung etwa zehn; bei Verwendung von Kupplungsübertragungen zehn Anschlußstellen je Abschnitt; Unterteilung einer Verbindung in maximal 4 Abschnitte möglich.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1953.

Leitenberger

Bezirksfernwahl. Veraltete Bezeichnung für den »vereinfachten → Selbstwählferndienst (vSWFD)«.

Bezirkskabel. Von 1942 bis 1945 wurden mit B. (→ Fernleitungskabel) diejenigen Kabel bezeichnet, die im Anschluß an das Fernkabelnetz von den Verteilfernämtern (VF) oder Durchgangsfernämtern (DF) nach den Endfernämtern (EF) oder zwischen den EF ausgelegt wurden und grundsätzlich ohne Aufbauänderung von Fernamt zu Fernamt durchliefen. In den B. wurden nach der damaligen Netzgestaltung kürzere Fernleitungen, Netzgruppenhauptleitungen, die zu den VF führenden Zubringerfernleitungen und Leitungen der Sondernetze geführt. Außerdem wurden die Netzgruppenmittelpunkte des Selbstwählferndienstes ohne eigenes handbedientes Fernamt wie die EF über B. an das Fernkabelnetz angeschlossen. Die Kabel wurden in Dieselhorst-Martin-(DM-)Verseilung hergestellt und grundsätzlich mittelschwer (140/56 mH) bespult. Die Rundfunkpaare waren mit 12 mH bespult.

Es gab 4 gemischtpaarige DM-(Dieselhorst-Martin-) verseilte Kabelformen mit je 4 geschirmten Rundfunkpaaren (Paare in Metallfolie PiMF) und 6 gemischtpaarige St-(Stern-)verseilte Kabelformen:

DM-verseilte Formen:

Gesamt DA	0,9 mm ∅ DA	1,4 mm ∅ DA	PiMF
46	8	34	4
66	32	30	4
88	26	58	4
108	32	72	4

St-verseilte Formen:

Gesamtzahl DA	0,9 mm ∅ DA	1,4 mm ∅ DA
20	—	20
20	20	—
42	20	22
42	40	2
70	40	30
100	40	60

Seit 1945 werden Fernmeldekabel für den Sprechverkehr von Ort zu Ort mit Ausnahme des Weitverkehrs (→ Fernkabel) als Bezirkskabel (Bzk) bezeichnet. In B.-Anlagen können geführt sein:

1. Fernsprechleitungen; diese können sein nach der elektrischen Ausnutzung: 1.1. niederfrequent betriebene Leitungen, 1.2. Trägerfrequenz-(TF-)Grundleitungen, d. h. Leitungen, auf denen TF-Systeme eingesetzt werden; nach dem Verwendungszweck: 1.3. Knotenvermittlungsleitungen (Kl) zwischen Knotenvermittlungsstellen (KVSt) und Hauptvermittlungsstellen (HVSt), Endvermittlungsleitungen (El) zwischen Endvermittlungsstellen (EVSt) und KVSt, 1.4. Querleitungen (Ql) zwischen KVSt, EVSt und KVSt einer HVSt bzw. Zentralvermittlungsstellen (ZVSt). Ql können bei großen Entfernungen von den Bzk in das Weitverkehrsnetz übergehen.

2. Ton-(TN-) und Fernseh-(TV-)Übertragungswege;

3. Mietleitungen für Sonderzwecke;

4. Telegrafenleitungen für Wechselstromtelegrafie (WT) oder Gleichstromtelegrafie (GT) — letztere in Achter- oder Viererschaltung —;

5. Sonstige Leitungen (z. B. für Signalzwecke).

Zu den B. gehören: Kabelart und -form	Verwendung in der Linie
1. Bezirkskabel (Bzk) mit Cu-Leitern 0,8 oder 0,9 oder 1,2 oder 1,4 mm ∅ in Dieselhorst-Martin-(DM-)Verseilung oder mit Cu-Leitern 0,6 mm ∅ in Stern-(St-)III-Verseilung; mit Cu-Leitern 0,9 oder 1,2 mm ∅ in StI-Verseilung; in Sonderfällen auch mit Cu-Leitern 1,4 mm ∅ als Paar in Metallfolie (PiMF) oder 1,2 mm ∅ als TF-St-Viererseile (VS).	Niederfrequenz-(NF-)Bzk.
2. Trägerfrequenz-B. (TFBzk) mit Cu-Leitern 1,2 mm ∅ in TF-St-Verseilung und Koaxial-Fernkabel-(KxFk-) Formen.	Trägerfrequenz-(TF-)Bzk.
3. Fernseh-Verbindungskabel mit Koaxialpaaren (KxP), 2,6/9,5 mm.	Fernseh-Verbindungskabel (TVVk).
4. Rundfunkkabel (Rfk) mit Cu-Leitern 0,9 oder 1,4 mm ∅ als (PiMF).	Ton-Verbindungskabel (TNVk).
5. Aufteilungs-B. (AtBzk) mit Cu-Leitern 0,6 mm ∅ in DM-Verseilung oder als PiMF.	—

Zu den B. gehören: Kabelart und -form	Verwendung in der Linie
6. Trägerfrequenz-Aufteilungs-B. (TFAtBzk) mit Cu-Leitern 0,6 mm ∅ in TF-St-Verseilung.	—

Neben B. mit Leitern gleichen Durchmessers (einheitlicher Aufbau) gibt es B. mit Leitern verschiedener Stärke (gemischtpaarige B.).

1. Bzk mit einheitlichem Aufbau (Kurzzeichen siehe → Fernsprech-Kabel unter 5.). Bzk mit 0,8 mm Kupferleitern und VS 1 mit Tietgenschutz (Ti), mit Bleimantel (PM-Röhrenkabel und PMbc-Erdkabel) und mit Stahlwellmantel (PWE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der Doppeladern (DA): 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400 PMz (mit Erhärtungszusatz);
mit Aluminiummantel glatt (PLE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 200; mit Dehnungselementen (PLDE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 250, 300, 400.

Bzk mit 0,9 mm Kupferleitern und VS 1 mit Tietgenschutz, mit Bleimantel (PM-Röhrenkabel, PMbc-Erdkabel) und mit Stahlwellmantel (PWE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung (im Regelfall nur als Ortsverbindungskabel [OVk] und bei Bedarf als NFVk), Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 350[1]), 400[1]), 500[1]); in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 60, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300[1]);
mit Aluminiummantel glatt (PLE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung (im Regelfall nur als OVk und bei Bedarf als NFVk), Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150, 200; in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150; mit Dehnungselementen (PLDE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung (im Regelfall nur als OVk und bei Bedarf als NFVk), Anzahl der DA: 250, 300, 350, 400; in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 200, 250, 300.

Bzk mit 1,2 mm Kupferleitern und VS 1 mit Tietgenschutz, mit Bleimantel (PM-Röhrenkabel, PMbc-Erdkabel) und mit Stahlwellmantel (PWE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung (Verwendung nur als OVk), Anzahl der DA: 100, 150, 200, 250, 300; in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150;
mit Aluminiummantel glatt (PLE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung, Anzahl der DA: 100; in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100; mit Dehnungselementen (PLDE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in StI-Verseilung, Anzahl der DA: 150, 200, 250; in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 120, 150.

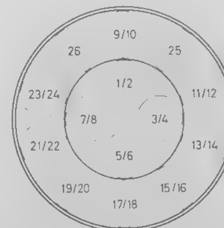
Bzk mit 1,4 mm Kupferleitern und VS 1 mit Tietgenschutz, mit Bleimantel (PM-Röhrenkabel, PMbc-Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100; mit Stahlwellmantel (PWE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 10; mit Aluminiummantel glatt (PLE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 10, 20, 30, 40, 50, 60; mit Dehnungselementen (PLDE2Y-Röhrenkabel, Erdkabel) in DM-Verseilung, Anzahl der DA: 80, 100.

Stern I-(StI-)verseilte Kabel werden nicht mehr geplant; in Ausnahmefällen werden sie als Abzweigkabel bei einer notwendigen Ergänzung bestehender Bezirkskabelanlagen mit StI-DA verwendet.

Für NFVK-Anlagen (z. B. bei örtlicher Trennung von Verstärkerstelle und Fernvermittlungsstelle) werden neben 0,6 mm oder 0,8 mm StIII-DA auch Kabelformen mit 0,9 mm StI-DA benutzt.

2. Bzk mit gemischtpaarigem Aufbau (Bilder 1—14).
Regelformen:
Bzk 26 p Reihe 3.
Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

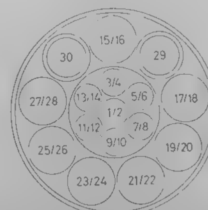
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +24 × 2 × 1,4 Cu DM	2. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +16 × 2 × 1,2 Cu TF-St + 8 × 2 × 1,4 Cu DM



25, 26 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 31,5 mm.
Wenn das Kabel in der 2. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 32,0 mm.
Bild 1. Bzk 26 p.

Bzk 30 p Reihe 2.

2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +14 × 2 × 0,9 Cu DM +14 × 2 × 1,4 Cu DM	3. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +14 × 2 × 1,2 Cu TF-St +14 × 2 × 0,9 Cu DM



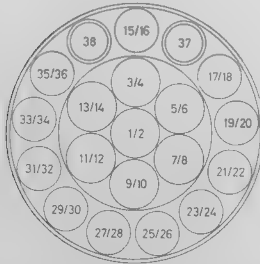
29, 30 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 29,0 mm.
Wenn das Kabel in der 3. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 30,0 mm.
Bild 2. Bzk 30 p.

[1]) PMz (mit Erhärtungszusatz).

Bzk 38 p Reihe 4.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +36 × 2 × 1,4 Cu DM	3. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +22 × 2 × 1,2 Cu TF-St +14 × 2 × 1,4 Cu DM



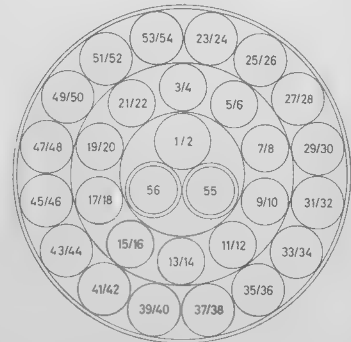
37, 38 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 38,0 mm.
Wenn das Kabel in der 3. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 38,5 mm.

Bild 3. Bzk 38 p.

Bzk 56 p Reihe 5.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +54 × 2 × 1,4 Cu DM	3. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +32 × 2 × 1,2 Cu TF-St +22 × 2 × 1,4 Cu DM



55, 56 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 44,5 mm.

Bild 5. Bzk 56 p.

Bzk 48 p Reihe 3.

2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +22 × 2 × 0,9 Cu DM +24 × 2 × 1,4 Cu DM	3. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +20 × 2 × 1,2 Cu TF-St +22 × 2 × 0,9 Cu DM + 4 × 2 × 1,4 Cu DM

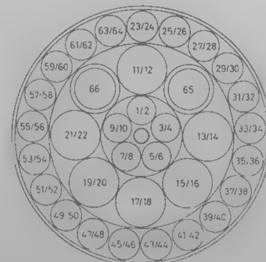


47, 48 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 36,0 mm.
Wenn das Kabel in der 3. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 36,5 mm.

Bild 4. Bzk 48 p.

Bzk 66 p Reihe 2.

2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +52 × 2 × 0,9 Cu DM +12 × 2 × 1,4 Cu DM	2. Lage mit TF-St-VS. 2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +12 × 2 × 1,2 Cu TF-St +52 × 2 × 0,9 Cu DM



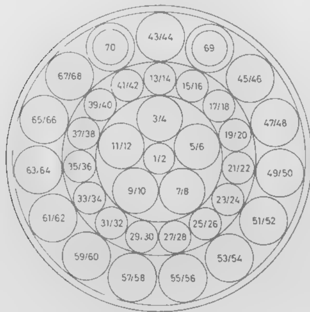
65, 66 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 36,0 mm.
Wenn das Kabel in der 2. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 36,5 mm.

Bild 6. Bzk 66 p.

Bzk 70p Reihe 4.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

	4. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +32 × 2 × 0,9 Cu DM (1 VS Ti) +36 × 2 × 1,4 Cu DM	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +26 × 2 × 1,2 Cu TF-St +32 × 2 × 0,9 Cu DM (1 VS Ti) +10 × 2 × 1,4 Cu DM

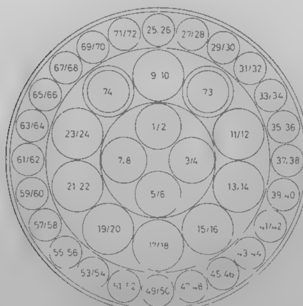


69, 70 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 42,5 mm.
Wenn das Kabel in der 4. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 43,0 mm.

Bild 7. Bzk 70p.

Bzk 74p Reihe 3.

	2. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +48 × 2 × 0,9 Cu DM +24 × 2 × 1,4 Cu DM	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +16 × 2 × 1,2 Cu TF-St +48 × 2 × 0,9 Cu DM + 8 × 2 × 1,4 Cu DM



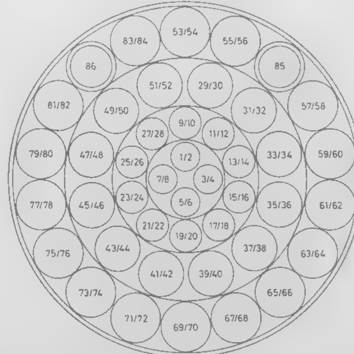
73, 74 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 40,0 mm.
Wenn das Kabel in der 2. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 40,5 mm.

Bild 8. Bzk 74p.

Bzk 86p Reihe 5.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y, PLDE2Y.

	4. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +28 × 2 × 0,9 Cu DM (1 VS Ti)	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +32 × 2 × 1,2 Cu TF-St +28 × 2 × 0,9 Cu DM (1 VS Ti) +24 × 2 × 1,4 Cu DM

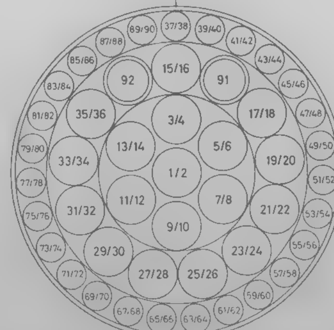


85, 86 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 49,0 mm.
Wenn das Kabel in der 4. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 50,0 mm.

Bild 9. Bzk 86p.

Bzk 92p Reihe 4.

	3. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +36 × 2 × 1,4 Cu DM +54 × 2 × 0,9 Cu DM	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti) +22 × 2 × 1,2 Cu TF-St +54 × 2 × 0,9 Cu DM +14 × 2 × 1,4 Cu DM



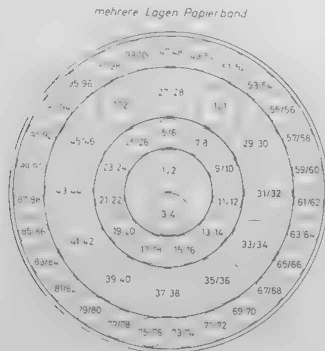
91, 92 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tietgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 46,5 mm.
Wenn das Kabel in der 3. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 47,0 mm.

Bild 10. Bzk 92p.

Bzk 102 p Reihe 3.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y, PLDE2Y.

	3. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)
+76 × 2 × 0,9 Cu DM	+20 × 2 × 1,2 Cu TF-St
+24 × 2 × 1,4 Cu DM	+76 × 2 × 0,9 Cu DM
	+ 4 × 2 × 1,4 Cu DM



101, 102 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 44,5 mm.
Wenn das Kabel in der 3. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 45,0 mm.

Bild 11. Bzk 102 p.

Bzk 132 p Reihe 4.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y, PLDE2Y.

	4. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)
+94 × 2 × 0,9 Cu DM	+26 × 2 × 1,2 Cu TF-St
+36 × 2 × 1,4 Cu DM	+94 × 2 × 0,9 Cu DM
	+10 × 2 × 1,4 Cu DM

mehrere Lagen Papierband

131, 132 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 51,0 mm.
Wenn das Kabel in der 4. Lage TF-Stern-Vierer 1,2 mm hat, Durchmesser über Kabelseele = 51,5 mm.

Bild 13. Bzk 132 p.

Bzk 120 p Reihe 5.

	3. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)
+64 × 2 × 0,9 Cu DM	+32 × 2 × 1,2 Cu TF-St
+54 × 2 × 1,4 Cu DM	+64 × 2 × 0,9 Cu DM
	+22 × 2 × 1,4 Cu DM

mehrere Lagen Papierband

119, 120 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 53,0 mm.

Bild 12. Bzk 120 p.

Bzk 134 p Reihe 3.

	2. Lage mit TF-St-VS.
2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)	2 × 2 × 1,4 Cu PiMF (Ti)
+108 × 2 × 0,9 Cu DM	+ 16 × 2 × 1,2 Cu TF-St
+ 24 × 2 × 1,4 Cu DM	+108 × 2 × 0,9 Cu DM
	+ 8 × 2 × 1,4 Cu DM

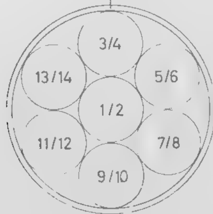
mehrere Lagen Papierband

133, 134 = PiMF 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
Durchmesser über Kabelseele = 49,0 mm.

Bild 14. Bzk 134 p.

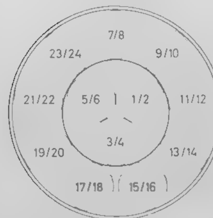
3. TFBzk (Bilder 15, 16).

Kabelbezeichnung	Kabelaufbau
TFBzk 14p PM	14 × 2 × 1,2 Cu TF-St
TFBzk 14p PMbc	wie vor
TFBzk 14p PWE2Y	wie vor
TFBzk 14p PLE2Y	wie vor
TFBzk 24p PM	24 × 2 × 1,2 Cu TF-St
TFBzk 24p PMbc	wie vor
TFBzk 24p PWE2Y	wie vor
TFBzk 24p PLE2Y	wie vor



7 TF-Stern-Vierer 1,2 mm Cu
Durchmesser über Kabelseele = 21,5 mm.

Bild 15. TFBzk 14p.



12 TF-Stern-Vierer 1,2 mm Cu
Durchmesser über Kabelseele = 29,0 mm.

Bild 16. TFBzk 24p.

TFBzk mit KxP.

Kabelbezeichnung	Kabelaufbau
KxFk 81	4 KxP 1,2/4,4 mm
KxFk 9a	6 KxP 1,2/4,4 mm
KxFk 24f	12 KxP 1,2/4,4 mm

Für TF-Systeme V 300. Kabelausführung und Kabelquerschnitte → Koaxial-Fernkabel.

4. TVVk mit KxP.

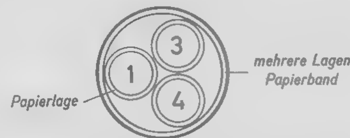
Kabelbezeichnung	Kabelaufbau
TVVk Kx AtFk 1g 1W	1 KxP 2,6/9,5 mm
TVVk Kx Ortskabel (Ok) 8-p	2 KxP 2,6/9,5 mm 2 PiMF 0,9 mm und 2 St I-VS 1,4 mm
TVVk Kx Ok 30-p	4 KxP 2,6/9,5 mm 12 PiMF 0,9 mm und 7 StI-VS 1,4 mm
TVVk Kx Ok 52-p	7 KxP 2,6/9,5 mm 15 PiMF 0,9 mm und 15 StI-VS 1,4 mm

Kabelausführung: Kx AtFk 1g 1W nur PWE2Yv. Die übrigen 3 Kx Ok PWE2Yv-, PMb- und PMbc-Kabelquerschnitte siehe → Ortskabel.

5. Rfk mit 1,4 mm Cu PiMF, für Abzweigungen von Fernkabeln (Fk) oder Bzk (Bilder 17—19).

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

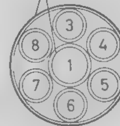
Rfk 4b.
2 × 2 × 1,4 Cu DM (Ti)
+2 × 2 × 1,4 Cu PiMF



1 — DM-Vierer 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
3—4 = PiMF 1,4 mm Cu.
Durchmesser über Kabelseele = 18,0 mm.

Bild 17. Rfk Form 4b.

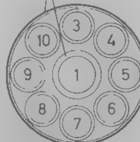
Rfk 8b.
2 × 2 × 1,4 Cu DM (Ti)
+6 × 2 × 1,4 Cu PiMF



1 = DM-Vierer 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
3—8 = PiMF 1,4 mm Cu.
Durchmesser über Kabelseele = 25,5 mm.

Bild 18. Rfk Form 8b.

Rfk 10b.
2 × 2 × 1,4 Cu DM (Ti)
+8 × 2 × 1,4 Cu PiMF



1 = DM-Vierer 1,4 mm Cu (Leiter mit Tiefgenschutz).
3—10 = PiMF 1,4 mm Cu.
Durchmesser über Kabelseele = 31,0 mm.

Bild 19. Rfk Form 10b.

Rfk mit 0,9 mm Cu PiMF.

Kabelausführung: PM, PMbc, PWE2Y, PLE2Y.

Zähl-Rundfunkpaar (RfP) der Außenlage mit Ti 4p, 14p, 30p, 52p.

6. AtBzk (Leiterisolierung: Polyäthylen [PE]).

Kabelbezeichnung	Kabelaufbau
AtBzk 6p/PiMF Kunststoff (Kst)	2 × 2 × 0,6 Cu DM 4 × 2 × 0,6 Cu PiMF
AtBzk 8p/DM/Kst	8 × 2 × 0,6 Cu DM
AtBzk 16/DM/Kst	16 × 2 × 0,6 Cu DM

Kabelquerschnitte → Aufteilungskabel.

7. TFAtBzk.

Kabelbezeichnung	Kabelaufbau
TF-AtBzk 8p/St/Kst	8 × 2 × 0,6 Cu TF-St
TF-AtBzk 16p/St/Kst	16 × 2 × 0,6 Cu TF-St

Kabelquerschnitte → Aufteilungskabel. *Knebel*

Bezirkskabelanlagen → Planung von Bezirkskabelanlagen.

Bezirkskabelbau umfaßt bei der DBP die Herstellung von neuen und die Umlegung und Umarbeitung (Umbespulung und Entspulung) bestehender Bezirkskabelanlagen. Der B. gehört zum Aufgabenbereich der Fernmeldeämter (FÄ). Nach grundsätzlicher Genehmigung durch das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) wird für die Berechnung der erforderlichen Mittel der Bauanschlag (BA) entsprechend den Vorschriften der → Fernmeldebauordnung (FBO) aufgestellt. Hierzu werden die benötigten Kabelmengen, die Anzahl der Spulenkästen oder Verstärkermuffen und das erforderliche Fernmeldezeug durch Auskunden und Aufmessen der geplanten Kabeltrasse ermittelt und die Kosten den gültigen Preislisten für Kabel, Spulen usw. entnommen. Für die an Auftragnehmer zu vergebenden Arbeiten werden die Kosten aufgrund von Leistungsverzeichnissen nach den von den Preisprüfstellen der FÄ im Rahmen der Preisbeobachtung errechneten Durchschnittspreisen berechnet. Die Leistungen eigener Kräfte werden in Stunden angegeben. Nach endgültiger Genehmigung und Bereitstellung der Mittel werden das erforderliche Material bestellt und die an Auftragnehmer zu vergebenden Arbeiten ausgeschrieben. Die Erdarbeiten zum Auslegen der Kabel werden grundsätzlich an Auftragnehmer vergeben. Entweder mit eigenen Kräften ausgeführt oder ausgeschrieben werden Montage- und Ausgleicharbeiten und das Anfertigen von → Planunterlagen. Die vergebenen Arbeiten werden durch Baubeobachter der DBP auf ordnungsgemäße Ausführung beobachtet und die ausgeführten Leistungen bescheinigt. Größere Bezirkskabelanlagen können nach Genehmigung durch das BPM auch einschließlich der Erdarbeiten an die → Deutsche Fernkabel-Gesellschaft (DFKG) vergeben werden. Die Aufstellung des Bauanschlages einschließlich der dazu erforderlichen Vorarbeiten ist dann Angelegenheit der DFKG.

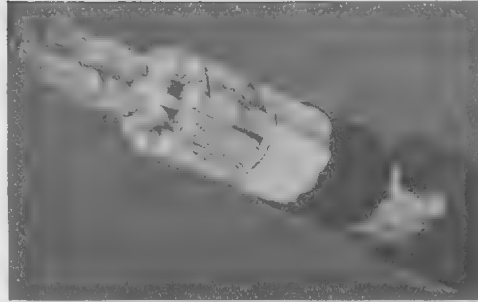
Die an fertiggestellten Bezirkskabelanlagen vorzunehmenden elektrischen Abnahmemessungen sind Aufgabe der Fernkabelmeßstellen. Arbeiten an bestehenden Bezirkskabeln sind Aufgabe der Bezirkskabelbaustellen. Größere Umbauarbeiten an bestehenden Bezirkskabeln können an Auftragnehmer vergeben werden, solange solche Arbeiten nicht während des Betriebes ausgeführt zu werden brauchen. Für die Ausführung der Erdarbeiten durch Auftragnehmer gilt allgemein die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), während für das Auslegen der Kabel die Vorschriften der FBO Teil 11 gelten. Die → Kabelmontage umfaßt die gesamte Spleiß-, Muffen- und Abschlußtechnik und ist nach der FBO Teil 12 auszuführen, während für die Ausgleichs- und Bespulungstechnik die Vorschriften der FBO Teil 13 anzuwenden sind.

Bei der Auslegung von Kabeln sind eine Reihe neuerer Verfahren eingeführt worden, von denen als Beispiel die moderne Verlegungstechnik bei den Durchquerungen von Wasserläufen, wie sie gerade bei der Verlegung von Bezirkskabeln häufig notwendig sind, angeführt werden soll. Es werden keine Fernmeldekabel mehr in eine gebaggerte oder gespülte Rinne verlegt. Vielmehr werden sie in vorher verlegte Kunststoff-Dükerrohre aus → Polyäthylen eingezogen. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen insbesondere darin, daß keine Sonderanfertigung von Kabeln mit besonders widerstandsfähigem Mantelaufbau (→ Bewehrung von Fernmeldekabeln, Fertigung) erforderlich wird und daß durch das Kunststoffrohr Beschädigungen durch Lagerung des Kabels auf felsigem Grund vermieden werden. Die bei der DBP zur Verwendung kommenden Dükerrohre sind nach DIN 8074/8075 genormt und haben Außendurchmesser von 90 bis 140 mm. Je nach der Wanddicke schwankt ihr Gewicht zwischen 1,38 und 5,07 kg/m. Sie werden nahtlos hergestellt und können bis zu 800 m Länge auf Trommeln aufgerollt werden. Außer der mechanischen Schutzwirkung ist ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens, daß bei Störungen im Fernmeldekabel die gestörten, den Wasserlauf durchquerenden Längen leicht ausgewechselt werden können (→ Kabelkanal 5., → Flußkreuzungen mit Fernmeldekabeln). *Knacke/Teichmann*

Bezirkskabelplanung.

1. Auswahl der Verseilungsart. Paarverseilung wird für Bezirkskabel (Bzk) nicht mehr angewendet. (Ausnahme bei dem Tonleitungenpaar in Metallfolie [PiMF]). Die meisten Haupt- und Knotenvermittlungsleitungen werden im Trägerfrequenz-(TF-)Bereich betrieben, die Endvermittlungsleitungen des Bezirksnetzes werden vorwiegend bespult und im Bereich normaler Hörfrequenzen ausgenutzt. Die herkömmlichen Vierer-Verseilelemente — Stern-(St-) und Dieselhorst-Martin-(DM-)Vierer — sind nicht in gleicher Weise für Niederfrequenz-(NF-) und TF-Betrieb geeignet. Wegen ihrer hohen Phantom-Betriebskapazität werden in Sternvierern in der Regel nicht die Phantomleitungen verwendet. Andererseits können DM-Vierer-Kabel wegen des ungünstigen Nebensprechens zwischen verschiedenen Vierern nur in wenigen Stammkreisen trägerfrequent benutzt werden. DM-Verseilung ist vorgesehen, wenn Wechselstromwahl wegen Starkstrombeeinflussung oder aus übertragungstechnischen Gründen notwendig ist. Die Kabelformen in StI-Verseilung werden für Bzk nicht mehr verwendet. In Ausnahmefällen dürfen sie nur mit Zustimmung des Fernmelde-

technischen Zentralamts (FTZ) geplant werden. TF-St-Viererseile (VS) haben in den Stämmen geringe Betriebskapazität und damit geringe Leitungsdämpfung und große Reichweite. Im allgemeinen sind die Kosten für TF-St-VS 1,2 mm und DM-VS 1,4 mm annähernd gleich. Sie werden durch den Kupferpreis beeinflußt. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich durch Gegenüberstellung. Leiter von 0,8 mm ergeben eine Kupferersparnis gegenüber 0,9-mm-Leitern von 21%, die sich im Grundpreis und Tagespreis für Bzk auswirkt. Im Mittel ist eine Ersparnis bei den Kabelkosten von etwa 12% zu erreichen. Die StIII-Verseilung, bei der wegen der elektrischen Werte eine Phantomausnutzung nur unter großem Aufwand für den NF-Ausgleich zu erreichen wäre, ist um etwa 8% kostspieliger als ein DM-Kabel mit gleicher NF-Sprechkreiszahl einschließlich der Phantomkreise. Bei B. mit Endleitungen (El) mit NF-Betrieb ist dem DM-verseilten Kabel mit 0,8 mm Cu-Leitern der Vorzug zu geben, weil es am preisgünstigsten ist. Die Kabelformen mit 0,6-StIII-VS sind aus technischen Gründen nur für die »entdämpft« zu betreibenden El bei Baulängen von 1,8 bis 4,0 km bzw.



Achter-Versuchskabel der DBP.

3,6 bis 8,0 km vorgesehen. Das neue Verseilelement »Achter« vereinigt günstige NF-Eigenschaften in sich und hat bei reinem NF-Betrieb Vorteile gegenüber üblichen DM-Kabeln.

Das Bild zeigt ein Kabelmuster des aus (3 + 9) Achtern bestehenden Achterkabels für die Versuchsstrecke Donauwörth–Rain/Lech der DBP.

2. elektrische Eigenschaften der Bzk (Planungswerte).

2.1. unbespulte Stromkreise Doppeladern (DA) von DM-VS, TF-St-VS und Paaren.

Leiter-dicke Ø mm	Verseilungs-art	Stamm Vierer St/V	Betriebs-kapazität C nF/km	Frequenz kHz	Wellen-dämpfung α mN/km	Wellen-widerstand Z Ohm	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8
0,6	St III	St	38	0,8	105	850	
0,8	DM	St	34	0,8	76	635	
				10	210	192	
				108	370	138	
				120	385	137	
				300	615	132	
		V	54	0,8	68	355	
0,9	St I	St	34	0,8	65	550	
				10	165	180	
	DM	St	34	0,8	65	550	
		V	54	0,8	58	310	
	St I u.	St	34	108	355	132	
	DM			120	375	130	
				300	600	130	
1,2	St I	St	35	0,8	52	430	
	DM	St	35	0,8	52	430	
		V	56	0,8	46	225	
	St I u.	St	35	108	266	130	
	DM			120	282	130	
				300	450	130	
	TF-St	St	26	0,8	43	480	
				108	202	174	
				120	215	174	
				222	305	172	
				252	325	172	
		V	66	10	105	77	
1,4	St I	St	36	0,8	46	370	
	DM	St	36	0,8	46	370	
		V	58	0,8	42	192	
	St I u.	St	36	108	240	130	
	DM			120	255	130	
				222	350	130	
				300	400	130	
	PiMF*)	—	36	0,8	40	350	
				10	90	155	
				300	650	120	

*) Paar in Metallfolie

2.2. bespulte Stromkreise (g-Bespulung).

Leiterdicke ⌀ mm	Verseilungsart	Stamm Vierer St/V	Betriebskapazität C nF/km	Bespulung (s = 1,7 km) mH	Frequenz kHz	Wellendämpfung a mN/km	Wellenwiderstand Z Ohm	Grenzfrequenz f kHz	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,6	St III	St	38	80	0,8	57,0	1290	4,3	Zwergspulen
0,8	DM	St	34	80	0,8	29,5	1225	4,5	
		V	54	40	0,8	27,0	685	5,1	
0,9	St I	St	34	80	0,8	23,5	1220	4,6	Normale Stammspulen
						24,5			Zwergspulen
	St I	St	34	80	0,8	24,2	1230	4,6	
		V	91	40	0,8	26,5	520	4,1	
	DM	St	34	80	0,8	24,2	1230	4,6	
		V	54	40	0,8	21,8	680	5,2	
	PiMF		34	3,2	0,8	57,0	450	rd. 21,0	
					10,0	96,0	310	rd. 21,0	
1,2	St I	St	35	80	0,8	14,0	1190	4,6	Normale Stammspulen
	St I	St	35	80	0,8	15,0	1200	4,6	
		V	94	40	0,8	17,6	510	4,0	
	DM	St	35	80	0,8	15 0	1200	4,6	
		V	56	40	0,8	13,4	660	5,1	
	TF-St	St	26	80	0,8	13,4	1350	5,3	
		V	66	40	0,8	15,2	590	4,7	
1,4	St I	St	36	80	0,8	10,8	1170	4,5	Normale Stammspulen
	St I	St	36	80	0,8	11,7	1170	4,5	
		V	97	40	0,8	13,8	500	3,9	
	DM	St	36	80	0,8	11,7	1170	4,5	
		V	58	40	0,8	10,4	650	5,0	
	PiMF		36	3,2	0,8	35,0	370	rd. 21,0	
					10,0	50,0	295	rd. 21,0	

Bemerkung:

Die vorstehenden Übertragungsdaten beziehen sich auf Kabel mit Papier als Leiterisolierung und auf eine Kabeltemperatur von 8°C. Die Gleichstromwiderstandswerte bei 8°C Kabeltemperatur (Jahresmittelwert) je km Doppelleitung betragen

⌀ mm	R (Ohm)*)
0,6	122,0
0,8	65,7
0,9	51,6
1,2	29,2
1,4	21,3

Bespulte Doppelleitungen haben je km um etwa 3,0 Ω mehr Widerstand.

*) Erfahrungswerte; die Pflichtenheftswerte liegen höher.

3. Bezeichnung der Stromkreise bei verzweigten Bzk.

Die Stromkreise in Bzk werden in der BRD nach einer festen Richtlinie bezeichnet. Die Richtlinie enthält Regeln für das Festlegen der Kabelrichtung, das Bezeichnen der Stromkreise und die Beschaltungsunterlagen von Bzk.

3.1. Kabelrichtung. Die Zählrichtung der Kabel-Doppeladern (DA) (Kabelanfang im Rücken, Uhrzeigersinn) und die Benummerung der Lötstellen und Spulenpunkte (steigende Nummern in Richtung nach dem Kabelende) wird durch die Kabelrichtung bestimmt. Die Kabelrichtung wird dadurch zum Ausdruck gebracht, daß hinter der Kabelnummer der Ursprungsort und der Endort des Bzk (ohne Zwischenorte) angegeben werden, wobei der erstgenannte Ort stets der Ursprungsort ist. Der Ursprungsort, der auch für die Verlegerichtung der einzelnen Kabellängen maßgebend ist (A-Ende nach dem Ursprungsort), wird bei der Planung des Bzk nach folgenden Gesichtspunkten festgelegt: Ursprungsort eines Bzk ist die — in bezug auf die Netzebene — höherrangige der zu verbindenden Vermittlungsstellen (VSt). Danach gilt grundsätzlich als Kabelrichtung: Haupt-Knoten-Endvermittlungsstelle (HVSt-KVSt-EVSt).

Für verzweigte Bzk zwischen gleichrangigen VSt (z. B. KVSt-KVSt) gilt als Ursprungsort diejenige VSt, bei der das Bzk die größere Adernzahl aufweist. Ist die Anzahl der DA des Bzk bei den beiden gleichrangigen VSt am Kabelanfang und am Kabelende gleich, so wird als Kabelrichtung die geographische Richtung Ost-West festgesetzt. Das letztere gilt auch für unverzweigte Bzk zwischen gleichrangigen VSt.

3.2. Stromkreisbezeichnung. Jeder Stromkreis zwischen zwei Schaltpunkten erhält für den Schaltdienst nur eine Nummer, die Stromkreisnummer, mit der er an den beiderseitigen Abschlußeinrichtungen Fernkabel (Fk) (EVs oder Trennbuchsenplatten) übereinstimmend und eindeutig gekennzeichnet wird. Eine über verschiedene Kabelformen starr durchgespleißte Kabel-DA erhält an beiden Endstellen dieselbe Stromkreisnummer. Demnach stimmen zum Teil Stromkreisnummer und DA-Nummer des Kabels nach dem Kabelquerschnittsblatt nicht überein. Die Zugehörigkeit der Stromkreisnummer zur kabeleigenen DA-Nummer ist aus dem Adernaufteilungsplan ersichtlich.

Im einzelnen wird nach folgenden Regeln verfahren: Im Bzk mit gleichbleibendem Kabelquerschnitt stimmen Stromkreisnummern und DA-Nummern

überein. Sind aus einem Bzk innerhalb einer Strecke mit gleichbleibendem Kabelquerschnitt einige DA in Schaltstellen eingeschleift und beiderseitig abgeschlossen, so werden diese DA nach beiden Seiten mit derselben Stromkreisnummer bezeichnet. In den Schaltaufträgen werden der Name der Schaltstelle und der Betriebsabschnitt angegeben. Bei Bzk mit Abzweigungen und sich ändernden Kabelquerschnitten werden am Ursprungsort die kabeleigenen DA-Nummern als Stromkreisnummern verwendet. Bei den Gegenstellen erhalten die Stromkreise dieselben Nummern wie am Ursprungsort, unabhängig davon, ob sich die kabeleigenen DA-Nummern unterwegs durch den Übergang auf andere Kabelformen geändert haben. Stromkreise, die nicht vom Ursprungsort ausgehen, sondern unterwegs liegende VSt untereinander oder mit dem Endort verbinden, werden mit den Nummern der entsprechenden DA des Stammkabels der Strecke bezeichnet. An beiden Enden alladrig abgeschlossene Teilabschnitte einer Bzk-Anlage erhalten je für sich eine Stromkreisbenummerung. Die Viererstromkreise erhalten als Stromkreisnummer die durch 2 geteilte Stromkreisnummer des jeweiligen geradzahligen Stammstromkreises. Der Viererstromkreisnummer wird der Buchstabe »V« (Vierer) vorgesetzt. Die Stromkreisnummern der DA (nicht die der Viererstromkreise) werden auf den senkrechten Bezeichnungsstreifen der Abschlußeinrichtungen angegeben. *Knebel*

Bezirks-SS-Telegramme → Telegrammarten.

Bezirksverkehr. Veraltete Bezeichnung für den »vereinfachten → Selbstwählferndienst (vSWFD)«.

Bezüge der Beamten (Besoldung) → Bundesbesoldungsgesetz, (Versorgung) → Bundesbeamtengesetz, der Angestellten (Vergütung) → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost, der Arbeiter (Entlohnung) → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Bezugsdämpfung (BD). Die BD erfaßt im Vergleich mit einem Bezugssystem in nur einem Dämpfungswert die verschiedenartigen Dämpfungen, mit denen die Teile einer vollständigen Fernsprechverbindung von der Mikrophon-Einsprache des sprechenden Teilnehmers bis zum Fernhörer am Ohr des hörenden Teilnehmers die Lautheit der übertragenen Sprache beeinflussen. Eine normale Lautstärke entspricht einer Bezugsdämpfung von etwa 25 dB. Als obere Grenze der B. empfiehlt CCITT einen Wert von etwa 40 dB, was etwa der Lautstärke in 4 m Entfernung bei normalem Sprechen im freien Schallfeld entspricht. International anerkannte Werte der BD werden im Laboratorium des CCITT in Genf von einem geübten Meßtrupp durch Besprechen und vergleichendes Abhören (sog. »subjektive Messung«) am Fernsprech-Ureichkreis festgestellt. Um eine für die Messung geeignete Abhörlautstärke zu erhalten, schaltet man in den Eichkreis und in die zu messende Fernsprechverbindung je eine Eichleitung von ca. 29 dB Dämpfung. Als positive bzw. negative BD gilt dann der Dämpfungswert in dB oder Np, um den man die Dämpfung im Eichkreis vergrößern bzw. verkleinern muß, um bei kontrollierter konstanter Sprechstärke an den akustischen Eingängen des Eichkreises und des Meßobjektes und abwechselndem Abhören über beide Wege die gesprochenen Prüfsätze gleich laut zu empfangen. Der Fernsprech-Ureichkreis heißt nach den Hauptbuchstaben seiner französischen Bezeichnung abgekürzt »NOSFER« (NOuveau Système Fondamental pour la détermination des Equivalents de Référence). Dieses System ersetzte 1962 das vorher verwendete System »SFERT« (Système Fondamental Européen de Référence pour la transmission Téléphonique), dem es in den Dämpfungen und Dämpfungsverzerrungen angeglichen wurde. Mit dem SFERT ermittelte BD-Werte behielten daher ihre Gültigkeit. Das NOSFER besteht aus je einem verzerrungsarmen Sende- und Empfangsteil mit festgelegtem elektroakustischem Übertragungsmaß, einem Pegelmesser zur Kontrolle der Sprechstärke durch die Messung des Sende-Ausgangspegels sowie Umschalte-Einrichtungen und einstellbaren Eichleitungen. Statt der BD vollständiger Fernsprechverbindungen mißt man meistens die BD von Teilnehmeranschluß-Systemen in Sende- und Empfangsrichtung (»SBD« und »EBD«). Dazu schaltet man das Teilsystem, bestehend aus Fernsprechapparat, Anschlußleitung und Speisebrücke mit Gleichstromabriegelung anstelle des entsprechenden Teiles des NOSFER und vergleicht die so gebildete Fernsprechverbindung mit dem unveränderten NOSFER. BD-Werte von Mikrophon- und Fernhörer-Kapseln gelten nicht für diese allein, sondern für das Teilsystem, in dem sie, gewöhnlich bei einer Länge der Anschlußleitung von 0 km, in der beschriebenen Weise gemessen wurden. BD-Messungen an großen Stückzahlen von Fernsprechapparaten und Kapseln werden als sog. »objektive Messungen« mit dem → »Bezugsdämpfungs-Meßplatz, objektiver (OBDM)« durchgeführt.

Literatur: Rotbuch des CCITT, Bd. V (1962), Empfehlungen P. 42 und P. 72. *Voth/Zührt*

Bezugsdämpfungs-Meßplatz, objektiver. Ein System von Geräten, das zur Messung der → Bezugsdämpfung einer Verbindung (Gesamtbezugsdämpfung) der Sende-Empfangs- und Rückhörbezugsdämpfung dient. Es besteht aus einem elektrischen Sender, einem künstlichen Mund, einem künstlichen Ohr und einem Anzeigegerät. Der elektrische Sender ersetzt das Sprachspektrum der subjektiven Messung (→ SFERT) und erzeugt eine Spannung konstanter Amplitude mit stetig sich ändernder Frequenz von 200 bis 4000 Hz und zurück innerhalb einer Sekunde. Die logarithmische Frequenzskala wird also mit gleichbleibender Geschwindigkeit auf- und absteigend durchlaufen. An diesem Generator wird ein Verstärker mit einem künstlichen Mund angeschlossen. Der künstliche Mund (→ Mund, künstlicher) besteht im wesentlichen aus einem Lautsprecher mit einem Durchmesser von höchstens 11 cm, der in ein Gehäuse eingebaut ist. Die Schallöffnung im Lautsprechergehäuse beträgt 2 cm. Der Schalldruck im Frequenzbereich zwischen 200 bis 4000 Hz hat eine zulässige Abweichung von maximal ±0,23 Np (±2 dB). Im Abstand von 4,35 cm erzeugt er einen Schalldruck von 10,7 μbar. Das

künstliche Ohr stellt einen zylindrischen Hohlraum dar, dessen Höhe 20,7 mm und Durchmesser 11,5 mm beträgt. An diesem Hohlraum ist ein Kondensatormikrophon angeschlossen, dessen Druckkammerübertragungsmaß (→ Übertragungsmaß) im Bereich zwischen 200 und 4000 Hz frequenzunabhängig ist (Bild 1). Die Lautstärkeempfindung des Ohres wird

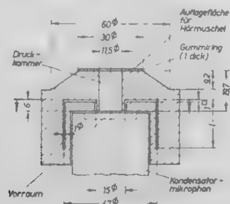


Bild 1. Künstliches Ohr.

durch den Ausschlag des Meßinstrumentes eines Anzeigegerätes ersetzt. Die zeitlich aufeinanderfolgenden Spannungen des Heultones werden nach einem »Wurzelgesetz« addiert. Die angezeigte Spannung ergibt sich aus:

$$U^m = U_1{}^m + U_2{}^m + U_3{}^m + \cdots + U_n{}^m.$$

Der Exponent m beträgt 0,6 bis 0,5. Bei einer Eingangsspannung von 285 mV (Spannungspegel −1 Np bzw. −8,7 dB) wird die Bezugsdämpfung 0 Np angezeigt. Zur Messung der Sendebezugsdämpfung wird das zu untersuchende Mikrophon des Fernsprechapparates vor den künstlichen Mund angebracht und dem Heulton ausgesetzt. Die → Sendebezugsdämpfung in Np kann dann am Anzeigegerät sofort abgelesen werden (Bild 2). Bei der Messung



Bild 2. Messung der Sendebezugsdämpfung.

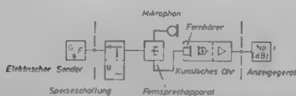


Bild 3. Messung der Empfangsbezugsdämpfung.

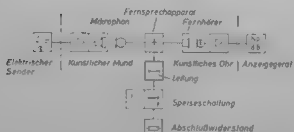


Bild 4. Messung der Rückhörbezugsdämpfung.

der → Empfangsbezugsdämpfung wird der Hörer fest mit dem künstlichen Ohr verbunden. Der Fernhörer erzeugt im künstlichen Ohr einen Schalldruck, der vom Anzeigegerät als Bezugsdämpfung angezeigt wird (Bild 3). Zur Messung der → Rückhörbezugsdämpfung wird der elektrische Sender mit dem künstlichen Mund verbunden. Bei Beschallung des Mikrophons wird der am Fernhörer desselben Fernsprechapparates auftretende Schalldruck mit dem künstlichen Ohr gemessen und am Anzeigegerät als Bezugsdämpfung gemessen (Bild 4). Bei der Messung der Bezugsdämpfung einer Verbindung wird das Mikrophon (Sprechkapsel) des Fernsprechapparates vom künstlichen Mund beschallt. Die Hörkapsel des Fernsprechers am Empfangsort ist am künstlichen Ohr angeschlossen. Der dort entstehende Schalldruck wird als Bezugsdämpfung am Anzeigegerät angezeigt (Bild 5 und 6). Mit Hilfe eines zum Anzeigegerät

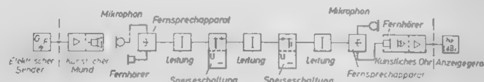


Bild 5. Messung der Bezugsdämpfung einer Verbindung.

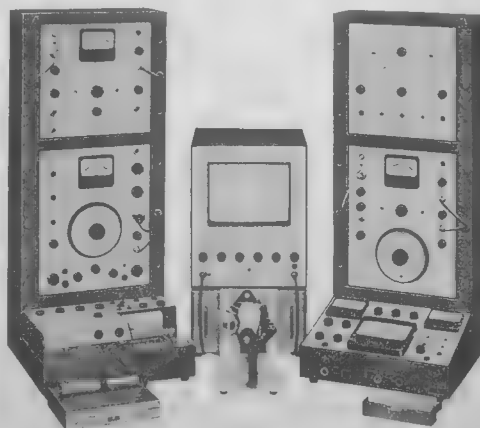


Bild 6.
Objektiver Bezugsdämpfungsmeßplatz (Brüel und Kjaer).

parallel geschalteten Pegelbildgerätes lassen sich die Frequenzkurven von Hör- und Sprechkapseln sowie anderen Vierpolen sichtbar machen (→ Fernsprecheichkreis).

Literatur: K. Braun, Ein neuer Bezugsdämpfungsmesser mit objektiver Erregung und Anzeige. Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernsehtechnik, 29, 1940 — K. Braun, Übertragungsgüte und Bezugsdämpfung, ihre Messung und Bedeutung für die Netzplanung. Der Fernmelde-Ingenieur, 7, Heft 12, 1953 — DIN 44013, / Entwurf: Bezugsdämpfungsmesser. — K. O. Schmidt u. O. Brosze, Fernsprech-Übertragung. Schiele und Schön, Berlin, 1967.

Brosze

Bezugselektrode, unpolarisierbar → Potential, elektrochemisches.

Bezugsempfindlichkeit → Empfindlichkeit.

Bezugserde ist der Bereich der Erde, der von dem zugehörigen Erder so weit entfernt ist, daß zwischen beliebigen Punkten dieses Bereichs keine merkliche Spannung beim Stromübergang aus dem Erder auftritt (→ Erder).

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter.

Bezugsfilter ist ein in der Bezugsfiltermethode von Darlington (→ Vierpoltheorie 4.2.) benutztes Wellenparameter-Hilfsfilter, mit dessen Hilfe das gesuchte Betriebsparameterfilter berechnet wird.

Bezugsfrequenz → Frequenz (Funk), → Geräuschspannung.

Bezugskreis. Der Bezugskreis ist ein in den Empfehlungen des CCITT und des CCIR festgelegter Begriff für die Untersuchung gewisser Eigenschaften (z. B. der Geräusche) von zwischenstaatlichen Verbindungen großer Länge. Er umfaßt einen gedachten Sprechkreis bestimmter Länge mit einer dem wirklichen Zweck nahekommenden Zahl von End- und Zwischengeräten, auf die der zulässige Gesamtwert einer bestimmten Qualitätsbedingung an den Sprechkreis aufgeteilt werden soll.

Der Bezugskreis für Fernsprechen ist die gedachte Verbindung zwischen den NF-Klemmpaaren eines hypothetischen zwischenstaatlichen TF-Systems von 2500 km Länge, das aus mehreren gleichlangen, homogenen Leitungsabschnitten und einer jeder Systemart entsprechenden Anzahl von Kanal-, Primär-, Sekundär- und Tertiärgruppen-Umsetzern (KU, PGU, SGU, TGU) besteht. Als homogener Abschnitt ist ein Leitungsabschnitt definiert, in dem von Anfang bis Ende ein Frequenzband gleicher Breite und ohne Abzweig oder Durchschaltung übertragen wird (→ TF-Grundleitung), und an dessen Enden TGU, SGU, PGU oder KU angeschaltet sind. Im CCITT-Blaubuch werden Bezugssysteme genannt für Systeme auf symmetr. Leiterpaaren (G. 321, Fig. 44), für Koaxial-Systeme 4 MHz (G. 332, Fig. 56) und 12 MHz (G. 333, Fig. 67); in den Empfehlungen CCIR sind B. angegeben für Richtfunksysteme in Frequenz-Multiplex (→ TF-System) bis 120 Kanäle (G. 285) und über 120 Kanäle (G. 286). Für die Geräuschbilanz wird unterstellt, daß im Bezugskreis für Fernsprechen von 2500 km Länge in einem beliebigen Kanal die mittlere Geräuschleistung von 10 000 pW am rel. Pegel 0 nicht überschritten wird. Hiervon sind 7500 pW gleichmäßig auf die homogenen Abschnitte des Bezugskreises aufzuteilen, 2500 pW gelten als Geräuschbeitrag aller Umsetzerpaare im Bezugskreis.

Als Gesamtgeräusch von 7500 pW werden die Anteile des Wärme- und Röhren- oder des Transistor-Rauschens der Leitungsverstärker und die Klirr- und Nebensprech-Geräusche unterstellt, bezogen auf die Länge des Bezugskreises von 2500 km gleich 3 pW/km. Die deutschen Koaxial-Kabelsysteme halten für das Gesamtgeräusch am rel. Pegel 0 eines beliebigen, 3,1 kHz breiten TF-Kanals des homogenen Leitungsabschnittes von 280 km Länge (bezogen auf den Bezugskreis für Koaxial-Systeme mit 9 homogenen Abschnitten) einen Wert von 840 pW ein. Für Weitest-Verbindungen im weltweiten (interkontinentalen) Nachrichten-Netz werden Geräuschbeiträge von $\leqq$ 1 pW/km angestrebt (hypothetischer Bezugskreis).
Wichmann

Bezugverzerrung, Bezugverzerrungsgrad → Telegrafieverzerrung.

Biegung → Festigkeitslehre.

Biegefestigkeit des Holzes. Die B. δ_{bB} ($kp \cdot cm^{-2}$) stellt die auf den belasteten Querschnitt bezogene maximale Spannung im Augenblick des Bruches dar: $\delta_{bB} = \frac{M_B}{W}$ ($\text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$), M_B = Bruchmoment, W = Widerstandsmoment. Zwischen B. und → Druckfestigkeit besteht bei Vollholz die Beziehung $\delta_{bB} = 1{,}75\ \delta_{dB}$. Die B. wird nach der DIN 52186 geprüft und wächst mit zunehmender Rohdichte. Sie fällt mit größer werdendem Astanteil, vor allem, wenn Äste in der Zugzone liegen. Der wesentliche Einfluß geht von der Holzfeuchtigkeit aus. Das Maximum der B. liegt bei 3 bis 8 % Holzfeuchtigkeit. Zwischen 8 und 15 % Holzfeuchtigkeit erfolgt ein linearer Abfall der B. Das Minimum der B. ist im Bereich der Fasersättigungsfeuchte erreicht. Faustformel: für je 1% Holzfeuchtigkeitszu- oder -abnahme nimmt die B. um 4 % ab oder zu. Die B. steigt bei Temperaturen unter 0° C mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt. Durchschnittswerte für die B. bei Kiefer 1000 kp · cm^{-2}, Fichte 750 kp · cm^{-2}. Nach den VDE 0210, § 22 ist für die Bemessung von (Nadel-)Holzmasten eine B. von 500 kp · cm^{-2} unterstellt. Die Betriebsbelastung darf für den Normalfall 145 kp · cm^{-2} nicht überschreiten.

Bienenwachs. Nach dem Deutschen Arzneibuch soll B. eine Dichte von 0,956 bis 0,961 und einen Schmelzpunkt zwischen 62 und 66,5° C haben. B. ist hell- bis dunkelgelb, hat einen Honiggeruch, ist in der Kälte spröde und wird unterhalb des Schmelzpunkts plastisch-weich. Gewinnung: die vom Honig durch Ausschleudern befreiten Honigwaben werden geschmolzen und von festen Verunreinigungen durch Absetzenlassen getrennt. B. findet in der Fernmeldetechnik als Isolierstoff Verwendung.

Bilanz → Gewinn- und Verlustrechnung.

Bildabtastgerät ist der → Bildsignalgeber zur fernsehtechnischen Übertragung vorwiegend ebener Bildvorlagen, z. B. Filme (→ Filmübertragungsanlagen), Diapositive und Papierbilder (→ Dia- und → Epi-Übertragungsanlagen).

Bildaufnahmegerät erzeugt mit Hilfe einer → Bildaufnahmeröhre ein Bildsignal (→ Fernsehkamera).

Bildaufnahmeröhre zur Umwandlung optischer Bilder in ein Bildsignal in → Fernsehkameras (→ Elektronenröhre). Man unterscheidet B. mit Ausnutzung des äußeren (Photoemission) und des inneren Photoeffekts (Photo-Leitfähigkeit). B. mit äußerem Photoeffekt enthalten eine Photokathode, auf der das optische Bild entworfen wird und die in Abhängigkeit von der örtlich verschiedenen Beleuchtungsstärke Elektronen (Photoelektronen) emittiert. Wichtigster Vertreter: → Superorthikon, früher Ikonoskop (Superikonoskop). Bei B. mit innerem Photoeffekt ändert die Photoschicht ihren Widerstand in Abhängigkeit von der örtlich verschiedenen Beleuchtungsstärke (B. vom Photoleitfähigkeitstyp). Wichtigste Vertreter: → Vidikon, → Plumbicon. Neuere Entwicklungen: SEC-Röhre (Secondary Electron Conductivity) hat eine Photoschicht mit innerer Sekundäremission, welche

die Zahl der Photoelektronen vervielfacht; dadurch besonders hohe Lichtempfindlichkeit. SICON-Röhre mit einem Raster aus Photodioden (für Fernseh-Telefon).

Bildaufzeichnungsgerät ist ein Gerät, das ein Fernsehbild (→ Film-Bildaufzeichnungsanlage) oder ein Bildsignal (→ Magnetband-Aufzeichnungsanlage) zum Zwecke seiner späteren Wiederverwendung speichert.

Bildelement → Fernsehen 1.

Bildfolgefrequenz → Fernsehen 1.

Bildfunktion → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Bildgleichung → Laplace-Transformation.

Bildgüte. Die Qualität eines Fernsehbildes wird durch eine Reihe von Einzelmerkmalen bestimmt. Von der Fernsehnorm her ist durch Zeilenzahl und Frequenzbandbreite festgelegt, wie viele und wie kleine Details auf dem Bildschirm, dessen absolute Größe dabei keine Rolle spielt, abgebildet werden können. Zusammen mit den Eigenschaften des menschlichen Auges ergibt sich ein günstigster Betrachtungsabstand von fünf- bis sechsmal Bildhöhe, bei welchem die Schärfe des Bildes optimal ausgenützt wird und gleichzeitig die Zeilencharakteristik nicht mehr stört. Ein geringerer Betrachtungsabstand bringt keinen Gewinn an Bildauflösung, wohl aber deutliche Vergröberung der Zeilenstruktur. Damit ist die eine Zeitlang propagierte Zeilenfreiheit durch Wobbelung oder magnetische Verformung des Leuchtfleckes physikalisch wenig sinnvoll. Voraussetzung für optimale Schärfe ist Ausnützung des gegebenen Frequenzbandes und korrekte Wiedergabe eines Rechtecksprunges ohne störendes Überschwingen oder Fahnenziehen. Diese Eigenschaften sind mit den von den Sendern ausgestrahlten Testbildern zu beurteilen. Weitere Merkmale der B. sind der Kontrast als Verhältnis der hellsten zu den dunkelsten Bildstellen und die erzielbare Gesamthelligkeit des Bildes. Übermäßige Helligkeit erzeugt Helligkeitsflimmern. Beide Faktoren sind regelbar und unterliegen auch den persönlichen Geschmackswünschen des Betrachters. Zu unterscheiden ist zwischen Grob- oder Großflächenkontrast und Fein- oder Detailkontrast, welcher infolge Lichthofbildung geringer sein kann als ersterer. Von Einfluß ist die umgebende Raumhelligkeit. Große Raumhelligkeit fordert ein stärker leuchtendes Bild als ein abgedunkelter Raum. Eine automatische Raumhelligkeitsanpassung wird durch einen Fotowiderstand (LDR) ermöglicht.

Eine gewisse mittlere Umgebungsbeleuchtung ist für den Bildeindruck günstig. Die kontrastverringernde Wirkung von Fremdlicht auf dem Bildschirm wird durch Graufärbung des Bildröhrenfrontglases bzw. durch eine vorgesetzte Grauglasscheibe gemildert. Das vom Leuchtschirm ausgehende Licht durchläuft die Grauscheibe einmal mit einem gewissen zulässigen Verlust. Das von außen einfallende Störlicht, welches durch Reflexionen an dem nicht angeregten, hell gefärbten Leuchtstoff eine störende Aufhellung dunkler Bildstellen bewirkt, muß, bis es wieder zum Beschauer gelangt, die Grauschicht zweimal durchdringen und wird dabei also zweimal abgeschwächt. Das Verhältnis Nutz- zu Störlicht wird mit wachsender Absorption durch das Grauglas immer besser. Die Leistungsfähigkeit der → Fernsehbildröhre setzt der Ausnutzung eine Grenze.

Beim Farbfernsehen kommen zu den Gütemerkmalen einerseits die Konvergenz und Farbreinheit, die durch die → Farbbildwiedergaberöhre selbst gegeben sind. Weiterhin ist durch richtige Einstellung sicherzustellen, daß das Schwarz-Weiß-Bild völlig frei von Verfärbungen ist. Wesentlich ist die Einstellung des Weißpunktes für die hellsten Bildstellen. Senderseitig wird durch Vereinbarung der sogenannte Weißpunkt »C« mit hohem Rotanteil verwendet. Im Farbempfänger wird teilweise eine Weißpunktumschaltung von »C« bei Farbsendungen, auf »W« mit höherem Blauanteil bei Schwarz-Weiß-Sendungen, durchgeführt. Empfänger ohne Umschaltung arbeiten mit einem Kompromiß zwischen beiden Weißpunkten. Die Wiedergabe der Farbsignale muß mit optimaler Anstiegszeit ohne Überschwingen erfolgen und derart, daß eine gute Deckung mit dem Helligkeitssignal vorliegt. *Stierhof*

Bildkraft → Austrittspotentialminimum.

Bildnachrichtendienst (Rechtsgrundlage: Verordnung über ortsfeste und bewegliche Bildtelegrafengeräte vom 24. Januar 1938). Bereitstellen von Verbindungen (Bildverbindungen) zwischen privaten Bildstellen (Bildteilnehmer). Die DBP unterhält ein öffentliches Bildleitungsnetz mit handbedienten Bildvermittlungsplätzen an den Orten mit (Fernsprech-)Zentral-Vermittlungsstellen (ZVSt). Die für den Bildnachrichtendienst geltenden allgemeinen Vorschriften und die hier geltenden Gebühren enthält das → Gebührenbuch für Telegramme. Das Amtliche Verzeichnis der öffentlichen Bildtelegrafenstellen und privaten Bildstellen in der Bundesrepublik Deutschland einschl. Berlin (West) (Bildstellenverzeichnis) enthält zusätzlich allgemeine Hinweise und die Betriebsvorschriften für private Bildstellen. Zum B. gehört auch das Bereitstellen von Bildverbindungen von privaten Bildstellen nach öffentlichen Bildtelegrafenstellen (bildtelegrafisches Aufgeben von Bildtelegrammen).

Bildröhre → Farbbildwiedergaberöhre, → Fernsehbildröhre.

Bildsender → Fernsehbildsender.

Bildsignal → Fernsehen 1, → Videofrequenztechnik.

Bildsignalgeber ist das Gerät, das die Leuchtdichteverteilung eines Szenenbildes (→ Bildaufnahmegerät) oder einer Bildvorlage (→ Bildabtastgerät) in ein Bildsignal (→ Fernsehen 1) umwandelt.

Bildtelegrafie. Die B. dient der Übermittlung von Photographien, Zeichnungen, handschriftlichen und gedruckten Dokumenten, Wetterkarten u. dgl. über Leitungen, Funk- oder gemischte Kanäle.

Die Vorlagen werden in zwei Gruppen unterteilt, und zwar in Halbtonvorlagen, wozu besonders Photos

gehören und in Zeichnungen, Dokumente, Wetterkarten, bei denen die Halbtonwiedergabe nicht entscheidend ist, teilweise sogar unterdrückt wird. Zwischen dem gewöhnlichen Sehen und den Verfahren der B. besteht ein grundsätzlicher Unterschied. Während beim Sehen das gesamte Bild vom Auge erfaßt und bewußt wahrgenommen wird, muß bei der B. das Bild in Punkte aufgelöst werden, die nacheinander übertragen und auf der Empfangsseite wieder verzerrungsfrei zusammengesetzt werden müssen. Auf der Sendeseite wird die Vorlage auf eine Trommel gespannt, die durch einen Motor gedreht wird. An ihr entlang wird ein Wagen bewegt, der eine Lichtquelle enthält, welche die Vorlage beleuchtet. Weiter befindet sich auf dem Wagen eine Photozelle, welche das von der Vorlage reflektierte Licht aufnimmt. Durch eine Blende ist dafür gesorgt, daß nur ein winzig kleiner Punkt der Vorlage von diesem Vorgang erfaßt wird. Da die Vorlage aus hellen und dunklen

Diese Betrachtung gilt für alle z. Z. benutzten Verfahren. Die Trommelgeräte haben jedoch den Nachteil, daß sie ständig bedient werden müssen; es muß die Vorlage bzw. der Aufzeichnungsträger nach jeder Übertragung gewechselt werden. Sog. »Flachbett«-Geräte jedoch gestatten auch ohne Bedienung sende- und empfangsseitig einen stetigen Fluß, wobei die Vorlage bzw. der Aufzeichnungsträger flach in das Gerät eingeführt wird. Sie arbeiten alle mit optischem und kinematischem Ausgleich.

Stärker verbreitet sind Empfangsgeräte, die nach dem Flachbettverfahren arbeiten. Sie benutzen umlaufende Schreibnadeln, um- oder hin- und herlaufende elektromechanische Schreibsysteme, sich drehende Spiralen, gegen die eine Schlagschiene drückt, Umdruckverfahren oder für die photographische Aufzeichnung kleinerer Bilder Spezial-Ausgleichsoptiken. Für die Übertragung größerer photographischer Bilder werden ausschließlich Trommelgeräte benutzt.

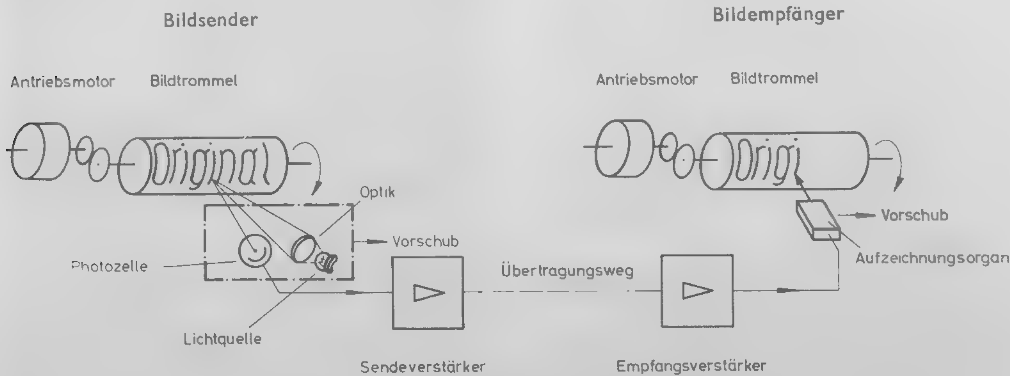


Bild 1. Schematische Darstellung der Bildtelegrafie.

Bildpartien besteht, wird je nach dem Grad der Helligkeit mehr oder weniger Licht auf die Photozelle reflektiert. Aus der gleichzeitigen Bewegung der Trommel und des Wagens resultiert eine schraubenförmige Abtastlinie. Auf der Empfangsseite wird das Bild in einer mechanisch gleichartig aufgebauten Apparatur schraubenförmig wieder zusammengesetzt, indem z. B. eine in der Helligkeit entspr. den Helligkeitsschwankungen bei der sendeseitigen Abtastung gesteuerte Glimmlampe die Aufzeichnung auf Photopapier vornimmt. Die Geräte müssen dabei völlig synchron laufen. Geringe Unterschiede in den Geschwindigkeiten ergeben empfangsseitig schiefe Bilder. Gesteuert wird die Übertragung durch hochkonstante Stimmgabeln oder Quarze, deren Frequenz die genaue Geschwindigkeit bestimmt.

Außerdem müssen die Trommeln phasengleich laufen, d. h., die Schnittstelle der Vorlage und des Aufzeichnungsmaterials müssen gleichzeitig unter dem Abtastlichtstrahl bzw. unter der Schreiblampe vorbeilaufen. Anderenfalls wird das aufgezeichnete Bild zerschnitten wiedergegeben.

Aufzeichnungsverfahren. Die früher angewandten Verfahren, das Licht durch eine Kerrzelle oder durch Saitengalvanometer zu steuern, sind verlassen worden. Das heute wichtigste Aufzeichnungsverfahren zur Übertragung photographischer (Halbton)-Vorlagen ist die Photographie. Als steuerbare Lichtquelle wird fast ausschließlich eine Spezialglimmlampe verwendet. Als Photomaterial dient hochempfindliches Papier oder Film. In Bildnetzen wird ein Spezialpapier verwendet, das durch seine besonderen Eigenschaften in automatischen Bildgeräten bis zum fertigen Bild entwickelt werden kann.

Weiter wird für die Aufzeichnung von Halbtonbildern (Photos) ein elektrolytisches Verfahren angewandt, bei dem feuchtes chemisch präpariertes Papier sich bei Stromdurchgang verfärbt. Die Intensität der Verfärbung ist von der Stärke des Stromes abhängig. Dieses Verfahren und die noch folgenden werden für die Aufzeichnung der zweiten Gruppe von Vorlagen, also Zeichnungen, Dokumente, Wetterkarten usw. benutzt. Dies sind: Geräte mit Registrierung durch oberflächliche Verbrennung einer halbleitenden

Schicht, wobei das Aufzeichnungsmaterial aus einem Papierträger besteht, in dessen Isolierschicht Kohlenstoff eingebettet ist oder die Aufzeichnung erfolgt unter Verwendung von Kohlepapier (Verfahren von Prof. Dieckmann). Dabei wird ein Blatt Papier und Kohlepapier zusammen auf das Empfangsgerät gespannt. Durch Aufschlag eines elektromechanischen Registriergerätes wird dabei Farbe vom Kohlepapier auf das weiße Papier übertragen.

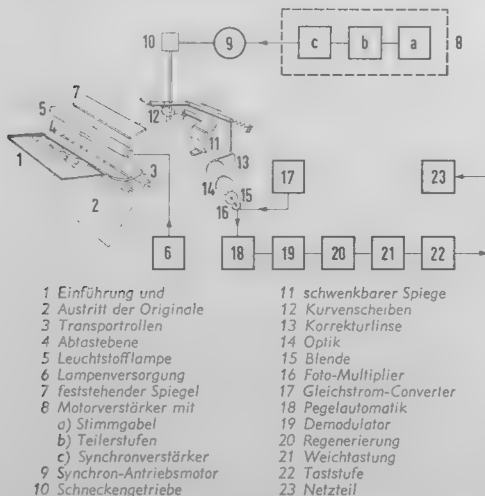


Bild 2. Schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Flachbett-Sendegerätes.

Während beide Verfahren Spezialpapier für die Registrierung benötigen, benutzt das Umdruckverfahren normales Schreibpapier. Die Empfangssignale werden auf ein umlaufendes Kunststoffband mit einem elektromagnetischen Schreibsystem aufgeschrieben. Ist eine Bildzeile gespeichert, wird mit Hilfe eines Schlagmagneten der Umdruck auf das Papier vollzogen. Farbreste werden entfernt und das Kunststoffband kann weiter verwendet werden.

Für die Übertragung der Bilder usw. genügen bis auf Sonderfälle Fernsprechwege mit einer Bandbreite von 3,4 kHz. Bei Leitungsbetrieb wird Amplitudenmodulation benutzt. Bei Funk-Bildübertragungen verwendet man niederfrequente Frequenzmodulation. Wetterkartenübertragung über Funk benutzen heute ausschließlich hochfrequente Frequenzmodulation.

Die Bildtelegrafie, die vor dem 2. Weltkrieg eine recht untergeordnete Rolle spielte, hat ab 1950 einen ungewöhnlichen Aufstieg genommen. Neben einer großen Anzahl von Sonderanwendungen sind es besonders drei Bereiche, in denen sie stark eingesetzt ist.

a) Die Verbreitung von Photos im Rahmen des Zeitungswesens: Für die Bedeutung dieser Bildübertragungen spricht, daß die DBP ein Bildleitungsnetz mit der Zentrale in Frankfurt aufgebaut hat, über das z. B. 1964 ca. 46 000 Bildverbindungen abgewickelt wurden.

Daneben besitzen alle großen Presse-Bildagenturen und Zeitungsverlage eigene, von der DBP gemietete und festgeschaltete Draht- oder Funkbildnetze, über die laufend Bilder gesendet und vollautomatisch beim Bildkunden empfangen werden.

b) Die Verbreitung von Wetterkarten erfolgt fast ausschließlich auf dem Funkweg. Diese Wetterkarten werden von den Wetterämtern, Flughäfen, Schiffen, landwirtschaftlichen Diensten und anderen interessierten Unternehmungen vollautomatisch aufgenommen.

c) Ein Telegramm-Netz mit einer sehr großen Zahl von Stationen wurde von Western Union in Amerika aufgebaut. (Desk-Fax).

Wegen der weltweiten Verbreitung der Bildtelegrafie müssen die Geräte der verschiedensten Herkunft zusammenarbeiten können. Daher sind vom CCITT Daten für die im normalen Bildtelegrafenverkehr verwendeten Geräte festgelegt worden. Diese sind eine Bandbreite von 3400 Hz für den Übertragungsweg, Sendewalzendurchmesser 66 mm und eine Trommeldrehzahl von 60 bzw. 120 je Minute. Letztere Daten bedeuten, daß auf jeden cm² 2800 Bildpunkte entfallen und die Übertragungszeiten bei 12 bzw. 6 Min. in einer erträglichen Grenze liegen.

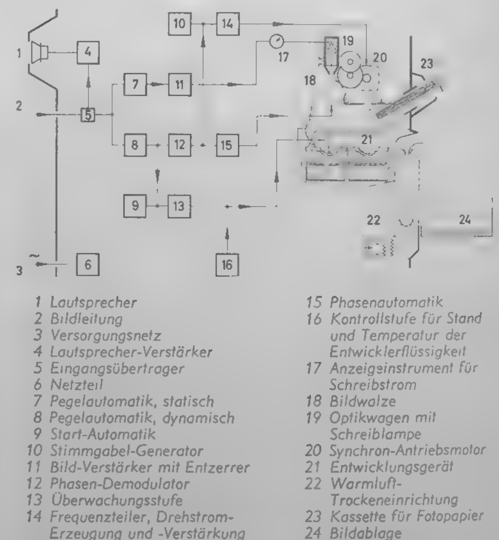


Bild 3. Schematische Darstellung der Wirkungsweise eines Satelliten-Bildempfangsautomaten.

Für die Übertragung von Wetterkarten hat dagegen die World Meteorological Organisation (WMO) empfohlen, einen Trommeldurchmesser von 6" = 152 mm und Drehzahlen von 60, 90 und 120 je Min. zu wählen. Wegen der gröberen Vorlagen genügen hier 4 bzw. 2 Abtastlinien je mm. Des weiteren wurden Signale festgelegt, die neben dem Ein- und Ausschalten der Geräte auch die Linienumschaltung automatisch vornehmen.

Eine weitere Gruppe von großformatigen Geräten erlaubt ganze Zeitungsseiten über Sonderleitungen mit 48 kHz und 240 kHz Bandbreite und im Fernsehkanal zu übertragen, die dann zum unmittelbaren Druck von Zeitungen an den verschiedensten Orten ohne Neusatz benutzt werden.

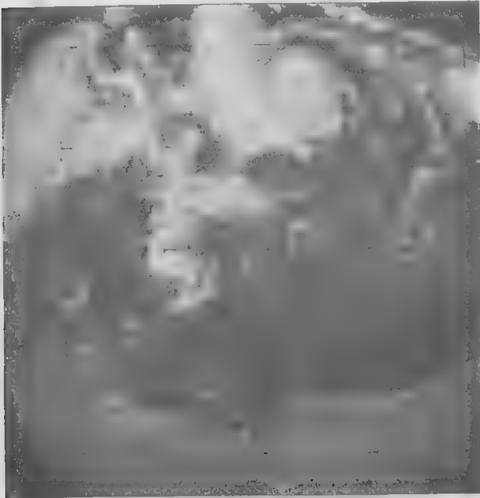


Bild 4.
Wolkenphoto, aufgenommen von einem Muttersatelliten.

Weiter werden seit einiger Zeit von Satelliten (Nimbus und Essa) in großer Höhe über der Erde Wolkenaufnahmen gemacht, die dann von dem Satelliten gesendet, mit Bildgeräten überall aufgenommen werden können (Wolkenphoto).

Mit geeigneten Bildsendegeräten können auch Farbauszüge hergestellt werden. Durch Wechsel der Farbfilter werden nacheinander der blaue, gelbe und rote Farbauszug übertragen, nach dem dann der Farbdruck erfolgen kann.

Die erste Bildübertragung zwischen zwei Orten gelang Bakewell (1847), nachdem schon Bain vorher ausgedehnte Versuche unternommen hatte. Sein Apparat gründete sich auf die von Davy gemachte Entdeckung, daß der elektrische Strom, wenn er auf besonders präpariertes Papier einwirkt, diese farblosen Chemikalien zu farbigen Stoffen zersetzt und so einen sichtbaren Eindruck hinterläßt. Als Vorlagen dienten Metallfolien, auf die die zu übertragenden Bilder mit einer nichtleitenden Tinte aufgezeichnet wurden. Jedesmal, wenn der Kontaktstift über eine solche nichtleitende Stelle hinwegfuhr, setzte der Stromfluß aus. Die Zeichnung erschien deshalb im Empfänger als weißes Bild auf farbigem Grund. Dieses Verfahren ist auch bei späteren Geräten wieder aufgegriffen worden.

Sie unterscheiden sich im wesentlichen nur in der Empfangstechnik. Eine weitere Entwicklung ist gekennzeichnet durch die Reliefmethode. Als Vorlage dienten vorbereitete, auf photomechanischem Wege hergestellte Gelatine-Reliefbilder, die wie beim Grammophon von einem Metallstift mit angeschlossenem Mikrophon abgetastet wurden. Je nach der Größe der Erhöhungen bzw. Vertiefungen verändert sich hier der Widerstand und daher auch der Stromfluß. Einen wesentlichen Fortschritt erfuhr die B. durch die Einführung des Lichtstrahls als abtastendes Mittel. Zur Umwandlung der Lichtschwankungen in elektrische Stromschwankungen dienten die Selenzellen, die ihren elektrischen Widerstand mit der Stärke des auffallenden Lichts ändern. Fernerhin wurde die photographisch-optische Wiedergabe des übertragenden Bildes eingeführt und damit der entscheidende Schritt für die weitere Entwicklung der B. getan. Die Steuerung des Lichtstrahls, d. h. die Umwandlung der ankommenden elektrischen Ströme in Helligkeitsschwankungen beim Empfänger erfolgte durch ein Saitengalvanometer. Ein weiterer Fortschritt und eine Verbesserung der B. erfolgte durch die Verwendung der Photozelle, der Verstärkerröhren und im letzten Jahrzehnt der Halbleiter.

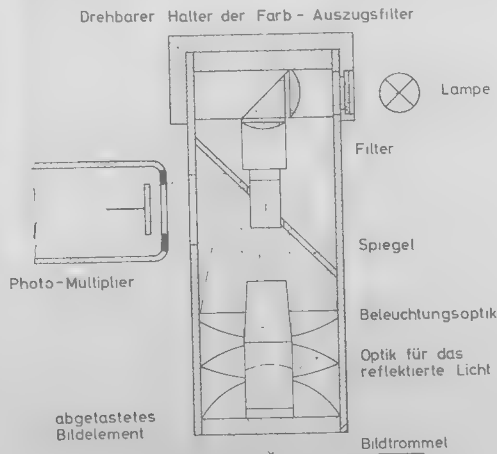


Bild 5. Optisches System des Farbsenders.

Literatur: Korn—Glatzel, Handbuch der Phototelegraphie und Teleautographie 1911 — Schröter, Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens, 1932 — Bitter, Die Übertragungsverfahren der Bildtelegraphie (Unterrichtsblätter der Bundespost, 1952, Heft 5/6).

Mebes

Bildtelegrammdienst (Rechtsgrundlage: → Telegrafenordnung). Übermitteln von Bildtelegrammen mit Bildtelegrafenapparaten (Telefotoapparate). Die für den Bildtelegrammdienst dienenden Vorschriften, die technischen Möglichkeiten, die Sonderdienste und die Gebühren sind aus dem → Gebührenbuch für Telegramme zu ersehen. Zum B. gehört auch das Bereitstellen von Bildverbindungen zwischen öffentlichen Bildtelegrafenstellen (BildTSt) und von BildTSt nach privaten Bildstellen (bildtelegrafische Zustellung von Bildtelegrammen).

Bildtelegramme → Telegrammarten.

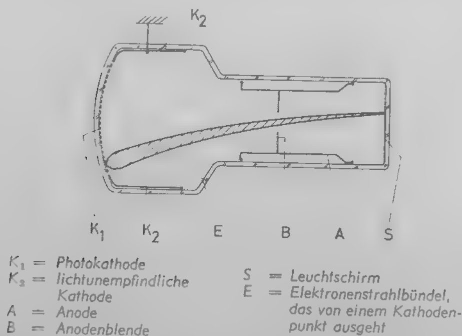
Bildtonweiche → Fernsehbildsender.

Bildträger → Fernsehen 2.

Bildübertragung auf überlassenen Leitungen (Rechtsgrundlage: → Verordnung über Privatfernmeldeanlagen). Für derartige Übertragungen gelten die Vorschriften der vorgenannten Verordnung uneingeschränkt. Die DBP gestattet jedoch, daß Geräte für die Bildübertragung in Privatfernmeldeanlagen auch alternativ an das Bildleitungsnetz angeschlossen werden können. Unter bestimmten Voraussetzungen sind Übertragungen vom öffentlichen Bildleitungsnetz in das private Netz möglich.

Bildverstärker → Bildwandler.

Bildwandler. B. oder Bildverstärker sind optoelektronische Geräte, die ein primäres Lichtbild über ein Elektronenbild in ein sekundäres Lichtbild transformieren. Das sekundäre Bild übertrifft das primäre im allgemeinen an Kontrast- und Lichtstärke (Verstärkung). Die Photonenenergie beider Bilder ist meist verschieden (Frequenzwandlung: z. B. Transformation von Röntgenlicht, Ultraviolettlicht



K_1 = Photokathode
K_2 = lichtunempfindliche Kathode
A = Anode
B = Anodenblende
S = Leuchtschirm
E = Elektronenstrahlbündel, das von einem Kathodenpunkt ausgeht

Bildwandlerröhre.

oder Ultrarotlicht in sichtbares Licht). Die wesentlichen Bestandteile eines B. sind die Photokathode, die Elektronenabbildungslinse und der Fluoreszenzschirm zur Erzeugung von sichtbarem Licht. Sie sind in einem evakuierten Röhrenkörper so angeordnet, daß die von der belichteten Photokathode ausgehenden Photoelektronen mit Hilfe der Elektronenlinse auf dem Fluoreszenzschirm abgebildet werden und das sekundäre sichtbare Bild erzeugen (vgl. Bild). Die den Elektronen durch die elektrischen Felder erteilte Beschleunigung bewirkt eine Bildverstärkung, während die auf der Photokathode ursprünglich vorhandene Helligkeitsverteilung auf dem Fluoreszenzschirm reproduziert wird. Das Bildverstärkerprinzip kann mehrfach wiederholt werden. Es sind z. B. 3stufige Kaskaden-Bildverstärker gebaut worden. Die Kopplung zwischen Leuchtschirm und folgender Photokathode wird hierbei am besten durch eine Faseroptik bewirkt. B. und Bildverstärker finden heute Anwendung beim Nachtsehen, als Röntgenbildverstärker in der Röntgendiagnose und bei zahlreichen Problemen aus Wissenschaft und Technik.

Literatur: W. Heimann, Zt. f. Instrumentenkunde, 73 (1965), S. 57 und 108 — Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1966, S. 291 ff.

Salow

Bildwandlerröhre → Elektronenröhre.

Bimetall (Thermobimetall) besteht aus zwei aufeinandergelöteten oder -gewalzten Metallstreifen mit stark verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten (z. B. Invar-Messing), in Thermometern und in der Elektrotechnik usw. verwendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

binär. Zweier Werte fähig; die Eigenschaft bezeichnend, einen der beiden Grundwerte eines → Dualsystems anzunehmen.

Literatur: DIN 44300.

Binärcode → Digitalübertragung.

Binärzahlen → Dualsystem.

Bindedraht → Blankdrahtlinie.

Bindemittel sind meist zähflüssige Stoffe, die gröbere oder feine feste Teilchen untereinander oder mit der Unterlage verkleben sollen. Zu den Bindemitteln im weiteren Sinn rechnet man auch die Klebestoffe und Leime. Bei Anstrichstoffen sind B. (nach DIN 55945, 1961) die nichtflüchtigen Anteile eines Anstrichmittels (ohne Pigment, aber einschließlich Weichmachern, Trockenstoffen u. a. nichtflüchtigen Hilfsstoffen). Das B. verbindet die Pigmentteilchen untereinander und mit dem Untergrund und bildet so mit ihnen gemeinsam den fertigen Anstrich.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 55945, 1961.

Bindungsenergie → Bändermodell des Halbleiters.

Binistor. Der B. ist ein Vierschichtelement mit einer negativen Widerstandscharakteristik, die nicht durch interne Parameter, wie beim → Thyristor, sondern durch externe Schaltungsmaßnahmen bestimmt ist. Infolge seiner zwei stabilen Zustände wird er zu Schalt- und Speicheraufgaben eingesetzt, z. B. als Flip-Flop, Ringzähler oder Schieberegister.

Bild 1 zeigt den Vierschichter und sein Ersatzbild. Der B. setzt sich aus einem npn-Haupttransistor hoher Kurzschlußstromverstärkung α_1 mit den Anschlüssen Emitter E, der Basis B und dem Kollektor C und einem pnp-Hilfstransistor geringer Kurzschlußstromverstärkung α_2 zusammen, dessen Emitter Injektor genannt wird und der eine Emitterdurchbruchspannung besitzt, die mindestens so hoch wie die Kollektordurchbruchspannung des Haupttransistors ist. Die Transistoren haben die beiden mittleren Schichten gemeinsam. Der Injektor wird über eine Klammerdiode an eine Injektorspannung U_I gelegt, die unterhalb der Kollektorspannung U_{CE} liegen muß. Dann ist der pn-Übergang vom Injektor zum Kollektor gesperrt. Mit einem positiven Basisstrom I_B steuert man die Kollektorspannung herunter, bis sie den Wert der Injektorspannung unterschreitet. In diesem Augenblick wird der pn-Übergang leitend und zieh

aus einer Hilfsspannung, die meistens die Betriebsspannung ist, über einen Widerstand einen Injektorstrom I_I, dessen Anteil $\alpha_2 I_I$ in die Basis des Haupttransistors fließt und ihn rasch auf den Wert der Kollektorrestspannung durchsteuert. Gleichermaßen wird gleichzeitig der Hilfstransistor in Sättigung gefahren. Mit Hilfe der Injektorspannung ist es möglich, die Größe der Kollektorspannung und des Basisstromes festzulegen, bei denen der B. durchschaltet. Nach dem Schaltvorgang wird der extern

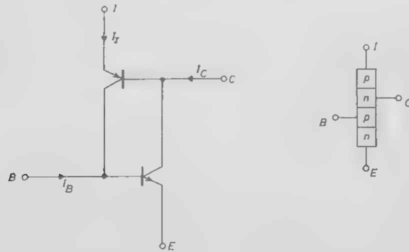


Bild 1. Der Binistor und sein Ersatzschaltbild.

zugeführte Basisstrom nicht mehr benötigt: für ihn fließt dauernd der Anteil $\alpha_2 I_I$ des Injektorstromes in die Basis und hält den B. in seinem durchgeschalteten Zustand.

Der Kollektorstrom kann bis zur Grenze des Verschwindens verringert werden, z. B. durch Vergrößern des Lastwiderstandes am Kollektor, ohne daß der B. in den Sperrzustand zurückschaltet. Der B. braucht keinen minimalen Kollektorstrom, einen sogenannten Haltestrom, wie das andere Vierschichtelement → Thyristor, um im durchgeschalteten Zustand zu verharren.

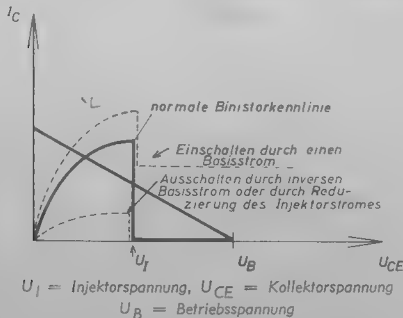


Bild 2. Kennlinie $I_C = f(U_{CE})$ des Binistors.

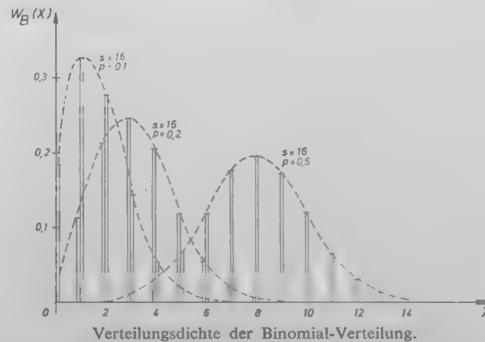
Der B. kann auch am Injektor durchgeschaltet werden, indem die Injektorspannung über die Kollektorspannung erhöht wird. Auch dann wird der pn-Übergang leitend und injiziert einen Strom in die Basis des Haupttransistors. In diesem Fall sollte die Injektorspannung mit der Kollektorspannung während des Schaltvorganges abnehmen, um einen zu großen Injektorstrom zu verhindern, der das Element zerstören könnte.

Ausschaltung des B. erfolgt entweder an der Basis durch einen inversen externen Basisstrom oder — üblicherweise — am Injektor durch Reduzierung des Injektorstromes. Mit geringer werdendem Anteil $\alpha_2 I_I$, der in die Basis des Haupttransistors fließt, steigt die Kollektorspannung, bis sie die Injektorspannung überschreitet und dabei den pn-Übergang vom Injektor zum Kollektor sperrt. In diesem Augenblick fließt nur noch ein Sperrstrom in die Basis. Die Kollektorspannung springt auf ihren höchsten Wert. Die Schaltzeiten sind etwas größer als bei normalen Transistoren.

Bild 2 zeigt die Kennlinie des Kollektorstromes in Abhängigkeit von der Kollektorspannung mit den Parametern des Basisstromes und der Injektorspannung.

Literatur: N. De Wolf, The Binistor — a new semiconductor device, Electronic industries, Vol. 19 (1960) 8, S. 84—87.

Binomial-Verteilung ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung (s. Bild) für das x-malige Auftreten eines Ereignisses bei s Versuchen. Die B. ist eine diskrete Verteilung mit zwei Parametern s und p (p: Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Ereignisses).



Verteilungsdichte der Binomial-Verteilung.

In der Verkehrstheorie wird die B. unter den folgenden Bedingungen angewendet. Die Wahrscheinlichkeit $W_B(x)$, daß von s Verkehrsquellen gleichzeitig x belegt sind, ist binomial verteilt, wenn die Belegungen der verschiedenen Verkehrsquellen voneinander unabhängig sind und nicht durch einen Mangel an Wählern oder Abnehmerleitungen gehemmt sind ($S \leqq N$).

$$W_B(x) = \binom{s}{x} \cdot p^x \cdot (1-p)^{s-x}.$$

N: Anzahl der Abnehmerleitungen,

p: Wahrscheinlichkeit, daß eine bestimmte Verkehrsquelle belegt ist = Verkehrsangebot einer Verkehrsquelle. Es sei für alle Quellen gleich groß.

Der Mittelwert der Anzahl gleichzeitig belegter Verkehrsquellen, d. h., ihr Verkehrswert ist: $A = y = p \cdot s$. Die Varianz ist: $D^2(x) = s \cdot p\,(1-p)$.

Biot, Kurzzeichen Bi, ist der Name für eine Einheit der elektrischen Stromstärke *I*. Zur SI-Einheit 1 A besteht die Beziehung

$$1\,\mathrm{Bi} = 10\,\mathrm{A};$$

die Zahl 10 ist exakt.

Biot-Savart'sches Gesetz, besser: Formel von Biot, Savart und Laplace. Zur Berechnung der magnetischen Feldstärke $\boldsymbol{H}$ eines geschlossenen Stromkreises in einem Raumpunkt wird von der Vorstellung ausgegangen, daß jedes »Stromelement« $I\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ einer geschlossenen linearen Strombahn (Leitlinie s) im betrachteten Raumpunkt einen Anteil

$$\mathrm{d}\boldsymbol{H} = \frac{I}{4\pi}\,\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{s}\times\boldsymbol{r}}{r^3}$$

liefere, wenn unter $\boldsymbol{r}$ ein Vektor verstanden wird, der durch den Abstand zwischen dem Stromelement und dem Raumpunkt gegeben ist und zu diesem hin zeigt. $\mathrm{d}\boldsymbol{H}$ hat also den Betrag

$$\mathrm{d}H = \frac{I}{4\pi}\,\frac{\mathrm{d}s}{r^2}\,\sin(\mathrm{d}\boldsymbol{s},\boldsymbol{r})$$

und die Richtung, die senkrecht auf der durch ds und r gegebenen Ebene steht. Für eine geschlossene Strombahn ergibt sich also

$$\boldsymbol{H} = \frac{I}{4\pi}\oint\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{s}\times\boldsymbol{r}}{r^3},$$

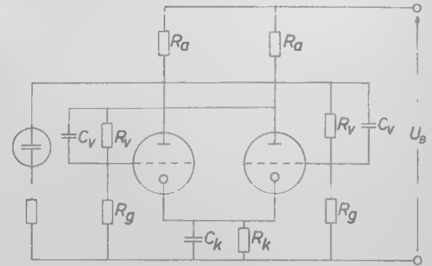
z. B. im Mittelpunkt eines Kreisstromes $H = I/d$, wobei d Durchmesser. In vielen anderen Fällen wird die Rechnung umständlich. Die praktische Brauchbarkeit wird dadurch sehr eingeengt, daß konstante Permeabilität im ganzen Feldraum vorausgesetzt ist. Daher werden → magnetische Kreise nicht mit dieser Formel, sondern auf Grund des → Durchflutungsgesetzes (→ magnetische Feldgrößen) berechnet.

Biquinärcode ist ein mit einfachen Mitteln selbstüberwachbarer Code, der für die Übermittlung der Einerstellen der Zonenaussage vom → Umwerter des FwS 62 zum → Knotenregister angewendet wird. Benötigt werden fünf und einmal zwei Adern, die zu den Empfangsrelais führen. In jeder Gruppe darf höchstens eine Kennzeichnung vorliegen.

Die Codierung folgt dem Schema:

	ZG	ZE 5	ZE 0	ZE 1	ZE 2	ZE 3	ZE 4
1	×			×			
2	×				×		
3	×					×	
4	×						×
5		×	×				
6							
7		×			×		
8						[illegible]	
9		×					×
10	×		×				

bistabile Kippstufe (Flipflopschaltung). Die Flipflopschaltungen (s. Bild) sind rückgekoppelte elektronische Schaltungen mit 2 Röhren oder Transistoren, die symmetrisch angeordnet sind und die zwei stabile Zustände besitzen, bei denen entweder die (der) eine Röhre (Transistor) oder die (der) andere Strom führt. Eine mit Transistoren aufgebaute Flipflopstufe verbraucht nur etwa ein hundertstel der Leistung, die eine Röhrenflipflopstufe benötigt und sie besitzt etwa die zehnfache Lebensdauer. Am Ausgang einer Flipflopstufe steht ständig ein Signal zur Verfügung, das den Speicherinhalt erkennen läßt. Flipflopschaltungen werden als Schieberegister zur Stellenwertverschiebung, Serienparallelumsetzung, auch zur Zeittransformation sowie als dynamische Register in Rechenmaschinen eingesetzt.



Röhrenflipflopschaltung.

Fortschritte in der Technologie der integrierten Schaltungen und der Mikrominiaturisierung führten in neuester Zeit (Mitte 1969) zur Entwicklung von integrierten Halbleiterspeichern. Bistabile Kippstufen werden darin nicht mehr durch individuelle Bauelemente aufgebaut. Aktive und z. T. auch passive Elemente (Transistoren und Widerstände) werden vielmehr unter Verwendung spezieller Masken auf einer einzigen kleinen Siliziumkristallscheibe in Diffusionstechnik (Planar-Epitaxialtechnologie) hergestellt. Durch Anbringen von Verbindungsleitungen in späteren Fabrikationsschritten entsteht die komplette Schaltung. Auf einem Silizium-»chip« von 3 mal 3 mm² können so 64 bistabile Kippstufen untergebracht werden. Mehrere solcher Chips werden zu größeren Speicherblöcken zusammengefaßt. Auch die zugehörigen Decodier und Auswahlschaltungen werden in der gleichen Technik hergestellt. Schwierigkeiten bestehen noch hinsichtlich ausreichender Kühlung, zuverlässiger elektrischer Verbindungen und des Testens der fertigen Schaltungen.

Literatur: K. Steinbuch (Hrsg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg, 1962 — Millman, J. H. Taub, Pulse and Digital Circuits, McGraw Hill Book Comp. New York, 1956 — Hodges, D. A., Proc. IEEE Vol. 56, No. 7, (1968) S. 1148—1162 (dort weitere Literatur).

Pöcker

Bit. Abkürzung für b i n a r y d i g i t. Der Begriff wird in der Informationstheorie und in der Nachrichtentechnik in verschiedener Weise gebraucht, u. zw. einmal als Kurzform für B i n ä r z e i c h e n bzw. als Synonym für Dualziffer (das Bit, die Bits), und zum anderen als Einheit für die Anzahl der Binärentscheidungen.

Wenn beispielsweise aus einem Ensemble von n verschiedenen Elementen ein bestimmtes Element ausgewählt werden soll, so ist es notwendig, $z = \log_2 n = \text{ld}\, n$ Binärentscheidungen (bit) zu treffen. Alle logarithmisch definierten Größen der Informationstheorie wie Entscheidungsgehalt, Informationsgehalt, Redundanz erhält man in bit, wenn der Logarithmus zur Basis 2 genommen wird (1 bit, 2 bit ...).

Literatur: NTG-Empfehlung 0102, Nachrichtentechn. Z. 19 (1966), S. 231—234.

Bit-Fehlerhäufigkeit → Fehlerhäufigkeit.

Bitumen. Nach den DIN 55946 sind dies die bei der schonenden Aufarbeitung von Erdölen gewonnenen dunkelfarbigen, halbfesten bis springharten, schmelzbaren, hochmolekularen Kohlenwasserstoffe und die in Schwefelkohlenstoff löslichen Anteile der Naturasphalte. Man unterscheidet destilliertes B., Hochvakuum-B., geblasenes B. und Verschnitt-B. B. ist der Hauptbestandteil der Füllmassen, früher Vergußmassen genannt, die in der Kabeltechnik verwendet werden. Die Eigenschaften sind durch die VDE 0351 »Vorschriften für heiß zu vergießende → Füllmassen für Kabelzubehörteile sowie für → Abbrühmassen« festgelegt.

black-out → Polarlichtstörung.

Black's reduced-current Meßverfahren → Seekabelmessungen.

Blankdrahtlinien. Die Entwicklung im oberirdischen Liniennetz zeigt, daß die Länge der Linien und der Doppelleitungen, die bis vor einigen Jahren noch anstieg, nunmehr zurückgeht, während der Einsatz von Installationskabeln und Tragseil-Luftkabeln ständig zunimmt:

Jahr	Linienlänge km	Doppelleitungen Ortsnetz km	Doppelleitungen Fernnetz km	Inst.-Kabel km
1955	144 674	447 795	164 468	—
1960	133 304	394 026	56 551	25 810
1966	128 460	261 604	3 572	80 700

Die oberirdischen Fernlinien sind fast vollständig verschwunden. Anschlußlinien für mehrere Teilnehmer werden wirtschaftlicher mit Luftkabeln bzw. Installationskabeln gebaut. Wenn die Anzahl der Teilnehmer für den Endausbau feststeht, ist die Erdkabelverlegung am wirtschaftlichsten, weil dabei die geringsten Unterhaltungskosten anfallen (→ siehe auch Kabelverlegung 4. und 5.).

Als Stützpunkte werden nur Holzmaste — abgesehen von der Befestigung am Mauerwerk bei der Hauseinführung — benutzt. Dachständer sind kaum noch anzutreffen.

Für die Anschlußleitungen werden Blankdrähte aus Bronze II mit 1,5 mm Durchmesser, für Fernleitungen Bronze II mit 2 mm Durchmesser oder Kupfer mit 3 mm Durchmesser verwendet. Der Einbau der Blankdrähte erfolgt mit vierfacher Sicherheit, bei Bahnkreuzungen ist fünffache Sicherheit vorgeschrieben.

Der Durchhang und der Drahtzug werden unter Berücksichtigung der Wärmedehnungszahl, des spezifischen Gewichts, der elastischen Dehnungszahl und der Festigkeit des Werkstoffes berechnet und in Tafeln (FBO 7) festgehalten.

Bei Belastungen durch Eis oder Rauhreif kann der Draht bis zu 80% seiner Dauerzugfestigkeit beansprucht werden.

Dadurch ergeben sich je nach dem auftretenden Eisbehang in dem betreffenden Gebiet bestimmte Grenzspannweiten (Bild 1) für die verschiedenen Leiterarten, die beim Bau der Blankdrahtleitungen nicht überschritten werden dürfen. Der normale Stützpunktabstand — auch Feldlänge genannt — von 50 m muß in Krümmungen, an steilen Berghängen oder in Gegenden mit Rauhreifbildung je nach Bedarf und benutztem Leitermaterial verringert werden.

Leitungsarten	Draht- bzw. Seildurchmesser mm	Grenzspannweiten bei Eiszylinderdurchmesser von 40 mm	60 mm	80 mm
1	2	3	4	5
Blankdraht				
Kupfer (E-Cu)	3	39	18	—
Bronze (Bz II)	1,5	15	8	—
	2	32	14	—
Tragseil-Luftkabel				
6 × 2 × 0,6 } 10 × 2 × 0,6 }	3	195	82	66
20 × 2 × 0,6	4,4	540	168	135

Bild 1. Grenzspannweiten.

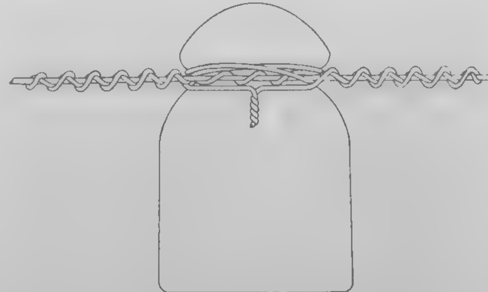


Bild 2. Binden eines Blankdrahtes am Isolator.

Am Isolator werden die Blankdrähte je nach Notwendigkeit abgespannt (Bild 2) oder nur angebunden (Bild 3). Anbinden mit Bindedraht (ausgeglühter Kupferdraht mit 1,5 mm Durchmesser) für Bronzedraht II (mit 2 oder 1,5 mm ∅) ist nur dann möglich, wenn der Blankdraht zum nächsten Stützpunkt unmittelbar weitergeführt werden kann.

Die Isolatoren sind aus Porzellan (RMk nach DIN 48 148, RMd nach DIN 48 141) oder versuchsweise aus Glas oder Kunststoff in verschiedener Größe für verschiedene Drahtdurchmesser geformt.

Mit Hakenstützen (DIN 48 057) sind die Isolatoren direkt am Mast oder mit geraden bzw. U-Stützen (DIN 48 055 bzw. 46 056) an den Querträgern (DIN 48 320) befestigt, die selbst mit einer Vorlegeplatte (DIN 48 322) und einem Ziehband (DIN 48 321) am Mast angebracht werden.

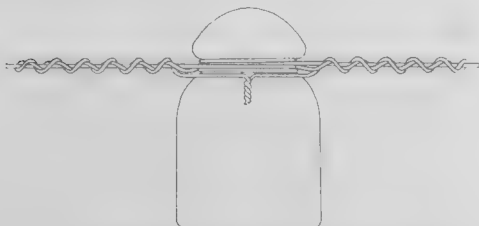


Bild 3. Binden eines im Halslager des Isolators festgelegten Blankdrahtes Bz II 1,5 (Kopfschlag).

Über das Verbinden von Blankdrähten miteinander oder mit dem Einführungsdraht bei oberirdischen Hauseinführungen oder beim Übergang auf Kabel → Blankdrahtverbindung.

B. sind in erhöhtem Maße Störungen durch Witterungseinflüsse, durch hineingewehte abgestorbene Äste oder durch hineinwachsende Äste der in der

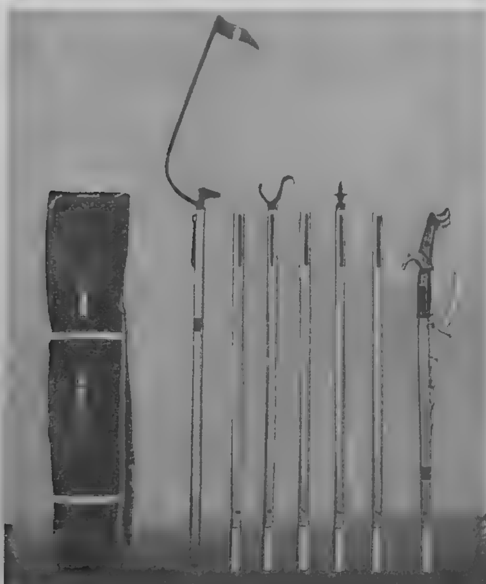


Bild 4. Gerätesatz für Freileitungen.

Nähe wachsenden Bäume ausgesetzt. Zur Beseitigung wird der Gerätesatz für Freileitungen (Bild 4) ebenso gebraucht wie zum Neubau von Blankdrahtleitungen. Ein Kopfstück, aufsteckbare Säge, Baumschere und Drahtgabeln und Verlängerungsstangen aus Holz oder Leichtmetall sind in einer Segeltuchtasche untergebracht. Die Verbindungsstellen sind aus isolierendem Kunststoff zum leichten Zusammenstecken oder Auseinandernehmen (Bajonettverschlüsse) ausgeführt. Ohne Masten zu besteigen, können notwendige Arbeiten im Leitungsfeld — Ausästen, Lösen von Verschlingungen der Drähte, Auflegen von von Stützpunkten herabgefallenen oder von neuen Blankdrähten usw. — vom Erdboden aus ausgeführt werden.

Stegmann

Blankdrahtverbindung. Für die bei der DBP verwendeten Blankdrähte (1,5, 2 und 3 mm ⌀) sind 3 Größen Drahtverbindungshülsen in DIN 48 327 genormt. Diese sind aus E-Cu F 20 nach DIN 40 500 nahtlos gezogen und außen und innen gleich glatt.

1. Verbinden von Blankdrähten gleichen Durchmessers:

Die metallisch blankgemachten Drahtenden werden von beiden Seiten so tief in die Drahtverbindungshülse hineingesteckt, daß sie etwa 5 mm vom anderen Ende entfernt bleiben. Die Mitte der Hülsen wird mit einer Hebelkluppe festgehalten, und mit einer zweiten Kluppe wird erst das eine Ende und dann das andere je zweimal in der gleichen Richtung herumgedreht. Die nicht mit Drähten ausgefüllten Enden der Hülse werden schräg abgekniffen (Bild 1).



Bild 1. Verbindung mit Drahtverbindungshülse.

2. Verbinden von Blankdrähten verschiedenen Durchmessers:

Die Blankdrähte sind je für sich am Isolator abzuspannen und ihre freien Enden gemeinsam in einer halben Verbindungshülse mit 2 Umdrehungen zu verwürgen. Das freie Ende der Hülse ist zusammenzudrücken und gegen das Eindringen von Regenwasser umzubiegen. Die Verbindung ist schräg aufwärts vom Isolator und Mast wegzubiegen (Bild 2).

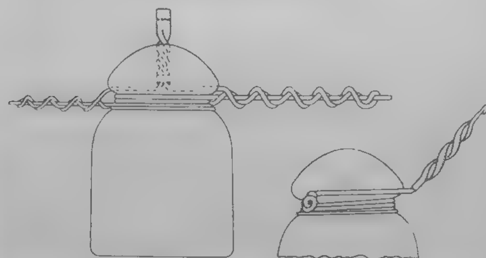


Bild 2. Verbinden verschieden dicker Blankdrähte am Isolator.

3. Verbinden mit den Einführungsdrähten (2YY, 1 mm ⌀):

Der 2YY-Draht ist abisoliert zweimal um den Isolatorhals zu legen, mit zwei Windungen um den Draht zu wickeln. Die freien Enden des Blank- und des Einführungsdrahtes werden mit einer halben Verbin-

dungshülse nach Abs. 2 miteinander verwürgt (Bild 3). Beim Übergang auf Kabelleitungen werden die Einführungsdrähte in den → Überführungsendverschluß

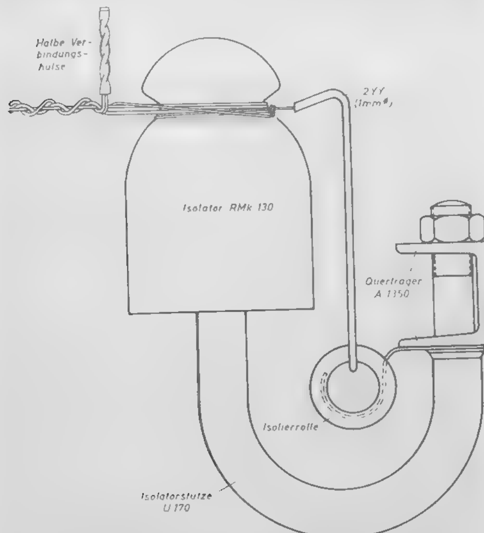


Bild 3. Abspannung am Endmast, Verbindung von Leitung und Einführungsdraht.

eingeführt. Über die Einführung zur Sprechstelle siehe unter »Einführung von Anschlußleitungen«.
Stegmann

Blankglühen. Entfernen von Oxyden durch Glühen in reduzierend wirkenden Gasen.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 3, Okt. 1965.

Blattdrucker. Fernschreibmaschine mit Druckempfang auf Papierbändern. Überwiegend verwendeter Fernschreibapparat bei Telexteilnehmern und in Sondernetzen. In größeren Stückzahlen auch bei der Deutschen Bundespost vorhanden.

Blattgold. Gold ist außerordentlich geschmeidig; man kann es daher zu sehr dünnen Blättchen (1/1000, ja sogar 1/8000 mm dick) ausschlagen. Diese dünnen B.-Folien sind für grünes Licht durchlässig; noch feinere glasartig durchsichtige Goldfolien kann man durch kathodische Zerstäubung des Goldes herstellen. Unechtes B. ist dünngehämmerter Tombak.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Blattschreiber. Oft benutzter, aber nicht ganz zutreffender Ausdruck für → Blattdrucker. Dagegen richtige Bezeichnung z. B. beim Siemens-Hell-Blattschreiber, weil die Buchstaben »geschrieben« und nicht als Ganzes abgedruckt werden.

Blaubücher des CCITT → CCITT-Empfehlungen.

Bläuepilze sind eine Reihe von Schimmelpilzen, die zu den Ascomyceten und Fungi imperfecti gehören. Die bekanntesten B. aus der Ascomycetenfamilie sind die Ophiostomataceae. Befall durch B. tritt vor allem an Nadelhölzern auf. Er ist erkennbar am punkt- oder streifenförmigen Auftreten schwarzer oder blaugrauer Flecken im → Splintholz. Fruchtkörper von B. aus der Familie der Ophiostomataceae sind auf befallenen Oberflächen gerade noch mit bloßem Auge erkennbar als kleine, schwarze, kugelrunde Gebilde (Hauptfruchtform). Nebenfruchtformen (Konidienträger) bedecken bei starkem Auftreten mit ca. 2 mm hohem, haarartigem Bewuchs befallene Flächen. Bei mikroskopischer Beobachtung sind Hyphen von B. vorwiegend in den Parenchymzellen der Markstrahlen zu finden, von deren Inhalt B. sich ernähren. Daher ist der vielbenutzte Ausdruck »Blaufäule« falsch, weil Befall durch B. keinen Holzabbau im Sinne eines Basidiomycetenbefalls hervorruft. B. gedeihen in einem weiten Holzfeuchtigkeitsbereich von ca. 40 bis 100% und Temperaturbereich von ca. 5 bis 35° C (Optimum 25 bis 30° C). B. leben teilweise symbiotisch mit Borkenkäfern zusammen. Die Bedeutung der B. liegt in der Entwertung von Holz durch farbliche Veränderung. Farbanstriche können über verblauten Holzstellen aufbrechen. Für das Tränken von Fernmeldemasten mit Teeröl darf kein stark verblautes Kiefernholz verwendet werden. Leicht verblaute Fernmeldemasten dürfen mit Teeröl nur getränkt werden, wenn die Holzfeuchtigkeit ≦ 22% beträgt. Eine vorbeugende Holzbehandlung gegen Befall erfolgt durch Herabsetzen der Holzfeuchtigkeit, auf chemischem Wege mit anerkannten Holzschutzmitteln. Die Bekämpfung eines eingetretenen Befalls ist kaum durchführbar, weil das Entfernen der B. mit Bleichmitteln nur auf der Oberfläche möglich ist.
Wefers

Blauschreiber. Der B. ist ein Elektronenstrahl-Oszillograph mit einer Blauschrift-Bildspeicherröhre, die insbesondere einmalige, nicht periodisch wiederkehrende Vorgänge, aber auch Ausschnitte aus periodischen Vorgängen aufzeichnet und über lange Zeit bis zur gewollten Löschung festhält. Im Gegensatz zu Oszillographen mit Normal- oder Nachleucht-Röhren, die das Bild nur über relativ kurze Zeit erkennen lassen, liefert der B. also bleibende Bilder, die zur Auswertung über Stunden zur Verfügung stehen und erst nach Auslösen eines besonderen Löschvorganges wieder vom Schirm verschwinden.

Der Spezialschirm dieser Kathodenstrahlröhre besteht aus einer Glimmerscheibe (8 × 12 cm), die auf der kathodennahen Seite eine Kaliumchloridschicht trägt. Die vom Elektronenstrahl getroffenen Stellen dieser Schicht zeigen bei zusätzlich von außen auffallendem Licht eine blauviolette Verfärbung infolge Tenebrenz. (Absorption des auffallenden Lichtes.) Auf der Betrachterseite trägt die Glimmerscheibe eine durchsichtige, dünne Metallschicht, durch die ein Strom hindurch geschickt werden kann. Dieser erwärmt die Speicherschicht und das gespeicherte Bild verschwindet. Löschzeit je nach Heizleistung (15 W bis 50 W) etwa 2 min bis 40 sec.

Der Elektronenstrahl der Röhre wird in senkrechter (y-) und horizontaler (x-) Richtung magnetisch abgelenkt. Die notwendigen Ströme werden durch zwei

Meßverstärker (in der Regel als Differenzverstärker ausgebildet) erzeugt, von denen der *y*-Verstärker laufzeitgeebnet ausgebildet wird, damit Impulse formgetreu dargestellt werden.

Die maximale Schreibgeschwindigkeit, bei der noch gute Bilder entstehen, beträgt etwa 400 m/s, die z. B. beim Aufzeichnen einiger Perioden eines 10 kHz-Sinussignals auf voller Schirmbreite und bei etwa 2 cm Bildhöhe an den Nulldurchgängen erreicht wird. Dadurch ist der Anwendungsbereich des B. auf den Tonfrequenzbereich begrenzt.

Der B. besitzt wie normale Elektronenstrahl-Oszillographen neben den *x*- und *y*-Verstärkern einen Netzteil und eine Zeitablenkschaltung für einmalige und periodische Ablenkung verschiedener Geschwindigkeit, darüberhinaus aber eine Zeilenschalteinrichtung, die den Strahl nach jeder geschriebenen Zeile automatisch um eine bestimmte Strecke in der Höhe auf dem Schirm verschiebt, was fortlaufendes Schreiben untereinanderliegender Bildzeilen ermöglicht.

Der B. eignet sich für die Aufzeichnung von Schallereignissen (Musikklänge, Sprache, Geräusche, Echo, Nachhall usw.) sowie zur Untersuchung von Relaiskontakten und anderer Einschwingvorgänge. Auch als *x*—*y*-Schreiber zur Darstellung von Kennlinienscharen von Röhren und Halbleitern wird er benutzt.

Sommer

Blechkern → Pupinspule.

Blei, Pb, Atomgewicht 207,21, ϱ 11,344, Fp 327,4° C, Kp 1750° C. B. ist ein bläulich-graues, stark glänzendes, sehr weiches Metall. Vorkommen: das wichtigste Erz ist B.-Glanz PbS, aus dem es auch fast ausschließlich gewonnen wird. Gewinnung: das beim Rösten von B.-Glanz entstehende Oxyd und das Sulfat werden im Schachtofen durch Koks und Kohlenoxyd reduziert. Verwendung: B. findet allein oder mit → Antimon, → Zinn, → Kupfer oder Tellur legiert Verwendung zur Herstellung von → Kabelmänteln. Der zulässige Gehalt an Legierungsbestandteilen und Verunreinigungen ist festgelegt in den DIN 17640 »B. und B.-Legierungen für Kabelmäntel«. B. mit Zinn legiert findet als Lötzinn (→ Löten) Verwendung. Die Beschaffenheit ist durch den DIN 1707 »Weichlote für Schwermetalle« festgelegt. (→ Röhrenlötzinn). In der Elektrotechnik findet B. auch sonst vielseitig, z. B. als Material für → Kabelmuffen, → Akkumulatoren usw., Anwendung.

Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Bleichen heißt Entfärben irgendwelcher Materialien; dies kann grundsätzlich auf folgende drei verschiedene Arten erfolgen: 1. die färbenden Begleitstoffe werden an feinzerteilte, oberflächenaktive Substanzen (Aktivkohle, Bleicherden usw.) adsorbiert, 2. man überdeckt die unerwünschten Färbungen durch Anwendung von Komplementärfarben, die sich zu weiß ergänzen, 3. man zerstört die färbenden Begleitstoffe durch oxydierende oder reduzierende Chemikalien.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Bleichmittel sind Chemikalien mit bleichender, farbstoffzerstörender Wirkung; meist handelt es sich hierbei um Oxydationsmittel (Chlor, Chlorkalk, Natriumchlorid, Wasserstoffsuperoxyd, Natriumperborat, Natriumperoxyd), seltener um Reduktionsmittel (Schwefeldioxid, Schweflige Säure, Blankit, Rongalit). → Bleichen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Bleidioxyd → Akkumulatoren.

Bleifarben. Man versteht darunter in der Praxis Mennige (Bleimennige), Bleiglätte und Bleiweiß; das ebenfalls bleihaltige Chromgelb rechnet man dagegen zu den sogenannten Buntfarben. Die giftigen B. werden in Deutschland besonders im Harzgebiet, Rheinland und Süddeutschland seit über 100 Jahren fabrikmäßig gewonnen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Bleiglätte, PbO, Molekulargewicht 223,21, ϱ 9,53, Fp 890° C, Kp 1470° C. B. ist eine rotgelbe, kristallinisch-blättrige Masse. B. wird beim Silberverhüttungsprozeß gewonnen oder durch direkte Synthese aus den Elementen dargestellt. Verwendung bei der Herstellung von Gummimischungen für Isolierstoffe und von → Bleifarben.

Bleimantel → Kabelmantel.

Bleimantelpresse → Kabelmäntel aus Metall, Fertigung.

Bleimennige → Mennige.

Bleirohrkabel, diente früher als a) GM-Kabel (einadriges Kabel mit Gummiisolierung und Bleimantel; Durchmesser des Leiters 0,8 mm, Dicke der Gummihülle 0,6 mm, des Bleimantels 0,8 mm; Bleimantel unmittelbar auf Bandbewicklung der Seele aufgebracht):

1. zur oberirdischen Einführung von Telegrafen-, Fernsprechverbindungs- und Sp-Leitungen sowie von Fernsprechanschlußleitungen in die VSt mit Ausnahme der Fälle, in denen die Fernsprechanschlußleitungen in Wählnetzen in Luftkabeln geführt waren, die durch Papierbaumwollkabel fortgesetzt wurden, oder wo einzelne Sp- und Anschlußleitungen mittels isolierten Bronzedrahtes in VSt eingeführt waren;

2. zur Weiterführung von Fernsprechverbindungs- und Anschlußleitungen auf Kabelaufführungspunkten vom Überführungsendverschluß bis zu den Isoliervorrichtungen am Abspanngestänge;

3. zur Innenführung von Telegrafen- und Fernsprechverbindungsleitungen, wenn höchstens 2 Leitungen eingeführt waren (sonst wurden Lackpapierkabel verwendet).

b) PB-Kabel (ein-, zwei- und vieradriges Kabel mit Papierisolierung und Bleimantel; blanker Kupferleiter von 0,6 mm Durchmesser; jede Ader war mit 4 Lagen Papier umsponnen).

Bleischutzseife ist ein Gemisch von Seife mit mechanisch reinigend wirkenden Bestandteilen wie feiner

Quarzsand, Bimssteinpulver und gelegentlich auch Holzmehl. B. wird im Kabelbau prophylaktisch gegen Bleivergiftungen gebraucht. Seine Zusammensetzung ist durch die Fernmeldetechnische Zentralamts (FTZ) Norm 556 414 »Bleischutzseife TV« festgelegt.

Bleischwamm, Bleisulfat → Akkumulatoren.

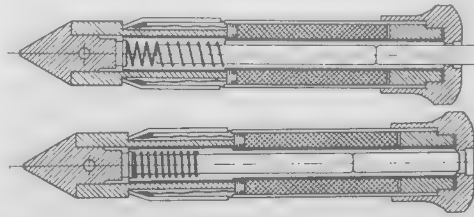
Bleivergiftung. Die Gefahr einer chronischen B. besteht bei ständigem Umgang mit Blei oder Bleiverbindungen. Die B. tritt ein durch laufende Aufnahme kleinster Bleimengen über den Mund bzw. die Atmungsorgane. Sie führt allmählich zur Erkrankung und äußert sich in Ermattung, Appetitlosigkeit, Leibschmerzen (Bleikolik) und einem blaugrauen Saum am Zahnfleischrand (Bleisaum). In schweren Fällen ergeben sich Nervenlähmungen, besonders der Speichennerven des Armes, Schrumpfnieren, Gelenkveränderungen und Herzschwäche, die zum Tod führen kann. Die B. läßt sich verhüten durch Vorsicht und große Sauberkeit bei Bleiarbeiten. Bei Bleiarbeiten ist das Rauchen zu unterlassen. Vor der Aufnahme von Speisen und Getränken und beim Verlassen des Arbeitsplatzes ist für eine sorgfältige Reinigung der Hände und der Kleidung zu sorgen (→ Bleischutzseife).

Blindenbedienung in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Die → Abfragestellen von Nebenstellenanlagen können durch geringfügige Änderungen auf Bedienung durch Blinde umgestellt werden. Geeignet für die B. sind Anlagen, bei denen der ankommende Amtsverkehr nicht über Schnüre, sondern durch Wahl vermittelt wird. Große Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W mit Abfragekonzentration bzw. → Anrufverteilung lassen sich besonders vorteilhaft auf B. umstellen. Für Blinde eingerichtete Abfragestellen können ohne Schwierigkeiten auch von Sehenden bedient werden.

Bei der Umstellung eines Abfrageapparates oder eines Abfrageplatzes auf B. werden im wesentlichen die zur sichtbaren Kennzeichnung von Anrufen üblichen Fernsprechkleinlampen durch Blindentastzeichen ersetzt. Diese Blindentastzeichen sind elektromagnetische Schaltmittel mit den Aufgaben eines Anrufzeichens und so gestaltet, daß sie in Lampenfassungen und Leuchttasten eingesetzt werden können. Beim Stromdurchgang durch die Spulenwicklung wird ein magnetisches Feld erzeugt und eine Kraftwirkung auf einen Ankerstab mit Fühlstift ausgeübt, damit der Fühlstift einige Millimeter aus der Tastkuppe heraustritt und vom Blinden abgetastet werden kann. Das Ansprechen des Fühlstiftes wird durch ein akustisches Signal angezeigt und veranlaßt den Blinden, auf seinem Bedienungsfeld das eingeschaltete Blindentastzeichen mit den Fingerspitzen zu suchen und anschließend die erforderlichen Bedienungsvorgänge auszuführen.

Weitere Hilfsmittel für die B. sind u. a.: Tastschienen für die Bedienungsfelder, die beispielsweise als Fingerführungsschienen oder Abzählschienen angebracht werden; Nummernschalter und Impulszahlengeber mit besonderen Markierungen zur leichteren Bedienung; Gebührenzähler mit normalen und Blindenschriftzeichen für die → Gebührenerfassung am Abfrageplatz bei abgehenden Fernverbindungen.

Blindentastzeichen ist so geformt, daß es anstelle einer → Fernmeldelampe in Lampenfassungen eingesetzt werden kann. Es enthält eine Magnetwicklung, in die bei Stromdurchgang ein kleiner beweglicher Anker gezogen wird. Dabei erscheint über der Abschlußblende ein Stift, der von blinden Vermittlungskräften abgetastet werden kann. Der Taststift wird durch eine Rückzugsfeder in das Innere des Tastzeichens gezogen, sobald die Spule stromlos wird.



Blindentastzeichen.

B. werden an Blindenvermittlungsplätzen anstelle von Fernmeldelampen mit Sockel T 6,8 eingesetzt. Sie folgen wie Fernmeldelampen einem beliebigen Schaltrhythmus. Beim Ansprechen des Tastzeichens veranlaßt ein Hörton den Blinden, das Bedienungsfeld mit den Fingerspitzen nach dem herausragenden Taststift abzusuchen (s. Bild).

Literatur: W. Gust, Der blinde Telefonist, Verlag W. Gust, Speyer 1952.

Blindleistung → Wechselstromgrößen.

Blind-Nahfeldregion → Antennen.

Blindwerte von Wechselstromgrößen → Wechselstromgrößen.

Blindwiderstand → Antennenwiderstand, → Wechselstromgrößen

Blitz. Für die Bemessung und Ausführung des → Blitzschutzes leitungsgebundener Fernmeldeanlagen ist die Kenntnis einiger Parameter der Blitzentladungen zwischen Wolke und Erde (Erdblitz) von Bedeutung. Der B. von Wolke zu Wolke (Wolkenblitz) kann jedoch in Fernmeldeleitungen ebenfalls Spannungen induzieren, die an diese angeschlossene empfindliche Geräte beschädigen können. Aus dem isokeraunischen Pegel (Zahl der Gewittertage pro Jahr) — in Mitteleuropa zwischen 10 und 35 — kann auf die Häufigkeit der Blitzentladungen in einem bestimmten Gebiet geschlossen werden. Es wird mit 10 bis 15 Erdblitzen pro 100 km² und Gewittertag gerechnet. Der Aufbau von Netzen mit Blitzzählern soll genauere Unterlagen als Mittelwerte über einen längeren Zeitraum liefern. Der Blitzstrom setzt

sich bei Wolken negativer Polarität aus mehreren einzelnen Impulsen mit einer Halbwertsbreite zwischen 50 und 300 µs in Abständen von etwa 30 ms zusammen, die einem Dauerstrom von einigen hundert Ampere überlagert sein können. Bei Wolken positiver Polarität erfolgt die Entladung meist mit einem einzigen sehr energiereichen Impuls. Die Häufigkeit von positiven zu negativen Blitzen beträgt etwa 1 zu 4 bis 6. In offenem Gelände wächst der B. stufenweise aus den Wolken in Richtung Erde mit häufigen Verzweigungen vor (Abwärtsblitz). Im Gebirge und an hohen Bauwerken kommt es wegen der hohen Feldstärken an den hervorragenden Punkten zu nach den Wolken gehenden Fangentladungen (Aufwärtsblitz), die am Fußpunkt den gesamten Blitzstrom führen. Dadurch kann es an Fernmeldeanlagen auf Anhöhen (Richtfunk, Fernmeldeturm) zu schweren Schäden (→ Blitzwirkungen) an den zugeführten Erdkabeln kommen, wenn diese nicht ausreichend blitzsicher aufgebaut sind. Die Blitzeinschlagwahrscheinlichkeit nimmt etwa mit dem Quadrat der Höhe des betreffenden Objektes zu. Etwa 80% der Blitzentladungen haben Scheitelwerte des Stromes bis zu 20 kA, etwa 10% liegen über 80 kA, etwa 1% über 140 kA. Die Ladungen der Blitzströme liegen in der Ebene bei einigen Coulomb; an hohen Bauwerken und im Gebirge bis zu 100 C. Der Blitzkanal hat einen inneren Widerstand von einigen tausend Ohm, so daß an den getroffenen Objekten mit einem eingeprägten Strom gerechnet werden muß. Widerstände im Blitzstromkreis auf der Erde beeinflussen die Größe des Blitzstromes kaum. In dem impulsartig verlaufenden Blitzstrom ist ein Frequenzspektrum bis zu etwa 100 kHz enthalten. Es ist nicht sinnvoll, bei Berechnungen mit einer sinusförmigen Ersatzfrequenz zu rechnen. Man kann aber für überschlägliche Betrachtungen annehmen, daß der Schwerpunktbereich der Frequenzen zwischen etwa 100 Hz und einigen kHz liegt. Für Nachbildungen der Blitzentladungen im Laboratorium und für Prüfzwecke werden Normblitze verwendet, die die mittleren Werte der beobachteten bzw. in den Anlagen gemessenen Blitzströme nachbilden.

Literatur: Blitzschutz, Allgemeine Blitzschutz-Bestimmungen, herausgegeben vom Ausschuß für Blitzableiterbau e. V. (ABB), 8. Aufl., VDE-Verlag GmbH, Berlin 1968 — K. Berger, E. Vogelsanger, Messungen und Resultate der Blitzforschung der Jahre 1955—1963 auf dem Monte San Salvatore, Bull. SEV, Bd. 56 (1955) Nr. 1, S. 2 ... 22 — G. Frühauf, H. U. Amberg, W. Wurster, Wirkungsweise und Reichweite von Blitzzählern, ETZ-Beiheft (1966), Heft 6.

Riedel

Blitzfestigkeitszahl eines Kabels (auch Gütezahl, Qualitätszahl) ist das Verhältnis von Nenn-Stehstoßspannung U_{St} in *kV* zwischen der metallenen Kabelhülle und den Leitern des Kabels und dem Kopplungswiderstand R_K in *Ohm/km* der metallenen Kabelhülle

$$g = \frac{U_{St}}{R_K} \left[\frac{kV}{\Omega/km}, kA \cdot km \right]$$

Sie ist um so höher, je besser die Spannungsfestigkeit der Isolierung der Kabelseele und je niedriger der Kopplungswiderstand der Kabelhülle ist. Sie gibt gleichzeitig an, wieviel kA des Blitzstromes über eine Kabellänge von 1 km abfließen können, ohne daß das Kabel zerstört wird. Da bei einem Kabelmantel mit Erderwirkung die Verteilung des Blitzstromes in der Kabelhülle mit der Wurzel aus dem spezifischen Widerstand ϱ des umgebenden Erdreichs zunimmt, und sich somit der Spannungsabfall am Kopplungswiderstand im gleichen Maße ändert, ist bei der Festlegung der B. eines Kabels auch der spezifische Widerstand des Geländes zu berücksichtigen. Der Zusammenhang von g, ϱ, Blitzstromamplitude I und Halbwertsbreite kann in einem Diagramm dargestellt werden. Mit Hilfe dieses Diagramms läßt sich die Fehlerhäufigkeit eines erdverlegten Kabels einer bestimmten B. in Abhängigkeit vom isokeraunischen Pegel (Zahl der Gewittertage pro Jahr) und von dem spezifischen Widerstand des umgebenden Erdreichs bestimmen.

Literatur: E. Schulz, Blitzfeste Nachrichtenkabel für Funktürme Siemens-Z. (1963) Heft 3 — K. Berger, H. Meister u. a., Telefon- und Signalkabel mit erhöhter Blitzsicherheit, Bull. SEV, 56 (1965) Nr. 13 — VDE Vorschriften 0845, Bestimmungen für den Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen (in Vorbereitung).

Riedel

Blitzgespräche sind Gespräche, die gegen zehnfache — im → Auslandsferndienst gegen dreifache — Gebühr in der → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen hinter den → Notgesprächen an zweiter Stelle stehen. Sie wurden 1923 eingeführt. Im Inlandsferndienst wird nur die einfache Gebühr berechnet, wenn das Gespräch im → Vorwärtsaufbau hergestellt werden konnte.

Blitzkanal → Blitz.

Blitzschutz von leitungsgebundenen Fernmeldeanlagen umfaßt alle Maßnahmen, die erforderlich sind, um sowohl die Fernmeldeleitungen (erdverlegte Kabel, Luftkabel, oberirdische Blankdrahtleitungen) als auch die an diese angeschlossenen technischen Einrichtungen und Geräte gegen die → Blitzwirkungen zu schützen und Gefahren für das an den Fernmeldeanlagen arbeitende Personal und die Benutzer zu vermeiden. Der technische und wirtschaftliche Aufwand für den B. der Fernmeldeanlagen wird bestimmt durch die Häufigkeit und Stärke der Blitzentladungen sowie durch die Umweltbedingungen, wie Abschirmung durch natürliche Geländeformationen, benachbarte Bauwerke und den spezifischen Widerstand des Erdbodens, und durch die Fehleranzahl in den Fernmeldeanlagen, die zugelassen werden kann. So sollte bei einer hochwertigen Kabelanlage mit hunderten von Fernsprechkanälen die Fehleranzahl in der Größenordnung von 0,01 Fehler pro 100 km Leitungslänge und Jahr liegen.

B. von oberirdischen Fernmeldeleitungen. Blankdrahtleitungen sind sehr widerstandsfähig gegen Blitzschläge mittlerer Stärke. Ein Kupferdraht von 2,5 mm Durchmesser wird in freier Atmosphäre von einem Blitzstrom von etwa 150 kA bei einer Halbwertszeit von 65 µs auf Schmelztemperatur gebracht; ein gleicher Eisendraht bei etwa 80 kA. An den Isolatoren kommt es zu Überschlägen nach den Querträgern bzw. Erdleitungen der Maste, wodurch die

Spannung der Leitung selbst auf etwa 40 kV abgebaut wird. Der in die Leitung zu beiden Seiten abfließende Strom wird durch den Wellenwiderstand der Leitung gegen Erde bestimmt. Am Ende der Leitung oder beim Übergang in ein Kabel wird dieser Strom durch → Überspannungableiter nach der Erde abgeleitet und die Spannung der Leiter gegen den örtlichen Erder auf die Brennspannung der Ableiter begrenzt. Bei Einschlägen starker Blitze in der Nähe der Endstellen ist dieser Schutz jedoch nur bedingt voll wirksam. In Gebieten mit erhöhter Blitzgefährdung erhalten die Holzmaste in gewissen Abständen einen Blitzableiter, der die Maste sowohl gegen Zersplittern bei unmittelbaren Einschlägen (→ Blitzwirkung) schützen als auch eine Ableitung der Blitzströme bei Überschlägen an den Isolatoren ermöglichen soll. In Ländern mit hoher Gewittertätigkeit werden zum Schutz der Freileitungen gelegentlich Erdseile von Mastspitze zu Mastspitze angebracht und an möglichst vielen Stellen geerdet. Installationskabel mit Zugentlastung und ähnliche Luftkabel in der üblichen leichten und preiswerten Bauweise sind anfällig gegen direkte Blitzeinschläge. Gelegentliche Blitzschäden werden in Kauf genommen, wenn sie betrieblich tragbar und ihre Behebung wirtschaftlicher ist als das Anbringen eines Kabels mit hoher Blitzfestigkeit. Am Ende der Luftkabel oder beim Übergang in Erdkabel werden die gleichen Schutzeinrichtungen angebracht wie im Falle der oberirdischen Blankdrahtleitungen.

B. von erdverlegten Fernmeldekabeln. Kabeln mit Erderwirkung (metallene Kabelhülle in Kontakt mit dem umgebenden Erdreich) ist der Vorzug zu geben, da dem Blitzstrom die Möglichkeit gegeben ist, in mehr oder weniger großer Entfernung von der Eintrittsstelle ohne Gefahr für das Kabel in das Erdreich abgeleitet zu werden. Kabel mit äußerer isolierender Hülle erhalten in blitzgefährdeten Gebieten einen B. durch Schirmdrähte (verzinkte Stahlbänder, verbleite Kupferseile), die in einem Abstand von 30 bis 50 cm über und/oder neben dem Kabel verlegt und an geeigneten Stellen mit vorhandenen Erdern verbunden werden. Der B. des Kabels wird durch die Wahl einer entsprechenden → Blitzfestigkeitszahl erreicht. Aus wirtschaftlichen Gründen wird eine Blitzfestigkeitszahl gewählt, die der Stärke der häufigsten Blitze angepaßt ist. Bei gelegentlichen starken Entladungen ist allerdings noch mit Schäden zu rechnen. Wo häufiger starke Entladungen zu erwarten und Schäden nicht tragbar sind, wie z. B. bei Kabeln, die zu Fernmelde- Richtfunktürmen u. ä. (→ Antennen, Ausführung) auf Anhöhen führen, wird die Blitzfestigkeitszahl auf die Höchstwerte der Entladungen abgestimmt. Wenn die erforderliche Blitzfestigkeitszahl durch eine erhöhte Isolierung der Leiter des Kabels erreicht werden soll, muß eine entsprechende Isolierung auch in den Muffen und in den Endgeräten (Übertrager, Verstärker) vorgesehen werden. Wenn die übliche Isolierung beibehalten werden soll, z. B. wegen der Einheitlichkeit der Anlage bei Abzweigungen, wird der Kopplungswiderstand des Metallmantels des Kabels durch Beilaufdrähte aus Cu oder Al und durch Aufbringen einer Stahlbandbewehrung verbessert. Während der Mantel eines Kabels üblicher Bauart mit Bleimantel und Flachdrahtbewehrung einen Gleichstromwiderstand zwischen 0,5 und 1 Ohm/km hat, werden mit dem Sonderaufbau höchstens Werte des Kopplungswiderstandes R_K von 3 bis 10 mΩ/km bei Ladungen bis zu mehreren Coulomb erreicht. Mit höheren Ladungen steigt R_K wegen der Sättigung der Stahlbandbewehrung an. Das Einziehen der Kabel üblicher Bauart in Stahlvollrohre oder in Halbrohre (Zores-Eisen) gibt ebenfalls einen guten B. Vorteilhaft ist dies Verfahren an Gefahrenstellen, Näherungen mit einzelnen Baumgruppen, fremden erdverlegten Anlagen, Erdern usw. ohne metallene Verbindung nach dem Kabelmantel. In diesen Fällen können auch Schirmdrähte das unmittelbare Überspringen der Entladung nach dem Kabel verhindern. An den Übergangsstellen von Freileitungen oder Luftkabeln auf Erdkabel werden in den → Überführungsendverschlüssen Überspannungsableiter zwischen Leiter und Kabelmantel bzw. den örtlichen Erder geschaltet. Da sich wegen der Unterschiede des → Übertragungsmaßes in den Kreisen Ader/Mantel und Mantel/Erde mit zunehmendem Abstand von der Überführung wieder eine Spannung zwischen Adern und Mantel aufbaut, ist in Abständen von 200 bis 1000 m nochmals ein B. durch Überspannungsableiter vorzusehen, wenn das Kabel nicht eine entsprechend hohe Blitzfestigkeitszahl hat.

An den Endstellen der Kabel ist ein zusätzlicher B. durch Überspannungsableiter vorzusehen, wenn durch Reflexionen der einlaufenden Spannungswelle Spannungsüberhöhungen und damit Überschläge zu befürchten sind.

In Trägerfrequenzsystemen mit Fernspeisung der Zwischenverstärker über symmetrische oder koaxiale Paare müssen die Transistoren gegen verhältnismäßig kleine Überspannungen geschützt werden. Dies wird durch einen integrierten B. erreicht, bei dem die Schutzelemente, Überspannungsableiter, Halbleiterdioden usw. mit Elementen der Schaltung so vereinigt werden, daß am Eingang der empfindlichen Bauteile keine gefährdenden Überspannungen auftreten können.

Der B. von Teilnehmerstationen, Wählsternschaltern usw. wird mit Überspannungsableitern durchgeführt. Sie werden über kurze, induktivitätsarme Verbindungen an die zu schützenden Einrichtungen angeschlossen, um auch bei steilen Stoßwellen wirksam zu sein. Die metallenen Kabelmäntel werden mit den Erdungen der Überspannungsschutzgeräte und anderen metallenen Installationen in der näheren Umgebung verbunden, um damit einen Potentialausgleich zwischen den verschiedenen Anlagen herzustellen und gefährdende Spannungen zwischen diesen zu vermeiden. Der Potentialausgleich ist wichtiger als ein sehr niedriger Erdungswiderstand der Anlagen, der oft nur mit einem großen Aufwand zu erreichen ist. In hohen Gebäuden, insbesondere in Fernmeldetürmen, werden die metallenen Mäntel der hochgeführten Kabel am unteren und oberen Ende zum Potentialausgleich mit den vorhandenen Metallkonstruktionen, Blitzableitern u. a. verbunden. Wenn

der Spannungsabfall des Blitzstromes am Kopplungswiderstand der gesamten Konstruktion einschl. der mit ihm verbundenen metallenen Kabelmäntel die Durchschlagsspannung der Kabelisolation erreicht, werden am oberen und unteren Ende der Kabel zusätzlich Überspannungsableiter zwischen die Leiter und den metallenen Mantel des Kabels eingesetzt. Eine einwandfreie, metallene Verbindung der Stahleinlagen von Betonbauten setzt deren Kopplungswiderstand stark herab, so daß ein zusätzlicher Schutz der hochgeführten Kabel durch Überspannungsableiter entbehrlich sein kann.

Literatur: E. D. Sunde, Earth conduction effects in transmission systems, Verlag D. van Nostrand Comp., New York, 1949 — H. Meister, Blitzschutz von Telefonanlagen, Techn. Mitt. PTT, Bern (1958) Nr. 1 — K. Berger, Blitzsichere Schwachstromkabel, Bull. SEV, 53 (1962) Nr. 3 — K. Berger, H. Meister u. a., Telefon- und Signal-Kabel mit erhöhter Blitzsicherheit, Bull. SEV, 56 (1965) Nr. 13 — Comité Consultafif International Télegraphique et Téléphonique (C.C.I.T.T.), Handbuch für den Blitzschutz leitungsgebundener Fernmeldeanlagen, Verlag der U. I. T., Genf (in Vorbereitung).

Riedel

Blitzschutzanlage von Gebäuden soll bauliche Anlagen samt Inhalt sowie ihre Bewohner und Benutzer gegen Gefahren und Schäden durch Blitzschlag schützen. Gefahren und Schäden durch Blitzschlag können vermieden werden, wenn die bauliche Anlage eine nach den Allgemeinen Blitzschutz-Bestimmungen des Ausschusses für Blitzableiterbau e. V. (ABB) errichtete B. besitzt. Fernmeldeanlagen im Innern der Gebäude sind durch die B. ebenfalls geschützt. Die in die mit B. versehenen Gebäude eingeführten Fernmeldeleitungen müssen in den Schutz einbezogen werden und bei Bedarf einen zusätzlichen → Blitzschutz erhalten. Dies gilt besonders für einzeln stehende und hohe Bauwerke, wie z. B. Fernmeldetürme, die häufig starken atmosphärischen Entladungen ausgesetzt sind und bei denen größere Anteile des Blitzstromes über die metallenen Mäntel der eingeführten Fernmeldekabel abfließen können, weil diese mit der Erdungsanlage der B. leitend verbunden sein müssen.

Literatur: Blitzschutz, Allgemeine Blitzschutzbestimmungen, herausgegeben vom Ausschuß für Blitzableiterbau e. V. (ABB), 8. Aufl., VDE-Verlag GmbH, Berlin 1968.

Blitzschutzbestimmungen → Blitzschutzanlage.

Blitzschutzerdung → Erdung.

Blitzwirkung. Von den Wirkungen des Blitzes, 1. elektrische Wirkungen (Überspannungen) 2. thermische Wirkungen (Wärmeentwicklung), 3. elektrodynamische Wirkungen (Entstehung von Kräften), 4. elektrochemische Wirkungen (galvanische Zersetzung), 5. akustische Wirkungen (Donner) ist für den Schutz der Fernmeldeanlagen die Kenntnis der Folgeerscheinungen gemäß 1. und 2. von Bedeutung. Durch die Änderung der elektrischen Feldstärke der Atmosphäre bei Annähern eines Gewitters (Ruhelage 1 bis 10 V/cm, Gewitterlage bis zu 1000 V/cm) wird eine isolierte Freileitung auf Spannungen von einigen tausend Volt aufgeladen. Bei Blitzeinschlägen in der Nähe steigt diese Spannung mit der Stärke des Blitzstromes auf einige kV/kA. Bei unmittelbaren Blitzeinschlägen verursacht der Blitzstrom in metallenen Leitern, Anlageteilen und an Widerständen im Blitzstromkreis (z. B. Erdungswiderstände) Spannungsabfälle, die zu Überschlägen zwischen Anlageteilen oder zwischen Anlageteilen und Betriebsstromkreisen und damit zu einer mechanischen und thermischen Beschädigung führen können. Die Erwärmung der für die Ableitung der Blitzströme vorgesehenen metallenen Leiter selbst ist unbedeutend. In schlechten Leitern dagegen wird beim Stromdurchgang viel Energie als Wärme frei. Dabei wird der Wassergehalt von Holz, Mauerwerk, Jutehüllen von Kabeln usw. erhitzt und explosionsartig verdampft. Es kommt dabei zu Zersplitterungen von Holzmasten und Deformationen von Erdkabeln. Wenn bei Blitzeinschlägen in das Erdreich die elektrische Feldstärke $E_0 = \varrho \cdot i$ Werte von 2 bis 5 kV/cm erreicht, kommt es zu einem Durchschlag und zu einer Ionisierung des umliegenden Erdreichs. Es bildet sich in homogenem Boden eine glimmende Halbkugel vom Radius

$r_0 = \sqrt{\frac{I \cdot \varrho}{2\pi E_0}}$ mit einem Erdübergangswiderstand

$R_0 = \sqrt{\frac{\varrho \cdot E_0}{2\pi I}}$ aus. Bei einem Kabel mit äußerer isolierender Hülle, das den Spannungstrichter dieser Erdelektrode noch in größerer Entfernung (10–50 m) durchläuft, kann bei Überschreiten der Durchschlagsspannung die äußere Isolation beschädigt werden. Bei kleinen Abständen kommt es zu unmittelbaren Überschlägen zum Kabel, wobei sich in gewissen Böden ausgeschmolzene Blitzröhren (Fulguriten) bilden. Der Blitzstrom fließt zu beiden Seiten der Eintrittsstelle in das Erdkabel ab. Bei metallenen Mänteln mit Erderwirkung (in Kontakt mit dem Erdreich) wird der Blitzstrom je nach Widerstand des umgebenden Erdreichs in dieses abgeleitet; bei isolierten Metallmänteln erfolgt an einer schwachen Stelle erneut ein Durchschlag mit Ableitung des Blitzstromes nach der Erde. Anhand der → Blitzfestigkeitszahl des Kabels wird beurteilt, ob der Spannungsabfall des Blitzstromes am Kabelmantel zu einem Durchschlag zwischen dem Mantel und den Leitern des Kabels führen kann.

Riedel

Bloch, Felix, geb. 23. Oktober 1905 in Zürich, Schweiz, Ordentlicher Professor, u. a. an der Stanford-Universität und Harward-Universität. Von ihm stammen wesentliche Beiträge zur Theorie der elektrischen Leitfähigkeit von Metallen und Halbleitern. Erhielt zusammen mit E. M. Purcell im Jahre 1952 den Nobelpreis für Arbeiten auf dem Gebiete der Kernphysik.

Block. Man versteht unter B. ganz allgemein elektrische Sicherungseinrichtungen zwischen Stellwerken, die durch Hauptsignale am Anfang jeden Abschnitts verhindern, daß gleichzeitig zwei Züge in ein Gleis zwischen den begrenzenden Stellwerken gelangen. Man spricht vom → Bahnhofs-B., wenn es sich um ein Bahnhofsgleis, vom → Strecken-B., wenn es sich um ein Gleis der freien Strecke handelt. Bei größerer Entfernung zwischen den Nachbarbahnhöfen wird

die Strecke in mehrere B.-Abschnitte unterteilt, deren Länge zwischen 2 und 5 km schwankt. Auf wenig befahrenen Strecken kommen längere, auf Strecken mit dichter Zugfolge kürzere B.-Abschnitte vor. Der von Wärtern bediente Hand-B. — auch als Feld-B. bezeichnet — arbeitet mit → Blockfeldern, die je Stellwerk oder B.-Stelle in einem gemeinsamen Gehäuse, dem B.-Werk, untergebracht sind. Auf dicht belegten Fernstrecken und auf den Stadtschnellbahnen wird der Hand-B. immer mehr von dem selbsttätigen — automatischen — Strecken-B., dem Selbst-B., verdrängt, der zuggesteuert ohne Mitwirkung des Menschen arbeitet.

Blockabschnitt → Block, → Streckenblock.

Blockade eines Fernsprechanschlusses entsteht durch Nichtauslösen einer Verbindung nach dem gerufenen Teilnehmer (Tln). Bei der sog. großen Blockade kann der gerufene Tln keine neue Verbindung herstellen. In Hebdrehwählersystemen entsteht die sog. kleine B., wenn der gerufene Tln den Leitungswähler (LW) nach beendetem Gespräch nicht auslöst, d. h., wenn er nach dem Gespräch den Hörer nicht auflegt. Neuer Anrufer erhält Besetztton. Eine B. wird dem Bedienungspersonal im Wählerraum selbsttätig durch gelbweiße Lampe am LW und Einschlagwecker nach 5 bis 10′ angezeigt.

Block-Fehlerhäufigkeit → Fehlerhäufigkeit.

Blockfeld. Das B. wird verwendet, um die über den Bahnhof und die Strecke verteilten Signaleinrichtungen in gegenseitige Abhängigkeit zu bringen. Es gibt Wechselstrom-B. und Gleichstrom-B. B. sind besonders geartete Schlösser, die an Ort und Stelle verschlossen — geblockt —, aber nur von einer anderen, meist örtlich getrennten Stelle entsperrt — entblockt — werden können. Sie verschließen über Blocksperren die Fahrstraßen- oder Signalhebel. Die zu einem Stellwerk gehörenden B. sind in einem gemeinsamen Gehäuse, dem Blockwerk, untergebracht, aus dem die Blocktasten herausragen, mit denen die B. geblockt werden. Durch Fenster in der Vorderwand des Blockwerks ist aus Farbscheiben die Stellung der B. — geblockt oder entblockt — zu erkennen. Das Blockwerk steht auf dem Blockuntersatz, in dem Blocksperren und Fahrstraßenhebel untergebracht sind. Daneben steht die Hebelbank, auf der die Weichen- und Signalhebel aufgereiht sind (→ Stellwerk, mechanisches). Seitlich ragt aus dem Blockwerk die Induktorkurbel heraus. Der im Inneren des Blockwerks untergebrachte Blockinduktor ist ein Dauermagnet mit 9 Lamellen, in dessen Feld beim Kurbeln ein Induktionsanker bewegt wird. Bei den vorgeschriebenen 2 Umdrehungen je Sekunde entsteht über ein Vorgelege 1:6 ein Wechselstrom von rd. 12 Hz. Die Wechselstrom-B. arbeiten paarweise zusammen, d. h. das eine Feld ist entblockt, das korrespondierende geblockt. Die Hauptbestandteile des Wechselstrom-B. (Bild 1) sind das elektrische Verschlußwerk und die Verschlußstange und deren Verlängerung, die Riegelstange. Die Riegelstange greift in geblockter Stellung mittelbar über eine Blocksperre in die Fahrstraßenschubstange ein. In entblockter Stellung hindert sie die Bewegung der Schubstange nicht. Zum elektrischen Verschlußwerk gehören Elektromagnet, Hemmung, Rechen mit Farbscheibe und Verschlußklinke. Beim Blocken wird die Blocktaste heruntergedrückt und die Induktorkurbel gedreht. Dabei durchfließt der Blockstrom den eigenen Elektromagneten und den korrespondierenden auf der Gegenstelle. In beiden B. werden dadurch Hemmung und Rechen des elektrischen

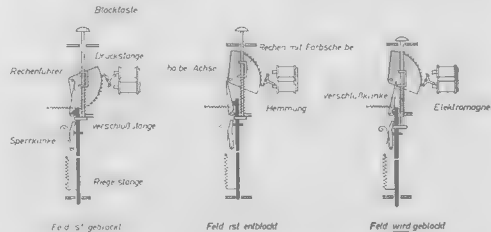


Bild 1. Wechselstromblockfeld.

Verschlußwerks betätigt. Im gedrückten Feld wird die Verschlußstange durch den herabgleitenden Rechen verschlossen, im mitarbeitenden Feld der elektrische Verschluß aufgehoben. Verschluß- und Riegelstange des korrespondierenden Feldes schnellen unter der Federwirkung hoch und geben die Fahrstraßenschubstange frei, nachdem die Verschlußklinke ihren Halt an der halben Achse während der Aufwärtsbewegung des Rechens verloren hat und nach links ausgewichen ist. Bevor ein geblocktes Feld ein zweites Mal geblockt werden kann, muß es entblockt sein.

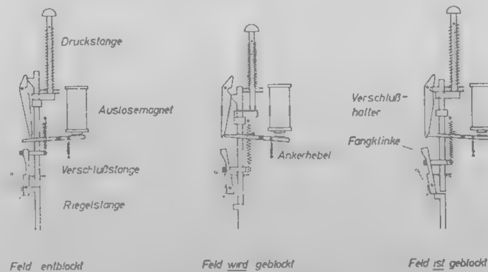


Bild 2. Gleichstromblockfeld.

Eine Sperrklinke verhindert bei geblocktem Feld das Herunterdrücken der Druckstange. Das Gleichstrom-B. (Bild 2) unterscheidet sich vom Wechselstrom-B. dadurch, daß die korrespondierende Einrichtung kein B., sondern ein → Gleisschaltmittel ist. Es wird durch bloßes Drücken der Blocktaste geblockt und durch einen Stromstoß aus einer 12- oder 24-Volt-Batterie entblockt, den der Zug nach Verlassen des Gleisschaltmittels auslöst. Im Aufbau sind Gleichstromfeld und Wechselstromfeld ähnlich. Im geblockten Zustand wird die Riegelstange des Gleichstromfeldes durch eine Fangklinke, die beim Entblocken des Feldes durch die hochgehende Verschlußstange beiseite geschoben wird, und durch

einen Verschlußhalter in der Tieflage gehalten, dessen Abstützung der Anker des Elektromagneten beim Entblocken des Feldes beseitigt. Eine Sperrklinke verhindert wie beim Wechselstromfeld das Nachdrücken des geblockten Feldes. Beim entblockten Felde ist die Sperrklinke durch einen Mitnehmer am Kopf der Riegelstange beiseite geschoben, so daß die Druckstange ungehindert niedergedrückt werden kann. Zubehör zu den B. sind die elektrischen Tastensperren, die das Blocken von der Mitwirkung des Zuges oder einer anderen Stelle abhängig machen. Die elektrische Tastensperre wird in einem Gehäuse von der Baubreite eines B. auf dem Blockwerk über dem zugehörigen Feld aufgebaut und mit dessen Blocktaste durch einen Bügel verbunden. Sie wird ähnlich wie das Gleichstromfeld durch einen Stromstoß betätigt. Dabei entzieht der Anker des

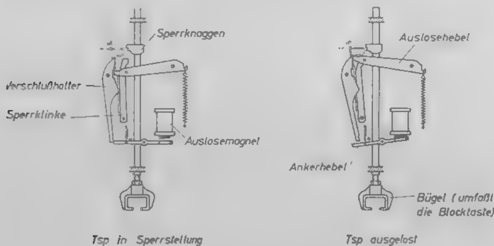


Bild 3. Elektrische Spring-Tastensperre.

Elektromagneten dem Verschlußhalter die Stütze, der über einen Auslösehebel die Sperrklinke beiseite schiebt und damit die Sperrung der Blocktaste aufhebt (Bild 3).

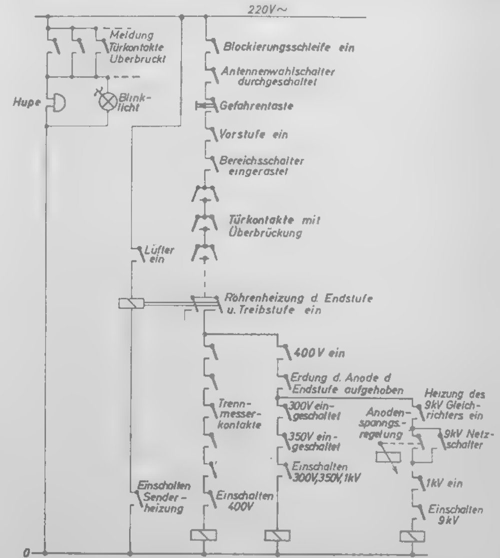
Literatur: Eisenbahn-Lehrbücherei der DB, Bd. 114. *Sasse*

Blockfundament → Maste und Türme.

Blockierung ist der Zustand in einer Koppelanordnung, in dem der Aufbau einer neuen Verbindung unmöglich ist, weil kein Verbindungsweg verfügbar ist. Man unterscheidet: Äußere Blockierung, der Zustand, in dem alle Abnehmer in der gewünschten Richtung belegt sind; Innere Blockierung, der Zustand in einer mehrstufigen Koppelanordnung, in dem zwischen einem gegebenen Eingang und einem oder mehreren freien Ausgängen keine Verbindung hergestellt werden kann, weil kein Verbindungsweg innerhalb der Koppelanordnung verfügbar ist.

Blockierungsdauer ist die Zeitspanne, während der der Zustand der Blockierung besteht. Die Summe der in einem Zeitintervall auftretenden Blockierungsdauern, bezogen auf die Länge dieses Intervalls, bezeichnet man als relative B. (→ Blockierungswahrscheinlichkeit).

Blockierungseinrichtung. Die B. ist bei Funksendern eine besondere Sicherheitseinrichtung, die aus einem Hilfsstromkreis mit Schaltrelais besteht. Der Stromkreis gewährleistet das Einschalten eines Senders in bestimmter Reihenfolge. Er schaltet bei etwaigen Störungen, z. B. bei Ausfall einer Senderstufe oder eines Lüfters, einer Kühleinrichtung oder dgl. gefährdete Teile des Senders automatisch ab. B. ist der Teil der → Sicherheitseinrichtungen des Funksenders,



Schema der Führung der Blockierungsschleife bei einem Kurzwellensender.

die Personen- oder Sachschäden vermeiden sollen. Im Bild ist ein Schema für die Führung der Blockierungsschleife dargestellt, aus dem — von oben nach unten gelesen — die Reihenfolge des Ansprechens der Blockierungsrelais erkennbar ist. *Prokott*

Blockierungswahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit, mit der alle oder bestimmte Ausgänge einer Koppelanordnung belegt oder wegen innerer Blockierung nicht belegbar sind. Die B. ist gleich der Verlustwahrscheinlichkeit, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Einfallen von Belegungen unabhängig vom Belegungszustand stets gleich groß ist. Das ist z. B. der Fall bei einer Wahlstufe, die reines Poisson-Angebot (Zufallsverkehr) verarbeitet.

Blocksicherung → Codeprüfung.

Blocksignal → Streckenblock.

Blockstelle → Streckenblock.

Blocksystem, absolutes → Streckenblock.

Blocksystem, permissives → Streckenblock.

Blockübersicht → Ortsnetzplanung.

B-Modulation, eine Amplitudenmodulation, bei der die Endstufe des Modulationsverstärkers nach Verstärkerklasse B im Gegentakt betrieben wird.

Bockkäfer. Körperbau: flach, langgestreckt, segmentiert in Kopf, Rumpf, Hinterleib; auffallend lange, fadenförmig gegliederte Fühler; weiblicher Käfer

meist größer als männlicher, durch zugespitzt auslaufendes Hinterleibende erkennbar; Käfer wärmeliebend, daher Flugzeit in den Sommermonaten. Eiablage (200 bis 600 Stück) mittels teleskopartig ausfahrbarer Legeröhre in Spalte und Risse der Holzoberfläche; Entwicklung über Ei, Larve, Puppe zum Käfer. Die Larven sind die eigentlichen Holzzerstörer; Form: langgestreckt, abgeflacht, Länge bis 90 mm; Farbe: weiß bis gelblich-weiß, großer Kopf mit starken braunen Beißwerkzeugen (Mandibeln), die in den breiten, mit Chitinplatten versehenen vorderen Brustring zurückgezogen sind. Deutliche Segmentierung des Körpers; Beine fehlen oder sind verkümmert; Körperringe teilweise mit Kriechwülsten. Die Dauer der Larvenentwicklung ist abhängig von der Nährstoffversorgung, Feuchtigkeit, Temperatur. Bedeutung für den oberirdischen Linienbau besitzen aus der Vielzahl verschiedener B.: → Hausbockkäfer, → Mulmbockkäfer, → Rothalsbockkäfer. Der jährliche Abgang vornehmlich teerölimprägnierter und kyanisierter Masten wegen des B.-Befalls beträgt durchschnittlich 5 bis 7% des Jahresabganges; regional (Südwestdeutschland) sehr starkes Auftreten (Mastenabgang durch B.-Befall bis 35% der jährlich ausgebauten Masten).

Bode-Entzerrer ist ein variabler Dämpfungsentzerrer (→ Entzerrung) mit ein oder zwei veränderlichen ohmschen Widerständen.

Literatur: Bode, H. W.: Variable equalizers, Bell Syst. techn. J. 1938, 229-244.

Bodenaggressivität. Im Gegensatz zur atmosphärischen Korrosion von Eisen bewirken Inhomogenitäten (unterschiedliche Belüftung, unterschiedliche Konzentration usw. → Korrosion) im Erdboden vorwiegend Lochfraß. Die Korrosion ist hier örtlich begrenzt und verursacht kraterförmige Anfressungen mit scharfkantigen Rändern. Die Angriffsgeschwindigkeit entspricht der Flächenregel: Je größer die zu einer bestimmten Anode (A) gehörende Kathodenfläche (K) ist, um so höher ist die Korrosionsgeschwindigkeit. Bei blanken Bleimantelkabeln in Röhrenzügen und bewehrten Erdkabeln tritt die Korrosion verteilt auf, selten als Lochfraß. Lochfraßkraterkorrosionen entstehen vorwiegend bei Streuströmen hoher Stromdichte und Belüftungselementen. Eine wichtige meßbare Größe bei der Beurteilung der B. ist der spezifische Bodenwiderstand. Er beeinflußt maßgebend den Korrosionsstrom zwischen Anode und Kathode. Mit zunehmendem Gehalt an gelösten Salzen wie Chloride, Sulfate, Karbo-

Tabelle 1. Beschreibung, spezifischer Widerstand und Aggressivität von Bodenarten.

Bezeichnung	Beschreibung	Farbe	spez. Bodenwiderstand in $\Omega \cdot m$	Korngröße mm	Chemie	Aggressivität
Humus	abgestorbene tierische und pflanzliche Substanzen	braun bis braunschwarz	10 bis 40	Krümelstruktur	Huminsäuren	aggressiv, Säurekorrosion, Sulfide als Abbauprodukt
Kalk	Sedimentärgestein	grau, gelblich bis braun	200 bis 3000	sehr feinkörnig	$CaCO_3$, schwer löslich	aggressiv für Aluminium und Blei
Kies	zerschliffenes Sedimentärgestein	weiß bis dunkelgrau	400 bis 2000	2 bis 6 fein 6 bis 20 mittel 20 bis 60 grob	SiO_2	beschädigt den passiven Korrosionsschutz, aerob
Lehm	nicht so plastisch wie Ton, fühlt sich magerer und rauher an	gelb bis braun	300 bis 1000	Gemisch von 0,2 bis 0,06	Ton mit Sand und Eisenverbindungen	schwach aggressiv bis aggressiv, Bildung von Belüftungselementen
Letten	fetter, nicht verfestigter Schieferton	rot, grün, braun, violett, schwarz	50 bis 200	schiefrig, blättrig	$Al_2O_3 \cdot SiO_2$ mit Fe-Verbindung und Glimmer	meist in Verbindung mit Lehm- oder Tonböden
Löß	ungeschichtetes Sediment mit Sandmergel	erbsengelb bis braun	30 bis 100	mehlfein	SiO_2, Al_2O_3 und Na-, K- und Ca-Oxyde	nicht bindig, sonst siehe Lehm
Marsch	Niederung an Gewässern, besteht aus Lehm, Schlick, Ton und Torf	dunkel	10 bis 30	feines Gemisch	enthält Meer- oder Flußsalze	stark aggressiv, hoher Salz- und Feuchtigkeitsgehalt, anaerob
Mergel	Sedimentgestein, Gemenge aus Ton und feinem $CaCO_3$. Es gibt Kalk-, Ton- und Sandmergel	grau, weiß, gelb, blau, rot, schwarz, grün, violett	10 bis 100	bröckelig, nicht plastisch	30 bis 60% Ton $CaCO_3$ und $MgCO_3$	nur bei Vorhandensein von Gipsmergel ($CaSO_4$) oder Stinkkalk (verunreinigter Kalk durch Schwefelverbindungen) stark aggressiv
Sand	Anhäufung kleinerer erkennbarer Mineralkörner	weiß, gelb, braun	100 bis 5000	0,06 bis 0,2 fein 0,2 bis 0,6 mittel 0,6 bis 2 grob	vorwiegend SiO_2	nicht aggressiv
Schiefer	in Platten spaltbares Gestein	hellbraun bis schwarz	300 bis 700	Gestein	wie Letten und Schlamm	nicht aggressives Gestein im Mischboden
Schlamm	tonige, mit organischen Substanzen durchmischte lockere Ablagerungen	dunkelgrau bis schwarz	20 bis 100	fein	organische Zersetzungsprodukte	stark aggressiv durch Bildung von Sulfiden und Belüftungselementen

noch: Tabelle 1. Beschreibung, spezifischer Widerstand und Aggressivität von Bodenarten.

Bezeichnung	Beschreibung	Farbe	spez. Bodenwiderstand in $\Omega \cdot$ m	Korngröße mm	Chemie	Aggressivität
Schlick	abgelagerter Schlamm	schwarzblau bis grünschwarz	5 bis 30	sehr fein	halbzersetzte organische Substanzen; humos und tonig, oft auch kalkig, FeS_2	siehe Schlamm, Aggressivität steigt mit wachsendem FeS_2-Gehalt
Schluff	Grobton, Einzelkörner nicht mehr erkennbar	dunkel bis schwarz	10 bis 20	0,02 bis 0,2	wie Ton	siehe Ton
Schotter	grobes Geröll	je nach Gesteinsart	400 bis 2000	60	meist Si-Verbindungen	siehe Kies
Ton	sehr plastisches Gemenge, nimmt leicht Wasser auf	weiß, je nach Einlagerung gelb, grau, rot, grün	5 bis 20	0,02	Al_2O_3 mit SiO_2 und Mg-Fe-Hydrosilikaten	stark aggressiv, Lochfraß durch Bildung von Belüftungselementen und durch sulfatreduzierende Bakterien
Torf (Moor)	feuchter Humus mit schlammigem Boden	dunkel	80 bis 120	fein	Verwesung von Pflanzen, Humoligninsäuren, etwa pH 5	siehe Humus

nate usw. nimmt der spezifische Bodenwiderstand ab. I. allg. nimmt mit abnehmendem Bodenwiderstand die Zahl der Korrosionsanfressungen ab, ihre Tiefe und Korrosionsgeschwindigkeit jedoch zu. Die nachstehende Tabelle gibt die Ergebnisse von Bodenkorrosionsversuchen an Stahlproben und für den elektrolytischen Stromabtrag von Eisen an:

Spezifischer Bodenwiderstand ϱ in Ωm	Bodenbeurteilung	Maximale Lochfraßtiefe mm/Jahr	Mittlere Eindringtiefe mm/Jahr	Maximale Lochfraßtiefe nach 30 Jahren in mm
10	stark aggressiv	0,10 bis 0,28	0,15	4
10—120	aggressiv	0,03 bis 0,15	0,10	1
> 120	nicht aggressiv	0,01 bis 0,08	0,03	0,8
Belüftungselement 1 g $O_2/m^2 \cdot$ Tag (bei Flächenverhältnis A : K = 1 : 10)		—	1,63	—
Streustromkorrosion für 1 A/m²		—	1,17	—

Die Einflußgrößen der B. können durch eine chemische Bodenanalyse festgestellt werden. Die chemische Untersuchung des Korrosionsproduktes ergibt oft Anhaltspunkte über die Korrosionsursache. Der pH-Wert, negativer Logarithmus der Wasserstoffaktivität, ist ein Maß für die Säure- oder Basenstärke. Die meisten Böden liegen im Bereich pH 5 bis 9. Die Menge der vorhandenen Säuren bzw. Basen wird durch die Gesamtacidität bzw. -alkalität angegeben. Das Redox-Potential gestattet die Feststellung, ob es sich um belüftete (aerobe) oder unbelüftete (anaerobe) Böden handelt. Bei Anwesenheit von Sulfiden oder Schwefelwasserstoff kommt in anaeroben Böden (Redox-Potential negativer als $+0{,}1$ V/H_2) bei Eisen ein besonders starker Korrosionsangriff durch sulfatreduzierende Bakterien vor. Das Korrosionsprodukt weist dabei ein Verhältnis von FeS : Fe_2O_3 wie 1 : 3 auf. Die vorstehende Aufstellung gibt einen Überblick über die verschiedenen Bodenarten und kurze Hinweise über ihre B. (s. Tabelle 1).

Literatur: H. Steinrath, Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aggressivität von Böden, DVGW-Fachausschuß Korrosionsfragen Rohrnetz, Frankfurt 1966 — T. Markovic, Bodenkorrosion und ihre Verhütung, Bauverlag, Wiesbaden 1963 — M. Romanoff, Underground Corrosion, National Büro of Stadards, Circular 579, Washington 1957. *v. Baeckmann*

Bodenanalyse → Bodenaggressivität.

Bodenfunkstelle, eine ortsfeste → Funkstelle des beweglichen → Flugfunkdienstes. In gewissen Fällen kann sich eine Bodenfunkstelle an Bord eines Seefahrzeuges oder eines Erdsatelliten befinden.

bodengestützte Navigationshilfen → Funkortung.

Bodenkonstanten sind die → Dielektrizitätskonstante und die Leitfähigkeit des Erdbodens (→ Bodenwelle).

Bodenleitfähigkeit. Elektrische Leitfähigkeit des Erdbodens, deren Kenntnis für die Dimensionierung von Erdern wichtig ist. Die Reflexions- und Brechungseigenschaften des Erdbodens für elektromagnetische Wellen (Ausbreitung der Bodenwelle) wird durch B., Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = \varepsilon_0 \, \varepsilon_r$ und Frequenz bestimmt. Man faßt daher die B. σ mit ε und ω zur komplexen Dielektrizitätskonstante

$$\eta = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} - j \frac{\sigma}{\omega \, \varepsilon_0} = \varepsilon_r - j \, Z_0 \, \sigma \frac{\lambda}{2\pi}$$

zusammen, wobei $Z_0 = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$ der Wellenwiderstand des leeren Raumes (377 Ω) und λ die Wellenlänge ist. η bestimmt den effektiven Leitwert des Erdbodens, der mit wachsender Frequenz abnimmt. Für Langwellen ist der Erdboden gut leitend, für m-Wellen wirkt er dagegen nahezu wie ein Dielektrikum (→ Gegeninduktivität von Leitungen).

Werte für ε_r und σ

	ε_r	σ [S/m]
Feuchter Erdboden	$5 \div 15$	$10^{-2} \div 10^{-3}$
Trockener Erdboden	$2 \div 6$	$10^{-3} \div 10^{-5}$
Sand	$1 \div 15$	ca. $3 \cdot 10^{-3}$
Meerwasser	80	$1 \div 5$
Flußwasser	80	$10^{-2} \div 10^{-3}$

Bodenseil → Induktion durch Starkstromanlagen.

Bodenstation → Erdefunkstelle.

Bodenstreuung (Ground-scatter) → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Bodenwelle. Die B. repräsentiert den Typus einer Oberflächenwelle und bildet den Teil der Strahlungsfelder eines Senders, der in unmittelbarer Nähe des Bodens verläuft. Die von einer vertikalen Antenne abgestrahlten Wellen sind i. allg. transversal, d. h., der elektrische und magnetische Vektor des elektromagnetischen Feldes stehen senkrecht auf der jeweiligen Ausbreitungsrichtung. Nur in unmittelbarer Nähe des Bodens tritt eine radiale Komponente in Ausbreitungsrichtung hinzu. Diese verursacht eine vertikale, in den Boden zeigende Komponente des Poyntingschen Vektors und, damit gleichbedeutend, eine Dämpfung. Die radiale Komponente setzt sich mit der vertikalen zu einem Drehfeld zusammen, der sogenannten Zenneckschen Drehfeldellipse, deren große Achse in Richtung der Ausbreitung leicht geneigt ist. Neigung und Achsenverhältnis der Ellipse hängen eng mit der Bodenkonstanten ε_r in F/m und $\varkappa$ in Ω^{-1} m^{-1} zusammen, so daß aus der Messung dieser Ellipsenparameter ε und $\varkappa$ ermittelt werden können.

Die Entfernungsabhängigkeit der Bodenwelle wird neben der rein geometrisch bedingten $1/d$-Abhängigkeit (d = Entfernung) durch eine zusätzliche Dämpfung bestimmt, die durch das Eindringen des Strahlungsfeldes in den Erdboden verursacht wird. Die Bodenwellendämpfung wird durch die Sommerfeldsche Dämpfungsfunktion beschrieben. Das Argument dieser Funktion ist die sogenannte »numerische Entfernung«. Diese wächst proportional mit der Entfernung, dem Quadrat der Frequenz und umgekehrt proportional der Leitfähigkeit $\varkappa$. Sie ist ferner abhängig von der Polarisation der Wellen. Vertikal polarisierte Wellen werden wesentlich schwächer gedämpft als horizontal polarisierte. Von Bedeutung ist die Bodendämpfung nur für die langen Wellen bis hinunter zu etwa $\lambda = 100$ m. Für kürzere Wellen ist die Dämpfung i. allg. so groß, daß ein praktischer Betrieb mit Bodenwellen nicht mehr in Frage kommt.

Die für die Fragen der Dämpfung und des Reflektionskoeffizienten maßgeblichen Kenngrößen sind die Dielektrizitätskonstante ε und die Leitfähigkeit $\varkappa$. ε bewegt sich zwischen den Werten 10 und 30 (Wasser $\varepsilon = 80$), $\varkappa$ zwischen den Werten $\varkappa = 10^{-4} \ldots 10^{-5}$ Ω^{-1} m^{-1} für sehr trockenen Boden und 10^{-2} Ω^{-1} m^{-1} für sehr feuchten Ackerboden. Beide Größen sind sehr stark vom jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens abhängig und sind ebenso von Ort zu Ort sehr verschieden. Die Berechnung von Ausbreitungskurven für die verschiedenen Wellenbereiche basiert auf der Annahme fester mittlerer Leitfähigkeiten und Dielektrizitätskonstanten, eine örtliche Variabilität wird nicht beachtet. *Großkopf*

Bodenwellenausbreitung → Wellenausbreitung.

Bodenwiderstand, spezifischer → Bodenaggressivität.

Bogenentladung → Schutzmaßnahmen.

Bohnermassen. Der Fachmann unterscheidet bei den B. zwei Gruppen, die »Ölware« und die »verseifte Ware«. Bei der Ölware werden Wachse und Kunstwachsstoffe (Paraffin) auf dem Wasserbad bei 50 bis 90° C geschmolzen und heiß in Terpentinöl, Kienöl usw. gelöst. Bei der verseiften Ware wird im wesentlichen Wachs mit Hilfe von Seife, Pottasche, Triäthanolamin und dergl. in der mehrfachen Menge Wasser emulgiert. Die billigere wasserreiche, verseifte Ware brennt nicht, dagegen ist die Ölware feuergefährlich und darf nie in der Nähe des heißen Ofens oder eines offenen Feuers aufgestellt werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Bohren. Bei der Fertigung von Stanzteilen werden die Löcher, sofern ihr Durchmesser nicht geringer als die Materialstärke ist, gelocht. Alle kleineren Löcher, sowie alle Nichtstanzteile werden gebohrt. Zum Gebiet des Bohrens gehört außerdem das Reiben, Senken und Gewindeschneiden. Als Werkzeug dient für das Bohren fast ausschließlich der Spiralbohrer, der auch zum Ansenken der Löcher Verwendung findet. Während einzelne Löcher nach Ankörnen des Mittelpunktes gebohrt werden, geschieht das Bohren größerer Stückzahlen stets in Bohrlehren, teils von Hand, teils automatisch.

Literatur: Handwörterbuch des Elektrischen Fernmeldewesens, Feyerabend usw. 1929.

Bohrlochkabel ist ein in einem schmalen Stollen verlegtes Kabel. Ein solches wurde z. B. an der Landestelle des ICECAN-Kabels in Grönland verwendet. Dort läuft das Kabel durch ein Gebiet, in dem es durch Eisberge stark gefährdet ist. Um dieser Gefahr zu entgehen, wurden an der Steilküste schräg verlaufende Löcher gebohrt, die erst in einer Tiefe von 100 m unter der Wasseroberfläche den Meeresboden erreichen. In dieser Tiefe besteht keine Gefahr der Beschädigung durch Eisberge mehr.

Literatur: N. E. Holmblad, B. Gehlshøj, The SCOTICE/ICECAN submarin cables, Teleteknik, englische Ausgabe, 10 (1966) Nr. 1.

Bohrmuschel → Teredowurm.

Bohrstähle. Für Bohrstähle werden Edelstähle verwendet. Das sind wertvolle Stahlsorten, deren Eigenschaften durch Zulegierung geeigneter »Stahlveredler«, wie Chrom, Kupfer, Mangan, Molybdän, Nickel, Silizium, Titan, Vanadium, Wolfram und dergl. oder auch besondere physikalische Behandlungsverfahren (Wärmevergütung, Härten, Anlassen, Umschmelzen, Tiegelbehandlung) wesentlich verbessert wurden. Die Edelstähle werden meist in Elektroöfen oder Tiegeln erschmolzen und als Baustähle oder Werkzeugstähle

verwendet, wie Bohrer, Fräser, Meißel, Sägen usw. Zu diesen Werkzeugstählen zählen z. B. Schnellstähle und Chromstähle.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Boje, Bojenanker, Bojentau → Seekabellegung und -instandsetzung.

Boltzmann-Konstante → Thermodynamik.

Boltzmann-Verteilung → Ladungsträgerstatistik.

Bonden → Thermokompression.

Bonder, (Bondern, Bonderverfahren) ist ein Phosphatierungsverfahren, das auf Eisen und Stahl, Zink und Zinklegierungen, Aluminium anwendbar ist. Man bringt auf die gereinigte, entfettete Oberfläche dieser Metalle im Tauch- oder Spritzverfahren verdünnte Lösungen von saurem Zinkphosphat, denen Phosphorsäure und Oxydationsmittel beigemischt sind, letztere oxydieren den störenden, bei der Reaktion zwischen Säure, saurem Phosphat und Eisen entstehenden Wasserstoff sofort zu Wasser.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — Entwurf DIN 50 902, Seite 31. Okt. 1965.

Boolesche Algebra → Schaltalgebra.

Boosterdiode → Ablenktechnik.

bordautonome Navigationshilfen → Funkortung.

Bordgebühr → Gebühren für Funkgespräche bzw. Funktelegramme im Seefunkdienst, → Seefunkdienst, beweglicher.

Borkenkäfer. Körper walzenförmig, klein (3 bis 4 mm), abfallendes Hinterleibende, schwarzbraun, kurze Fühler. Larve: beinlos, weich, weiß, engerlingsartig gekrümmt; Kopf stark chitinisiert, braun; 3 Brustringe mit starken Wülsten anstelle der Beine; Länge bis 10 mm; Entwicklungszeit vom Ei bis zum Käfer sehr kurz: bis zu 2 Generationen im Jahr. Typische Fraßbilder, bestehend aus dem Muttergang und den Larvengängen. Fluglöcher kreisrund, 1 bis 2 mm Durchmesser. Zwei ökologische Gruppen von B.: 1. Rindenbrüter. Sie leben in der Rinden-Bastschicht und zerstören dabei die saftführenden Schichten des Baumes und bringen ihn zum Absterben. Das Holz bleibt verwertbar. Der Rindenbrüter ist kein technischer Schädling, zu dieser Gruppe gehört z. B. der bekannte Buchdrucker (Ips typographus). 2. Holzbrüter. Er ist ein technischer Holzschädling durch Anlegen typischer Mutter- und Larvengänge im Holz. Sie züchten auf den Bohrgangwänden aus Ernährungsgründen Pilze (sichtbar an der schwarzen Verfärbung). Die Bohrgänge sind daher frei von Bohrmehl. Das Holz dient nur zu Brutzwecken. Der B.-Befall eingebauter Masten tritt nicht ein. Er erfolgt jedoch an nicht getränktem, berindetem Mastenholz. Der Befall durch B. an rohen Masten ist nicht zugelassen.

Bornemann, Helmut, Dipl.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Staatssekretär im BPM vom 21. Juni 1963 bis 31. März 1968. Geboren am 16. März 1902 in Basel. Studium der Elektrotechnik an den Technischen Hochschulen Darmstadt und Berlin. 1925 Diplom-Hauptprüfung. Nach kurzer Tätigkeit in der Industrie am 1. Dezember 1925 als Postreferendar bei der OPD Frankfurt am Main in den Postdienst eingetreten. 1929 Große Staatsprüfung. Postassessor beim FA Frankfurt am Main, später beim RPZ in Berlin. Von 1931 bis 1933 im RPM beschäftigt und dort am 1. April 1932 zum Postdirektor (heute: Postrat) ernannt. Nach weiterer Verwendung bei den OPDn Düsseldorf und Speyer sowie nochmals beim RPZ und bei der Reichspostforschungsanstalt 1939 zum Oberpostrat befördert. 1940 abermals ins RPM berufen und dort 1943 zum Ministerialrat ernannt. Nach dem Zusammenbruch zunächst bei der Reichspost-Oberdirektion für die britische Besatzungszone und von 1947 an beim Post- und Fernmeldetechnischen Zentralamt verwendet. 1950 ins BPM berufen. 1957 als Unterabteilungsleiter in der Abteilung Fernmeldewesen zum Ministerialdirigenten befördert. Von 1959 bis 1963 Vertreter der DBP im Verwaltungsrat der Internationalen Fernmeldeunion. 1961 Präsident der OPD Dortmund. Am 21. Juni 1963 Staatssekretär im BPM. 1967 durch Verleihung des Großen Verdienstkreuzes mit Stern und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Am 31. März 1968 in den Ruhestand getreten. Von der Technischen Hochschule München am 2. Mai 1968 zum Dr.-Ing E. h. ernannt.
Bis 1968 Vorstandsmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Zuvor Vorsitzer und Mitglied in weiteren Gremien der Elektrotechnischen Fachwelt. Herausgeber des Jahrbuchs des elektrischen Fernmeldewesens bis zum Jahrgang 1968.

Borstenwischer (s. Bild). Rundumbürste mit Union-Fibre- oder Stahldrahtborsten. Der Durchmesser beträgt 98 mm, die Länge etwa 30 cm. An beiden Achsenenden sind Schäkel — einer mit Wirbelgelenk — zum Befestigen von Zugseilen angebracht. B. dienen zum Reinigen der Züge der Beton-Kabelformsteine (→ Kabelverlegung unter 3.).



Borstenwischer mit einem Schäkel und einem Wirbelgelenk
Borsten aus Union-Fibre
(auf Wunsch auch mit Stahldrahtborsten)

Boucherie-Verfahren, Holzschutzverfahren zum Tränken von Masten im saftfrischen natürlichen Feuchtigkeitszustand unter Verwenden wasserlöslicher → Holzschutzmittel. Es wird vorwiegend beim Fichtenholz angewendet. Das B. wird 1838 erstmals vom französischen Arzt Boucherie angewendet. Verfahrensprinzip: Ersetzen des Baumsaftes durch Holzschutzmittellösung unter Benutzen der natürlichen axialen Flüssigkeitsleitungswege im Holz. Verfahrensdurchführung: saftfrische, berindete Masten

liegen zopfseitig geneigt auf Gestellen. Über am Fußende angebrachte Metallkappen wird mittels hydrostatischem oder Pumpendruck ($< 1 \text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$) eine Holzschutzmittellösung in das Mastfußende gedrückt. Die eindringende Lösung schiebt theoretisch den Baumsaft vor sich her. Die Tränkdauer ist abhängig vom verwendeten Holzschutzmittel, der Lösungskonzentration, Holzart und -beschaffenheit (insbesondere dem Feuchtegrad). Sie beträgt 8-14 Tage. Die Menge des aufgenommenen Holzschutzmittels ist abhängig von der Tränkdauer und der Höhe der verwendeten Lösungskonzentration. Das Abschälen der Rinde erfolgt 14 Tage nach dem Tränken. Die radiale Mindesteindringtiefe des Holzschutzmittels beträgt 1 cm. Wegen der langen Zeitdauer wird das Verfahren großtechnisch wenig angewandt. 1-2% der jährlich vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten werden nach diesem Verfahren getränkt. *Wefers*

b-Pilze → Pilze.

B-Platzbeamtin → Vermittlungskraft.

B-Plätze → Fernplatzarten.

Branchen-Fernsprechbuch → Fernsprechbuch.

Brandschutz (Feuerschutz) in Räumen mit fernmeldetechnischen Einrichtungen. Fernmeldetechnische Anlagen sind durch Kurzschlüsse, Überhitzung, Lichtbogenbildung usw. besonders brandgefährdet. Ein ausreichender B. kann zum großen Teil durch umgehendes Abstellen entstandener Unregelmäßigkeiten erreicht werden. Durch Fachpersonal sind gelegentlich die entsprechenden Einrichtungen zu prüfen auf Berührung stromführender Leitungen und Schaltteile mit den Gehäusen, Rahmen oder Gestellen, Lockerung von Klinken- oder Lampenstreifen und Feinsicherungen, Sicherungen unzulässiger Nennstromstärke, unzureichende Umkleidung der durch nichttechnische Räume verlaufenden Kabel usw. Rauchen und der Umgang mit offenem Feuer sind im Wählerraum nicht gestattet. Geeignete Feuerlöscher (CO_2) sind bereitzustellen.

Literatur: Anweisung zur Verhütung und Bekämpfung von Bränden bei der DBP, Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, 1967.

Braun, Karl, Ferdinand, geb. 6. 6. 1850, gest. 20. 4. 1918, von 1877 bis zu seinem Tode war er als Hochschullehrer tätig, zuletzt an der Universität Straßburg. Er verbesserte das Marconische Verfahren der drahtlosen Telegrafie und entwickelte zusammen mit Slaby und Arco das System Telefunken. Gemeinsam mit G. Marconi erhielt er 1909 den Nobelpreis. Er konstruierte das »Braunsche Rohr«, eine Vorrichtung, die mittels eines elektrisch und/oder magnetisch gesteuerten Elektronenstrahls Aufzeichnungen auf einen Leuchtschirm zu machen gestattet. Die Bildröhre im Fernsehapparat ist im Prinzip eine Braun'sche Röhre. Er starb in der Internierung in Amerika während des 1. Weltkrieges, zu dessen Beginn er sich in USA aufhielt, um seine Patentansprüche zu vertreten.

Literatur: Z. V. d. I. 1913, S. 766. Poggendorff H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens.

Braunfäule → Hausschwamm.

Braunsche Röhre. Die Elektronenstrahlröhre wurde zuerst von K. F. Braun, 1897, angegeben und nach ihm im deutschen Sprachgebiet auch »Braunsche Röhre« benannt. Die ersten B. arbeiteten mit kalter Kathode und mit einer Gasfüllung von rund 0,001 mm Hg-Druck. Die Elektronen wurden durch positive Gasionen, die durch sehr hohe Anodenspannungen von 30 ... 100 kV erzeugt wurden, aus der Kathode herausgeschlagen. Die B. konnte nach der Erfindung der Glühkathode durch Wehnelt, 1903, wesentlich verbessert werden, wodurch die erforderliche Anodenspannung auf den heute üblichen Wert von 1,5 ... 10 kV sank. Während die ersten B. durch positive Ionenladungen im Zusammenwirken mit einer Blende fokkusiert wurden, wird heute durch eine Elektronenoptik der Elektronenstrahl in der hochevakuierten Röhre gebündelt (→ Elektronenstrahlröhre).

Braunscher Sender, ein Funksender mit einem frequenzbestimmenden Zwischenkreis, geschlossenem Schwingungskreis mit Funkenstrecke, an den der Antennenkreis angekoppelt ist. Diese Anordnung ist 1898 von Ferd. Braun angegeben worden.

Braunstein, Mangan-(IV-)oxyd, MnO_2, Molekulargewicht 86,93, ϱ 5,026, zersetzt sich beim Erhitzen. B. ist das bekannteste Manganerz und ist grauschwarz. Es wird verwendet zur Herstellung von Trockenelementen als Depolisatormasse, → Primärelemente.

Braunstein-Element → galvanische Elemente.

Brechung. Änderung der Fortpflanzungsrichtung einer Welle beim Durchlaufen einer Grenzschicht zwischen zwei Medien (1) und (2) mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften, bedingt durch verschiedene Ausbreitungsgeschwindigkeit in beiden aneinander grenzenden Medien. → Brechungsindex.

Das Verhältnis der gebrochenen, innerhalb des Mediums (2) weiterlaufenden Welle zur ursprünglichen auf die Grenzfläche hinlaufenden Welle im Medium (1) ergibt den im allgemeinen komplexen Brechungsfaktor $\underline{b}$. Für eine aus dem Medium (1) mit dem Wellenwiderstand $\underline{Z}_1$ senkrecht auf eine Trennfläche zum Medium (2) mit dem Wellenwiderstand $\underline{Z}_2$ auftreffende ebene Welle ist

$$\underline{b} = 1 + \underline{r} = \frac{2\,\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2},$$

wobei $\underline{r}$ der im allgemeinen ebenfalls komplexe Reflexionsfaktor ist.

Kennzeichnet der Index h die im Medium (1) zur Trennfläche hinlaufende Welle und der Index r die im Medium (1) rücklaufende, an der Trennfläche reflektierte Welle, so gilt für die elektr. Feldstärke $\boldsymbol{E}$ und die magn. Feldstärke $\boldsymbol{H}$ an der Trennfläche

$$\boldsymbol{E}_h + \boldsymbol{E}_r = \boldsymbol{E}_h(1 + \underline{r}) = \boldsymbol{E}_2,$$

$$\boldsymbol{H}_h + \boldsymbol{H}_r = \frac{\boldsymbol{E}_h}{\underline{Z}_1} - \frac{\boldsymbol{E}_r}{\underline{Z}_1} = \boldsymbol{H}_2.$$

Für eine von Luft in Metall übergehende Welle (Funkimpuls) ist, da in Luft $\underline{Z}_1 = Z_0$ und im Metall selbst bei sehr hohen Frequenzen $\underline{Z}_2 \ll Z_1$, auch $\underline{b}$ sehr klein ($\underline{r} \to -1$). Die in Metall eindringende elektrische Feldkomponente $\boldsymbol{E}_2$ ist daher ebenfalls sehr klein ($\boldsymbol{E}_r \to -\boldsymbol{E}_h$), wogegen $\boldsymbol{H}_2 \to 2\,\boldsymbol{H}_h$.

Im Vakuum breiten sich el. magn. Wellen mit Lichtgeschwindigkeit aus:

$$c = 2{,}9978 \cdot 10^8\ \mathrm{ms}^{-1}\,.$$

In Materie beträgt die Ausbreitungsgeschwindigkeit (Phasengeschwindigkeit)

$$v = c/n\,.$$

n heißt Brechzahl (Brechungsindex) und hängt von den Materialeigenschaften und in vielen Fällen auch von der Frequenz ab (Dispersion). Bei absorbierenden (el. leitenden) Stoffen können B. und Absorption zu einer komplexen Brechzahl n' zusammengefaßt werden $n'^2 = n^2 + \mathrm{j}\,60\,\sigma\,\lambda$ (σ = Leitfähigkeit in $\Omega^{-1} \cdot \mathrm{m}^{-1}$, λ = Wellenlänge in m). Über die Brechzahl des leitenden Erdbodens siehe → Bodenwelle.

Die Brechzahl hängt eng mit der ebenfalls frequenzabhängigen relativen Dielektrizitätskonstanten zusammen

$$\varepsilon = n^2\,.$$

Beim Übertritt einer Welle durch die Grenzfläche zweier Medien mit verschiedener Brechzahl wird die Wellennormale an der Grenzfläche geknickt (gebrochen). Außerdem wird ein Teil der Welle reflektiert. Bezeichnet man als Einfallslot die Senkrechte auf der Grenzfläche, als Einfallswinkel α_1, Reflexionswinkel α'_1 und Brechungswinkel α_2 die Winkel der Wellennormalen der einfallenden, reflektierten und gebrochenen Wellen gegen das Einfallslot, so gilt der Satz, daß die drei Wellennormalen und das Einfallslot in einer Ebene liegen und daß der Reflexionswinkel α'_1 dem Einfallswinkel α_1 gleich ist. Ferner gilt das Snelliussche Brechungsgesetz

$$n_1 \cdot \sin\alpha_1 = n_2 \cdot \sin\alpha_2\,.$$

Über die Intensitäts-, Polarisations- und Phasenverhältnisse geben die in jedem Optik-Lehrbuch nachzulesenden Fresnelschen Formeln Auskunft. Wenn der Einfallswinkel α_1 sehr nahe bei 90° liegt, verwendet man gerne den Glanzwinkel $\beta = 90° - \alpha_1$.

Wenn $n_2 < n_1$ ist (Übertritt in ein optisch dünneres Medium), kann Totalreflexion eintreten, sofern

$\sin\alpha_1 > \dfrac{n_2}{n_1}$ ist. Dann gibt es keine gebrochene Welle.

Bei kontinuierlicher Änderung der Brechzahl äußert sich die Brechung in einer stetigen Krümmung der Wellennormalen (→ ionosphärische Brechung, → troposphärische Brechung).

Literatur: K. Küpfmüller: Einf. i. d. Theoret. Elektrotechnik. 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965. *v. Weiss/Fehlhaber*

Brechungsfaktor → Brechung.

Brechungsindex. Aus der Optik übernommener Begriff, der das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum zu derjenigen in einem anderen Medium angibt. Für homogene Medien der Leitfähigkeit σ mit konstanter Permeabilität $\mu = \mu_0\,\mu_r$ und der Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = \varepsilon_s\,\varepsilon_r$ beträgt der B. bei der Kreisfrequenz ω

$$n = \sqrt{\frac{\mu_r}{2}\left(\sqrt{\varepsilon_r^2 + \mu_0^2\,c^4\,\sigma^2/\omega^2} + \varepsilon_r\right)}\,,$$

woraus man für elektromagnetische Wellen in Isolatoren ($\sigma = 0$) erhält

$$n = \sqrt{\mu_r\,\varepsilon_r}\,.$$

Für Wellenlängen unterhalb 1 cm muß noch die Frequenzabhängigkeit von σ und ε berücksichtigt werden.

Brechungswinkel → Brechung.

Brechwert → Radiometeorologie, → troposph. Brechung.

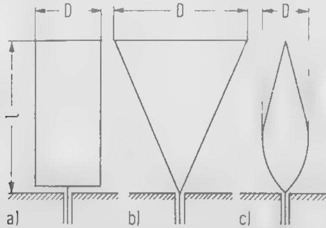
Bredow, Hans, geb. 26. 11. 1879, gest. 9. 1. 1959, Dr.-Ing. E. h., Staatssekretär a. D. Rundfunkkommissar des Reichspostministers; studierte am Friedrichs-Polytechnikum in Cöthen (Anhalt) und an der Universität Kiel. 1903 Ingenieur für Starkstromanlagen bei der AEG, 1. Mai 1904 Übertritt in die Gesellschaft für drahtlose Telegrafie (Telefunken), an deren Leitung B. von 1908 ab beteiligt war. 1918 Vorsitzender des Telefunkenkonzerns, 1919 Eintritt als Ministerialdirektor bei der DRP, 1921 Staatssekretär, 1926 Ausscheiden aus dem Reichsdienst und Berufung zum Reichsrundfunkkommissar des Reichspostministeriums. Er hatte als solcher die Tätigkeit der RRG (Reichsrundfunkgesellschaft) zu überwachen. Eine stürmische Aufwärtsentwicklung setzte ein. Ende 1932 zählte man bereits 4,2 Millionen Rundfunkhörer. Auch nach dem 2. Weltkrieg stellte sich B. der Fernmeldeindustrie zum Aufbau zur Verfügung. Darüber hinaus wirkte er als Berater bei der Neuorganisation des Rundfunks mit. Auch literarisch war B. tätig. Zu nennen sind seine Bücher »Aus meinem Archiv (1951)«, »Vergleichende Betrachtungen über Rundfunk und Fernsehen (1952)«, »Im Banne der Ätherwellen« (1952, zweibändig) und »50 Jahre Küstenfunkstelle Norddeich«. Er ist Begründer der Heinrich-Hertz-Gesellschaft. Ehrungen: Großes Verdienstkreuz mit Stern des Verdienstordens der BRD, Dr.-Ing. E. h. der TH Danzig, Ehrenbürger der TH Berlin und Karlsruhe, Ehrensenator der TH Stuttgart.

Literatur: Zeitschr. f. d. Post- und Fernmeldewesen 1959, S. 81–83. NTZ 1959, H. 1 S. 53; TFT 1929, H. 7 S. 225; TFT 1926, H. 6 S. 182.

Breisig, Franz, geb. 19. 4. 1868, gest. 12. 4. 1934, Ministerialrat, Geheimer Postrat, Dr. phil., Honorarprofessor an der TH Berlin (seit 1926), wirkte von 1918–1933 im Reichs-Postamt bzw. Reichspostministerium im Sinne einer fachwissenschaftlichen Fundierung der Fernsprechtechnik, verfaßte ein Lehrbuch der »Theoretischen Telegraphie« (1910) und arbeitete maßgeblich an der 1. Auflage des »Handwörterbuch für das elektrische Fernmeldewesen« (1929) mit.

Literatur: ETZ I, 1934, S. 546; TFT 1934, Nr. 5, S. 128/129. Poggendorff.

Breitbandantenne (→ Dipolantenne, → Rundstrahler) nennt man eine Antenne, deren Eingangswiderstand und Strahlungseigenschaften in einem vorgegebenen breiteren Frequenzband nur wenig von den vorgeschriebenen Werten abweichen. Die unabgestimmte oder aperiodische Antenne ist eine Antenne, die außerhalb einer ihrer Resonanzfrequenzen betrieben wird. Als Allbereichantenne oder Allwellenantenne wird eine Antenne bezeichnet, die auf



a) Zylinderantenne, b) Kegelantenne, c) Exponentialantenne.

Bild 1. Ausführungsformen von vertikalen Breitbandantennen (Meinke/Gundlach).

einem ganzen Wellen- (Radiofrequenz-) Bereich, z. B. dem Kurzwellenbereich, oder auf allen Wellenbereichen eines besonderen Dienstes, z. B. Rundfunk, ohne Nachstimmung verwendet werden kann; nur als Empfangsantenne von praktischer Bedeutung.

In der Entwicklung von B. fand die gegen Erde erregte Vertikalantenne (→ Rundstrahler) besonderes Interesse. Das Ziel großer Frequenzbandbreite wurde

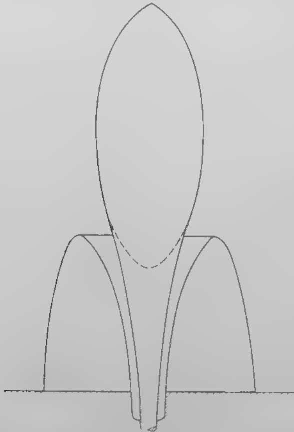


Bild 2. Lindenbladantenne (nach N. E. Lindenblad).

bei ihr zunächst ganz allgemein durch Verkleinerung des Wellenwiderstandes, also durch große Querabmessungen angestrebt. Es wurden B. für Frequenzbereiche verwirklicht, deren Verhältnis von maximaler zu minimaler Betriebsfrequenz sich wie 3:1 und teilweise darüber verhält. Bei den praktischen Ausführungsformen handelt es sich um Rotationskörper, für die verschiedenartigste Grundformen (Längsschnitt) entwickelt wurden. Typische Vertreter sind die Zylinderantenne, die Konusantenne (Kegelantenne) und die Exponentialantenne (Bild 1). Zwischen ihnen gibt es zahlreiche Übergangsformen. Bei der Zylinder- und der Exponentialantenne nimmt der Wellenwiderstand nach dem offenen Ende der Antenne stetig zu, bei der letzteren nach einem annähernd exponentiellen Gesetz. Der Wellenwiderstand der Kegelantenne ist konstant und allein vom Kegel-Öffnungswinkel abhängig. Bei der Lindenbladantenne (Bild 2) ist außer dem Strahler auch das Gegengewicht in der Fußpunktszone besonders geformt. In jüngeren Entwicklungen wurde besonderes Augenmerk der Gestaltung der Übergangszone zwischen der Speiseleitung und dem wesentlich strahlenden Antennenteil gewidmet. Antennen mit relativen Bandbreiten von über 8:1 (über drei Oktaven) konnten verwirklicht werden; Bild 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel.

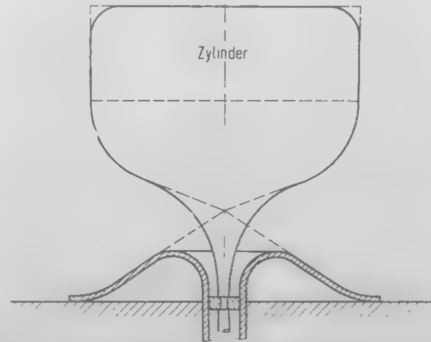


Bild 3. Breitbandrundstrahler, über Kreisbogenleitung gespeist (nach W. Stöhr und O. Zinke).

Der Breitbanddipol entsteht durch symmetrische Ergänzung der gegen Erde erregten vertikalen Breitbandantenne. Grundsätzlich können dieselben geometrischen Grundformen verwendet werden. Aus mechanischen Gründen muß man sich jedoch in der Praxis, vor allem bei längeren Wellen, auf die konstruktiv einfachsten Formen beschränken. Am gebräuchlichsten ist der zylindrische Dipol. Eine weitere Form, insbesondere bei kürzeren Wellen verwirklicht, ist die Doppelkonusantenne (Doppelkegelantenne). Sie besteht aus zwei gleichen leitenden Kegeln, die auf einer gemeinsamen Achse mit einander zugekehrten Spitzen angeordnet und gegenphasig gespeist sind. Ist ein Kegel durch eine Scheibe ersetzt, so spricht man von einer Scheibenkonusantenne oder Diskonantenne (→ Rundstrahler).

Die rotationssymmetrischen Ausführungen der B. werden häufig konstruktiv vereinfacht, indem man sie in Form von Reusen aus Stäben oder Drähten als sog. Reusenantenne aufbaut. Im speziellen wird in dieser Bauform die gegen Erde erregte vertikale B. als Breitbandreuse, der (vorzugsweise horizontale) Ganzwellendipol als Reusendipol bezeichnet.

Auch Antennengruppen aus B. zeigen Breitbandverhalten, wenn die strahlenden Elemente nach Art der Breitbandspeisung betrieben werden. Unter Breitbandspeisung versteht man die Speisung eines Antennensystems derart, daß die Ströme in den Strahlerelementen in einem vorgeschriebenen Frequenzband ihre gegenseitige Phasenlage nicht ändern. Als Vertreter dieses Antennentyps sei das Dipol-Antennenfeld genannt (→ Dipolantenne).

Weitere B. finden sich unter den Antennen mit fortschreitenden Wellen, so z. B. die → Rhombusantenne. Außerdem gehören zu dem Typ der B. die verschiedenen Ausführungsformen der → Logarithmisch-periodischen Antenne. Als Vertreter aus dem Gebiet der Mikrowellenantennen ist die Hornparabolantenne zu nennen (→ Spiegelantennen). *Laub*

Breitbanddipol → Breitbandantenne, → Dipolantenne.

Breitbandkabel → Fernkabel bis 1945.

Breitbandleitungen → Dateldienste, → Leitungen zur Datenübertragung, → Schnittstelle für Datenübertragung.

Breitbandmessung → Pegelmesser.

Breitband-Oszillograph wird zur Messung nicht sinusförmiger Spannungen, z. B. der Sprungantwort eines Systems verwendet. Der B. hat ein hohes zeitliches Auflösungsvermögen, so daß auch die Darstellung einer steilen Impulsflanke auf dem Schirm der → Elektronenstrahlröhre möglich ist. Dazu muß der Vertikalverstärker das Meßsignal unverfälscht an die Ablenkplatten übertragen. Für die formgetreue Verstärkung nicht sinusförmiger Signale ist nicht allein die Bandbreite des Verstärkers maßgebend, sondern er muß auch gutes Impulsverhalten aufweisen. Darunter versteht man, daß ein steiler Spannungssprung (Sprungfunktion; Bild 1) möglichst

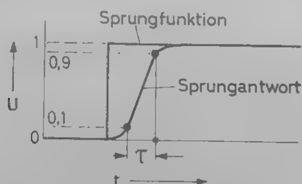


Bild 1. Breitband-Oszillograph.

verzerrungsfrei wiedergegeben wird, d. h. die verstärkte Spannung (Sprungantwort) soll eine möglichst kurze Anstiegszeit τ haben, ohne überzuschwingen. Dieses Verhalten eines Verstärkers kann durch Angabe des Übertragungsfaktors nach Betrag und Phase im gesamten Frequenzbereich beschrieben werden. Verstärker mit gutem Impulsverhalten müssen im interessierenden Frequenzbereich einen linearen Phasenverlauf haben und der Betrag der Verstärkung soll in Abhängigkeit von der Frequenz den Verlauf einer Gaußschen Fehlerverteilungskurve (Gaußscher Übertragungsfaktor) haben (Bild 2):

$$\frac{V}{V_0} = \exp(-0{,}35)\,(f/f_0)^2\,.$$

Dabei ist V_0 der Betrag der Verstärkung bei der Frequenz $f = 0$ und f_0 die Frequenz, bei der die Verstärkung um 3 dB gegenüber V_0 abgefallen ist (Band-

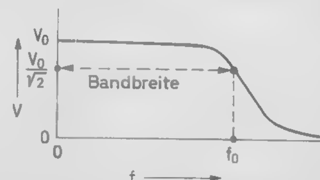


Bild 2. Breitband-Oszillograph.

breite des Verstärkers). Unter dieser Voraussetzung kann die Anstiegszeit τ der Sprungantwort aus der Bandbreite des Verstärkers zu $\tau = \frac{0{,}34}{f_0}$ berechnet werden.

Bei B. liegt im Verstärkerzug meist eine Verzögerungsleitung, die das Meßsignal um die Ansprechzeit des Ablenkteils verzögert und damit auch die Darstellung des Anfangs eines Meßsignals ermöglicht. Es muß in diesem Fall die gesamte Anordnung dem obengenannten Gesetz gehorchen, damit einwandfreies Impulsverhalten vorliegt. Große Bandbreite f_0 und damit kleine Anstiegszeit τ erhält man durch eine geringe Verstärkung V_0. Eine hohe Ablenkempfindlichkeit erreicht man nur mit empfindlichen Elektronenstrahlröhren. Mit den gegenwärtig verfügbaren Bauelementen läßt sich $f_0 \geqq 50$ MHz erreichen bei einem Ablenkkoeffizienten, bezogen auf den B.-Eingang, von 50 mV/cm und einer vertikalen Strahlauslenkung von 6 ... 8 cm auf dem Schirm.

Eine weitere Forderung bei B. ist, daß auch Impulse mit niederer Wiederholfrequenz bzw. einmalige Vorgänge abgebildet werden können. Hierzu sind Elektronenstrahlröhren mit großer Helligkeit erforderlich. → Elektronenstrahl-Oszillograph.

Literatur: H. Funk, Breitbandverstärker für Elektronenstrahl-Oszillographen. Elektronik Bd. 13 (1964), H. 2, S. 39—42 und H. 3, S. 76—77 — H. Wolf, Über den Zusammenhang zwischen Bandbreite und Anstiegszeit. Elektronik Bd. 12 (1963), H. 10, S. 303—308. *Funk*

Breitband-Pegelmesser → Pegelmesser.

Breitbandreuse → Breitbandantenne.

Breitbandspeisung → Breitbandantenne.

Breitbandsystem ist ein Übertragungssystem, bei dem die → Bandbreite relativ groß zur Mittenfrequenz ist (→ Richtfunksystem).

Bremsfeldkollektor. In Elektronenstrahlröhren (→ Laufzeitröhren) wird der aufgefangene Strahlstrom im allgemeinen nicht in einem äußeren Stromkreis nutzbar gemacht. Die Auffangelektrode heißt in diesem Fall Röhren-Kollektor anstelle von Anode. In Lauf-

zeitröhren mit Kollektor ist es meist möglich und zweckmäßig, einen Teil der Gleichstrom-Strahlleistung durch ein statisches Bremsfeld vor dem Kollektor zurückzugewinnen. Im einfachsten Falle genügt es hierfür, den bereits vorhandenen Kollektor gegenüber der letzten Elektrode negativ zu machen, wodurch er ein B. wird. Die Elektronen, die deswegen umkehren müssen, werden von einer der vorhergehenden Elektroden aufgenommen. Je breiter das Geschwindigkeitsspektrum der Strahlelektronen infolge der Wechselwirkung mit dem Hochfrequenzfeld ist, desto weniger läßt sich die Kollektorspannung unter sonst gleichen Bedingungen, z. B. für den zulässigen Anteil zurückkehrender Elektronen, absenken. Bei → Klystrons für sehr große Leistungen kann es daher z. B. zweckmäßig sein, die Elektronen in mehrere Geschwindigkeitsstufen aufzuspreizen und jede Gruppe ein anderes statisches Bremsfeld durchlaufen zu lassen. Der B. hat sich besonders bei → Wanderfeldröhren wegen des relativ schmalen Geschwindigkeitsspektrums bewährt und gestattet, den Wirkungsgrad von etwa 20% ohne B. auf etwa 40% mit B. dadurch zu erhöhen, daß die Kollektorspannung auf etwa den halben Wert der normalen Kollektorspannung abgesenkt wird.

Literatur: G. D. Sims, Microwave Tubes and Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963. *Schnitger*

Bremsfeldröhre → Laufzeitröhre.

Bremsgitter → Mehrgitterröhre.

Bremsstrahlung → kosmische Radiostrahlung.

brennbare Flüssigkeiten, im Sinne der Verordnung vom 18. 2. 1960, BGBl. I, S. 93, sind Stoffe mit Flammpunkt, die bei 35° C weder fest noch salbenförmig sind, bei 50° C einen Dampfdruck von 3 kp/cm² oder weniger haben und zu einer der nachstehenden Gruppen gehören:

1. Gruppe A: Flüssigkeiten, die einen Flammpunkt nicht über 100° C haben und hinsichtlich der Wasserlöslichkeit nicht die Eigenschaften der Gruppe B aufweisen und zwar Gefahrklasse I: Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 21° C Gefahrklasse II: Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von 21 bis 55° C, Gefahrklasse III: Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt über 55 bis 100° C.

2. Gruppe B: Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt und 21° C, die sich bei 15° C in jedem beliebigen Verhältnis in Wasser lösen oder deren brennbare flüssige Bestandteile sich bei 15° C in jedem beliebigen Verhältnis in Wasser lösen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Brennen. Kurzes Behandeln von Buntmetallen mit salpetersäurehaltigen Lösungen unter Entwicklung von Stickstoffoxyden zum Erzielen besonderer Oberflächenwirkungen.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 2, Okt. 1965.

Brennfläche → troposph. Reflexion.

Brewstersches Gesetz → Brechung, → Polarisation, → Reflexion.

Brewster-Winkel → Brechung, → Polarisation, → Reflexion.

Brieftelegramme → Telegrammarten.

bright band → troposph. Absorption.

Brioullin, L., geb. 7. August 1889, Professor der theoretischen Physik am College de France 1932–1943, an der Columbia-University New York 1943–1945, an der Harward-University 1946–1949, befaßte sich mit Quantenstatistik (1930–1935) und Informationstheorien, 1956 veröffentlichte er sein Werk über Science and Information Theory, das 1960 auch in französischer Sprache erschien.

Brillouin-Zone → Bandstruktur der Halbleiter.

Brinellhärte. Um vergleichende Meßzahlen für die Härte von Metallen und anderen Werkstoffen zu erhalten, hat Brinell 1900 vorgeschlagen, genormte Stahlkugeln mit der gemessenen Kraft P stoßfrei in die zu prüfenden Stoffe hineinzudrücken und die Oberfläche der eingedrückten Kugelkalotte zu berechnen. Die B. ist dann der Quotient aus der Belastung P (in Kp ausgedrückt) und der Kalottenoberfläche O (in mm² ausgedrückt). Vielfach verwendet man Abkürzungen, so bedeutet z. B. H 10/1000/30, daß eine Stahlkugel von 10 mm Durchmesser mit 1000 Kp Belastung 30 s auf den Prüfstoff einwirkte. Auf Material, das härter ist als die Prüfkugel, kann das Brinellverfahren nicht angewendet werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

de Broglie-Wellenlänge → Bandstruktur der Halbleiter.

Bronze. B. sind Legierungen aus mindestens 60% Kupfer und einem oder mehreren Hauptlegierungszusätzen, jedoch nicht überwiegend Zink. Als Hauptlegierungszusätze werden verwendet Aluminium, Mangan, Blei, Nickel, Zinn, Beryllium, Silizium u. a., die der Legierung dann die Bezeichnung Aluminium-B., Phosphor-B., Silicium-B. usw. geben. Im einzelnen finden sich Angaben über die Zusammensetzung, Eigenschaften und Hinweise für die Verwendung in den DIN 1705 »Guß-Zinn-B. und Rotguß-Gußstücke« und den DIN 1714 »Guß-Aluminium-B. und Guß-Mehrstoff-Aluminium-B.«. Für oberirdische Leitungen findet die sogenannte → Leitungsbronze Verwendung.

Bronzedraht wird überall dort verwendet, wo die Zugfestigkeit des hartgezogenen Kupferdrahtes nicht ausreicht. Dies ist erfahrungsgemäß bei den Drähten von 1,5 mm und 2,0 mm Durchmesser der Fall, die daher bei der DBP aus Leitungsbronze II hergestellt werden. Die mechanischen und elektrischen Eigenschaften sind:

	Bronzedraht II mm ⌀	
	1,5	2,0
Zugfestigkeit kg/mm²	68	66
Gleichstromschleifenwiderstand Ω/km	31,4	17,7
Dämpfungskonstante mN/km (bei 800 Hz)	17	10
Wellenwiderstand Ω (bei 800 Hz)	675	640

Brückenglied, Brückenschaltung ist ein Vierpolgrundglied in Form einer Brückenschaltung, auch X- oder Kreuzglied genannt (→ Vierpoltheorie 2.1.)

Brückenkabel. Mit B. wurden früher Kabellängen bezeichnet, die für die Verlegung auf Brückenkonstruktionen (z. B. Straßenbrücken, Flußbrücken, Eisenbahnbrücken) bestimmt waren und wegen der zu erwartenden erhöhten Beanspruchung durch die Schwingungs- und Dehnungsbewegungen der Brücke mit einem Mantel aus erhärtetem Blei ausgeführt wurden. Seit der Einführung neuer Mantelkonstruktionen, die nicht wie der Bleimantel zur Schwingungsbrüchigkeit neigen, werden heute keine Bleimantelkabel mehr auf Brücken verlegt. An ihrer Stelle kommen normal ausgeführte Stahlwellmantelkabel oder Aluminiummantel- oder Kunststoffkabel zur Verwendung, wobei Verbindungsstellen (Löt- bzw. Schweißverbindungen des Kabelmantels) auf der Brücke vermieden werden. An den Übergangsstellen von der Brückenkonstruktion nach dem Ufer und zwischen mechanisch voneinander getrennten Brückenbauteilen wird eine Mehrlänge vorgesehen, damit das Kabel ohne Schaden den temperaturbedingten Längsbewegungen der Brückenkonstruktion folgen kann. Zum Schutz gegen eine Beeinflussung des Fernmeldekabels oder eine Gefährdung des Personals durch Starkstrom wird der Kabelmantel gegen die Bauteile von Brücken, über die elektrisch betriebene Bahnen verlaufen, isoliert gehalten. Unter bestimmten Voraussetzungen kann eine galvanische Verbindung der metallischen Kabelhülle mit den Brückenbauteilen zweckmäßig sein. *Knacke*

Brückenklasse → Lastannahme für Kabelschächte.

Brückenmeßverfahren. Aus den Eigenschaften der → Wheatstone-Brücke ergeben sich zwei grundsätzliche Meßverfahren.

1. Nullverfahren. Schaltet man den unbekannten Widerstand $\underline{Z}_x$ zwischen den Punkten A und C der Wheatstone-Brücke ein, so ergibt die Bedingung für die abgeglichene Brücke

$$\underline{Z}_x = \underline{Z}_2\,\underline{Z}_3/\underline{Z}_4.$$

Man kann also den unbekannten Widerstand $\underline{Z}_x$ aus den bekannten Meßwiderständen $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$ und $\underline{Z}_4$ berechnen. Da man bei diesem Verfahren zur Anzeige des Abgleichs einen hochempfindlichen → Nullindikator zwischen den Punkten C und D einschaltet, erhält man sehr genaue Meßergebnisse.

2. Ausschlagverfahren. Wird eine Brücke abgeglichen, und wird darauf einer der Widerstände, z. B. $\underline{Z}_1$ um $\Delta\underline{Z}_1$ verändert, so tritt zwischen C und D eine Spannung $\underline{U}_{CD}$ auf, die proportional zur Widerstandsabweichung $\Delta\underline{Z}_1$ ist. Man kann die Proportionalitätskonstante für diese Messung durch eine vorgehende Eichung ermitteln und erhält so ein bequemes Verfahren, um Widerstandsabweichungen zu messen. Hierauf beruhen Meßverfahren, um bei Serienmessungen die Einhaltung des Sollwertes und Abweichungen von diesem im Rahmen zulässiger Toleranzen zu prüfen. Dieses Verfahren arbeitet bei ausreichender Genauigkeit schnell und ist bequem, weil der jedesmalige Brückenabgleich fortfällt. Gleichstrombrücken zum Messen ohmscher Widerstände enthalten in allen vier Brückenarmen nur ohmsche Widerstände. Es ist also

$$R_x = R_2\,R_3/R_4\,.$$

Wechselstrommeßbrücken zum Messen komplexer Wechselstromwiderstände müssen mindestens noch einen komplexen Meßwiderstand enthalten.

Bei der Resonanzbrücke liegt dieser komplexe Meßwiderstand in Reihe mit dem unbekannten Widerstand in einem Brückenarm, also zwischen den Punkten A und C. Dann wird man für die anderen Brückenarme am einfachsten ohmsche Widerstände nehmen. Bei Abgleich ist dann (Bild 1)

$$R_x = R_2 \cdot R_3/R_4 - R_1 \quad \text{und} \quad X_x = -X_1\,.$$

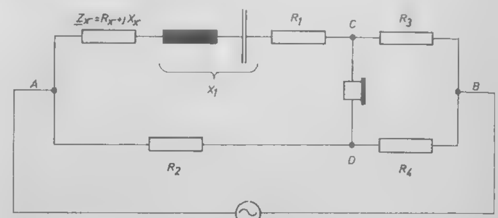


Bild 1. Resonanzbrücke.

Die meisten Wechselstrommeßbrücken sind aber so aufgebaut, daß von den vier Brückenarmen ein Arm (zwischen A und C) den unbekannten Widerstand ($\underline{Z}_x = R_x + j\,X_x$) und ein zweiter Arm den Vergleichswiderstand enthält. Das kann $\underline{Z}_3 = R_3 + jX_3$ (zwischen B und C) oder $\underline{Z}_4 = \dfrac{1}{\underline{Y}_4} = \dfrac{1}{G_4 + jB_4}$ (zwischen B und D) sein. Die anderen Brückenarme enthalten dann die ohmschen Widerstände R_2 und

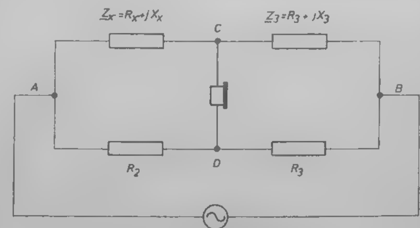


Bild 2. 1. Brückenhauptform.

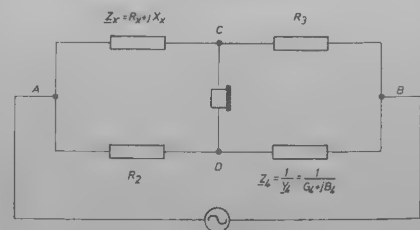
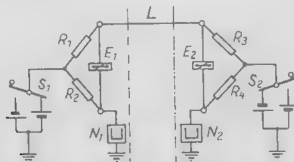


Bild 3. 2. Brückenhauptform.

R_4 oder R_2 und R_3. Unter diesem Gesichtspunkt gibt es neben der Resonanzbrücke nur zwei sich grundsätzlich unterscheidende Brückenhauptformen (Bild 2 und Bild 3). Für sie gelten die Abgleichsbedingungen $R_x = R_3 \cdot (R_2/R_4)$ und $X_x = X_3 \cdot (R_2/R_4)$ für die erste Brückenhauptform und $R_x = (R_2\,R_3)\,G_4$ und $X_x = (R_2\,R_3)\,B_4$ für die zweite Brückenhauptform. Nach der Art, mit der die Widerstände R_2 und R_4, bzw. R_2 und R_3 in diesen Gleichungen auftreten, werden die beiden Brückenhauptformen häufig auch Verhältnisbrücke und Produktbrücke genannt.

Literatur: J. Krönert, Meßbrücken und Kompensatoren — Hague, Alternating Current Bridge Methods, Pitman, London — E. Haak, Einführung in die Fernmeldemeßtechnik, Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar, 1957 *Haak*

Brückenschaltung. Schaltung, die eine gleichzeitige Übertragung von Telegrafie-Signalen in beiden Richtungen erlaubt (Duplexschaltung). Die B. wird heute nicht mehr angewendet (s. Bild) (→ Gleichrichterschaltungen).



Duplexschaltung.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, Verlag Vieweg, Braunschweig, 1962, S. 437.

Brückenübertrager → Differentialübertrager, → Gabelschaltung.

Brückenweiche → Weiche.

Brumm ist die in einem Übertragungskanal durch unvollkommene Aussiebung der Netzspannung entstehende Störung.

Brune-Prozeß dient zur Realisierung von komplexen Scheinwiderständen durch stückweisen → Abbau ähnlich der Realisierung in → Vierpoltheorie 4.4.

Literatur: W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen, Berlin 1954 — G. Wunsch, Theorie und Anwendung linearer Netzwerke I u. II, Leipzig 1961/1964.

Brünieren. Behandeln von Stahloberflächen in Salzlösungen oder Salzschmelzen, um auf ihrer Oberfläche dünne, festhaftende (meist dunkelbraune bis schwarze) Oxydschichten zu erzeugen.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Seite 3, Okt. 1965.

Brustmikrophon → Sprechzeug.

Bruttoprinzip. In § 7 in Verbindung mit § 69 (1) der Reichshaushaltsordnung (RHO) bzw. der Posthaushaltsbestimmungen (PHB) wird bestimmt, daß Einnahmen und Ausgaben getrennt voneinander in voller Höhe im Haushaltsplan bzw. Voranschlag zu veranschlagen sind und mit ihrem vollen Betrag an der für sie vorgesehenen Stelle in der Rechnung nachgewiesen werden müssen. Grundsätzlich dürfen also weder Ausgaben von Einnahmen vorweg abgezogen noch Einnahmen auf Ausgaben vorweg angerechnet werden. Auch eine saldierte Veranschlagung ist nicht zulässig. Die Veranschlagung nach dem B. (Rohbetragsveranschlagung) dient somit der Übersichtlichkeit und Klarheit des Voranschlags. Indem sie klar erkennen läßt, welche Einnahmen aus den verschiedenen Quellen zu erwarten sind und welche Ausgaben tatsächlich erforderlich werden, erleichtert sie die Kontrolle darüber, ob die Haushaltsmittel sparsam und wirtschaftlich verwendet werden. Abweichungen vom B. sind nur ausnahmsweise zulässig. Sie sind in der RHO in den §§ 15, 69 (2), 70 und 71 (2) aufgeführt. Darüber hinaus kann auch der Voranschlag Abweichungen vom B. zulassen. Sie müssen nach § 7, Satz 2 und 3, und nach § 71 (1) RHO bzw. PHB im Voranschlag besonders angeführt und unter Angabe der geschätzten Beträge für Einnahme und Ausgabe ausreichend begründet sein.

Literatur: Dr. F. K. Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis —, Kommentar zur Haushaltsordnung (RHO), 2. Aufl., 1959, Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt am Main — Schwerz, Wegner, Tobergte, Das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen des Bundes (HKR Bund), Erich Schmidt Verlag, Berlin 1962. *Clement*

B-Signal → Fernsehen 1.

B-Signalisierung → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungssysteme.

Buchdrucker → Borkenkäfer.

Buchführung der DBP. Buchhaltung und Rechnungsführung sind für die Führung von Wirtschaftsbetrieben unerläßlich. Sie ermöglichen erst die zahlenmäßige Wiedergabe aller die Wirtschaftslage von Betrieben, Unternehmen, auch öffentlichen Betrieben berührenden Geschäftsvorfälle und sollen nicht nur Einnahmen und Ausgaben, Vermögensänderungen, Gewinn oder Verlust, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen, die Rentabilität ihrer Dienstzweige, den Kapitaleinsatz usw. ausweisen.

Die B. kann einfach sein und sich auf das Aufzeichnen von Einnahmen und Ausgaben beschränken. In verfeinerter Form wird sie als kaufmännische einfache oder doppelte Buchführung Anwendung finden, während die bei Behörden allgemein gebräuchliche Form der B. die kameralistische ist. Diese dient der Haushaltskontrolle, soll also nachweisen, daß die durch den Voranschlag bewilligten Ansätze eingehalten wurden. Da im Voranschlag nur Einnahmen und Ausgaben vorausgeplant sind, braucht sich die Buchführung ebenfalls nur auf den Nachweis der tatsächlichen Einnahmen und Ausgaben zu beschränken. Mit dieser Form der reinen kameralistischen Buchführung ist zwar die ordnungsgemäße Haushaltsführung zu belegen und das finanzwirtschaftliche Ergebnis für den Zeitraum eines Rechnungsjahres als Überschuß oder Fehlbetrag festzustellen, sie kann jedoch über die Wirtschaftlichkeit der mit Geldausgaben verbundenen Verwaltungsmaßnahmen und des Kapitaleinsatzes nichts aussagen. Auch wird die Vermögensentwicklung daraus nicht ersichtlich. Die B. der DBP als Bundesverwaltung wird zwar ebenfalls nach den Grundsätzen der Kameralistik geführt, bei der also der durch den Voranschlag jeweils für ein Rechnungsjahr (Rj.) im voraus in Haushaltsansätzen für Einnahmen und Ausgaben fest-

gelegten Planung die Ausführung des Voranschlags gegenübergestellt wird. Jedoch mußte für die Zwecke der DBP, die nach § 19 Postverwaltungsgesetz (PostVwG) für jedes Rj. eine Gewinn- und Verlustrechnung und eine Bilanz aufzustellen hat (Jahresabschluß), eine besondere Form der Rechnungsführung entwickelt werden. Diese mußte es ermöglichen, die Rechnungsergebnisse als Unterlage für eine ordnungsgemäße Gewinn- und Verlustrechnung und eine Bilanz zu liefern, ohne die bewährte kameralistische Form der Buchführung aufzugeben. Dies ist durch die Einführung der gehobenen Kameralistik bei der DBP gelungen, die Teile der kaufmännischen Buchführung enthält. Der nach § 19 PostVwG aufzustellende Jahresabschluß entspricht somit den Grundsätzen der kaufmännischen Buchführung. Bei der gehobenen Kameralistik werden im Gegensatz zur reinen Kameralistik sowohl im Voranschlag als auch bei der Rechnungslegung alle Geldvorgänge (Einnahmen und Ausgaben) und alle sonstigen, im Vermögen der DBP eintretenden Änderungen (Nichtgeldvorgänge) veranschlagt bzw. gebucht. Einnahmen und Ausgaben werden nach Betrieb und Anlage getrennt veranschlagt bzw. verrechnet, je nachdem sie erfolgswirksam oder erfolgsunwirksam sind. Im Abschluß der Voranschläge und in der Jahresrechnung (Gesamtrechnung) werden Gewinn und Verlust nach dem Zu- oder Abgang am Kassenvermögen oder am sonstigen Vermögen getrennt ausgewiesen, so daß neben dem betriebswirtschaftlichen Erfolg auch der Überschuß oder Fehlbetrag im kameralistischen Sinne ersichtlich wird (s. a. die Begründung zum PostVwG, abgedruckt im Archiv für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 6/1953, S. 442). Nach § 18 Abs. 1 PostVwG ist auch die Rechnungsführung der DBP nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen vorzunehmen, so daß die Finanzlage der DBP jederzeit festgestellt werden kann.

Literatur: K. Schubel, Die Rechnungsführung der DBP, 1959 — Handwörterbuch für das Postwesen, 2. Aufl., 1953 — Handbuch des Reichshaushalts- und Reichskassenwesens, Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Berlin-Friedenau, 1939.

Clement

Buchstabiertafeln. Beim Übermitteln von Eigennamen und schwer verständlichen Wörtern werden folgende B. benutzt:

Fernsprechinlandsdienst

A	= Anton	O	= Otto
Ä	= Ärger	Ö	= Ökonom
B	= Berta	P	= Paula
C	= Cäsar	Q	= Quelle
Ch	= Charlotte	R	= Richard
D	= Dora	S	= Samuel
E	= Emil	Sch	= Schule
F	= Friedrich	T	= Theodor
G	= Gustav	U	= Ulrich
H	= Heinrich	Ü	= Übermut
I	= Ida	V	= Viktor
J	= Julius	W	= Wilhelm
K	= Kaufmann	X	= Xanthippe
L	= Ludwig	Y	= Ypsilon
M	= Martha	Z	= Zacharias
N	= Nordpol		

Auslandsferndienst

Code A		Code B	
A	= Amsterdam	A	= Alfred
B	= Baltimore	B	= Benjamin
C	= Casablanca	C	= Charles
D	= Dänemark	D	= David
E	= Edison	E	= Edward
F	= Florida	F	= Frederick
G	= Gallipoli	G	= George
H	= Havana	H	= Harry
I	= Italia	I	= Isaac
J	= Jérusalem	J	= Jack
K	= Kilogramme	K	= King
L	= Liverpool	L	= London
M	= Madagascar	M	= Mary
N	= New York	N	= Nelly
O	= Oslo	O	= Oliver
P	= Paris	P	= Peter
Q	= Quebec	Q	= Queen
R	= Roma	R	= Robert
S	= Santiago	S	= Samuel
T	= Tripolis	T	= Tommy
U	= Uppsala	U	= Uncle
V	= Valencia	V	= Victor
W	= Washington	W	= William
X	= Xanthippe	X	= X-ray
Y	= Yokohama	Y	= Yellow
Z	= Zürich	Z	= Zebra

Sprechfunkverkehr mit ausländischen Funkstellen und mit deutschen Funkstellen des Seefunkdienstes und des beweglichen Flugfunkdienstes

A	= Alfa	N	= November
B	= Bravo	O	= Oscar
C	= Charlie	P	= Papa
D	= Delta	Q	= Quebec
E	= Echo	R	= Romeo
F	= Foxtrot	S	= Sierra
G	= Golf	T	= Tango
H	= Hotel	U	= Uniform
I	= India	V	= Victor
J	= Juliett	W	= Whiskey
K	= Kilo	X	= X-ray
L	= Lima	Y	= Yankee
M	= Mike	Z	= Zoulou

Ziffern und Zeichen

0	= NADAZERO	5	= PANTAFIVE
1	= UNAONE	6	= SOXISIX
2	= BISSOTWO	7	= SETTESEVEN
3	= TERRATHREE	8	= OKTOEIGHT
4	= KARTEFOUR	9	= NOVENINE
Dezimale	= DECIMAL	Punkt	= STOP

Buchungsstelle für Fernmeldegebühren. Dienststelle des Fernmelderechnungsdienstes (FRD) am Sitz eines Rechenzentrums, das Aufgaben für den FRD wahrnimmt. Organisatorisch ist die B. einem Fernmeldeamt mit dem Aufgabenbereich Teilnehmerdienste angegliedert. Die optimale Größe eines Arbeitsbereiches einer B. liegt derzeit bei etwa 700000 Beschaltungseinheiten; nach dem Stande von 1970 bestehen im

Bundesgebiet einschließlich West-Berlin 8 Buchungsstellen. Es obliegen ihnen folgende wichtige Aufgaben:

Aufstellung der Arbeits- und Fristenpläne für den FRD, Bereitstellen der Datenträger zum angegebenen Termin für das Rechenzentrum zum Schreiben der Listen usw., Übernehmen der Fernmelderechnungen, Überwachen des Zahlungseinganges, Verrechnung der Soll- und Ist-Einnahmen (Führen des Einnahmebuches für Fernmeldegebühren, Aufstellen der Hauptzusammenstellung der Fernsprecheinnahmen), Ausfertigen von Ersatzbelegen (bei Verrechnungsschecks, Giro- oder Sammelüberweisungen), Buchen der Ist-Einnahmen (manuell) bzw. Bearbeitung der nicht maschinell lesbaren Einzahlungsbelege beim automatischen Buchungsverfahren.

Buchverlagsstelle → Fernsprechbuch-Verlagsstelle.

Büchse → Rohrpostsysteme.

Büchsenabstandsregler → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Büchsenrohrpost → Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens.

Büchsensperre → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Buckelschweißen oder Warzenschweißen. Das dünnere der zu verbindenden Bleche wird warzenförmig erhöht; bis zu 30 Warzen sind gleichzeitig schweißbar.

Literatur: Lexikon der Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechnik, Curt Rint, Band 4, 1959.

Buckingham-Apparat. In den Jahren 1900–1902 von dem Amerikaner Buckingham erfunden. Weist viele Merkmale moderner Fernschreibmaschinen auf. Sendung mittels durch Handlocher mit Schreibmaschinentastenwerk hergestellten Lochstreifens; Empfänger mit Druckschrift; Abdruck durch Typenkopf, bestehend aus einem achtflächigen Prisma mit fünf Reihen von Drucktypen, das gedreht und axial verschoben wird. Dazu sind fünf Elektromagnete erforderlich. Doppelstrombetrieb. Apparat gehört zu den Maschinen-Telegrafen. Codezeichen auf Schrittbasis gebildet. Kurze und lange Schritte verwendet. Nur letztere wirken auf die Einstellmagnete. Codezeichen besteht aus 6 Schritten, davon der 6. stets negativ, stets lang und nur für die Betätigung des Druckhammers, des Papiervorschubes und für Rückführung des Typenprismas in die Ruhestellung vorgesehen. → HWF 1929.

Bugrolle → Kabelschiff.

Bugstrahlruder → Kabelschiff.

Buna ist ein synthetischer deutscher Kautschuk. Der Name B. ist aus den Anfangsbuchstaben von Butadien und Natrium zusammengezogen; aus Butadien werden z. Z. in Deutschland alle synthetischen Kautschuke hergestellt, und metallisches Natrium war ein bei einigen B.-Sorten (Zahlen-B.) verwendeter Katalysator. Damit aus dem Butadien Kautschuk entsteht, ist eine Polymerisation nötig, d. h. es müssen sich viele Butadienmoleküle unter Aufspaltung der Doppelverbindungen zu langgestreckten Riesenmolekülen vereinigen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Bündel → Leitungsbündel.

Bündelabschaltung. Jedes zu überwachende Bündel erhält ein eigenes Relais für die B. In jedem Umwerter sind bis zu 50 B. vorgesehen, d. h., bei Betrieb mit zwei Umwertern können 100 Bündel überwacht werden. (Die ersten 50 Bündel mit den GA-Relais von Umw 1 und die nächsten 50 Bündel mit den Relais von Umw 2.) Da die B. für alle Umwerter gemeinsam sind, entfallen die Baugruppen der B. bei dem dritten und jedem weiteren Umwerter.

Bündeleinstellübertragung. Mit Hilfe eines aus Sender und Empfänger bestehenden B.-Paares können in Zusammenarbeit mit → Zwölffach-Meßwert-Übertragungen von einer zentralen Registrierstelle aus in einer fernen Vermittlungsstelle bis zu 30 Bündelgruppen zu je maximal 12 Registrierbündeln ausgewählt und an 12 vorhandene → Erlangmeter angeschaltet werden. Der Empfänger schaltet entsprechend den vom Sender einlaufenden Wählimpulsen in den Gestellrahmen der Vermittlungsstelle Registrierrelais ein, welche die Registrierstromkreise der zugehörigen Vermittlungseinrichtungen mit den Erlangmetern verbinden (nur versuchsweise eingesetzt).

Bündelleitung. In der Fernmeldetechnik Leitung eines in der sog. Bündeltechnik hergestellten Ortskabels, bei dem eine relativ geringe Zahl von Verseilelementen (Paare oder Vierer) zuerst zu einem Bündel zusammengefaßt und diese Bündel zu einem Kabel verseilt werden; → Ortskabel. In der Starkstromtechnik wird unter B. eine Anordnung von zwei oder mehr anstelle eines Einfachleiters verwendeten und auf ihre ganze Länge in annähernd gleichem Abstand gehaltenen Leitern verstanden; sie dienen zur Herabsetzung der Koronarverluste einer Hochspannungsfreileitung (VDE 0210/2. 58).

Bündelmeßblatt. Merkblatt, auf dem die zeitliche Entwicklung der charakteristischen Daten eines Bündels von Leitungen oder Schaltgliedern über mehrere Jahre aufgeschrieben wird. Charakteristische Daten sind:

Leitungszahl, gemessener Verkehrswert, Erreichbarkeit, Verlust, Leistung, Auslastung je Leitung bzw. Schaltglied.

Bündelschlüsselzahl. Dreistellige Zahl, mit der die Art eines Orts- bzw. Fernleitungsbündels bezeichnet wird. Die Bezeichnung richtet sich nach der Art der Wahlstufen, zwischen denen ein Leitungsbündel verläuft. Die B. stellt eine für Datenverarbeitungsanlagen lesbare Bezeichnung dar. Hiernach werden Daten von Leitungsbündeln sortiert und gespeichert.

Bündelverseilung. Gegenüber Kabeln mit verseilten Lagen (→ Lagenverseilung) bestehen Kabel mit Bündelaufbau aus Standardbündeln. Das Grundbündel — als kleinste Einheit — besteht aus fünf

Sternvierern (zehn Doppeladern [DA]). Durch die gute Verformbarkeit des Grundbündels lassen sich die nächstgrößeren Verseilelemente leicht aufbauen. Aus den Grundbündeln mit 10 DA werden Hauptbündel mit 50 oder 100 DA gebildet, die ebenfalls leicht verformbar sind, so daß der Kabelquerschnitt wirtschaftlich ausgenutzt wird. Die Kabelseele kann je nach der gewünschten DA-Zahl entweder aus Grund- oder Hauptbündeln aufgebaut sein. Reservevierer befinden sich bei Bedarf als Einzelvierer in den Zwickeln zwischen den Bündeln (siehe Bild unter »Lagenverseilung«) (→ Verseilarten).

Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (BWB). Nach Art. 87b wird die Bundeswehrverwaltung in bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsunterbau geführt. Teil dieser eigenständigen zivilen Verwaltung ist das BWB mit Sitz in Koblenz. Es ist auf der Grundlage der allgemeinen Organisationsgewalt des Bundesministers der Verteidigung entstanden und hat die technische Entwicklung aller Waffensysteme und des sonstigen Materials für die Bundeswehr nach den Weisungen des Ministeriums durchzuführen, Erprobungen anzuordnen und zu überwachen, die zentrale Beschaffung nach den Weisungen des Ministeriums durchzuführen und die fachliche Aufsicht über die Güteprüfung zu führen.

Das BWB ist als ein dem Ministerium unmittelbar nachgeordnetes zentrales Amt mit Aufgaben ohne regionale Begrenzung eine Bundesoberbehörde. Bei seiner Gliederung wurden völlig neue Wege beschritten. Während bis 1945 technische Ämter für jeden Wehrmachtsteil bestanden, entwickelt, erprobt und beschafft das BWB das gesamte Gerät für die Bundeswehr, unabhängig davon, für welche Teilstreitkräfte es bestimmt ist. Zu seinem Geschäftsbereich gehört eine Vielzahl von Erprobungs- und sonstigen technischen Dienststellen im In- und Ausland.

Die innere Organisation des BWB ist durch das sogenannte Geräteprinzip bestimmt: Es gliedert das Amt technologisch nach Gerätegruppen in Abteilungen, die sowohl für den Geräteentstehungsgang wie für den Beschaffungsgang verantwortlich sind.

Das Fernmeldegerät wird dementsprechend für alle Waffengattungen in einer besonderen Abteilung FG bearbeitet. Die Abteilung FG ist wiederum nach technologischen Gesichtspunkten in folgende Unterabteilungen gegliedert: Drahtfernmeldegerät, Funkgerät, Elektronikgerät, feinmechanisches und optisches Gerät sowie elektronische und fernmeldetechnische Teilsysteme in Großwaffensystemen. Zu den Aufgaben und der Bedeutung der Abteilung FG: Der elektronische Anteil in den Großwaffensystemen, Flugzeugen, Raketen, Schiffen, Panzern betrug 1967 etwa 50 v. H. des Gesamtwertes.

Für die Fernsprech- und Fernschreib-Weitverbindung stützt sich die Bundeswehr (Bw) auf das Fernkabel- und Richtfunk-Netz der DBP ab. Die Bw hat jedoch die Möglichkeit, zusätzlich eigene, bewegliche Netze auszulegen. Für die Fernmeldeverbindungen über Funk wurden einheitliche Gerätefamilien geschaffen, die den Umweltbedingungen angepaßt in den Waffensystemen des Heeres, der Luftwaffe und der Marine eingesetzt sind. Erhebliche Fortschritte wurden bei Navigationsverfahren zur Führung von Flugzeugen, Schiffen und Panzern erzielt. Die Feuerleitung neuzeitlicher Waffen erfolgt mit meist elektronischen Rechnern nach Zielzuweisung durch Radar- oder akustische Anlagen. Durch den Einsatz von Halbleitern und integrierter Schaltkreistechnik wurde in den letzten Jahren das Bauvolumen der Geräte verringert, die Zuverlässigkeit erhöht und die Wartung vereinfacht.

Literatur: Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929, unter Heereswaffenamt. *Tietz*

Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM). Die BAM in Berlin-Dahlem ist eine Bundesbehörde (öffentlich-rechtliche Anstalt), die zum Geschäftsbereich des Bundesministers für Wirtschaft (BMWi) gehört. Ihr Aufgabenkreis umfaßt den gesamten Bereich der Materialprüfung einschließlich der einschlägigen Sicherheitsaufgaben. Für das Land Berlin nimmt die BAM die Aufgaben des Materialprüfungsamtes wahr.

Geschichtliches. Vorläufer der BAM war das Staatliche Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem (s. Materialprüfungsamt im Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929), das im Jahre 1945 mit der 1920 gebildeten früheren Chemisch-Technischen Reichsanstalt vereinigt wurde. Die vereinigte Anstalt wurde zunächst vom Land Berlin treuhänderisch verwaltet. Ihr wurden weitere Prüf- und Forschungsstellen mit der Materialprüfung verwandten Aufgabenbereichen angegliedert, so die zerstörungsfreie Materialprüfung (früher »Reichsröntgenstelle Berlin-Dahlem«), die Überwachung von Schweißbetrieben und Schweißern (früher wahrgenommen durch die »Berliner Prüfstelle des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik und Azetylen«), die Forschung im Bereich der Rheologie und Schmiertechnik (früheres Arbeitsgebiet des »Kaiser-Wilhelm-Institutes« für physikalische Chemie in Berlin-Dahlem), die Forschung auf dem Fachgebiet Elektrochemie (ein Arbeitsgebiet der früheren »Forschungs-Hochschule Berlin-Dahlem«) und Prüfungen, die früher durch das »Bautechnische Untersuchungsamt der Stadt Berlin« ausgeführt wurden. Aufgrund eines Abkommens zwischen der BRD und dem Land Berlin vom 10. 6. 1954 wurden die vereinigten Anstalten als BAM von der BRD übernommen. Grundlagen und Aufgaben der BAM wurden mit Erlaß des BMWi vom 1. 9. 1964 neu geordnet. Die BAM wurde damit im Bereich der Materialprüfung verstärkt in den Dienst der Wirtschaftspolitik gestellt.

Aufgaben. Die BAM hat die Werkstoff- und Materialforschung entsprechend ihrer Zweckbestimmung zu betreiben und die Materialprüfung sowie chemische Sicherheitstechnik stetig weiterzuentwickeln. Ihre Forschung ist nicht an die Person gebunden. Jedes Arbeitsergebnis soll auf der Erkenntnis aller von ihr gepflegten Wissensbereiche beruhen. Die BAM hat die Ergebnisse ihrer und fremder wissenschaftlicher Arbeiten zu sammeln, zu ordnen und der Allgemeinheit

zugänglich und nutzbar zu machen. Die Arbeitsprogramme der BAM berücksichtigen vorrangig die Bereiche von allgemeiner wirtschaftlicher Bedeutung, insbesondere solche, die der technischen Entwicklung und Leistungssteigerung in der Wirtschaft dienen, oder welche die Schaffung und Erhaltung volkswirtschaftlicher Werte erwarten lassen. Die BAM berät die Bundesministerien und entspricht Ersuchen von Verwaltungsbehörden und Gerichten in den Grenzen ihrer Aufgaben. In demselben Rahmen übernimmt sie Aufträge aus der Wirtschaft oder von Einrichtungen der Verbraucher und Verbraucherberatung. Die BAM wirkt u. a. mit in den technischen Ausschüssen von nationalen und internationalen Normenorganisationen und hält für ihren Aufgabenkreis Verbindung zu wissenschaftlichen Hochschulen und Instituten. Die grundsätzlichen Aufgaben der Materialprüfung beziehen sich nicht nur auf die Kennzeichnung der Stoffe und ihrer Behandlungszustände, sondern über die Stoffkunde hinaus auf Probleme der Technologie der Stoffe, ihrer Fügeverfahren, der noch möglichen mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchung, auf Fragen der Gütekennzeichnung von Waren, der systematischen Beobachtung von Gebrauchseigenschaften sowie der Sicherheit und Schadensforschung. Hinzu kommt die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und die Baustruktur der Stoffe, die Feststellung ihrer chemischen Eigenschaften und im besonderen ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung angreifender Medien, die Untersuchung mechanischer Eigenschaften und vor allem das Festigkeits- und Formänderungsverhalten der Stoffe in ihren möglichen und technisch anwendbaren Zuständen sowie in Kombinationen miteinander, die Erkundung der für die Herstellung, die Verarbeitung und den Gebrauch entscheidenden technologischen Eigenschaften sowie die Feststellung von Fehlern und Mängeln von Werkstoffen und in Konstruktionen. Für alle diese Aufgaben sind geeignete Verfahren und Geräte zu entwickeln, die gleichzeitig helfen sollen, neue technische und wirtschaftliche Möglichkeiten zu erschließen.

Organisation und Personal. Leiter der BAM ist der Präsident und in seinem Verhinderungsfall der Vizepräsident. Die Leitung der BAM wird in wichtigen Anstaltsfragen von einem Kuratorium beraten.

Die Anstalt ist in 6 Abteilungen gegliedert:

1. Metalle und Metallkonstruktionen mit den Fachgruppen:

1.1. Metallkunde und Metalltechnologie
1.2. Mechanisches Verhalten von Metallen und Konstruktionen
1.3. Korrosion und Metallschutz
1.4. Anorganisch-chemische Untersuchungen

2. Bauwesen mit den Fachgruppen:

2.1. Mineralische Baustoffe
2.2. Tragfähigkeit der Baukonstruktionen
2.3. Tiefbau
2.4. Bautenschutz

3. Organische Stoffe mit den Fachgruppen:

3.1. Kautschuk, Kunst- und Anstrichstoffe
3.2. Textilien und Leder
3.3. Papier, Druck, Verpackung
3.4. Sonderprüfverfahren für organische Stoffe

4. Chemische Sicherheitstechnik mit den Fachgruppen:

4.1. Thermochemie der Verbrennungsreaktionen
4.2. Technische Gase
4.3. Explosionsfähige feste und flüssige Stoffe
4.4. Gasgeräte und Azetylenanlagen

5. Sondergebiete der Materialprüfung mit den Fachgruppen:

5.1. Biologische Materialprüfung
5.2. Rheologie
5.3. Oberflächenphänomene
5.4. Farbmetrik

6. Stoffartunabhängige Verfahren mit den Fachgruppen:

6.1. Meßwesen und Regeltechnik
6.2. Zerstörungsfreie Materialprüfung
6.3. Kerntechnik in der Materialprüfung und Strahlenschutz
6.4. Fügetechnik.

Der Amtsleitung unterstehen unmittelbar die Dienststellen:

0.1. Information und Dokumentation
0.2. Angewandte Mathematik und Mechanik
0.3. Technische Dienststelle
0.4. Verwaltung und Rechtsangelegenheiten

Anfang 1967 hatte die BAM 784 Mitarbeiter, davon 146 Wissenschaftler.

Literatur: M. Pfender, Die Bedeutung der Materialprüfung in Technik und Wirtschaft, VDI-Zeitschrift, Bd. 97 (1955), Nr. 27, S. 937 bis 40 — M. Pfender, Aus dem Werden und Schaffen der Bundesanstalt für mechanische und chemische Materialprüfung, VDI-Zeitschrift, Bd. 97 (1955), Nr. 27, S. 940 bis 44 — ACHEMA-Jahrbücher 1959/1961, 1962/1964, 1965/1967 — Tätigkeitsberichte der BAM — M. Pfender, Aktuelle Probleme der Materialprüfung, Ausgewählte Übersicht über staatliche Materialprüfstätten des Auslandes, Materialprüfung und Versuchswesen in der Schweiz und im Ausland, Verlags-AG Thun (Schweiz) 1965, S. 723 bis 740.
Tietz

Bundesbahn. Zwischen der DBP und der B. bestehen auf dem Gebiet des Fernmeldewesens zahlreiche Beziehungen, die ihre Regelung teils in gesetzlichen Bestimmungen, teils in Vereinbarungen gefunden haben. Insoweit kommen in Betracht:

1. §3 Abs. 1 Nr. 2 des Fernmeldeanlagengesetzes, der der B. in ihrer Eigenschaft als Transportanstalt das Recht gibt, genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen (FMA) — abgesehen von Funkanlagen — zu errichten und zu betreiben, soweit sie auf ihren Linien ausschließlich zu Zwecken ihres Betriebes benutzt werden.

2. Die Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Funkanlagen für Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs vom 10. 1. 1927.

3. Das »Reglement über die Benutzung der innerhalb des deutschen Reichstelegrafengebiets gelegenen Eisenbahntelegrafen zur Beförderung solcher Telegramme, welche nicht den Eisenbahndienst betreffen« vom 7. 3. 1876 in der Fassung vom 22. 5. 1933 (→ Private Fernmeldeanlagen unter 1.1.2.).

4. Der Bundesratsbeschluß über die Verpflichtungen der Eisenbahnverwaltungen im Interesse der Bundes-Telegrafenverwaltung vom 21. 12. 1868, der der DBP das Recht gibt, in bestimmtem Umfang Bahngelände zur Unterbringung ihrer FMA in Anspruch zu nehmen (→ Bahngelände).

5. Die auf Nr. 8 des Bundesratsbeschlusses von 1868 beruhende »Vereinbarung zwischen der B. und der DBP über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen« vom 16./30. 6. 1939.

6. Die »Vereinbarung zwischen der B. und der DBP über die Kostentragung von Schutzmaßnahmen anläßlich der Errichtung oder Änderung der elektrischen Zugförderung auf Bahnstrecken« vom 27./29. 2. 1956, die die Aufgabe hat, die im Zusammenhang mit der Umstellung von Bahnstrecken auf elektrische Zugförderung auftretenden Fragen auf dem Gebiet des → Kollisionsrechts zu regeln.

7. Die »Vereinbarung zwischen der B. und der DBP über die Rechtsbeziehungen auf dem Gebiet des Liegenschaftswesens« (Liegenschaftsvereinbarung) vom 2./12. 4. 1962, die sich in §15 mit der Aufstellung von öffentlichen Sprechstellen auf Bahnhöfen und auf bahneigenen Plätzen und Wegen befaßt.

Aubert

Bundesbeamtengesetz. Das B. (BBG) ist eine der wesentlichen Rechtsgrundlagen für die Beamten. Es ist vom 14. 7. 1953 (BGBl. I, S. 551), in Kraft getreten am 1. 9. 1953. Letzte Neufassung vom 22. 10. 1965 (BGBl. I, S. 1776), in Kraft getreten am 1. 1. 1966. Inhalt des Gesetzes:

Abschnitt I: Einleitende Vorschriften (u. a. Anwendungsbereich, Definition des Begriffes »Bundesbeamter«)

Abschnitt II: Beamtenverhältnis (u. a. Ernennung, Beendigung des Beamtenverhältnisses)

Abschnitt III: Rechtliche Stellung der Beamten (u. a. Pflichten, Rechte)

Abschnitt IV: Personalverwaltung (Bundespersonalausschuß)

Abschnitt V: Versorgung (u. a. Ruhegehalt, Hinterbliebenenversorgung, Unfallfürsorge)

Abschnitt VI: Beschwerdeweg und Rechtsschutz (u. a. Beschwerderecht, Verwaltungsrechtsweg)

Abschnitt VII: Beamte des Bundestages, des Bundesrates und des Bundesverfassungsgerichts

Abschnitt VIII: Ehrenbeamte

Abschnitt IX: Übergangs- und Schlußvorschriften.

Aufgrund des BBG sind eine Reihe von Verordnungen usw. erlassen worden, z. B. → Bundeslaufbahnverordnung, Verordnungen über die Arbeitszeit der Bundesbeamten, über die → Nebentätigkeit, über den Erholungsurlaub, über Sonderurlaub, über den Mutterschutz für Beamtinnen, Allgemeine Verwaltungsvorschriften zu den §§ 35 bis 47 sowie zu den Abschnitten V und IX des BBG usw. Weitergehende Ausführungen enthält das Handwörterbuch für das Postwesen, Ausg. 1970.

Redlin

Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung (BWV). Die Tätigkeit des früheren, schon im Jahre 1922 eingesetzten Reichssparkommissars, dessen Aufgaben in der Bekanntmachung im Reichsministerialblatt vom 4. 5. 1927, S. 141, im einzelnen geregelt waren, ging am 1. 4. 1934 auf die Präsidialabteilung des Bundesrechnungshofes (BRH) über. Jedoch wurden seine Aufgaben schon 1945 durch den Rechnungshof in der britischen Besatzungszone wieder aufgenommen und im Jahre 1948 durch den Wirtschaftsrat des Vereinigten Wirtschaftsgebiets (VW) der Präsident des Rechnungshofes im VW als Sparbeauftragter bestellt. Seit 1950 hat sich der Bundestag mit der Einsetzung eines Sparkommissars beschäftigt. Am 8. 1. 1952 beschloß das Bundeskabinett und am 20. 2. 1952 der Bundestag, einen »Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung« (BWV) einzusetzen. Gleichzeitig wurden die »Richtlinien über die Aufgaben und die Tätigkeit des Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung« aufgestellt. Sie entsprechen im wesentlichen den früheren Richtlinien für den Reichssparkommissar. Der Kabinettsbeschluß und die Richtlinien wurden am 30. 6. 1952 im Bundesanzeiger Nr. 128 vom 5. 7. 1952, S. 1, bekanntgemacht, nachdem der Bundeskanzler den damaligen Präsidenten des BRH mit Schreiben vom 17. 6. 1952 mit der Wahrnehmung der Aufgaben des BWV beauftragt hatte. Erst durch einen Kabinettsbeschluß vom Mai 1957 wurde der jeweilige Präsident des BRH gleichzeitig zum BWV bestimmt. Damit ist der Präsident des BRH, wenn er als BWV tätig wird, Organ der Bundesverwaltung, nicht des BRH, aber auch als Gutachter völlig unabhängig.

Nach den Richtlinien hat der BWV die Bundesregierung in allen Fragen der Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung zu beraten mit dem Ziel, den Aufwand zu verringern und den Wirkungsgrad der Verwaltung zu steigern. Sein Aufgabengebiet erstreckt sich auf die gesamte Bundesverwaltung einschließlich der Sondervermögen, also auch der DBP. Er hat auf wirtschaftlichen Einsatz der Haushaltsmittel hinzuwirken, Vorschläge für eine sparsame, nach zeitgemäßen Grundsätzen aufgebaute Organisation zu machen und zu prüfen, ob die Zielsetzungen der Bundesmaßnahmen auf wirtschaftlichem Wege erreicht werden können. Der BWV, der von Weisungen irgendwelcher Art unabhängig ist, wird auf Ersuchen des Bundestags, des Bundesrats, der Bundesregierung, des Bundesministers der Finanzen oder der übrigen Bundesminister gutachtlich tätig. Jedoch soll er auch von sich aus in sein Aufgabengebiet fallende Fragen aufgreifen und den zuständigen Bundesministern gutachtliche Äußerungen und Vorschläge machen. So hat der BWV z. B. auf gemeinsames Ersuchen des Bundesministers für das Post-

und Fernmeldewesen (BPMin) und des Bundesfinanzministers (BFMin) vom 23. 2. 1953 ein ausführliches Gutachten mit Vorschlägen zur Vereinfachung der Organisation der DBP erstellt, das sich mit der Zweckmäßigkeit des Aufbaus und der Gliederung der Verwaltung, den Bewertungsrichtlinien für die Dienstposten der Beamten, Angestellten und Arbeiter der DBP und mit dem Personalbemessungsverfahren und der Zweckmäßigkeit der Bemessungsrichtlinien befaßte. Der BWV oder sein bevollmächtigter Mitarbeiter können Prüfungen und örtliche Besichtigungen vornehmen und dürfen dabei die Unterstützung durch die in Anspruch genommene Stelle erwarten. Die Bundesministerien beteiligen ihn bei organisatorischen oder finanziellen Maßnahmen größerer Tragweite. Er kann mit beratender Stimme an den Sitzungen des Bundeskabinetts teilnehmen, soweit Angelegenheiten seines Aufgabengebiets behandelt werden. Im Gegensatz zum Reichssparkommissar wird eine besondere Behörde für ihn nicht eingerichtet, vielmehr bedient er sich für seine Aufgaben der Präsidialabteilung des BRH.

Nach einer Bekanntmachung der Bundesregierung über den BWV vom 7. 4. 1965 hat die Bundesregierung am 10. 3. 1965 neue Richtlinien über die Tätigkeit des BWV beschlossen. Neu darin ist, daß der BWV gegenüber den früheren Richtlinien bei seiner Teilnahme an Kabinettssitzungen keine beratende Stimme mehr besitzt. Auch ist er nicht mehr ausdrücklich berechtigt, im Bundeskabinett Anträge zu stellen. Die Richtlinien vom 8. 1. 1952 mit der Ergänzung vom 13. 5. 1957 sind außer Kraft gesetzt worden.

Literatur: Dr. F. K. Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis — Kommentar zur Haushaltsordnung (RHO), 2. Aufl., 1959, Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt am Main — Schwerz, Wegner, Tobergte, Das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen des Bundes (HKR Bund), Erich Schmidt Verlag, Berlin 1962.

Clement

Bundesbehörden (Fernmeldeanlagen für den inneren Dienst). Durch die »Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Fernmeldeanlagen der Behörden des Reichs« vom 30. 4. 1928 ist das nach §3 Abs. 1 Nr. 1 des Fernmeldeanlagengesetzes den Behörden der Länder zustehende Recht, Fernmeldeanlagen, die ausschließlich dem inneren Dienst gewidmet sind, ohne Genehmigung zu errichten und zu betreiben, auch den Behörden des Reiches — jetzt B. — eingeräumt worden.

Bundesbesoldungsgesetz (BBesG) regelt die Dienstbezüge der Bundesbeamten, Richter des Bundes, Soldaten und Angehörigen des Zivilschutzkorps. Es enthält außerdem u. a. Sondervorschriften für Auslandsbeamte und Beamte im Bundesgrenzschutz sowie Überleitungs-, Übergangs- und Rahmenvorschriften. Bestandteil des BBesG sind als Anlagen die Bundesbesoldungsordnungen A und B, die Tabellen für den Ortszuschlag und die Auslandszulage sowie Überleitungsübersichten. Das BBesG ist vom 27. 7. 1957 (BGBl. I, S. 993). Letzte Neufassung vom 18. 12. 1963 (BGBl. I, S. 916), in Kraft getreten am 1. 1. 1964, durch mehrere Gesetze (z. B. Besoldungserhöhungsgesetz) und Allgemeine Verwaltungsvorschriften geändert bzw. ergänzt. Die Dienstbezüge setzen sich zusammen aus Grundgehalt: Es ist als Hauptbestandteil der Dienstbezüge in den Besoldungsordnungen A (für aufsteigende Gehälter, Steigerungen jeweils nach 2 Jahren — Dienstaltersstufen —, Berechnung nach dem Besoldungsdienstalter) und B (für feste Gehälter) festgelegt; Ortszuschlag: Er soll Unterschiede in den Lebenshaltungskosten ausgleichen. Seine Höhe richtet sich nach der Tarifklasse, zu der die Besoldungsgruppe des Beamten gehört, nach der Ortsklasse des dienstlichen Wohnsitzes und nach dem Familienstand bzw. der Zahl der Kinder, die kinderzuschlagsberechtigt sind; Kinderzuschlag: Er beträgt monatlich 50 DM. Der berechtigte Personenkreis ergibt sich aus § 18 des BBesG; Zulagen: Im wesentlichen werden ggf. gewährt: Amts- und Stellenzulagen (z. B. unter bestimmten Voraussetzungen für Beamte der gehobenen technischen Dienste in einzelnen Besoldungsgruppen), Ausgleichszulagen (z. B. zur Besitzstandswahrung), andere Zuschläge (z. B. Nachtdienstentschädigung), die nicht gesetzlich geregelt sein müssen, wenn durch den Haushaltsplan entsprechende Mittel verfügbar sind. Zu den Dienstbezügen kommen die jährliche Sonderzuwendungen, Jubiläumszuwendungen und unter bestimmten Voraussetzungen Belohnungen sowie Dienstpostenzulagen nach den Richtlinien für die Gewährung von widerruflichen Vergütungen für die Tätigkeit auf besonders schwierigen Dienstposten des Betriebsdienstes. Reisekosten werden nach dem → Bundesreisekostengesetz, Umzugskosten nach dem → Bundesumzugskostengesetz vergütet, Trennungsgeld wird nach der → Trennungsgeldverordnung gewährt, Entschädigungen → Entschädigungen und Zulagen. Die Versorgungsbezüge (für Beamte im Ruhestand und Hinterbliebene) sind im → Bundesbeamtengesetz geregelt. Ausführlichere Darstellungen über Dienstbezüge usw. enthält das Handwörterbuch für das Postwesen.

Redlin

Bundesdisziplinarordnung (BDO) vom 28. 11. 1952 (BGBl. I, S. 761) ist nach verschiedenen Änderungen in der Neufassung vom 20. 7. 1967 (BGBl. I, S. 751) am 1. 10. 1967 in Kraft getreten. Sie gilt für Beamte während der Dauer des Beamtenverhältnisses, mit gewissen Einschränkungen auch für Ruhestandsbeamte und soll jedes pflichtwidrige Verhalten (dienstliche Verfehlungen) erfassen.

Anwendungsbereich: Disziplinarmaßnahmen (Verweis, Geldbuße, Gehaltskürzung, Versetzung in ein Amt derselben Laufbahn mit geringerem Endgrundgehalt, Entfernung aus dem Dienst, Kürzung des Ruhegehalts, Aberkennung des Ruhegehalts); Disziplinarverfahren (u. a. Vorermittlungen, Disziplinarverfügung, förmliches Disziplinarverfahren, Disziplinargerichte).

Die BDO und mit ihr das gesamte → Disziplinarrecht sind im Handwörterbuch für das Postwesen ausführlich behandelt. Hingewiesen wird außerdem auf die im Bereich der DBP geltende Dienstanweisung für das Disziplinarverfahren gegen Beamte der DBP.

Bundeslaufbahnverordnung (BLV). Verordnung über die Laufbahnen der Bundesbeamten ist im Rahmen

der Bestimmungen des → Bundesbeamtengesetzes am 31. 7. 1956 (in Kraft getreten am 1. 9. 1956) erlassen worden. Sie enthält das Laufbahnrecht für die Bundesbeamten. Notwendige Änderungen und Neuerungen führten zur geltenden Neufassung der BLV vom 14. 4. 1965 (BGBl. I, S. 323), die durch die 3. Verordnung zur Änderung der BLV vom 18. 10. 1965 (BGBl. I, S. 1722) ergänzt wurde. Nach der BLV umfaßt eine Laufbahn alle Ämter derselben Fachrichtung, die gleiche Vor- und Ausbildung voraussetzen. Zur Laufbahn gehören auch Vorbereitungsdienst und Probezeit. Die Laufbahnen werden zu den vier Laufbahngruppen einfacher (Laufbahngruppe A), mittlerer (Laufbahngruppe B), gehobener (Laufbahngruppe C) und höherer (Laufbahngruppe D) Dienst zusammengefaßt und nach Fachrichtungen gekennzeichnet. Im Bereich der DBP gibt es die Fachrichtungen Postdienst (P), Posttechnischer Dienst (Pt), Fernmeldedienst (F), Fernmeldetechnischer Dienst (Ft), Hochbautechnischer Dienst (Ht) und die Fachrichtung für Lehrkräfte an Ingenieurakademien der DBP (L). Zur weiteren Differenzierung sind innerhalb der Fachrichtungen — im wesentlichen nur für den einfachen und mittleren Dienst — Fachbereiche geschaffen worden. Im Bereich des Fernmeldewesens gibt es die Fachbereiche Fernsprechentstörung (E), Fernsprechdienst (Fe), Verwaltung, Haushalt und Teilnehmerdienste (Fn), Funkwesen (Fu), Linientechnik (L), Telegrafenwesen (T), Fernsprechübertragungstechnik (Ü) und Fernsprechvermittlungstechnik (V). I. allg. werden die Laufbahngruppe und die Fachrichtung von dem Fachbereich durch einen Bruchstrich getrennt (z. B. BFt/V = Beamte des mittleren fernmeldetechnischen Dienstes im Fachbereich Fernsprechvermittlungstechnik).

In der BLV sind auch allgemeine Grundsätze enthalten für die Einstellung von Bewerbern, deren Befähigung, für die Probezeit, für Anstellung und Beförderung sowie Laufbahnwechsel. Für jede Laufbahngruppe sind im einzelnen die Einstellungsvoraussetzungen, der Vorbereitungsdienst, Prüfungen, die Probezeit und der Aufstieg geregelt. Weitere Abschnitte enthalten Bestimmungen über andere Bewerber, dienstliche Beurteilungen und Fortbildung. Ausführlichere Angaben enthält das Handwörterbuch für das Postwesen. *Redlin*

Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin). Nach Art. 87 Abs. 1 Satz 1 des Grundgesetzes wird die Bundespost in bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsunterbau geführt. An der Spitze der DBP steht seit Errichtung der Bundesrepublik im Jahre 1949 der BPMin, so wie nach der Weimarer Verfassung des Deutschen Reiches von 1919 früher der Reichspostminister (s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929) der damaligen Deutschen Reichspost vorstand. Der BPMin wird auf Vorschlag des Bundeskanzlers vom Bundespräsidenten ernannt und entlassen (Art. 64 GG); er leitet die DBP innerhalb der vom Bundeskanzler bestimmten Richtlinien der Politik selbständig und unter eigener Verantwortung (Art. 65 GG) und übt im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in seinem Geschäftsbereich die Organisationsgewalt aus. Bei der Leitung der DBP wirkt ein Verwaltungsrat mit, der sich aus Mitgliedern des Bundestages, des Bundesrates, der Gesamtwirtschaft und Vertretern des Personals der DBP zusammensetzt. Der Verwaltungsrat ist dem BPMin beigeordnet, nicht übergeordnet. Er beschließt insbesondere über die Feststellung des Voranschlages, die Genehmigung des Jahresabschlusses und über die Bedingungen für die Benutzung der Einrichtungen der DBP einschließlich der Gebührenbemessung. Insgesamt gesehen hat der BPMin eine Doppelfunktion. Er ist einmal als politischer Minister Mitglied der Bundesregierung. In dieser Eigenschaft übt er die Hoheitsrechte im Bereich des Post- und Fernmeldewesens aus, deren Inhaber und Träger der Bund ist. Zugleich leitet er die DBP, d. h. die Bundesverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen. Er nimmt somit Aufgaben der Aufsicht und Leitung wahr. Dabei wird er von zwei Staatssekretären unterstützt. Der BPMin leitet unmittelbar das → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, das ihm als → Zentralbehörde der DBP auch für seine Ressort- und Kabinettsarbeit zur Verfügung steht. Der BPMin übt die Dienstaufsicht über die Bundesdruckerei aus.

Literatur: Meckel/Kronthaler, »Das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und die Deutsche Bundespost«, Athenäum-Verlag, 1967. *Tietz*

Bundesminister der Verteidigung → Fernmeldehoheit.

Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) ist die oberste Behörde der DBP, die vom → Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) geleitet wird. Die Einrichtung eines speziellen Ministeriums für die Leitung der Postverwaltung, die nach Art. 87 Abs. 1 Satz 1 des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland von 1949 in bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsunterbau geführt wird, entspricht in Deutschland einer fast jahrhundertalten Tradition und ist heute aus der Organisationsgewalt des Bundeskanzlers, insbesondere dem Kabinettsbildungsrecht, abzuleiten. Die Stellung des BPMin ist im übrigen in § 1 Abs. 1 PostVwG verankert. Dem BPM steht als Zentralbehörde die oberste Leitung der DBP und die Beaufsichtigung der gesamten Geschäftsführung zu; es unterstützt den BPMin bei seiner Ressort- und Kabinettstätigkeit (s. → Zuständigkeitsordnung).

Das BPM ist in folgende 6 Abteilungen gegliedert:

Z — Zentralabteilung mit einer Unterabteilung und 9 Referaten
I — Postwesen mit 2 Unterabteilungen und 14 Referaten
II — Fernmeldewesen mit 3 Unterabteilungen und 19 Referaten
III — Personalwesen mit 2 Unterabteilungen und 12 Referaten
IV — Finanzwirtschaft, Betriebswirtschaft, Wirtschaftspolitik mit 3 Unterabteilungen und 13 Referaten
V — Bauwesen mit 1 Unterabteilung und 9 Referaten.

Der BPMin wird von zwei Staatssekretären unterstützt, von denen einer für die Post- und Fernmeldeverwaltung (Zentralabteilung sowie Abteilungen III und IV), der andere für den Post- und Fernmeldebetrieb (Abteilungen I, II und V) zuständig ist. Der Zentralabteilung sind in erster Linie Grundsatz-, Querschnitts- und Koordinierungsaufgaben zugeteilt. Zum Ministerbüro, das dem BPMin unmittelbar untersteht, gehören der persönliche Referent (zugleich Leiter des Ministerbüros) sowie die Referate »Kabinettangelegenheiten« und »Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der DBP«.

Die Abteilung II »Fernmeldewesen« ist wie folgt gegliedert:

Unterabteilung IIa
mit den Referaten
II G — Linientechnik —
II H — Fernkabeltechnik; Fernmeldezeug —
II K — Übertragungstechnik (Draht) —
II M — Ton- und Fernsehrundfunk —
II N — Übertragungstechnik (Funk) —
II S — Sonderaufgaben des Fernmeldewesens —
II V — Fachtechnische Beratung der Bundeswehr in Fernmeldeangelegenheiten —

Unterabteilung IIb
mit den Referaten
II E — Investitionsplanung —
II J — Ämterorganisation; Rationalisierung —
II L — Internationale Zusammenarbeit —
II O — Benutzungsbedingungen —
II R — Fernmelderecht —
II T — Teilnehmerdienste —

Unterabteilung IIc
mit den Referaten
II A — Fernsprechdienste —
II B — Fernsprechtechnik —
II C — Weltraumfunkdienst —
II D — Bewegliche Funkdienste —
II F — Telegrafendienste —
II P — Telegrafen- und Datentechnik- und der → Sonderstelle »Funkfrequenzbüro«

Das → Referat gilt als tragende Einheit im organisatorischen Aufbau des Ministeriums. Leiter eines Referats ist der Referent (Ministerialrat), der das Referat unmittelbar unter dem Abteilungsleiter (Ministerialdirektor) bzw. Unterabteilungsleiter (Ministerialdirigent) in eigener Verantwortung verwaltet. Er hat die erste Entscheidung in allen Angelegenheiten, die in sein Referat fallen. Dem Referenten sind → Sachbearbeiter zugeteilt; soweit erforderlich, wird der Referent durch einen oder mehrere Hilfsreferenten (Beamte einer Laufbahn des höheren Dienstes) unterstützt. Zur Erledigung von einfachen Büroarbeiten sind → Mitarbeiter eingesetzt. Beim BPM werden insgesamt rund 900 Kräfte einschließlich der für den Betrieb einer Verwaltungsbehörde notwendigen Hilfskräfte aller Art beschäftigt.

Literatur: Meckel/Kronthaler, Das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und die Deutsche Bundespost, Athenäum-Verlag, 1967. *Tietz*

Bundesrechnungshof (BRH) ist die oberste Finanzkontrollbehörde der Bundesrepublik Deutschland. Er ist aus der Preußischen Oberrechnungskammer, deren Anfänge in das Jahr 1713 fielen, hervorgegangen. Diese übte schon damals Kontrollfunktionen aus, indem sie die Rechnungen aller Kassen des Staates förmlich und rechnerisch prüfte und allmählich immer mehr zur sachlichen Prüfung auf Sparsamkeit und Wirtschaftlichkeit überging. Nach der Reichsgründung von 1871 wurde sie unter der Bezeichnung »Rechnungshof des Deutschen Reiches« zur Finanzkontrollbehörde für den Reichshaushalt. Die aufgrund des Art. 86 der Reichsverfassung vom 11. 8. 1919 am 31. 12. 1922 erlassene → Reichshaushaltsordnung (RHO) brachte für das Reich einheitliche Vorschriften für die Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplanes, die Kassen- und Buchführung, die Rechnungslegung und Rechnungsprüfung sowie die Rechtsstellung und Organisation des Rechnungshofes (RH). Das gesamte Haushaltsrecht des Reichs war damit in der RHO zusammengefaßt, und zum ersten Male waren Aufgaben und Stellung des Rechnungshofes festgelegt.

Die Vorschriften der RHO erweiterten die Befugnisse des RH des Deutschen Reiches beträchtlich. Ausdrücklich wurde die Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Verwaltung zugelassen. Das Parlament wurde ermächtigt, den RH um gutachtliche Äußerungen zu ersuchen. Der Präsident des RH erhielt die Befugnis, den Bemerkungen über das Ergebnis seiner Rechnungsprüfung (§ 107 RHO) eine Denkschrift beizufügen, in der die hauptsächlichsten Prüfungsergebnisse zusammengefaßt sein sollten.

Nach 1945 setzte der RH für die britische Zone in Hamburg sowie später der RH im Vereinigten Wirtschaftsgebiet in Frankfurt am Main die Tätigkeit einer obersten Rechnungsprüfungsbehörde fort. Mit der Errichtung des Bundes wurde der Frankfurter RH mit der Wahrnehmung der Geschäfte der Rechnungsprüfungsbehörde für die Bundesverwaltung beauftragt, bis durch das aufgrund des Art. 114 (2) des Grundgesetzes vom 23. 5. 1949 erlassene Gesetz über Errichtung und Aufgaben des Bundesrechnungshofs (BRHG) vom 27. 11. 1950 (BGBl., S. 765) der BRH in Frankfurt am Main als oberste Rechnungsprüfungsbehörde für die Bundesorgane und Bundesverwaltungen geschaffen wurde. Er ist eine der Bundesregierung gegenüber selbständige, nur dem Gesetz unterworfene Oberste Bundesbehörde und hat als solche nach § 4 BRHG die gesamte Haushalts- und Wirtschaftsprüfung der Bundesorgane und Bundesverwaltungen zu überwachen. Damit erneuert das Gesetz nicht nur den alten Auftrag zur Wahrnehmung der obersten Prüfungsbefugnisse, sondern erweitert ihn beträchtlich.

Der BRH ist ferner zuständig, wenn Stellen außerhalb der Bundesverwaltung Teile des Bundeshaushaltsplanes ausführen oder zur Erfüllung bestimmter Zwecke Bundesmittel erhalten haben oder Bundesvermögen oder Bundesmittel verwalten. Damit ist der Bereich der Rechnungsprüfung im früher üblichen

Sinne verlassen und eine moderne Form und die Möglichkeit gegenwartsnaher Wirtschaftsüberwachung geschaffen worden. Hervorzuheben ist allerdings, daß die Befugnisse des BRH nach dem obengenannten Gesetz vom 27. 11. 1950 gegenüber dem RH des Deutschen Reiches dadurch eingeschränkt worden sind, daß der BRH nur noch die Haushaltsführung des Bundes, nicht mehr die der Länder zu prüfen hat. Diese sind nach § 109 GG vom BRH unabhängig und haben sich für ihre Bereiche je eine eigene oberste Rechnungsprüfungsbehörde, Landesrechnungshof genannt, geschaffen.

Anderseits sind Stellung und Befugnisse des BRH nach dem BRHG vom 27. 11. 1950 dadurch bedeutender geworden, daß der BRH nunmehr in weit stärkerem Maße Finanzkontrollfunktionen neben der Rechnungsprüfung ausübt. Die Befugnisse und Aufgaben des BRH in bezug auf die DBP sind gesetzlich durch die Bestimmungen der RHO festgelegt mit der Einschränkung, die durch § 35 PostVwG gegeben ist. Für die DBP gelten danach die Vorschriften der → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) und der Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO), die den Sonderverhältnissen und der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP Rechnung tragen, aber weitgehend den Bestimmungen der RHO und der RRO entsprechen.

Literatur: Vialon, Haushaltsrecht und Haushaltspraxis — Gesetz über Errichtung und Aufgaben des BRH — Reichshaushaltsordnung — A. Fuchs, Wesen und Wirken der Kontrolle (Bundesrechnungshof), J. C. B. Mohr, Tübingen 1966 — M. Bachmann, Der Bundesrechnungshof, Athenäum Verlag, Frankfurt am Main und Bonn 1967. *Clement*

Bundesreisekostengesetz. Im B. (Gesetz über die Reisekostenvergütung für die Bundesbeamten, Richter im Bundesdienst und Soldaten vom 20. 3. 1965 (BGBl. I, S. 133) — BRKG —) ist die Erstattung von Auslagen für Dienstreisen und Dienstgänge geregelt. Hierzu gehören auch Auslagen aus Anlaß einer Abordnung, Auslagen für Reisen zur Einstellung und zum Ausscheiden, Auslagen für Reisen, die der Aus- und Fortbildung dienen, und Fahrkosten für Fahrten zwischen Wohnung und Dienststätte aus besonderem dienstlichem Anlaß. Für diesen Bereich sind außerdem u. a. zu beachten die Verordnung über die Reisekostenvergütung in besonderen Fällen vom 12. 8. 1965 (BGBl. I, S. 813), die Verordnung über die Wegstreckenentschädigung bei der Benutzung eines Kraftfahrzeugs, das ein Dienstreisender mit schriftlicher Anerkennung der Behörde im überwiegenden dienstlichen Interesse hält vom 22. 10. 1965 (BGBl. I, S. 1809) und die Verordnung über die Nachbarorte (Nachbarortsverordnung — NOV) vom 2. 5. 1966, (BGBl. I, S. 321). Die Reisekostenvergütung umfaßt nach dem BRKG Fahrkostenerstattung, Wegstrecken- und Mitnahmeentschädigung, Tage- und Übernachtungsgeld sowie Zuschüsse hierzu, Erstattung von Auslagen bei längerem Aufenthalt am Geschäftsort, bei Dienstreisen bis zu fünf Stunden Dauer und bei Dienstgängen, Erstattung der Nebenkosten und der Auslagen für Reisevorbereitungen, Aufwands- und Pauschvergütung. Diese Möglichkeiten der Reisekostenvergütung, ihre Begriffsbestimmungen, Anspruch und Umfang sind im BRKG festgelegt. Die Vielfältigkeit des Reisekostenrechts hat — neben den oben angeführten Verordnungen — zu einer Reihe weiterer Bestimmungen geführt, die im wesentlichen → Entschädigungen für zusätzliche Aufwendungen des Personals aus dienstlichem Anlaß regeln. Umfangreiche Ausführungen über das Reisekostenrecht enthält das Handwörterbuch für das Postwesen. *Redlin*

Bundes-Telefonbuch → Deutsches Bundes-Telefonbuch.

Bundesumzugskostengesetz (BUKG) (Gesetz über die Umzugskostenvergütung und Trennungsentschädigung für die Bundesbeamten, Richter im Bundesdienst und Soldaten regelt die Vergütung von Umzugskosten. Es ist vom 8. 4. 1964 (BGBl. I, S. 253). Die Umzugskostenvergütung umfaßt Erstattung der Beförderungsauslagen und der Reisekosten, Mietentschädigung, Beitrag zum Beschaffen von Kochherden, Öfen und anderen Heizgeräten, Erstattung der Auslagen für zusätzlichen Unterricht, Pauschvergütung für sonstige Umzugsauslagen, Erstattung der nachgewiesenen sonstigen Umzugsauslagen, Erstattung der Auslagen für Umzüge aus zwingenden persönlichen Gründen, Erstattung der Auslagen für Umzüge in eine vorläufige Wohnung, Erstattung von Umzugsauslagen bei späterer Eheschließung und Erstattung der Auslagen für Umzugsvorbereitungen. Neben dem BUKG sind ggf. anzuwenden: Verordnung über die Erstattung der nachgewiesenen sonstigen Umzugsauslagen vom 3. 7. 1964 (BGBl. I, S. 438), Verordnung über die Umzugskostenvergütung bei Auslandsumzügen (Auslandsumzugskostenverordnung — AUV) vom 20. 7. 1966 (BGBl. I, S. 425), Allgemeine Verwaltungsvorschriften zu § 2 und § 7 des BUKG vom 18. 5. 1966 (Bundesanzeiger Nr. 97 vom 25. 5. 1966). Ausführliche Abhandlungen über das Umzugskostenrecht enthält das Handwörterbuch für das Postwesen. *Redlin*

Buntmetallschweißen. Da der mit Acetylen vermischte Sauerstoff des Schweißbrenners zur völligen Verbrennung des Acetylens gewöhnlich nicht ausreicht, wirkt die Acetylenflamme reduzierend. Deshalb kann man Blei, Stahl, Stahlguß und die meisten Edelmetalle ohne Flußmittel schweißen, während diese bei Kupfer, Gußeisen, Leichtmetallen, Messing, Nickel und Sonderstählen nicht entbehrt werden können. Flußmittel sind pulverige, gelöste oder pastenförmige, leicht metalloxydauflösende Chloride bzw. Fluoride.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

burst → Fernsehen 3.

Bursttor → Farbfernsehempfänger.

Butterworth-Filter → maximal flache Filter, → Vierpoltheorie 4.5.1.

B-Verstärker → Senderverstärker.

Bypaß, Ableitungsweg für Hochfrequenz.

Byte. 9 Binärwerte umfassende Zeichen-Einheit (1 Byte = 8 bit + 1 Prüfbit = 9 bit).

C

Cable Damage Committee (seit Juni 1967 → International Cable Protection Committee) ist ein internationaler Ausschuß von Kabelgesellschaften mit dem Sitz in London, dessen Aufgabe es u. a. ist, durch Unterrichtung der Angehörigen der Hochseefischerei Beschädigungen von Seekabeln durch Fischereigeräte zu vermeiden. Zu diesem Zweck werden genaue Seekarten mit Eintragung aller Seekabel herausgegeben, die auf dem neuesten Stand gehalten werden.

Cable and Wireless Ltd. → Seekabelbetriebsgesellschaften.

c-Ader-Anpassungsübertragung. Im Gleichstromwählprüfnetz muß die c-Ader zwischen Gleichstromprüfübertragung und dem → Prüfgruppenwähler auf 800—1000 Ohm angepaßt sein. Für die FeAD-Fernschaltung wird das vorhandene Gleichstromwählprüfnetz mitbenutzt. Weil aber FeAD-Stelle und Fernsprechentstörungsstelle räumlich getrennt untergebracht sind, muß sich der kleinere Bedarfsträger, hier der FeAD, an den größeren anpassen. Hinter der c. kann wieder ein Adernwiderstand von 800—1000 Ohm eingeplant werden (→ Anpassungsübertragung).

Cadmieren. Taucht man Eisen und ähnliche Metalle in cyanidhaltige Cd-Salzlösung, so kann man mit Hilfe des elektrischen Stromes dünne Cd-Überzüge herstellen, die schon in einer Dicke von 0,008 mm gegen Korrosion schützen.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Cadmiumsulfid. Schwefelcadmium CdS, Molgewicht 144, gelbe Substanz, meist durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff (H_2S) auf gelöste Cd-Salze als gelber Niederschlag erzeugt, α-Form hexagonal, β-Form kubisch. Einkristalle durch Reaktion von Cd-Dampf mit H_2S bei hoher Temperatur, Dichte 4,82, flüchtig unter Zersetzung ab 770° C, löslich in konzentrierter Säure, nicht in Alkohol. Durch feuchte Luft und Sonnenlicht Umwandlung in weißes Sulfat oder Carbonat. Sehr empfindlicher Fotohalbleiter, Überschußleitung, Spektralempfindlichkeit wie menschliches Auge. Sensibilisierung für Röntgen- und γ-Strahlen durch Fremdmetallzusätze. CdS zeigt mit Cu oder Ag aktiviert und in Mischung mit Zinksulfid Luminiszenz, mit Cu aktiviert und Pt-Elektrode Gleichrichtereffekt, mit Cu bzw. Ni aktiviert und mit lichtdurchlässiger Pt- oder Au-Elektrode Foto-EMK. Verwendung: Gelbe Malerfarbe, Fotowiderstände zur Lichtmessung (Belichtungsautomatik), Fotoelement, Transistor, luminiszierende Substanz (→ Phosphore).
Literatur: Gmelin, Handbuch d. anorg. Chemie, Syst. Nr. 33 Cadmium, 1925, S. 114–120, Erg. Bd. 1959, S. 584–608. Dort weitere Literatur.

Caesiumstandard → Normalfrequenz.

CANTAT → Seekabelnetz.

Carbolineum ist ein kompliziertes, öliges, wasserunlösliches, braunrotes, teerig riechendes Gemisch aus Steinkohlenteerbestandteilen, die über 270° C sieden. C. enthält u. a. Anthracen, Phenanthren, Phenole, Kresol, Naphthalin, Crysen usw., wirkt fäulnishemmend und desinfizierend, daher als konservierendes Anstrichmittel verwendbar. C. bildet keinen geschlossenen Anstrichfilm, sondern es dringt in das Holz ein und wirkt dort fäulniswidrig.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

C-Armierung → Seekabelaufbau.

Cascodeschaltung → Kanalwähler, → Röhrenersatzbild.

Cassegrainantenne → Spiegelantennen.

Caterpillar → Seekabellegung und -instandsetzung.

Cauerfilter → Vierpoltheorie 4.5.4.

CCI-Prüfsignale → Fernsehübertragungsgüte.

CCIR → Internationale Fernmeldeunion.

CCITT → Internationale Fernmeldeunion.

CCITT-Empfehlungen, Allgemein. Im → Internationalen Fernmeldevertrag (Montreux 1965) ist im Artikel Nr. 14, Abs. 2 (Nr. 187) festgelegt:

»Der → Internationale Beratende Ausschuß für den Telegrafen- und Fernsprechdienst (CCITT) ist beauftragt, über technische Fragen sowie über Betriebs- und Gebührenfragen der Telegrafie und des Fernsprechdienstes Studien durchzuführen und Empfehlungen herauszugeben.« Die Empfehlungen des CCITT werden in einer Vollversammlung der Studienkommissionen beschlossen, die in der Regel alle drei Jahre stattfindet. Die III. Vollversammlung des CCITT ist vom 25. 5. bis 26. 6. 1964 in Genf abgehalten worden. Die IV. Vollversammlung fand vom 14. 10. bis 25. 10. 1968 in Mar del Plata statt.

Vom CCITT werden Bücher herausgegeben, welche die gültigen Empfehlungen, die Studienfragen, Beiträge aus der Arbeit der Studienkommissionen, denen mit Zustimmung des Direktors des CCITT ein allgemeines Interesse zukommt, enthalten.

Die Bücher werden in einer besonderen Farbe aufgelegt. Die Ausgabe von New Delhi 1960 bestand aus einer Reihe von »Rotbüchern«. Die Ausgabe Genf 1964 umfaßte die folgenden »Blaubücher«:

Band I Protokolle und Berichte von der Vollversammlung
Band II Telegrafen- und Fernsprechbetrieb, Tarife
Band III Übertragungstechnik
Band IV Unterhaltung und Messungen an internationalen Übertragungswegen
Band V Fernsprechübertragungsgüte, Fernsprechapparate (Band V bisher nur als Rotbuch erschienen)
Band VI Fernsprech-Zeichengabe und Fernsprechvermittlung
Band VII Telegrafentechnik
Band VIII Datenübertragung
Band IX Schutz gegen Beeinflussungen.

Außer den »Blaubüchern« gibt es noch weitere Veröffentlichungen des CCITT, wie z. B. eine »Liste der Definitionen«, »Anweisung für den internationalen

Fernsprechdienst«. Die in Mar del Plata beschlossenen Empfehlungen sind in »Weißbüchern« zusammengefaßt.

Die Empfehlungen des CCITT sind in Serien eingeteilt, die mit einem Großbuchstaben gekennzeichnet sind. Dem Buchstaben folgt zur eindeutigen Unterscheidung eine Zahl. Innerhalb der Serien können Abschnitte gebildet sein. Die Serien behandeln die folgenden Themen:

	CCITT-Blaubuch
Serie A Organisation der Arbeit des CCITT	Band I
Serie B Ausdrucksmittel (Definitionen, Vokabular, Symbole, Klassifizierung)	Band I
Serie D Vermietung (Überlassung) internationaler Fernmeldewege	Band II
Serie E Fernsprechbetrieb, Tarife	Band II
Serie F Telegrafenbetrieb, Tarife	Band II
Serie G Fernsprechübertragung über drahtgebundene Verbindungen, Satelliten- und Funkverbindungen	Band III
Serie H Einsatz von Leitungen für Telegrafie (einschl. Bildtelegrafie)	Band III
Serie J Ton- und Fernsehübertragung	Band III
Serie K Schutz gegen Störungen	Band IX
Serie L Schutz gegen Korrosion	Band IX
Serie M Unterhaltung von Fernsprechleitungen und Trägerfrequenzsystemen	Band IV
Serie N Unterhaltung von Ton- und Fernsehübertragungswegen	Band IV
Serie P Fernsprechübertragungsgüte, Teilnehmereinrichtungen und Fernsprechortsnetze	Band V
Serie Q Fernsprech-Zeichengabe, Fernsprechvermittlung	Band VI
Serie R Telegrafenkanäle	Band VII
Serie S Apparate der alphabetischen Telegrafie	Band VII
Serie T Faksimileapparate	Band VII
Serie U Telegrafenvermittlung	Band VII
Serie V Datenübertragung	Band VIII

Jede Empfehlung wird durch einen erläuternden Vorspann eingeleitet. Im allgemeinen wird die folgende Form verwendet:

»In Anbetracht dessen .. empfiehlt das CCITT (einstimmig) ...«

Die Empfehlungen gelten zunächst nur für den internationalen Bereich. Sie haben nicht den Rang von Dienstvorschriften. Es können im Einzelfall Gründe vorliegen, die eine Fernmeldeverwaltung zu Abweichungen von diesen Empfehlungen veranlassen. Inwieweit CCITT-Empfehlungen im nationalen Bereich angewendet werden, bleibt jeder Fernmeldeverwaltung überlassen.

Literatur: Internationaler Fernmeldevertrag (Montreux 1965). Blaubücher und Weißbücher des CCITT. *W. Tietz*

CCITT-Empfehlungen für Datenübertragung. Empfehlung V.1 Äquivalenz zwischen binären Zeichensymbolen und den Kennzuständen eines Zwei-Zustand-Codes.

Empfehlung V.2 Leistungspegel für Datenübertragung über Fernsprechleitungen.

Empfehlung V.3 Internationales Alphabeth Nr. 5 für die Übertragung von Daten und Nachrichten.

Empfehlung V.4 Allgemeine Code-Signalstruktur des 7-Schritte-Codes zur Übertragung von Daten und Nachrichten.

Empfehlung V.10 Benutzung des Telexnetzes für Datenübertragungen mit einer Schrittgeschwindigkeit von 50 Baud.

Empfehlung V.11 Automatisches Wählen und automatische Anrufbeantwortung im Telexnetz.

Empfehlung V.13 Nachbildungen (Simulatoren) von Kennungsgebern.

Empfehlung V.21 Normierter 200-Baud-Modem für die Benutzung im öffentlichen Fernsprech(wähl)netz.

Empfehlung V.22 Normierung der Schrittgeschwindigkeiten und der Übertragungsgeschwindigkeiten für synchrone Datenübertragung im öffentlichen Fernsprech(wähl)netz.

Empfehlung V.23 Normierter 600/1200-Baud-Modem für die Benutzung im öffentlichen Fernsprech(wähl)-netz.

Empfehlung V.24 Funktionen und elektrische Eigenschaften der Schnittstellenleitungen zwischen Datenendeinrichtung und Datenübertragungseinrichtung.

Empfehlung V.25 Automatisches Wählen und automatische Anrufbeantwortung im öffentlichen Fernsprech(wähl)netz.

Empfehlung V.26 Modem mit 2400 bit/s für die Benutzung auf überlassenen Vierdraht-Standleitungen.

Empfehlung V.30 Daten-Parallel-Übertragungssysteme für die allgemeine Benutzung im öffentlichen Fernsprech(wähl)netz.

Empfehlung V.35 Datenübertragung von 48 kbit/s unter Benutzung einer Primärgruppe in der Frequenzlage von 60 bis 108 kHz.

Empfehlung V.40 Fehlererkennung mit elektromechanischen Einrichtungen.

Empfehlung V.41 Codeunabhängiges Fehlersicherungssystem.

Empfehlung V.50 Standardangaben(-grenzen) für die Übertragungsqualität bei Datenübertragungen.

Empfehlung V.51 Organisation der Unterhaltung für internationale Fernsprechleitungen, die für Datenübertragung benutzt werden.

Empfehlung V.52 Angaben über charakteristische Werte zu Meßeinrichtungen für die Verzerrung und die Fehlerhäufigkeit bei der Übertragung von Daten.

Empfehlung V.53 Grenzwerte für die Unterhaltung von Fernsprechleitungen, die zur Übertragung von Daten benutzt werden.

Empfehlung V.55 Angaben über charakteristische Werte zu Meßeinrichtungen für Impulsstörungen bei

der Übertragung von Daten (gleichlautend als Empfehlung H.13 und M.82).

Empfehlung A.20 Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen im Bereich der Datenübertragung.

Empfehlung M. 102 Angaben über charakteristische Werte für Leitungen besonderer Übertragungsqualität (gleichlautend als Empfehlung H. 12).

Empfehlung H. 14 Angaben über charakteristische Werte von Breitbandleitungen mit der Bandbreite einer Primärgruppe für die Übertragung entsprechender Signale (von Daten, Faksimile usw.).

Empfehlung H. 15 Angaben über charakteristische Werte von Breitbandleitungen mit der Bandbreite einer Sekundärgruppe für die Übertragung entsprechender Signale (von Daten usw.).

Empfehlung H. 52 Übertragung von Breitband-Signalen (von Daten, Faksimile usw.) auf Breitbandleitungen mit der Bandbreite einer Primärgruppe.

Empfehlung H. 53 Übertragung von Breitband-Signalen (von Daten usw.) auf Breitbandleitungen mit der Bandbreite einer Sekundärgruppe.

Empfehlung Q. 23 Technische Eigenschaften von Tasten-Fernsprechapparaten.

Empfehlung G. 711 Angaben über charakteristische Werte von PCM-Systemen. *W. Tietz*

CCITT-Empfehlungen für Fernschreibapparate. In diesen Empfehlungen sind alle die Eigenschaften der Apparate erfaßt worden, die für das Zusammenarbeiten der verschiedenen Typen in den nationalen und internationalen Diensten (z. B. Telexdienst, Gentexdienst) bzw. Fernschreibnetzen grundlegend wichtig sind. Die CCITT-E. beziehen sich z. B. auf den Code, Umlaufgeschwindigkeiten, Spielraum, Verzerrungen, Sonderzeichen, Sonderkonstruktionen, Zusammenarbeit von Blatt- und Streifenschreibern, Einsatz von 7-Schritte-Synchronsystemen mit Fehlerkorrektur.

Literatur: Documents du CCITT — F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 2. Teil, Verlag E. Herzog, Goslar 1962.

CCITT-Empfehlungen für Telegrafenübertragungstechnik. Die Serie R der CCITT-Empfehlungen R.1 bis R.91 behandeln:

R.1 bis R.19	Telegrafie-Verzerrung
R.20 bis R.29	Gleichstromtelegrafie über Fernleitungen
R.30 bis R.39	Wechselstromtelegrafie
R.40 bis R.49	Sonderfälle der Wechselstromtelegrafie
R.50 bis R.59	Übertragungsgüte
R.60 bis R.69	Entzerrung von Telegrafie-Signalen
R.70 bis R.91	Unterhaltung von Telegrafenwegen

Literatur: Band VII der jeweils neuesten Ausgabe der CCITT-Bücher. Erscheint alle 4 Jahre neu. UIT, Genf.

CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik. Zusammengefaßt in der Serie U des Blaubuches (1964, Genf). Besonders wichtig sind folgende Empfehlungen:

U 1 Schaltkennzeichen für den internationalen Telexverkehr (→ Tabelle 1); U 11 desgl. für vollautomati-

Tabelle 1. Kennzeichenpläne A und B für vollautomatische Betriebsweise (nach Empfehlung U1 des CCITT, 1964).

Kennzeichen	Richtung	Type A	Type B
1. Ruhezustand	→ ←	A-Lage	wie Type A*)
2. Anruf	→	Z-Lage	wie Type A*)
3. Anrufbestätigung[1])	←	Z-Lage	Z-Impuls (17,5 — 35 ms)*)
4. Wahlabrufzeichen[2])	←	A-Impuls (40 ± 8 ms)	Z-Impuls
5. Wahlinformation	→	Fs-Zeichen	Ns-Zeichen*) oder Fs-Zeichen
6. Freizeichen	←	A-Impuls (150 ± 11 ms)	Z-Lage für mind. 2 s, danach evtl. Fs-Zeichen*)
7. Schreibzustand	→ ←	Z-Lage	wie Type A*)
8. Schlußzeichen[3])		A-Lage in → oder ←	wie Type A*)
9. Schlußbestätigung[4])		A-Lage in Gegenrichtung	wie Type A*)
10. Besetztzeichen[6])	←	Fs-Zeichen	1. 200 ms Z-Lage (± 30 %) anschl. 1,5 s A-Lage (± 30 %)[4]) *) 2. 200 ms Z-Lage (± 30 %) Fs-Zeichen, 1,5 s A-Lage (± 20 %)[4])
11. Störungszeichen[5])	..	A-Lage, der Fs-Zeichen vorangehen können	1. A-Lage[6])*) 2. wie 10.1 3. wie 10.2

→ in Vorwärtsrichtung
<- in Rückwärtsrichtung

*) Für Systeme im Bereich der DBP angewendet

[1]) Spätestens 150 ms nach Eingang des Anrufzeichens. [2]) Nur erforderlich, wenn Wahlaufnahmebereitschaft bei Aussendung der Anrufbestätigung noch nicht gegeben ist. Das Wahlabrufzeichen darf frühestens nach 150 ms (Type A) bzw. 100 ms (Type B) der Anrufbestätigung folgen. Wahrend der Hauptverkehrsstunde sind für 99 % der Anrufe max. 3 s zugelassen (vorhandene Systeme: 4 s). [3]) Das Schlußzeichen ist binnen 300—1000 ms zu erkennen. Die Schlußzeichenbestätigung ist binnen 350—1500 ms (kunftige Systeme: 400—1500 ms) zurückzusenden, gerechnet vom Eintreffen der als Schlußzeichen bewerteten A-Lage. [4]) Kann bis zum Eintreffen des Schlußzeichens wiederholt werden. [5]) Geschriebene Betriebssignale müssen der Empfehlung F60, Art. 17, entsprechen. [6]) Ist soweit wie moglich zu vermeiden.

schen interkontinentalen Telex- und Gentexverkehr (Kennzeichenplan Typ C); U 20 desgl. für über Multiplex-Fernschreibsysteme geführte Leitungen (→ Tabelle 2).

Nach Empfehlung U 1 sind die Kennzeichenpläne A und B zu unterscheiden. Wichtigster Unterschied: Die Z-Lage tritt bei A schon während des Wahlzustandes ein, bei B erst mit dem Schreibzustand. Fernschreibapparates zugeordnet. In europäischen Ländern entspricht A der negativen, Z der positiven Polarität.

Um genauere Auskunft bei erfolglosen Anrufen geben zu können, werden in neueren Systemen besondere Codes — geschriebene Betriebssignale genannt — zum Anrufenden zurückgesendet. Die gebräuchlichsten sind: occ (occupé, Endstelle besetzt), nc (no

Tabelle 2. Schaltkennzeichen für Leitungen in Multiplex-Fernschreibsystemen mit automatischer Fehlerkorrektur (nach Empfehlung U 20 des CCITT, 1964).

Kennzeichen	Richtung	Betriebsweise halbautomatisch[1])	Betriebsweise vollautomatisch
1. Ruhestand	→ ←	Alpha[2])	Alpha
2. Anruf[3])	→	Beta	Beta
3. Anrufbestätigung	←	Beta	Beta
4. Wahlabrufzeichen	←	Komb. 22[5])	Komb. 22
5. Wahlinformation	→	Fs-Zeichen[6])	Fs-Zeichen[6])[7])
6. Freizeichen	←	Kennung des Gerufenen oder Fs-Zeichen bei automatischem Betrieb	1 × Komb. 32 11 ... 13 × Komb. 29 und Kennung des Gerufenen
7. Schreibzustand	→ ←	Beta	Beta
8. Schlußzeichen[8])		Alpha in → oder ←	Alpha in → oder ←
9. Schlußzeichenbestätigung[8])		Alpha in Gegenrichtung	Alpha in Gegenrichtung
10. Betriebssignale (Besetzt-, Störungszeichen usw.)	←	Fs-Zeichen	Fs-Zeichen
11. Anforderung einer Wiederholung		RQ-Zeichen in → oder ←	RQ-Zeichen in → oder ←
12. Einleitung einer Wiederholung		RQ-Zeichen in → oder ←	RQ-Zeichen in → oder ←

→ in Vorwärtsrichtung
← in Rückwärtsrichtung

alle Fs-Zeichen gem. T-Alphabet Nr. 2

[1]) Telexplatz im Abgangsland der Leitung. [2]) Alpha und Beta sind fortlaufend zu senden. [3]) Ankunftsseitig sind 2 aufeinanderfolgende Alpha als Anruf zu bewerten. Bei wechselseitiger Betriebsweise ist Gegenrichtung bereits nach einem Alpha zu sperren. [4]) Spätestens binnen 3 s für 99 % der Anrufe während der Hauptverkehrsstunde. [5]) Nur erforderlich, wenn Wahlaufnahmebereitschaft bei Aussendung der Anrufbestätigung noch nicht gegeben ist. [6]) Eingeleitet durch Komb. 30 (Ziffernwechsel). [7]) Beendet durch Komb. 26 (Kreuz). [8]) Auswertung nach 2 aufeinanderfolgenden Alpha.

Tabelle 3. Kennzeichen auf der Anschlußleitung.

	System nach Plan B		System nach Plan A
	Nummernschalterwahl	Tastaturwahl	Tastaturwahl
1. Ruhezustand	5 mA[1])	5 mA[1])	0
2. Anrufzeichen	40 mA	etwa 30 mA	40 mA[1])
3. Amtszeichen	Unterbrechung für: 25 ms[2])	Unterbrechung für: 40 ms[2])[3])	Umpolung[3])
4. Wahlaufforderung	keine Änderung		Fs-Zeichen[4])
5. Freizeichen	Umpolung der Asl-Schleife[5])		Fs-Zeichen[6])
6. Schreibzustand	Unterbrechung der Asl bei Zeichensendung		
7. Schlußzeichen	Unterbrechung der Asl für etwa 2 s Rückpolung der Asl (Zustand 1)		

[1]) Positive Spannung an Ader a der Asl. [2]) Zugleich Wählaufforderungszeichen. [3]) Motor des Fernschreibapparates läuft an. [4]) Kennung (Nummer) des angeschalteten Registers. [5]) Wie [3]), jedoch nur für Nummernschalterwahl. [6]) Datum, Uhrzeit, Kennung des Gerufenen; übermittelt bzw. angefordert vom letzten im Zuge der Verbindung liegenden Register.

Zur Zeit fast ausschließlich U 1 und U 20 angewendet, auch für den vollautomatischen abgewickelten interkontinentalen Verkehr. U 11 wurde erst 1964 von der Vollversammlung des CCITT, Genf, verabschiedet.

Mit A und Z werden die beiden Zustände einer binären Übertragung bezeichnet. A ist dem Startschritt, Z dem Stopschritt des genormten Start/Stop-

circuit, Bündel besetzt), der (dérangé, Störungsfall). Kennzeichenplan B nach U 1 auch für → System TW 39 (s. Bild 1, die mit *) versehenen Kriterien).

Um Umsetzungen zu ersparen, werden die nur für internationale Leitungen geltenden CCITT-Empfehlungen weitgehend auch für den nationalen Bereich übernommen. Beispiele für mögliche Signalisierungen auf der Anschlußleitung s. Tabelle 3. *Jendra*

CCITT-Empfehlungen für Telexdienst und Tarife.

1. Abschnitt. Betriebsverfahren im internationalen Telegrafendienst.

Empfehlung F. 1. Telegrammübermittlung im internationalen Dienst.

Empfehlung F. 2. Maßnahmen bei Unterbrechungen von Telegrafenleitungen. Etwaige Benutzung von Telexleitungen.

Empfehlung F. 10. Höchstzulässige Anzahl von Fehlzeichen in Telegrafenverbindungen über (Land-) Kabelwege bei Benutzung von Springschreibern mit 5-Schritte-Code.

Empfehlung F. 11. Höchstzulässige Anzahl von Fehlzeichen in Funk-Telegrafenverbindungen (einschl. der aus Draht- und Funkleitungen zusammengesetzten Verbindungen) bei Benutzung von Springschreibern mit 5-Schritte-Code.

Empfehlung F. 11 bis. Einige weitere Daten über den Wirkungsgrad. Anwendung im Falle einer Fernschreibleitung mit automatischer Fehlerkorrektur (ARQ-Systemen).

Empfehlung F. 12. Empfang von Telegrammen mit Blattschreibern in einer vereinbarten Form und ohne Fehler.

2. Abschnitt. Wählnetze für den Allgemeinen Telegrafendienst (Telegrammdienst) Gentexnetz.

Empfehlung F. 20. Errichtung des europäischen Wählnetzes für den Allgemeinen Telegrafendienst unter Benutzung von Fernschreibapparaten.

Empfehlung F. 21. Zusammensetzung der Kennungen im internationalen Gentexdienst.

Empfehlung F. 22. Vorschriften für den Gentexdienst.

Empfehlung F. 23. Verkehrsgüte der internationalen Verbindungsleitungen des Gentexdienstes.

Empfehlung F. 24. Mittlere Verkehrsgüte von Land zu Land im Gentexdienst.

3. Abschnitt Betriebsverfahren für Nachrichten-Umtelegrafiernetze.

Empfehlung F. 30. Benutzung verschiedener Zeichenfolgen für bestimmte Zwecke.

Empfehlung F. 31. Nachrichten-Umtelegrafier-Netz.

4. Abschnitt. Tarife und Gebührenabrechnung im internationalen Telegrafendienst.

Empfehlung F. 40. Wortzählung — Aufstellung eines Wortverzeichnisses.

Empfehlung F. 45. Festsetzung der Endgebühren im europäischen Vorschriftenbereich.

Empfehlung F. 50. Aufstellung der Rechnungen im Telegrammdienst.

Empfehlung F. 51. Abrechnungsverfahren für den Fall, daß eine Wechselstromtelegrafie-(WT)-Leitung durch eine mit anderer Führung ersetzt wird.

5. Abschnitt. Telexdienst.

Empfehlung F. 60. Vorläufige Vorschriften für den Teilnehmer-Telegrafendienst (Telexdienst).

Empfehlung F. 61. Benutzung von Streifenschreibern im Telexdienst.

Empfehlung F. 63. Konferenz- und Rundschreibverbindungen im internationalen Telexdienst.

Empfehlung F. 64. Ermittlung der Anzahl der internationalen Telexleitungen, die für die Abwicklung des Verkehrs bei einem gegebenen Verkehrswert notwendig sind.

Empfehlung F. 65. Zeit bis zum Abfragen von Anrufen durch Vermittlungskräfte an internationalen Telexplätzen.

Empfehlung F. 66. Gebühren für Telexverbindungen.

Empfehlung F. 67. Abrechnung im internationalen vollautomatischen Telexdienst.

Empfehlung F. 68. Errichtung eines interkontinentalen automatischen Telexnetzes.

Empfehlung F. 69. Telex-Netzkennzahlenplan.

6. Abschnitt. Betriebsverfahren im Faksimile- und Bildtelegrafendienst.

Empfehlung F. 80. Vorschriften für Bildtelegramme.

Empfehlung F. 81. Bildtelegramme.

Empfehlung F. 82. Vorschriften für Bildtelegrafenverbindungen, die auf Leitungen hergestellt werden, über die normalerweise Fernsprechverkehr abgewickelt wird.

Empfehlung F. 83. Tarife der Bildtelegramme und Gebührenberechnung der privaten Bildtelegrafenverbindungen.

Empfehlung F. 84. Vorschriften für Bildtelegrafenverbindungen, die auf Fernleitungen oder auf Leitungen aus Funk- und Kabelabschnitten hergestellt werden.

7. Abschnitt. Statistiken und Veröffentlichungen über die internationale Telegrafie.

Empfehlung F. 90. Übermittlungslaufzeiten der internationalen Telegramme.

Empfehlung F. 91. Allgemeine Telegrafenstatistik.

Empfehlung F. 92. Dienstcodes.

Empfehlung F. 93. Leitwegverzeichnis für Telegrafenstellen des Gentexdienstes.

Empfehlung F. 94. Übersichten über den internationalen Telexverkehr.

Empfehlung F. 95. Verzeichnisse der Telex-Leitwege.

Empfehlung F. 96. Liste der Zielkennzeichen. *W. Tietz*

CCITT-Empfehlungen für die Schaltung und den Betrieb von internationalen Fernschreibnetzen. Die für den internationalen Telexdienst herausgegebene Anweisung ist in der »Empfehlung F 60« enthalten. Sie umfaßt 39 Artikel, in denen alle Einzelheiten des Dienstes behandelt werden, z. B. Begriffsbestimmungen aus der Netztechnik, Schalten von internationalen Telexleitungen, Kennzeichnung als Dienst ohne Wartezeiten, Benutzungseinschränkung, Teilnehmerverzeichnisse, Arten der Telexverbindungen, Anmeldung von Telexverbindungen, Vorrangbehandlung, Herstellen und Trennen der Telexverbindungen, Beschränkung der Telexverbindungsdauer, Einrichtung des Telexschnelldienstes, internationale Telexplätze,

Codeausdrücke, Eigenschaften der Fernschreibmaschinen, Gebühren und Gebührenberechnung, Abrechnung, Arbeitsweise für eine Telexverbindung (Teilnehmerrichtlinien).

Literatur: CCITT-Empfehlungen 1961 — F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik 2. Teil, Verlag Herzog, Goslar 1964.

CCITT-Zeichengabesystem Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5 → Zeichengabesysteme, internationale

CEI → Internationale Elektrotechnische Kommission.

Cellulose. Watte, Baumwolle und Filtrierpapier bestehen aus ziemlich reiner C. Die vereinfachte Bruttoformel dieses Stoffes heißt $(C_6H_{10}O_5)x$; das x beträgt nach Staudinger bei Rohbaumwolle ca. 5000, Flachs 5000, Kupferkunstseide 450 usw. Die einzelnen C.-Moleküle sind Makromoleküle, die aus etwa 2000 aneinandergehängten Glucoseresten bestehen; tatsächlich kann man die C. auch durch Einwirkung von starken Säuren oder Fermenten in Traubenzucker aufspalten.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

CEPT. (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications; European Conference of Postal and Telecommunications Administrations; Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen). Die Gründung erfolgte am 16. Juni 1959 in Montreux mit dem Abkommen zur Gründung der CEPT als vertragliche Grundlage.

Die Ziele der CEPT sind im wesentlichen die Vertiefung der Beziehungen zwischen den europäischen Verwaltungen sowie die Harmonisierung und Verbesserung der Verwaltungs- und Betriebsdienste im Post- und Fernmeldewesen. Die CEPT übt ihre Tätigkeit im Geiste der Bestimmungen des Weltpostvertrags und des → Internat. Fernmeldevertrags aus.

Aufbau: Die CEPT hat als oberstes Organ zur Klärung allgemeiner Fragen der Konferenz eine Vollversammlung, die zur Zeit etwa alle 2 Jahre zusammentritt. Sie bestimmt jeweils eine Mitgliedsverwaltung, der bis zur nächsten Sitzung die Geschäftsführung der CEPT obliegt und die den Vorsitz und das Sekretariat der Konferenz übernimmt. Da etwa alle 2 Jahre ein anderes Land den Vorsitz führt, hat das Sekretariat keinen festen Sitz. Die CEPT ist gegliedert in die Kommission »Post« und die Kommission »Fernmeldewesen« mit einer Reihe von Arbeits- und Unterarbeitsgruppen. Mitglieder der CEPT sind 24 Länder, und zwar alle europäischen Staaten mit Ausnahme des Ostblocks. Da 4 Länder Postwesen und Fernmeldewesen getrennt verwalten, gehören der Konferenz 28 Mitgliedsverwaltungen an.

Sprachen: Für Beratungen der Konferenz sind die französische, die englische und die deutsche Sprache zugelassen. Dokumente der CEPT werden meist in französischer Sprache verfaßt.

Finanzen: Hinsichtlich der Teilung der Kosten werden die Mitglieder in Klassen zu 1, 10 und 25 Anteilen eingestuft. *Klan*

CER → ZER.

Cerrobind. Eutektische Legierung aus Bi, Pb, Sn und Cd, F. ca. 70°C. Verwendung: für Modelle usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Cerrotru. Eutektische Bi/Sn-Legierung, Schmelzpunkt 138°C, schrumpft nicht beim Erstarren.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

CETS (CETS, ECSC). (Conférence Européenne des Télécommunications par Satellites; European Conference on Satellite Communications). Konferenz europäischer Staaten über Fernmeldeverbindungen mit Satelliten. Die erste Tagung war im Mai 1963 in Paris. Weitere waren in London, Rom (zweimal), Bonn und den Haag. Alle Mitglieder der → CEPT können sich beteiligen. Bisher nahmen 16 Länder an der Arbeit der CETS teil, darunter auch die Bundesrepublik Deutschland. Organe der CETS sind der Organisationsausschuß, der Ausschuß für Weltraumtechnologie, der Technische Planungsstab und das Sekretariat (in London). Aufgabe der CETS war die Koordinierung europäischer Interessen bei den Verhandlungen, die im Aug. 64 zu dem Übereinkommen zur vorläufigen Regelung für ein weltweites kommerzielles Satelliten-Fernmeldesystem (→ INTELSAT) führten. Diese Koordinierung wird im Hinblick auf das 1969 abzuschließende endgültige Übereinkommen fortgeführt. Eine andere Aufgabe betrifft ein gemeinsames europäisches Programm für Fernmeldeversuchssatelliten.

C-Filter → Geräuschspannungsmesser.

CF-Salz, CFA-Salz, CKA-Salz, CKB-Salz, CKF-Salz → Holzschutzmittel für Fernmeldemaste.

Chapman-Schicht → Ionosphäre.

Chappe, Claude, geb. 1763, gest. 1805, französischer Ingenieur, Erfinder des optischen Telegrafen, sein System bestand aus einem Mast mit einem zweiarmigen drehbaren Hebel, an dessen Enden sich je ein drehbarer einarmiger Flügel befand.

Literatur: Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegrafie und Telephonie, S. 25, 27 ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Karraß; Geschichte der Telegrafie, S. 27ff. Freiburg: Herder 1887. Larousse: Nouveau Petit, illustré. Paris 1926. Berlin: Meidinger 1894. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr.-Wesens.

Charakteristik oder Kennlinie ist die grafische Darstellung zweier voneinander abhängiger elektrischer Größen, z. B. Strom-Spannungs-Kennlinie von Röhren, Schwingkennlinien, Magnetisierungskurven, Relaischarakteristiken (→ Relais unter 4.1.1.2.), einer Leitung (→ Wellenwiderstand) u. dgl.

charakteristische Frequenz → Frequenz (Funk).

charakteristische Funktion bei Vierpolen → Vierpoltheorie 4.1.

charakteristische Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

charakteristische Wellen → ionosphärische Brechung.

Chef- u. Sekretäranlagen → Vorzimmeranlagen.

chemische Metallüberzüge. Metallabscheidung durch Eintauchen eines Metalls in eine Lösung, die Metallionen eines edleren Metalls enthält. Als Verfahren sind möglich: Tauch-, Sud- und Kontaktverfahren, ferner Weißsieden und stromlose Verfahren.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Seite 5, Okt. 1965.

chemisches Glänzen. Glänzen durch Eintauchen in Lösungen, z. B. Behandeln von Stahl nach üblichem Verbeizen zum Erzeugen einer möglichst glänzenden Oberfläche, z. B. in konzentrierter Salpetersäure oder Glanzbrennen von Kupfer, Kupferlegierungen und Glanzchromüberzügen.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Chireix-Mesny-Antenne → Dipolantenne.

Chireixsender, ein Funksender, der mit hohem Wirkungsgrad für Amplitudenmodulation betrieben wird, indem 2 Verstärkerkaskaden mit RF-Schwingungen gesteuert werden, deren Phasen um annähernd ±90° gegenüber ihrer normalen Lage bei Amplitudenmodulation gedreht sind. Die beiden RF-Schwingungen werden im Gegentakt in der Phase moduliert, ohne ihre Amplitude zu ändern, so daß die beiden Verstärkerkaskaden mit hohem Wirkungsgrad arbeiten. Die amplitudenmodulierte Schwingung wird durch Überlagerung der beiden phasenmodulierten Schwingungen in einer Kombinationsschaltung am Ausgang der beiden Kaskaden gebildet.

Chirp-Radartechnik → Radaranlagen.

Chlorkohlenstoff. Bei Chemischreinigern gelegentlich verwendete Bezeichnung für Tetrachlorkohlenstoff.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Chrom, Cr, Atomgewicht 52,01, ϱ 6,92, Fp 1920°C, Kp 2327°C. C. ist ein glänzendweißes, sprödes und hartes Metall. Es findet sich fast nur in Verbindungen, deren wichtigste das C.-Eisenerz $Cr_2O_3 \cdot FeO$ ist. Die Gewinnung von mehr oder weniger reinem C. geschieht nach dem Goldschmidt'schen aluminothermischen Verfahren. Es beruht auf der Umsetzung eines Gemisches von C.-Oxyd mit granuliertem Aluminiummetall, das gezündet Temperaturen bis 3000°C entwickelt. C. findet ausgedehnte Verwendung zur Herstellung von korrosionsbeständigen Legierungen mit Nickel und Eisen, ferner zur Herstellung galvanischer Überzüge.

Chromatieren. Behandeln von Metallen in wäßrigen, sechswertiges Chrom enthaltenden Lösungen unter Erzeugung von Chromverbindungen enthaltenden Deckschichten, wobei der Chromanteil immer aus der Behandlungslösung, weitere Bestandteile der Schicht aus der Behandlungslösung und/oder dem Metall selbst geliefert werden.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Seite 4, Okt. 1965.

Chromatron → Farbbildwiedergaberöhre.

Chrominanzverstärker → Farbfernsehempfänger.

Chromosphäre → Sonnenaktivität.

Chromstähle. Verschiedenen Stahlsorten werden 4 bis 30% Chrom zulegiert. Diese legierten Stähle haben größere Hitzebeständigkeit, höhere Härte und ein feineres Gefüge. Gewöhnliche, einfache Stähle widerstehen Temperaturen von rund 550°C, nach Zulegierung von etwa 6% Cr werden sie bis 800°C, bei über 20% Cr sogar bis 1200°C und darüber beständig. Ein einfacher Chromstahl kann z. B. neben Eisen 6,2% Cr, 0,63% C, 0,17% Mn und 0,07% Si enthalten. Die rostfreien Chromstähle enthalten 13 bis 16% Cr und höchstens 0,5% Ni; sie werden als VM-Stähle bezeichnet.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Chronograph wird ein Gerät zur genauen Aufzeichnung der Dauer eines bestimmten Vorgangs genannt. Im allgemeinen enthält ein Ch. eine dauernd gehende Uhr, deren Zeiger durch den Beginn des Vorgangs in Gang gesetzt, durch das Ende des Vorgangs angehalten wird. Werden die Ch. so ausgebaut, daß sie ständig eine Linie schreiben, die durch ein bestimmtes Ereignis unterbrochen oder in ihrem Verlauf geändert wird, dann werden sie auch Zeitschreiber genannt. In diesem Sinne sind z.B. die Barographen, Thermographen und Hygrographen der Meteorologie Zeitschreiber, weil sie den Gang von Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit mit der Zeit aufzeichnen.

Als Chronometer werden Uhren bezeichnet, die aufgrund einer Prüfung (→ Deutsches Hydrographisches Institut) ganz bestimmten Bedingungen über die Ganggenauigkeit bei verschiedenen Temperaturen und in wechselnden Lagen genügen.

CIGRE → Internationale Hochspannungskonferenz.

CIRM → Internationaler Seefunkausschuß.

CISPR. (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques; International Special Committee on Radio Interference; Internationaler Sonderausschuß für Funkstörungen.) Gegründet wurde das CISPR 1933 als Spezialausschuß unter Führung der → Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Die Aufgabe des CISPR ist die Erarbeitung von Empfehlungen für eine einheitliche internationale Regelung der Unterdrückung von Funkstörungen, mit dem Ziel, einen zufriedenstellenden Funkempfang, insbesondere des Ton- und Fernseh-Rundfunks, zu erreichen und den internationalen Handel zu erleichtern. Mitglieder sind das → CCIR, alle nationalen Komitees des → IEC, die → Europäische Rundfunkunion, die → Internationale Rundfunk- und Fernsehorganisation, die → CIGRE, der Internationale Eisenbahnverband, die Internationale Kommission für Regeln zur Begutachtung elektrotechnischer Erzeugnisse, der Internationale Verband für öffentliches Verkehrswesen. *Klan*

CLIMAT → Wetterschlüssel.

Clutter → Subclutter-visibility.

CMC-7-Schrift → Automatische Zeichenerkennung.

CMI. (Commission Mixte Internationale pour la Protection des Lignes de Télécommunication et des Canalisations; Joint International Committee for the Protection of Telecommunications Lines and Ducts;

Internationale gemischte Kommission zum Schutze der Fernmeldelinien und der Kanalanlagen). Die Gründung erfolgte 1927 in Paris.

Zweck der CMI ist der Schutz von Fernmeldelinien und Kanalanlagen gegen Störungen und Beschädigungen durch Starkstrom, Eisenbahnen und Korrosion. Die Sekretariatsarbeiten werden vom Sekretariat des → CCITT wahrgenommen.

Organe. Die CMI besteht aus einer Vollversammlung, etwa alle 3 Jahre tagend, einem Präsidenten und zwei Vizepräsidenten, die die Abteilungen »Starkstromschutz der Fernmeldeleitungen« und »Schutz unterirdischer Anlagen gegen Korrosion« mit 10 bzw. 9 Studienkommissionen leiten.

Vollmitglieder sind außer dem CCITT die Internat. Eisenbahnunion, die Internat. Vereinigung der Gasindustrie, die Internat. Elektrotechnische Kommission, die Internat. Hochspannungskonferenz und die Internat. Union der Erzeuger und Verteiler von elektrischer Energie. Angeschlossene Mitglieder sind verschiedene nationale Organisationen aus 8 Ländern.

Klan

COBOL. Abk. für **C**ommon **B**usiness **O**riented **L**anguage, ist eine problemorientierte Programmiersprache, die speziell auf die Anforderungen der kaufmännischen und buchhalterischen Datenverarbeitung zugeschnitten ist. C. wurde in den Jahren 1959/60 in den USA geschaffen, und seine Benutzung hat sich mittlerweile auch außerhalb deren Grenzen ausgebreitet (→ Programmierung).

Literatur: K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung (2. Aufl.), Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1967.

Code. Laut DIN-Norm 44 300:

1. Eine Vorschrift für die eindeutige Zuordnung (Codierung) der Zeichen eines Zeichenvorrates zu denjenigen eines anderen Zeichenvorrates (Bildmenge). Anmerkung: *Die Abbildung braucht nicht umkehrbar eindeutig zu sein.*

2. Der bei der Codierung als Bildmenge auftretende Zeichenvorrat.

Anmerkung: *Die Zeichen der Bildmenge können selbst Wörter aus Elementen eines anderen Zeichenvorrates sein.*

Der Zeichenvorrat, der elektrisch abgebildet werden soll, besteht üblicherweise aus Schriftzeichen und Steuerzeichen. Schriftzeichen sind Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen. Wenn im wesentlichen Ziffern dargestellt werden sollen, spricht man von numerischen C.; wenn Buchstaben sowie weitere Sonderzeichen und Steuerzeichen hinzukommen von alphanumerischen C.

Die Zeichen eines C. können Redundanz (Weitschweifigkeit) enthalten oder sie kann ihnen zugefügt werden, woraus sich Methoden der Fehlersicherung ableiten lassen.

Die Codewörter sind häufig aus einer gleichen Anzahl von Binärelementen zusammengesetzt, z. B. beim 5-Bit-Code, 6-Bit-Code, 7-Bit-Code usw.

C. bestimmter Art sind → Telegrafenalphabete.

W. Tietz

Code 11-Anrufe → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen.

Code 12-Anrufe → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen.

Code 15-Taste → Nummernendetaste.

Code 15-Zeichen → Nummernendetaste.

Code in Telegrammen → Abfassen der Telegramme.

Codeanpassungsübertragung → Anpassungsübertragung.

Codec, aus dem angelsächsischen Sprachraum stammende Wortbildung, entstanden aus den Anfangssilben von Coder (→ Coder) + Decoder (→ Decoder). Ähnlich der Wortbildung »Modem« (Modulator + Demodulator) in der Datenübertragungstechnik bezeichnet »Codec« in der → PCM-Übertragungstechnik einen Sammelbegriff für die digitalen Einrichtungen auf der Sende- und Empfangsseite eines → PCM-Übertragungssystems.

Codekapazität (Nummernkapazität) k ist die Anzahl der maximal darstellbaren verschiedenen Codesignale. Sie hängt bei Frequenzcodeverfahren von der Anzahl der insgesamt verfügbaren Frequenzen (N), von der Anzahl der Frequenzen eines Signalelements (n) und von der Anzahl der Signalelemente für jede Rufkombination (s) ab.

Codeklinkenübertragung. Bei den CCITT-Systemen Nr. 3 und 4 mit codierter Zeichengabe ist im halbautomatischen → Auslandsfernsprechverkehr die Ansteuerung eines Vermittlungsplatzes vorgesehen. Die C. dient zur Zusammenschaltung eines Wählerausganges auf eine Klinke im Anruffeld eines Fernplatzes mit Schnüren (Fernplatz F 36/50, Fernplatz F 57). Außerdem gestattet sie Code 11-Plätze aufgrund der → Sprachenkennziffer sprachgezielt anzusteuern. Die C. wird auch für die Zuschaltung von platzgezielten Ansteuerungen von Code 12-Plätzen eingesetzt (→ Auslands-Platzleitungswähler). Dabei entfällt die Auswertung der Sprachkennziffer.

Codeprüfung. C. ist nur möglich, wenn die Informationsschritte (Zeichen, Block) über eine ausreichende → Redundanz verfügen. Wird nämlich bei einem vollständig genutzten Code, z. B. vom Typ 2^m, nur ein Binärschritt gefälscht, ist der Fehler nicht erkennbar, weil ein anderes zulässiges Codewort entsteht. Dagegen sind gefälschte Buchstaben in einem Klartext wegen der Sprachredundanz verhältnismäßig leicht zu erkennen. Anders ist dies bei Zahlen oder bei einer Datenübertragung. Nachstehend Ausführungen und Beispiele von Codeprüfung binärer Codes gleicher Wortlänge. Es sind prüfbare und korrigierbare Codes zu unterscheiden. Bei einem prüfbaren Code kann ein Fehler mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit erkannt, aber nicht korrigiert werden. Codes, die mit Sicherheit alle Fehler erkennen lassen, gibt es nicht. Ein Maß für die unerkannten bzw. falsch korrigierten Zeichen ist die Restfehlerrate. Diese ist abhängig von der Art der

Codes, vom Sicherungsverfahren und von der Fehlerwahrscheinlichkeit bzw. dem Fehlertyp des Übertragungssystems. Ob ein Code nur prüfbar oder auch korrigierbar ist, wird bestimmt durch die Mindest-Hammingdistanz d (auch Distanz d eines Codes genannt). Diese gibt an, in wie vielen Binärstellen sich die Codewörter eines Codes mindestens voneinander unterscheiden. Um einen Fehler zu erkennen, muß $d \geqq 2$ sein, weil die Verfälschung einer Stelle bei $d = 1$ wieder zu einem zulässigen Codewort führt. Allgemein: Ein Fehler ist erkennbar, wenn nicht mehr als $f = d-1$ Binärstellen eines Codewortes gefälscht sind, und er ist korrigierbar, wenn $d \geqq 2f+1$. Danach können bei $d = 4$ 3fache Fehler erkannt und einfache auch korrigiert werden.

Fehlerkorrigierende Codes erfordern eine bedeutend größere Redundanz. Da in der Regel der Rückkanal verfügbar ist, beschränkt man sich auf fehlererkennende Codes und fordert bei einem erkannten Fehler die letzten Codewörter (abhängig von der Laufzeit, bei Funkfernschreibsystemen z. B. sind es 3) oder den letzten Block nochmals ab. Die Blocklänge ist so zu wählen, daß die relative Redundanz möglichst klein ist. Dies führt zu langen Blöcken. Andererseits darf sie aber nicht so groß sein, daß bei der zu erwartenden Fehlerhäufigkeit eine zu große Anzahl von Blöcken gestört ist (höchstens jeder 10.).

1. Paritätsprüfung. Ausgangspunkt ist der vollständig genutzte Code 2^m, der durch Zufügen eines Prüfbits auf 2^{m+1} erweitert wird. Das Prüfbit wird so gewählt, daß die Stellen des ursprünglichen Codes 2^m — je nach Vereinbarung — auf gerades oder ungerades Gewicht ergänzt werden. Mit Gewicht wird die Anzahl der »1«-Stellen eines Codes bezeichnet. Empfangsseitig ist dann zu prüfen, ob die Parität eingehalten ist. Anschließend wird das Prüfbit unterdrückt. Bild 1 zeigt ein Beispiel für geradzahlige Parität eines Codes mit m = 5 (z. B. Telegrafenalphabet Nr. 2). Es werden alle einfach gefälschten Codewörter als Fehler erkannt.

Informationsstellen					Prüfstelle	Quersumme
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	2
1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	1	0	1	4
1	1	1	1	1	1	6

Bild 1. Prüfung für geradzahlige Parität.

2. Gleichgewichtsprüfung. Hierfür müssen alle Codewörter gleiches Gewicht w haben. Dies ist bei einem 2^m-Code für $\binom{m}{w} = \frac{m!}{w!\,(m-w)!}$ Zeichen erfüllt. Ein Beispiel hierfür ist der für → Mux-Fernschreibsysteme mit automatischer Fehlerkorrektur benutzte van-Duuren-Code mit m = 7 und w = 3. Es sind 35 Kombinationen möglich, bei denen empfangsseitig geprüft wird, ob das Verhältnis 3:4 eines Codewortes eingehalten ist. Der Minimalabstand beträgt zwar ebenfalls nur $d = 2$, jedoch werden alle einseitigen und alle ungeradzahligen Verfälschungen (nur 0 → 1 bzw. 1 → 0) erkannt. Nur die geradzahligen Verfälschungen — sog. Transpositionen —, bei denen innerhalb eines Codewortes die gleiche Anzahl von 1 → 0 und 0 → 1 gefälscht sind, bleiben unerkannt.

3. Blockprüfung. Hierbei wird eine größere Anzahl von Codewörtern (z. B. einige Hundert) zu einem Block zusammengefaßt und durch k Prüfstellen, die den redundanten Anteil der Information darstellen, ergänzt. Die Prüfstellen werden nach einem vorgegebenen Schema aus den Informationsstellen abgeleitet (z. B. durch k-stufiges rückgekoppeltes Schieberegister). Empfangsseitig werden die k-Prüfstellen nach dem gleichen Verfahren ermittelt und mit den empfangenden Prüfstellen verglichen. Vorteilhaft ist, daß Verfälschungen trotz geringer Redundanz mit hoher Sicherheit erkannt werden. Ein einfaches Beispiel, bei dem zugleich eine Korrektur möglich ist, zeigt Bild 2. Es sind n Codewörter eines gleichgewichtigen Codes mit gerader Parität zu einem Block zusammengefaßt, dessen k Prüfstellen die Spalten ebenfalls zu gerader Parität ergänzen. Durch waagerechte und senkrechte Quersummenbildung und durch Vergleich k mit Q kann der Fehler erkannt und korrigiert werden. Bei Verzicht auf einen prüfbaren Code wäre durch das Prüfwort nur die fehlerhafte Spalte erkannt worden.

								Qs 2
1. Codewort	1	1	0	0	1	0	1	4
	1	1	0	0	1	1	0	4
	0	1	1(0)	0	0	1	1	3 ← Fehler
	1	1	0	0	0	1	1	4
2. Codewort	1	0	0	0	1	1	1	4
k	0	0	1	0	1	0	0	
Qs 1	0	0	0	0	1	0	0	
			↑ Fehler					

k = Prüfwort, sendeseitig zugefügt
Qs 1, 2 = senkrechte, waagerechte Quersumme, empfangsseitig gebildet
(0) = Verfälschung von 1 → 0. Sendeseitig 1, empfangsseitig 0

Bild 2. Korrektur durch Prüfwort bei gleichgewichtigem Code.

Literatur: Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer 1967 — Steinbuch, Rupprecht, Nachrichtentechnik, Springer 1967 — G. Schmitt, Einführung in die Vermittlungstechnik, Oldenbourg 1965.

Jendra

Coder (auch Codierer), in der PCM-Übertragungstechnik Bezeichnung für eine Schaltungsanordnung bzw. Baugruppe, die entsprechend dem quantisierten Abtastwert (→ Abtastung, → Quantisierung) z. B. eines Sprachsignals eine diesem Abtastwert zugeordnete Kombination von Codezeichen liefert. Für die technische Verwirklichung des Codiervorgangs haben sich mehrere C-Typen herausgebildet, so z. B. Zählc., Wägec., Faltc. usw. Je nach dem gewählten → Codierverfahren, den verschiedenen Anforderungen an Codiergeschwindigkeit und Genauigkeit des Codiervorgangs, des Aufwands und den besonderen

Eigenschaften des zu codierenden Signals verwendet man Varianten bzw. Erweiterungen dieser Codertypen, z. B. Wägecoder mit zeitlicher Staffelung.

Da man den Vorgang der Amplitudenquantisierung (→ Quantisierung) in den Codiervorgang schaltungstechnisch sehr günstig einbeziehen kann, unterscheidet man die C. auch hinsichtlich ihrer Charakteristik in lineare und nichtlineare C.

Linearer Coder: für Verringerung der Quantisierungsverzerrungen (→ Quantisierung) sieht man bei PCM-Sprachübertragung eine nichtlineare Skala der Amplitudenstufen entsprechend der gewählten Quantisierungskennlinie vor. Beim linearen C. besteht ein linearer Zusammenhang zwischen dem angelieferten quantisierten Abtastwert und der erzeugten Codekombination. Zur Erzielung der gewünschten nichtlinearen Stufenfolge der quantisierten Abtastwerte muß daher dem linearen Coder ein nichtlineares Netzwerk (Presser) vorgeschaltet werden, das die gewünschte Charakteristik besitzt. Bei der Decodierung muß auf dem linearen Decoder ebenfalls ein nichtlineares Netzwerk mit genau inverser Charakteristik (Dehner) folgen.

Bei der Anwendung von linearen C. bzw. Decodern mit vor- bzw. nachgeschalteten nichtlinearen Netzwerken machen sich Abweichungen in den Kennlinien der Netzwerke durch Ansteigen der Klirrverzerrungen bemerkbar. Mit entsprechendem Aufwand (Einbauen in Thermostate, sehr genauer Abgleich) lassen sich die Abweichungen innerhalb der gewünschten Grenzen halten.

Anstelle des nichtlinearen Netzwerks kann auch ein Umrechner vorgesehen werden; dieser muß jedoch am Ausgang des C. liegen, im Gegensatz zum nichtlinearen Netzwerk, das an seinem Eingang angeschlossen ist. In einem solchen Anwendungsfall codiert der C. linear mit hoher Stufenzahl; der Umrechner bildet hieraus dann die gewünschte Codierung (z. B. mit 7 oder 8 Codezeichen). Diese Anordnung ist besonders in Verbindung mit einer Segment-Quantisierungskennlinie (Kompandierung) vorteilhaft.

Nichtlinearer Coder. Beim nichtlinearen C. wird die gewünschte nichtlineare Stufenfolge der quantisierten Abtastwerte während des Codiervorgangs im C. selbst erreicht. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn man eine durch Geradenstücke angenäherte (Segment-) Quantisierungskennlinie (→ Quantisierung) statt einer »glatten« verwendet. Bei der Anwendung einer Segment-Quantisierungskennlinie wird die feste Verknüpfung zwischen der nichtlinearen Quantisierung und dem erzeugten Code von selbst erzwungen; das gleiche gilt sinngemäß für den nichtlinearen Decoder. Durch die Verknüpfung ist dafür gesorgt, daß zwischen dem Coder und dem Decoder keine Abweichungen zwischen sich entsprechenden Abtastwerten auftreten können, da der Code selbst für Übereinstimmung sorgt. Wegen dieser Vorteile und des relativ einfachen Aufbaus wird der nichtlineare C. bzw. Decoder in modernen PCM-Übertragungssystemen in Verbindung mit durch Geradenstücke angenäherte Quantisierungskennlinien im steigenden Maß verwendet. *Irmer*

Coderahmen → Codierung.

Coderegister sind den → Codewahlübertragungen ankommend der internationalen Leitungen mit CCITT-Systemen Nr. 3 und 4 über Relaissuchwähler zentral zugeordnet. Neben den allgemeinen Aufgaben und Funktionen eines → Registers ist das für Endverkehr ankommende C. (CRg-e) im Aufnahmeteil für den Empfang eines Gleichstromschrittcodes ausgerüstet. Der Gleichstromschrittcode wird aus den in der Codewahlübertragung empfangenen tonfrequenten Codeelementen abgeleitet und an die CRg-e weitergegeben. Die CRg-e sind mit Bandspeicherkernen bestückt, die entsprechend des Gleichstromschrittcodes mehr oder weniger magnetisiert werden.

Auf der Ausgabeseite wird die eingespeicherte Ziffern-information mit dekadischer Impulssteuerung in das deutsche Fernwahlnetz weitergegeben. Die Zahl der zu formenden dekadischen Impulse je Ziffer wird dabei aus dem Grad der Magnetisierung des Bandspeicherkernes je Ziffer bestimmt. Dieses Prinzip des Speichers gestattet also die notwendige Decodierung der → Registerzeichen an der Schnittstelle zwischen internationalem Codewahlnetz und nationalem Impulswahlnetz in relativ einfacher Weise. *Schönbach*

Codesender (Telex) für geschriebene Betriebssignale. In Telegrafenvermittlungstechnik Oberbegriff für Einrichtungen, die Texte bilden und aussenden, um dem Anrufer Auskunft über den Verbindungsablauf zu geben, z. B. Codesender für → Wählzeichenumsetzer, Meldetextgeber, Wartetextgeber (→ Fernschreibfernplatz).

Codetelegrafie. Informationsübertragung auf digitaler Grundlage. Ausgangsgröße ist der »Schritt« oder das »Codeelement«. Bei einer bestimmten Anzahl von Schritten läßt sich durch Kombination der Schritte ein Vorrat von $K = a^n$ Zeichen bilden, wenn a die Zahl der Amplitudenstufen und n die Schrittzahl angeben, also z. B. $a = 2$ für Binärübertragung und $n = 5$ (Fünfschrittzeichen) und damit $K = 2^5 = 32$. Ordnet man diesen Schrittzeichen andere, z. B. Alphabetzeichen zu, so entsteht ein Code oder Telegrafencode. Die Codetelegrafie wird mit entsprechend konstruierten Codetelegrafenapparaten betrieben.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Code-Umsetzer → Codierung.

Codeumsetzung (Codeumwandlung). Umsetzung einer digitalen Nachricht von einem Code in einen anderen, z. B. von einem nicht redundanten Code in einen redundanten Code zum Zwecke der Fehlererkennung. Bei → ARQ-Systemen Umsetzung von Fünfschritt-Code in Siebenschritt-Code im Sendeteil und Rückumsetzung von Siebenschritt-Code in Fünfschritt-Code im Empfangsteil.

Codewahl → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst, → Registerzeichen, Internationale Zeichengabesysteme.

Codewahlübertragungen sind in den → Auslandsvermittlungsstellen den internationalen Leitungen mit CCITT-System Nr. 3 und 4 fest zugeordnet. Je nachdem, an welchem Leitungsende sie eingesetzt sind, unterscheidet man zwischen ankommender oder abgehender Übertragung. Das Kurzzeichen für kommende C. des CCITT-Systems Nr. 3 ist 1 FCUe-k (in der BRD gibt es keine abgehenden Leitungen dieses Systems) und für C. des CCITT-Systems Nr. 4 2 FCUe. Auf der Leitungsseite senden oder empfangen C. die tonfrequenten Codezeichen. Sie sind dazu mit → Tonempfängern ausgerüstet. Auf der Vermittlungsseite senden und empfangen C. Gleichstromzeichen als Impulse oder Dauerpotentiale (→ Zustandssteuerung). Die C. übernehmen somit die Umsetzung der → Leitungszeichen an der Schnittstelle zwischen internationalem Codewahlnetz und deutschem Impulswahlnetz. Darüber hinaus wird an die 1 FCUe-k und 2 FCUe-k für die Zeit des Verbindungsaufbaues ein → Coderegister für die Umsetzung der Registerzeichen angeschaltet.

Schönbach

Codierer → Coder.

Codierung. Im allgemeinen Sinn ist C. die Darstellung von Information mit Hilfe einer endlichen Menge vereinbarter → Zeichen (Zeichenvorrat). Einige wichtige Zeichenvorräte: Die (lateinischen) Buchstaben einschließlich Zwischenraum (Zwr) und Satzzeichen; die Ziffern; die Binärelemente (O, L bzw. 0, 1 oder auch A, Z geschrieben). Die Zuordnung der Binärelemente zu den Signalzuständen enthält das Rotbuch des CCITT (1960), Bd. VII, S. 347. Ist der Zeichenvorrat oder ein Teil davon geordnet (vereinbarte Reihenfolge), bildet er ein Alphabet (→ Zeichen). Beispiel: Die lateinischen Buchstaben, aber zunächst ohne Zwr und Satzzeichen: Für diese kann zur lexikographischen Anordnung von Wörtern zusätzlich eine Sortierreihenfolge vereinbart werden (Zwr vor den Buchstaben). Eine zweidimensionale Anordnung der Buchstaben und/oder Ziffern usw. sind die Tastaturen.

Aus den elementaren Zeichen können nach bestimmten Regeln (Syntax, Orthographie, Code-Vorschrift) Kombinationen gebildet werden, die »Wörter« oder ebenfalls »Zeichen« heißen. Beispiel: Wörter im Sinne der Umgangssprache; Zahlen; Morsezeichen. Der Wortvorrat heißt abgeschlossen, wenn die Regeln seinen Umfang beschränken (z. B. »Nur Kombinationen aus 5 Buchstaben zugelassen«; der 7-Schritt-Code), andernfalls heißt er »offen«. Die kommerziellen Codes (Mosse-C., ABC-Code) stellen eine ganze Nachricht durch eine Buchstaben-Kombination dar, ähnlich die Q-Gruppen im Funkverkehr; der Fernsprechanschluß ist durch eine Ziffern-Kombination (Rufnummer) gekennzeichnet.

Unter C. im engeren Sinn versteht man die Darstellung von Buchstaben, Ziffern, Satzzeichen und Steuerzeichen durch Kombinationen aus Binärelementen. Die Liste dieser Zuordnung (Codetafel) heißt »der Code«. (Die Bezeichnung »Alphabet« dafür ist veraltet; ebenso ist das Wort »Code« für eine einzelne Kombination abzulehnen.) Ein Gerät, das die Buchstaben (meist an einer Tastatur eingegeben) in die entsprechenden Kombinationen umsetzt, heißt »Coder«; der Decoder erzeugt daraus wieder den Buchstaben für ein Druckwerk oder das Steuerzeichen zur Verarbeitung. Der einfachste Coder in der Nachrichtentechnik ist die Wählscheibe (Verwandlung der Ziffer in die entsprechende Anzahl von Impulsen), Decoder dazu ist der Schrittwähler. Hier werden die Codeelemente durch die zeitliche Aufeinanderfolge unterschieden (Serienübertragung); sie heißen dann »Schritte«. Codeumsetzer verwandeln aus einem Code stammende Kombinationen in die Kombinationen aus einem anderen Code.

Der Code kann Redundanz einsparen, indem er häufige Buchstaben durch kürzere Kombinationen darstellt (→ Informationstheorie); Beispiel: Der Morse-Code (→ Morse-Alphabet). Den größten Gewinn ergibt der Shannon-Fano-Code (»optimale« C.). Zum Ausgleich des unterschiedlichen Informationsflusses am Ein- und Ausgang des Coders benötigt man einen Pufferspeicher, der überfließen kann, wenn vorübergehend seltene Buchstaben in zu großer Zahl auftreten. Diesen Nachteil vermeiden Codes mit einer festen Zahl (Code-Rahmen) von Binärelementen gleicher Länge. Mit n Stellen ergibt sich der Umfang $N = 2^n$. Solche Codes eignen sich auch für Parallel-Übertragung (mehrere Leitungen oder mehrere Frequenzen). Beispiele: Der im → Telexnetz verwendete CCI-Code Nr. 2; die neuen ISO-Codes (7er-, 8er-Code). Die Unterteilung der Schrittfolge in Codezeichen muß im Empfänger erkennbar sein, entweder durch ein Trennzeichen (Sperrschritt und Anlaufschritt bei → Start-Stop-Betrieb) oder durch regelmäßige Zeitabschnitte (Isochronismus). Zur Herstellung des Synchronismus zwischen Sender und Empfänger dienen Synchronisierzeichen (sync). Beispiele: Die Leerlaufzeichen α und β (idle time) im TOR-Code. Bei der Auswahl einer Sync-Kombination ist zu überlegen, ob bzw. mit welcher Wahrscheinlichkeit sie im Text zufällig entstehen kann, und ob der Sync-Zeitpunkt auch bei gestörter Übertragung hinreichend deutlich gekennzeichnet ist; dafür besonders günstig sind die Barker-Codes.

Übertragungsfehler können bis zu einem gewissen Grade erkannt werden durch Verwendung gesicherter Codes. Man baut sie so auf, daß je zwei Codezeichen sich in mindestens d Stellen unterscheiden; dieser Unterschied heißt der Hamming-Abstand zwischen den Zeichen. Ein Code mit dem Abstand 4 z. B. läßt einfache, Doppelfehler und dreifache Fehler mit Sicherheit erkennen (d. h. eine, zwei oder drei verfälschte Stellen in einem Zeichen, in beliebiger Lage). Beispiel: Der Bauer-Code (10 Stellen, 32 Zeichen).

Oft verwendet man gleichgewichtige Codes, wo in jedem Codezeichen von n Stellen genau w Stellen mit 1 belegt sind, die anderen mit 0 (w-aus-n-Code). Beispiele: Der 2-aus-5-Code (10 Zeichen) für Ziffern (Ziffern-Sicherungs-, ZS-Code); der TOR-Code (van Duuren-C.) beim Funkfernschreiben (→ Funkfernschreibsystem), 3-aus-7, 35 Zeichen; der Transceiver-Code für → Datenübertragung, 4-aus-8, 70 Zeichen.

Daneben verwendet die → Datenübertragung die Blocksicherung, wo ein ganzer Datenblock (bis zu mehreren hundert Stellen) durch einige Kontrollstellen ergänzt wird.

Literatur: Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer, 2. Aufl. 1967, Abschn. 1.3, Nachrichtentheorie und C.: Peterson, Prüfbare und korrigierbare Codes, Oldenbourg, 1967. *Berger*

Codierverfahren in der PCM-Übertragungstechnik sind in der Form des Zähl-, Iterativ- und des direkten Verfahrens und ihrer Kombinationen gebräuchlich. Allen drei Verfahren liegt die Aufgabe zugrunde, zu dem jeweiligen quantisierten Abtastwert (→ Quantisierung) die entsprechende Codekombination zu liefern oder, mit anderen Worten, diesen quantisierten Abtastwert codiert auszudrücken. Gelöst wird diese Aufgabe von allen drei Verfahren durch Vergleich mit »Normalen« und dem quantisierten Abtastwert. Der Vergleich liefert bei Übereinstimmung die entsprechende Codekombination. Unterschiedlich ist jedoch die Zahl der Normale bei den verschiedenen Verfahren.

Das Zählverfahren kommt mit einem Normal (Amplitudenstufe → Quantisierung) aus; beim Vergleich werden nacheinander, vom Ausgangspunkt beginnend, alle (maximal $2^n - 1$) Amplitudenstufen abgezählt, bis bei einem bestimmten Abtastwert die diesem Abtastwert entsprechende Amplitudenstufe erreicht ist. Dieses Verfahren ist einfach (nur ein Normal). Es erfordert aber wegen der stets vom Ausgangspunkt einsetzenden Abzählung erhebliche Zeit und ist daher für schnelle Codiervorgänge nicht günstig.

Das direkte Verfahren stellt eine Umkehrung des Zählverfahrens dar. Hier hat man nicht als Normal eine Amplitudenstufe, sondern $2^n - 1$ Normale bzw. Amplitudenstufen. Statt der Abzählung in vielen Einzelschritten wird hier mit einem Schritt durch Vergleich unmittelbar festgestellt, welches Normal (bzw. welche Amplitudenstufe) dem Abtastwert entspricht und welche Codekombination ausgesendet werden soll. Aus dem Prinzip dieses Verfahrens folgen sofort auch seine Vor- und Nachteile: sehr hohe Codiergeschwindigkeit durch sofortige Ermittlung der Codekombination, aber aufwendig durch die große Zahl der Normale. Praktisch verwendet wird dieses Verfahren z. B. bei Codierröhren.

Einen Kompromiß zwischen Zähl- und direktem Verfahren einschließlich ihrer Vor- und Nachteile stellt das Iterativverfahren dar. Hier verwendet man mehrere Normale mit einer Stufung von $2^0 : 2^1 : 2^2 \ldots 2^{n-1}$. Der zu codierende Abtastwert wird nacheinander, ausgehend vom Normal mit der größten Stufung, mit diesen Normalen verglichen. Durch den Vergleich mit verhältnismäßig wenigen, gestuften Normalen erhält man bei vertretbarem Aufwand rasch die dem Abtastwert entsprechende Codekombination. Dieses Iterativverfahren wird daher bei PCM-Übertragungssystemen kleiner bis mittlerer Kanalzahl häufig angewendet. *Irmer*

Codierzeile → automatische Zeichenerkennung.

Command-Tracker → Andover.

Commercial Cable Company → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Commonwealthkabel-System → Seekabelnetz.

Communications Satellite Corporation → Comsat.

COMPAC → Seekabelnetz.

Compagnie Française de Câbles Sous-marins et de Radio → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Compander → Kompander.

Compiler. Übersetzergerät, das in einer problemorientierten Programmiersprache abgefaßte Anweisungen in Befehle einer maschinenorientierten Programmiersprache umwandelt.

Compound → Seekabelaufbau.

Computer. C. ist die englische Bezeichnung für eine — insbesondere elektronische — Rechenanlage, die der Verarbeitung eingegebener Daten dient (→ Elektronische Datenverarbeitung (EDV)).

Comsat. Abk. für »Communications Satellite Corporation«. Private Betriebsgesellschaft für die kommerzielle Nutzung von Fernmeldesatelliten. Gründung und Aufgabenzuteilung 1962 durch ein Bundesgesetz der USA (»Communications Satellite Act«). C. steht unter der Aufsicht des Präsidenten der USA und der »Federal Communications Commission« (FCC), muß dem amerikanischen Kongreß jährlich einen Tätigkeitsbericht vorlegen; ist beauftragt, mit ausländischen Regierungen oder Fernmeldegesellschaften über ein weltweites einheitliches Satelliten-Fernmeldesystem zu verhandeln und ist gehalten, eng mit der → NASA zusammenzuarbeiten. Tätigkeit auf Gewinnbasis, zur Ausgabe von Aktien berechtigt (470 000 nennwertlose Aktien, davon 50% bei US-Fernmeldebetriebsgesellschaften, 50% beim Publikum). Etwa 550 Beschäftigte (Dez. 66). Sitz der C. ist Washington D. C. Dort unterhält die Gesellschaft auch Forschungs- und Entwicklungslabors und eine technische Zentrale zur Fernsteuerung und Bahnkontrolle von Satelliten sowie zur Koordinierung des Betriebsablaufs. C. ist für den Betrieb der → Erdefunkstellen in den USA verantwortlich. Im »International Satellite Consortium« (→ INTELSAT) ist C. mit dem höchsten Anteil (54,928885% am 1. 10. 66) an der Finanzierung des Weltraumabschnittes des Satellitensystems beteiligt, hat somit Sitz und Stimme in den Gremien von INTELSAT. Gleichzeitig übt C. mit einem Teil ihres Personals die Funktion eines »managing agent« aus, ist also eine Art Ingenieurbüro und ausführendes Organ des INTELSAT. C. erhält für diese Tätigkeit eine Entschädigung. *Schröter*

Conférence Européenne des Télécommunications par Satellite → CETS.

Conpernik → Hipernik.

Conseil Européen pour la Construction de Lanceurs d'Engins Spatiaux → ELDO.

Consol → Funkortung.

Cooke, Sir William, Fothergill, geb. 1806, gest. 1879, studierte in Edinburg, sowie Paris und Heidelberg Anatomie und Physiologie. Wurde in Heidelberg auf die Probleme der Elektrizitätslehre aufmerksam und beschäftigte sich seitdem mit deren technischen Anwendungsmöglichkeiten in der Telegrafie. Er eröffnete 1838/39 eine mit Nadeltelegrafen betriebene Linie zwischen London-West und Drayton für die Great Western Railways (5 Jahre vor der ersten Versuchslinie von Morse zwischen Washington und Baltimore).
Literatur: Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 66 (über Zeigertelegraphen), S. 1077ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908 — Karraß: Die Geschichte der Telegraphie. Erster Teil an mehreren Stellen. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1909.

Corbinoscheibe → Galvano-Thermomagnetische Effekte.

Coroplast. Isolierband, Trägerfolie auf PVC oder Polyäthylengrundlage mit Polymerisat-Klebeschicht, ozonfest, schwer brennbar, chemikalien- und alterungsbeständig; wird in Breiten bis 600 mm in allen Farben geliefert.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Correlan-Verfahren. Korrosionsschutzverfahren für Metalle (Fe, Zn, Al, Cu, Messing) in feuchter aggressiver Luft. Man bringt auf die geeigneten Metallgegenstände den Correlanhaftvermittler und sodann (durch Spritzen oder Tauchen) die Correlan-Paste (PVC-Produkt), die man bei ca. 170°C auslegieren läßt.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Corroless. Korrosionsschutzgrundierung, säurefreies, braunrotes Material mit Alkydharzbindemitteln, kann auf (festhaftende) Rostschichten gestrichen werden. Der C.-Roststabilisator wandelt das Eisenhydroxyd $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ unter Wasserentzug in Fe_2O_3 und Fe_3O_4 um und damit wird eine sehr stabile Erzform erreicht; eine Unterrostung kann nicht mehr auftreten. Walzzunder muß genügend abgewittert werden.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

COTC (Canadian Overseas Telecommunication Corporation) → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Coulomb, Charles, Augustin, geb. 1736, gest. 23. 8. 1806. War 9 Jahre Ingenieur in der französischen Kolonialarmee für Westindien. Arbeitete darauf als Physiker und wurde 1781 Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften. 1784 erfand er die Torsionswaage, bestimmte damit die Gesetze der elektrostatischen Anziehung und Abstoßung und die Verteilung der Elektrizität auf Leitern (Coulombsches Gesetz, Schlußstein der Untersuchungen der statischen Elektrizität). Schrieb später noch über Magnetismus. Die elektrische Maßeinheit »Coulomb« ist nach ihm benannt. Sie ist die SI-Einheit der Elektrizitätsmenge, Kurzzeichen C. Es ist 1 C = 1 As.
Literatur: Poggendorff: Geschichte der Physik. S. 890ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1879 — Poggendorff: Biogr.-lit. Handw.-Buch — C. Matschoß: Männer der Technik.

Coulombsches Gesetz. Stehen einander im Vakuum zwei kleine Träger elektrischer Ladungen Q_1 und Q_2 im festen Abstand r gegenüber (also ohne Relativgeschwindigkeit gegeneinander), so besteht zwischen ihnen eine Kraft F in der Richtung der Verbindungslinie (abstoßend bei gleichnamigen, anziehend bei ungleichnamigen Ladungen). Diese Kraft ist erfahrungsgemäß proportional zu $Q_1 Q_2/r^2$, man schreibt sie

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

mit dem unerläßlich notwendigen Proportionalitätsfaktor $4\pi\varepsilon_0$. Die physikalische Größe ε_0 ist die elektrische Feldkonstante, → elektrische Größen. Der Vektor der Kraft ist

$$\boldsymbol{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \frac{\boldsymbol{r}}{r}$$

dabei ist $\boldsymbol{r}$ der Vektor der Strecke vom ersten zum zweiten Träger. Sind die Träger in eine homogene nichtleitende (dielektrische) Substanz eingebettet, so steht $\varepsilon > \varepsilon_0$ an Stelle von ε_0.

Coulombsches Reibungsgesetz → Statik.

Crackings sind unerwünschte mechanische Eigenschaften von niedermolekularem Polyäthylen (PE), die in der englischen und amerikanischen Literatur als »environmental crackings« und in Deutschland als »Spannungskorrosion von Polyäthylen« bekannt sind. Das niedermolekulare PE verändert unter der Einwirkung von Spannungen seine elastischen Eigenschaften, was bei Seekabeln zu Rissen und zum Bruch der Isolierung führen kann. Ein Zusatz von Polyisobutylen erhöht den Widerstand des PE gegen die Spannungskorrosion.

Craemer, Peter, geb. 28. 1. 1865, gest. 28. 9. 1943, Ministerialdirektor, Dr.-Ing. E. h., wirkte 1912–1926 im Reichspostamt bzw. Reichspostministerium, erkannte die Bedeutung der Verkabelung des deutschen Fernsprechnetzes unter Verwendung der Pupinisierung und Verstärkung durch Röhrenverstärker, gründete zur Durchführung dieser Aufgabe 1921 die Deutsche Fernkabelgesellschaft und veranlaßte die Errichtung von Telegrafenbauämtern; seine fachlichen Leistungen wurden von der TH Danzig 1923 durch Verleihung der Ehrendoktorwürde anerkannt.
Literatur: TFT, H. 10. S. 223/224; H. 6, S. 163/164.

Creed, Frederic, George, geb. 6. 10. 1871 (Todestag nicht feststellbar). Erfinder auf dem Gebiete der Schnelltelegrafie für Überland- und Kabelleitungen und Funk (High speed automatic Morse Code Keybord, Receiving Perforator, Printer). Besonders wichtige Erfindung ein Start-Stop-Drucktelegraf.
Literatur: Nach Mitteilungen der Creed and Co. Ltd. Engineers, Croydon. H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens.

Creed-Morsesender → Morse-Lochstreifensender, → HwF 1929.

Crest-Faktor → Effektivwertmesser.

Cremona-Kräfteplan → Statik.

***CR*-Gesetz.** Nach einer Formel von W. Thomson (Lord Kelvin) hängt die Anstiegszeit des Empfangs-

stroms und damit die Telegrafiergeschwindigkeit bei einem kurzgeschlossenen Kabel großer Dämpfung nur von dem Produkt aus der gesamten Kapazität und dem gesamten Widerstand des Kabels ab, → Wellenausbreitung auf Leitungen.

Crimpen → Verbindungstechnik, lötfreie.

Cross-colour → Fernsehempfänger, Störerscheinungen.

cross polarization → Richtcharakteristik.

C-Signalisierung → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik, Empfehlung U 11.

ct-Stunde ist der frühere Name für die Einheit des Verkehrswertes. Seit 1946 ersetzt durch das → Erlang.

ct-Wert ist die veraltete Bezeichnung für → Verkehrswert.

ct-Zähler. Amperestundenzähler, wie er früher für das Messen der Verkehrsmenge in Fernsprechvermittlungsstellen verwendet wurde. Er war in ct-Stunden ≙ Erlangstunden geeicht (ct = call time). Zum Unterschied vom → Erlangmeter gab er keine Impulse für die Fernübertragung des Meßwertes ab.

Curbtastung → Kabelschaltungen.

Curie-Temperatur der ferromagnetischen Stoffe. Die typischen Eigenschaften der ferromagnetischen Stoffe (Hysterese, Sättigung, große Permeabilität unterhalb der Sättigung) sind temperaturabhängig und verschwinden völlig bei Überschreiten einer praktisch erreichbaren Grenztemperatur. Sie wird Curie-Temperatur T_c (Curie-Punkt) genannt und ist eine kennzeichnende Größe der einzelnen Stoffe, z. B. ist $T_c = 1043°\text{K}$ für Fe, $= 631°\text{K}$ für Ni, $= 1403°\text{K}$ für Co. Oberhalb der Curie-Temperatur zeigen die ferromagnetischen Stoffe → paramagnetisches Verhalten. Der Sachverhalt ist 1895 von P. Curie experimentell gefunden worden.

Curie-Weiss'sches Gesetz. Für Temperaturen T oberhalb der → Curie-Temperatur T_c gilt für die magnetische Suszeptibilität χ_m der ferromagnetischen Stoffe $\chi_m = C/(T - T_c)$, worin C Curiesche Konstante. Für paramagnetische Stoffe gilt $\chi_m = C/T$ (Curiesches Gesetz).

C-Verstärker → Senderverstärker.

CW-Radar → Doppler- und Navigations-Radar.

D

Dachkapazität → Antenne, beschaltete.

Dämmerungseffekt. Peilfehler bei Verwendung einer Rahmenantenne für Peilzwecke in der Funkortung. Wird durch an der Ionosphäre reflektierte, schräg einfallende und anormal polarisierte Raumwelle hervorgerufen, die nicht auf direktem Wege von der Sendeantenne zur Peilantenne gelangt. Tritt vor allem in den Abend- und Nachtstunden im Langwellen- und Mittelwellenbereich auf, da die Raumwelle dieser Bereiche dann besonders stark einfällt. Der D. wird auch als Nachteffekt bezeichnet und kann Mißweisungen bis zu 90° ergeben.

Literatur: K. Fränz/H. Lassen: in: Lehrbuch der drahtl. Nachrichtentechnik Bd. 2. Antennen und Ausbreitung. 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956 — Meinke/Gundlach: Taschenbuch der HF-Technik, 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962.

Dämmstoffe dienen der Vernichtung der in einem Raum vorhandenen Schallenergie durch Absorption, d. h. Umwandlung in Wärme. Als Schallschluckstoffe zur künstlichen Beeinflussung raumakustischer Eigenschaften verwendet man entweder poröse (Filz, Glaswolle) oder gedämpft mitschwingende Stoffe (Holzplatten, Tuch, Papier). Als besonders leicht und wirksam haben sich Kunststoffe erwiesen, wie z. B. Schaumpolystyrol.

Literatur: Physikalisches Wörterbuch, Springer Verlag, Westphal, 1952.

Dämpfung. a) Räumliche D. ist die Abnahme einer reellen physikalischen Größe mit der Entfernung, z. B. die Abnahme der Schallstärke, elektrischen Feldstärke, Spannung oder Leistung mit der Entfernung vom Sender oder allgemein die Abnahme einer Größe zwischen zwei beliebigen Stellen eines Feldes oder einer Schaltung.

b) Zeitliche D. ist die Abnahme einer reellen physikalischen Größe mit der Zeit, z. B. die Abnahme der Schwingungsamplituden eines Pendels oder eines abgeschalteten Schwingungskreises.

Zahlenmäßig wird die D. durch die Größe des Verhältnisses der Ausgangs- zur Eingangs- bzw. Anfangsgröße (Dämpfungsfaktor) oder durch den Logarithmus des reziproken Verhältnisses (Dämpfungsmaß oder kurz Dämpfung bei räumlicher D., logarithmisches → Dekrement bei zeitlicher D., → Vierpoltheorie) angegeben. In der Nachrichtentechnik ist unter D., Betriebsdämpfung usw. stets das Dämpfungsmaß, meist das eines Leistungsverhältnisses, gemeint; → Dämpfungsmaß.

Dämpfung, atmosphärische. Dämpfung elektromagnetischer Wellen bei der Ausbreitung durch den Raum, hervorgerufen durch die elektromagnetischen Eigenschaften der Atmosphäre insbesondere in höheren Schichten. → Wellenausbreitung, Einfluß der Atmosphäre.

Dämpfungsentzerrung → Entzerrer.

Dämpfungsfaktor → Dämpfung, → Übertragungsfaktor.

Dämpfungskonstante einer Leitung oder eines Vierpols → Leitungstheorie 1.1, → Vierpoltheorie 1.4.2 → Übertragungsfaktor.

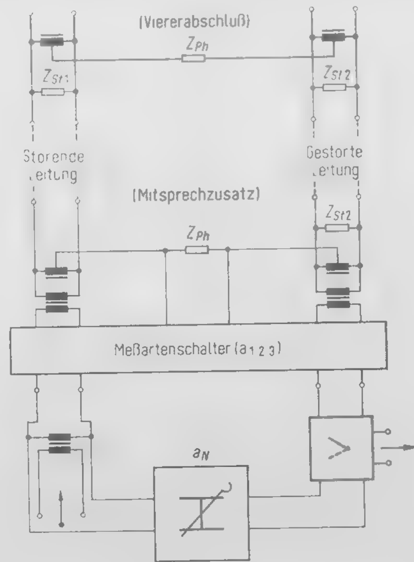
Dämpfungsmaß, meist nur Dämpfung genannt, ist der reelle Teil des → Übertragungsmaßes und damit ein logarithmisches Maß des Dämpfungsfaktors, also des Verhältnisses der Amplituden zweier Ströme oder Spannungen (Strom-, Spannungsdämpfung) oder des Verhältnisses zweier Leistungen oder Scheinleistungen (Leistungsdämpfung, Dämpfung) an zwei verschiedenen Punkten einer Übertragungsstrecke.

Anstelle des im Übertragungsmaß benutzten natürlichen Logarithmus kann man auch den für Zahlenangaben häufig vorteilhafteren dekadischen Logarithmus benutzen. Dadurch bekommt man bei dem gleichen Verhältnis für das D. verschiedene Zahlenwerte, die durch die → Pseudoeinheiten Neper (Np) und Dezibel (dB, im ausländischen Schrifttum häufig db) unterschieden werden. Für das Verhältnis zweier Ströme oder Spannungen gilt definitionsgemäß $a = \ln \left|\frac{U_1}{U_2}\right|$ Np oder $a = 20 \lg \left|\frac{U_1}{U_2}\right|$ dB, für das Verhältnis zweier Leistungen $a = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$ Np oder $a = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ dB. Einem D. von 30 dB entspricht demnach ein Leistungsverhältnis $P_1/P_2 = 1000$ usw. Bei gleichen Abschlußwiderständen an den Stellen 1 und 2 sind die Zahlenwerte der Spannungs-, Strom- und Leistungsdämpfungen im gleichen Logarithmensystem gleich und geben ein Maß für die Abnahme (bei negativem a Zunahme) der Leistung. Die Umrechnung von Np auf dB ist aufgrund der Definitionsgleichungen $1\ \text{Np} = 20 \lg e\ \text{dB} = 8{,}686 \ldots$ dB, $1\ \text{dB} = \frac{1}{20} \ln 10\ \text{Np} = 0{,}115 \ldots$ Np. Ein negatives D. ist ein Verstärkungsmaß.

Spezielle Dämpfungsmaße: Die UIT (Union internationale des télécommunications) hat für bestimmte Schaltungsanordnungen, besonders mit → Vierpolen, besondere Dämpfungsnamen definiert. Ist ein Sender mit dem Widerstand Z_1 mit einem Empfänger mit dem Widerstand Z_2 (Z_1, Z_2 beliebig komplex) über einen beliebigen Vierpol verbunden, so ist nach diesen Definitionen die Einfügungsdämpfung das in → Übertragungseinheiten ausgedrückte Leistungsverhältnis P_1/P_2, wenn P_1 die ohne, P_2 die mit Vierpol vom Empfänger aufgenommene Scheinleistung ist, die Betriebsdämpfung das in Übertragungseinheiten ausgedrückte Verhältnis P_0/P_2, wenn P_2 wieder die mit Vierpol aufgenommene Scheinleistung ist und P_0 die Scheinleistung, die der Sender mit dem Widerstand Z_1 an einen Empfänger mit dem Widerstand Z_1 ohne zwischengeschalteten Vierpol liefern würde. Die Wirkdämpfung oder wirksame Dämpfung ist das in Übertragungseinheiten ausgedrückte Verhältnis P_{max}/P, wobei P_{max} die größte Wirkleistung ist, die der Sender bei Leistungsanpassung (→ Anpassung von Scheinwiderständen) abgeben kann, und P die wirklich abgegebene Wirkleistung. Sind die erhaltenen Werte negativ, so liegt eine entsprechende Verstärkung vor. Für gleiche reelle Widerstände $Z_1 = Z_2$ ist der Wert der drei Dämpfungsmaße gleich und wird speziell für $Z_1 = Z_2 = 600\,\Omega$ Restdämpfung genannt. Innerhalb des deutschen Fernsprechnetzes werden maximal 2,2 Np (19 dB) Restdämpfung zwischen zwei beliebigen Ortsvermittlungen zugelassen. Ton- und Fernsehleitungen werden mit Restdämpfung Null betrieben. Weitere Dämpfungsmaße → Anpassung von Scheinwiderständen, → Vierpoltheorie 1.

Literatur: Répertoire des Définitions, publié par l'Union internationale des télécommunications, Genève 1957. *Zuhrt*

Dämpfungs-Meßeinrichtung. Mit der D. ist es möglich, Dämpfungen von Übertragungseinrichtungen aller Art mit dem einfachen und relativ genauen Vergleichsverfahren zu bestimmen (→ Dämpfungsmessung). Große Dämpfungen, wie z. B. die Übersprechdämpfung a_1 von Leitungen, sind genau meßbar, da durch die Zusammenfassung der für das Meßverfahren notwendigen Teilgeräte, wie Meßübertrager, Vergleichseichleitung und Umschalter (s. Bild) in



einem Gehäuse die D. so große Eigendämpfung besitzt, wie sie bei getrenntem Aufbau nicht erreichbar ist. Ausgeführte Geräte umfassen den Frequenzbereich 100 Hz bis 1 MHz; sie haben bei 1 MHz und Dämpfungen von 150 dB eine Meßunsicherheit von nur ±0,3 dB. Sie enthalten darüber hinaus einen Kompensationsübertrager, mit dem man die beiden zu vergleichenden Spannungen so in Reihe schalten kann, daß die Ausgangsspannung »Null« wird, wenn beide in Betrag und Phase übereinstimmen. Durch Umpolen einer Leitung nach jeder Messung erhält man »Null« fortlaufend nach jeder Drehung um π. Aus drei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen (f_1, f_2, f_3) läßt sich die Gruppenlaufzeit bestimmen aus

$$\tau_g = \frac{db}{d\omega} \approx \frac{\Delta b}{\Delta\omega} = \frac{1}{f_3 - f_1}.$$

Ferner kann man die Grenzfrequenz f_0 von Pupinkabeln ermitteln aus

$$\omega_0 = \sqrt{\omega^2 + \frac{4\,n^2}{\left(\frac{db}{d\omega}\right)^2}}.$$

(n = Anzahl der Spulenfelder einer Hälfte der Leitungsschleife.)

Unter Verwendung des zur D. gehörenden Mitsprechzusatzes (M.) und eines → Viererabschlusses lassen sich die Mitsprechdämpfungen a_2, a_3 von Phantomkreisen im Frequenzbereich 100 Hz bis 20 kHz messen.

Der M. enthält neben dem Meßartenschalter zwei Trennübertrager und zwei Differentialspulen zur Bildung des Phantomkreises oder des Viererabschlusses am Meßort (s. Bild). Anschlüsse zum Aufstecken beliebiger Abschlußwiderstände Z_{St} und Z_V sind vorgesehen. Am fernen Ende der Leitung wird der Phantomkreis durch den Viererabschluß gebildet. Mit der D. kann man zwischen 100 Hz und 20 kHz Mitsprechdämpfungen von 105 dB mit einer Unsicherheit von ±0,5 dB bestimmen.

Die D. mit dem Zusatzgerät Nebenvierer-Umschalter ermöglicht das Messen der Nebensprech-Dämpfungen a_4 bis a_{12} zwischen Nachbarvierern.

Literatur: H. F. Mayer, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 3, S. 141 bis 144 (1926) — F. Bücker, Archiv für Technisches Messen, V 3711—1 (Dezember 1961).

Paetzold

Dämpfungsmessung.

1. D. an Schwingkreisen.

1.1. Grundlagen.

Die »Dämpfung« eines auf Resonanz abgestimmten Schwingkreises wird durch den Verlustfaktor $D_K = \tan\delta_L + \tan\delta_C$ ausgedrückt. Dabei ist $\tan\delta_L$ der Verlustfaktor der Spule L und $\tan\delta_C$ der des Kondensators C bei der Resonanzfrequenz f_0. Daneben wird auch der Kehrwert von D_K, die »Gütezahl« Q, benutzt.

D_K bzw. Q bestimmen die relative Höhe der Resonanzkurve. Für die Reihenschaltung nach Bild 1 besteht dabei der Zusammenhang

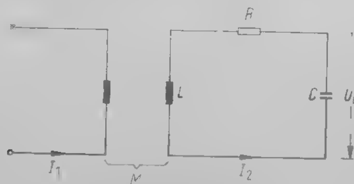


Bild 1. Reihenresonanz.

$$Q = \frac{1}{D_K} = \frac{U_B}{I_1 \omega_0 M} = \frac{\omega_0 L}{R}$$

und für die Parallelschaltung nach Bild 2

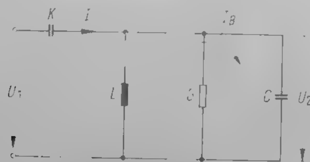


Bild 2. Parallelresonanz.

$$Q = \frac{I_B}{U_1 \omega_0 K} = \frac{\omega_0 C}{G} .$$

Auch die relative Breite der Resonanzkurve ist ausschließlich von D_K abhängig. Es gilt (Bild 3)

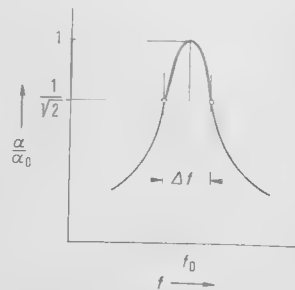


Bild 3. Resonanzkurve.

$$D_K = \frac{\Delta f}{f_0} .$$

1.2. Meßverfahren.

1.2.1. Bestimmen von R bzw. G unmittelbar in einer Brückenschaltung. Das Verfahren ist sehr genau, da sich bei Resonanz alle Blindanteile aufheben und die Verlustmessung in die Messung eines Wirkwiderstandes übergeht.

1.2.2. Bestimmen von R bzw. G durch Strom- bzw. Spannungsmessung (nach Pauli). Der Kreis wird so lose mit der Stromquelle gekoppelt, daß im Resonanzfalle die Einströmung durch die Ankopplung gegeben ist. Nach Bild 1 ist dann der Strom $I_2 = U_B \omega C$ bei Resonanz nur von R abhängig. Schaltet man einen bekannten Widerstand R_z in den Kreis ein, geht der Strom auf den Wert I_{2z} zurück. Für L_1 = const ergibt sich eine gerade Linie $I_2/I_{2z} = f(R_z)$, die auf der Abszisse R abschneidet. Entsprechendes gilt für Bild 2. Hier trägt man $U_2/U_{2z} = f(G_z)$ auf.

1.2.3. Resonanzverfahren (Bild 3). Man verstimmt den Kreis durch Verändern der Frequenz so lange, bis die Amplitude α_0, die sich bei f_0 einstellt, auf den Wert $\alpha = \alpha_0/\sqrt{2}$ abgefallen ist und mißt die Breite Δf der Resonanzkurve. Dann gilt nach 1.1., solange $\Delta f \ll f_0$,

$$G = 2\pi\Delta f \cdot C \quad \text{und} \quad R = 2\pi\Delta f \cdot L .$$

Verstimmt man den Kreis wie oben, aber durch Verändern von C, so wird

$$D_K = \frac{\Delta C}{2C} \quad \text{und} \quad G = \pi f_0 \Delta C .$$

2. D. an linearen symmetrischen Vierpolen, insbesondere an Leitungen.

2.1. Grundlagen.

Die Dämpfung eines Vierpoles mit dem Wellenwiderstand $\underline{Z}$ gibt an, um wieviel die am Abschlußwiderstand $\underline{Z}_2$ liegende Ausgangsspannung geringer ist als die Eingangsspannung.

Ist $\underline{Z}_2 = \underline{Z}$, spricht man von der Wellendämpfung. Sie ist der reelle Teil a des komplexen Übertragungs-

maßes $\underline{g} = a + jb$ eines Vierpols. Nach den Leitungsgleichungen

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 \cosh \underline{g} + \underline{I}_2 \underline{Z} \sinh \underline{g}\,,$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 \cosh \underline{g} + \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}} \sinh \underline{g}$$

gibt es grundsätzlich zwei Wege zur Ermittlung von a:

1) durch Bestimmen des Eingangsleitwertes $\underline{Y}_L$ bei offenem Ende ($I_2 = 0$) und des Eingangswiderstandes $\underline{Z}_K$ bei kurzgeschlossenem Ende ($U_2 = 0$). Dann ist

$$\underline{Y}_L = \frac{\underline{I}_{1L}}{\underline{U}_{1L}} = \frac{1}{\underline{Z}} \tanh \underline{g}$$

und

$$\underline{Z}_K = \frac{\underline{U}_{1K}}{\underline{I}_{1K}} = \underline{Z} \tanh \underline{g}$$

und man erhält a aus

$$\sqrt{\underline{Y}_L \underline{Z}_K} = \tanh g = \frac{e^{\underline{g}} - e^{-\underline{g}}}{e^{\underline{g}} + e^{-\underline{g}}}\,.$$

2) bei Abschluß des Vierpols mit seinem komplexen Wellenwiderstand $\underline{Z} = \underline{U}_2/\underline{I}_2$. Hier ist

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 (\cosh \underline{g} + \sinh \underline{g}) = \underline{U}_2\, e^{\underline{g}}$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_2 (\cosh \underline{g} + \sinh \underline{g}) = \underline{I}_2\, e^{\underline{g}}$$

und damit

$$a = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2}\,.$$

Die unter 2.1. gemachte Voraussetzung $\underline{Z}_2 = \underline{Z}$ ist im allgemeinen nicht erfüllt. Deshalb wurde für die Praxis der Begriff **Betriebsdämpfung** a_B eingeführt. Er kennzeichnet das Verhalten des Vierpols unter Betriebsbedingungen, d. h. bei Abschluß mit beliebigen Widerständen $\underline{Z}_1$ und $\underline{Z}_2$ (Bild 4) und ist definiert durch

$$a_B = \frac{1}{2} \ln \frac{P_0}{P} = \ln \frac{U_L}{2U_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1}\,.$$

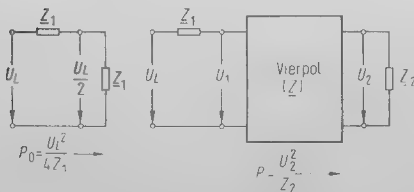


Bild 4. Vierpoldämpfung.

Es sind a_B und a identisch, wenn $Z_2 = Z_1 = Z$.

Gleiches gilt auch für die zwischen verschiedenen Leitungskreisen bestehende **Nebensprechdämpfung**, die als Maß für die durch induktive und kapazitive Kopplungen hervorgerufenen Störungen dient.

Ist der Vierpol nicht mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen, entsteht durch Reflexion eine zurücklaufende Spannungswelle. Das logarithmische Verhältnis der vor- und zurücklaufenden Spannungswelle ist das Maß für die Güte einer Anpassung und wird **Reflexionsdämpfung** a_r genannt. In Beziehung gesetzt zum Vierpol- und Abschlußwiderstand, wird

$$a_r = \ln \frac{\underline{Z}_2 + \underline{Z}}{\underline{Z}_2 - \underline{Z}}\,.$$

2.2. Meßverfahren.

2.2.1. Leerlauf-Kurzschluß-Verfahren.

Leerlaufleitwert $\underline{Y}_L$ und Kurzschlußwiderstand $\underline{Z}_K$ des Vierpols werden, z. B. mit einer Brückenschaltung, gemessen. Durch Rechnung erhält man mit dem Ansatz

$$e^{2g} = \frac{1 + \sqrt{\underline{Y}_L \underline{Z}_K}}{1 - \sqrt{\underline{Y}_L \underline{Z}_K}} = A \cdot e^{j\psi}:$$

$$a = \frac{1}{2} \ln A\,.$$

Auswertung wird bei Messung an Leitungen besonders einfach für Frequenzen, bei denen auf Resonanz abgestimmt werden kann. Dann geht $\underline{Y}_L$ in G_L und $\underline{Z}_K$ in R_K über und man erhält für Leitungslänge $L = n \cdot \lambda/4$, wenn n ungerade,

$$\tanh a = \sqrt{\frac{1}{G_L R_K}}$$

und, wenn n gerade,

$$\tanh a = \sqrt{G_L R_K}\,.$$

Verfahren bei Fabrikationslängen mit einer Dämpfung zwischen 1 und 10 dB sehr genau. Für kleinere und größere Dämpfungen nimmt die Genauigkeit ab.

Vorteil: Kein Abschlußwiderstand notwendig.

2.2.2. Unmittelbare Anzeige.

Mit modernen Pegelmeßplätzen läßt sich die Dämpfung des mit $\underline{Z}$ abgeschlossenen Vierpols in einfacher Weise als Differenz zwischen Sende- und Empfangspegel ablesen. Man erhält dabei die Wellendämpfung, wenn Ein- und Ausgangsspannung mit hochohmigen Tastköpfen gemessen werden, d. h. $Z_{iS} = 0$ und $Z_{iE} \gg |\underline{Z}|$ ist. Z_{iS} Sender-, Z_{iE} Empfängerinnenwiderstand. Wählt man für Z_{iS} und Z_{iE} betriebsmäßige Werte, erhält man die Betriebsdämpfung.

Besonders geeignet für Dämpfungen > 10 dB und bis etwa 300 MHz.

2.2.3. Relative Spannungsmessung.

Bei Frequenzen > 300 MHz stellt man das Spannungsminimum U_{min} und das Maximum U_{max} auf einer zwischen Sender und kurzgeschlossenem Vierpol geschalteten Meßleitung fest. Kein Abschluß notwendig. Stimmen Wellenwiderstand von Vierpol und Meßleitung überein, ist

$$\tanh a = \frac{U_{min}}{U_{max}}\,.$$

Andernfalls ist ein Korrekturfaktor zu berücksichtigen.

2.2.4. Leistungsmessung.

Die Leistung eines Senders wird mit einem Leistungsmesser, zuerst ohne (P_1), dann mit dazwischenge-

schaltetem Vierpol (P_2) gemessen. Gleichbleibende Anpassung vorausgesetzt, ist

$$a = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} .$$

Verfahren bis zu Frequenzen > 10 GHz anwendbar. Der → thermische Leistungsmesser ist hierfür besonders geeignet.

2.2.5. Vergleichsverfahren.

Die Senderspannung wird gleichzeitig auf den Vierpol und eine veränderbare Eichleitung geschaltet. Durch Vergleich mit einem empfindlichen Empfänger ermittelt man die Eichleitungsdämpfung a_N, bei der die beiden Ausgangsspannungen gleich sind. Dann ist $a = a_N$.

Verfahren eignet sich besonders für sehr große Dämpfungen (Nebensprechdämpfung; → Dämpfungs-Meßeinrichtung).

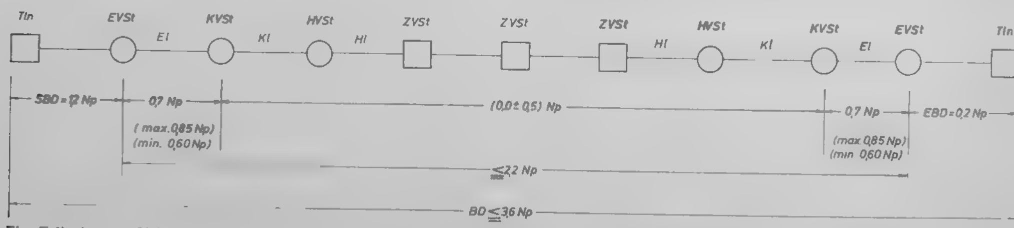
Abwandlung für Frequenzen > 300 MHz: Sender, ein geeichter Teiler (bis etwa 4 GHz) oder ein Hohlleiter-Dämpfungsglied (> 6 GHz), Vierpol und Empfänger werden in Reihe geschaltet. Nach Feststellen des Ausschlages am Empfänger wird der Vierpol herausgenommen und mit Teiler oder Dämpfungsglied der gleiche Ausschlag wieder hergestellt. Dämpfung ergibt sich aus der Differenz der Teiler- oder Dämpfungsglied-Einstellungen. Dabei muß Anpassung gewährleistet sein. Man kann auch statt des Empfängers einen Mischer mit nachgeschaltetem ZF-Verstärker verwenden und die Dämpfungsregelung im ZF-Kanal mit einer entsprechenden Eichleitung vornehmen.

Für Relativmessungen genügt es, bezogen auf einen Ausgangswert ohne Herausnahme des Vierpols immer auf gleichen Ausschlag nachzuregeln.

2.2.6. Resonanzverfahren.

Sender und Empfänger werden lose an eine am Ende offene oder kurzgeschlossene Leitung angekoppelt, und diese wird auf Resonanz abgestimmt. Die Frequenzdifferenz Δf, bei der die Resonanzspannung α_0 — analog 1.1. und Bild 3 — auf den Wert $\alpha = \alpha_0/\sqrt{2}$ abgefallen ist, ist ein Maß für die Leitungsdämpfung:

$$a = \pi \frac{l}{v} \Delta f \cdot K .$$



Tln: Teilnehmer, EVSt: Endvermittlungsstelle, KVSt: Knotenvermittlungsstelle, HVSt: Hauptvermittlungsstelle, ZVSt: Zentralvermittlungsstelle.

Bild 1. Dämpfungsplan 55 der DBP.

l = Leitungslänge, v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit, $K = f\left(\frac{1}{v} \Delta f\right)$ = Korrekturfaktor

Verfahren nur für Dämpfungen bis 10 dB und für Frequenzen > 30 MHz geeignet.

2.2.7. Reflexionsdämpfung a_r kann man mit Meßbrücken bestimmen, die zwei Vergleichswiderstände und ein auswechselbares Normal, alle vom Werte Z, enthalten. Sind auch Z_{iS} und $Z_{iE} = Z$, so ist die Brückenausgangsspannung proportional e^{a_r}; desgleichen, wenn $Z_{iS} \approx 0$ und $Z_{iE} \gg Z$. Z_{iS}, Z_{iE} s. 2.2.2.

Wird der Meßplatz unter Verwendung eines Reflexionsnormals mit bekanntem a_{rN} geeicht, kann a_r unmittelbar am Pegelmesser abgelesen werden.

Literatur: O. Zinke und H. Brunswig, Hochfrequenz-Meßtechnik, 3. Auflage, S. Hirzel, Stuttgart (1959) — G. Bittner, Archiv für Technisches Messen, V 3713-4 (März 1962), DIN 47250, 2.10.

Paetzold

Dämpfungsplan 55, CCITT-Dämpfungspläne. Grundlage für die Gestaltung eines Dämpfungsplanes für das Fernsprechnetz ist die Empfehlung des CCITT, daß die → Bezugsdämpfung zwischen zwei Teilnehmern niemals größer als 4,2 Np (36 dB) sein soll. Die Unterteilung des Dämpfungsplanes in einzelne Abschnitte und hiermit der Aufbau eines Fernsprechnetzes hängen von der technischen Entwicklung, z. B. von dem technischen Stand der Leitungen, von ihrer niederfrequenten oder trägerfrequenten Ausnutzung, von der Entwicklung der Teilnehmerapparate, einschließlich der Sprech- und Hörkapseln und von der Art der Vermittlungstechnik ab. Auch muß zuweilen Rücksicht auf ältere Netzgestaltung genommen werden.

Unter diesen Gesichtspunkten war früher der Dämpfungsplan 49 der DBP für den handvermittelten Fernverkehr geschaffen worden. Mit der Einführung des Selbstwählferndienstes (SWFD) entstand der D. 55 der DBP.

Bild 1 zeigt diesen Plan für den wichtigen Fall einer vierdrähtigen Durchschaltung bis zur Knotenvermittlungsstelle (KVSt) einschließlich.

Die Sendebezugsdämpfung (SBD) des aus Teilnehmerapparat (Hauptstelle) und Anschlußleitung bestehenden Teilnehmersystems darf 1,2 Np, die entsprechende

Empfangsbezugsdämpfung (EBD) darf 0,2 Np groß sein. Bei Durchschaltung bis zu Nebenstellen erhöhen sich diese beiden Bezugsdämpfungen um je 0,3 Np. Die genannten Bezugsdämpfungswerte werden dadurch möglich, daß laute Sprech- und Hörkapseln den langen Anschlußleitungen, die leiseren Kapseln dagegen den kürzeren Leitungen zugeordnet werden.

Die Leitungsdämpfung der El (KVSt—EVSt) soll 0,7 Np betragen, sie darf bis zu 0,85 Np groß sein, sie darf aber niemals kleiner als 0,6 Np sein, da sonst die Stabilität der Leitung gegen Pfeifen nicht groß genug ist. Die Dämpfung der Leitung KVSt—KVSt wird auf 0 Np eingeregelt. Zeitliche Schwankungen dieser Dämpfung dürfen bis zu +0,5 Np für insgesamt 6 Abschnitte betragen. Mit diesen Teilwerten ergibt sich für die Leitung EVSt—EVSt eine Gesamtdämpfung, die niemals größer als 2,2 Np sein kann. Man erhält so für das ganze Übertragungssystem zwischen den Hauptstellen eine Bezugsdämpfung von 3,6 Np und zwischen den Nebenstellen von 4,2 Np. Diese Werte entsprechen so dem vom CCITT festgelegten Höchstwert von 4,2 Np.

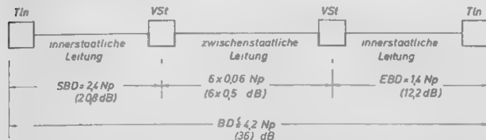


Bild 2. Dämpfungsplan des CCITT.

Bild 2 zeigt den vom CCITT empfohlenen Dämpfungsplan für zwischenstaatliche Verbindungen von Fernsprechteilnehmern. Bei ihm darf die Sendebezugsdämpfung des innerstaatlichen Systems, das bis zu den Klemmen der zwischenstaatlichen Leitung reicht, den Wert 2,4 Np (20,8 dB) und die entsprechende Empfangsbezugsdämpfung den Wert 1,4 Np (12,2 dB) nicht überschreiten. Die Restdämpfung der zwischenstaatlichen Leitung soll auf 0,36 Np (3 dB) eingeregelt werden. Die gesamte Bezugsdämpfung kann dann also niemals größer als der Höchstwert von 4,2 Np (36 dB) sein.

Literatur: Der Dämpfungsplan 55 für das Landesfernwahlnetz, Unterrichtsblätter (B) Nr. 3/1966 — CCITT, Blaubuch Band III, Abschnitt 1, G 101. Der neue Dämpfungsplan. *Haak*

Dämpfungsplan 64 S. Die Dämpfungsaufteilung für Fernsprech-Leitungen (Ltgn) der → Sondernetze, die für den Durchgangsverkehr vorgesehen sind und deren Teilnehmer über Nebenstellenanlagen (NStAnl) mit dem öffentlichen Netz Verbindung haben, ist im Dämpfungsplan 64 S für Fernsprechsondernetze festgelegt. Dem Plan liegt der im Bild 1 dargestellte Verbindungsaufbau zugrunde. In den einzelnen Netzebenen werden die Vermittlungen und Endstellen wie folgt bezeichnet: Durchgangsvermittlung = DV, Verteilvermittlung = VV, Kombinierte Vermittlung = KombV, Endvermittlung zugleich NStAnl = EndV/NStAnl, Nebenstellenanlage = NStAnl, Zweitnebenstellenanlage = Zweit-NStAnl, Nebenstelle = NSt. Die Ltgn haben als Teilstrecken von Quer- bzw. Ausnahmequerverbindungen und als Nebenanschluß-

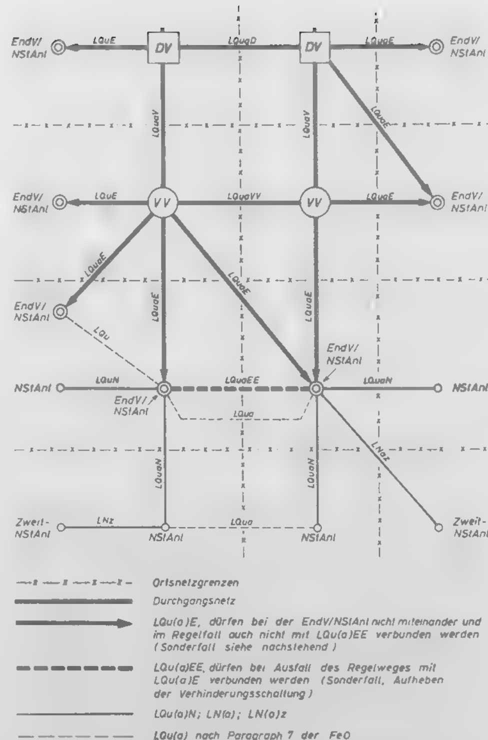


Bild 1. Dämpfungsplan 64 S, Netzübersicht.

bzw. Ausnahmenebenanschlußltgn unter Verwendung der Kurzzeichen LQu bzw. LQua und LN bzw. LNa folgende Bezeichnungen:

	innerhalb eines Ortsnetzes	zwischen Ortsnetzen
DV—DV	LQuD	LQuaD
DV—VV	LQuV	LQuaV
VV—VV	LQuVV	LQuaVV
VV(DV)—EndV/NStAnl	LQuE	LQuaE
EndV/NStAnl—EndV/NStAnl mit einer Ltgsdämpfung ≦ 0,6 N ...	LQuEE	LQuaEE
EndV/NStAnl—NStAnl bei Einhaltung der Bezugsdämpfung	LQuN	LQuaN
EndV/NStAnl—EndV/NStAnl		
EndV/NStAnl—NStAnl		
NStAnl—NStAnl ohne besondere Einschränkung	LQu	LQua
Nebenanschlußleitung ..	LN	LNa
Zweitnebenanschlußltg	LNz	LNaz

Die Dämpfungsaufteilung zwischen zwei NSt für den Verkehr über das Durchgangs-Sondernetz zeigt Bild 2. Da sich die Sende- und Empfangsbezugsdämpfung (SBD und EBD) auf die Endvermittlungsstellen (EVSt) im öffentlichen Netz beziehen, sind die auf die EndV bezogenen SBD und EBD um die jeweilige Dämpfung x bzw. y der Hauptanschlußleitungen geringer, so daß die gesamte Bezugsdämpfung (BD) um den Betrag $x + y$ niedriger liegt.

Bei einer höchstmöglichen BD von 4,2 Neper (Np) stehen für die Fernleitungskette EndV—VV—DV—VV—EndV unter Abzug der SBD und EBD 4,2—1,5 —0,5 = 2,2 N zur Verfügung. Die Ausnutzung des Wertes wird durch die auf der Vierdraht (4Dr)-Leitungskette entstehenden und von der Anzahl der Abschnitte abhängigen, positiven und negativen zeitlichen Dämpfungsschwankungen bestimmt. Die negativen Schwankungen gefährden die Pfeifsicherheit. Sie wird im D. 64 S durch die Gabeldämpfungen von 2 × 0,4 Np an jedem Ende in Verbindung mit einer Dämpfung von 0,05 Np für jeden 4Dr-Abschnitt gewährleistet. Durch die Abschnittsdämpfungen ist die Pfeifsicherheit sichergestellt, wenn z. B. im Störungsfall mehr als die höchstens vorgesehenen 5 Abschnitte hintereinander geschaltet werden. Unter Berücksichtigung der statistisch ermittelten, positiven zeitlichen Dämpfungsschwankungen von 0,45 Np für 5 Abschnitte und einer Dämpfung von 0,05 Np für jeden 4Dr-Abschnitt, bleibt eine ausnutzbare Dämpfung für jede LQuaE von 1/2 (2,2—5 × 0,05 —0,45) = 0,75 Np. Das ergibt für den Zweidraht-(2Dr-)Teil der LQuaE bei einer Gabeldämpfung von 0,4 Np einen ausnutzbaren Wert von 0,75 — 0,4 = 0,35 Np. Bei längeren 2Dr-Führungen müssen auf der 4Dr-Seite der Gabeln Endverstärker eingeschaltet werden, die durch entsprechende Verstärkung eine »Entdämpfung« der 2Dr-Strecke bewirken. Die erforderliche Pfeifsicherheit muß durch eine genügend hohe Nachbildfehlerdämpfung an den Gabelpunkten, d. h. durch individuelles Einstellen der Nachbildung, sichergestellt werden. Die erreichbare Güte der Nachbildung in der Gabelschaltung ist begrenzt. Bei zu langen 2Dr-Strecken muß die 4Dr-Führung in Richtung EndV vorgezogen werden. Damit ergeben sich, wenn auf beiden Seiten vorgezogene 4Dr-Führungen vorausgesetzt werden, für 7 Abschnitte größere positive zeitliche Dämpfungsschwankungen, die statistisch ermittelt, 0,55 Np betragen. Der zulässige Wert für die LQuaE vermindert sich auf 1/2 (2,2 — 5 × 0,05 — 0,55) = 0,7 Np. Bleiben die 2Dr-Strecken trotz vorgeschobener 4Dr-Führung zu lang, ist auch eine »Entdämpfung« durch entsprechende Einmessung der 4Dr-Teilstrecke der LQu(a)E möglich. Der D. 64 S sieht bei gestörten LQu(a)E eine Umwegmöglichkeit über eine andere EndV vor, wenn die benutzte Querverbindung als LQu(a)EE eine Dämpfung ≦ 0,6 Np hat (vgl. Bild 2 unten, Umwegfall). Die gesamte BD erhöht sich um 0,6 Np + 0,1 Np auf 4,9 Np. Die vierdrähtige Zusammenschaltung der Ltgn erfolgt z. B. über Fernschränke 57 (F 57). Die

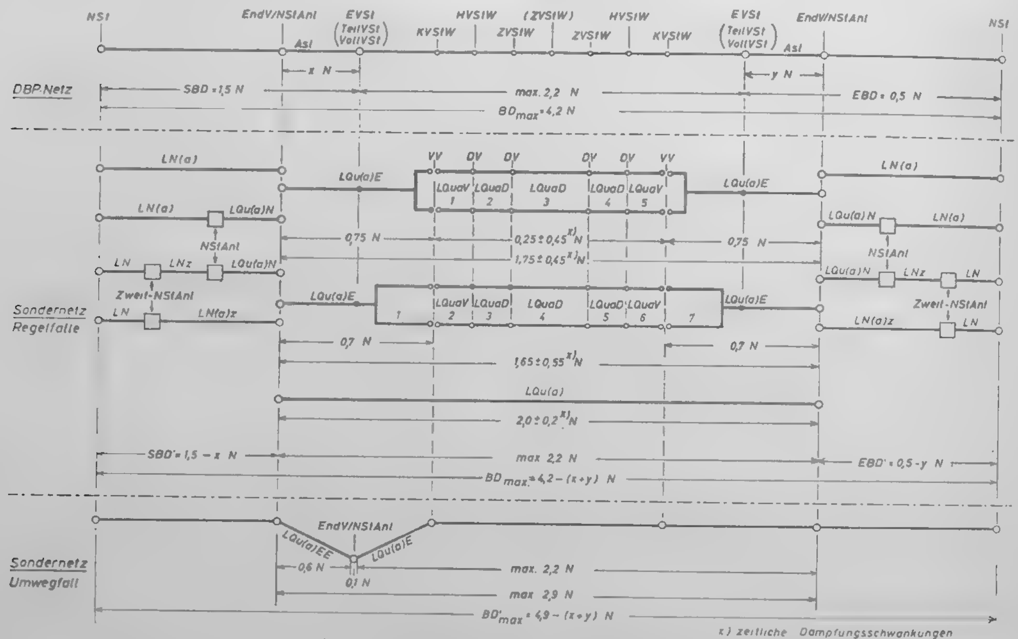


Bild 2. Dämpfungsplan 64 S, Dämpfungsübersicht.

4Dr-Ltgn werden mit einem relativen Sendepegel von —0,4 Np und entsprechend der Abschnittsdämpfung von 0,05 Np mit einem relativen Empfangspegel von —0,45 Np eingemessen. Soweit es sich nur um eine geringe Anzahl vierdrähtig durchzuschaltender Ltgn handelt (höchstens 6 Ltgn), können in Ausnahmefällen NStAnl durch durchgangsfähige Anlagenteile ergänzt werden (z. B. durch 4Dr-Koppelfelder). Solche NStAnl sind für die durchzuschaltenden Ltgn durchgangsfähige Vermittlungen und werden als kombinierte Vermittlungen (KombV) bezeichnet.

Wille

Dämpfungssatz → Laplace-Transformation.

Dämpfungsschreiber. Der D. ist eine einfache und betriebssichere Einrichtung zum Aufzeichnen von Spannungswerten, insbesondere bei elektroakustischen Messungen, wie z. B. zur Aufnahme von Nachhallkurven, Geräusch- und Vibrationskurven, des Frequenzganges von Mikrofonen, Lautsprechern, Filtern, Verstärkern usw. Die logarithmische Anzeige umfaßt einen großen Meßbereich von z. B. 0 bis 75 dB, der in wählbaren Zeiten von 50 Millisekunden bis 1 Sekunde durchfahren werden kann.

Der D. besteht aus einem Verstärker, dem die Eingangsspannung über einen regelbaren logarithmischen Spannungsteiler zugeführt wird. Dieser Spannungsteiler wird von einem Synchronmotor über eine magnetische Kupplung betätigt, die von dem Ausgangsstrom des Verstärkers so gesteuert wird, daß seine Ausgangsleistung konstant bleibt. Die nach Beendigung des Regelvorgangs eingenommene Stellung des Potentiometers ist ein Maß für die angelegte Meßspannung. Ihre Schwankungen werden vom Schreibstift auf einem Papierstreifen aufgezeichnet. Um jeweils die ganze Breite des Registrierstreifens möglichst ausnützen zu können, stehen verschiedene Potentiometer zur Bereichswahl zur Verfügung. Die Papiervorschubgeschwindigkeit läßt sich schrittweise, z. B. von 100 bis 0,003 Millimeter pro Sekunde, verändern. Neuere Geräte umfassen einen Frequenzbereich von 2 Hz bis 200 kHz.

Literatur: Fr. O. Vogel und P. Richter, Der Dämpfungsschreiber nach Neumann und seine vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten — Siemens-Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik, 7. Jhrg. (1937), 4. Folge, S. 647—654.

Turban

Dämpfungsverlauf ist die Abhängigkeit der räumlichen → Dämpfung von der Frequenz.

Dämpfungsverzerrung → Leitungstheorie.

Dämpfungsvorschriften für Teilnehmer-Einrichtungen. Bei den Teilnehmer-Einrichtungen des öffentlichen Fernsprechnetzes müssen die übertragungstechnischen Bedingungen des → Dämpfungsplanes 55 der DBP eingehalten werden. Dabei ist bei Hauptanschlüssen ein Höchstwert von 1,2 Np für die Sendebezugsdämpfung und von 0,2 Np für die Empfangsbezugsdämpfung zulässig; bei amtsberechtigten Nebenstellen dürfen diese Werte um je 0,3 Np überschritten werden. Die technischen Maßnahmen zur Erfüllung der übertragungstechnischen Bedingungen sind in der »Richtlinie für den Einsatz von Hör- und Sprechkapseln bei den Sprechstellen« des FTZ im einzelnen festgelegt. Diese Vorschriften werden durch die FTZ-Richtlinien »Übertragungstechnik in Nebenstellenanlagen« und »Einsatz von nicht schaltbaren NLT-Verstärkern in Nebenstellenleitungen« für Nebenstellenanlagen ergänzt. In Querverbindungs-Sondernetzen müssen im allgemeinen zusätzliche übertragungstechnische Forderungen eingehalten werden.

Dämpfungswobbelmeßplatz. Der D. vereinigt die Geräte, die zum → Wobbeln benötigt werden, z. B. Wobbelsender, selektiver Empfänger, Bildempfänger, Frequenzmarkengeber. Das Wobbeln ist das periodisch wiederholte lückenlose Messen über wählbare Frequenzbereiche — mit Hilfe eines Wobbelsenders (→ Meßsender) — und das Aufzeichnen des Meßwertes mit einem → Pegelbildgerät. Der Meßwert erscheint dabei als kontinuierlicher Kurvenzug auf der Bildröhre des Empfängers. Zur Lösung der Meßaufgaben, die in der Nachrichten-Übertragungstechnik vom NF- über den TF-Bereich bis in den Mikrowellenbereich der Richtfunk-, Funk- und Radartechnik auftreten, muß der D. für die entsprechenden Frequenzbereiche folgende Eigenschaften besitzen: Große Genauigkeit, Frequenzunabhängigkeit der Amplitude des → Meßsenders und der Empfindlichkeit des → Meßempfängers, definiert einstellbare Sendeamplitude bzw. Empfangsempfindlichkeit, Schmalband → Wobbeln und Breitband → Wobbeln, Zuordnung zwischen Meßwert und Frequenz (Y-Achse, X-Achse), wählbare Wobbelfrequenz, Synchronismus zwischen Sendefrequenz und Bildablenkung, Bildschärfe, keine Ablesefehler durch Paralaxe, weitgehende Unabhängigkeit von Temperatur und Stromversorgung. In der Regel entsprechen alle D. diesen Eigenschaften mit breitbandigem Empfänger. Bei nichtkonstantem Sendepegel wird ein Quotienten-Bildempfänger verwendet. Ein besonderer D. mit selektivem Empfänger mit → Abstimmautomatik bei großer Dynamik ist der Universal-Wobbelmeßplatz 10 kHz bis 25 MHz für die Aufgaben der Übertragungs-



Geräte von unten nach oben:
d Wobbelzusatz
c Pegelempfänger
b Frequenzgeber
a Pegelgeber
e Pegelbildempfänger

Dämpfungswobbelmeßplatz 10 kHz bis 25 MHz.

technik (s. Bild). Der Dämpfungsmeßplatz, bestehend aus den Geräten Pegelgeber (a), Frequenzgeber (b) und Pegelempfänger (c), wird durch ein Wobbelzusatzgerät (d) und einen Pegelbildempfänger (e) zu einem D. ergänzt. Am Sendeteil sind Wobbelbereiche von ± 0,5 kHz bis ± 12,5 MHz und Pegel von −60 bis 0 dB, am Empfangsteil Pegel von −80 bis 0 dB einstellbar. Am Bildschirm kann ein Pegel- und Frequenzraster elektronisch eingeschrieben werden, ferner verschiebbare Eichlinien für Pegel und Frequenz. Mit Zusätzen ist für höchste Genauigkeit X-N-Vergleich durchführbar; z. B. sind nach dem Start-Stop-Prinzip breitbandige Messungen auch über Strecke möglich.

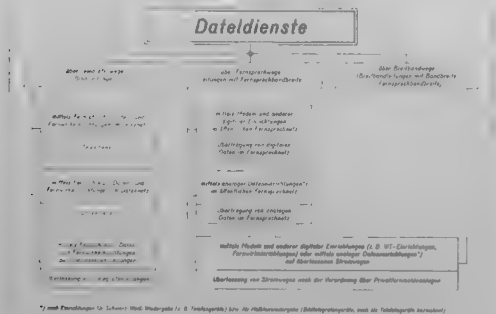
Literatur: H. Liersch und J. Schittko, Über Pegelmeßplätze mit Wobbelzusätzen, Siemens-Z. 39 (1965), H. 9, S. 1127 bis 1132 — K. Hoffmann und M. Niedereder, Universal-Wobbelmeßplatz für genaue Pegel- und Dämpfungsmessung im Bereich 10 kHz bis 17 MHz. Siemens-Z. 38 (1964), S. 335 bis 342 — A. Kriegeskotten-Thiede, W. Mühlberger und H. Wilke, Wobbelsender für den Mikrowellenbereich 0,45 bis 8,5 (9,1) GHz. Siemens-Z. 34 (1960), H. 2, S. 110 bis 112 — M. Gassenhuber und H. Urschlechter, Ein vielseitig verwendbarer Pegelbildempfänger mit großem Bildschirm. Siemens-Z. 39 (1965), H. 9, S. 1132 bis 1137.

Kühnemann

D-Armierung → Seekabelaufbau.

DAT → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Dateldienste. Als Kurzbezeichnung für alle Datenübertragungsdienste hat die DBP den Begriff D. eingeführt. Es ist damit als Oberbegriff die Summe aller Verwendungen von Fernmeldewegen für Zwecke der → Datenübertragung (DÜ) beschrieben. »Datel« ist ein Kunstwort, das genauso wie »Telex«, »Teltex«, »Texlet«, »Bit«, »Modem«, »Radar«, »Mux« usw. aus der englischen Sprache hergeleitet wird (Data Telecommunications; Data Telephone; Data Telegraph). Die Bezeichnung wird international verwendet.



Dateldienste.

Die Fernmeldewege, die zur DÜ benutzt werden können, lassen sich einteilen in Telegrafenwege, Fernsprechwege und Breitbandwege. Eine andere Möglichkeit der Gliederung besteht darin, zwischen öffentlichen Wählnetzen und festgeschalteten (überlassenen) Leitungen zu unterscheiden (s. Bild).

Von diesen Benutzungen ist der → Datexdienst an anderer Stelle beschrieben. Die übrigen Dateldienste prägen sich als Teilbenutzungen innerhalb der anderen Fernmeldedienste (Telexdienst, Fernsprechdienst, Überlassung von Telegrafenleitungen, Überlassung von posteigenen Stromwegen) aus und sind hier nur insoweit erläutert, als für die DÜ besondere Regelungen oder Verfahren festgelegt sind.

1. DÜ im Telexnetz

Im → Telexnetz können zwischen Telexanschlüssen mit Hilfe von Fernschreibmaschinen Nachrichten mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 50 bit/s schriftlich ausgetauscht werden. Diese Nachrichten sind codiert und somit → digitale Daten. Angebaute oder lose Lochstreifengeräte können verwendet werden. Die »Sprache«, mit der diese Maschinen arbeiten, ist das Internationale → Telegrafenalphabet Nr. 2, ein Fünfer-Code im Start-Stop-Verfahren. Wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen sind, dürfen nur die zur allgemeinen Benutzung freigegebenen Strombilder des Internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2 (also nicht die den Buchstaben F, G, H entsprechenden Strombilder in der Ziffernstellung und nicht das Strombild Nr. 32) gesendet werden.

Man ist international übereingekommen (CCITT-Empfehlung V.10), diese Einschränkungen unter bestimmten Voraussetzungen aufzuheben, um das Telexnetz für die neuen Bedürfnisse der DÜ geeigneter zu machen.

Es ist ein sogenanntes »Datenumschaltesignal« eingeführt worden, das aus der viermaligen Aussendung des Strombildes Nr. 19 (SSSS oder '''') des Internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2 besteht. Dieses Signal dient verschiedenen Zwecken. Erstens soll damit zum Ausdruck gebracht werden, daß die folgenden Nachrichten nicht mit Hilfe des Internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2 gebildet zu sein brauchen, sondern auch einem anderen Code (bis zu 8 Bit) entstammen können. Natürlich dürfen dann auch diejenigen Strombilder des Internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2, die für den normalen Telexbetrieb nicht freigegeben sind (Ziffernseite F, G, H und Strombild Nr. 32), Anwendung finden. Zweitens soll das Datenumschaltesignal bewirken, daß in den Endstellen — soweit erforderlich — automatisch oder manuell von Telex- auf besondere Datenendeinrichtungen umgeschaltet wird.

An Telexanschlüsse können auch datenverarbeitende Anlagen unmittelbar angeschaltet werden. Voraussetzung ist allerdings, daß bestimmte Bedingungen der DBP eingehalten werden.

Sämtliche Einrichtungen, die mit dem Telexnetz verbunden werden sollen, müssen zuvor vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) geprüft und zugelassen worden sein. Der Benutzer muß sie selbst bereitstellen.

Die DBP unterhält Einrichtungen, die nicht der Wahrnehmung des eigentlichen Telexdienstes dienen, in der Regel nicht. Bestehen solche Einrichtungen jedoch ganz oder überwiegend aus Bauteilen der

herkömmlichen Telegrafentechnik, so ist die DBP bereit, diese Einrichtungen zu unterhalten, und zwar gegen eine Gebühr, die von Fall zu Fall festgesetzt wird. Im übrigen werden für die Übermittlung von Daten im Telexnetz keine zusätzlichen Gebühren berechnet. Es gelten dieselben Gebührensätze wie bei der Inanspruchnahme des eigentlichen Telexdienstes.

2. DÜ im Fernsprechnetz

Im → Fernsprechnetz können mit Hilfe von → Modems digitale Daten übertragen werden. Die Modems gelten als posteigene Zusatzeinrichtungen zu den Fernsprechanschlüssen. Sie werden von der DBP bereitgestellt und unterhalten. Die Verwendung privater Modems ist nicht zulässig. Die über eine → Schnittstelle an die kanal kann aber gleichzeitig der duplexfähige Hilfskanal zur Übermittlung von Steuer- und Quittungssignalen in der jeweiligen Rückrichtung ausgenutzt werden. Dieser Modem ist in der CCITT-Empfehlung V.23 international genormt.

b) Modem D 200 S für Serienübertragung mit 200 bit/s.

Dieser Modem erlaubt Duplexbetrieb über zwei getrennte, durch Frequenzaufteilung gewonnene Datenkanäle. Die Ausführung folgt der CCITT-Empfehlung V.21.

c) Modem D 20 P für Parallelübertragung mit 20 Zeichen/s.

Bestimmt für Datensammelsysteme, bei denen digitale (vorwiegend numerische) Daten von vielen Daten-

Übersicht über die Möglichkeiten der Datenübertragung, geordnet nach der Übertragungs- bzw. Zeichengeschwindigkeit

Übertragungsgeschwindigkeit/ Zeichengeschwindigkeit	Art des Fernmeldeweges	Übertragungsverfahren*)	Betriebsverfahren**)	Benutzungsverordnung***)	Leitungsabschluß
50 bit/s	Telexnetz	s	hx	TO/FeO	private Einrichtungen
50 bit/s	überlassene T-Leitung	s	sx/hx/dx	TO/FeO	private Einrichtungen
100 bit/s	überlassene T-Leitung	s	sx/hx/dx	TO/FeO	private Einrichtungen
200 bit/s	überlassene T-Leitung	s	sx/hx/dx	TO/FeO	private Einrichtungen
200 bit/s	Datexnetz	s	dx	TO/FeO	posteigenes Fernschaltgerät
200 bit/s	öffentliches Fernsprechnetz	s	dx	FeO	posteigener Modem D 200 S
20/40 Zeichen/s	öffentliches Fernsprechnetz	p	sx	FeO	posteigener Modem D 20 P
20 Zeichen/s und mehr	überlassene Fe-Leitung	p	sx	VOPrFAnl	private Einrichtungen
1200 bit/s	öffentliches Fernsprechnetz	s	sx/hx Hilfskanal dx	FeO	posteigener Modem D 1200 S
bis 1200 bit/s	überlassene Fe-Leitung	s	sx/hx/dx ggf. Hilfskanal dx	VOPrFAnl	private Einrichtungen
bis 4800 bit/s	überlassene Fe-Leitung bes. Übertragungsqualität (CCITT-Empf. M. 102)	s	sx/hx/dx ggf. Hilfskanal dx	VOPrFAnl	private Einrichtungen
40 kbit/s und mehr	überlassene Breitbandleitung	s p	sx/dx ggf. Mehrfachausnutzung	VOPrFAnl	private Einrichtungen

*) s = bit-seriell, Zeichen-seriell; p = bit-parallel, Zeichen-seriell
**) sx = Simplex; hx = Halbduplex; dx = Vollduplex
***) TO = Telegrafenordnung; FeO = Fernsprechordnung; VOPrFAnl = Verordnung über Privatfernmeldeanlagen

Modems anzuschaltenden Datenendeinrichtungen (DEE) muß der Teilnehmer selbst bereitstellen. Die DEE an Modems werden von der DBP nicht unterhalten. Sie müssen aber vor ihrer Verwendung an posteigenen Modems vom FTZ geprüft und zugelassen worden sein.

Folgende Modems werden von der DBP angeboten:

a) Modem D 1200 S für Serienübertragung mit 1200 bit/s, umschaltbar auf 600 bit/s.

Dieser Modem gestattet die synchrone und asynchrone Übertragung binär codierter Nachrichten in jedem beliebigen Code.

Innerhalb des Sprachbandes einer Fernsprechverbindung werden ein Datenkanal für 1200 bit/s und ein Hilfskanal für 75 bit/s gebildet. Die Betriebsweise ist Halbduplex. Während der Übertragung im Daten-

endstellen (DESt) zu Datenzentralen (DZ) übertragen werden sollen. Bestätigungen über den Empfang oder Auskünfte in der Rückwärtsrichtung können durch Töne oder Sprache im Sprachband dargestellt werden. Die Ausführung der sendenden Stelle kann einfach sein. Der in geringer Stückzahl vorhandene Empfangsmodem bei einer DZ verursacht höheren Aufwand. Die DEE werden über eine Schnittstelle angeschaltet. Das System ist codegebunden.

Eine Fernsprechverbindung zum Zwecke der DÜ wird genauso hergestellt, wie eine normale Verbindung. Die Gebühren entsprechen denen für Gespräche gleicher Dauer. Im handbedienten Betrieb wird nach der Herstellung der Verbindung von Sprechbetrieb auf Datenbetrieb umgeschaltet, nachdem gegebenenfalls betriebliche Einzelheiten fernmündlich vereinbart worden sind. Nach der DÜ kann von der DEE aus die

Verbindung getrennt oder — falls gewünscht und vorher vereinbart — auf Sprechbetrieb zurückgeschaltet werden. Im unbedienten Betrieb laufen die Vorgänge selbsttätig ab. Für unbedienten Betrieb bei der rufenden DESt gelten die Regeln der CCITT-Empfehlung V.25.

Die im öffentlichen Fernsprechnetz zu erwartenden Fehlerwahrscheinlichkeiten liegen bei etwa 1 bis 10 fehlerhaften Bit auf 100000 gesendeten Bit für Übertragungen mit 1200 bit/s und bei etwa 2 bis 10 fehlerhaften Bit auf 1000000 gesendeten Bit für Übertragungen mit 200 bit/s.

3. DÜ auf überlassenen Leitungen

Leitungen werden von der DBP in dem Umfange überlassen, als Kapazitäten im Leitungspark zur Verfügung stehen und der Bedarf für die öffentlichen Netze abgedeckt ist.

3.1. Überlassene Telegrafenleitungen

Die DBP kann nach den Bestimmungen der Telegrafenordnung Benutzern Telegrafenleitungen für deren ausschließlichen Gebrauch überlassen. Die folgenden Geschwindigkeitsstufen sind möglich:

50 bit/s
100 bit/s
200 bit/s.

An überlassenen Telegrafenleitungen dürfen außer herkömmlichen Fernschreibeinrichtungen (z. B. Fernschreibmaschinen, Lochstreifengeräten) unter bestimmten Voraussetzungen auch solche Einrichtungen angeschaltet werden, die der Übertragung anderer binärer Zeichen dienen. Sie müssen zuvor vom FTZ technisch geprüft und zugelassen worden sein.

Sämtliche DEE, die an eine überlassene Telegrafenleitung angeschaltet werden sollen, muß der Benutzer selbst bereitstellen. Über die Unterhaltung dieser Einrichtungen befindet die DBP. Sie kann auf Antrag die Unterhaltung übernehmen oder die Genehmigung erteilen, daß die Einrichtungen von zugelassenen privaten Unternehmern oder — im Ausnahmefall — durch den Benutzer selbst unterhalten werden.

Die auf überlassenen Telegrafenleitungen zu erwartende Fehlerwahrscheinlichkeit liegt bei etwa 1 ... 20 fehlerhaften Bit auf 10000000 gesendeten Bit.

3.2. DÜ auf überlassenen Stromwegen

Die Verordnung über Privatfernmeldeanlagen sieht die Überlassung von Stromwegen an Benutzer vor. Diese Stromwege können entweder Leitungen mit Fernsprechbandbreite oder Breitbandleitungen sein. Einrichtungen an posteigenen Stromwegen sind immer privat. Sie werden von der DBP nicht unterhalten, müssen aber vom FTZ geprüft und zugelassen worden sein. Die Gesamtheit der Einrichtungen stellt eine Privatfernmeldeanlage dar, für deren Betrieb eine Genehmigung erteilt sein muß.

Die erreichbare Übertragungsgeschwindigkeit zur Übertragung von Daten hängt von der Ausführung der verwendeten Modems ab. Auf Leitungen mit Fernsprechbandbreite sind Übertragungsgeschwindigkeiten bis 4800 bit/s und höher darstellbar, vor allem, wenn besondere Maßnahmen zur Dämpfungs- und Laufzeitentzerrung vorgenommen werden, wie sie in der CCITT-Empfehlung M. 102 vorgesehen sind.

Höhere Geschwindigkeiten erfordern breitere Frequenzbänder. Die DBP sieht vor, Leitungen mit den Bändern 48 kHz, 240 kHz und mehr Benutzern auf Antrag zu überlassen.

Die Fehlerwahrscheinlichkeiten sind außer von den Einflüssen der Leitungen wesentlich durch die Modems und deren Modulationsverfahren bestimmt. Sie werden naturgemäß besser sein als im öffentlichen Fernsprechnetz, weil die Störungen durch die Vermittlungseinrichtungen entfallen. Etwa 1 bis 10 fehlerhafte Bit auf 1000000 gesendete Bit liegen im Bereich des Möglichen.

Literatur: Dateldienste der DBP, Merkblätter. *W. Tietz*

Daten. Allgemeiner Ausdruck für numerische Angaben, die digital oder analog in → EDV-Anlagen verarbeitet werden können (→ Dateldienst, → Datenübertragung).

Datenbank. Unter einer D. versteht man einen Datenspeicher, der die in ihm gespeicherten Daten zum Abruf durch berechtigte Teilnehmer an einem Datendienst bereithält. So steht z. B. eine medizinische D. den angeschlossenen Ärzten Wiens zur Erleichterung der Diagnosestellung zur Verfügung. Datenbanken dienen auch bereits den Buchungsstellen von Fluggesellschaften, dem Wetterdienst, der Polizei, den Banken für betriebliche Informationszwecke. Datenbanken sollen in Zukunft dem Informationsbedürfnis breitester Kreise dienen. Für die zukünftige Organisation wird voraussichtlich einem örtlich dezentralisierten Aufbau von Datenbanken gegenüber einem zentralisierten der Vorzug gegeben werden, weil die Störanfälligkeit geringer ist.

Datenbetrieb → Betrieb n Datenendstellen.

Datenendeinrichtungen → Betrieb in Datenendstellen, → Datenübertragungssystem, → Datexdienst.

Datenendstellen → Betrieb in Datenendstellen, → Datenübertragungssystem.

Dateneinrichtungen → Datenübertragungssystem.

Datenerfassung → Datenübertragungssystem.

Datenfernverarbeitung. Die Inanspruchnahme der → Dateldienste der DBP führt in Verbindung mit → Datenverarbeitung zur D.

Datenverarbeitung + Datenübertragung = Datenfernverarbeitung.

Wenn eine Datenverarbeitungsanlage (DVA) unmittelbar mit einem Fernmeldeweg verbunden ist, spricht man von On-line-Verarbeitung. Wenn eine DVA nicht elektrisch mit einem Fernmeldeweg verbunden ist und die Daten mit Hilfe von Datenträgern (Lochstreifen, Lochkarten, Magnetband o. dgl.) zwischengespeichert werden, so handelt es sich um Off-line-Verarbeitung. Man spricht auch von abhängiger (direkter) oder unabhängiger (indirekter) Verarbeitung.

Werden bei einer On-line-Verarbeitung Daten nach ihrer Übermittlung sofort verarbeitet und wird ggf. im Anschluß daran eine Antwort irgendwelcher Art zurückgegeben, so nennt man dies Real-time-Verfahren (Echtzeit-Verfahren). Wenn eine DVA



Datenverarbeitung und Datenfernverarbeitung.

die Fähigkeit zum Time-sharing besitzt, so können mehrere Fernmeldewege angeschlossen werden, deren Eingaben mit bestimmten Prioritäten durch verschiedene Programme (Multiprogramming) verarbeitet werden können.

Literatur: Dateldienste der DBP, Merkblatt Z — H. Cassens, Einführung in die Datenübertragungstechnik, Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, Heft 2/1966. *W. Tietz*

Datennetz → Dateldienste.

Datenquelle → Datenübertragungssystem.

Datensenke → Datenübertragungssystem.

Datenstation, andere Bezeichnung für Datenendstellen.

Datenträger → Datenfernverarbeitung, → Datenübertragungssystem.

Datenübertragung. Übertragung von Daten über Fernmeldewege. Die zur D. benutzten Fernmeldewege können entweder → Telegrafenleitungen, Fernsprechleitungen oder → Breitbandleitungen sein.

Telegrafenleitungen sind ohne zusätzliche Maßnahmen zur Übertragung digitaler Daten geeignet. Fernsprech- und Breitbandleitungen benötigen in der Regel zur D. sogenannte → Modems (→ Leitungen zur D.).

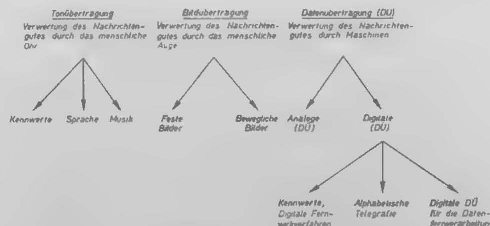
Sämtliche Benutzungen von Fernmeldewegen zur D. werden → Dateldienste genannt.

Beziehung der D. zu den herkömmlichen Nachrichtenarten

Bei der Übertragung von Nachrichten handelte es sich bisher darum, daß ein an einem bestimmten Ort befindlicher Mensch einem an einem entfernten Ort befindlichen anderen Menschen etwas mitteilte, wobei man sich als Verständigungsmittel der Sprache in mündlicher oder in schriftlicher Form bediente. Der Mensch kann Nachrichten nur durch seine Sinne, nämlich durch das Auge oder durch das Ohr — in Ausnahmefällen auch durch seinen Tastsinn — wahrnehmen. Verfahren, die sich mit dieser herkömmlichen Art der Übertragung von Nachrichten befaßten, mußten deshalb davon ausgehen, die Nachricht dem Empfänger in der ursprünglichen Form lesbar oder hörbar darzubieten (s. Bild).

Mit zunehmender Einführung von Anlagen, deren Aufgabe es nicht in erster Linie ist, Nachrichten in ihrer ursprünglichen Form wiederzugeben, sondern sie zu neuen Informationen zu verarbeiten (Informationsverarbeitung), entstanden auch für den Bereich der Nachrichtenübertragung neue Aufgaben: die hierbei zu übertragenden Nachrichten sind nicht mehr für die unmittelbare Wahrnehmung durch den Menschen bestimmt, sondern werden Maschinen (Anlagen) zur Verwertung (Verknüpfung) zugeführt, die daraus neue Nachrichten formen.

Diese Art der Nachrichtenübertragung, bei der zumindest an einem Ende der Übertragungsstrecke der Mensch als »Verwerter« oder »Erzeuger« der Nachricht durch eine Maschine ersetzt ist, wird D. genannt. Um auszudrücken, daß es sich dabei um die Übertragung über eine räumliche Entfernung handelt, hat man auch schon den Begriff »Datenfernübertragung« benutzt. Im Bereich der DBP ist allerdings dieser Ausdruck zugunsten D. aufgegeben worden (s. auch Datenfernverarbeitung). Unter Daten versteht man im engeren Sinne mithin Nachrichten, die zur Verwertung durch datenverarbeitende Anlagen (DVA) bestimmt sind oder die von ihnen herrühren. Im allgemeineren Sinne sind (digitale) Daten solche Informationen, die aufgrund bekannter oder unterstellten Abmachungen codiert dargestellt werden (→ digitale Daten). Fernschreibübertragungen sind in diesem Sinne ebenfalls D. und nur bei der Übertragung lesbarer Texte als »alphabetische Telegrafie« erklärbar. Im übrigen lassen sich Fernschreibübertragung und D. physikalisch nicht mehr unterscheiden, weil in beiden Fällen codierte Informationen übertragen werden.



Arten der elektrischen Nachrichtenübertragung.

Die Übertragung analoger Daten hat noch keine große Bedeutung erlangt, so daß im wesentlichen die digitale D. behandelt wird.

Ursachen für die D.

Die Notwendigkeit für D. ist in erster Linie von dem Bedürfnis geprägt, Informationen über das Betriebsgeschehen, über Arbeitszeiten, Fertigungszahlen, Umsatzwerte, Lagerbestände, Bestellungen, Versandangaben, Kontoangaben, Meßwerte, Börsenkurse, Platzbuchungsangaben usw. schnell und masselos an einen entfernten Ort zu transportieren, an dem Einrichtungen für ihre elektrische Verarbeitung (DVA)

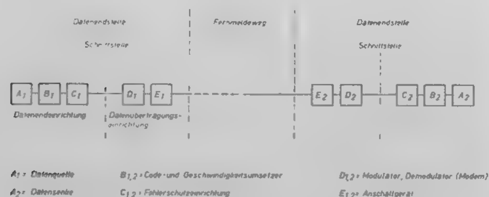
zur Verfügung stehen und die Ergebnisse der Verarbeitung wieder zu verteilen. Das Vorhandensein einer immer größer werdenden Anzahl von DVA zieht außerdem das Bedürfnis nach sich, auch DVA untereinander mit Hilfe der D. zu verbinden. D. ist also immer als Folgeerscheinung der Datenverarbeitung zu bezeichnen. Die Verbindung zwischen dezentralen Datenendstellen (→ Betrieb in Datenendstellen und → Datenübertragungssystem) und einer zentralen DVA kann prinzipiell auch so geschehen, daß man das Datenmaterial, z. B. Belege oder Datenträger, gegenständlich mittels Brief, Paket oder auf ähnliche Weise auf den Verkehrswegen Auto, Schiene, Flugzeug usw. transportiert. Wenn man das Datenmaterial elektrisch transportiert, — was auf jeden Fall bedeutend schneller geschehen kann als der gegenständliche Transport — wird die D. zu einer → Datenfernverarbeitung erweitert.

Literatur: Deutsche Normen, DIN 44300; Informationsverarbeitung, Begriffe. — Deutsche Normen, DIN 44302, Entwurf September 1966 Datenübertragung, Begriffe. — H. Schön, Die Datenübertragung als alte und neue Aufgabe im Fernmeldewesen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1959. — W. Tietz, Untersuchung der Bedürfnisse nach Datenübertragungen, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 2, 1966.

W. Tietz

Datenübertragungseinrichtungen → Datenübertragungssystem.

Datenübertragungssystem. Das Schema eines D. ist aus dem folgenden Bild zu ersehen.



Schema eines Datenübertragungssystems.

Bei Datenendstellen (DESt, Datenstationen) an Fernmeldewege anschaltbare Dateneinrichtungen (DE) sind Datenendeinrichtungen (DEE), ggf. in Verbindung mit Datenübertragungseinrichtungen (DÜE).

a) Unter DEE werden alle bei DESt befindlichen Einrichtungen für die Sendung oder den Empfang von Daten verstanden.

b) Unter DÜE werden alle bei DESt befindlichen Einrichtungen verstanden, die dazu dienen, um die von DEE erzeugten Signale in die für den Fernmeldeweg geeignete Form umzuwandeln bzw. um die über einen Fernmeldeweg übertragenen Signale derart zurückzuverwandeln, daß sie von DEE aufgenommen werden können. Den DÜE können außerdem noch Kontroll- und Steuerfunktionen zugeordnet sein. Außerdem ist mit ihnen im allgemeinen die Anschalteinheit baulich vereinigt. Die internationale Bezeichnung für DÜE an Fernsprech- oder Breitbandwegen ist der Modem.

Anmerkung:
in Verbindungen mit Telegrafenwegen (→ Leitungen zur Datenübertragung) werden DÜE meist »Fernschaltgeräte«, »Leitungsanschaltgeräte« o. ä. genannt.

c) DESt können Anschlüsse der öffentlichen Fernmeldewählnetze (Fernsprechnetz, Datexnetz, Telexnetz) oder Endstellen festgeschalteter Leitungen (überlassene Stromwege, überlassene Telegrafenleitungen) sein.

d) Zwischen posteigenen DÜE und privaten DEE bzw. zwischen der Fernmeldeleitung und privaten DEE/DÜE befindet sich eine sogenannte → Schnittstelle.

Die bestimmenden Faktoren für die Auslegung von D. sind:

1. Ursprung und Bestimmung der Daten

Die Daten zur Eingabe in DVA fallen vielfach dezentral an und müssen der Datenzentrale (DZ) von den DESt zugebracht werden. Der umgekehrte Weg (Verteilen verarbeiteter Daten von der DZ zu den DESt) kann ebenfalls erforderlich werden.

Die Datenübermittlung kann auf verschiedene Weise geschehen: Entweder werden die Daten an einem Datenendgerät manuell eingegeben (z. B. mit einer Tastatur), oder bei der Datenerfassung ist bereits ein Datenträger (Lochstreifen, Lochkarte, Magnetband) angefallen, der für die Übermittlung benutzt wird. Schriftlesende Maschinen können die Daten unmittelbar von Belegen aufnehmen und in elektrische Signale umsetzen. Bei der Verbindung von Rechenanlagen untereinander können die Daten peripheren Speichern (Band-, Platten-, Trommel-, Karten-, Kernspeichern usw.) entnommen sein oder unmittelbar dem Verarbeitungsprozeß entstammen. Davon abgesehen, müssen Daten in der Regel »erfaßt« worden sein, bevor sie übertragen werden können. Diese Datenerfassung erfordert oft wesentliche — zeit- und kostenaufwendige — Veränderungen in der Organisation der Betriebe und im Betriebsablauf.

2. Datenmenge

Die Anzahl der Zeichen (oder der Bit), die in einer bestimmten Zeit übermittelt werden sollen, ist mitbestimmend für die Art des zu verwendenden D. Es muß so leistungsfähig sein, daß die anfallende Datenmenge in einer angemessenen Zeitspanne übertragen wird. Es würde beispielsweise für eine kurzfristig anfallende Menge von 1 000 000 Zeichen ein System mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 50 bit/s kaum in Frage kommen, weil die Übermittlung etwa 35 ... 40 Stunden in Anspruch nähme, bei einem System mit 1200 bit/s würden immer noch 1,5 Stunden pausenloser Übermittlungszeit entstehen. Datenmenge und Übermittlungszeit müssen also in einem den praktischen Anforderungen entsprechenden Verhältnis zueinander stehen. Neben der Datenmenge müssen hierzu auch die Dringlichkeit der Daten und die Übertragungsgeschwindigkeit in Betracht gezogen werden. Entscheidend ist außerdem, ob die Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt als Gesamtmenge anfallen oder aber ob sie sich über einen

längeren Zeitraum verteilen. Ein pausenloser Betrieb über 24 Stunden dürfte aus verschiedenen Gründen nicht in Betracht gezogen werden können. Die Frage, ob man besser einen schnelleren oder mehrere langsamere Übertragungswege wählt, ist ebenso von Bedeutung wie die Frage, ob es sich um eine einzige oder um mehrere Sendeeinheiten (z. B. Tastaturen) an einem Fernmeldeweg handeln soll.

3. Länge des einzelnen Übermittlungsvorganges

Die anfallenden Daten können aus großen oder aus kleinen Teilmengen bestehen. Beispielsweise können statistische Zahlen aus einer großen, aber nur einmal am Tag nach Büroschluß anfallenden Datenmenge bestehen, die in einem einzigen Übermittlungsvorgang abgesetzt werden soll. Anders liegen dagegen die Fälle, bei denen in der Regel kleinere Datenmengen zeitlich verteilt anfallen und in einzelnen Übermittlungsvorgängen, auf die vielleicht eine sofortige Antwort erwartet wird (sog. Realtime-Verarbeitung), übermittelt werden.

4. Dringlichkeit der Daten

Die Daten können nach ihrer Dringlichkeit eingeteilt werden in:

Sofortdaten ..... Dauer der Übermittlung oder Antwort innerhalb von Sekunden.

Eildaten ..... Dauer der Übermittlung oder Antwort innerhalb von Minuten.

Daten ohne besondere Dringlichkeit ..... Dauer der Übermittlung oder Antwort innerhalb von Stunden.

Daten ohne Eile ..... Dauer der Übermittlung oder Antwort innerhalb von Tagen.

Die Dringlichkeit der Nachrichten kann für die Frage der zu benutzenden Fernmeldewege (festgeschaltete Leitungen oder jeweils im Wählverfahren hergestellte Verbindungen) und für die Wahl der → Übertragungsgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle spielen. Wenn die Daten einen bestimmten Empfänger nicht schnell genug erreichen, kann in manchen Fällen ein Wertverlust der Nachricht eintreten. Mit anderen Worten: erst die Schnelligkeit, mit der von einer fernen Stelle aus Zugriff zu einem → Datenverarbeitungssystem gewonnen werden kann, erschließt bestimmte Anwendungen (z. B. Platzbuchungssysteme, Börsenkursanzeigen, Bankbuchungssysteme, fernregelnde Fernwirksysteme).

5. Anforderungen an die Fehlersicherheit

Direkt vom Menschen hervorgebrachte Daten weisen aufgrund menschlicher Unvollkommenheit eine verhältnismäßig hohe Anzahl von Fehlern auf (etwa 1 fehlerhaftes Zeichen auf 1000 Zeichen). Durch Vergleichen der vom Menschen hervorgebrachten Daten mit den in einem zweiten (getrennten) Herstellungsgang — ebenfalls von einem Menschen — erzeugten Daten läßt sich diese Fehlerhäufigkeit senken.

Die Eigenschaften des Fernmeldeweges und Fremdeinflüsse bringen es mit sich, daß auch während der Übertragung von Daten Fehler entstehen können. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens wird entweder als »Zeichenfehlerwahrscheinlichkeit« oder als »Bitfehlerwahrscheinlichkeit« angegeben. Die »Bitfehlerwahrscheinlichkeit« ist die allgemeinere Aussage, weil sie unabhängig vom Code ist. Wenn von »Blockfehlerwahrscheinlichkeit« gesprochen wird, so wird die Übertragung von »Blöcken« vorausgesetzt (→ Fehlerhäufigkeit).

Die Anforderungen an die Fehlersicherheit schwanken: Sie reichen z. B. von 10^2 (Fehlerwahrscheinlichkeit 10^{-2}: ein Fehlzeichen auf 10^2 gesendete Zeichen) für bestimmte Fernwirkinformationen bis zu Werten von $10^7 \ldots 10^9$ (Fehlerwahrscheinlichkeit $10^{-7} \ldots 10^{-9}$: ein Fehlzeichen auf 10^7 bis 10^9 gesendete Zeichen) für Anwendungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen. Es gibt Verfahren, um die auf dem Fernmeldeweg und in den Dateneinrichtungen entstehenden Fehler weitgehend zu eliminieren. Man spricht von »Fehlerschutz« oder »Fehlersicherung« und kann dabei unterscheiden zwischen Fehlererkennung und Fehlerkorrektur.

Bei einfacheren Methoden wird die Korrektur der als falsch erkannten Zeichen manuell durchgeführt (ggf. Rückfrage). Mit höherem Aufwand kann man eine vollautomatische Fehlerkorrektur der auf dem Fernmeldeweg entstandenen Fehler erhalten.

In manchen Fällen kann es sogar sinnvoller sein, bei der Übertragungsstrecke auf einen Fehlerschutz ganz zu verzichten. Besonders wichtige Angaben kann man z. B. durch Prüfziffern, Doppelübermittlung und Vergleich bei der Verarbeitung, Plausibilitätskontrollen, Vorkehrungen in den Programmen usw. sichern. Die Frage der Fehlersicherheit wird heute häufig noch etwas zu einseitig auf den Fernmeldeweg allein bezogen. Es dürften sich brauchbare Verfahren entwickeln lassen, die das gesamte Datenfernverarbeitungssystem umfassen, von dem der Fernmeldeweg nur ein Teil ist.

Das Fehlerschutzverfahren, das man zur Erreichung bestimmter resultierender Fehlerwahrscheinlichkeit einsetzt, ist um so aufwendiger, je größer der Bereich der gewünschten Anhebung der Fehlerwahrscheinlichkeit sein soll. Die gewünschte Fehlersicherheit beeinflußt also die Kosten der Übertragung (sofern ein Fehlerschutzverfahren erforderlich ist). Sie hat außerdem Einfluß auf die Geschwindigkeit der Übertragung: Je mehr Fehler tatsächlich auftreten und als solche erkannt und korrigiert werden, desto mehr vermindert sich die sog. → »Transfergeschwindigkeit« gegenüber der Übertragungsgeschwindigkeit.

6. Übertragungsgeschwindigkeit

Die Übertragungsgeschwindigkeit ist die wichtigste Kenngröße für die Auslegung eines D. Die Einheit der Übertragungsgeschwindigkeit ist bit/s.

Auf die Wahl der zweckmäßigsten Übertragungsgeschwindigkeit haben Einfluß:

die Datenmenge,
die Dringlichkeit der Daten,
die Anforderungen an die Fehlersicherheit.

Die folgenden Normgeschwindigkeiten für serielle Übertragung sind international vorgesehen:

50 bit/s,
100 bit/s,
200 bit/s,
600 bit/s } mit schmalem Hilfskanal für 75 bit/s,
1200 bit/s }
2400 bit/s,
4800 bit/s,
höhere Geschwindigkeiten über Breitbandleitungen.

Mit Parallel-Übertragungsverfahren werden → Zeichengeschwindigkeiten von 20 Zeichen/s und 40 Zeichen/s erreicht.

Die sinnvollste Übertragungsgeschwindigkeit dürfte die sein, die bei einer bestimmten Datenmenge eine Übertragungsdauer ergibt, die tragbar und nicht kürzer als notwendig ist. Zu berücksichtigen ist, ob ein oder mehrere Fernmeldewege betrachtet werden sollen. Mehrere Fernmeldewege erfordern allerdings auch mehrere DE, die einen nicht unwesentlichen Kostenfaktor darstellen. Die Höchstbelastung eines Fernmeldeweges muß nach den technischen und betrieblichen Gegebenheiten gewählt werden. 10 bis 12 Stunden pro Tag und Einzel-Fernmeldeweg dürften erreichbar sein. Wenn Daten über Fernmeldewege gedruckt werden sollen, stellen heute etwa 200 bit/s wegen des Fehlens geeigneter und preiswerter Geräte noch eine praktische Grenze dar.

Fehlerschutzverfahren verlängern die Übertragungsdauer. Die dafür benötigten Bit wären bei der Ermittlung der Datenmenge hinzuzuzählen.

7. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Datenübertragung hängt ab von:

den Gebühren für die Fernmeldewege (einschl. der DÜE) und
den Kosten für die DEE.

Die Gebühren, die die DBP erhebt, richten sich danach, welche Fernmeldewege und welche Benutzungsform gewünscht wird.

Die Kosten für die DEE sind bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten im Vergleich zu den Gebühren für den Fernmeldeweg relativ hoch. Bei niedrigen Übertragungsgeschwindigkeiten sind die Kosten für die DEE im Verhältnis zu den Kosten für den Fernmeldeweg meist geringer. Die anteiligen Gesamtkosten je übertragbares Zeichen sind bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten geringer als bei niedrigen Übertragungsgeschwindigkeiten. Dieser Vorteil ist natürlich erst dann auszunutzen, wenn so große Datenmengen vorliegen, daß die Fernmeldewege und die Endeinrichtungen durch Übermittlung mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten ausgelastet werden. Die Wirtschaftlichkeit des D. ist von einer Vielzahl von Parametern bestimmt, für deren Wahl es kein festes Rezept gibt. So wäre es beispielsweise durchaus denkbar, mit verschiedenen DEE und verschiedenen Fernmeldewegen zu gleichen Kosten zu kommen, wobei vielleicht die eine Lösung aus organisatorischen Gründen nicht zweckmäßig ist. Andererseits können vielleicht für die aus organisatorischer Sicht günstigste Lösung keine geeigneten DE zur Verfügung stehen. Bei der Suche nach dem wirtschaftlichsten Gesamtsystem wird man sich nicht auf das D. allein beschränken können. Ideal dürfte es sein, eine Gesamtplanung bei der Datenerfassung zu beginnen und danach in Verbindung mit dem gewählten Datenverarbeitungssystem den günstigsten und aus der Gesamtsicht wirtschaftlichsten Fernmeldeweg auszuwählen. Festgeschaltete Leitungen und Wählnetze stehen kostenmäßig in bestimmter Relation zueinander. Die Gebühren für festgeschaltete Leitungen sind durch die Entfernung bedingte Festkosten. Die Gebühren für Übertragungen mit Hilfe von Wählanschlüssen setzen sich zusammen aus einem festen Kostenanteil (Grundgebühr, monatliche Überlassungsgebühr für bestimmte posteigene Geräte) und einem veränderlichen Kostenanteil, der proportional der Verbindungsdauer ist und noch von der Gebührenzone des angewählten Anschlusses abhängt. Geringe einmalige Kosten (Einrichtungsgebühren) kommen hinzu. In manchen Fällen können auch andere als Kostengründe die Wahl eines bestimmten Datenfernverarbeitungssystems bedingen. Ein D., das — allein betrachtet — die geringsten Kosten hervorruft, muß nicht notwendigerweise die geringsten Gesamtkosten für das Gesamtsystem bedingen, eben weil die Kosten des D. nur einen Teil der Gesamtkosten ausmachen.

Literatur: Dateldienste der DBP, Vorschrift z — J. Lange, J. Sanders, Probleme der Datenübertragung auf Fernsprech- und Breitbandleitungen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962 — W. Tietz, Daten(fern)übertragung, Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, Hefte 1 und 2/1965. *W. Tietz*

Datenumschaltesignal → Dateldienste (Datenübertragung im Telexnetz).

Datenverarbeitung, logische Verknüpfung von Daten durch eine systematische Folge von Operationen, so daß neue Daten entstehen. Die Operationen werden durch Datenverarbeitungsanlagen (programmgesteuerte digitale Rechenanlagen) nach beliebig auswechselbaren Programmen ausgeführt. In der Anfangszeit der D. wurden die Programme überwiegend in der Maschinensprache der betr. Anlage oder in einer maschinenorientierten Assemblersprache erstellt. In einer Assemblersprache haben die Befehlswörter leicht merkbare Abkürzungen des Namens der betr. Operation im Operationsteil und Namen oder relative Nummern im Adressteil. Es muß jeder Befehl durch den sog. Programmierer niedergeschrieben werden. Durch eine geschickte Unterteilung des Programms in mehrfach nutzbare Unterprogramme konnte die Programmierarbeit abgekürzt werden. Eine beachtliche Vereinfachung gelang durch die Schaffung der problemorientierten Programmiersprachen ALGOL (Algorithmic Language), Fortran (Formula Translator) für überwiegend mathematische Aufgaben und COBOL (Common Oriented Language) für kommerzielle Aufgaben. Beim Programmieren in problemorientierten Sprachen muß die Aufgabe nicht bis in die winzigen Schritte der Maschinenbefehle aufgelöst, sondern die Anweisungen im Programm können in größeren Schritten formuliert werden. Für die Übersetzung der Programme aus

der Quellensprache (Algol, Fortran, Cobol usw.) in die Maschinensprache sind Compiler (Übersetzerprogramme) nötig, die heute bei allen neuen Digitalrechnern vorhanden sind. Mit dem Fortschritt der Programmiersprachen, der Programmierung von Betriebssystemen und dem Anwachsen der Programmbibliotheken wurde die D. in die Lage versetzt, schwierigere und umfangreichere Programme vorzubereiten. Gleichzeitig wurden schnellere und größere Rechenanlagen mit leistungsfähigen Ein- und Ausgabegeräten entwickelt und gebaut. Man bezeichnet die Bausteine und die Struktur einer Rechenanlage und der dazugehörigen peripheren Geräte als Hardware. Im Gegensatz dazu wird die Gesamtheit der verfügbaren Programme Software genannt. Beide zusammen machen die Leistungsfähigkeit einer Maschine aus. Die Hersteller von Rechenanlagen sind bestrebt, möglichst viele Aufgaben durch eine gut ausgearbeitete Software zu erfüllen. Die Leistungsfähigkeit einer Rechenanlage hängt ab von der Struktur und Schnelligkeit des Rechen- und Steuerwerks, von der Kapazität und der Zykluszeit des Arbeitsspeichers, von der Kapazität und der Zugriffszeit der Zubringerspeicher und der Anzahl und der Schnelligkeit der Druck- und Lesegeräte sowie der Anzahl der Ein- und Ausgabekanäle. Die Zubringerspeicher umfassen Magnettrommel-, Magnetband-, Magnetkarten- und Magnetplatten-Speicher. Die Anzahl der gleichzeitig, d. h. im time-sharing-Betrieb verarbeitbaren Programme hängt von der Struktur und Leistungsfähigkeit der Hardware und der Software ab. Große Datenverarbeitungsanlagen mit der Möglichkeit des time-sharing-Betriebs gestatten einen Realzeit-(real time-)Betrieb, bei dem die Benutzer, insbesondere bei der Datenfernverarbeitung, unmittelbar nach der Eingabe von Daten das Ergebnis oder eine »Antwort« erhalten. Die D. geht so schnell vor sich, daß auch bei mehreren gleichzeitigen Anfragen jeder Benutzer den Eindruck hat, die Anlage stände ihm allein zur Verfügung. Die Hersteller nennen wegen der verwendeten monolithischen Bausteine die z. Z. hergestellten Datenverarbeitungsanlagen »Anlagen der dritten Generation«. Die »erste Generation« enthielt Elektronenröhren als aktive Bauelemente, die zweite Transistoren.

Literatur: G. Haas, Grundlagen und Bauelemente elektronischer Ziffern-Rechenmaschinen, Philips Technische Bibliothek 1961 — W. Hoffmann, Digitale Informationswandler, F. Vieweg und Sohn, Braunschweig 1962 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1967 — Ch. J. Sippl, Computer Dictionary And Handbook, H. W. Sams u. Co., New York 1966 — E. J. Mc Carthy, Integrates, Data Processing Systems, J. Wiley u. Sons, New York 1966 — H. D. Leeds, Computer Programming Fundamentals, Mc Graw-Hill, Book Company, New York 1961 — s. auch Datenverarbeitung im Handwörterbuch für das Postwesen, 3. Auflage, 1970.

Socher

Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst. Mit der Umstellung auf das Lochkartenverfahren (Lkv) in den Jahren 1954 bis 1960 begann die Abkehr vom Handverfahren im Fernmelderechnungsdienst (FRD). Da die Lochkartenmaschinen nur massenweise auftretende, gleichförmige Arbeiten wirtschaftlich erledigen können, mußten große Arbeitsbereiche für die sog. → Rechenzentren (RZ) geschaffen werden mit einer Größe von ungefähr 300000 Beschaltungseinheiten (BE) als untere Grenze. Ein Teil der an zentraler Stelle anfallenden Arbeiten setzt fachliche Kenntnisse des FRD voraus. Für ihre Erledigung — insbesondere für die Datenbereitstellung und Datenauswertung — sind die → Buchungsstellen für Fernmeldegebühren gegründet worden; sie befinden sich am Sitz der RZ (die nicht nur Aufgaben für den FRD wahrnehmen). Die Tabelliermaschinen und der Rechenlocher bildeten als wichtigste Maschinen das Kernstück des Lkv für den FRD. Mit dem Aufkommen größerer Speicher und schnellerer Ein/Ausgabe-Geräte konnte die Rationalisierung des FRD durch Anwendung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen (EDV-Anl) fortgeführt werden. Im Jahre 1961 begann die Umstellung der RZ auf EDV-Anl (IBM 1401 Modell C) mit maximal 16000 Speicherstellen im Magnetkernspeicher. Die Standardausrüstung dieser EDV-Anl mit Ein/Ausgabegeräten bildeten eine (Mehrfunktions-)Lochkarteneinheit, ein Schnelldrucker und 4 Bandeinheiten. Im Jahre 1967 begann im Rahmen der sog. Zwischenumrüstung der RZ der Austausch der EDV-Anl (1401) gegen leistungsfähigere EDV-Anl (IBM 360/30) mit zunächst 64×1024 Bytes Kernspeicherkapazität; zur Standardausrüstung gehört auch eine Magnetplattenspeichereinheit. Inzwischen stehen den RZ EDV-Anlagen vom Typ IBM 360/40 und Siemens 4004/45 zur Verfügung. Bei den wichtigsten Programmen für den FRD ist zu unterscheiden:

1. Sollermittlung. Die Dateneingabe geschieht mittels Lochkarten (Lk) und mit Magnetbändern, u. a. dem Bestandsband des Vormonats. Die Lk enthalten z. B. die neuen Zählerstände, Stanzungen von Gebührenbeträgen des handvermittelten Ferndienstes und, falls Änderungen vorliegen, neue Anschriften u. Daten neuer laufender Gebühren. Aus dem Bestandsband des Vormonats werden die alten Zählerstände und die übrigen unverändert gebliebenen Daten abgerufen. Ausgegeben (bzw. zwischengespeichert) werden die Daten auf mehreren Magnetbändern, dem Plattenspeicher und in mehreren Listen. So entstehen z. B. ein neues Bestandsband, ein Band, in dem besondere statistische Daten zwischengespeichert werden, daneben eine Rechnungsliste (Reli), eine Erstattungsliste, eine Liste der Zahlungsrückstände und eine Liste mit Fehlerhinweisen und statistischen Zahlen. Die Reli enthält in 2 Schreibzeilen die gleichen Gebührenangaben in gleicher Aufteilung wie die wenige Tage später dem Teilnehmer (Tln) zu versendende Fernmelderechnung (F-rech). Die Reli dient der Fernmelderechnungsstelle (FRSt) zu Prüfzwecken und als Unterlage für Nachforschungen, weil kein Rechnungsdoppel gefertigt wird. Die Verrechnungskarten, in denen neben der FKto-Nr. nur noch der Endbetrag der F-rech (zu zahlen) eingestanzt wird, dient der Buchungsstelle (Bg) im manuellen Verfahren der Kontenführung. Für die maschinelle Buchung sind die Angaben »zu zahlen« in einem besonderen Magnetband zu verdichten.

2. Rechnungsschreibung. Die für die Rechnungsschreibung benötigten Daten sind auf dem Bestandsband eingespeichert worden. Eine Bandeinheit dient als Eingabegerät, ein Schnelldrucker ist als Ausgabegerät angeschlossen; er schreibt auf End-

losformblätter jeweils 5 Zeilen pro F-rech. Bei maschineller Kuvertierung sind 4 Durchläufe des Bestandsbandes zweckmäßig. Während der ersten beiden Durchläufe werden die F-rech für Barzahler und Überweiser geschrieben — einmal für diejenigen Tln, deren F-rech keine Belege oder ähnliches beigefügt werden und die keinen Hinweis in der Fehlerliste haben —, zum anderen für diejenigen Tln, deren F-rech, Belege oder individuelle Mitteilungen beizufügen sind, bzw. die einen Hinweis in der Fehlerliste haben. Auch im letzten Fall können die F-rech im Anschluß an die Vereinzelung unmittelbar (maschinell) kuvertiert werden, sie bleiben jedoch unverschlossen. Im 3. und 4. Durchlauf geschieht entsprechendes für die Abbucher, wobei jedoch zwischen dem Vereinzeln und dem Kuvertieren der Überweisungsteil vom Rechnungsteil zu trennen ist. Der Rechnungsempfänger erhält nur den Rechnungsteil.

3.1. Zahlungseingang (manuell). Je nach der vom Tln gewählten → Zahlungsart gelangen verschiedenartige Zahlungsbelege zur kontoführenden Stelle (Bg). Das Postscheckamt sendet die Gutschriftenabschnitte der FKto-Karten und Fernmeldegebührenüberweisungen (zusammen mit einem Kontoauszug) an die Bg. Die Abschnitte tragen als Information den Rechnungsbetrag, die FKto-Nr., Monat usw. Da für jedes FKto, für das ein Betrag zu buchen ist, ein Einzahlungsbeleg vorhanden sein muß, sind bei Zahlungseingang mit Verrechnungsscheck oder Sammelüberweisung (für mehrere Konten) Ersatzgutzettel anzufertigen. Die Belege sind nach FKto-Nr. zu sortieren und die Belege mit dem Buchungsdatum als erfaßt zu stempeln. Nun werden die eingezahlten Beträge mit dem Schuldbetrag verglichen. Die Verrechnungs-Lk, für die eine übereinstimmende Zahlung vorliegt, werden gezogen und getrennt gelegt. Bei nicht übereinstimmender Zahlung wird die Verrechnungs-Lk ebenfalls gezogen, der gezahlte Betrag unmittelbar in diese Lk eingestrichelt (mark-sensing), diese Karten auf einen eigenen Stapel gelegt und anschließend zeichengelocht. Über die Lk-Einheit gelangen die in den gezogenen Verrechnungs-Lk enthaltenen Daten in die EDV-Anl und werden — getrennt für ausgeglichene und unausgeglichene Zahlungen — zum Ausdruck der Tageseingangsliste verarbeitet. Die Berechnung der Differenzbeträge geschieht maschinell, die EDV-Anl stanzt in diesem Fall sogleich eine (neue) Verrechnungs-Lk aus. Währenddessen werden die Einzahlungsbelege von der Buchungsbeamtin mit einer Additionsmaschine ebenfalls getrennt nach ausgeglichenen und ungeraden Zahlungen zu Abstimmzwecken aufgerechnet. Am 4. Arbeitstag nach dem letzten Zahltag noch nicht gezogene Verrechnungs-Lk dienen zusammen mit dem Bestandsband als Dateneingabe für das Programm Mahnung.

3.2. Zahlungseingang (maschinell). Mit Hilfe von Lesemaschinen und automatischem Vergleich von auf mehreren Magnetbändern gespeicherten Daten läßt sich der Buchungsvorgang automatisieren. Man gewinnt anstelle der Verrechnungs-Lk bei der Soll-Ermittlung ein Magnetband, in dem im wesentlichen die Rechnungsbeträge aufgezeichnet sind. Die vom Klarschriftleser gelesenen Daten der Einzahlungsbelege gelangen auf ein Einzahlungsband; Konto wird ebenfalls auf einem Magnetband (Kontoband) geführt. Bei dem Bandvergleich von Rechnungsbeträgen und Einzahlungen gewinnt man ein Magnetband mit den neuen Kontoständen (Konto neu) und weitere Magnetbänder mit Daten zum Druck von Buchungslisten, Prüflisten, Kontostandsauskünften, Statistiken und Mahnungen. Ein maschinelles Lesen des Einzahlungstages (aus dem Stempelabdruck) ist nicht möglich; man muß vom Buchungstag auf den Einzahlungstag schließen und darauf eine etwaige Zinsenberechnung abstellen. Da für jedes Konto täglich Zahlungen eingehen können, ist arbeitstäglich der gesamte Bestand an Kontobändern zu bewegen. Aus diesem Grund sind je FKto erheblich weniger Daten im Kontoband aufgezeichnet als im Bestandsband, welches nur absendegruppenweise bewegt wird.

Literatur: D. Breidt, Der Fernmelderechnungsdienst der Deutschen Bundespost mit Hilfe der maschinellen Datenverarbeitungstechnik, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1966, Verlag Georg Heidecker, Bad Windsheim. *Breidt*

Datenverkehr. Unter D. wird der Verkehr verstanden, der im Zusammenhang mit der → Datenübertragung über Fernmeldewege entsteht. Dabei wird vorwiegend an Verkehr über Wählnetze gedacht. Es läßt sich folgende Unterteilung vornehmen: 1. Dialogverkehr (etwa 10^2 Bit bis 10^4 Bit je Verbindung). 2. Stapelverkehr (etwa ab 10^5 Bit je Verbindung). Die unterschiedlichen Bedürfnisse, die hinter einer Inanspruchnahme der → Dateldienste stehen, führen zum Verkehr auf den einzelnen Bündeln, der sich in verschiedener Hinsicht von dem bisherigen Fernmeldeverkehr unterscheiden kann. Der D. wird mit der Verbreitung der Anwendung der → Datenverarbeitung immer größeren Umfang annehmen. Im Fernsprech- und Telexnetz wird sich dem Fernsprech- und Telexverkehr ein großer D. überlagern. Solange der D. dem Umfang nach noch untergeordnet ist, werden die Charakteristika des Verkehrs nicht wesentlich verändert werden. Anders verhält es sich in einem reinen Datennetz. Die Technik des Vermittlungssystems, die Übertragungsgeschwindigkeiten und die Ausbildung der Datenendeinrichtungen beeinflussen wesentlich die Verkehrsgrößen. So können sich z. B. bei der Verwendung von Pufferspeichern in der Endeinrichtung schnelle Übertragungsgeschwindigkeiten und sehr kurze Verbindungszeiten ergeben. Für die Bemessung der Vermittlungseinrichtungen und der Leitungen eines Wählnetzes entstehen durch den D. eine Anzahl neuer schwieriger Probleme. Die DBP ist u. a. bestrebt, den D. zur besseren Auslastung der Fernmeldewege auf die Nachtzeit zu verlagern. Dialogverkehr allerdings ist meist ein Tagesverkehr während der Bürozeiten. Mit dem Schlagwort »Information aus der Steckdose« werden Anwendungen der Datenfernverarbeitung angekündigt, nach denen der D. den Fernmeldeverkehr um ein Mehrfaches übersteigen wird. *W. Tietz*

Datenvermittlungssystem, elektronisches. EDS wird z. Z. als Nachfolgetechnik für → System TW39 entwickelt und soll 1972 bei der DBP praktisch erprobt

werden. Gegenüber TW39 verfügt EDS über zusätzliche Leistungsmerkmale, u. a.:

a) Anschluß von Leitungen mit einer oberen → Übertragungsgeschwindigkeit von zunächst 50, 200, 2400, 9600 Bd (Geschwindigkeitstransparenz).

b) Bildung von zunächst max. 64 Betriebsklassen je vorgenannter Geschwindigkeitsstufe, um Anschlußgruppen mit unterschiedlichen Betriebseigenschaften und -möglichkeiten einrichten zu können.

c) Freie Wahl des Codes nach Herstellung der Verbindung (Codetransparenz).

EDS ist ein speicherprogrammiertes System zum Vermitteln binär dargestellter Daten. Es ist als Leitungsdurchschalte- und Speichervermittlung einsetzbar. Die Vermittlungsfunktionen werden von einer zentralen Programmsteuerung (Bild 1) gesteuert, die

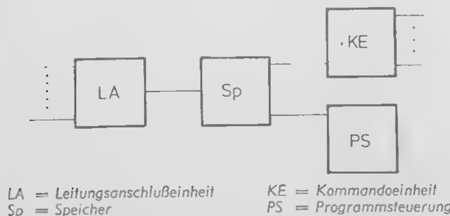


Bild 1. Grobstruktur des EDS.

die hierfür benötigten Daten und Programme dem Speicher entnimmt. Über die Kommandoeinheit werden Bediengeräte (Blattschreiber, Lochstreifen- und Datensichtgeräte) angeschlossen, um Daten, Programme eingeben und Meldungen des Systems aufzeichnen zu können.

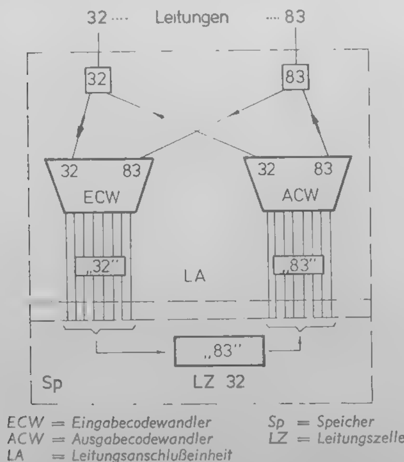


Bild 2. EDS; nichtsynchrones Zeitvielfach.

Das Durchschaltevielfach bisheriger Systeme ist durch ein nichtsynchrones Zeitvielfach ersetzt (Bild 2). Jeder Leitungsanschluß wird nur dann abgefragt, wenn er einen Polaritätswechsel meldet. Unter der bei der Abfrage ermittelten Adresse wird dann im Speicher nachgeschaut, mit welchem Abnehmer diese Leitung zusammenarbeitet. Dieser Leitungsanschluß wird daraufhin angesteuert und zum Polaritätswechsel veranlaßt. Zwischen Zubringer und Abnehmer besteht somit zu keiner Zeit eine unmittelbare Verbindung.

Für kleinere Vermittlungsstellen ist ein EDS-Konzentrator mit Raumvielfach vorgesehen, der über eine Steuerleitung (200 oder 2400 Bd) von der EDS-Zentrale ferngesteuert wird (Nachfolgetechnik für → Systeme TW56, TW100).

Literatur: Karlheinz Goßlau, Adolf Bacher u. a.: Das Elektronische Datenvermittlungssystem EDS, ein System für den Datenverkehr. NTZ Heft 8, 1969.

Rolf Krämer: Vermittlungen für allgemeine Datenwählnetze. Beiheft Datenfernverarbeitung zur Siemens-Zeitschrift 43. Jahrgang (1969).

Jendra

Datenwählnetz, allgemein. Die Fernübertragung → digitaler Daten zieht für die öffentlichen Fernmeldenetze bestimmte Folgen nach sich. Die bisherigen technischen Gegebenheiten, die verschiedene Form der Nachrichten und die unterschiedliche Verkehrsstruktur ließen es sinnvoll erscheinen, die einzelnen Nachrichtenarten (Fernsprechen, Fernschreiben) in getrennten Wählnetzen abzuwickeln. Die Bedingungen des → Datenverkehrs, die nach der bisherigen Kenntnis und den Schätzungen für die künftige Entwicklung erwartet werden können, sprechen ebenfalls für ein getrenntes D. Die DBP hat mit der Einführung des → Datexnetzes den ersten Schritt in diese Richtung getan. Es wird als Ausgangspunkt für ein allgemeines digitales D. betrachtet. Ein neues Vermittlungssystem (→ Datenvermittlungssystem, elektronisches, EDS) soll die Voraussetzungen schaffen, alle digitalen Wähldienste zusammenzufassen. Durch Bildung von Dienst- und Geschwindigkeitsklassen, für die ein gegenseitiger Übergang vorgesehen ist, würde ein umfassendes Netzgebilde entstehen, das als Hauptmerkmal ausschließlich die Übertragung von digitalen Informationen zuläßt. Als wesentliche Voraussetzungen für ein öffentliches, digitales Datenwählnetz wären zu nennen:

1. Auswahlmöglichkeit der gewünschten Geschwindigkeitsstufen, 2. Niedrige Fehlerwahrscheinlichkeit, 3. Hohe Dienst- und Verkehrsgüte, 4. Möglichkeit für den Betrieb mit oder zwischen unbesetzten Datenendstellen. 5. Freizügigkeit hinsichtlich Code und Übertragungsverfahren, 6. Möglichkeit zur Identifizierung zumindest für den Anrufer und 7. Wirtschaftlichkeit für Fernmeldeverwaltung und für Benutzer. Die Benutzung des Fernsprech- und Telexnetzes in der heutigen Form für Zwecke der → Datenübertragung ist eigentlich eine Behelfsmaßnahme. Man ist diesen Weg gegangen, um diese Benutzungen mit den vorhandenen Mitteln zu ermöglichen. Inwieweit die Benutzung durch die Erweiterung der bisherigen → Dateldienste überholt und hinfällig wird, ist nicht mit Sicherheit vorherzusagen. Die Verfahren der → Datenfernverarbeitung, die eine Sprachübertragung vorsehen (z. B. Sprachausgabe aus einer Datenverarbeitungsanlage), werden auch künftig die Benutzung des Fernsprechnetzes erfordern. Auskunfts-

oder Dialogverfahren einfacher Art sollen »Informationen aus der Steckdose« ermöglichen. Sie verlangen außer hochentwickelten Datenverarbeitungssystemen auch geeignete Fernmeldesysteme.

Die Entwicklung der Puls-Code-Modulations-Technik (PCM) scheint die Fernmelde-Übertragungs-Vermittlungs-Technik zu revolutionieren. Die zu lösenden Aufgaben technischer und organisatorischer Art (z. B. Normung) bringen es mit sich, daß die allgemeine Anwendung auf breiter Grundlage in naher Zukunft noch nicht möglich erscheint. Die Zusammenfassung aller Fernmeldedienste in einem einzigen Übertragungs- und Vermittlungssystem wäre in Zukunft nicht ausgeschlossen. Die Tarife der öffentlichen Fernmeldedienste für die Datenübertragung bestimmen die Wirtschaftlichkeitsgrenze, von der an Benutzer private Datennetze in Betracht ziehen. Große private Datennetze können einen automatischen Betrieb vorsehen. Die Technik auf den Einzelfall kann abgestimmt sein und daher von der Technik bei den öffentlichen Netzen abweichen.

Literatur: I. W. Halina, Datenübertragung, Entwicklungstendenzen und Zukunftsaussichten, Elektrisches Nachrichtenwesen, 2/1966 — H. Geißler, Beitrag zur Planung von Puls-Code-Modulations-Systemen (PCM) in postalischen Nachrichtennetzen, Nachrichtentechnische Zeitschrift, H. 11/1967 — E. Hummel und H. Gabler, Über ein öffentliches Datenwählnetz der DBP, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, H. 20/1965.

W. Tietz

Datexanschlüsse → Datexdienst, → Datexnetz.

Datexdienst. Die DBP hat am 1. Januar 1967 ein weiteres öffentliches Fernmeldewählnetz — das → Datexnetz — zur Übertragung von beliebig codierten binären Daten bis zu 200 bit/s eröffnet. Jedermann kann Teilnehmer am D. werden. Die Bedürfnisse der → Datenübertragung (DÜ) bildeten die Ursache für diesen neuen Fernmeldedienst. Es wird daran gedacht, später weitere Geschwindigkeitsstufen einzuführen.

Datexanschlüsse ermöglichen Duplexbetrieb. Sie sind jederzeit betriebsbereit. Mit einem Datexanschluß stellt die DBP ein Fernschaltgerät bereit, das nicht nur einen Nummernschalter, Bedienungstasten und ein Anzeigefeld, sondern auch eine selbsttätig arbeitende Identifizierungseinrichtung enthält.

Mit Hilfe des Fernschaltgerätes lassen sich Verbindungen zu den anderen Datexanschlüssen ähnlich wie im Telexdienst herstellen. Das Fernschaltgerät eines durch Wahl erreichten Datexanschlusses sendet automatisch die Rufnummer dieses Anschlusses als Anschlußkennung zum rufenden Anschluß zurück. An dem Bedienungspult des zum rufenden Anschluß gehörenden Fernschaltgerätes wird die Anschlußkennung des gerufenen Anschlusses mit Hilfe von Ziffernrollen angezeigt. Der Anrufer kann somit feststellen, ob er mit dem gewünschten Anschluß verbunden ist.

Nach Ablauf der Anschlußkennung werden die Datenendeinrichtungen (DEE) durchgeschaltet und die Verbindungen werden gebührenpflichtig. Nach der Durchschaltung kann der Anrufer mit Hilfe seiner DEE — falls diese und die des angerufenen Anschlusses die Möglichkeit vorsehen — in dem dabei verwendeten Code eine Teilnehmerkennung von der erreichten DEE abfordern (etwa wie durch »Ziffernumschaltung/Wer da?« die Kennung der Fernschreibmaschine bei einem Telexanschluß) und sich überzeugen, ob eine betriebsfähige DEE angeschaltet ist, die in demselben Code arbeitet. Die Teilnehmerkennung kann nach Belieben des Teilnehmers vorgesehen und abgefaßt werden.

Das Fernschaltgerät erlaubt die Möglichkeit zu lokalem Schleifenbetrieb. Dabei kann die DEE lokal in Betrieb gesetzt werden, um beispielsweise Daten in Lochstreifen, Lochkarten o. ä. zu erfassen. Es gibt zwei Arten des lokalen Schleifenbetriebes:

1. Beim Eintreffen eines Anrufes wird die Verbindung binnen kurzer Zeit (etwa 3 s) durchgeschaltet und der lokale Schleifenbetrieb zwangsweise zugunsten des Anrufes unterbrochen.

2. Beim Eintreffen eines Anrufes wird die Anschlußkennung ausgesendet und im Anschluß die Verbindung ausgelöst. Der Anrufer kann daran erkennen, daß der Angerufene in eigener Entscheidung die Annahme des Anrufes verweigert hat.

Nach der Herstellung einer Datexverbindung können Daten nur dann ausgetauscht werden, wenn beim rufenden und beim gerufenen Anschluß gleichartige DEE vorhanden sind, die mit gleicher Geschwindigkeit und im gleichen Code arbeiten.

An das Fernschaltgerät lassen sich über eine → Schnittstelle private DEE anschalten, deren Code und Übertragungsverfahren — mit gewissen Einschränkungen — beliebig sein können. Die DEE müssen vom FTZ technisch geprüft und zugelassen worden sein. Sie sind auf Kosten des Teilnehmers von privaten Unternehmern, die von der DBP zugelassen sein müssen, zu unterhalten. Ausnahmsweise kann auch die Unterhaltung durch geschultes Personal des Teilnehmers zugelassen werden, wenn die sachkundige Ausführung gewährleistet ist. Soweit es sich bei den DEE um solche Fernschreibeinrichtungen handelt, wie sie von der DBP üblicherweise unterhalten werden, übernimmt die DBP auf Antrag die Unterhaltung gegen Entrichtung von verordnungsmäßig festgelegten Gebühren.

Das Teilnehmerverhältnis wird wie im Telexdienst nach den Bestimmungen der → Fernsprechordnung geregelt.

Die im D. zu erwartende Fehlerwahrscheinlichkeit liegt bei etwa 2 ... 8 fehlerhaften Bit auf 1000000 gesendeten Bit.

Literatur: Dateldienste der DBP, Merkblatt E — Amtliches Verzeichnis der Datexteilnehmer.

W. Tietz

Datex-Gebührenbereiche → Datexnetz, → Datexdienste.

Datex-Kennzahlen- und Rufnummernplan → Datexnetz.

Datexnetz. Es besteht aus den Vermittlungsstellen, den Leitungen zwischen ihnen und den Datexanschlüssen (Bild 1). Der → Datexdienst wird ununterbrochen wahrgenommen. Die Datex-Verbindungsleitungen und

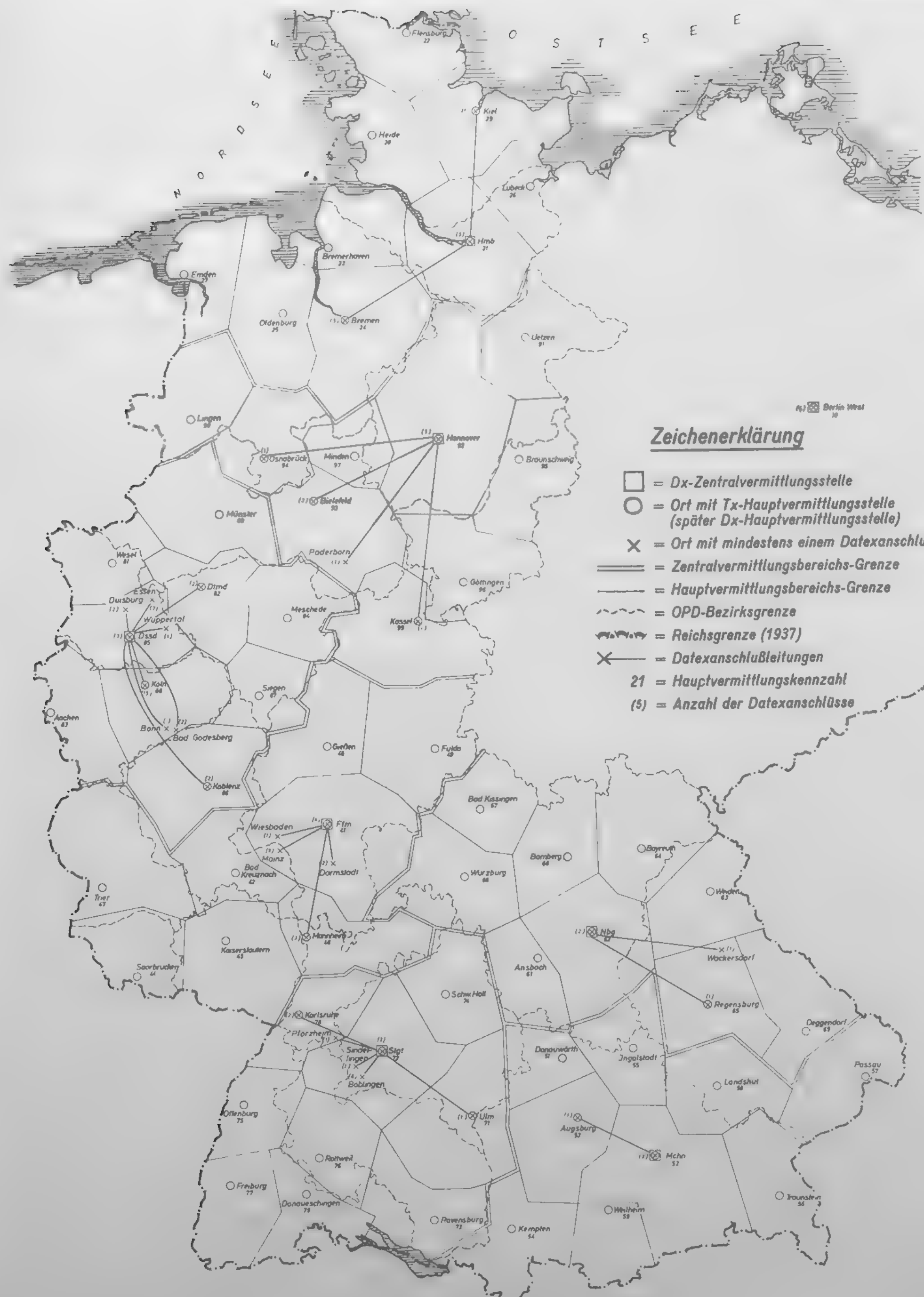


Bild 1. Datexanschlüsse in der Bundesrepublik Deutschland (1968).

-Vermittlungseinrichtungen sind so bemessen, daß eine hohe Dienstgüte gewährleistet ist. Die → Fehlerhäufigkeit ist niedrig.

Als Vermittlungstechnik wird die Telegrafenwähl-(TW-)39-Technik mit einigen Änderungen verwendet. Für die Bildung der Fernleitungen (Verbindungsleitungen und Anschlußleitungen) werden Wechselstromtelegrafieeinrichtungen (WT 100) mit 480 Hz Kanalabstand oder Einkanal-WT-Einrichtungen (WT 1) verwendet. Entwicklungstendenzen → Datenwählnetze, allgemein.

1. Datex-Vermittlungsstellen (DxVSt). 1.1. Datex-Zentralvermittlungsstellen: Am Orte jeder Telex-Zentralvermittlungsstelle (TxZVST) wird eine Datex-Zentralvermittlungsstelle (DxZVSt) eingerichtet. Die Bereiche der DxZVSt (Z-Bereiche) decken sich mit den Bereichen der ZVSt des Telexdienstes und somit auch mit denen des Fernsprechdienstes. Die DxZVSt sind untereinander durch Datex-Zentralverbindungsleitungen (DxZl) vermascht. Als Wahlstufen sind ihnen Zentralvermittlungs-Gruppenwähler (ZGW) und Hauptvermittlungs-Gruppenwähler (HGW) zugeordnet. 1.2. Datex-Hauptvermittlungsstellen: Zunächst werden keine Datex-Hauptvermittlungsstellen (DxHVSt) eingerichtet. Jeder Z-Bereich ist aber in Hauptvermittlungsstellenbereiche (H-Bereiche) unterteilt, die sich mit denen des Telex- und Fernsprechdienstes decken. Als Wahlstufe ist den DxHVSt der

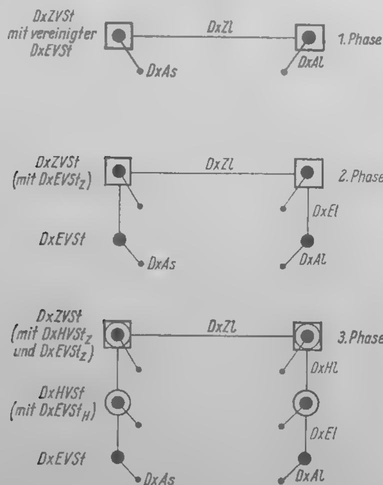


Bild 2. Stufenweiser Ausbau des Datexnetzes.

Endvermittlungs-Gruppenwähler (EGW) zugeordnet. DxHVSt (d. h. EGW) werden eingerichtet werden, wenn mehr als eine DxEVSt in einem H-Bereich erforderlich sind (Bild 2, 3).

Mit dem zweiten Abschnitt ist 1969 begonnen worden.

1.3. Datex-Endvermittlungsstellen:

Datex-Endvermittlungsstellen (DxEVSt) werden dort eingerichtet, wo sich ein Teilnehmerschwerpunkt ergibt. Die Endvermittlungsstellen-(E-) Bereiche können abhängig von dem stufenweisen Ausbau des D. umfassen: einen Z-Bereich oder (übergangsweise) mehrere Z-Bereiche, einen oder mehrere H-Bereiche, und den Teil eines H-Bereiches, wenn später DxHVSt und mehrere DxEVSt in einem H-Bereich vorhanden sind. DxEVSt sind Teilvermittlungsstellen.

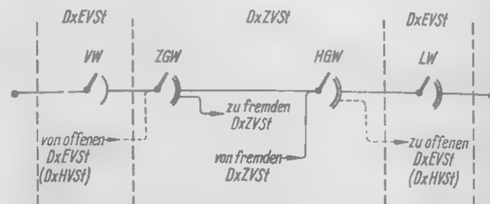


Bild 3. Übersichtsplan der Wahlstufen des Datexnetzes.

2. Datex-Gebührenbereiche. Die Gebühren für Datexverbindungen werden in der Zeitimpulszählung in der DxEVSt ermittelt. Für Verbindungen in den nachstehend aufgeführten Bereichen sind unterschiedliche Impulsabstände festgelegt: Verbindungen zwischen zwei Datexanschlüssen desselben H-Bereiches (erst für einen späteren Abschnitt des Ausbaus vorgesehen), Verbindungen zwischen zwei Datexanschlüssen desselben Z-Bereiches und Verbindungen zwischen zwei Datexanschlüssen verschiedener Z-Bereiche. Eine verbilligte Gebühr für Verbindungen während der Nachtzeit ist vorgesehen.

3. Datex-Auskunftsstellen. Der Auskunftsdienst für Datexanschlüsse wird von der im Telexdienst gebührenfrei erreichbaren Telex-Auskunftsstelle übernommen.

4. Datex-Störungsmeldestellen. Störungen können mündlich oder fernschriftlich bei den Telex-Störungsmeldestellen gebührenfrei gemeldet werden.

5. Datex-Kennzahlen- und Rufnummernplan. Es wird ein verdecktes Rufnummernsystem verwendet. Die Datexnummern sind vorläufig vierstellig. Beim späteren Ausbau, verbunden mit der Einrichtung von DxHVSt oder von DxEVSt über 100 Anschlußeinheiten (AE), wird es erforderlich sein, Rufnummern verschiedener Länge mit mehr Stellen einzuführen. Ob besondere Zugangskennziffern eingeführt werden müssen, wird zu einem späteren Zeitpunkt entschieden werden. Die DxZVSt erhalten dieselben Kennziffern wie die TxZVSt:

1 = Berlin,
2 = Hamburg,
3 = freizuhalten,
4 = Frankfurt/Main,
5 = München,
6 = Nürnberg,
7 = Stuttgart,
8 = Düsseldorf,
9 = Hannover und
0 = für Auslandsverkehr freizuhalten.

Die Datexanschlüsse in einem H-Bereich erhalten dieselben Kennziffern wie im Telexdienst (die ersten zwei Stellen der Rufnummer). Die Rufnummern werden beim stufenweisen Ausbau so vergeben, daß spätere Änderungen vermieden werden. Durch Parallelschalten von Höhenschritten der Wähler kann dieses Ziel erreicht werden. Wenn die DxEVSt am Orte der DxZVSt über 100 AE bis 200 AE erhalten, soll die zweite Hundertergruppe über den Höhenschritt Null des HGW angesteuert werden, bevor eine weitere Wahlstufe eingefügt wird.

6. Datexanschlüsse. Datexanschlüsse (DxAs) werden vierdrähtig bereitgestellt. Sie ermöglichen Duplexverkehr. Wenn sich an demselben Ort keine DxEVSt befindet, werden DxAs als Fernanschlüsse herangeführt. Unabhängig von der Länge und der Schaltführung der Anschlußleitung ist eine einheitliche Grundgebühr vorgesehen. In der Gebühr ist die Bereitstellung und Unterhaltung des postseitig gestellten Datex-Fernschaltgerätes D 200 (FGt D 200) enthalten. Das FGt D 200 besteht aus einem Bedienungspult (Bild 4) und einem Relaisteil (Bild 5).

Es wird von der DBP bereitgestellt und unterhalten. Der Starkstromanschluß ist vom Teilnehmer zur Verfügung zu stellen. Die Geräte der DBP müssen so angebracht werden können, daß sie vor Beschädigung gesichert und gut zugänglich sind. Das FGt D 200 hat einen Identifizierungszusatz, der folgendermaßen arbeitet: Das Fernschaltgerät eines angewählten Anschlusses sendet nach dem Erreichen selbsttätig die eigene Rufnummer in dekadischer Codierung nach dem anrufenden Anschluß zurück. Im FGt-Bedienungspult des anrufenden Anschlusses wird die Rufnummer des erreichten Anschlusses (Anschlußkennung genannt) optisch in einem Anzeigefeld angezeigt. Der Anrufer kann erkennen, welchen Anschluß er erreicht hat. DxAs sind stets Einzelanschlüsse, d. h. Zweieranschlüsse oder Mehrfachanschlüsse sind nicht vorgesehen. Folgenummern lassen sich zu Sammelanschlüssen zusammenfassen. Die Datexnummern der DxAs werden von der DBP festgesetzt. Sie gibt als Hilfsmittel für den Datexdienst ein »Amtliches Verzeichnis der Datexteilnehmer« heraus. Ende 1969 gab es 234 Datexanschlüsse.

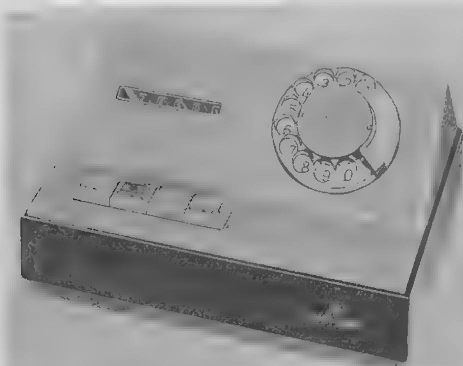


Bild 4. Bedienungspult des FGt D 200.

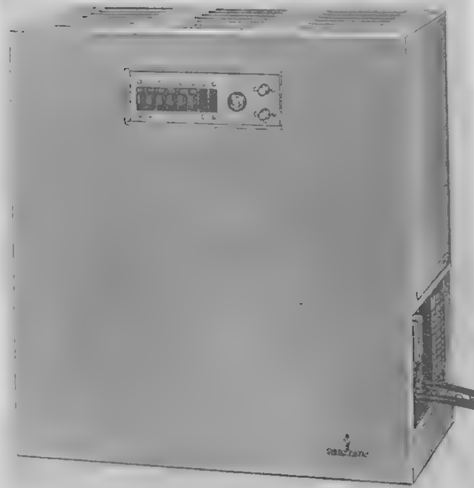


Bild 5. Relaisteil des FGt D 200 im Wandrahmen.

Literatur: Amtliches Verzeichnis der Datexteilnehmer, Datel-Merkblatt E. — W. Tietz: Das Datexnetz, Fernmeldepraxis, H. 8, 1967.

W. Tietz

Datexteilnehmer, Haftung → Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen.

Datexteilnehmerverhältnis → Telegrafenordnung.

Datex-Vermittlungsstellen → Datexnetz.

Dauerkennwort → Fernsprechauftragsdienst.

Dauermagnete → Hystereseschleife und → magnetischer Kreis von Dauermagneten.

Dauerstörung → Funkstörquelle.

Dauerüberwachung. In Niederfrequenz- und Trägerfrequenzverbindungen treten trotz Wartung zeitweise kurze Pegelschwankungen oder Unterbrechungen auf, die die Nachrichtenübertragung ungünstig beeinflussen. Zur Erkennung und Eingrenzung solcher Fehler werden Überwachungseinrichtungen benutzt, die kurzzeitige Pegelschwankungen und Unterbrechungen anzeigen und registrieren.

Bei Niederfrequenzverbindungen wird an den Eingang der Leitung eine Meßspannung von einem D.-Sender mit konstantem Pegel eingespeist und zusammen mit den Sprach- oder Datensignalen über-

tragen. Die Meßspannung wird durch Filter am Anfang und Ende der Leitung vom Nutzsignal getrennt. Am Ende der Leitung wird sie von einem D.-Empfänger gemessen und mit einem Schreiber kurzer Einstellzeit registriert.

Bei Trägerfrequenzverbindungen werden zur D. die in den Kanallücken vorhandenen → Pilotfrequenzen verwendet. An der Überwachungsstelle wird sie mit einem schmalbandigen Filter ausgesiebt und der Pegel von einem D.-Empfänger gemessen und registriert.

An den D.-Empfänger werden meist noch verschiedene Auswerteinrichtungen angeschlossen: z. B. Zähler, die solche Pegelschwankungen fortlaufend zählen, die ein festgelegtes Maß überschreiten.

Weiterhin werden Schreiber mit hoher Papierablaufgeschwindigkeit benutzt, die über eine Tonbandschleife an den D.-Empfänger angeschlossen sind und dadurch das zu registrierende Signal zeitverzögert erhalten. Diese Schreiber sind nur für eine kurze Zeit in Betrieb und werden durch die zu registrierende Pegelschwankung gestartet. Damit wird eine große Zeitauflösung der registrierten Störung erreicht.

Literatur: K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik, 2. Teilband. R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Hamburg-Berlin (1962). *Rössner*

Dauervorgang → Fourier-Transformation.

Dauerzeichen → Zeichenübermittlung.

Davisson, Joseph, geb. 22. 10. 1881 in Bloomington, gest. 1. 2. 1958. Promovierte 1908 an der University of Chicago und erhielt eine Professur in Princeton 1911. Seit 1917 arbeitete er im Nebenamt mit der Bell-Telephone-Laboratories zusammen. Entdeckte zusammen gemeinsam mit Germer die Elektronenbeugung an Kristallen und gab damit der Wellenmechanik ihre experimentelle Grundlage. U. a. beschäftigte er sich auch mit Elektronenoptik und Hochfrequenztechnik. Bis zu seinem Tode war er Research-Professor an der Virginia-Universität. Im Jahre 1935 erhielt er den Nobelpreis. Weitere Ehrungen: Mitglied der National Academy of Sciences (1929), Ehrendoktorwürden der Purdie-Universität (1937), der Princeton-University (1938), der Université de Lyon (Frankreich 1939) und des Colby-College (1940).

Decca-Navigatorverfahren → Funkortung.

Deckelheber sind je nach Größe und Gewicht der zu hebenden Schachtdeckel verschieden ausgebildet.

Für die leichten Deckel der Abzweigkästen genügen Schlüssel, d. h. Haken verschiedener Form mit einem Griff (Bild 9). Sie werden in entsprechende Öffnungen im Deckel eingeführt; nach Drehung oder Einhaken in bestimmte Vorrichtungen kann der Deckel abgehoben werden.

Zum Öffnen der Schächte in Gehwegen mit Deckeln der Belastungsklasse 800 kg/m² oder der Brückenklasse 12 sind stets zwei gleiche Deckelhebezangen (Bild 1 und 2) oder Deckelheber zum Tragen (Bild 3 und 4) oder ein leichter, fahrbarer Deckelheber (Bild 5) erforderlich.

Bei der einfachen Hebezange (Bild 1) werden ihre gebogenen Finger beim Anheben in die Zangenöffnungen des Deckels hineingedrückt und durch die Hebelwirkung vom Deckelgewicht festgehalten.

Die Schraubzange (Bild 2) ermöglicht ein Festschrauben der Zangenfinger in der Zangenöffnung des Deckels. Beim Aufsetzen des Widerlagers hinter den Zangenfingern auf den Rand der Abdeckung kann ein festsitzender Deckel zunächst durch Kippen der Deckelheberzange nach außen angelüftet werden. Bei den D. (Bild 3) wird zum Deckelanlüften die Zange vorn auf das Griffrohr gesetzt und die Stütze auf den festen Rand der Abdeckung gestellt. Beim Herabdrücken des Griffendes wird der festsitzende Deckel angelüftet. Zum Wegtragen des Deckels muß die Zange vom Griffende her auf das Rohr geschoben werden und die Stütze auf den Deckel gestellt sein (Bild 4).

Der leichte, fahrbare D. hat drehbar angeordnete Hebelstangen, die zum Transport des D. ganz nach innen geklappt werden können. Durch Hebelwirkung wird der Schachtdeckel angehoben und anschließend weggefahren.

Die sehr schweren Deckel der Fahrbahnabdeckung können nicht mehr von Hand gehoben werden, dafür gibt es fahrbare D., dreiteilig (Bild 6) oder vierteilig (Bild 7).

Der dreiteilige fahrbare D. ist für jede Zangenlochanordnung und Deckelbreite geeignet. Bei zwei Paar Löchern in der Mitte zweier gegenüberliegender Seiten des Deckels wird ein Gerät, bei Zangenlochanordnung in den vier Ecken werden zwei Geräte benötigt (Bild 6). Für den Transport ist dieser D. in drei Teile (zwei Spindeln mit Rädern und eine Verbindungsstange) zerlegbar. Mit den Spindeln wird der Schachtdeckel gegen einen Anschlag am Heber gedrückt und weggefahren. Zur Sicherung gegen ein Wegrollen ist an jedem D. ein kleiner Bremsklotz mit Haltekette vorgesehen.

Der fahrbare vierteilige D. ist für Zangenlochanordnung an den vier Ecken des schwersten Deckels für die Brückenklasse 60 vorgesehen. Durch Hochschrauben des Deckels bis zum Anschlag werden die vier Deckelheberteile fest mit dem Deckel verbunden, und der Schachtdeckel kann mit den vier Laufrädern zur Seite weggefahren werden.

Für den Eingriff der Zangenfinger sind in den Metallteilen der Deckel zwei oder vier Paare Öffnungen angeordnet, die gegen Verschmutzung durch hineingestopfte Putzwolle oder Lappen geschützt werden. Zum Freimachen dieser Öffnungen und zu ihrer Reinigung von etwa hineingefallenem Schmutz oder Schlamm dient ein spezieller Reinigungslöffel (Bild 8), der aus funkenfrei arbeitendem Metall hergestellt sein soll. *Stegmann*

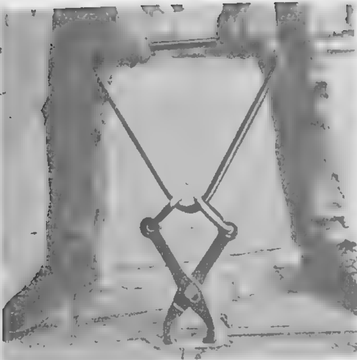


Bild 1. Deckelhebezange.

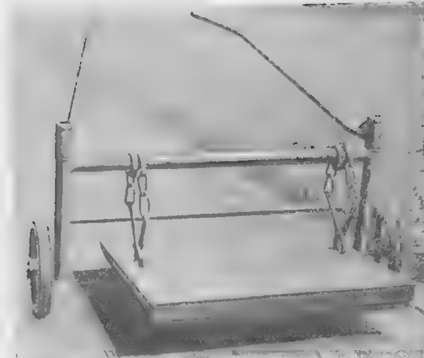


Bild 5. Leichter, fahrbarer Deckelheber.

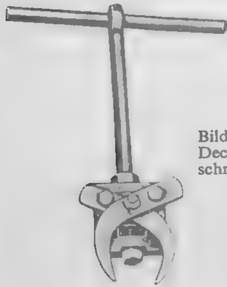


Bild 2. Deckelhebezange schraubbar.

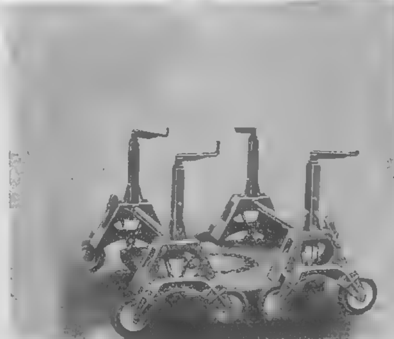


Bild 6. Fahrbarer dreiteiliger Deckelheber (2 Stück).

Bild 7. Fahrbarer vierteiliger Deckelheber.

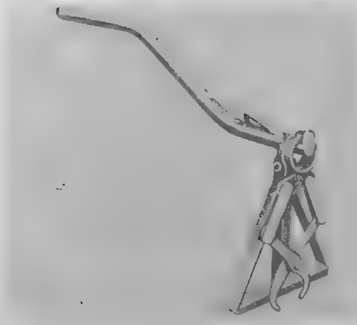


Bild 3. Deckelheber, Deckel anlüften.

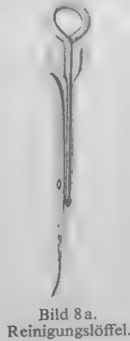


Bild 8a. Reinigungslöffel.

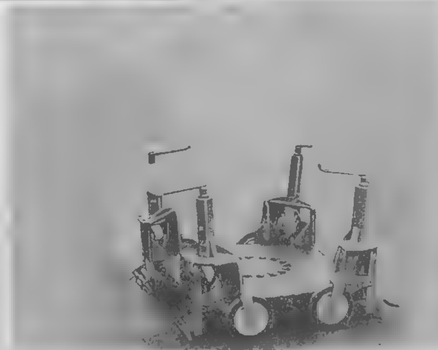




Bild 4. Deckelheber, Deckel wegtragen.



Bild 8b. Reinigungslöffel.

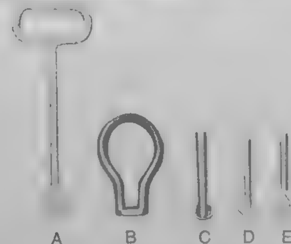


Bild 9. Schlüssel zum Deckelheben, Form A bis E (bei Schlüsselformen C bis E ist der Handgriff wie bei Form A ausgebildet).

Deckentragfähigkeit. Die Mindesttragfähigkeit der Decken in fernmeldetechnischen Betriebsräumen wird aus dem Gewicht der aufzubauenden technischen Einrichtungen einschließlich ihrer Verkabelung und einem Zuschlag für bewegliche Lasten (Betriebspersonal, Prüfgeräte usw.) bestimmt.

Als Regelforderungen gelten für: Vermittlungstechnik: KleinVSt, niedrige Bauhöhe 350 kp/m², OVSt + FernVSt, normale Bauhöhe 1000 kp/m²; Übertragungstechnik: VrSt 1000 kp/m²; Funktechnik: FuSt, FMT 750 kp/m².

Deckschicht. Nichtmetallische Schicht, die gewollt oder ungewollt auf einer Metalloberfläche gebildet wird.

Literatur: DIN 50 902, Nov. 1960.

Deckstöpsel → Stöpsel.

Decoder, in der PCM-Technik Bezeichnung für eine Schaltungsanordnung bzw. Baugruppe, die aus einer empfangenen Codekombination wieder den dieser Codekombination zugeordneten quantisierten Abtastwert (→ Quantisierung) ableitet. Der (empfangsseitige) Decoder arbeitet demnach invers zu dem (sendeseitigen) Coder (→ Coder); entsprechend gelten die dort beschriebenen Ausführungsformen und Verfahren auch für den Decoder, wobei selbstverständlich die inverse Arbeitsweise des Decoders (im Vergleich zum Coder) zu beachten ist (→ stereofone Rundfunkübertragung). Eine besonders einfache Ausführungsform eines Decoders ist der sog. Shannon-Decoder. Er wird jedoch wegen seiner geringen Genauigkeit in modernen PCM-Systemen kaum noch verwendet.

Deemphase ist die inverse Operation zur → Preemphase und stellt die ursprünglich vorhandene Beziehung zwischen den einzelnen Signalkomponenten am Empfänger wieder her.

Defektelektron → Bandstruktur der Halbleiter, → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Defokussierung → Reflexion, ionosphärische Wellenausbreitung, troposphärische Streuausbreitung.

Dehnung → Festigkeitslehre.

Dehnungsglieder → Hohlkabelleitungselemente.

Dekalin → Tetralin.

Dekapieren. Beseitigung der auf warmgewalzten Blechen befindlichen Zunderschicht samt der darunterliegenden Walzhaut durch Beizen mit Schwefelsäure oder Salzsäure.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Deklination, magnetische, ist die Abweichung der Richtung der Magnetnadel von der genauen geographischen Nord-Süd-Richtung, bedingt durch den Umstand, daß die Pole der Erde nicht mit den magnetischen Polen der Erde zusammenfallen. In der Seemannssprache: Mißweisung des Kompasses.

Dekrement, logarithmisches. Logarithmisches Verhältnis zweier im zeitlichen Abstand einer Periodendauer T einander folgenden Augenblickswerte u, speziell der Amplitudenwerte $\hat{u}$, einer exponentiell (mit dem Dämpfungsexponenten δ) abklingenden Sinusschwingung, etwa einer Spannung

$$u = \hat{u}\, e^{-\delta t} \sin \omega t .$$

Es ist dann wegen

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\hat{u}_1}{\hat{u}_2} = e^{-\delta T} = e^{-\Lambda} .$$

das log. D.

$$\Lambda = \ln \frac{\hat{u}_2}{\hat{u}_1} = \delta T .$$

Für einen einfachen Reihenschwingkreis ist $\delta = R/2L$ und bei $R \ll \sqrt{L/C}$ mit ω_r als Resonanzkreisfrequenz (Kreisfrequenz des ungedämpften Schwingkreises)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \approx 2\pi \sqrt{LC} = \frac{2\pi}{\omega_r} ,$$

so daß dann

$$\Lambda = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} = \pi \frac{R}{\omega_r L} .$$

→ auch Schwingung.

Delany, Patrick, Bernhard, geb. 28. 1. 1845, gest. 19. 10. 1924, wurde Telegraphist und machte zahlreiche Erfindungen auf dem Gebiete der Telegrafie, z. B. synchroner sechsfacher Vielfachtelegraf, Schnelltelegraf, automatisches Telegrafiersystem für Seekabel.

Literatur: Who is who in America 1925. Journal of the American Institute of Electrical Engineers Bd. 43, S. 1098. 1924.

Delrin. Kunststoff, erhalten durch Polymerisation von H_2Ofreiem CH_2O; geruchlos, stabil, hat hohen Anteil an kristallinen Bestandteilen, besteht wahrscheinlich aus Polyoxymethylen. D. erreicht nahezu die Festigkeit und Zähigkeit von Al oder Zn, ist gegen mechanischen und chemischen Angriff in weitem Temperaturbereich beständig, fast keine Wasseraufnahmefähigkeit, kann vielfach Metalle ersetzen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Deltalaufzeit. Mit D. bezeichnet man mitunter im Gegensatz zur Gruppenlaufzeit den Differenzenquotienten der Phasenkurve zwischen zwei Kreisfrequenzen ω_1 und ω_2, z. B. Seitenbandfrequenz und Trägerfrequenz: $\tau_\Delta = (\varphi_2 - \varphi_1)/(\omega_2 - \omega_1)$.

Dematrixschaltung → Fernsehen 3.

Demodulation ist die Rückgewinnung der modulierenden Spannung aus der modulierten (→ Modulation).

Demodulator. Einrichtung zur Rückgewinnung der modulierenden Schwingung (→ Modulation, → Einseitenband-D., → Hüllkurven-D.) (DIN 45021).

Demonstrationsfunkanlagen sind Funkanlagen, im allgemeinen ohne Fernstrahlung, die dem Zweck dienen, die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen sowie deren besondere Eigenschaften hinsichtlich ihrer Ausbreitung, Reflexion, Dämpfung u. a. m. im Rahmen des Unterrichts zu veranschaulichen.

Depletion-Betrieb → Dünnschichtdioden.

Depolarisation. Teilweise Aufhebung der Polarisation (P.), z. B. bei polarisiertem Licht dadurch, daß dieses von lichtstreuenden Medien reflektiert wird oder solche durchläuft. Elektrochemische D. ist Verminderung der P. einer Elektrode, d. h. der durch einen Strom erzeugten Verschiebung der Galvani-Spannung bei konstantem Strom. Konzentrations-P. wird durch Verminderung der Dicke der Diffusionsschicht durch Rühren herabgesetzt. Aktivierungs-P. wird durch Beeinflussung des potentialbestimmenden Ionenüberganges vermindert, z. B. Herabsetzen der Wasserstoffüberspannung an Pt-Elektroden durch Platinieren, Verbesserung der Wasserstoffbildung an einer Bleielektrode durch Zusatz von Pt-Salzen zum Elektrolyten. Bei Primärelementen wird die Wasserstoffbildung am positiven Pol und der dadurch erhöhte Widerstand durch Depolarisatoren vermindert, das sind Sauerstoff abgebende Stoffe wie Braunstein im Leclanché-Element, Salpetersäure im Bunsen-Element, Kupferoxyd im Lalande-Element, Quecksilbersulfat im Cadmium-Normalelement und Chromsäure im Chromsäure-Element. Luftsauerstoff kann bei geeignetem Aufbau des Systems Kohle—Elektrolyt eine D. bewirken (Luftsauerstoff-Element) bzw. zum Regenerieren des Depolarisators (Kupferoxyd) dienen (→ galvanische Elemente).

Literatur: H. Bode, ETZ-B, 18. Jg. (1966), H. 23, S. 857–859.

Fritsch

Depolarisationsdämpfung → Polarisation.

Despun-Antenne → Satellitenantennen.

Detektionswahrscheinlichkeit → Radarziele.

Detektor. Einrichtung zur → Demodulation mittels Halbleiter oder Elektronenröhren. Früher wurden hauptsächlich Kristalldetektoren (z. B. Bleiglanz) verwendet.

Determinante. Jede quadratische → Matrix definiert eine D., das ist eine quadratische Anordnung von Zahlen, die nach bestimmten Regeln in einen algebraischen Ausdruck aufgelöst werden kann. Diese Regeln sind für 2- und 3reihige D. sehr einfach:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$$

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{31}a_{22}a_{13} - a_{32}a_{23}a_{11} - a_{33}a_{21}a_{12}$$

Determinanten mit mehr als 3 Reihen lassen sich durch ihre Unterdeterminanten ausdrücken, z. B. bei $n = 4$:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = a_{11} \cdot \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} + a_{12} \cdot \begin{vmatrix} a_{23} & a_{24} & a_{21} \\ a_{33} & a_{34} & a_{31} \\ a_{43} & a_{44} & a_{41} \end{vmatrix} + a_{13} \cdot \begin{vmatrix} a_{24} & a_{21} & a_{22} \\ a_{34} & a_{31} & a_{32} \\ a_{44} & a_{41} & a_{42} \end{vmatrix} + a_{14} \cdot \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix}$$

Die D. läßt folgende geometrische Deutung zu: Drei im Raum von einem Punkt ausgehende → Vektoren

$$\boldsymbol{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix}; \ \boldsymbol{b} = \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix}; \ \boldsymbol{c} = \begin{pmatrix} c_x \\ c_y \\ c_z \end{pmatrix}$$

spannen i. allg. einen Spat auf. Das Volumen dieses Spates ist die aus den Komponenten dieser Vektoren gebildete Determinante

$$V = \begin{vmatrix} a_x & b_x & c_x \\ a_y & b_y & c_y \\ a_z & b_z & c_z \end{vmatrix}.$$

Eine entsprechende Interpretation ist in der Ebene möglich (vgl. Vektorprodukt, → Vektorrechnung I d).

Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Determinanten ist die Theorie der linearen Gleichungen. Sind n lineare Gleichungen mit n Unbekannten $x_1 \ldots x_n$ gegeben

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}\,x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}\,x_n &= b_2 \\ \vdots \quad & \quad \vdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}\,x_n &= b_n\,, \end{aligned}$$

so ist dieses System eindeutig lösbar, wenn die aus den Koeffizienten gebildete Determinante

$$\mathrm{D} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \cdots & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & & a_{nn} \end{vmatrix} \neq 0$$

von Null verschieden ist. Die Werte der eindeutig bestimmten Lösungen sind die Quotienten aus

$$x_\nu = \frac{\mathrm{D}_\nu}{\mathrm{D}}\,, \quad \nu = 1, 2, \ldots n\,,$$

wobei im Nenner immer die Determinante D der Koeffizientenmatrix steht und im Zähler die Determinante D_ν, die entsteht, wenn man in D die ν-te Spalte durch die Spalte der Zahlen

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}$$

ersetzt. Ist $\mathrm{D} = 0$, so ist das Gleichungssystem unterbestimmt.

Literatur: Neiß, Determinanten und Matrizen, 6. Aufl. 1962 — Sperner, Einführung in die analytische Geometrie und Algebra, Bd. I, 5. Aufl. 1961.

Gerber

Determinante einer Leitung oder eines Vierpols → Leitungstheorie 1.2, → Vierpoltheorie 1.2.

Deutsche Fernkabel-Gesellschaft mbH., Berlin/Rastatt (Baden), ist ein von der Deutschen Reichspost im

April 1921 in Berlin ins Leben gerufenes Unternehmen. Ihre Gesellschafter sind:

1. Deutsche Bundespost,
2. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München,
3. Telefunken GmbH, Berlin,
4. Felten & Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Köln,
5. Kabel- und Metallwerke Gutehoffnungshütte Aktiengesellschaft, Hannover,
6. Süddeutsche Kabelwerke, Zweigniederlassung der Vereinigte Deutsche Metallwerke Aktiengesellschaft, Mannheim,
7. Vereinigte Draht- und Kabelwerke Aktiengesellschaft, Berlin und Duisburg,
8. Kabelwerk Rheydt Aktiengesellschaft, Rheydt,
9. Wiener Kabel- und Metallwerke Aktiengesellschaft, Wien,
10. Standard Elektrik Lorenz Aktiengesellschaft, Stuttgart,
11. Kabel- und Metallwerke Neumeyer GmbH, Nürnberg.

Die Gesellschaft wurde gegründet, um den einheitlichen Aufbau des deutschen Fernmeldeweitverkehrsnetzes unter Ausnutzung aller technischen Fortschritte zu ermöglichen. Alle von den Gesellschaftern erworbenen Patente, Schutzrechte und Erfahrungen kann die D. bei der Ausführung ihrer Arbeiten anwenden. Umgekehrt stehen alle eigenen Patente, Schutzrechte und Erfahrungen den Gesellschaftern zur Verfügung.

Das Arbeitsprogramm der D. umfaßt Mitwirkung bei der Auskundung der Fernkabelanlagen, die Verlegung, Montage und den elektrischen Ausgleich der Kabel, ferner den Einbau von Druckgasschutzeinrichtungen eigener Produktion. Die D. leistet Gewähr für die Einhaltung der von der DBP tiefbautechnisch, elektrisch und pneumatisch geforderten Pflichtenwerte. Durch Geschäftsvertrag und Satzung ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der DBP und der Gesellschaft sichergestellt. *Knebel*

Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation. Die Gründung erfolgte am 12. 12. 1961 in Düsseldorf, hervorgegangen aus dem 1951 gebildeten »Ausschuß für Funkortung in der Gesellschaft zur Förderung des Verkehrs e. V.«.

Aufgaben lt. Satzung, § 2: »Zweck des Vereins ist die Förderung der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet aller Ortungs- und Navigationsverfahren und -mittel sowie ihrer allgemeinen Anwendung insbesondere für die Sicherheit des Verkehrs«. Fachausschüsse: 1. Physik der Ortung; 2. Luftfahrtnavigation; 3. Anwendung der Funkortung in der Schiffahrt; 4. Navigationsverfahren und -technik; 5. Radarverfahren und -technik; 6. Schallortung; 7. Ortung und Navigation in der Raumfahrt. Mitglieder sind rund 350 Einzel- und korporative Mitglieder.

Deutsche Postreklame GmbH (DPR). Die DPR ist eine Gesellschaft des Handelsrechts. Das Stammkapital der DPR wird ganz von der DBP gehalten. Sie ist eine selbständige juristische Person, kein Teil der DBP. Ihr Gegenstand ist die Ausnutzung der für Fremdwerbung freigegebenen Einrichtungen der DBP. Der Geschäftsbereich deckt sich mit dem Bundesgebiet einschließlich Berlin (West). Ihr Sitz ist in Frankfurt am Main. Die Außenorganisation der Gesellschaft besteht aus Bezirksdirektionen, die jeweils das Gebiet einer oder mehrerer Oberpostdirektionen betreuen.

Die der DPR von der DBP zur Ausnutzung für Werbung überlassenen Einrichtungen sind in den »Richtlinien für die Zusammenarbeit der Dienststellen der Deutschen Bundespost mit der Deutschen Postreklame GmbH« (PostreklameRichtl) zusammengestellt. Sie legen fest, inwieweit die Einrichtungen der DBP durch die DPR für Fremdwerbung ausgenutzt werden dürfen. Die Möglichkeiten der DPR zur Fremdwerbung sind vielfältiger Art; sie reichen — nur an wenigen Beispielen dargestellt — vom Plakatanschlag in den Schalterhallen der Postämter über die Herausgabe von örtlichen Fernsprechbüchern und Branchen-Fernsprechbüchern zu den amtlichen → Fernsprechbüchern, die Briefhüllen der Postscheckkontoauszüge, Empfangsscheine für Fernsehrundfunkgebühren, Bildpostkarten bis zur Mitwirkung bei Fernsprechansagen und dem Verkauf von Rundfunkteilnehmer-Anschriften.

Als Abgeltung für die der DPR übertragenen Rechte, für die Bereitstellung der Einrichtungen der DBP für Werbezwecke und für Leistungen, die den Dienststellen der DBP bei der Beratung der DPR, bei der Anbringung und Unterhaltung der Werbungen obliegen, zahlt die DPR der DBP einen alljährlich zu Beginn des Geschäftsjahres festgesetzten Betrag. Die DPR hat für die Leistungen der DBP von 1946 bis 1965 insgesamt 127 542 300 DM entrichtet. Darüber hinaus fließt der DBP der gesamte Gewinn zu, den die DPR aus dem Betreiben der Postreklame erwirtschaftet.

Literatur: Jahrbuch des Postwesens 1967; Dr. jur. G. Heider, Die Deutsche Postreklame GmbH. *Schultz*

Deutsche Seewarte. Die D. S. war von 1875 bis 1945 eine Dienststelle des Deutschen Reiches für die Wahrnehmung der meteorologischen und hydrographischen Belange der Seeschiffahrt. An ihre Stelle trat für den meteorologischen Teil der Aufgaben im → Deutschen Wetterdienst das → Seewetteramt, für den hydrographischen Teil das → Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg.

Deutsche Welle → Rundfunkanstalt.

Deutscher Amateur Radio Club e. V. (DARC) → Amateurfunk.

Deutscher Normenausschuß (DNA). Gründung: Der DNA geht zurück auf den im Mai 1917 gebildeten »Normalienausschuß für den deutschen Maschinenbau«, aus dem am 22. 12. 1917 der »Normenausschuß der Deutschen Industrie« hervorging. 1926 erfolgte

die Umbenennung in »Deutscher Normenausschuß«. Wesen und Aufgaben: Der DNA ist die Dachorganisation für alle Normungsarbeiten in Deutschland. Ihm gehören über 100 selbständige Ausschüsse und Fachnormenausschüsse (FNA) an, u. a. der Fachnormenausschuß Elektrotechnik (FNE) und der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF), sowie etwa 1000 angeschlossene Arbeitsausschüsse (gebildet von Vertretern der Industrie, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft), die an der Vereinheitlichung auf allen Gebieten der Technik arbeiten. Als »Deutsche Normen« werden die Beratungsergebnisse der einzelnen Ausschüsse unter der weltbekannten DIN-Bezeichnung herausgegeben, und zwar als Maß- und Begriffsnormen, Betriebsanweisungen, Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen, Sicherheitsbestimmungen oder Baugrundsätze. Der DNA vertritt Deutschland in der → Internationalen Organisation für Normung (ISO). Die wichtigsten Periodika: DIN-Mitteilungen (Zentralorgan der deutschen Normung). Sie enthalten u. a. Originalbeiträge aus dem Gesamtgebiet der Normung, Mitteilungen aus der DNA-Facharbeit, Neue deutsche Normen, Einführung von Normen in die Praxis, Deutsche Normen in Fremdsprachen, Auslandsnormen usw. — DIN-Sonderheft; DIN-Normenheft; DIN-Taschenbücher. Ferner gibt es über 50 periodische Veröffentlichungen der Fachnormenausschüsse (FNA).

Deutscher Wetterdienst. Durch Bundesgesetz vom 29. 11. 1952 wurde die Bundesanstalt »Deutscher Wetterdienst« mit der Aufgabe gegründet, die meteorologischen Erfordernisse insbesondere auf den Gebieten des Verkehrs, der Land- und Forstwirtschaft, der gewerblichen Wirtschaft, des Bauwesens und des Gesundheitswesens für das Gebiet der BRD und Berlin zu erfüllen, die meteorologische Sicherung der Seefahrt und der Luftfahrt zu gewährleisten, durch Forschungsarbeiten die Erkenntnisse auf dem Gebiet der Meteorologie zu fördern, an der internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet teilzunehmen und die sich daraus ergebenden internationalen Verpflichtungen auf dem Gebiet des Wetterdienstes und des Wetternachrichtendienstes zu erfüllen. Durch Ergänzungen vom 8. 8. 1955 wurde dem D.W. zusätzlich die Aufgabe übertragen, die Atmosphäre auf radioaktive Beimengungen und deren Verfrachtung zu überwachen. Die Ergänzung vom 23. 12. 1959 gliederte den Wetterdienst des Saarlandes in den D. W. ein.

Diese Gesetzgebung brachte eine Entwicklung zum Abschluß, die weit zurückreicht. Im Deutschen Reich von 1871 war die Meteorologie eine Angelegenheit der Länder, die eigene meteorologische Institute (Landeswetterwarten) unterhielten. Daneben existierte die → Deutsche Seewarte in Hamburg (seit 1875) als Reichsinstitut für die meteorologischen Belange der Seefahrt (1868 als Norddeutsche Seewarte gegründet). Praktische Forderungen führten schon vor dem 1. Weltkrieg zur Gründung eines Luftfahrerwarnungsdienstes beim Aeronautischen Observatorium Lindenberg, der, nach dem 1. Weltkrieg vom Reichsverkehrsministerium finanziert, zu einem Wetterdienst für Luftfahrer ausgebaut wurde. Seine zentrale Leitung lag beim Flugwetterdienst in Lindenberg bzw. in Berlin. Die dazugehörigen Flugwetterwarten waren Einrichtungen der einzelnen Länder. Eine besondere Stellung nahm der Wettervorhersagedienst für die Allgemeinheit ein. Weil sich preußische Behörden nicht in der Lage sahen, diese Aufgabe zu übernehmen, entstand 1883 ein privatwirtschaftlich geführtes Berliner Wetterbüro, dem 1906 der Öffentliche Wetterdienst mit einer Reihe von Dienststellen in Preußen folgte. In den anderen Ländern übernahmen die meteorologischen Landesinstitute diese Aufgabe.

Nach 1932 wurde der gesamte Wetterdienst in die Reichsverwaltung übernommen; das Reichsamt für Wetterdienst in Berlin als zentrale Instanz kam unter die Leitung des Reichsluftfahrtministeriums.

Nach dem Zusammenbruch 1945 richteten die Besatzungsmächte in ihren Zonen bzw. in den Ländern Wetterdienste ein, die 1952 durch das eingangs erwähnte Gesetz wieder zusammengefaßt wurden.

An der Spitze steht der Präsident des D.W., dem für die Leitung das Zentralamt des D.W. in Offenbach a. M. mit seinen Abteilungen: Allgemeines, Synoptik, Klima, Forschung, Agrarmeteorologie und Wetternachrichtenwesen untersteht. Im Bundesgebiet bestehen die Bereichsdienststellen, Wetterämter genannt: Seewetteramt Hamburg, Wetterämter in Berlin, Bremen, Essen, Frankfurt, Hannover, München, Nürnberg, Schleswig, Stuttgart und Trier, die in ihren Bereichen neben der Wettervorhersage einschl. der Unwetterwarnungen (Sturmwarnungen, Warnungen vor starken Niederschlägen, tiefen Temperaturen u. dgl.) die Versorgung der Öffentlichkeit mit allen sonstigen meteorologischen Auskünften und Beratungen einschließlich der Rundfunkwettervorhersage der regionalen Sender und das meteorologische Beobachtungswesen betreuen. Der letzten Aufgabe dienen die amtlichen Wetterwarten, Wettermeldestellen und Wetterposten und die zahlreichen nebenamtlichen Klimahauptstationen, Niederschlagsmeldestellen und phänologischen Beobachter. — Hauptflugwetterwarten in Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln-Bonn, München und Stuttgart und Hilfsflugwetterwarten in Bremen und Nürnberg versorgen die Flughäfen im Bundesgebiet und in Berlin mit den notwendigen Wetterauskünften und -beratungen. — Aerologische Stationen in Berlin, Emden, Essen, Hannover, München, Schleswig und Stuttgart machen täglich mindestens zweimal Aufstiege mit Radiosonden und liefern Meßdaten aus der freien Atmosphäre bis zu Höhen von 20 bis 40 km. — Agrarmeteorologische Forschungsstellen in Bonn, Bremen, Geisenheim, Gießen, Hamburg, Hohenheim, Neustadt (Weinstr.), Schleswig, Völkenrode, Weihenstephan, Würzburg und Trier und Medizin-Meteorologische Forschungsstellen in Bad Tölz, Braunlage, Königstein, Norderney, Oberstdorf, Saarbrücken, Tübingen und Wyk auf Föhr be-

arbeiten Fragen des Zusammenhangs zwischen Wetter, Witterung und Klima und Landwirtschaft bzw. Gesundheit des Menschen. — Überregionale Dienststellen, d. h. Dienststellen, die nicht den Wetterämtern unterstehen, sind die Meteorologischen Observatorien in Aachen, Hamburg und Hohenpeißenberg, die Instrumentenämter Hamburg und München, die Wetterdienstschule in Neustadt und die Wetterfernmeldezentrale in Quickborn.

Die durch das Wetterdienstgesetz umrissenen Aufgaben des D. W. sind sehr umfangreich und weitverzweigt, wie aus den im vorigen Absatz erwähnten Aufgaben der verschiedenen Dienststellen zu entnehmen ist. Dazu treten die internationalen Aufgaben. Die Meteorologie ist eine Wissenschaft, die schon sehr frühzeitig erkannt hat, daß für ihren Fortschritt der Blick über die Grenzen unentbehrlich ist. Die Mitarbeit an der → Weltorganisation für Meteorologie wurde selbstverständlich. Die alte Erfahrung, die die deutschen Meteorologen gemacht hatten, führte auch auf anderen Gebieten als dem Wetterfernmeldewesen zu einer allerseits anerkannten Zusammenarbeit.

Die Tatsache, daß die allgemeine meteorologische Forschung bei den Hochschulen der Länder liegt, findet darin ihren Ausdruck, daß die Professoren der Hochschulinstitute im Wissenschaftlichen Beirat des D. W. ihre Erfahrungen mit dem Präsidenten des D. W. austauschen können. Der Verwaltungsbeirat des D. W. gibt auf der anderen Seite den Vertretern der Länder die Möglichkeit, ihre Wünsche zur Geltung zu bringen.

Literatur: Wetterdienstgesetz und Ergänzungen: Bundesgesetzblatt Teil I 1952, S. 738; 1955, S. 506; 1959, S. 796. *Keil*

Deutsches Bundes-Telefonbuch. Dieses enthält, der Handlichkeit wegen auf mehrere Bände verteilt, das alphabetische Fernsprechverzeichnis für die gewerbliche Wirtschaft der Bundesrepublik mit Berlin (West), geordnet nach Fernsprechortsnetzen und darunter nach Namen. Sämtliche gewerblichen Fernsprechteilnehmer und alle privaten Fernsprechteilnehmer mit Berufsangabe sind nach den amtlichen Unterlagen erfaßt. Werbende Einträge und Hervorhebung im Druck werden gegen Bezahlung aufgenommen. Dem Fernsprechverzeichnis sind angegliedert ein Ortsverzeichnis, das sämtliche Orte mit Fernsprechanschluß in der Bundesrepublik enthält, sowie ein nach Branchen geordnetes Bezugsquellenverzeichnis, das nach ca. 3000 Branchen und Berufsbezeichnungen aufgegliedert ist. Herausgegeben wird das B. von einem privaten Verleger in Zusammenarbeit mit der → Deutschen Postreklame GmbH, bearbeitet nach den amtlichen Unterlagen der DBP.

Deutsches Fernsehen → Rundfunkanstalt.

Deutsches Hydrographisches Institut. Die Behandlung aller naturwissenschaftlichen Fragen, die sich mit dem Meer befassen (Hydrographie), lag bis zum Ende des 2. Weltkrieges zusammen mit den meteorologischen Fragen bei der → Deutschen Seewarte in Hamburg. Nach dem Zusammenbruch 1945 wurden die meteorologischen Fragen dem → Deutschen Wetterdienst übertragen und im → Seewetteramt Hamburg zusammengefaßt. Die hydrographischen Fragen gingen an das D. H. I. in Hamburg, das als Bundesoberbehörde neben den Aufgaben der betreffenden Abteilung der Deutschen Seewarte noch Aufgaben des Marineobservatoriums Wilhelmshaven und der Amtsgruppe Nautik des ehemaligen Oberkommandos der Kriegsmarine weiterführt. Zu seinen Aufgaben gehört es, Seeräume zu vermessen, Seekarten herzustellen, die Küsten, Fahrwasser, Häfen, Navigationshilfen und Nachrichtenmittel in Handbüchern zu beschreiben, die für die Seefahrt bedeutsamen Naturverhältnisse darzustellen, vorherzusagen und zu berechnen, nautisch wichtige Nachrichten gedruckt oder drahtlos zu verbreiten und die an Bord gebrauchten Instrumente zu prüfen. Außerhalb Hamburgs unterhält das D. H. I. das Erdmagnetische Observatorium Wingst und an 11 Hafenplätzen Außenstellen, die nautische Auskünfte erteilen und einfache Prüfungen nautischer Instrumente ausführen. Für Arbeiten auf See werden das Vermessungs- und Forschungsschiff »Gauß«, drei kleinere Vermessungsschiffe und zwei Wracksuchboote unterhalten. Das Forschungsschiff »Meteor« wird vom D.H.I. bereedert und steht ihm für die Hälfte der Einsatzzeit zur Verfügung. Zu den Aufgaben des D.H.I. gehört auf dem Grenzgebiet zur Meteorologie die Abgabe von Warnmeldungen über Windstau an den deutschen Küsten, über Sturmfluten und Eismeldungen. Zu den Aufgaben des D.H.I. gehört ferner nach dem Gründungsstatut von 1946 die Abgabe eines → Zeitzeichens hoher Genauigkeit. In Zusammenhang mit dieser Aufgabe besorgt es endlich die Prüfung von Uhren, insbesondere für die Schiffahrt, aber auch für andere Zwecke als einzige Dienststelle in der Bundesrepublik. *Keil*

Deutsches Telegrafen-Seekabelnetz. 1. Deutsche Telegrafen-Seekabel bis 1914.

1.1. Allgemeine Übersicht.

Deutschland hatte sich bis zum Ausbruch des ersten Weltkrieges ein ausgedehntes Netz von Telegrafen-Seekabeln geschaffen. Es wurden folgende Kabel ausgelegt:

Strecke	Jahr	Länge
Stralsund — Insel Dänholm	1854	325 m
Wolgast — Usedom	1855	genaue Angaben fehlen!
Grahl — Insel Dänholm	1855	
Norderney — Vinkenpolder	1858	14 km
Emden — Crome (von Submarine Tel.-Co verlegt)	1858	449 km
Stralsund — Arkona (Rügen)— Trälleborg	1865	84 km
Norderney — Lowestoft (engl. Eigentum)	1866	418 km
Borkum — Lowestoft	1871	452 km
Cuxhaven — Helgoland	1873	76 km
Hoyer — Sylt — Arendal (1907 Hälfte an Norwegen verkauft)	1879	469 km
Emden — Borkum — Valentia (Irland)	1882	1605 km
Warnemünde — Gjedser	1888	46 km
Schillighörn — Helgoland	1891	64 km
Emden — Borkum — Bacton I	1891	448 km
Emden — Borkum — Bacton II	1896	470 km

Strecke	Jahr	Länge
Erstes Deutsches Weltmeerkabel Emden — Borkum — Vigo (Spanien) (von der Deutschen Seekabeltelegraphengesellschaft — von der Fa. Felten & Guilleaume, Köln, gegründet; nach Liquidation der Deutschen Seetelegraphengesellschaft 1904 von der Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft (DAT) übernommen)	1896	2081 km
Neumucran — Trälleborg	1898	121 km
Borkum — Fayal (Azoren) — New York I	1900/1904	7715 km

Strecke	Jahr	Länge
Tsingtau — Tschifu	1900	460 km
Tsingtau — Woosung	1900	702 km
Emden — Borkum — Bacton III	1901	497 km
Borkum — Fayal — New York II	1904	7953 km
Konstantza — Konstantinopel	1905	343 km
Menado — Yap — Guam	1905	3040 km
Yap — Shanghai	1905	3297 km
Cuxhaven — Arendal	1906	659 km
Borkum — Teneriffa	1909	3909 km
Teneriffa — Monrovia	1910	3337 km
Monrovia — Pernambuco	1911	3457 km
Emden — Norderney — Mundesley	1913	507 km
Monrovia — Lome — Duala	1913	2921 km

Dazu kamen zahlreiche Wattkabel von dem deutschen Festland nach den vorgelagerten Inseln.

1.2. Deutsche Seekabel-Gesellschaften. Folgende deutsche Seekabel-Gesellschaften bestanden:

Gesellschaft	Gegründet	Ausgelegte Kabel zwischen	Jahr der Legung	Länge sm	Länge km	Bemerkungen
Deutsche Seetelegraphengesellschaft	1896	Borkum — Vigo	1896	1112	2060	Am 1. 1. 1905 in DAT aufgegangen
Deutsch-Atlantische Telegr. Gesellschaft, Köln, später Berlin (DAT)	1899	Borkum — Horta (Azoren) I	1899	1851	3434	Nachkriegsverhältnisse s. Deutsch-Atlant. Tel.-Ges. (DAT)
		Horta — New York I	1900	2290	4242	
		Borkum — Horta II	1903	1916	3554	
		Horta — New York II	1904	2346	4351	
Osteuropäische Telegr. Ges., Köln	1899	Konstantza (Rumänien) — Konstantinopel	1905	185	343	mit DAT fusioniert 1922
Deutsch-Südamerik. Tel. Ges., Köln	1908	Borkum — Teneriffa	1909	2107	3909	mit DAT fusioniert 1922
		Teneriffa — Monrovia	1910	1799	3737	
		Monrovia — Pernambuco	1911	1870	3469	
		Monrovia — Lome (Togo)	1913	969	1780	
		Lome — Duala (Kamerun)	1913	606	1125	
Deutsch-Niederländ. Tel. Ges., Köln	1904	Yap — Menado	1905	1076	1996	mit DAT fusioniert 1926
		Yap — Guam	1905	563	1044	
		Yap — Shanghai	1905	1779	3300	
			zusammen:	20469	38344	

2. Deutsches Telegrafen-Seekabelnetz nach 1918.

2.1. Nach Friedensvertrag abgetretene Telegrafen-Seekabel.

Lfd. Nr.	Frühere deutsche Seekabel	Jahr der Auslegung	Zahl der Adern	Gesamtlänge in km	davon abgetreten (sm)
	1. Staatliche Seekabel				
1.	Tsingtau — Tschifu (China)	1900	1	295	vollständig
2.	Tsingtau — Shanghai (Woosung)	1900	1	378	vollständig
3.	Emden — Brest (früher Emden — Valentia)	1882	1	700	schon vorher aufgegeben
		1911 von Valentia nach Brest umgelegt		260	
	2. Kabel der DAT (Deutsch-Atlantische Telegr.-Ges.)				
4.	Borkum — Vigo	1896	1	1112	860
5.	Borkum — Horta I (Azoren)	1899	1	1851	1616
6.	Horta — New York I	1900	1	2290	vollständig
7.	Borkum — Horta II	1903	1	1916	1669
8.	Horta — New York II	1904	1	2346	1785
	3. Kabel der Deutsch-Niederländischen Telegr.-Ges.				
9.	Yap — Menado	1905	1	1076	vollständig
10.	Yap — Guam	1905	1	563	vollständig
11.	Yap — Shanghai	1905	1	1779	vollständig
	4. Kabel der Deutsch-Südamerikanischen Telegr.-Ges.				
12.	Borkum — Teneriffa	1909	1	2107	1860
13.	Teneriffa — Monrovia	1910	1	1799	1791
14.	Monrovia — Pernambuco	1911	1	1870	1862
15.	Monrovia — Lome	1913	1	969	170
16.	Lome — Duala	1913	1	606	vollständig
	5. Kabel der Osteuropäischen Telegr.-Ges.				
17.	Konstantza — Konstantinopel	1905	1	185	vollständig

2.2. Deusches Telegrafen-Seekabelnetz nach dem ersten Weltkrieg (außer den kleinen Kabeln zu den der deutschen Küste vorgelagerten Inseln):

1. Borkum – Lowestoft,
2. Borkum – Bacton I,
3. Borkum – Bacton II,
4. Borkum – Bacton III,
5. Norderney – Mundesley,
6. Cuxhaven – Arendal,
7. Sylt – Arendal II,
8. Cuxhaven – Helgoland,
9. Arkona – Trälleborg,
10. Schillighörn – Helgoland,
11. Warnemünde – Gjedser,
12. Neumucran – Trälleborg.

Insgesamt 7625 km.

Im Jahre 1924 wurde in Zusammenarbeit von Industrie und Reichspost ein 580 km langes Versuchs-Telegrafen-Seekabel ausgelegt, das in seinen elektrischen Eigenschaften einer transatlantischen Kabelstrecke entsprach. Das Kabel hatte eine Krarupbespinnung mit »Invariant«, einer Eisen-Nickel-Legierung mit hoher Anfangspermeabilität, die von der Deutschen Reichspost zusammen mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelt worden war.

An diesem Kabel wurden mit vollem Erfolg Versuche mit Duplex-Telegrafenbetrieb angestellt, man konnte einwandfrei 800 Buchstaben in der Minute empfangen.

2.3. Das Azoren-Kabel II

Im August und September 1926 wurde für die Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft (DAT) ein neues Telegrafen-Seekabel von Borkum nach Horta auf der Insel Fayal der Azorengruppe (portugiesischer Besitz) verlegt. Das Kabel ist im zweiten Weltkrieg im Kanal von Kriegsgegnern geschnitten und nach dem Krieg für Zwecke der Besatzungsmächte nach Cherbourg eingeschleift worden. Der Kabelstumpf Borkum – Kanal blieb unbenutzt. 1962 ist das Kabel außer Betrieb genommen worden; wegen zu hoher Bergungskosten wurde es nicht wieder aufgenommen.



Die deutschen Übersee-Telegrafenkabel. Emden — Borkum — Azoren 1926, Emden — Borkum — Vigo 1929.

2.4. Das Vigo-Kabel II.

Aus den Stümpfen der in der Nordsee liegenden verschiedenen Telegrafenkabel, die den Tel.-Gesellschaften von ihren früheren Tel.-Seekabeln verblieben waren, wurde im Jahre 1929 ein neues Emden-Vigo-Kabel zusammenmontiert. Fehlende Stücke wurden aus Beständen der DAT bei den »Norddeutschen Seekabelwerken« genommen oder dort in ihrem Auftrag neu gefertigt. Im zweiten Weltkrieg wurde das Emden-Vigo-Kabel erneut in der Doverstraße von den Kriegsgegnern geschnitten und 300 Seemeilen davon aufgenommen. 1951 begann man, das fehlende Stück aus dem Vorrat, durch Aufnahme früher liegengebliebener Stücke und durch Einspleißen eines Stücks des ehemaligen Sylt-Arendal II-Kabels zu ersetzen. Gleichzeitig wurden alle Fehler beseitigt. Seit dieser Zeit ist das Kabel wieder im Dienst der DAT. Es setzt sich aus einer großen Zahl verschiedener Kabeltypen zusammen. Es soll ebenfalls aufgegeben werden. Das Kabel weist auch Kabelteilstücke mit PE-Isolierung auf. Die Entwicklung dieses Kunststoffes, ohne den eine moderne Seekabeltechnik nicht mehr denkbar ist, führte kurz vor Ausbruch des zweiten Weltkrieges zum ersten Male zur praktischen Verwendung beim Bau eines Seekabels.

Knebel

Deutschlandfunk → Rundfunkanstalt.

deviative Absorption → ionosphärische Absorption.

Dezibel → Dämpfungsmaß, → Übertragungseinheiten.

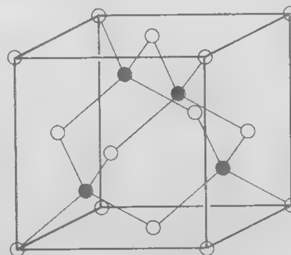
Dezimeterwellen → Wellenbereiche.

Diagrammsynthese → Richtcharakteristik.

Diamagnetismus. Diamagnetisch werden Stoffe genannt, deren → Permeabilitätszahl (relative Permeabilität) μ_r kleiner als 1 ist (die relative Abweichung ist sehr gering), deren magnetische Suszeptibilität (→ magnetische Feldgrößen) $\chi_m = \mu_r - 1$, also negativ ist. Die im wesentlichen schon von W. Weber (1852) gegebene Deutung geht von der Wirkung aus, die ein von außen angelegtes magnetisches Feld auf die einzelnen Kreisströme hat, als die die in geschlossenen Bahnen umlaufenden Elektronen der Atome und Moleküle angesehen werden können. Diese Kreisströme sind in einem Stoff zwar vollkommen regellos orientiert, insgesamt aber ergibt sich bei Anlegen eines äußeren Feldes in jedem Falle eine Magnetisierung des Stoffes, die der Richtung des äußeren angelegten Feldes entgegengerichtet ist; die Suszeptibilität als der Quotient: Magnetisierung durch Feldstärke wird daher negativ.

Diamantgitter. Kubisches Kristallgitter mit acht Kristallbausteinen (Atomen) in der Elementarzelle. Jeder Baustein sitzt im Mittelpunkt eines regelmäßigen Tetraeders, dessen Ecken von den vier nächsten Nachbarn gebildet werden (s. Bild). Diamant (Modifikation des Kohlenstoffs), → Silizium und → Germanium kristallisieren im D. Während die Kohlenstoffatome im Diamant nur durch gemeinsame Elektronenpaare untereinander verbunden sind (homöopolare Bindung, unpolare Bindung, Atombindung, Valenzbindung oder Kovalenz, → Bändermodell des Halbleiters), nimmt die Stabilität dieser Bindung über Silizium nach Germanium hin ab zugunsten eines gewissen metallischen Charakters.

Stellt man sich das D. aus zweierlei Bausteinen (A- und B-Atomen) aufgebaut vor, derart, daß alle A-Atome von je 4 B-Atomen und alle B-Atome von je 4 A-Atomen unmittelbar umgeben sind, so gelangt man zum Zinkblendegitter. (Im Bild wären die an den Würfelecken und auf den Flächenmitten befindlichen Atome O z. B. als A-Atome, die im Würfelinneren angeordneten Atome ● als B-Atome zu betrachten.) Diese Kristallstruktur können besitzen: Zinksulfid ZnS (in dieser Modifikation als Zinkblende bezeichnet), Zinkselenid ZnSe, Cadmiumsulfid CdS und Cadmiumselenid CdSe. Weiterhin kristallisieren in dieser Form die halbleitenden $A_{III}B_V$-Verbindungen, z. B. Galliumarsenid GaAs, Galliumantimonid GaSb, Indiumarsenid InAs usw. In diesen Verbindungen liegt ein Übergang zwischen homöopolarer und heteropolarer Bindung (Ionenbindung) vor (→ Halbleiterverbindungen).



Im Zinkblendegitter entsprechen die leeren Kreise den A-Atomen (Zink), die ausgefüllten Kreise den B-Atomen (Schwefel). Im Diamantgitter sind alle Atome gleichartig (z. B. Kohlenstoff oder Germanium).

Diamant- bzw. Zinkblendegitter.

Literatur: W. B. Pearson, Handbook of Lattice Spacings and Structures of Metals and Alloys, Pergamon Press, 1958. *Moeller*

Diapositiv-Übertragungsanlagen sind Bildabtastgeräte zur fernsehmäßigen Übertragung von Diapositiven (meist im Kleinbild-Format). Der → Lichtpunktabtaster wird bevorzugt, besonders auch für Farb-Dias, da gegenüber Lichtpunkt-Filmabtastern keine Probleme durch Filmfortschaltung und Synchronisierung des Filmtransports bestehen. Meist mit einem Dia-Wechsler gekoppelt, wird durch Knopfdruck ferngesteuert ein Dia von z. B. 20 Dias in den Strahlengang gebracht. Bei Abtastern mit Speicherröhre durch Dia-Projektor anstelle des Filmprojektors. Multiplexer zur optischen Umschaltung von einem Kamerazug auf mehrere Projektoren (35-mm- und 16-mm-Filmprojektor, Dia-Projektor) und Verwendung des Kamerazuges allein für Live-Aufnahmen.

Dichte der wichtigsten Metalle → Metalle.

Dichte, elektrische. Ungenauer Ausdruck für die elektrische → Ladungsdichte.

Dichteplan → Ortsnetzplanung.

Dickschichttechnik, integrierte → Mikroschaltungstechnik.

Dickschichtverfahren. Man versteht unter Dickschicht-Hybriden eine Zusammensetzung von Dickschichtwiderstandskombinationen mit Hablleitern, Kondensatoren und sonstigen Bauelementen. Die Dickschichttechnik kann als Weiterentwicklung der → gedruckten Schaltung aufgefaßt werden. Da jedoch außer den Leiterbahnen auch die Widerstände gedruckt werden, entfällt damit die Möglichkeit, mit Widerständen Kreuzungen durchzuführen. Die Grundlage der Dickschicht-Technologie bilden die wirtschaftlich aufgebrachten Verbindungen und Widerstände. Bei den Hybridschaltungen stellen sie einen wesentlichen Bestandteil der Schaltung dar. Die Leiterbahnen mit rund 0,5 mm Breite werden auf das Keramiksubstrat gedruckt. Das Metall der Druckpaste ist meistens entweder Gold/Platin oder Silber/Palladium. Es wird nach dem Einbrennen mit einer Zinklegierung verstärkt. Sind Kreuzungen im Aufbau unvermeidlich, dann bedruckt man vorzugsweise auch die Substratrückseite und metallisiert die Kanten an den notwendigen Übergangsstellen. Mit Rücksicht auf die anderen Bauelemente können die Widerstände bei Hybridschaltungen nicht sehr gleichmäßig auf die Substratoberfläche verteilt werden. Gegenüber normalen gedruckten Schaltungen auf Hartpapierunterlage besteht jedoch ein Vorteil in der weit günstigeren Temperaturverteilung durch das sehr viel besser Wärme ableitende Substrat. Silizium-Halbleiter können mit kürzeren Anschlüssen eingelötet werden und eignen sich daher auch für eine automatische Bestückung. Als Vorteil gegenüber Halbleiterschaltungen auf monolithischer Basis gelten: die Streukapazitäten der Dickschicht-Hybridschaltungen sind geringer; Schaltungen können mit konventionellen Bauelementen erprobt werden; die Temperaturabhängigkeit der Baulemente ist geringer; die Toleranzen sind geringer und ermöglichen dadurch einfachere Schaltungen; neue Schaltungen können wesentlich schneller und leichter verwirklicht werden; die Kosten für geringe Stückzahlen sind weitaus niedriger; größere Leistungen dürfen auftreten.

Literatur: Funk-Technik 5, 1967. *Dietrich*

Dielektrikum. Fester, flüssiger oder gasförmiger Stoff, in dem sich ein elektrostatisches Feld ausbilden kann (elektrischer Nichtleiter), da dessen elektrische Leitfähigkeit σ vernachlässigt werden kann.

Im elektr. Feld wird jedes D. polarisiert, indem es unter der Einwirkung der elektr. Feldkräfte zu atomaren »Verschiebungen« der Elektrizitätsträger innerhalb der Atome kommt, bis wieder Gleichgewicht zwischen den äußeren Feldkräften und den inneren Atomkräften herrscht. (Elastische Verlagerung der Atomhülle gegenüber Atomkern). Jedes elektrisch neutrale Molekül wird dadurch zu einem elektr. Dipol, da der elektr. Schwerpunkt der negativen Atomhülle und des positiven Atomkerns nicht mehr zusammenfallen. Auf der Oberfläche eines in ein elektr. Feld gebrachten dielektrischen Körpers entstehen daher senkrecht zur Feldrichtung elektr. Polarisationsladungen.

Da ein D. kein idealer elektr. Nichtleiter ist, entsteht im D. unter der Einwirkung eines elektr. Feldes auch ein merklicher Energieverlust (Erwärmung des D.). Dabei zeigt sich, daß der Isolationswiderstand des D., bei Gleichstrom lediglich eine Folge der immer vorhandenen endlichen elektr. Leitfähigkeit, bei Wechselstrom mit zunehmender Frequenz erheblich abnehmen kann. Im Wechselfeld kommen daher weitere Verluste hinzu, die bei festem D. die reinen Isolationsverluste i. a. überwiegen. Diese zusätzlichen Wechselstromverluste werden aus der Inhomogenität des D. erklärt, welche ein örtlich verschiedenes Verhältnis ε/σ bedeutet, wodurch innerhalb des D. im Wechselfeld eine andere Potentialverteilung als im elektrostat. Feld eintritt, die zu einem Ladungstransport an den einzelnen Grenzbereichen führt. Bei höheren Frequenzen kommen noch die durch die Polarisation des D. verursachten Polarisationsverluste hinzu. Die Gesamtverluste des D. werden als dielektrische Verluste zusammengefaßt. Sie sind i. a. von Spannung, Frequenz und Temperatur abhängig.

Infolge der Verluste eilt der Strom durch das D. der angelegten Spannung, z. B. bei einem Kondensator, um einen Winkel $\varphi < \pi/2$ voraus. Die kleine Abweichung von $\pi/2$ ist der Verlustwinkel δ des D. (Verlustwinkel) in der Größenordnung 10^{-2} bis 10^{-3}. Er ist eine meist temperaturabhängige Materialkonstante und nimmt i. a. mit der Frequenz zu, um bei manchen Stoffen nach Überschreiten eines Maximalwertes wieder abzunehmen. $\tan\delta$ wird auch als Verlustfaktor, das Produkt $\varepsilon_r \cdot \tan\delta$ — in Amerika mit »loss-factor« bezeichnet — auch Dämpfungsfaktor des D. genannt. Die Messung der dielektr. Verluste erfolgt durch Messen von δ in Brückenschaltungen mit dem zu untersuchenden Material als D. eines Kondensators, dargestellt im Ersatzschaltbild z. B. als Parallelschaltung aus Kapazität C und Ableitung G (Kehrwert des Verlustwiderstandes). Es sind dann Verlustwinkel δ und Verluste P_v

$$\delta \approx \tan\delta = \frac{G}{\omega C},$$

$$P_v = U^2 G = U^2 \omega C \tan\delta \approx U^2 \omega C \delta,$$

wobei G/C von Größe und Form der Kondensatoranordnung unabhängig und ausschließlich durch die Materialeigenschaften des D. gegeben ist.

Von dem in der Fernmeldetechnik und HF-Technik verwendeten D. werden vor allem hohe mechanische Festigkeit, hohe Spannungsfestigkeit, keine Alterung (zeitliche Konstanz) und keine Feuchtigkeitsaufnahme sowie Temperaturfestigkeit und geringe Frequenzabhängigkeit der elektrischen Kennwerte δ und ε verlangt, wobei insbesondere δ klein sein soll. Diese Bedingungen erfüllen in der HF-Technik besonders gut die keramischen D., Glimmer und Polystyrol. Hohe Werte der relat. Dielektrizitätskonstante ε_r (→ elektrische Größen) erreichen Titanmassen, HDK-Massen genannt.

Relat. Dielektrizitätskonstante ε_r und Verlustwinkel δ bei 20°C

	ε_r	$10^3 \cdot \tan\delta$ 1 kHz	$10^3 \cdot \tan\delta$ 1 MHz
Bernstein	2,8	7	5
Glas	5÷12	3÷30	0,6÷11
Glimmer	5÷8	0,1	0,17
HDK-Massen	1000÷6000	8÷12	6÷10
Keramik (n. DIN 40685)	6÷100	0,4÷1,5	0,4÷2
Papier, imprägniert	1,6÷4,3	1,5÷10	30÷60
Plexiglas	3,5	20÷60	20÷60
Polystyrol	2,6	0,2÷0,4	0,4
Porzellan	2,4÷6,4	10÷20	6÷12
Quarz	3,8÷5	0,1	0,1
Styroflex	2,5	—	0,2

Literatur: P. Böning in F. Moeller: Taschenbuch f. Elektrotechniker, Bd. I. Stuttgart 1953, S. 435—454 — Meinke/Gundlach: Taschenbuch der HF-Technik, 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962 — A. von Weiss: Allgemeine Elektrotechnik, 4. Aufl. Prien 1966.
v. Weiss

dielektrische Polarisation → Polarisation.

dielektrische Verluste → Dielektrikum.

dielektrischer Horn-, Rohr- und Stielstrahler → Antenne, dielektrische.

Dielektrizitätskonstante → elektrische Größen, → Dielektrikum.

Dienstanruflampe, Dienstanruftaste → Dienstleitungsklinke.

Dienstanweisung für die Abwicklung des handvermittelten Fernverkehrs (DAFern). Diese D. regelt die Betriebsabwicklung für den von Hand zu vermittelnden Fernsprechfernverkehr.

Teil I: Allgemeines und Begriffsbestimmungen (Aufbau des öffentlichen Fernsprechnetzes, Verkehrsarten, Begriffsbestimmungen, Fernplatzarten, Gesprächsblätter, Gesprächsarten, Rangfolge).

Teil II: Anmelden der Gespräche (Regeln, Dringlichkeitsstufen, Bezeichnung des Verlangten, Angabe von Ursprungsort und Rufnummer (RufNr) des Verlangten, Anmeldung ohne RufNr des Verlangten, Befristung, Gültigkeitsdauer, Zurückstellung, Anfragen, Auskünfte).

Teil III: Ausführen von Verbindungen (Vorwärtsaufbau, Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen, Rückwärtsaufbau, Übernahme einer Anmeldung).

Teil IV: Gespräche mit besonderer Behandlung (Notgespräche, Staatsgespräche, Militärgespräche, Dienstgespräche, → V-Gespräche, → XP-Gespräche, → R-Gespräche, → N-Gespräche, Gespräche zur festgelegten Zeit, Monats- und Wochengespräche, Überseegespräche, Funkgespräche mit Schiffen im Seefunkdienst, Funkgespräche im internationalen Rheinfunkdienst, Gespräche im öffentlichen beweglichen Landfunkdienst, Gespräche im Fernsprechauslandsdienst, Anfragen im Fernsprechauslandsdienst).

Teil V: Verschiedenes (Gespräche von und nach öffentlichen Sprechstellen, Ausführen und Berechnen von Vorranggesprächen im Vorwärtsaufbau, Ersatzgespräche, Fehlverbindungen, Ferngesprächsansage; Verlangter Anschluß auf Hinweisdienst, Fernsprechansagedienst, automatischer Anrufbeantworter, Änderung der Rufnummer des Anmelders, Umleiten am Bestimmungsort, Gebührenansage, Berechnen der Gebühren, Beschränkung der Gesprächsdauer, Behandlung erledigter Gesprächsblätter, Benennung und Einordnung der Leitungen in das Klinkenfeld, Fernplatzunterlagen, Leiten, Umleiten, Schlußzeichengabe, Namensnennung).

Einzelne Betriebsfälle sind in einer beigegebenen Gesprächsblattmustersammlung dargestellt. Eine Neufassung der DAFern ist z. Z. in Bearbeitung. *Trommer*

Dienstbezeichnung. Die D. wird nach der → Bundeslaufbahnverordnung von Beamten auf Probe geführt. Sie setzt sich zusammen aus der → Amtsbezeichnung des Eingangsamtes der in Betracht kommenden Laufbahn und dem Zusatz »zur Anstellung (z. A.)« (z. B. Fernmeldeassistentin z. A., Fernmeldeinspektor z. A., Postrat z. A.). Für die höhere Laufbahn löst also diese Regelung die frühere Dienstbezeichnung »Assessor« ab. Als Dienstbezeichnung gilt bei der Deutschen Bundespost auch die dienstliche Bezeichnung der Angestellten und Arbeiter.

Dienstbezüge → Bezüge, → Bundesbesoldungsgesetz.

Dienstgespräche sind Orts- und Ferngespräche, die von Angehörigen der DBP in rein dienstlichen Angelegenheiten geführt werden. Diese Gespräche dürfen i. allg. nur von postdienstlichen Anschlüssen in Diensträumen und Wohnungen sowie von öffentlichen Sprechstellen bei Postdienststellen aus angemeldet werden. D. können als → Gespräche, gewöhnliche, und → Gespräche, dringende, geführt werden. Auch → V-, → N- und → XP-Gespräche sind zugelassen. D. sind möglichst im Selbstwählferndienst herzustellen und in der verkehrsschwachen Zeit zu führen. D. im → Auslandsferndienst dürfen nicht im vollautomatischen Dienst selbst gewählt werden. Sie sind nur zugelassen zum Zwecke der Herstellung bzw. Wiederherstellung von internationalen Verbindungen. Innerhalb des europäischen Vorschriftenbereichs gibt es auch gebührenfreie D. zur Übermittlung von Diensttelegrammen. Grundsätzlich darf ein bestimmter Personenkreis gebührenfreie D. führen: der Präsident des Verwaltungsrates der Internationalen Fernmelde-Union, dessen Generalsekretäre usw.. Nach einigen Ländern sind auch Blitz-D. zugelassen, die nur zur Wiederherstellung unterbrochener internationaler Verbindungswege angemeldet werden dürfen. Im Ausnahmefall können auch in postalischen Angelegenheiten D. in das Ausland geführt werden. Diese Gespräche sind aber nur im innerdeutschen Dienst gebührenfrei; sie müssen in die Auslandsabrechnung aufgenommen werden. Solche Gespräche bedürfen der besonderen Genehmigung. *Trommer*

Dienstgruppenwähler. Als D. werden die Gruppenwähler vor den Sonder- und Ansagediensten bezeichnet. Es handelt sich dabei um II. Gruppenwähler, die entweder nur aus dem Ortsnetz, dem eigenen Bereich oder aus fremden Bereichen erreicht werden. Auf Grund des Gesprächsursprunges unterscheidet man Ortsdienstgruppenwähler und Ferndienstgruppenwähler.

Dienstgüte ist der einem Benutzer von Fernmeldeanlagen angebotene Grad der Zuverlässigkeit bei der Abwicklung des Fernmeldeverkehrs durch die Fernmeldeverwaltung. Aus der Zahl der Fehler (→ Betriebsgüte) läßt sich nicht auf die D. schließen, weil nicht zu erkennen ist, wie viele Störungen für die Fernsprechteilnehmer durch die gefundenen Fehler entstanden sind. Die DBP führt Kontrollen der D. durch Herstellen von Probeverbindungen mit der → Probeverbindungseinrichtung (PVE) und durch Verkehrsbeobachtung mit der → Verkehrsbeobachtungseinrichtung (VBE) aus. Mit der PVE werden Probeverbindungen vom Amt aus hergestellt und beurteilt. Aus den ermittelten Hemmungen (z. B. gassenbesetzt) und Störungen (z. B. vorzeitige Zählung) ergeben sich der Hemm- und Störgrad (v. H.). Zum Ermitteln des Hemm- und Störwertes werden die Hemmungen und Störungen mit einem Bewertungsfaktor (Empfinden des Benutzers) multipliziert, z. B. Doppelverbindung × 20. Hemm- und Störgrad bzw. Hemm- und Störwert werden auf die Zahl der durchgeführten Probeverbindungen bezogen. Die PVE zeigt durch Zähler die folgenden Hemmungen und Störungen an: kein Wählton, gassenbesetzt, Scheinwiderstand unterschritten, kein Prüfen auf den Leitungswähler, kein Ruf, keine Teilnehmermeldung, kein Zählbeginn, Dämpfungsüberschreitung, Geräusche, Zählung vorzeitig, Zähltakt < 8 4/7 s, keine Ortszählung.

Bei der Verkehrsbeobachtung werden echte Fernsprechverbindungen zwischen den Teilnehmern beobachtet und beurteilt. Bedienungsfehler der Teilnehmer werden erkannt, Störungen beobachtet und gedeutet. Folgende Störungen und Hemmungen werden ermittelt:
gassenbesetzt,
kein Frei-, Besetzt- oder Hinweiston bei vollständig gewählter Kennzahl und Ruf-Nr.,
Falschverbindung trotz richtiger Wahl,
fremde Gespräche sind lautstark zu hören,
fehlende oder falsche Hörtöne,
gleichzeitig zwei oder mehr verschiedene Hörtöne,
keine Zählung,
vorzeitige Zählung,
falscher Zähltakt,
nur 1. Zählimpuls, keine weiteren,
einzelne zusätzliche Zählimpulse,
einzelne ausbleibende Zählimpulse,
zahlreiche Zählimpulse,
Trennung bei Gesprächsbeginn,
Trennung während des Gesprächs,
keine oder schlechte Verständigung,
einseitig keine Verständigung,
zeitweise Schwund oder Unterbrechung,
starke Geräusche.

Literatur: Vorläufige Fernmeldetechnische Zentralamts(FTZ)-Richtlinie R IX F Nr. 14 — F. Wittig, H. J. Spiegel, Verkehrsuntersuchungen im Selbstwählferndienst (SWFD) mit der PVE und der VBE, Fernmeldepraxis 44 (1967) H. 11 — R. Meisel, Güte des Dienstes in Fernsprechwählnetzen, Jb. des elektrischen Fernmeldewesens, Verlag für Wissen u. Leben, G. Heidecker, Bad Windsheim, Mittelfranken, 1962.

Steinhoff

Dienstkanal → Richtfunksystem.

Dienstleitung ist eine für den internen Dienstverkehr geschaltete Fernmeldeleitung. Sie dient dem Austausch dienstlicher Mitteilungen, die unmittelbar die Inbetriebsetzung und Aufrechterhaltung bestimmter Betriebszweige betreffen. Außer den D. für den Wechselstromtelegrafie-, Ton- und Fernsehübertragungsbetrieb hat mit seinen Durchgangsvermittlungen das allgemeine Dienstleitungsnetz der DBP besondere Bedeutung. Alle in Kabel- und Richtfunklinien betriebenen Verstärker-, Richtfunk- und Schaltstellen sind hieran angeschlossen (→ Dienstleitungsklinke).

Dienstleitungsklinke. Im engeren Sinne der Zugang zu Dienstleitungen, über die in handbedienten Fernvermittlungen (FernVStHand) mit Schnurtechnik (z. B. → FernVStHand F 36 und → FernVStHand F 57) die Vermittlungskräfte miteinander in Verbindung treten können. Die D. bilden mit dem Dienstleitungsfeld (Kd-Feld) einen Teil des → Klinkenfeldes. Für den abgehenden und ankommenden Anruf erhält jeder Fernplatz außerdem eine Diensttaste (DT) oder Dienstanruftaste (DAT) und eine Dienstanruflampe (DAL).

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Dienstordnung für die Arbeiter der Deutschen Reichspost (DOArb) → Tarifrecht.

Dienstpostenbewertung ist ein Teilbereich der → Personalwirtschaft. Sie dient der wertmäßigen Einordnung der anfallenden Dienstgeschäfte (Tätigkeiten und Tätigkeitsbereiche) in das bestehende Gehalts- und Tarifgefüge und umfaßt 1. die Klassifizierung der Tätigkeiten als Dienstposten für einen Beamten, Angestellten oder Arbeiter (auch Kategorisierung der Dienstposten genannt) und 2. die eigentliche Bewertung, bei der die Dienstgeschäfte der Beamten entsprechend ihrer Anforderungshöhe einer bestimmten Besoldungsgruppe zugeordnet werden.

Die D. ist ausgerichtet auf die objektiv feststellbaren Anforderungen an die Dienstposteninhaber. Sie ist keine Persönlichkeitsbewertung (Leistungs- oder Verhaltensbewertung), die auf die tatsächliche Qualifikation des einzelnen Dienstposteninhabers abgestellt ist. Die Richtlinien zur Bewertung der Dienstposten im Bereich der Deutschen Bundespost (Bewertungsrichtlinien) regeln die Dienstpostenbewertung im einzelnen. Sie enthalten u. a. zwei Tätigkeitskataloge (für die Ämter des Postwesens und die Oberpostdirektionen mit Sonderstellen; für die Ämter des Fernmeldewesens) in denen alle Dienstgeschäfte originär kategorisiert und, soweit sie für Beamte vorzusehen

sind, bewertet sind. Anhand der Tätigkeitskataloge wird die abgeleitete Kategorisierung und Bewertung der Dienstposten, die aufgrund der unterschiedlichen Verhältnisse eine oder mehrere Tätigkeiten oder Tätigkeitsbereiche (Dienstgeschäfte) umfassen können, durchgeführt.

Näheres über die Bewertung der Dienstposten bei der DBP, ihren Zweck, ihre historische Entwicklung, die Grundsätze und Systeme sowie die weitere Entwicklung der D. siehe im Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1968. *R. Tietz*

Dienstsprachen. Im → Auslandsferndienst wird von den → Vermittlungskräften von Ländern mit verschiedenen Sprachen die französische Sprache als Dienstsprache benutzt, sofern zwischen den beteiligten Verwaltungen keine andere Vereinbarung besteht. Im unmittelbaren nichtautomatischen → Schnellverfahren und im halbautomatischen Schnellverfahren (→ Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst) soll die Sprache des → Bestimmungslandes angewendet werden.

Dienstsprüche und Empfangsanzeigen. D. beziehen sich auf Vorkommnisse des Telegrafendienstes oder -betriebes. Sie werden zwischen den Telegrafenstellen (TSt) gewechselt und haben weder Anschrift noch Unterschrift. Die Namen der Bestimmungs- und der Aufgabe-Telegrafenstelle werden im Kopf angegeben. D. können betreffen: Unzustellbarkeitsmeldungen, Unstimmigkeiten bei der Wortzählung, Einziehen von Gebühren, Rückfragen, Berichtigungen, Störungen über Telegrafenverbindungen, Bestätigungen von Telegrammen. Sie erhalten die Artbezeichnung »A«, dringende Dienstsprüche »AD« bzw. »A URGENT« im Auslandsdienst und wenn es sich um Leitungsstörungen usw. handelt »ADG«. Der Text von D. nach dem Ausland ist in französischer Sprache unter Verwendung der Wörter des Dienstcodes abzufassen. Gebührenpflichtige D. → Telegrammarten. Empfangsanzeigen werden wie Dienstsprüche behandelt, unabhängig, auf welche Telegrammart sie sich beziehen. Sie erhalten die Artbezeichnung »CR«.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung) — Vollzugsordnung für den Telegrafendienst — »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar.

Dienststelle → Ämter des Fernmeldewesens.

Diensttaste → Dienstleitungsklinke.

Diensttelegramm → Telegrammarten.

Dienstvermerke zu Telegrammen, gebührenpflichtige → gebührenpflichtige Dienstvermerke.

Dienstvortrag. Der Fortbildung des Personals dienende Vorträge von etwa 30 Minuten Dauer über den Dienstablauf, über Vorschriften oder über allgemeine berufliche Fragen, z. B. geänderte Arbeitsverfahren oder Neuerungen der Technik. Bei den Ämtern des Fernmeldewesens z. B. sollen sechsmal im Jahr D. gehalten werden. Sie sind den örtlichen Notwendigkeiten anzupassen und so zu gestalten, daß sie für die Tagesarbeit von Nutzen sind. Die Teilnahme an den D. ist Pflicht.

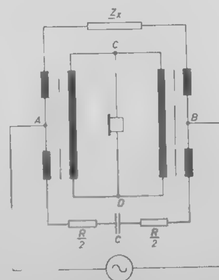
Dieselhorst-Martin-Verseilung → Verseilarten.

Differentialgleichungen → Laplace-Transformation.

Differentialglied, Differentialfilter → Vierpoltheorie 2.1.

Differentialmelder → Meldungsgeber.

Differentialmeßbrücke. In einer gleicharmigen Meßbrücke kann man die beiden einander gleichen Widerstände durch die beiden einander genau gleichen Hälften der Primärwicklung eines → Differentialübertragers ersetzen. Man erhält so eine sehr einfache Meßschaltung zum Messen beliebiger komplexer Widerstände. Die Schaltung eignet sich besonders zum Messen einseitig geerdeter Meßgegenstände. Man kann den entsprechenden Brückenpunkt unmittelbar an Erde legen. Ungeerdete oder erdsymmetrische Meßgegenstände, wie z. B. Doppelleitungen, mißt man in der Schaltung nach dem Bild, die in ihrer

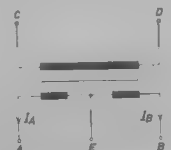


Symmetrische Differentialmeßbrücke.

ursprünglichen Form unter dem Namen Kühle-Brücke bekannt geworden war. Diese Schaltung ist mit Hilfe zweier Differentialübertrager selber erdsymmetrisch aufgebaut. Durch sorgfältige Schirmung der Einzelteile und der ganzen Schaltung wird der störende Einfluß von Streu- und Handkapazitäten vermieden. Das Bild zeigt als Beispiel das Messen eines komplexen Widerstandes mit kapazitivem Blindwiderstand. *Haak*

Differentialschutz → Kurzschlußstrom.

Differentialübertrager. Beim D. (s. Bild) besteht die Primärwicklung zwischen A und B aus zwei Teilwicklungen, die in E miteinander verbunden sind. Werden



Differentialübertrager.

diese von den Strömen $\underline{I}_A$ und $\underline{I}_B$ in entgegengesetzten Richtungen durchflossen, so ist die Spannung in der Sekundärwicklung (zwischen C und D) gleich der

Differenz der von den beiden Strömen induzierten Teilspannungen. Sind die Windungszahlen der beiden Teilwicklungen gleich groß, und sind es ebenfalls auch die beiden Teilströme $\underline{I}_A$ und $\underline{I}_B$, so ist die Spannung zwischen C und D gleich Null. Primär- und Sekundärwicklung sind dann entkoppelt. D. dienen als Gabel- oder Brückenübertrager in → Gabelschaltungen für den Übergang von zweidrähtiger auf vierdrähtige Leitungsführung, als Fernleitungsübertrager zur Bildung von Stamm- und Viererleitungen, in → Differentialmeßbrücken, Differentialfiltern, oder als Eingangs- und Ausgangsübertragern in Gegentaktverstärkern und Gegentaktgleichrichtern (→ Gabelschaltung, → Verstärker).

Haak

Differentiationssatz → Laplace-Transformation.

differentieller Phasenfehler → Fernsehsignal-Verzerrungen.

differentielle Verstärkung → Fernseh-Meßtechnik.

Differenzschaltung (Differentialschaltung). Schaltung, bei der zwei Wicklungen eines Empfangsmagneten oder eines Telegrafenrelais gegensinnig von zwei Strömen durchflossen werden, so daß für die resultierende Erregung des Empfangsmagneten bzw. Telegrafenrelais die Differenz der beiden Ströme maßgebend ist.

Die Differenzschaltung wird angewendet in der → Gleichstromtelegrafie und in → Telegrafen-Anschlußschaltungen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 436.

Differenzton → Kombinationston.

Differenztonverfahren → Doppeltonverfahren.

Differenzträgerverfahren. Verfahren zur Gewinnung des zum Fernsehbild gehörenden Tones im Fernsehempfänger (DIN 45060), → Fernsehen 2.

Diffusion von Ladungsträgern → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Diffusionsprozesse. Unter D. versteht man die ohne Einwirkung äußerer Kräfte allmählich eintretende Vermischung von verschiedenen, miteinander in Berührung befindlichen gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen, die durch selbständige Bewegung von Ionen, Atomen, Molekülen oder Kolloidteilchen verursacht wird. In neuerer Zeit hat sich die Aufmerksamkeit der Chemiker besonders stark auf Diffusionserscheinungen in festen Stoffen gerichtet, die in der Halbleitertechnik wichtige Anwendungen finden (→ Diffusionsspannung).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Diffusionsspannung. In einem homogen dotierten Halbleiter herrscht Ladungsneutralität, da die beweglichen Ladungsträger die fest im Gitter gebundenen Ionen kompensieren. Grenzen zwei Halbleiterzonen verschiedener Störstellenarten (oder Störstellen-Dichten) (→ Herstellung von pn-Übergängen) aneinander, so entsteht ein Diffusionsstrom (→ pn-Übergänge) der beweglichen Ladungsträger auf Grund ihres Dichtegefälles. Dadurch wird die vollständige Ladungskompensation zwischen den beweglichen Ladungsträgern und den ortsfesten ionisierten Atomen an der Grenze der beiden Halbleiterzonen aufgehoben. Es entsteht zwischen den verschiedenartig dotierten Halbleitern ein elektrostatisches Potential, das D. genannt wird. Die D. bewirkt einen Feldstrom, der dem Diffusionsstrom entgegengesetzt gerichtet ist. Im Gleichgewichtsfall sind beide Ströme gleich groß. Die D. hängt von der Größe des Bandabstandes im Halbleiter, von den effektiven Massen (→ Bändermodell des Halbleiters) der beweglichen Ladungsträger, von der Höhe der Dotierungskonzentrationen in den beiden Halbleiterzonen und von der Temperatur des Halbleiters ab.

Literatur: E. Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1965.

Salow

Diffusionsstrom → Metall-Halbleiterkontakte, → pn-Übergang.

Diffusionstheorie → Metall-Halbleiterkontakte.

Diffusionsverfahren zur Herstellung von pn-Übergängen → Herstellung von pn-Übergängen.

Digitalanalogumsetzer. Elektronisches Gerät, das digital ein- oder ausgegebene → Daten, d. h. den Daten entsprechend codierte Impulsfolgen, in stetige, den Datenwerten analoge Funktionsverläufe umsetzt (→ EDV).

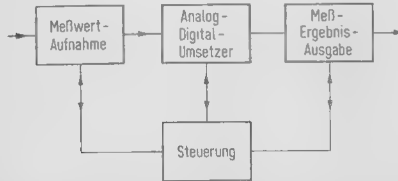
digitale Daten. Hierunter wird die codierte Darstellung von Informationen aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen verstanden. Digitale Daten sind aus zwei Zeichen aufgebaut, meist aus zwei Strom- bzw. Spannungsimpulsen unterschiedlicher Höhe. Im Gegensatz zu analogen Daten, die durch einen kontinuierlichen, zur darzustellenden Größe analogen Strom- bzw. Spannungsverlauf gekennzeichnet sind, werden digitale Daten durch eine diskontinuierliche Impulsfolge wiedergegeben, wobei z. B. die Impulshöhe dem jeweiligen Momentanwert der abzubildenden Größe entspricht. Je nach der → Codierung läßt sich dabei eine → Redundanz gewünschter Größe einfügen (→ Datenübertragung).

Literatur: DIN-Norm 44 300, Informationsverarbeitung, Begriffe — W. Tietz, Der Begriff »Digitale Datenübertragung«, Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, H. 4/1966 — Schriftenreihe Datenverarbeitung, Institut für Datenverarbeitung Dresden — Datenfernübertragung, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen 1966 — W. Hentschel, Probleme der Datenübertragung, Deutsche Post, H. 9 und 10, 1967.

digitale Meßgeräte. Bei diesen wird eine an ihrem Eingang liegende analoge Größe quantisiert und das Ergebnis optisch digital (in Ziffern) angezeigt oder elektrisch codiert ausgegeben. Gemäß Bild ergibt sich eine prinzipielle Aufgliederung in vier Funktionsblöcke. Die Meßwertaufnahme sorgt für die Aufbereitung der Meßgröße und führt ein zur Weiterverarbeitung und Quantisierung geeignetes Analogsignal zum → Analog-Digital-Umsetzer, welcher feststellt, wie oft die kleinste aufzulösende Einheit — die Quantisierungseinheit — in dem zu messenden Signal enthalten ist. Die hierbei ermittelte Zahl ist das Ergebnis. Sie wird gespeichert und durch die Meßergebnis-Ausgabe angezeigt. Eine eventuell vorhandene Bereichsumschaltung ist Be-

standteil des Analog-Digital-Umsetzers. Der Block »Steuerung« koordiniert die Zusammenarbeit der drei vorgenannten Blöcke.

Digital-Meßgeräte sind besonders geeignet im Hinblick auf schnelle und sichere Ablesung des Meßergebnisses, höchstmögliche Genauigkeit, automatische Registrierung und Meßwertverarbeitung in Ver-



bindung mit Rechenautomaten. Die Genauigkeit wird im wesentlichen bestimmt durch das Auflösungsvermögen des Analog-Digital-Umsetzers und die Genauigkeit der Vergleichsnormale.

Literatur: VDI-Bericht Nr. 78, Digitale Meßtechnik (1964) — G. Wehrle, ATM-Blatt J 0770-1 (April 1964) — L. Borucki und J. Dittmann, Digitale Meßtechnik. Springer-Verlag (1966).

Thöner

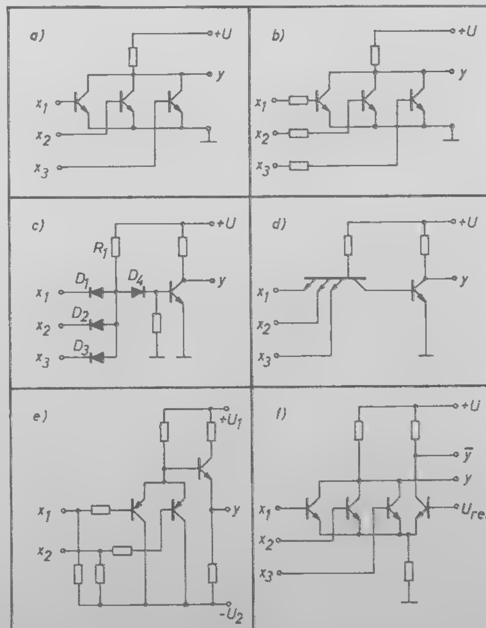
digitale Mikroschaltungen. Es sind dies → integrierte Schaltungen, die binäre digitale Eingangsvariablen zu ebenfalls binären digitalen Ausgangsvariablen logisch verknüpfen. Die logischen Variablen können die zwei Werte L und O annehmen. Bei L > 0 spricht man von positiver, bei L < 0 von negativer Logik. d. M. werden nach der Art ihres Schaltungsaufbaues oder ihrer Arbeitsweise benannt. Man unterscheidet weiterhin gesättigt und ungesättigt arbeitende d. M., je nachdem ob die Schalttransistoren bis in das Sättigungsgebiet gesteuert werden oder nicht. Mit Ausnahme der Strom-Modus-Logik arbeiten alle im folgenden aufgeführten d. M. gesättigt.

Die direkt gekoppelte Transistor-Logik (DCTL) ist die einfachste der d. M., siehe Bild. Sie ist leicht integrierbar und kann wegen der direkten Kopplung mit geringen Speisespannungen betrieben werden. Bei der Integration sind nur zwei Kristallzonen voneinander zu isolieren, nämlich die Gebiete für Transistoren und Widerstände. Durch einfaches Parallelschalten weiterer Transistoren kann die Zahl der Eingänge vergrößert werden. Die Transistoren werden weit in die Sättigung getrieben, wodurch lange Abfallverzögerungszeiten entstehen. Die Störsicherheit ist gering. Bei Zusammenschaltung mehrerer Eingänge an eine gemeinsame steuernde Stufe besteht die Gefahr der Stromübernahme eines einzelnen Eingangs (current hogging).

Die Widerstand-Transistor-Logik (RTL) unterscheidet sich von der DCTL durch Basisvorwiderstände. Dadurch wird die Gefahr der Stromübernahme verringert und die Störsicherheit erhöht, jedoch die Fertigung verteuert und das Schaltverhalten verschlechtert.

Die Dioden-Transistor-Logik (DTL) ersetzt die Basisvorwiderstände der RTL durch Dioden. Die logische Verknüpfung der Eingangsvariablen findet in dem aus D_1, D_2, D_3 und R_1 gebildeten Netzwerk statt, das eine gute Entkopplung der Eingänge gewährleistet. D_4 kann auch eine Serienschaltung von mehreren Dioden sein und vergrößert die Störsicherheit. Die Produktion ist wegen der vielen voneinander zu isolierenden Bauelemente teuer.

Die Transistor-Transistor-Logik (TTL) weist sehr wenige Bauelemente auf und hat eine der Integration zuträgliche Schaltungstechnik. Der Multiemittertransistor bleibt in jedem Schaltzustand gesättigt, das Schaltverhalten wird allein von dem Ausgangs-Transistor bestimmt. Die Störsicherheit ist mittelmäßig, die Betriebsspannung kann dafür sehr klein gehalten werden. Hinsichtlich des Stromübernahmeeffektes sind TTL und DCTL vergleichbar.



Beispiele digitaler Mikroschaltungen a) DCTL NICHT-ODER-Gatter, b) RTL NICHT-ODER-Gatter, c) DTL NICHT-ODER-Gatter, d) TTL NICHT-UND-Gatter, e) CTL UND-Gatter, f) CML NICHT-ODER/ODER-Gatter.

Digitale Mikroschaltungen.

Die Komplementär-Transistor-Logik (CTL) verwendet NPN- und PNP-Transistoren gemeinsam in einer Schaltung, dadurch ist sie schwierig zu integrieren, aber einfach im Schaltungsaufbau. Die Transistoren arbeiten in Kollektorschaltung, die Schaltzeiten sind sehr kurz.

Die Strom-Modus-Logik (CML) beruht auf dem Prinzip des Differenzverstärkers. Die Referenzspannung U_{ref} ist gleich dem arithmetischen Mittelwert von L- und O-Pegel. Die Schaltung arbeitet ungesättigt und ist damit sehr schnell. Die Störsicherheit ist optimal. Neben der Ausgangsvariablen steht noch ihr Komplement zur Verfügung. Die Integration ist

wegen des hohen Bauelementaufwandes schwierig, die Speisespannungen müssen konstant gehalten werden; zwischen Ein- und Ausgängen treten Potentialverschiebungen auf, die durch zusätzliche Schaltungsmaßnahmen (Emitterfolger, Serienschaltung komplementärer Stufen) ausgeglichen werden müssen.

Zur Kennzeichnung des Betriebsverhaltens von d. M. dienen neben den Schaltzeiten, wie Anstiegszeit (t_r), Abfallszeit (t_f) und Signalverzögerungszeit (t_{pd}), der Eingangs- und Ausgangsverzweigungsfaktor. Der Eingangsverzweigungsfaktor (fan in) gibt an, wie viele gleichartige Eingangsklemmen eine d. M. maximal haben darf. Der Ausgangsverzweigungsfaktor (fan out) ist das Maß für die Belastbarkeit des Ausganges; er bestimmt, mit wie vielen gleichartigen Eingängen nachfolgender Stufen der Ausgang maximal beschaltet werden darf.

Literatur: A. J. Khambata, Introduction to integrated semiconductor circuits. John Wiley and Sons, Inc., New York, London, Sydney.

Hanke

Digitalpegelmesser sind → Pegelmesser mit digitaler Ausgabe des Meßergebnisses. → Digital-Meßgerät. Gemäß der Definition des → Pegels entspricht das

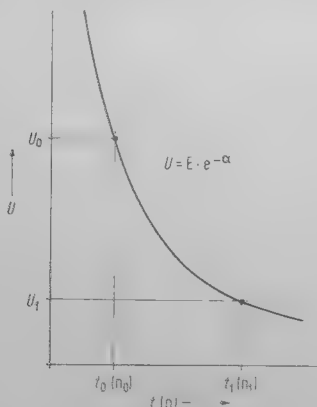


Bild 1a.

Meßergebnis dem Logarithmus des Verhältnisses zweier Spannungen (oder Leistungen). Bekannte Verfahren:

1. Logarithmische Verzerrung der linear gleichgerichteten Spannung auf der Analog-Seite und anschließende lineare Analog-Digital-Umsetzung. Die Logarithmierung begrenzt hierbei die Genauigkeit auf etwa 1‰.

2. Logarithmierender → Analog-Digital-Umsetzer, z. B.

a) Selbsttätig abgleichender Kompensator mit Dämpfungsgliedern oder entkoppelten, logarithmisch gestuften Spannungsteilern.

b) Logarithmische Spannungs-Zahl-Umsetzung mittels Kondensator-Umladung (Bild 1a, 1b).

c) Logarithmische Spannungs-Zeit-Umsetzung über RC-Entladung (Bild 1a, 1c).

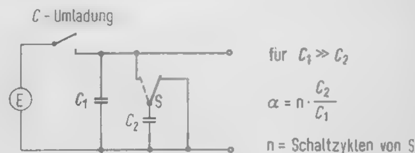


Bild 1b.

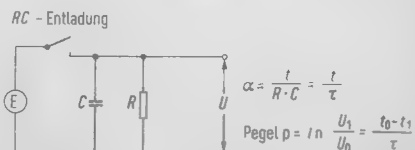


Bild 1c.

Die Verfahren nach 2. ermöglichen auf einfache Weise auch die direkte Quantisierung einer Pegeldifferenz:

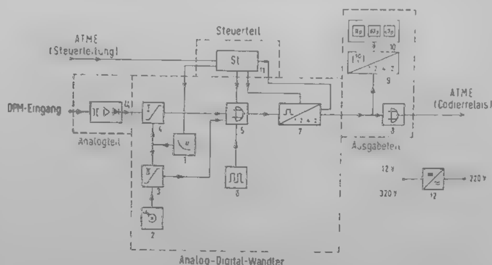
$$\Delta p = p_1 - p_2 = \ln \frac{U_1}{U_0} - \ln \frac{U_2}{U_0} = \ln \frac{U_1}{U_2}\,.$$

U_1, U_2 = zu messende Spannungen
U_0 = Bezugsspannung für Pegel Null.

Die Bezugsspannung U_0 wird durch die zweite zu messende Spannung ersetzt.

Bei den Verfahren nach 1, 2b und 2c muß bei großen Pegelbereichen eine Bereichsumschaltung durchgeführt und eine entsprechende Konstante zum Ergebnis addiert werden (Mantisse).

Besonders vorteilhaft werden D. in automatischen Prüfeinrichtungen der Nachrichtentechnik eingesetzt, z. B. in Fernleitungs-Meßautomaten. Bild 2 zeigt die



1 Generator für Exponential-Funktion
2 Vergleichsspannung U_0
3, 4 Komperatoren
5 Tor
6 Oszillator
7 Zähler
8 Leistungsgatter für binäre Ausgabe
9 Umcodierer
10 Optische Ziffernanzeige
11 Steuerteil mit Grenzwertmelder
12 Netzteil

ATME: Automatic Transmission Measuring Equipment

Bild 2. Grundschaltung des Digitalpegelmessers in der ATME.

Grundschaltung eines erstmalig in der → ATME (Automatic Transmission Measuring Equipment) verwendeten D. Er arbeitet nach dem Verfahren 2c in einem Pegelbereich von − 1 bis − 180 cNp und hat im Frequenzbereich des Fernsprechkanals (300 Hz

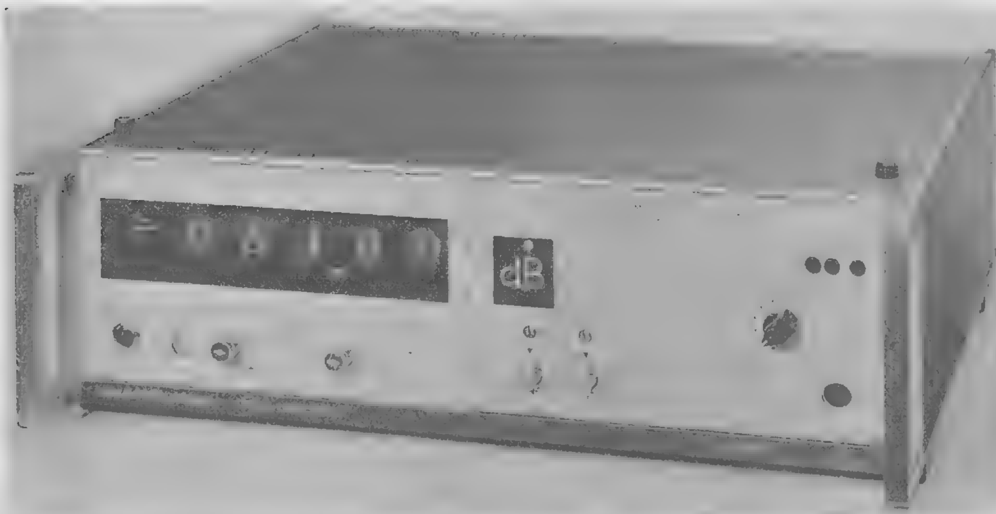


Bild 3. Digitalpegelmesser.

bis 3,4 kHz) eine typische Meßunsicherheit von $\leqq$ 2 cNp. Aus ihm ging ein Gerät hervor, das durch Einschubtechnik an große Pegel- (—60 dB bis +20 dB) und Frequenzbereiche (z. B. 30 Hz bis 120 kHz) angepaßt werden kann (Bild 3).

Frequenz-Bereich .... 30 Hz bis 120 kHz
Pegel-Bereich .... —60 dB bis +20 dB
Auflösung .... 0,01 dB
bei einer Gesamtmeßunsicherheit von .... ± 0,1 dB.

Literatur: W. Finfera, Ein Digital-Pegelmesser für den Fernleitungs-Meßautomaten (ATME) nach CCITT. Nachr.-techn. Z. 20 (1967), 4, S. 226—229 — K. Rössner und G. Thöner, Ein Digital-Pegelmesser für den Freqenzbereich 30 Hz bis 100 kHz; Siemens-Z. 41 (1967), 4, S. 310—312. *Thöner*

Digitalpegelsender. Meßsender mit digitaler, meist dekadischer und häufig fernsteuerbarer Frequenzeinstellung. Die Meßfrequenz f wird von der sehr genauen Frequenz f_{Ref} eines Quarzoszillators abgeleitet und hat dieselbe relative Genauigkeit wie diese. Bild 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines dekadischen D. In der Frequenzaufbereitungseinheit werden die Hilfsfrequenzen f_{H1} ... f_{Hi} ... f_{Hn} durch Teilen, Vervielfachen (und Mischen) sowie Ausfiltern aus der Frequenz f_{Ref} gewonnen und teilweise einem Schalterfeld zugeführt. Dort werden die zur Erzeugung der Meßfrequenz f benötigten Steuerfrequenzen f_{S1} ... f_{Si} ... f_{Sn} durch elektronische oder mechanische Schalter den einzelnen, in der Regel gleich aufgebauten, Dekadenbaugruppen zugeordnet. Die Steuerfrequenz f_{Si} wird mit der Frequenz $f_{D(i-1)}$ der vorgeschalteten Dekade so verknüpft, daß gilt: $f_{Di} = f_{Si} + \frac{1}{10} f_{D(i-1)}$ (Synthese). Durch Aneinanderreihung mehrerer Syntheseprozesse entsteht die Meßfrequenz f. Bei der passiven Synthese (Bild 2) wird die Dekadenfrequenz f_{Di} durch Frequenzumsetzung und/oder -teilung aus den passend gewählten, von der Quarzfrequenz f_{Ref} abgeleiteten Steuerfrequenz f_{Si} aufgebaut. Bei der aktiven Synthese (Bild 3) wird die Dekadenfrequenz f_{Di} in

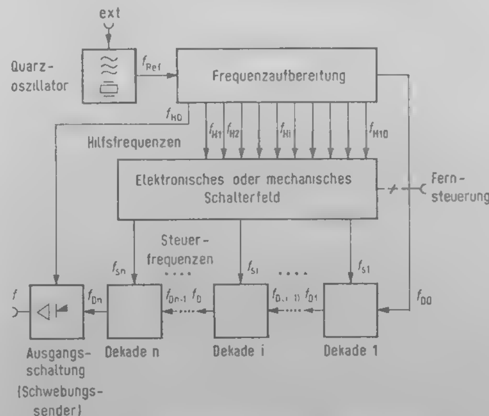


Bild 1. Beispiel für dekadische Frequenzsynthese.

einem Oszillator G_i erzeugt. In einem Phasendiskriminator φ wird eine durch Mischen und/oder Teilen aus f_{Di} erzeugte Frequenz f_{Di}/n mit der Frequenz $f_{D(i-1)}$ der vorgeschalteten Dekadenstufe verglichen. Durch eine Frequenzabweichung oder — im synchronisierten Zustand — durch die Phasendifferenz der Vergleichsschwingungen an den Eingängen der Phasenbrücke entsteht eine Regelspannung für die Reaktanzschaltung zur exakten Frequenznachstim-

mung des Oszillators G_i. Manchmal dienen Frequenzdiskriminatoren zur Unterstützung des Regelvorganges oder zur Voreinstellung des Oszillators G_i. Zur Einleitung des Fangvorganges wird häufig ein Suchoszillator benötigt.

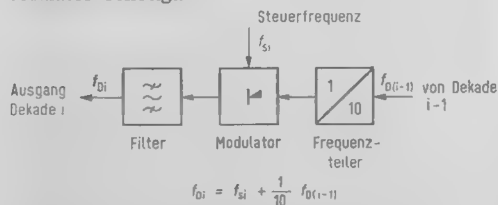


Bild 2. Beispiel für passive Synthese in Dekade i.

Gebräuchlich sind verschiedene Mischformen aus passiver und aktiver Synthese, wobei auch gesteuerte Frequenzteiler verwendet werden. Der Frequenzplan wird so gewählt, daß hohe Dämpfungswerte harmonischer und nichtharmonischer Nebenwellen (50 bis über 100 dB) und großer Signal-Rauschabstand (70 bis 140 dB/Hz Bandbreite) sichergestellt sind. In vielen Ausführungen ist der Ausgangspegel geregelt und einstellbar, mit der Möglichkeit, verschiedene

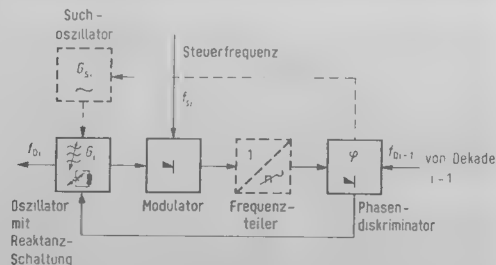


Bild 3.
Beispiel für aktive Synthese in Dekade i (phase locked loop).

Ausgangsimpedanzen zu wählen. D. werden auch als Wobbelsender (→ Wobbeln) verwendet und bieten bei Wobbelbetrieb große Vorteile hinsichtlich Stabilität, Genauigkeit und Auflösungsvermögen der Frequenz, da jede Dekade einzeln gewobbelt werden kann. D. in Sonderausführung gestatten die Frequenzsynchronisation passender selektiver Pegelmesser (Abstimmautomatik, → Pegelmesser).

Literatur: H. Valdorf, Dekadische Frequenzdarstellung, NTF 12 (1958) — C. J. de Lassaud de la Sablonière, Impulse-governed oscillator techniques, Philips Telecommunication Review, Vol. 21 und Vol. 22 — R. W. Newton, Some Methods of Precision Frequency Synthesis, British Communications and Electronics (August 1964) — L. F. Blachowicz, Dial any channel to 500 Mhz, Electronics (May 1966). *Zwilling*

Digitaltechnik. Wiedergabe und Übertragung von funktionalen Abhängigkeiten physikalischer Größen durch Zerlegung in binäre Impulsfolgen (→ Informationstheorie, → Kybernetik). Die Digitaltechnik ist grundsätzlich universell anwendbar.

Digitalübertragung, schrittweise Übertragung einer, aus einer diskontinuierlichen Nachrichtenquelle stammende Nachricht durch eine Folge von Zeichen oder Symbolen (→ Digitaltechnik). Die einem Zeichen oder Symbol zugeordnete Bedeutung ist frei wählbar. Die für die Darstellung benutzten Zeichen oder Symbole bilden das Alphabet, die Zuordnung zwischen den Zeichen oder Symbolen ist der Code. Eine Gruppe von Zeichen nennt man ein Codewort. Besondere praktische Bedeutung haben Code mit einem Alphabet aus nur 2 Zeichen (binäres Alphabet), d. h. mit den Zeichen 0 und 1 (statt 1 wird häufig L gesetzt). Derartige Binärcode werden in der digitalen Übertragungstechnik häufig verwendet, so z. B. bei der Fernschreibübertragung und bei der PCM-Sprachübertragung (→ PCM-Übertragungssystem).

Der große Vorteil der Digitalübertragung liegt in der hohen Genauigkeit, mit der die gesendete Nachricht am Empfangsort wieder reproduziert werden kann. Auch gegen das Eindringen von Störungen ist eine Digitalübertragung bei weitem unempfindlicher als eine → Analogübertragung, da die Codezeichen selbst bei erheblichen Störungen immer wieder erkannt und damit wiederhergestellt werden. *Irmer*

Digitalvoltmeter, bei welchem die unbekannte Spannung gegen eine intern erzeugte analoge Spannung verglichen wird, wobei das Ergebnis in digitaler Form im Gegensatz zu einem Zeigerinstrument angezeigt wird. Kernstück eines D. ist ein → Analog-Digital-Umsetzer hoher Präzision. Entsprechend seiner Bauweise werden integrierende D. und solche für den Momentanwert unterschieden. Integrierende Gleichspannungsvoltmeter enthalten meistens einen Spannungs-Frequenz-Umsetzer und messen den Mittelwert der Spannung während einer bestimmten Zeit. Sie werden für Integrationsaufgaben eingesetzt, z. B. als Volt-Sekunden-Zähler oder zum Messen von Gleichspannungen, denen eine Wechselspannung überlagert ist. Gleichspannungsvoltmeter, die den Momentanwert messen, arbeiten häufig nach dem Kompensationsverfahren. Dieses Verfahren ermöglicht höchste Genauigkeit, die im wesentlichen nur von der Genauigkeit der internen Normalspannungsquelle und des Spannungsteilers abhängt. Es belastet die unbekannte Spannungsquelle am wenigsten. Bei D. mit hoher Stellenzahl ist auch die Kombination beider Verfahren gebräuchlich: Momentanwert für Grob- und Integrationsverfahren für Feinverschlüsselung.

Vorteile der D. für Gleichspannung gegenüber Analog-Voltmetern: Schnelles und bequemes Ablesen, mögliche Steigerung des Auflösungsvermögens und der Genauigkeit (z. B. 10^{-5}), Eignung für automatische Messungen und Meßwertverarbeitung.

Wechselspannungsvoltmeter erfordern einen Wechselspannungs-Gleichspannungs-Wandler möglichst hoher Präzision. Seine Eigenschaften bestimmen dann in der Regel die Meßgenauigkeit. Logarithmisch zeigendes D. → Digitalpegelmesser.

Literatur: F. R. Thös, Ein Präzisions-Digitalvoltmeter. Siemens-Z. 38 (1964), S. 282—283 — H. Hutten, Digitalvoltmeter. radio mentor (1965), Nr. 4, 5, 6, S. 275, 383, 499 — E. Unger, ATM-Blatt J 077-5 (Oktober 1965) — L. Borucki und J. Dittmann, Digitale Meßtechnik. Springer-Verlag (1966) — B. G. Kay, Selecting the right Digital Voltmeter Electronics, 39 (1966), 7, S. 84—90 — M. Baker, D.C. Digital Voltmeters. El. Rev. 181, Nr. 2 (14. Juli 1967), S. 50—52. *Thöner*

Digizet. Elektrisches Strommeßgerät, das die Meßgröße in analoger und digitaler Form anzeigt. Das digitale Signal wird in einer Photozelle durch Lichtimpulse erzeugt. Diese entstehen dadurch, daß ein Lichtzeiger während der Rückstellung in die Nullage ein schwarz-weißes Codemuster überstreicht. Das D. kann zur Messung des Verkehrswertes benutzt werden. In diesem Fall wird es, wie bei einer Verkehrsmessung nach der Abtastmethode, periodisch an die Registrierstromkreise von Leitungsbündeln angeschaltet. Dabei ist die Stärke des gemessenen Stromes proportional der Anzahl der belegten Leitungen oder Wähler.

DIN-Normen → Normung.

Diodenabstimmung → Kapazitäts-Variationsdiode.

Diodentheorie → Metall-Halbleiterkontakte.

Dioden-Transistor-Logik → digitale Mikroschaltungen.

Diodenvoltmeter sind Voltmeter, bei denen die zu messende Wechselspannung ohne Vorverstärker direkt einem Gleichrichter (Röhren- oder Halbleiterdiode) zugeführt und gleichgerichtet wird. Ein extrem empfindliches Anzeigeinstrument (Spannband-Instrument) oder ein nachgeschalteter Gleichspannungsverstärker erhöhen bei manchen D. die Empfindlichkeit.

Wegen des kapazitätsarmen Eingangs kann das D. bis zu Frequenzen im GHz-Bereich verwendet werden. Für Messungen im Höchstfrequenzbereich wird die Gleichrichterdiode in einem sogenannten Tastkopf montiert, der unmittelbar am Meßpunkt angeschaltet werden kann, oder sie befindet sich in einem Durchgangsmeßkopf der reflexionsfrei in eine koaxiale Leitung eingeschaltet werden kann. Der Meßbereich derartiger D. reicht von etwa 0,1 V bis einige 100 V. Sie haben meist Spitzen- oder Mittelwertgleichrichtung. → Röhrenvoltmeter.

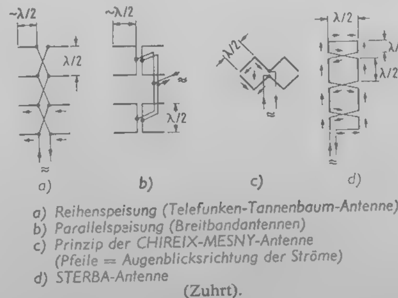
Dip-Äquator → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Diplex-Schaltung. Schaltung, die es erlaubt, eine Telegrafenleitung zweifach auszunutzen. Auf der Sendeseite sind zwei Sender hintereinandergeschaltet, von denen der erste die Stromrichtung, der zweite die Stromstärke umtastet. Auf der Empfangsseite sind zwei Empfangsrelais hintereinandergeschaltet. Das eine, ein gepoltes Relais, wird von den Änderungen der Stromrichtung gesteuert, das zweite, ein neutrales Relais, von den Änderungen der Stromstärke. Die D. wird heute nicht mehr angewendet.

Dipol. Elektrischer D. ist eine Anordnung aus zwei voneinander isolierten gleichgroßen und ungleichnamigen Punktladungen $\pm Q$ in hinreichend kleinem Abstand l. Analog zum elektr. D. (→ elektrische Größen) ist jeder Magnet ein magnetischer D.

Zwei Punktladungen $\pm Q$ eines elektr. D., die mit der Kreisfrequenz ω über die Länge l harmonisch schwingen, bilden einen schwingenden D. (elektr. Oszillator), Hertzscher D. genannt. Dieser entspricht einem strahlenden Stromelement, dessen Länge l sehr klein gegen die Wellenlänge λ ist. Er wird realisiert durch einen kurzen linearen Stromleiter (offener Schwingungskreis), in dem hochfrequente Wechselströme hin- und herpendeln. Ersetzt man das Spiegelbild einer fußpunktgespeisten Vertikalantenne der Länge h bei entfernt gedachter Erde durch einen wirklichen Leiter, so gleicht deren Strahlungsverteilung derjenigen eines schwingenden D. Eine in der Mitte eingespeiste lineare Antenne, gebildet aus zwei achsengleichen Stäben oder Drähten, wird daher in der HF-Technik als D. bezeichnet. Die Gesamtlänge eines solchen D. beträgt gewöhnlich $2\,h = \lambda/2$. Eine fußpunktgespeiste Antenne bildet dann einen Halbdipol. Für den Kurzwellenfunk sowie im UKW-Bereich werden vorwiegend horizontal angeordnete D. verwendet. → Antennen. Während das statische Feld eines ruhenden D. im Abstand $r \gg l$ mit r^3 abnimmt, ist die Stärke des Strahlungsfeldes eines schwingenden D. in hinreichend großer Entfernung r (Fernzone, $r \gg \lambda$) $1/r$ proportional, da zur Beschleunigung der Ladung Q Energie erforderlich ist, die sich in einer elektromag. Strahlung (Welle) im Raum ausbreitet. *v. Weiss*

Dipolantenne (→ Breitbandantenne, → Rundstrahler), ist eine an den Enden offene Antenne, die i. allg. symmetrisch erregt wird. Das Urbild aller Antennen ist der Hertzsche Dipol im freien Raum (→ Antennen, allg. Grundlagen, und → Elementarstrahler). Sein magnetisches Analogon ist der magnetische oder Fitzgeraldsche Dipol. Ein Halbwellendipol ist eine D., deren Gesamtlänge angenähert eine halbe Wellenlänge beträgt. Entsprechend beträgt die Länge eines Ganzwellendipols angenähert eine Wellenlänge. Der Faltdipol oder Schleifendipol besteht aus zwei in geringem Abstand parallel zueinander



a) Reihenspeisung (Telefunken-Tannenbaum-Antenne)
b) Parallelspeisung (Breitbandantennen)
c) Prinzip der CHIREIX-MESNY-Antenne (Pfeile = Augenblicksrichtung der Ströme)
d) STERBA-Antenne
(Zuhrt).

Bild 1. Einige Ausführungen und Speisungen von Dipolwänden.

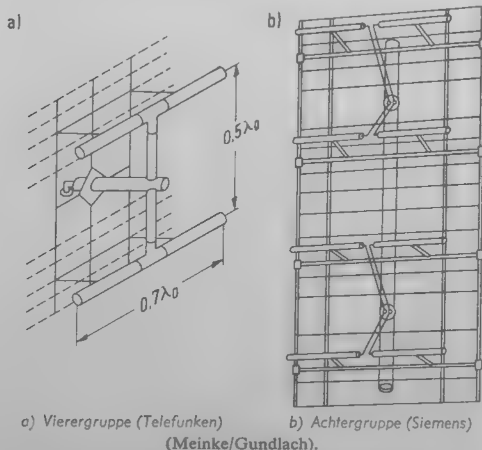
angeordneten Leitern, die an ihren Enden verbunden sind und von denen der eine in der Mitte gespeist wird, der andere in der Mitte kurzgeschlossen ist. Der Doppelschleifendipol besteht aus drei parallelen, an den Enden miteinander verbundenen Leitern, von denen einer, meistens der mittlere, in der Mitte gespeist wird. Als V-Antenne oder Winkeldipol bezeichnet man eine V-förmige Anordnung von zwei Leitern, die gegenphasig gespeist werden. Eine größere Frequenzbandbreite ohne Nachstimmung der Elemente erreicht man bereits durch flächenhafte

Ausbildung der Strahler. So besteht beispielsweise der Dreieckflächendipol aus zwei gegenphasig gespeisten Dreieckflächen, die so angeordnet sind, daß der Dipol vom Fußpunkt nach außen gleichmäßig breiter wird. Die Fläche kann auch durch zwei oder mehrere fächerförmig gespreizte Leiter nachgebildet sein. Man spricht dann von einem Spreizdipol. Bei zwei Leitern entsteht eine X-förmige Anordnung, die man dementsprechend auch X-Antenne nennt.

Breitbanddipole bestehen aus mehr oder weniger dicken Rotationskörpern (→ Breitbandantenne).

Als eine Ausführungsform der nahschwundmindernden Antennen für Rundfunksender ist der Höhendipol bekannt geworden, ein auf oder über der Erde angeordneter vertikaler Leiter, der so gespeist wird, daß der Schwerpunkt seiner Stromverteilung höher als eine Viertelwellenlänge über dem Erdboden liegt.

Die D. ist das Vorzugselement der → Antennengruppen. Während die Dipollinie aus einer linearen Gruppe von parallelen Dipolen besteht, deren Achsen in einer geraden Linie liegen, wird die Dipolzeile dargestellt durch eine lineare Gruppe von parallelen Dipolen, deren Achsen senkrecht zur



a) Vierergruppe (Telefunken) b) Achtergruppe (Siemens) (Meinke/Gundlach).

Bild 2. Dipol-Antennenfelder von Fernsehrichtantennen.

Linie gerichtet sind. Ausführungsbeispiele sind für die Dipollinie die Marconi-Franklin-Antenne oder Kollinearantenne (→ Rundstrahler), für die Dipolzeile die Fischgrätenantenne (→ Längsstrahler). Die Dipolwand ist eine vertikale ebene Gruppe von Dipolen (Bild 1). Für einseitige Richtwirkung ordnet man zwei gleichartige Dipolwände im Abstand etwa einer viertel Wellenlänge parallel zueinander an. Die rückwärtige (entgegen der Hauptstrahlrichtung angeordnete) Dipolwand nennt man Reflektorwand (auch dann, wenn ihre Elemente wie z. B. bei Antennen mit Richtungsumkehr direkt gespeist werden und somit ein Reflektor im Sinne der Definition als → Antennenelement nicht vorliegt). Die Tannenbaum-Antenne ist eine Dipolwand aus vertikalen Zeilen von vorzugsweise Ganzwellendipolen, deren Strahler wie Äste eines Tannenbaumes an die senkrecht geführten symmetrischen Speiseleitungen angeschlossen sind. Die in Bild 1 dargestellten Chireix-Mesny-Antenne und Sterba-Antenne können als Dipolwände mit vertikalen Elementen betrachtet werden.

Als einheitlicher Baustein für VHF- und UHF-Richt- und Rundstrahlantennen verschiedenartigster Richtcharakteristiken hat das Dipol-Antennenfeld ein großes Anwendungsgebiet gefunden. Dieser Antennentyp besteht aus einer linearen oder ebenen Gruppe von Halb- oder Ganzwellendipolen und einem ebenen Reflektor. Gebräuchlich sind Dipol-Antennenfelder mit zwei, vier oder acht Dipolen. Entsprechend der Anzahl der Halbwellendipole spricht man häufig auch von einem Viererfeld (Vierergruppe), Achterfeld (Achtergruppe) usw., wobei der Ganzwellendipol als eine lineare Gruppe von zwei Halbwellendipolen betrachtet wird (Bild 2). *Laub*

Dipol-Antennenfeld → Breitbandantenne, → Dipolantenne, → Rundstrahler.

Dipollinie, -wand und -zeile → Dipolantenne.

Diracsche δ-Funktion → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation, → Z-Transformation.

directivity → Antennengewinn.

direkt gekoppelte Transistor-Logik → digitale Mikroschaltungen.

Direktionsapparat. Der D. hat unter den Sprechapparaten besonderer Art wegen seiner Vielseitigkeit eine Sonderstellung. Infolge der sehr verschiedenen Ansprüche seiner Besitzer und der unterschiedlichen Organisation der Unternehmen der Wirtschaft sind für den D. in der TVAnw zur FeO keine Leistungsmerkmale festgelegt worden. Er wird in den überwiegenden Fällen dem Sprechbedürfnis und dem Geschmack entsprechend als Einzelstück konstruiert und gefertigt. Er soll Firmenleitern und leitenden Angestellten den Sprechverkehr zu Vertriebsstellen, Lieferanten und Mitarbeitern erleichtern.

Direktiven → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Direktor → Antennenelement.

Direktruf oder »unmittelbarer Anruf« sind die nach den → Ausstattungsvorschriften in → Wähl-Nebenstellenanlagen vorgesehenen zusätzlichen Verbindungsmöglichkeiten zwischen bevorzugten Nebenstellen und der Abfragestelle. Für die Direktrufeinrichtung ist je Nebenstelle ein Abfrageorgan bei der Abfragestelle vorhanden. Von einer Nebenstelle mit D. kann ohne Abheben des Handapparates durch Tastendruck die Abfragestelle gerufen werden. Bei der Abfragestelle wird durch Betätigen der entsprechenden Direktruftaste ein Rückruf zu der mit D. ausgestatteten Nebenstelle ausgelöst, die dann nach Abheben des Handapparates mit der Abfragestelle verbunden ist. D. ist ein Leistungsmerkmal der Ergänzungsausstattung.

Direktverchromen. Herstellen von galvanischen Chromüberzügen auf Stahl und anderen Metallen ohne Zwischenschicht.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Direktwahlsystem. Fernsprechwählsystem, in dem die Wähler beim Verbindungsaufbau direkt vom Teilnehmer gesteuert werden. Der Verbindungsaufbau ist schritthaltend mit der Wahl des Teilnehmers. Im Gegensatz dazu stehen die Registersysteme, bei denen die gewählten Ziffern zuerst umgerechnet und erst dann die Schaltglieder eingestellt werden. D. sind aus verschiedenen Gründen für eine freizügige Leitweglenkung ungeeignet. Sie werden auch in den Ortsnetzen mit fortschreitender technischer Entwicklung durch Register- oder andere zentralgesteuerte Systeme ersetzt (→ Fernwahlsystem).

Direktweg. Leitungsweg, der zwei Vermittlungsstellen direkt verbindet → Querweg.

Disjunktion (ODER-Funktion) → Funktionen der Schaltalgebra.

Diskonantenne → Breitbandantenne.

diskrete Frequenz → Funkstörquelle.

Diskriminator (bei Frequenz- oder Phasenmodulation). Einrichtung, in der aus Frequenz- oder Phasenänderungen Amplitudenänderungen gewonnen werden (Phasen-D. oder auch FM-Demodulator oder gelegentlich Phasendetektor genannt) DIN 45021.

Dispatcherverbindungen → Basabefehlfernsprechverbindungen.

Dispersion → Verzögerungsleitung.

Dispersionsgewinn → Trägerstörung.

distributives Gesetz → Rechenregeln der Schaltalgebra.

Disziplinarrecht. Das D. umfaßt die Ahndung dienstlicher Verfehlungen (Disziplinarmaßnahmen) und die hierfür vorgesehenen Verfahren. Mit der Reichsdienststrafordnung vom 26. 1. 1937, in Kraft getreten am 1. 7. 1937, wurde das D. zum ersten Mal in einem besonderen Gesetz zusammengefaßt. Zwischenzeitliche Änderungen und das Gesetz zur Änderung und Ergänzung des Dienststrafrechts vom 28. 11. 1952 führten zur → Bundesdisziplinarordnung vom 28. 11. 1952 (BGBl. I, S. 761). Weitere Änderungen und die notwendige Überarbeitung des gesamten D., deren Ergebnis das Gesetz zur Neuordnung des Bundesdisziplinarrechts vom 20. 7. 1967 (BGBl. I, S. 725) war, machten die ab 1. 10. 1967 geltende Neufassung der Bundesdisziplinarordnung vom 20. 7. 1967 (BGBl. I, S. 751) erforderlich.

Disziplinarstrafe → Bundesdisziplinarordnung.

Divergenz → Vektorrechnung IIb.

Divergenzfaktor → troposph. Streuausbreitung.

Diversityempfang. Bei der Kurzwelle ist die Nutzfeldstärke und damit die Übertragungsgüte wegen der Raumwellenausbreitung über die Ionosphäre nicht konstant. Je nach der Ursache dieser Schwankung unterscheidet man Absorptions-, Polarisations- und Interferenzschwund (Selektivschwund). Der Interferenzschwund entsteht durch Ausbreitung der Raumwelle auf mehreren Wegen unterschiedlicher Länge, so daß die einzelnen Wellenzüge mit verschiedenen Phasen am Empfangsort eintreffen und sich hier je nach dem Phasenunterschied verstärken oder schwächen. In solchen Fällen kann durch D. (Mehrfachempfang) eine wesentliche Verbesserung der Übertragung erreicht werden. Dazu wird dieselbe Nachricht, die in der Regel nur von einem Sender ausgestrahlt wird, mehrfach (im allgemeinen zweimal) empfangen; nun wird entweder durch elektronische Umschaltung nur das Zeichen mit dem größten Störabstand für die Nachricht ausgewertet, oder die mehrfach empfangenen Zeichen werden in einer Additionsschaltung so zusammengefaßt, daß für das resultierende Zeichen eine Verbesserung des mittleren Störabstandes erzielt wird.

Ein solcher Diversitygewinn ist nur möglich, wenn der Schwundverlauf der mehrfach empfangenen Nachrichtenfunktion verschieden ist. Die Größe dieser Verschiedenheit wird durch den sogenannten Korrelationsfaktor »r« ausgedrückt. Dabei bebeutet $r = 0$ das Optimum, daß nämlich der Schwundverlauf keinerlei Verwandtschaft aufweist; bei $r = 1$ ist der Schwundverlauf dagegen identisch, so daß Diversityempfang unwirksam ist. Negative Werte von »r« als Zeichen von Gegenläufigkeit des Schwundes werden nur vereinzelt beobachtet.

In dem durch die Mehrwegeausbreitung entstehenden Interferenzfeld ist der Schwundverlauf nach Ort, Frequenz und Polarisationskomponente verschieden; außerdem fallen die interferierenden Wellenzüge unter verschiedenen Winkeln ein. Entsprechend gibt es verschiedene Diversityverfahren:

Raum-Diversity; hierbei wird über mehrere (meist nur zwei) räumlich voneinander entfernte Antennen gleicher Polarisation empfangen. Man unterscheidet dabei noch zwischen Antennen-Diversity und Empfänger-Diversity, je nachdem, ob die Diversityauswertung bereits am Antennenausgang oder erst am Empfängerausgang erfolgt. Im letzteren Fall benötigt man für jede Antenne einen Empfänger, während bei Antennen-Diversity unabhängig von der Anzahl der Antennen nur ein Empfänger erforderlich ist. Die Korrelation 0,5, die gegenüber der optimalen Korrelation 0 noch keine spürbare Empfangsverschlechterung ergibt, wird etwa bei einem Antennenabstand von 20 λ längs der Ausbreitungsrichtung und von 10 λ quer zur Ausbreitungsrichtung erzielt.

Frequenz-Diversity; hierbei wird die Nachricht gleichzeitig auf verschiedenen Frequenzen übertragen. Dazu sind besonders Systeme für tonfrequente Mehrfachtelegrafie (WTK) geeignet, die auf dem Funkweg im Einseitenbandverfahren eingesetzt werden. Die Korrelation 0,5 ergibt sich etwa bei einem Frequenzabstand von 300 Hz. Vom CCIR wird allerdings Raum-Diversity gegenüber Frequenz-Diversity wegen des geringeren Bedarfs an Frequenzband und Sendeleistung empfohlen.

Polarisations-Diversity; hierbei wird über zwei Antennen mit verschiedener Polarisation empfangen; ein räumlicher Abstand der Antennen ist nicht erforderlich.

Winkel-Diversity; die unter verschiedenen Winkeln einfallenden Wellenzüge werden getrennt empfangen. Die dazu erforderliche scharfe Bündelung kann durch eine geeignete Anordnung von Einzelantennen (z. B. hintereinanderliegende Rhomben) erreicht werden, indem man deren Ausgangsspannungen phasenrichtig zusammenfaßt. Mit Hilfe der Phasenschieber kann außerdem die Richtcharakteristik der Antennenkombination geschwenkt werden (Prinzip der Musa-Antenne).

Diversity-Auswertung; man unterscheidet hierbei zwischen dem Auswahlverfahren und dem Kombinationsverfahren.

Auswahlverfahren: Bei Antennen-Diversity wird die Antenne mit dem stärkeren Signal ausgewählt und durch einen elektronischen Umschalter zum Empfänger durchgeschaltet. Unterschreitet die Ausgangsspannung des Empfängers einen bestimmten Schwellwert, so wird auf eine andere der Diversity-Antennen umgeschaltet. Für den Wirkungsgrad dieses Verfahrens ist die richtige Einstellung des Schwellwertes entscheidend; es ist zweckmäßig, mit einem gleitenden Schwellwert zu arbeiten, dessen Größe von den Empfangsbedingungen (z. B. über die Regelspannung) gesteuert wird. Da der Schwund wegen der Laufzeit des Empfängers an dessen Ausgang verzögert auftritt, ist das Antennen-Diversityverfahren in der Telegrafie nur dann anwendbar, wenn die Schrittdauer groß gegenüber der Laufzeit ist. Die Grenze dürfte etwa bei 200 Baud liegen. Wegen der Umschaltung in der HF-Ebene können außerdem Phasen- oder Amplitudenunterschiede auftreten. Dadurch ist die Anwendung von Antennen-Diversity ferner praktisch auf die Frequenzumtast-Telegrafie (F1 und F6) beschränkt.

Bei Empfänger-Diversity wird jeweils der Empfänger mit dem besseren Signal durchgeschaltet. Die Auswahl erfolgt durch Vergleich der Empfängerausgangsspannungen. Dazu werden die Empfänger so miteinander verbunden, daß nur die Regelspannung des Empfängers mit dem besten Signal wirksam wird; dadurch haben alle Empfänger die gleiche Verstärkung, und das Verhältnis der Ausgangsspannungen ist etwa gleich dem Verhältnis der Eingangsspannungen.

Kombinationsverfahren: Bei diesen unterscheidet man noch zwischen bewertenden und unbewertenden Additionsschaltungen. Der Diversitygewinn ist bei den bewertenden Verfahren am größten. Bei diesen tragen die Einzelpegel der Diversitykanäle im Gegensatz zu dem unbewertenden Verfahren nur im Verhältnis ihrer Störabstände zum Gesamtpegel bei.

Das Diversityverfahren bringt nur für Telegrafieübertragungen eine wesentliche Verbesserung; bei Telefonie ist es dagegen unbedeutend. Der Grund liegt darin, daß die Selektivschwünde im Gegensatz zu den Absorptionsschwünden in der Regel nur schmale Frequenzbänder erfassen, die sich außerdem in ihrer Frequenz noch zeitlich verschieben. Daher wird bei dem in der Telefonie fast ausschließlich angewandten Einseitenbandverfahren praktisch nicht die Übertragungssicherheit (Verständlichkeit), sondern nur das Klangbild der Sprache beeinträchtigt. Da der Summenpegel einer breitbandigen Übertragung durch den Selektivschwund nur wenig verändert wird, ist auch kein zuverlässiges Kriterium für die Diversityauswertung gegeben.

Literatur: W. Kronjäger und K. Vogt, Planung von Überseefunkempfangsstellen. Fernmelde-Ing. 16 (1962), H. 3, S. 13–18, und Fernmelde-Ing. 16 (1962), H. 12, S. 1–7 — W. Kronjäger, B. Lenhart u. K. Vogt, Über das Raum-Diversity-Empfangsverfahren nach dem Antennen-Auswahl-System. NTZ 9 (1956), S. 424–430 — R. Heidester und K. Vogt, Untersuchungen zum Diversity-Empfang nach dem Antennen-Auswahl-System. NTZ 11 (1958), S. 315–319 — S. H. Reiger, Recent Advances in Digital Communication. Fortschritte der Hochfrequenztechnik, Bd. 5 (1960). S.307–346. *Knep*

Diversitygewinn → Diversityempfang.

Dohertysender, ein Funksender für Amplitudenmodulation, bei welchem zwecks hohen Wirkungsgrades die Trägerschwingung in einer von 2 Senderöhren unter voller Aussteuerung der Röhre erreicht wird und die in den Modulationstiefen hinuntergesteuert wird, während die Leistung bei Modulationsspitzen von der 2. Röhre gedeckt wird, die über ein Viertelwellenlängenglied mit der 1. Röhre verbunden ist.

Dokumentation. Zur Wahrnehmung der Aufgaben des Dokumentationswesens bei der DBP ist eine Zentralstelle für Dokumentation und Information (ZDI) beim → Fernmeldetechnischen Zentralamt (→ Forschungsinstitut des FTZ) eingerichtet worden.

Dollinger, Werner, Dr. rer. pol., Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen vom 1. Dezember 1966 bis 22. Oktober 1969. Geboren am 10. Oktober 1918 in Neustadt a. d. Aisch. Nach dem Abitur an der Wirtschaftsoberschule Nürnberg Studium der Wirtschafts- und Staatswissenschaften u. a. in Nürnberg, München und Frankfurt am Main. 1940 Kaufmännische Diplomprüfung und Promotion zum Dr. rer. pol. Bis zur Einberufung zum Wehrdienst kurze Tätigkeit in der Außenhandelsstelle für Nordbayern und Südthüringen in Nürnberg. Nach dem Kriege zunächst Mitarbeit in der elterlichen Großhandlung. 1948 Vorsitzender des Industrie- und Handelsgremiums in Neustadt a. d. Aisch. Von 1952 bis 1963 Vorsitzender des Bayerischen Tonindustrieverbandes und von 1953 bis 1962 Zweiter Vorsitzender der Landesvereinigung des Bayerischen Lebensmittelgroßhandels. Mitbegründer der CSU in Neustadt a. d. Aisch und von 1946 bis 1964 Mitglied des dortigen Stadtrates. 1951 CSU-Kreisvorsitzender. Seit 1953 Abgeordneter des Deutschen Bundestages. Von 1955 bis 1957 Mitglied des Montanparlaments. 1957 stellvertretender Vorsitzer der CSU-Landesgruppe im Deutschen Bundestag, 1961 Landesgruppenvorsitzender. Im Deutschen Bundestag vor allem mit finanziellen und wirtschaftlichen Fragen beschäftigt. Von 1957 bis 1961 Leiter des Arbeitskreises Haushalt, Finanzen und Steuern der CDU/CSU-Fraktion. 1964 stellvertretender Landesvorsitzender der CSU. Von

Dezember 1962 an Bundesschatzminister. Am 1. Dezember 1966 zum Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ernannt; am 22. Oktober 1969 aus dem Amt ausgeschieden.

Donator → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus des Halbleiters.

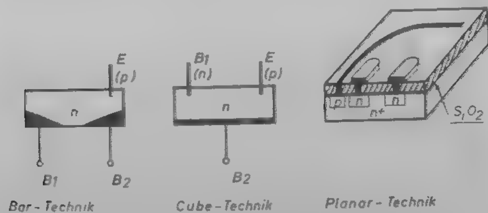
Doppelader → Paar.

Doppelanschalteklinke → Klinke.

Doppelaufzeichnung. Mittel, um die Sicherheit der Zeichenübertragung in der Telegrafie zu erhöhen. Bei Drehspulschnellschreibern (→ Farbröhrchenschreibern) für Morsezeichenempfang im Funkdienst werden die beiden Schreibsysteme von zwei räumlich getrennten Antennen gespeist. Die Schriftzeichen liegen auf demselben Papierstreifen übereinander. Das Verfahren ist wirksam gegen Störungen durch Schwund und Nachhall. Bei der Verschiedenheit der schnellen Schwunderscheinungen auf den beiden Antennen treten Fehler nicht gleichzeitig in beiden Schriftreihen auf, so daß diese sich ergänzen. Gleiches Verfahren wird auch bei Farbrädchenschreibern angewandt.

Die D. findet auch beim → Siemens-Hell-Schreiber Anwendung. Aufzeichnung mittels einer gefärbten Doppelspirale. Mittel gestattet, auf den genauen Gleichlauf zwischen den beteiligten T-Apparaten zu verzichten. Bei Asynchronismus des Empfängers gegenüber dem Sender erscheint zwar ein schräg verlaufendes Schriftbild, so daß die Zeichen den Papierstreifen verlassen. Die Nachricht bleibt indessen lesbar, weil von der oberen (unteren) auf die darunter- (darüber-)liegende Schriftzeile übergegangen werden kann.

Doppelbasisdiode. Die D., in der amerikanischen Literatur unijunction transistor genannt, ist ein Halbleiterschalter, der infolge guter Temperaturkompensation für alle Aufgaben geeignet ist, bei denen konstante Kippspannungswerte erforderlich sind, so z. B. in der Impulstechnik als Multivibrator, Sägezahngenerator, Verzögerungselement, Schwellwertschalter, Oszillator und auch im großen Maß als Trigger für Thyristoren (→ Thyristor).

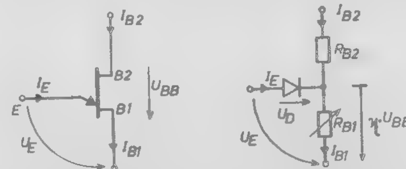


B_1, B_2 = Basisanschlüsse, E = Emitter

Bild 1. Aufbau der D. in verschiedenen Techniken.

Die D. besteht aus einem n-dotierten Silizium-Einkristall, an dessen Enden sich zwei ohmsche Anschlüsse befinden, die Basis B 1 und die Basis B 2, und einem in der Nähe der Basis 2 befindlichen p-dotierten Sperrschichtkontakt, dem Emitter E. Der Aufbau kann in Bar-, Cube- oder Planartechnik erfolgen (s. Bild 1). Die Bar-Technik ist die historisch älteste (General Electric 1952), wird aber von den anderen Techniken an kürzerer Schaltzeit, geringeren Sperrströmen und größerer Zuverlässigkeit übertroffen.

Mit Hilfe eines vereinfachten Ersatzbildes für die D. kann die Wirkungsweise des Halbleiterschalters nach Bild 2 erklärt werden: Der Emittersperrschichtkontakt E teilt den ohmschen Interbasiswiderstand

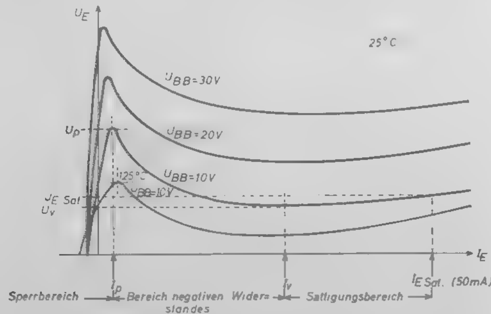


U_E = Emitterspannung, I_E = Emitterstrom, U_{BB} = Interbasisspannung, η = inneres Spannungsteilerverhältnis, R_{B1}, R_{B2} = Anteile des Interbasiswiderstandes R_{BB}, I_{B1} = Strom aus der Basis B 1, I_{B2} = Strom in die Basis B 2, U_D = Spannungsabfall an der Emitterdiode.

Bild 2. Schaltzeichen und Ersatzschaltbild der D.

R_{BB} des Silizium-Einkristalls von der Größe 5 bis 10 kΩ in zwei Teile R_{B1} und R_{B2} auf. Solange kein Emitterstrom I_E fließt, erscheint entsprechend dem Widerstandsverhältnis R_{B1} zu R_{B2} der Teil $\eta \cdot U_{BB}$ der Interbasisspannung U_{BB} am leerlaufenden Emitter. Das innere Spannungsverhältnis η ist praktisch temperaturunabhängig. Liegt eine Emitterspannung U_E zwischen dem Emitter und der Basis 1, die kleiner als $\eta \cdot U_{BB}$ ist, so sperrt die Emitterdiode, und durch sie fließt nur ein Sperrstrom. Die Kennlinie im Bild 3, in dem die Emitterspannung in Zuordnung zum Emitterstrom gezeigt wird, bewegt sich im Sperrbereich. Übersteigt die Emitterspannung den Anteil $\eta \cdot U_{BB}$ um den Spannungsabfall U_D der Emitterdiode, der etwa 0,7 V beträgt und derselben Temperaturabhängigkeit unterliegt wie jede übliche Diode (→ PN-Übergänge), und erreicht dabei die Höckerspannung $U_P = \eta \cdot U_{BB} + U_D$, so leitet die Diode und injiziert Löcher in den Silizium-Einkristall. Dadurch verringert sich der Widerstand R_{B1}, dessen Variabilität durch den Pfeil ausgedrückt sein soll. Mit kleiner werdendem Widerstand R_{B1} nimmt die Emitterspannung ab und der Emitterstrom zu. Die Kennlinie liegt nun im Bereich des negativen Widerstandes. Bei weiterer Vergrößerung des Emitterstromes wandert die Kennlinie durch den Talpunkt mit der Talspannung U_V und Talstrom I_V in den Sättigungsbereich bis zu einem vereinbarten Wert eines Emittersättigungsstromes I_{ESat} von 50 mA und der dazugehörigen Emittersättigungsspannung U_{ESat}. Aus der Kennlinienschar mit steigender Interbasisspannung U_{BB} als Parameter erkennt man, daß sowohl die Höckerspannung als auch die Talspannung und der Talstrom mit wachsender Interbasisspannung zunehmen und der Höckerstrom abnimmt. Die Höckerspannung, die Talspannung und der Talstrom verhalten sich umgekehrt proportional zur Tempera-

tur, und der Emitterstrom zwischen dem Emitter und der Basis 2 bei offener Basis 1 zeigt praktisch die gleiche Temperaturabhängigkeit wie der Kollektorstrom eines Transistors. Eine Temperaturkompensation erreicht man durch Zuschalten von Widerständen an den Basen, wobei die Talspannung mit der Größe des Widerstandes an der Basis 2 fällt und mit der Größe des Widerstandes an der Basis 1 steigt, während bei letzterem der Talstrom abnimmt.



U_p = Höckerspannung, I_p = Höckerstrom, U_v = Talspannung, I_v = Talstrom, I_{ESat} = Sättigungsstrom, U_{ESat} = zum Sättigungsstrom zugeordneter Spannungswert.

Bild 3. Kennlinienfeld $U_E = f(I_E)$ der D.

Infolge ihres hohen Eingangswiderstandes zwischen Emitter und Basis 1, der nur während der Kippzeiten geringer wird, und einer Kippspannung, die geringen zeitlichen Änderungen unterworfen ist und sich kaum mit der Speisespannung ändert, ist die D. günstig als einfacher Halbleiterschalter einzusetzen.

Literatur: Dorochevsky, Der Unijunction-Transistor, Elektronik 14 (1965), Nr. 11, S. 325—328 — J. Einbinder, The Unijunction-Transistor, Electronics 38 (1965), Nr. 12, S. 87.

J.-H. Kirchner

Doppelbrechung, magnetische → ionosphärische Brechung, → Polarisation.

Doppelbrückenschleifenmessung nach Küpfmüller, Meßverfahren zur Fehlerortung, insbesondere bei starken Feuchtigkeitsfehlern und dann, wenn im Gegensatz zur → Erdfehlerschleifenmessung nach Murray keine gut isolierte Meßader zur Verfügung steht → Kabelmeßkoffer.

Doppelerdschluß → Induktion durch Starkstromanlagen, → Kurzschlußstrom.

Doppelfadenlampe → Signaloptik.

Doppelkamm-Magnetron → Magnetron.

Doppelkegelantenne, Doppelkonusantenne → Breitbandantenne.

Doppelkonushorn → Horn- und Trichterstrahler.

Doppelleitung 1. Besteht aus 2 Leitern (Stromwegen) für Hin- und Rückleitung; als Freileitung Drähte in geringem Abstand voneinander geführt, im Kabel zum Paar verseilt oder als Koaxialleitung ausgebildet; siehe auch → Laplace-Transformation. 2. → Energieleitung.

Doppelmetalldraht besteht aus einem Kern von hoher mechanischer Festigkeit, der von einem Mantel aus besonders gut leitendem Stoff umgeben ist. Für gewöhnlich kommt Stahl und Kupfer oder Stahl und Aluminium in Frage. Zweck: Drähte von großer Zugfestigkeit und verhältnismäßig großer Leitfähigkeit zu erhalten und durch das wetterbeständigere Mantelmetall den Kern gegen Oxydation zu schützen. Je nachdem der eine oder der andere Zweck im Vordergrund steht, ist das Querschnittsverhältnis der beiden Metalle verschieden groß. D. tauchten in Deutschland um 1900 auf. Sie hatten zunächst verschiedene, auf die damals noch nicht genügend entwickelte Technik zurückzuführende Mängel. Doppelmetalldrähte werden im Starkstrombau verwendet. Je nach dem Verhältnis des Kupfers oder Aluminiums zum Stahl schwankt die Leitfähigkeit. Die Zugfestigkeit liegt zwischen 55 und 130 kg/mm². Durch entsprechende Wahl der Verhältniszahlen ist der Wert der Leitfähigkeit und der Festigkeit in weiten Grenzen veränderbar. Die Verwendung von D. für Fernmeldefreileitungen ist nur in besonderen Fällen von wirtschaftlichem Vorteil. *Knebel*

Doppelrecorder. Telegrafieempfangsgerät für Schnellmorsebetrieb nach dem Farbröhrchen- oder Farbrädchenprinzip. Die Morseschriftzeichen können in Block- oder in Wellenform niedergeschrieben werden. → Morseschreiber. → HwF 1929.

Doppelreflektorantenne → Spiegelantennen.

Doppelrhombus → Rhombusantenne.

Doppelrohranlage → Rohrpostdirektsysteme.

Doppelschicht, magnetische. Eine geschlossene Stromschleife (einfaches Beispiel: ein stromdurchflossener Drahtring) kann sowohl hinsichtlich der magnetischen Wirkung, die sie ausübt, als auch hinsichtlich der Wirkung, die sie in einem magnetischen Felde erfährt, aufgefaßt werden als eine sehr dünne Scheibe, die auf ihrer einen Seite positive, auf ihrer anderen Seite ebenso große negative magnetische Ladung aufweist. Für die Eigenschaften der Doppelschicht kommt es nur auf den Rand (die Kontur) der Fläche an, nicht auf diese selbst.

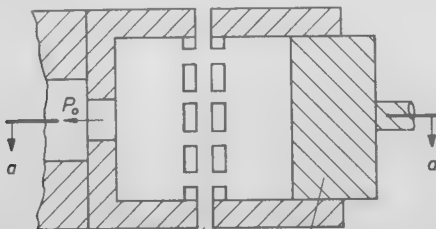
Doppelschleifendipol → Dipolantenne.

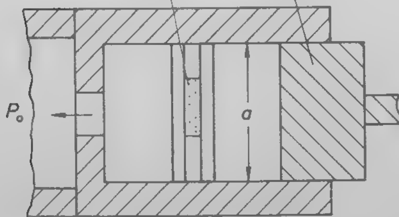
Doppelsieb ist ein Bandpaßgrundglied (→ Vierpoltheorie 3.5), bei dem die Resonanzfrequenzen von Längs- und Querzweig übereinstimmen.

Doppelsimultantelegrafie → Simultantelegrafie.

Doppelspaltoszillator. Der D. ist eine Einkreistriftröhre mit zwei Wechselwirkungsräumen. Der gemeinsame Kreis für beide Wechselwirkungsräume stellt einen Rückkopplungsweg dar, so daß bei Einhaltung der Phasen- und Amplitudenbedingungen Selbsterregung eintritt. Die Phasenbedingung wird durch den Laufwinkel im Triftraum (→ Laufzeitröhre) zwischen den beiden Wechselwirkungsräumen eingestellt. Die Hochfrequenzfelder können in den beiden Wechselwirkungsräumen zu jedem Zeitpunkt entweder entgegengesetzte Richtungen (Heilscher

Generator) oder gleiche Richtungen haben (Einkreis-Triftröhre mit gleichphasigen Feldern). Der Heilsche Generator ist die älteste Triftröhre (1936) (→ Laufzeitröhre). Für ihn wird im allgemeinen ein Koaxialleitungs-Resonanzkreis verwendet. Der Elektronenstrahl wird senkrecht zur Achse durchgeschossen, so daß er zweimal mit dem Feld in Wechselwirkung tritt und dazwischen innerhalb des Innenleiters einen Triftraum durchläuft. Die D. sind einfacher als die → Reflexklystrons und lassen sich daher auch noch für mittlere Leistungen bauen. Sie sind jedoch für Frequenzmodulation nicht geeignet, weil zur Änderung des Laufwinkels im Triftraum die Strahlspannung selbst geändert werden muß. Durch Erhöhung der Zahl der Wechselwirkungsspalte wurde





Hohlraumresonator eines Laddertrons mit 2 Leitern und dem zwischen ihnen laufenden Elektronenstrahl. P_0 = Ausgangsleistung

der D. erfolgreich zum Vielspaltoszillator weiterentwickelt. Im Bild ist der Aufbau eines abstimmbaren 5-Spalt-Oszillators dargestellt. Sich gegenüberstehende Leitersprossen gestalten die Trifträume und Wechselfeldspalte (Laddertron). Die Vielspaltoszillatoren werden nach neueren Erkenntnissen zweckmäßig zusammen mit den Resonanz-Rückwärtswellenröhren (→ Rückwärtswellenröhre) betrachtet.

Literatur: A. H. W. Beck, Velocity-modulated thermionic tubes, University Press, Cambridge 1948 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verl. Technik, Berlin/München 1957 — G. D. Sims, Microwave Tubes and Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — R. Warnecke, Les tubes électroniques à commande par modulation de vitesse, Gauthier-Villars, Paris 1951.

Schnitger

Doppelstrombetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie.

Doppelstrom-Einfachstrom-Umsetzung → Telegrafen-Anschlußschaltung.

Doppelstrom-Ruhestrom-Telegrafie. Die D. wird verwendet zum Anschluß von Fernteilnehmern an Telegrafennetze. Die D.-Schaltung besteht aus einer A-Schaltung (Übertragungssatz), einer B-Schaltung (Endsatz) und der Fernanschlußleitung zwischen A-Schaltung und B-Schaltung. Die D.-Schaltung besitzt in Richtung Telegrafennetz Ein- und Ausgänge für Vierdraht-Doppelstrom-Betrieb, in Richtung Telegrafenapparat für Zweidraht-Einfachstrom-Betrieb. Auf der Fernanschlußleitung ist die Betriebsweise in den beiden Richtungen unterschiedlich:

A-Schaltung → B-Schaltung: 20-mA-Doppelstrom,

B-Schaltung → A-Schaltung: 20-mA-Einfachstrom.

Der Vorteil der D.-Schaltung liegt darin, daß

1. die B-Schaltung sehr einfach aufgebaut und nur geringen Unterhaltungsaufwand erfordert,
2. die B-Schaltung keine besondere Telegrafierstromquelle erfordert, es genügt eine 60-V-Batterie, wie sie in fast allen Betriebsstellen vorhanden ist.

Die B-Schaltung eignet sich deshalb zum Einsatz an abgelegenen Orten. Die Doppelstrom-Ruhestrom-Schaltung läßt nur Halbduplex-Betrieb zu.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 617.

doppelt gerichteter Betrieb → Betriebsrichtung.

Doppeltontastung (Zweitontastung, Zweifrequenztastung) → Wechselstromtelegrafie.

Doppeltonverfahren dienen — wie auch die → Klirrfaktormessung — zur Bestimmung der Größe von nichtlinearen Verzerrungen in Übertragungsvierpolen. Bei diesen Verfahren liegen am Eingang des verzerrenden Vierpols zwei Wechselspannungen mit den Frequenzen f_1 und f_2. Diese Spannungen erscheinen am Vierpolausgang mit den effektiven Spannungswerten $U(f_1)$ und $U(f_2)$. Außerdem treten dort neben ihren harmonischen Teilschwingungen mit den Frequenzen $2f_1, 2f_2, 3f_1, 3f_2$ und so fort auch noch Kombinationsschwingungen auf, deren Frequenzen durch $p f_2 \pm q f_1$ mit p und q gleich 1, 2, 3, ... gegeben sind. Nach der Höhe der Frequenzen f_1 und f_2 sowie nach dem Verhältnis ihrer Spannungen $U(f_1)$ und $U(f_2)$ und der Frequenz der bei der Messung ausgewerteten Schwingungen unterscheidet man zwei D., das Differenztonverfahren und das Intermodulationsverfahren. Bei ersterem ist die Differenz $f_2 - f_1$ klein im Verhältnis zu f_1 bzw. f_2. Außerdem soll $U(f_1) = U(f_2)$ sein. Dann wird der Differenztonfaktor 2. Ordnung bestimmt durch

$$d_2 = U(f_2 - f_1)/U_s = U(f_2 - f_1)/U_a\sqrt{2}$$

und der Differenztonfaktor 3. Ordnung durch

$$d_3 = [U(2f_2 - f_1) + U(2f_1 - f_2)]/U_s$$
$$= [U(2f_2 - f_1) + U(2f_1 - f_2)]/U_a\sqrt{2}\,.$$

Hierin sind

$U(f_2 - f_1)$, $U(2f_2 - f_1)$ und $U(2f_1 - f_2)$ die effektiven Spannungen der Differenztonschwingungen mit den Frequenzen $f_2 - f_1$, $2f_2 - f_1$ und $2f_1 - f_2$.

$U_s = U(f_1) + U(f_2) = 2\,U(f_1)$ ist die Spannung, mit der der Vierpol ausgesteuert wird. Gemessen wird aber im allgemeinen der Effektivwert U_a des gesamten Schwingungsgemisches. Für nicht zu starke Aussteuerung ist angenähert

$$U_a = \sqrt{U(f_1)^2 + U(f_2)^2} = \sqrt{2} \cdot U(f_1)$$

so daß $U_s = \sqrt{2} \cdot U_a$ ist. Beim Intermodulationsverfahren liegen am Eingang des verzerrenden Vierpols eine Schwingung mit niedriger Frequenz f_1 und großer Spannung und eine Schwingung mit hoher Frequenz f_2 und kleiner Spannung. Diese zweite Schwingung wird durch die nichtlineare Verzerrung im Vierpol durch die erste Schwingung in der Amplitude moduliert. Sind nun $U(f_2 \pm f_1)$, $U(f_2 \pm 2\,f_1)$ und so fort die effektiven Spannungen der durch diese Modulation entstandenen Seitenschwingungen, so wird der Intermodulationsfaktor 2. Ordnung bestimmt durch

$$m_2 = [U(f_2 - f_1) + U(f_2 + f_1)]/U(f_2)$$

und der 3. Ordnung durch

$$m_3 = [U(f_2 - 2\,f_1) + U(f_2 + 2\,f_1)]/U(f_2).$$

Den Gesamt-Modulationsfaktor berechnet man aus

$$m = \sqrt{m_2^2 + m_3^2 + \cdots}.$$

Die Verfahren zum Messen der Differenzton- und Intermodulationsfaktoren sind grundsätzlich ähnlich denen der Klirrfaktormessung. Es werden also die einzelnen Teilschwingungen oder Schwingungsgruppen durch Band- oder Hochpässe ausgesiebt, ihre Spannungen mit Effektivspannungsmessern gemessen und aus diesen die betreffenden Verhältnisse gebildet. Den Gesamt-Intermodulationsfaktor erhält man am einfachsten durch lineare Gleichrichtung (Demodulation mit Spitzengleichrichter) der modulierten Schwingung mit der Trägerfrequenz f_2. Es ist dann $m = U_\sim \sqrt{2}/U_-$, wobei U_- die bei der Demodulation entstehende Gleichspannung und $U_\sim \sqrt{2}$ die Amplitude der hierbei entstehenden Wechselspannung ist. Die Definitionen der Klirr-, Differenzton- und Intermodulationsfaktoren sind so gewählt, daß sich unter gleichartigen Meßbedingungen, z. B. gleicher Stärke der Aussteuerung des nichtlinearen Vierpols, miteinander vergleichbare Meßergebnisse ergeben. Denn bei nicht zu großer Aussteuerung ist

$$d_2 = k_2/2,\ d_3 = 3\,k_3/4,\ m_2 = 4\,k_2 \text{ und } m_3 = 6\,k_3.$$

Diese Beziehungen kann man für die Kontrolle der Meßergebnisse ausnutzen. Außerdem folgt, daß man unter den verschiedenen Meßverfahren immer die auswählen kann, mit denen man am einfachsten und genauesten mißt (DIN 45 403). *Haak*

Doppeltrennklinke → Klinkenumschalter.

Doppelverbindung. Eine Störung, bei der sich Sprechkreise durch eine unerwünschte metallische Verbindung gegenseitig beeinflussen. Eine D. entsteht u. a. durch ein fälschliches Aufschalten eines Wählers auf eine bestehende Verbindung.

Doppelweggleichrichtung → Gleichrichterschaltungen.

Dopplereffekt. Er tritt als Frequenzänderung bei jeder Art von Welle auf, wenn sich Empfänger (Beobachter) bzw. Quelle (Schallsender oder Sender elektromagnetischer Wellen) bewegen. Sobald sich das Wellenzentrum auf den Beobachter zu oder von dem Beobachter weg bewegt, ergibt sich die Schwingungszahl:

$$f_1 = \frac{v}{v \mp v_1} f.$$

Hier ist f die Frequenz und v_1 die Geschwindigkeit des Senders, v ist die Geschwindigkeit der Welle. Die Frequenz wird also höher bei Annäherung der Quelle an den Beobachter und tiefer bei Entfernung der Quelle von dem Beobachter. Bewegt sich dagegen der Beobachter auf das Wellenzentrum zu oder von dem Wellenzentrum weg, so erhalten wir als scheinbare Schwingungszahl:

$$f_1 = f \pm \frac{v_1}{v} f.$$

Hier wird die Frequenz höher bei der Annäherung des Beobachters auf die Quelle und niedriger bei Entfernung des Beobachters von der Quelle (→ Funkortung).

Doppler- und Navigationsradar. Zur Messung der Geschwindigkeit von Luftfahrzeugen über Grund (als Ergänzung zur relativen Geschwindigkeitsmessung gegenüber der umströmenden Luft) werden vielfach mit Dauerstrich (CW) arbeitende Bordradare eingesetzt. Derartige Geräte strahlen mit ihrer (Sende-) Antenne die Erdoberfläche an. Die von der Empfangsantenne aufgenommene Rückstreuung vom Erdboden gestattet unter Berücksichtigung des Anstrahlwinkels ein Doppler-Signal zu eliminieren (CW-Radar bzw. Doppler-Radar), mit dessen Hilfe die Geschwindigkeit über Grund errechnet werden kann. Zur Vermeidung von Fehlern infolge Anstellwinkel des Flugzeuges oder infolge geneigter Erdoberfläche werden Radarstrahlrichtungen schräg nach vorn und schräg nach hinten verwendet. Um auch seitliche (Wind-)Abdrift zu erfassen, werden vier Radarstrahlrichtungen simultan oder sequentiell benützt, von denen zwei schräg seitlich nach vorn und zwei schräg seitlich nach hinten gerichtet sind. Mit derartigen Einrichtungen läßt sich die echte Geschwindigkeit über Grund mit Fehlern $< 1\%$ bestimmen und für navigatorische Aufgaben auswerten.

Doppler-Peiler → Funkortung.

Dosenanlagen → Fernsprechapparate, Dosen für.

Dotierung → Halbleiter; → Bändermodell des Halbleiters; → Herstellung von pn-Übergängen; → Epitaxie.

Douglasie. Volksmund: Douglas-Tanne, Douglas-Fichte, USA: Oregon Pine. Vorkommen in Deutschland gering, Heimat: USA. Rindenbeschaffenheit ähnlich der der → Fichte. Nadeln gleichen Tannennadeln: 2 bis 3,5 cm lang, 1,5 mm breit, zweireihig mit Rindenstielchen am Zweig. Nadelunterseite grau-grün, weißlich bereift. Bei Zerreiben würziger Duft. Zapfen: 5 bis 8 cm lang, 3 bis 3,5 cm dick, hängend, als ganzer Zapfen abfallend. Holz im Querschnitt: schmaler, weißer

Splint mit braunem Kern. Gute Tränkbarkeit des Splintholzes mit wasserlöslichen Schutzmitteln. Verwendung: im oberirdischen Linienbau der DBP als → Fernmeldemast; Schnittholz als Konstruktions- und Dekorationsholz.

Dozent ist im Bereich der DBP die Funktionsträgerbezeichnung für Lehrkräfte mit wissenschaftlicher Vorbildung an den → Ingenieurakademien der DBP in Berlin und Dieburg sowie beim → Fernmeldeschulamt Darmstadt. D. sind Beamte der Laufbahnen des höheren Dienstes oder vergleichbare Angestellte.

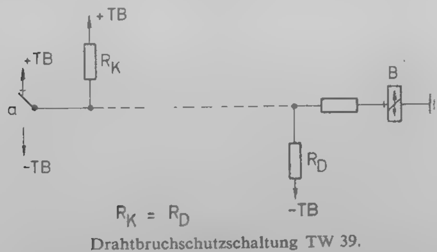
D-Platzbeamtin → Vermittlungskraft.

D-Plätze → Fernplatzarten.

Drahtarten als Freileitung im Fernmeldeleitungsnetz. Für den Bau von Freileitungen verwendet die DBP Blankdrähte Bronze II 1,5 mm, Bronze II 2,0 mm, E-Cu 3,0 mm. Für die mechanischen Bedingungen und den elektrischen Widerstand dieser Blankdrähte ist DIN 48300, Bl. 1, maßgebend.

Drahtbruchkontrollschaltung → Drahtbruchschutzschaltung.

Drahtbruchschutzschaltung, eingebaut vor jedem Relaisabschluß im Doppelstromkreis der Telegrafenvermittlungsstellen, um Verbindung bei einer Unterbrechung (Stromlosigkeit) auszulösen. D. erregt das nachfolgende Telegrafenrelais startpolar (A-Lage), was die Auslösung bewirkt (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik). Um einseitige → Verzerrungen wegen Dauererregung von B über R_D zu vermeiden, ist Kompensation über R_K notwendig (s. Bild). In neueren Systemen wird D. durch ein



Drahtbruchschutzschaltung TW 39.

in der Schreibader in Graetzschaltung liegendes Relais gebildet. Dieses Verfahren ist weniger stromaufwendig.

Drahtfernsehen → Drahtfunk.

Drahtfunk. Die Technik des Drahtfunks ermöglicht wie die drahtlose Rundfunksende- und -empfangstechnik eine Versorgung der Bevölkerung mit Hör- und Fernsehprogrammen. Beim Drahtfunk werden die Hör- oder Fernsehdarbietungen jedoch über Leitungen den an das Drahtfunknetz angeschlossenen Drahtfunkteilnehmern zugeführt. Wegen der sich abzeichnenden Frequenznot für die drahtlose Rundfunkversorgung mit mehreren Ton- und Fernsehrundfunkprogrammen gewinnt die Anwendung des Drahtfunks insbesondere im Ausland für dichtbesiedelte Gebiete und zur Versorgung von Lücken in der drahtlosen Rundfunkversorgung mehr und mehr an Bedeutung. Die Hörprogramme können dabei niederfrequent (NF-Drahtfunk) oder hochfrequent (HF-Drahtfunk) über Leitungen übertragen werden, während für die Übertragung von Fernsehprogrammen (Fernseh-Drahtfunk) hochfrequente Trägerschwingungen verwendet werden.

Beim NF-Drahtfunk werden entweder mit Fernsprechanschlüssen beschaltete, unbespulte Fernsprechleitungen des Ortskabelnetzes mitbenutzt, wobei jedoch bei den Drahtfunkteilnehmern die Programmübertragung unterbrochen wird, wenn der betreffende Fernsprechanschluß zum Sprechen benutzt wird, oder es werden die unbespulten Fernsprechleitungen verwendet, die nicht mit Fernsprechanschlüssen belegt sind, so daß hierbei keine Unterbrechung der Programmübertragung auftreten kann. Über eine derartige Leitung können mehrere niederfrequente Empfänger in benachbarten Häusern oder Wohnungen versorgt werden. Wenn mehrere Hörprogramme verbreitet werden sollen, ist beim NF-Drahtfunk für jedes Programm ein besonderes Verteilungsnetz bis zu den Drahtfunkteilnehmern notwendig. Der Drahtfunkteilnehmer kann alsdann über Wahlschalter das gewünschte Programm auswählen und es mit einem regelbaren Lautsprecher, ggf. über einen NF-Verstärker, abhören. Es gibt aber niederfrequente Drahtfunknetze, bei denen hierfür besondere vom Fernsprechnetz getrennte Leitungsnetze errichtet wurden. Die niederfrequenten Spannungen der Programmübertragung auf diesen Leitungen werden so abgestimmt, daß die Lautsprecher bei den Drahtfunkteilnehmern unmittelbar über einen Lautstärkeregler betrieben werden können. In neuerer Zeit werden diese Anlagen in der UdSSR zusätzlich mit HF-Drahtfunkeinrichtungen für die Übertragung von zwei Hörprogrammen überlagert. Für das Abhören dieser Programme sind die Lautsprecher mit einer Zusatzeinrichtung zum Empfang des HF-Drahtfunks versehen. 1966 wurden in der Welt bei einem Stand von 574 Mio drahtlosen Hörfunkempfängern 55,4 Mio Drahtfunkemfänger für Hörfunkprogramme gezählt.

Beim HF-Drahtfunk werden für die hochfrequente Übertragung (bis zu 6 Hörprogramme) Trägerfrequenzen im Rundfunklangwellenbereich (150 bis 340 kHz) verwendet, wobei wie beim drahtlosen Rundfunk der Träger jeweils amplitudenmoduliert mit seinen beiden Seitenbändern ausgesandt wird, um für den Empfang die üblichen Rundfunkempfänger benutzen zu können. Die HF-Drahtfunkspannungen wurden bei dem von der DBP verwendeten System in der Fernsprechvermittlungsstelle über Hochpässe der Drahtfunkamtsweichen unbespulten Fernsprechleitungen zugeführt und bei den Drahtfunkteilnehmern über Hochpässe der Drahtfunkteilnehmerweichen an den Drahtfunkanschaltdosen abgenommen. Die Drahtfunkanschaltdose ermöglichte dem Drahtfunkteilnehmer durch Umlegen eines Schalters den wahlweisen Empfang von Hörprogrammen über das Drahtfunkleitungsnetz oder von Sendefolgen drahtloser Rund-

funksender über Antenne und Erde. Wenn die zur Übertragung der HF-Drahtfunkspannung benutzte Fernsprechleitung gleichzeitig auch mit einem Fernsprechanschluß beschaltet war, wurde in der Drahtfunkamtsweiche ein Tiefpaß eingeschleift und der Fernsprechapparat über den Tiefpaß der Drahtfunkteilnehmerweiche angeschaltet. Hierdurch wurde sichergestellt, daß die Schaltvorgänge in dem betreffenden Fernsprechstromkreis die hochfrequente Drahtfunkübertragung auf der gleichen Leitung oder auf den benachbarten Leitungen nicht stören und die angeschlossenen Drahtfunkteilnehmer das niederfrequente Gespräch nicht abhören konnten. Durch unterschiedliche Bemessung des Hochpasses in der Amtsweiche konnten mehrere Versorgungsgruppen gebildet werden, die je nach Art und Länge der Fernsprechleitung und der Zahl (bis zu 30) der zu einem Sammelanschluß zusammengefaßten Drahtfunkteilnehmer ausgewählt wurden. Da sich die Drahtfunknetzgestaltung bei Verwendung von unbespulten Fernsprechleitungen der Gestaltung des Fernsprechnetzes anpassen muß, sind in den Fernsprechvermittlungsstellen beim NF-Drahtfunk Leistungsverstärker und beim HF-Drahtfunk HF-Kanal-Verstärker oder -Breitbandverstärker zur Versorgung der Drahtfunkanschlußleitungen mit der notwendigen niederfrequenten bzw. hochfrequenten Leistung notwendig. Die Hörprogramme aus den Studios der Programm- oder Rundfunkgesellschaften müssen den o. a. Leistungsverstärkern bzw. den im Knotenpunkt einer HF-Drahtfunknetzgruppe angeordneten Drahtfunksendern zugeführt werden. Die einer HF-Drahtfunknetzgruppe zugeordneten HF-Drahtfunkverstärkerämter werden über unbespulte Drahtfunkverbindungsleitungen von dem betreffenden HF-Drahtfunksendeamt mit HF-Drahtfunk versorgt. Es waren auch Drahtfunkanlagen versuchsweise in der BRD in Betrieb, bei denen die HF-Drahtfunkspannungen unsymmetrisch an die Starkstromfreileitungen angekoppelt wurden, so daß die Rundfunkteilnehmer mit ihren üblichen Rundfunkempfängern über Antenne und Erde die Drahtfunkdarbietungen empfangen konnten. In Deutschland wurde bereits 1920 im Gebiet der damaligen bayerischen Postverwaltung eine niederfrequente Drahtfunkverbreitung in Betrieb genommen, und zwar zunächst für die Darbietungen des Münchener Opernhauses und später für die Programme des drahtlosen Rundfunks. Die ersten Versuche, Hörfunkprogramme mit Hilfe von Trägerfrequenzen über Fernsprechleitungen zu übertragen, wurden im Jahre 1933 im Ortsfernsprechnetz Breslau durchgeführt. Nach weiteren eingehenden Messungen und Übertragungsversuchen des damaligen Reichspostzentralamtes im Ortsfernsprechnetz Berlin und nach Errichtung und Erprobung mehrerer Drahtfunkversuchsanlagen nahm der Ausbau des Drahtfunks, insbesondere nachdem durch den Erlaß der »Drahtfunkverordnung vom 19. 3. 1939« eine gesetzliche Grundlage für eine allgemeine Einführung des Drahtfunks in Deutschland gegeben war, einen größeren Umfang an. Aufgrund der Drahtfunkverordnung konnte bei jedem, der eine Rundfunkgenehmigung hatte, ein Drahtfunkanschluß eingerichtet werden. Ende März 1941 waren 138 Drahtfunksendeämter und 829 Drahtfunkverstärkerämter mit rund 176 000 Drahtfunkteilnehmern in Betrieb. Während der letzten Kriegsjahre wurde der Drahtfunk in Deutschland für den Luftwarndienst der Zivilbevölkerung in den Städten weitgehend herangezogen. Um in kurzer Zeit möglichst vielen Rundfunkteilnehmern einen Anschluß an das Drahtfunknetz zu gestatten, wurde eine Notlösung auf der Basis der »unsymmetrischen Versorgung« geschaffen. Der Rundfunkteilnehmer hatte sich hierzu eine Verbindung von einer in seiner Wohnung oder seinem Hause befindlichen Fernsprechleitung (z. B. Kabelmantel) zur Antenne seines Rundfunkempfängers selbst herzustellen. Sein Anschluß war dabei abweichend von der sonst üblichen »symmetrischen Drahtfunkübertragung« unsymmetrisch zur Erde, weil diese als zweiter Pol im Empfänger angeschlossen wurde. Im Drahtfunkverstärkeramt wurden hierbei die Drahtfunksendespannungen unsymmetrisch zur Erde auf einige fernsprechmäßig nicht beschaltete Doppeladern jedes Teilnehmerkabels gegeben. Im allgemeinen arbeiteten die Drahtfunkanlagen mit zwei Drahtfunksendern, in einigen Fällen mit drei. Als Trägerfrequenzen wurden die Frequenzen 160, 210 und 249 kHz benutzt. Den Drahtfunksendern wurde das Programm des Deutschland-Senders, das Programm der Rundfunkgesellschaft für den betreffenden Sendebereich und ggf. das Programm der Rundfunkgesellschaft eines benachbarten Sendebereiches über das Tonleitungsnetz zugeführt. Nach dem Krieg wurden die noch betriebsfähigen HF-Drahtfunkanlagen in den einzelnen Besatzungszonen sowie in Berlin wieder in Betrieb genommen. Die Bemühungen der Deutschen Bundespost, den HF-Drahtfunk weiter auszubauen und technisch zu modernisieren, scheiterten jedoch daran, daß durch das Besatzungsrecht die frühere Zuständigkeit der Post auf dem Gebiet der Rundfunkprogrammverbreitung an die Rundfunkanstalten übergegangen war und diese sich für die Einführung des UKW-Rundfunks entschieden und daher den Ausbau solcher Sendernetze förderten. Infolgedessen ging die Zahl der Drahtfunkteilnehmer nach anfänglichem Ansteigen so weit zurück, daß ein wirtschaftlicher Betrieb nicht mehr zu vertreten war, zumal die Drahtfunkanlagen in den Drahtfunk-Sende- und -verstärkerämtern inzwischen überaltert waren und durch neue Einrichtungen hätten ersetzt werden müssen. Die Deutsche Bundespost stellte den HF-Drahtfunkbetrieb bei einem Stand von 78 000 Drahtfunkteilnehmern am 30. 6. 1963 im wesentlichen ein, wobei die Frist für einige drahtlos unzureichend versorgte Gebiete in der BRD bis zum 31. 3. 1965 und für West-Berlin bis zum 30. 9. 1966 verlängert wurde. Mit der Aufnahme des Fernsehrundfunks nach dem Kriege ist im Ausland (Schweiz, Holland, England usw.) auch der Fernsehdrahtfunk zur Anwendung gekommen. In England werden Fernsehprogramme hierbei entweder mit Trägerfrequenzen im VHF-Bereich über Koaxialkabel (VHF-Koaxial) oder mit Frequenzen zwischen 3 und 12 MHz auf mehradrigen, symmetrisch aufgebauten Kabeln mit je einem Adernpaar für jedes Programm (HF-Multi-Pair) übertragen. Im VHF-Bereich können für den

Empfang des Fernsehdrahtfunks die üblichen Fernsehempfänger benutzt werden. Bei dem HF-Multi-Pair-System können die Fernsehprogramme entweder über Adapter mit normalen Empfängern oder mit besonders einfachen Spezialempfängern ohne Tuner empfangen werden. Der Ton wird entweder auf einer Trägerfrequenz von etwa 2 MHz oder unmittelbar im NF-Bereich übermittelt. Das System erlaubt bis zu vier Fernsehprogramme zu übertragen. Auch Hörprogramme können niederfrequent über die gleichen Leitungen wie für den Fernsehdrahtfunk übertragen werden, so daß für das Abhören nur Lautsprecher und regelbare Verstärker benötigt werden. 1965 waren in England über 800000 Haushalte an das Drahtfunkfernsehnetz angeschlossen. In der Schweiz ist das Drahtrundspruchnetz der Radiodiffusions-Gesellschaft, Bern, im Laufe der letzten Jahre auf 6 Hörprogramme und auf Fernsehdrahtfunk für bis zu 3 Programmen umgestellt worden. Auf den für die Übertragung von 3 Hörprogrammen in NF-Drahtfunktechnik vorhandenen drei abgeschirmten, symmetrisch aufgebauten Stromkreisen wird hierbei auf einem dieser Stromkreise HF-Drahtfunk mit 6 Trägerfrequenzen (175, 208, 241, 274, 307 und 340 kHz) übermittelt, während gleichzeitig auf jedem der drei Stromkreise ein Fernsehprogramm als Fernsehdrahtfunk übertragen wird. Die Bildträgerfrequenz beträgt hierbei nominell 6,85 MHz und die Tonträgerfrequenz 12,35 MHz. Zur Herabsetzung des Übersprechens laufen die Bildträger miteinander in 2/3-Zeilen-Offset-Betrieb. Die in den Drahtfunkzentralen mittels Antenne empfangenen Fernsehprogramme werden hier durch ein Umsetzer- und Regler-System in Signale mit den o. a. Trägern 6,85 MHz und 12,35 MHz umgesetzt, wobei Bild und Ton wegen der Gefahr der Kreuzmodulation getrennt übertragen werden. Zum Empfang des Fernsehdrahtfunks dient ein normaler Fernsehempfänger in Verbindung mit einem Kanalwählerzusatz. In Holland ist seit 1963 ein HF-Drahtfunksystem für 10 Hör- und 3 Fernsehprogramme in Betrieb. Hierbei wird für die Verteilung ein besonderes Koaxialkabelnetz verwendet, über das Frequenzen bis etwa 200 MHz bei einem Verstärkerabstand von 800 m übertragen werden.

Literatur: F. Gladenbeck, Drahtfunk, T. F. T. 1935, Heft 3 — F. Gladenbeck und W. Waldow, Die Technik des Hochfrequenz-Drahtfunks, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1937 — A. Weißhuhn und F. Budischin, Neues Bauzeug für Drahtfunkanlagen, T. F. T. 1939, Heft 4 — F. Budischin und E. Deklotz, Hochfrequenz-Drahtfunk, E. T. Z. 1939, Heft 31, F. Budischin, Entwicklung und Ausbau des hochfrequenten Drahtfunks in Deutschland, FTZ 1948, Heft 8 — R. Ziegler, Bern, Das schweizerische Rundspruchnetz, Technische Mitteilung P. T. T. Nr. 12/1960 — G. Klemperer, Drahtfunk und Drahtfernsehen, Radio Mentor Nr. 2/1962.

Budischin

Drahtfunkanlage, -teilnehmer und -verordnung → Drahtfunk.

drahtgebundene Funkanlagen des nöbL → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Drahtkern → Pupinspule.

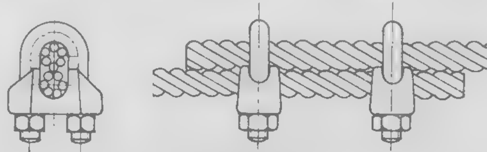
Drahtlitzenleiter → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

drahtlose Mikrofone → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL), → Durchsagefunkanlagen.

Drahtmeßbrücke → Gleichstrommeßbrücke.

Drahtrundspruchnetz → Drahtfunk.

Drahtseilklemme (s. Bild) verbindet die Enden zweier Drahtseilstücke; z. B. werden beim Verbinden zweier Tragseil-Luftkabelenden die Tragseilenden durch D. zusammengefügt (→ Kabelverlegung Bild 3). D. werden auch bei Stützpunkten mit Ankern zum Festlegen der Endschleifen der Ankerseile benötigt.



Drahtseilklemme.

Wird der U-förmige, durch das Lagerböckchen gesteckte Bügel mit den beiden Muttern über das Gewinde an seinen Enden festgezogen, so werden die dazwischengesteckten Drahtseilenden festgeklemmt, ohne die Drähte der Seile zu beschädigen.

Es können mehrere D. hintereinandergesetzt werden, so daß die Verbindung mit Sicherheit alle im Seil auftretenden Zugkräfte aufnehmen kann, ohne es an den Klemmstellen zu überbeanspruchen.

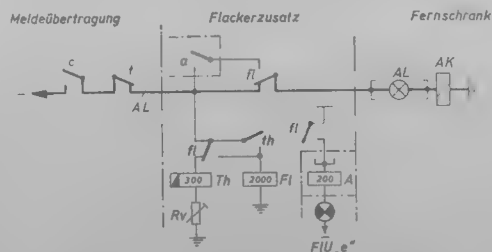
Drahtspeicher → Matrizenspeicher.

Drahtverbindungshülse → Blankdrahtverbindung.

Drall → Verseilung von Adern für Fernmeldekabel.

Drallänge → Verseilung von Adern für Fernmeldekabel.

Drängeanruf. Bezeichnung für nicht abgefragte Anrufe in FernVStHand mit → Anrufwiederholung, die sich nach einer einstellbaren Zeit (etwa 20 bis 30 Sekunden) durch flackerndes Leuchten der Anruflampe (Drängeanzeige) als bevorrechtigt von den



Schaltung der Zusatzübertragung für Drängezeichen.

stetig leuchtenden Anruflampen jüngerer Anrufe unterscheiden. Zur Erzeugung dieses Drängezeichens dient eine in die Zuführung zur Anruflampe eingefügte Zusatzübertragung für Drän-

gezeichen, die als Zeitglied ein Thermorelais enthält (s. Bild).

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Drängeanzeige → Drängeanruf.

Drängelampe. Eine an Fernplätzen mit Anrufzuteilung — z. B. an → Fernplätzen F 62 — vorhandene Informationslampe, die die Vermittlungskräfte über das jeweilige Verkehrsangebot unterrichtet. Sie bleibt dunkel, solange noch aufnahmebereite Plätze zur Verfügung stehen, sie leuchtet stetig, solange in der → Warteeinrichtung Anrufe auf Zuteilung warten, sie flackert, wenn die Warteeinrichtung voll belegt ist und weitere Anrufer mit Besetztton abgewiesen werden. Diese Unterrichtung soll die Vermittlungskräfte bei hohem Verkehrsangebot zu größerer Leistung anspornen.

Literatur: G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim Mittelfranken, S. 128.

Drängezeichen → Drängeanruf.

D-Regler → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Drehen. Gedreht werden alle Achsen, Schrauben und runden, massiven Formstücke. Die Mechanikerbank ist auf Einzelfertigung beschränkt; bedeutend billiger erfolgt die Fertigung auf Revolverbänken, bei denen mehrere Werkzeuge an einem drehbaren Revolverknopf eingespannt sind und das Werkstück durch aufeinanderfolgendes Arbeiten der Werkzeuge fertiggestellt wird. Für die Massenfertigung werden Drehautomaten benutzt, bei denen sämtliche Bewegungen programmgesteuert sind.

Literatur: Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Drehfeldantenne und -scheibenantenne → Rundstrahler.

Drehfeldspeisung. Phasengerechte Speisung einer Drehfeldantenne, die im allgemeinsten Fall aus n radialen, auf einer Kreisscheibe angeordneten Leitern besteht, deren Ströme gegeneinander im Sinne einer umlaufenden Welle phasenverschoben sind. Eine Rundstrahlung in der Antennenebene wird erzielt, wenn die Leiterströme gleich groß sind und ihre Phasen proportional dem Azimutwinkel vor- oder nacheilen. Hierbei wird nach einem vollen Umlauf wieder die Ausgangsphase erreicht. Die gebräuchlichste Drehfeldantenne ist die Drehkreuzantenne. Sie besteht aus zwei rechtwinklig gekreuzten und mit 90° Phasenverschiebung gespeisten Dipolen ($n = 4$).

Literatur: H. Meinke und F. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Springer-Verlag 1962, S. 568.

Drehfunkfeuer → Funkortung.

Drehkolbengebläse → Gebläse für Zettelrohrpost.

Drehkreuzantenne → Rundstrahler.

Drehmelder dienen zur Übertragung von Winkelwerten in Maschinentelegrafenanlagen, bei Ruderlagenanzeigern u. ä. Sie haben als Momentgeber bzw. -empfänger eine zweipolige Erregerwicklung und eine dagegen drehbare dreiphasige Steuerwicklung. Wird die Erregerwicklung an Wechselspannung gelegt, so werden in den Steuerwicklungen von der Stellung abhängige Spannungen erzeugt. Liegt die Erregerwicklung des Empfängers gleichphasig am gleichen Netz und sind die Steuerwicklungen miteinander verbunden, so fließen, durch die unterschiedlichen Spannungen bedingt, so lange Ausgleichsströme, bis Geber und Empfänger die gleiche Stellung haben. Wird beim Empfänger die Erregerwicklung nicht an Spannung gelegt, so ist die in ihr induzierte Spannung ein Maß für die Winkelabweichung von Geber und Empfänger. Da durch die Phasenlage die Richtung der Abweichung gekennzeichnet ist, lassen sich Nachsteuersysteme mit D. aufbauen. D. werden für 50/60 Hz und 400 Hz gebaut. Letztere haben trotz geringeren Volumens höhere Genauigkeit (bis 5 min).

Drehschäkel → Seekabellegung und -instandsetzung.

Drehspulschnellschreiber. Telegrafieempfangsgerät für Morseschrift, bei dem der Aufzeichnungsteil (Farbröhrchen) an einer verdrehbaren Spule von 4–5 Gramm Gewicht befestigt ist. Letztere an Spanndrähten oder -bändern in einem starken Magnetfeld aufgehängt. Spule, durch die Empfangszeichen erregt, führt eine Drehbewegung aus, wobei block- oder wellenförmige Linienzüge entstehen. Es gibt D. mit einem oder mit zwei Schreibsystemen (→ Doppelrecorder). Geräte müssen folgende Forderungen erfüllen: 1. hinreichende Empfindlichkeit, 2. amplitudengetreue Zeichenwiedergabe zwecks Unterscheidung von Zeichen- und Störströmen, 3. kleiner Leistungsverbrauch, um einfache Verstärker zu erhalten, 4. mechanische Festigkeit. Bei guter Anpassung der Drehspule an den Verstärkerausgang lassen sich Zeichengeschwindigkeiten bis zu 1800 Zeichen pro Minute erzielen. Hierbei Betriebsstromstärke von etwa 10 mA. → HwF 1929.

Drehstrom-Brückenschaltung → Gleichrichterschaltungen.

Drehtaste → Tastschalter.

Drehungssinn, positiver → Koordinatensystem.

Drehwähler. Wähler, dessen Einstellorgan eine kreisförmige Bewegung ausführt. Er besteht aus einer Kontaktbank und dem im Schaltwerk zusammengefaßten Antriebs- und Einstellorgan. Die Kontaktbank umfaßt je nach Zahl der anzuschließenden Leitungen ein Drittel oder die Hälfte des Kreisumfanges. Die Zahl der geschichtet angeordneten Kontaktsegmente hängt von der Anzahl der anzuschaltenden Leitungen ab und von der Zahl der vom Wähler zu übernehmenden Schaltvorgänge, für die besondere Kontaktsegmente benutzt werden können. Die Schaltarme bestehen bei den älteren Bauarten aus 2 oder 3 gegeneinander versetzten Schleiffedern,

durch die ein Leerlauf des Einstellorgans vermieden wird. Um eine möglichst zuverlässige Kontaktgabe zu erreichen, werden die Schaltarme zweiteilig ausgeführt und die an ihren Enden geschlitzten Federbleche keilförmig gegeneinander geneigt, so daß sie die Kontaktlamellen von beiden Seiten umfassen. Zwischen den Schaltarmen befinden sich Schleifringe für die Stromzuführungsfedern, die an der Kontaktbank angeordnet sind. Für den Antrieb wird ein Elektromagnet verwendet, dessen Anker über eine Stoßklinke das Schaltrad des Schaltarmsatzes betätigt. Die Schrittgeschwindigkeit erreicht 45 Schritte/sec. Je nach Zahl der erforderlichen Ausgänge werden Drehwähler unterschiedlicher Baugröße verwendet (s. Bild). Die Weiterentwicklung zur Verbesserung der



Drehwähler 27.

Güte der Kontaktgabe, Erhöhung der Einstellgeschwindigkeit und Verringerung des Aufwandes für die Unterhaltung ist der → Motordrehwähler und → Edelmetall-Motordrehwähler. *Remer*

Drehwuchs des Holzes. Schraubenförmiger Verlauf der Holzfasern um die Stammachse. Besondere Formen: Sonniger D. (Holzfasern verlaufen von unten nach oben im Uhrzeigersinn schraubenförmig um die Stammachse), Wechsel-D. (schraubenförmiger Verlauf der Holzfasern um die Stammachse mit mehr oder minder großem Drehwinkel, abwechselnd links- und rechtsdrehend), widersonniger D. (Holzfaserverlauf um die Stammachse entgegen dem Uhrzeigersinn). Die Ursache des D. ist noch ungeklärt. Bei Nadelbäumen ist oft eine Änderung der Drehrichtung mit zunehmendem Alter von einer Linksdrehung in eine Rechtsdrehung zu beobachten. Der D. ist erkennbar durch Rißbildung des unter Fasersättigung abgetrockneten Holzes. Erhebliche technische Bedeutung des D. Die Festlegung des zulässigen D. für Nadelschnittholz in DIN 4074, für Fernmeldemasten erfolgte sie in DIN 48350. Danach läßt die DBP an Fernmeldemasten auf der halben freien Mastlänge (= Mastlänge minus 1,5 m) keinen D. über 90° zu. (s. Fernmeldetechnische Zentralamt-(FTZ-)Richtlinie Rl Nr. VI A 10, Sept. 1965).

Drehzahlfehlermesser. Der D. ist ein Meßgerät, mit dem die Abweichung der Drehzahl von der Solldrehzahl von Fernschreibsendern (Fernschreibmaschine, Lochstreifensender) gemessen werden kann.

Literatur: A. Aulmann, Drehzahlfehlermesser für Fernschreib-Übertragungs- und Vermittlungsämter. Frequenz, Bd. 6, 1952, Heft 11.

Drehzahlregler. Bei Kollektor-Antriebsmotoren von Fernschreibapparaten erforderlich, um möglichst genaue Drehzahl einhalten zu können. Abweichungen von der Nenndrehzahl führen zu erheblichen Drehzahlverzerrungen, vor allem Senderverzerrungen. Beim Start-Stop-Apparat findet die Summierung der Schrittverzerrungen nur für eine Umdrehung der Senderachse statt. Trotzdem ergibt sich z. B. bei nur 1% Drehzahlabweichung bereits eine Verzerrung des 6. Schrittes von 6%. Bei Synchronapparaten hat die Betrachtung der Drehzahlverzerrung keinen Sinn, weil die Zeichenübertragung binnen kurzem unmöglich wird (Summierung der Verzerrungen der einzelnen Senderachsenumdrehungen). Beim Empfänger ist die Abtastpunktverschiebung infolge der Drehzahlabweichung gegenüber den empfangenen Schritten nur bei sehr stark verzerrten Zeichen kritisch. Die Regler sind meist als Fliehkraft-Kontaktschalter ausgebildet. Der Einfluß der Schwerkraft bewirkt, daß der Reglerkontakt je Umdrehung des Reglers einmal geöffnet und geschlossen wird. Um den Gleichförmigkeitsgrad bzw. die Regelgenauigkeit möglichst groß zu machen, empfiehlt sich die Verwendung relativ schwerer Regler, die außerdem einen großen Durchmesser haben müssen, damit die Reglerfedern lang gemacht werden können, wodurch der Einfluß des Kontaktabbrandes auf die Reglereinstellung gering wird. Bestimmte konstruktive Maßnahmen tragen weiterhin zur Stabilität des Reglers bei. *Schiweck*

Drehzahlverzerrung → Telegrafieverzerrung.

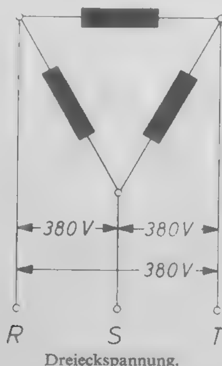
3-dB-Breite → Richtcharakteristik.

Dreieckflächenantenne → Rundstrahler.

Dreieckflächendipol → Dipolantenne.

Dreiecknetz bezeichnet die Schaltungsanordnung der drei Wicklungen des Stromerzeugers. Der Anfang einer Wicklung ist mit dem Ende der folgenden Wicklung verbunden. An den Verbindungsstellen

werden die Außenleiter R, S, T angeschlossen (s. Bild) Die zwischen den Außenleitern herrschende Spannung heißt Dreieckspannung. Nach dieser Spannung



Dreieckspannung.

werden Drehstromnetze bzw. -systeme benannt. Über Phasenspannung → Sternnetz.

Dreielektrodenableiter → Schutzmaßnahmen, → Knallgeräusche.

Dreilagenrelais → Signalrelais.

Dreiminutengespräch ist ein Ferngespräch, bei dem der Anmelder auf seinen Wunsch nach Ablauf von 3 min entsprechend unterrichtet wird; nur noch in einigen Ländern (z. B. Dänemark, Schweden) angewendet, nicht in der Bundesrepublik Deutschland. In einigen Ländern wird unter D. auch die Mindestgebühr von 3 min verstanden, die der Anmelder, auch wenn er kürzere Zeit spricht, zahlen muß.

Dreipunktemessung nach Graf. Meßverfahren zur Fehlerortung, insbesondere bei kurzen Kabeln und dann, wenn die für die Schleifenbildung benutzten Adern einen verschiedenen Leiterwiderstand aufweisen. → Kabelmeßkoffer.

Dreipunktgleichlauf → Gleichlauf.

Dreipunktschaltung ist eine → Rückkopplungsschaltung (→ Schwingungserzeuger).

Dreispulensatz → Pupinspule.

dreizahlige Harmonische → Induktion durch Starkstromanlagen.

Drift. Die Ausgangsspannung von Gleichspannungsverstärkern ist mit einer zeitlichen Inkonstanz behaftet, die als D. bezeichnet wird. Verursacht wird die D. durch Änderungen der Betriebsspannungen sowie der Parameter der aktiven und passiven Bauelemente infolge von Temperatureinflüssen (Kurzzeitdrift) oder durch Alterung (Langzeitdrift). Bei Elektronenröhren stören besonders die Schwankungen der Elektronenemission. Die D. ist unvermeidbar, kann aber durch günstige Dimensionierung der Verstärker klein gehalten werden. Sie begrenzt jedoch im allgemeinen die mit Gleichspannungsverstärkern erzielbare Verstärkung (siehe auch Elektronenstrahl-Oszillograph). Hohe Verstärkung bei kleiner D. kann nur durch eine sehr sorgfältige Auslegung der Eingangsstufe der Verstärker erreicht werden, so z. B. durch symmetrische Schaltungen (Differenzverstärker), hochstabile Betriebsspannungen (geregelte Heizspannungen bei Röhrenverstärkern) und Verwendung von Widerständen mit kleinem Temperaturkoeffizienten.

Die D. stört besonders bei Meßverstärkern (z. B. im Elektronenstrahl-Oszillograph), da sie eine ständige Verschiebung des Nullpunkts verursacht und damit die Messung der Gleichspannungskomponente verfälscht. Vertikalverstärker in → Elektronenstrahl-Oszillographen haben typische Driftwerte von 1 mV/Stunde bei einem Eingangsablenkkoeffizienten von 0,2 mV/cm. Bei Meßverstärkern geringer Bandbreite kann das Driftproblem umgangen werden, indem das Meßsignal zerhackt und anschließend in einem Wechselspannungsverstärker verstärkt und wieder gleichgerichtet wird. Als Zerhacker finden mechanische und elektronische Schalter (z. B. Photochopper) Verwendung. Bei diesem Prinzip begrenzt das Rauschen die mögliche Verstärkung → solare Radiostrahlung.

Literatur: H. Förster, Elektronenstrahl-Oszillographen. ATM-Blatt J 8340-F2 (Dezember 1964) — J. Strahman, Hewlett-Packard, J. 13 (1962), H. 12, S. 1; Elektronik 13 (1964), H. 6, S. 183 — P. Wunderer, Meßverstärker. ATM-Blatt Z 630-F4 (August 1965) — J. E. Kluge, Electrical Design News 9 (1964), H. 1, S. 70.

Funk

Drifttransistor → Hochfrequenztransistoren.

Dringlichkeitsmeldung. Sehr dringende Meldung einer Funkstelle betreffend die Sicherheit eines Schiffes, eines Luftfahrzeuges, eines anderen Fahrzeugs oder einer Person. Der D. geht das Dringlichkeitszeichen voraus, das bei Telegrafiefunk aus der Gruppe XXX (dreimal zu senden), bei Sprechfunk aus dem Wort PAN (dreimal zu sprechen; ausgesprochen wie franz. panne) besteht. Dem Dringlichkeitszeichen darf bei einer D. »Mann über Bord« das → Alarmzeichen vorangestellt werden. Dringlichkeitszeichen und D. werden auf den Notfrequenzen 500 oder 2182 kHz oder auf einer der Frequenzen übermittelt, die im Notfall benutzt werden dürfen. Im Seefunkdienst müssen jedoch D., die besonders lang sind oder ärztliche Ratschläge betreffen, auf einer Arbeitsfrequenz gesendet werden; in Gebieten mit starkem Funkverkehr sind alle D. auf einer Arbeitsfrequenz zu übermitteln. Als D. werden u. a. auch Suchnachrichten zur Nachforschung nach dem Verbleib überfälliger Schiffe verbreitet. Bei den Küstenfunkstellen der DBP empfangene D. werden nach den Seenotweitergabeplänen (→ Notverkehr) an die zuständigen Stellen weitergeleitet. *Förster*

Dringlichkeitsstufen. Es gibt bei allen → Gesprächsarten folgende D.: → Gespräche, gewöhnliche, → Gespräche, dringende, → Blitzgespräche. Für gewöhnliche Gespräche gilt der einfache, für dringende der doppelte und für Blitzgespräche der zehnfache (im → Auslandsferndienst der dreifache) Gebührensatz. Weiteres → Vorranggespräche.

Dringlichkeitszeichen → Dringlichkeitsmeldung.

Drittelgebühr. Für bestimmte Leistungen im → Ferndienst, handvermittelten, wird im Fernsprechinlandsdienst statt der vollen Gebühr die D. angesetzt. Sie beträgt immer ein Drittel der Gebühr eines gewöhnlichen Gesprächs (→ Gespräche, gewöhnliche) von 3 min Dauer nach der betreffenden Zone unter Berücksichtigung der Gebührenzeit, in der die Leistung ausgeführt wird. Auch bei dringenden → Gesprächen und bei → Blitzgesprächen wird die D. eines gewöhnlichen Gesprächs berechnet, 1. wenn einer der Beteiligten ablehnt, in das Gespräch einzutreten (→ Ablehnung eines Gesprächs), 2. wenn der Anmelder bei dem Herstellungsversuch nicht antwortet, obwohl sein Anschluß nach Prüfung betriebsfähig ist, 3. wenn der Anmelder sich bei der Angabe der verlangten Rufnummer geirrt hat, das Gespräch mit dieser Sprechstelle hergestellt wurde und der Anmelder seinen Irrtum unverzüglich (innerhalb von 15 min) berichtigt und gleichzeitig ein neues Gespräch nach demselben Ortsnetz anmeldet, 4. bei Umleitungen am Bestimmungsort (→ Umleiten im handvermittelten Ferndienst). *Trommer*

Drosselkette, veralteter Ausdruck für eine → Kettenleitung aus Tiefpaßgrundgliedern (mehrgliedriger → Tiefpaß).

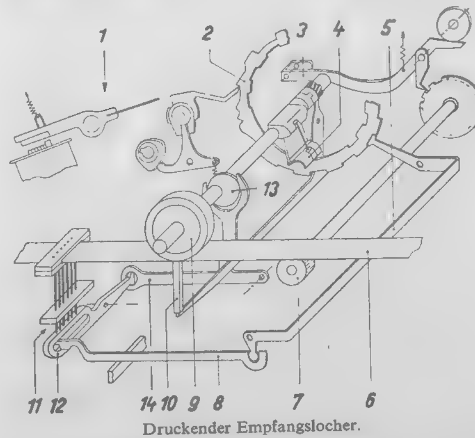
Drosselkreis oder Sperrkreis ist ein Schwingkreis, der Ströme einer bestimmten Frequenz von einem System abhalten soll. Einfachste Form Parallelschaltung von Spule und Kondensator, Widerstand bei der Resonanzfrequenz $\omega = 1/\sqrt{LC}$ angenähert L/CR.

Drosseln, gekoppelte → Schutzmaßnahmen.

Druck-Dreh-Taste → Tastschalter.

druckender Empfangslocher. Abgewandelter → Streifenschreiber T 68, der einen mit dem Empfangstext bedruckten Lochstreifen herstellt. Für durchgelochte Streifen und für → Schuppenlochstreifen eingerichtet. Schrittgeschwindigkeit 50 Baud. Schrittabtastung berücksichtigt 1,5fachen Stopschritt. Ausschließlich für Empfangszwecke vorgesehen. Zeichenabdruck eilt der Lochung um 7,5 Lochabstände nach (s. Bild). Überwiegend in Lochstreifen-Vermittlungsanlagen eingesetzt.

Übertragung der Empfangswählringeinstellungen (2), (5) auf die Hubverlängerungsschienen (nur eine gezeichnet) der Stanze (12). Stanzhub normalerweise so bemessen, daß Stanzstifte (11) nicht bewegt werden können. Nur die durch die Hubverlängerungsschienen markierten Stifte werden bewegt und bewirken die Lochung. Antrieb der Stanze durch den Exzentertrieb (13), (14). Transportlöcher werden besonders gestanzt. Sondereinrichtungen: 1. Papierleervorschub. Er bewirkt die Lochstanzung für den Streifentransport, ohne daß die übrige Lochung eintritt. 2. Zeichenzählkontakt. 3. Papierüberwachung. Besteht aus Papiervoralarmkontakt für ständige Überwachung und Papierendkontakt für Papierende oder Reißen. 4. Betriebsstundenzähler. 5. Sonderkontakteinrichtung für Schaltvorgänge, die sich aus



Druckender Empfangslocher.

der Schaltung des Empfangslochers ergeben. 6. Empfangsauswerter für die Auswertung der empfangenen Schrittgruppen zu Signal- und Steuerzwecken. *Schiweck*

Drucker. Der mechanische oder elektrische Mechanismus eines → Fernschreibapparates, mit dem der Abdruck der decodierten, d. h. der in den Stellungen der Empfangswählschienen oder entsprechender Teile markierten Empfangszeichen vorgenommen wird. Es gibt Drucker mit Typenhebeln, Typenrädern, Typenzylindern, Typenprismen, Typenkästchen. Der Antrieb kann durch mechanische, elektrostatische oder elektromagnetische Getriebe bzw. Kräfte stattfinden.

Druckertelegrafen. Telegrafenapparate, die einen vollständigen Druckermechanismus für den Abdruck der Informationszeichen aufweisen. → Drucker.

Druckfestigkeit des Holzes. (δ_{dB}) stellt die beim Bruch auftretende maximale, auf den beanspruchten Querschnitt bezogene Kraft dar:

$$\delta_{dB} = \frac{P\,\mathrm{max}}{F} \quad (\mathrm{kp} \cdot \mathrm{cm}^{-2})$$

wird auch als Längs-D. bezeichnet. Quer-D. ist die unzutreffende Bezeichnung für die D. senkrecht zur Faser. Die D. von Vollholz wird durch Holzfeuchtigkeit und Rohdichte, Temperatur, Faserverlauf beeinflußt. Der Feuchtigkeitseinfluß ist im Bereich unter der Fasersättigungsfeuchte wirksam: Der minimale Wert wird bei Erreichen bzw. Überschreiten der Fasersättigung (ca. 30% Holzfeuchtigkeit) erreicht. Zwischen 8 und 18% Holzfeuchtigkeit ist der D.-Abfall linear. Steigende D. mit wachsender Rohdichte, fallende D. mit zunehmender Temperatur und zunehmendem Winkel zwischen Kraftrichtung und Faserverlauf. Die Prüfung der D. erfolgt nach den DIN 52185. Blatt 1 (Druckversuch in Faserrichtung) und Blatt 2 (Druckversuch quer zur Faserrichtung). Bei Druckbeanspruchung quer zum Holzfaserverlauf

bildet die bei einer festgelegten Stauchungsgröße auftretende Kraft das Maß für die D. senkrecht zur Faser. D. (in kp · cm^{-2}) parallel zum Faserverlauf bei 12% Holzfeuchtigkeit für Kiefer (Pinus sylvestris) 550, Fichte (Picea excelsa) 500, Lärche (Larix decidua) 550, Tanne (Abies pectinata) 470.

Literatur: F. Kollmann, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Springer-Verlag, 1957. *Wefers*

druckgasdichte Pupinspulenmuffe → Pupinspulenbehälter.

Druckgas-Überwachung. Aufgabe einer Druckgasanlage (D) für Fernmeldekabel ist, Kabel gegen Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen und Undichtigkeit am Kabel durch Überwachungseinrichtung zu melden.

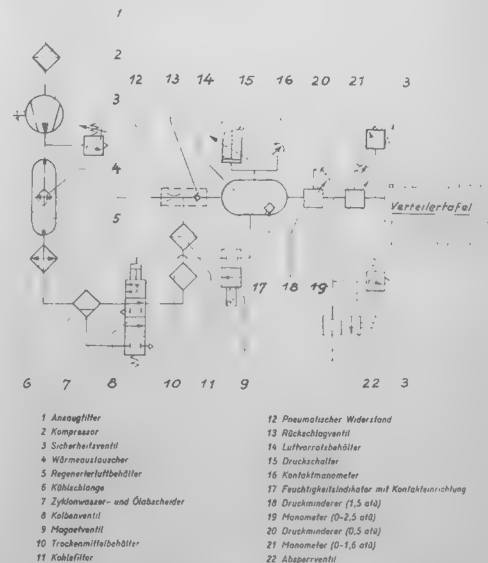
Überdruck im Kabel verhindert, solange Leckstelle nicht größer als etwa 2 bis 3 mm Durchmesser ist, Eindringen von Feuchtigkeit in das Kabel, auch wenn dieses im Wasser liegt.

Bei großen Fehlern, wie Zerreißen der Kabel durch Bagger, Bulldozer u. ä. Beschädigungen, kann D. Kabel nicht schützen.

Bei kleineren Fehlern Überdruck durch Nachspeisen aufrechterhalten; bei großen Fehlern reicht nachgespeiste Gasmenge, die durch Strömungswiderstand und Höhe des Nachspeisungsdrucks begrenzt wird, nicht aus, ausreichenden Überdruck zu erhalten. Bei Ortskabeln (Ok) wird von ständiger Nachspeisung Gebrauch gemacht. Druckgas — bei Ortsnetzen trockene Luft — wird in der Vermittlungsstelle (VSt) von einem Kompressor erzeugt und über Strömungsmesser mit einstellbarer Kontaktgabe ständig nachspeisend in die Kabel gedrückt. Über mehrere Luftfilter und Druckminderer wird Druckluft vor Reduzierung auf Betriebsdruck von 0,5 atü noch durch Trockenmittel-Behälter geführt. Undichtigkeiten von etwa 50 l Gasverlust je Stunde werden als Fehler registriert.

Um Kabel mit Druckluft füllen zu können, müssen alle Kabelverbindungsstellen dichtgelötet sein. Bei Röhrenkabeln in Kabelkanälen werden u. U. Muffen durch Bewegung der Kabel oder Darauftreten in den Kabelschächten undicht. Kabel müssen an Enden gasdicht abgestopft sein. Bei papierisolierten Kabeln wurden bislang vor allem warm zu verarbeitende Stopfmassen verwendet; bei kunststoffisolierten Kabeln dürfen Temperaturen, die dem Kunststoffmaterial des Kabels (meist Polyäthylen) schaden, nicht überschritten werden. Hierzu wurde Gießharzstopfmasse entwickelt, die ohne äußere Erwärmung in Kabel gedrückt wird; weitere Entwicklung läuft dahin, eine Masse zu finden, die sowohl für Kunststoffkabel wie für Kabel mit papierisolierten Adern und Bleimänteln verwendet werden kann. Druckluftüberwachungsanlage für Ok besteht z. B. aus dem im Kabelaufteilungsraum oder sonstigem geeigneten Raum der VSt aufgestellten Kompressorteil mit Aggregaten zum Reinigen und Trocknen der Luft und der Regenerierung des Trockenmittels; Apparate sind im Drahtgitterschrank untergebracht. Verteilertafel im Kabelaufteilungsraum mit Verteilungs- und Signaleinrichtungen für Druckluftüberwachung der einzelnen Kabel.

Im Wählersaal oder anderem geeigneten Raum eine der Verteilertafel im Kabelaufteilungsraum parallelgeschaltete Anzeigetafel zur Signalwiederholung und ein Kontroll- und Sicherungskasten zur elektrischen Überwachung der Anlage. An Anlage maximal 50 oder (bei größerer Ausführung) 100 Kabel angeschlossen; 5000 l oder 10000 l je Stunde Druckluft für die angeschlossenen Kabel geliefert; Motorenleistung 1,5 bzw. 3,0 PS.



Schema einer Druckluftüberwachungsanlage für Ortskabel (System Lancier).

Fehlerortsbestimmung:

Druckverlaufskurve aufgenommen; dabei Druck an einzelnen Meßpunkten entsprechend ihrer örtlichen Lage aufgetragen. Beim Verbinden der einzelnen Meßpunkte auf Millimeterpapier ergeben sich angenähert 2 Gerade: Eine fallende Gerade führt vom Einspeisungspunkt in Richtung auf die Fehlerstelle, zweite Gerade vom Ende des Kabels weist i. allg. waagerecht auf die Fehlerstelle; Schnittpunkt beider Geraden ergibt den Fehlerort. Ok sind verhältnismäßig kurz, und Höhenunterschiede zwischen den Meßpunkten sind meist gering; daher i. allg. Verzicht auf Höhenausgleich, nur bei größeren Höhenunterschieden besonderer Ausgleich.

Weitverkehrskabel mit Kunststoffisolierung werden auch mit Gas gefüllt. Dichtigkeitsanforderungen erheblich größer. Sie erhalten Druckgasschutz, bei dem aus Druckgasflaschen in den etwa 18 km voneinander entfernten Verstärkerämtern trockener Stickstoff über Druckminderer in die Kabel geblasen wird.

Den Umstand, daß beim Auftreten eines Lecks der Gasdruck sinkt und sich ein Gasstrom ausbildet,

benutzt man, um entweder durch Verwenden eines kontaktgebenden Manometers den Druckabfall oder den Gasstrom unmittelbar über einen Strömungsmesser mit Grenzkontakt festzustellen.

Dieses System einer D., mit dem das Auftreten des Lecks auf einer Kabelstrecke bestimmt wird, ist bei Weitverkehrskabeln dahin erweitert worden, daß in einer Meldestelle (Fernüberwachungszentrale) noch automatisch angezeigt wird, in welchem Verstärkerfeld sich die Leckstelle befindet. Zur genaueren Bestimmung der Leckstelle — etwa auf eine Fertigungslänge genau — Fehlerortung wie oben.

Zur punktgenauen Ortung des Lecks verwendet man bei Weitverkehrskabeln, die meist auf Erdkabelstrecken verlaufen, einen → Leckspürer.

Im allgemeinen für den Bezirksverkehr neuverlegte kunststoffisolierte Klein-Koaxialkabel mit Unterflurverstärkern in einer Streckenlänge zwischen etwa 30 bis 100 km, die auch mit Gas gefüllt werden, besitzen keine Fernüberwachung. Außerdem fehlt im Gegensatz zu den Weitverkehrskabeln die Möglichkeit eines Nachspeisens von Druckgas sowie des Feststellens von Druckabfällen in den Unterflurverstärkerstellen mit Hilfe von Manometern. Beim Auftreten von Lecks in diesen Kabeln strömt aus vorhandenen Stickstoffflaschen an den Enden der Kabelstrecke über Druckminderer eine Gasmenge in das Kabel, um — wie bei den Weitverkehrs- und Ortskabeln — den Druckgasschutz zu gewährleisten. Die Dichtigkeitsforderungen sind bei diesen Kabeln genau so hoch wie bei den Weitverkehrskabeln.

Im Gegensatz zu den D. für Weitverkehrs- und Ortskabel läßt sich die Nachspeisemenge mit Hilfe eines pneumatischen Widerstandes begrenzen, um unnötige Gasverluste zu vermeiden. Signalisierung eines pneumatischen Fehlers durch eine Alarmanlage in den besetzten Endstellen ist vorhanden. Eine grobe Fehlerortung wird durch einen Vergleich zwischen den an den Enden der Kabelstrecke angezeigten Strömungsmengen herbeigeführt. Die Feinortung wird wie bei den Weitverkehrskabeln mit Hilfe eines Leckspürers vorgenommen.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, 17. Jahrgang, Nr. 4 — A. Knacke, Bezirks- und Weitverkehrskabel bei der DBP, Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens 1969, Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Bad Windsheim.

Knebel

Druckguß. Gußart, bei der flüssiges Metall unter sehr hohem Druck in Stahlformen gespritzt (Spritzguß) oder gepreßt (Preßguß) wird. Durch den hohen Druck (30 und mehr atü) wird das flüssige Metall in Sekundenschnelle in den Hohlraum der Stahlform gebracht und füllt daher auch die feinsten Details der Form aus. Der so hergestellte Guß ist sehr maßgenau und hat hervorragende Oberflächenglätte. Das Verfahren wird besonders bei Al-, Zn-, Cu- und Mg-Legierungen angewendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Druckkammerlautsprecher → Beschallung von Bahnhöfen.

Druckluftbetrieb → Hausrohrpost.

Druckluftempfänger und -sender → Zettelrohrpost.

Druckölregler wird mit einem Drehtransformator zur Wechselspannungsregelung für die Heizung von Elektronenröhren verwendet. Die zu regelnde Leistung wird über den Drehtransformator geführt. Der Drehtransformator wird von der D.-Einrichtung verstellt. Je nach Phasenlage der Drehtrafowicklungen zueinander kann zu der vom Netz gelieferten Wechselspannung eine Teilspannung hinzugesetzt oder abgezogen werden. Ein Spannungsmeßwerk mißt die Verbraucherspannung. Die magnetische Kraft des Meßwerks betätigt einen Steuerschieber, durch den unter Druck gehaltenes Öl in die Kammern des Stellmotors geleitet wird. Hierdurch wird der Stellflügel des Stellmotors bewegt, dessen Welle den Drehtransformator verstellt. Das Drucköl wird im Stellmotor so lange wirksam, bis die Spannungsabweichung ausgeglichen ist und der vom Spannungsmeßwerk beeinflußte Steuerschieber das Drucköl wieder abgesperrt hat. Bei einer Verbraucherspannung von 220 V ist eine Regelgenauigkeit von ±1% zu erwarten. Etwa 10% Abweichung werden mit einer Geschwindigkeit von 0,3 Sekunden ausgeregelt. *Vetter*

Druckschalter → Tastschalter.

Druckschutz → Seekabelaufbau.

Drucktaste → Tastschalter.

Drucktelegraf. Telegrafenapparate, die die Informationen in Druckschrift wiedergeben. Dabei können die Druckzeichen mit Hilfe von Typen als Ganzes abgedruckt oder aus mehreren Druckelementen zusammengesetzt werden, was unmittelbar oder mittelbar geschehen kann. Nach dem ersten Verfahren arbeiten z. B. die Fernschreibmaschinen üblicher Bauart, nach dem zweiten beispielsweise der Siemens-Hell-Blattschreiber bzw. der Siemens-Hell-Streifenschreiber. Auch der SEL-Tellurdrucker — eine Fernschreibmaschine mit hoher Zeichengeschwindigkeit — arbeitet nach dem zweiten Verfahren.

Druckverfahren werden zur Herstellung von gedruckten Schaltungen angewendet. Bevor der eigentliche Leitungszug aus einer Kupferfolie herausgeätzt, im Kupferbad elektrolytisch aufgebaut oder in anderer Weise hergestellt wird, muß meistens ein Druckmuster des Leitungszuges im Positiv- oder Negativverfahren aufgebracht werden. Die bekanntesten Verfahren sind Offsetdruck, Siebdruck und die Fotokopie. Danach werden die Leitungszüge auf dem Isolierträger hergestellt. Grundsätzlich kann man zwei Verfahrensarten erkennen: Das Aufbauverfahren (Galvano-, Chemie-, Metallspritz-, Preßverfahren) und das Abbauverfahren (Ätz-, Stanz-, Prägeverfahren). → gedruckte Schaltung.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, VI. Band, 1960.

Dual-Betrieb → Betriebsarten

duale Widerstände. Zwei beliebige Widerstände Z und Z^* heißen dual, wenn ihr Produkt $Z \cdot Z^* = R^2$

reell und frequenzunabhängig ist. Der reelle Widerstand R ist zu sich selbst dual und heißt Dualitätsinvariante. Zu einem ohmschen Widerstand r ist der ohmsche Widerstand R^2/r dual, zum Widerstand $j\omega L$ einer Induktivität L ist der Widerstand $\frac{R^2}{j\omega L}$, also der einer Kapazität $C = L/R^2$, dual, zum Widerstand einer Kapazität C der einer Induktivität $L = CR^2$. Das Ohmsche Gesetz $U = IZ$ ergibt mit Einführung des dualen Widerstandes $U^* = I^* Z^*$, wobei $U^* = IR$ die zum Strom I duale Spannung, $I^* = U/R$ der zur Spannung U duale Strom ist. Sieht man R als reine Zahl an, so würde zu jedem Widerstand eine Ableitung, zu jedem Strom eine Spannung und umgekehrt dual sein. Man erhält daher zu jeder Schaltung eine duale Schaltung, wenn man jede Reihenschaltung zweier Widerstände durch eine Parallelschaltung der dualen Widerstände und umgekehrt jede Masche durch einen Knoten und umgekehrt ersetzt. Mit den dualen Schaltungen läßt sich oft einfacher rechnen. Beispiel duale Vierpole in → Vierpoltheorie 2.3.

Dualsystem, Dualzahlen, auch Binärsystem. Zahlensystem mit der Grundzahl 2. Jede natürliche Zahl wird in der Form $a_0 \cdot 2^0 + a_1 \cdot 2^1 + a_2 \cdot 2^2 + a_3 \cdot 2^3 + \ldots$ dargestellt, wobei die Koeffizienten 0 oder 1 bzw. L sind. Zum Beispiel ist $9 = 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3$ als Dualzahl oder Binärzahl geschrieben 1001 bzw. L00L. Das Dualsystem ist für die Zahlentheorie wichtig und insbesondere für die Rechenmaschinen- und Computertechnik unentbehrlich.

Duktausbreitung, troposphärische. Ausbreitung in einem durch spezielle Brechwertschichtung der → Troposphäre hervorgerufenen Wellenleiter, die der Ausbreitung im metallischen → Hohlleiter ähnelt. Es gibt Bodendukts und freie Dukts. Ein Bodendukt kann entstehen, wenn über einem weiten Bereich des Erdbodens der modifizierte Brechwert M ab- anstatt zunimmt (M-Inversion). Wie beim Hohlleiter werden nur genügend kleine Wellenlängen im Dukt geführt. Beim Bodendukt der Dicke D beträgt die maximal übertragene Wellenlänge

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{12} \cdot D^{\frac{3}{2}}$$

($\lambda_{\max}$ in cm, D in m, der Gradient des modifizierten Brechwerts M wurde zu dM/dh = —131/km angenommen). Freie Dukts können sich in der Atmosphäre in solchen Höhen bilden, in denen M ein Maximum hat. Die troposphärische Wellenleitung bricht bei Überschreitung der kritischen Wellenlänge nicht plötzlich ab. Auch längere Wellen werden noch teilweise geführt. Es kann aber dann immer mehr Energie entweichen: Der Dukt leckt. Bodendukts über Landflächen sind in Mitteleuropa selten. Als »maritimer Wellenleiter« sind sie mit Dicken um 10 m auch über der Nordsee recht häufig und können dort die Reichweite von Radargeräten im 3-cm-Band erheblich beeinflussen. Steht das Gerät selbst im Dukt, so steigt die Reichweite für oberflächennahe Ziele (Schiffe) und sinkt für Flugzeuge. Auch die im Meterwellenbereich (Rundfunk- und Fernsehbänder II und III) häufig beobachteten → Überreichweiten sind eine der Duktleitung ähnliche Erscheinung. Die Wellenleitung spielt sich zwischen dem Boden und einer einige hundert Meter hohen M-Inversion ab. Es handelt sich dabei aber um eine unvollkommene Wellenleitung, weil die Reflexion an der M-Inversion partiell ist. *Fehlhaber*

Dünnfilmtechnik. Integrierte Dünnfilm-Schaltkreise mit Abmessungen, die zwischen denen von monolithischen Schaltkreisen und denen konventioneller gedruckter Schaltungen liegen, sind verhältnismäßig einfach zu fertigen. Dabei sind besonders solche Schaltkreise von Interesse, bei denen sich in die passiven Dünnfilm-Netzwerke aktive Halbleiterbauelemente einsetzen lassen. Für die Beschichtung des Substrates mit den einzelnen Filmschichten sind verschiedene Methoden bekannt: Aufdampfen, elektrolytische Abscheidung, Ausscheidung durch chemische Reaktionen, Aufdrucken und Aufsprühen. Davon ist die erste Methode am gebräuchlichsten und am vielseitigsten verwendbar. Sie hat den Vorteil, daß eine große Anzahl verschiedener Materialien für die aufzudampfenden Schichten verwendet werden können und der Aufdampfvorgang leicht kontrollierbar ist. Die erforderliche Genauigkeit der Filmdicke hängt sehr stark von der Aufgabe ab, die der Filmschicht gestellt ist.

So sind z. B. verhältnismäßig große Toleranzen bei Schichten erlaubt, die als einfache Leitungsverbindungen dienen, wogegen Filmschichten, die Widerstände oder Kondensatordielektrika darstellen, sehr eng toleriert sein müssen. Der Widerstandswert wird normalerweise in Ohm je Flächeneinheit angegeben und als Flächenwiderstand bezeichnet. Sind größere Toleranzen zulässig, dann kann die Filmdicke durch eine vorgegebene Bedampfungszeit festgelegt werden (→ Mikroschaltungstechnik).

Literatur: Funk-Technik, 16/1967. *Dietrich*

Dünnschichtdioden und -transistoren. Dünnschichtdioden (DSD) und Dünnschichttransistoren (DST) sind kompatible Bauelemente für Dünnschichtschaltungen mit passiven Elementen. Im Gegensatz zu den Flächentransistoren und -dioden werden hier nur polykristalline Halbleiterschichten verwendet. Dies ist durch den Herstellungsprozeß, nämlich Aufdampf- oder Zerstäubungsverfahren, bedingt. DSD bestehen (Bild 1) aus einer zwischen zwei

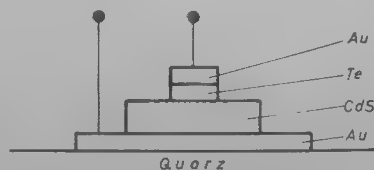


Bild 1. Aufbau einer Dünnschichtdiode.

Metallschichten eingelagerten Halbleiterschicht, z. B. CdS. Der eine → Metallhalbleiterkontakt ist sperrend, der andere ohmsch. In Flußrichtung (Au-) erhält man in der Kennlinie der DSD einen ohmschen Ast, bestimmt durch die Potentialschwelle des sperrenden

Metallkontaktes, einen exponentiellen Ast, bestimmt durch den Abbau der Potentialschwelle, und schließlich meistens einen quadratischen Ast, bestimmt durch Injektion von Majoritätsladungsträgern in den hochohmigen Halbleiter. Diese injizierten überschüssigen Ladungsträger bauen eine Raumladung auf, die den Strom auf den quadratischen Anstieg begrenzt (raumladungsbegrenzte Ströme). In Rückwärtsrichtung erhält man zunächst ebenfalls eine ohmsche Gerade und dann einen steilen Anstieg des Stromes. Bei der Herstellung der DSD wird auf eine isolierende Unterlage zunächst eine Metallschicht aufgedampft, bei CdS als Halbleiter z. B. Gold, das einen nahezu sperrfreien Kontakt ergibt, wenn CdS darüber gedampft wird. Danach wird der Halbleiter und auf diesen der zweite Metallkontakt, bei CdS z. B. Tellur, gedampft.

Der DST hat den in Bild 2 gezeigten Aufbau: Auf eine isolierende Unterlage werden in engem Abstand (3—20 μ) zwei Metalle, die einen sperrfreien Kontakt zum Halbleiter ergeben, aufgedampft. Darüber

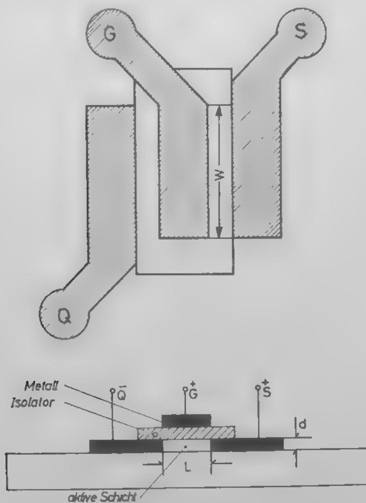


Bild 2. Aufbau eines Dünnschichttransistors.

werden die Halbleiterschicht (CdS, CdSe, Te und v. a.), die Isolatorschicht und zuletzt die Steuerelektrode angeordnet. Durch Anlegen einer Spannung V_g an die Steuerelektrode (Gate G) kann der Strom J_C zwischen Emitter E und Kollektor C (häufig auch noch Quelle Q und Senke S, engl. »source« and »drain« genannt) beeinflußt werden. Der DST ist damit ein → Feldeffekttransistor. Je nach Eigenschaft der Halbleiterschicht kann der DST im enhancement-Betrieb (Stromerhöhung durch Anlegen einer positiven Gate-Spannung bei n-Halbleiter, einer negativen Gate-Spannung bei p-Halbleiter) oder im depletion-Betrieb (Stromerniedrigung bei entsprechender Polung) arbeiten. In Tab. 1 sind die bisher bekannten Daten an DST zusammengestellt.

Tabelle 1. Daten experimenteller Dünnschichttransistoren.

Material	Bandabstand [eV]	Leitungstyp	Beweglichkeit [cm²/Vsec]	Elektrodenabstand [μm]	Eingangskapazität [pF]	Steilheit (exper.) [mA/V]	Produkt Verstärkung Bandbreite [MHz]
InSb	0,26	n, p	560	25	-	2,5 für n 0,2 für p	-
Te	0,32	p	200	10 - 20	(100) *)	40	10
InAs	0,33	n	>1000	100	-	10	8
PbS	0,37	n, p	260	7,5	(100) *)	0,2	-
Si	1,1	n, p				0,04	-
CdSe	2,3	n	1 - 50	10 - 20	50 - 100	10	8,5
CdS	2,5	n	1 - 150	7,5 - 20	10 - 50	10	10
SnO_2 } In_2O_3		n	70	13	-	0,3	

*) aus angegebenen Daten berechnet

Das Ersatzschaltbild des DST entspricht dem des MOS-Transistors (→ Feldeffekttransistor).

Literatur: RCA-Review 24, 1963, Heft 4 — K. Heime, Der Fernmelde-Ingenieur 20, Heft 6, 1966.

Heime

Dünnschichtspeicher, magnetischer → Matrizenspeicher.

Duoplex-Verfahren. Telegrafen-Übertragungsverfahren für Kurzwellen-Funkverbindungen. Dabei wird der Funkkanal in Vierfrequenzmodulation (F 6) betrieben, wobei den vier Frequenzen vier Kennzustände entsprechen. Dieser eine Kanal mit vier Kennzuständen überträgt dann — bei gleicher Schrittgeschwindigkeit — die Nachricht von zwei Binärkanälen. Um eine Verdoppelung der Schrittgeschwindigkeit zu vermeiden, muß der Quaternärkanal durch die beiden Binärkanäle synchron getastet werden. Dies wird durch einen Schrittordner sichergestellt.

Die Zuordnung der Kennzustände der beiden Binärkanäle zu den Kennfrequenzen des Quaternärkanals ist wie folgt:

Kennfrequenz im Quaternärkanal	f_1	f_2	f_3	f_4
Kennzustand im Binärkanal 1	Z	Z	A	A
Kennzustand im Binärkanal 2	Z	A	Z	A

Der Abstand der Kennfrequenzen beträgt i. allg. 400 Hz.
Es sind jedoch auch Systeme mit einem Abstand von 200 Hz und 100 Hz im Gebrauch.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 570.

Duplexbetrieb (auch »Gegenbetrieb« oder »Gegenschreibbetrieb«), → Betriebsverfahren (Funk), → Betriebsweisen der Telegrafie.

Duplex-Schaltung. Schaltung, die es ermöglicht, über eine Doppelleitung Duplexbetrieb zu machen. Eine D. kann nach dem Prinzip der → Brückenschaltung oder nach dem Prinzip der → Differenzschaltung arbeiten.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 61 — F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 436 — F. Schiweck, Telegraphen-Übertragungstechnik, 1954, S. 135.

Duraluminium gehört zur Gruppe der Aluminium-Kupfer-Magnesium-Legierungen, die sich durch hohe Zugfestigkeit, Dehnung und Härte auszeichnen.

Durchbrucheffekte. Werden → pn-Übergänge in Sperrrichtung vorgespannt, so weisen sie oberhalb einer bestimmten Spannung einen Durchbruch mit starkem Stromanstieg auf. Ähnliche Verhältnisse findet man bei → Transistoren, nur daß hier durch die Anordnung von zwei pn-Übergängen in nächster Nachbarschaft noch Modifikationen auftreten. Es werden im einzelnen folgende D. unterschieden:

Bei der inneren Feldemission brechen unter Einwirkung hoher Feldstärken ($>10^5$ V/cm) Gitterbindungen des Kristalls auf. Die dadurch entstandenen beweglichen Ladungsträger, Elektronen und Defektelektronen (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern), bewirken einen spontanen Anstieg der Leitfähigkeit innerhalb der Sperrschicht eines pn-Überganges. Diese Erscheinung wird als Zenereffekt bezeichnet. Er tritt nur bei Verwendung von niederohmig dotierten Halbleitermaterialien auf (→ Bändermodell des Halbleiters). Da die bezügliche Sperrspannung unmittelbar von der Dotierung abhängt, gilt z. B. für pn-Übergänge in Siliziumeinkristallen 7 Volt als obere Grenzspannung. Bei zunehmender Dotierung geht diese Spannung gegen Null (→ Backward-Diode, → Tunneldiode).

Bei Verwendung von hochohmigeren, also schwächer dotierten Ausgangsmaterialien steigen die kritischen Sperrspannungen über sieben Volt bis zu einigen hundert Volt an. Da die Raumladungszonen im pn-Übergang dadurch breiter werden, tritt die kritische Feldstärke an Bedeutung gegenüber der nun möglichen Trägerlawinenbildung zurück. Es handelt sich hier um eine Trägermultiplikation ähnlich der Stoßionisation in einer Gasentladungsstrecke. Die Beschleunigung von Ladungsträgern bis zum nächsten Zusammenstoß mit dem Grundgitter des Kristalls reicht aus, um immer neue Ladungsträger aus den Gitterbindungen zu befreien. Man spricht dann von einem Lawinendurchbruch.

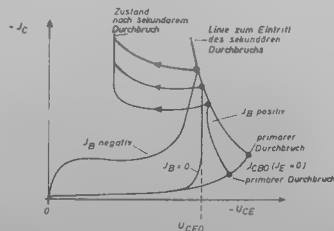
Die im Handel befindlichen Z-Dioden beruhen je nach der Höhe ihrer Durchbruchsspannung auf dem einen oder anderen Effekt. Der Nennwert der Durchbruchspannung einer Z-Diode wird in Datenblättern für einen bestimmten Strom angegeben. Sie ist nur wenig temperaturabhängig und weist für Dioden im Feldemissionsbereich einen negativen, für Dioden im Bereich der Trägermultiplikation einen positiven Temperaturkoeffizienten auf. Im Übergangsbereich von ungefähr 4,8 bis 5,6 V bleibt er nahe Null. Außerdem ist der differentielle Widerstand im Stromsteilanstieg einer Z-Diode vom Nennwert ihrer Spannung abhängig. Das Widerstandsminimum liegt bei 7 Volt Nennspannung.

Die verschiedenen Durchbruchmechanismen verursachen auch verschiedenes → Rauschen. Lawinendurchbrüche weisen ein stärkeres Rauschen auf, das durch Mikroentladungsstrecken, die sich an Kristallbaufehlern ausbilden, entsteht. Zwischen der Höhe der Durchbruchsspannung, der Anzahl von Entladungsstrecken, die an Leuchteffekten direkt beobachtbar sind, und der Rauschzahl besteht ein direkter Zusammenhang.

Beide Durchbrucheffekte sind ihrer Natur nach reversibel, solange eine in Datenblättern angegebene Grenzspannung nicht überschritten wird. Darüber hinaus kommt es durch die Aufheizung der Sperrschicht zur thermischen Ladungsträgererzeugung, die zunächst den Reststrom (→ pn-Übergänge) und damit eine weitere Erwärmung rasch ansteigen läßt. Dieser Prozeß wird bei fehlender Strombegrenzung leicht astabil und führt zum Wärmedurchbruch, der das Halbleiterbauelement zerstört oder mindestens in seinen Eigenschaften wesentlich verschlechtert.

Bei Transistoren kommt es durch kleine Unregelmäßigkeiten in der Leitfähigkeit der Basiszone zum Einschnüreffekt, wobei Mikroschmelzkanäle zwischen Kollektor und Emitter auftreten, die den Transistor zerstören. Im Bild wird dieser Effekt als sekundärer Durchbruch bezeichnet. Der dort dargestellte primäre Durchbruch mit negativem Kennlinienbereich ist eine spezielle Eigenschaft von Siliziumtransistoren, der vom Stromverstärkungsfaktor abhängt und reversibel bleibt. Damit werden Grenzen für den ausnutzbaren Kennlinienbereich von Transistoren gesetzt. Maßgebend ist hauptsächlich das Kennlinienfeld des Kollektors. Bei Germanium-Transistoren ist außerdem wegen der schon früh einsetzenden Feldemissionseffekte darauf zu achten, daß die zulässige Basis-Emitterspannung in Sperrichtung beim Betrieb des Transistors als Schalter nicht überschritten wird.

Ein weiterer speziell bei → Legierungstransistoren auftretender D. ist der Durchgreifeffekt des Kollektors zum Emitter. Wegen der Hochohmigkeit der Basis dehnt sich die Kollektorraumladungszone hauptsächlich in dieser Richtung aus und berührt bei einer bestimmten Spannung die Emittersperrschichtzone. Der Effekt bleibt bei genügender äußerer Strombegrenzung reversibel. Im Gegensatz zum Lawinendurchbruch bleibt der Basisstrom klein gegenüber dem rasch ansteigenden Kollektorstrom.



$J_C U_{CE}$-Kennlinien eines pnp-Transistors mit zwei Beispielen für einen primären und drei Beispielen für einen sekundären Durchbruch (Halbleiter-Lexikon, Franzis-Verlag, München).

Durchbrucheffekte.

Bei Transistoren mit hochohmiger Kollektorzone (→ Planartransistoren) wird die höchste zulässige Spannung durch Lawineneffekte bestimmt und beträgt bei handelsüblichen Transistoren zwischen 50 und 100 V. Der Lawinendurchbruch ist von der Betriebsschaltung abhängig. Unter allen Schaltungen weist die Basisschaltung (→ Transistorschaltungen)

die höchste Durchbruchspannung auf. Für ein stabiles Arbeiten soll jedoch die Emitter-Kollektor-Spannung U_{CE} immer kleiner als U_{CEO} bleiben (s. Bild), da sonst die Gefahr eines Wärmedurchbruchs gegeben ist.

Die beschriebenen Durchbruchmechanismen können noch durch Oberflächeneffekte überdeckt sein. Durch exakte Herstellungsverfahren und ausreichende Kapselung der fertigen Bauelemente können sie jedoch weitgehend ausgeschlossen werden.

Literatur: Reinhold Paul, Transistoren, Physikalische Grundlagen und Eigenschaften, Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig — Telefunken-Fachbuch, Halbleiter-Lexikon, Franzis-Verlag, München 1965. *Hähnlein*

Durchdrehsender → Ionosonde.

Durchdrehzähler. Zähler, durch den Gassenbesetztfälle gezählt werden. Bei manchen Dreh- und Hebdrehwählern läuft das Einstellglied auf einen Durchdrehschritt, wenn während der Freiwahl kein freier Abnehmer gefunden wird. Dabei wird der D. um eine Einheit weitergeschaltet.

Durchflutung → magnetische Feldgrößen.

Durchflutungsgesetz. Es besagt, daß die Durchflutung Θ gleich dem Linienintegral der magn. Feldstärke $\boldsymbol{H}$ auf geschlossenem Wege ist. Es lautet in der Integral- bzw. Differentialform mit $\boldsymbol{G}$ als Leitungsstromdichte

$$\oint \boldsymbol{H}\,\mathrm{d}\boldsymbol{s} = \Theta\,, \quad \operatorname{rot} \boldsymbol{H} = \boldsymbol{G}\,.$$

Kann der Betrag H von $\boldsymbol{H}$ innerhalb der n einzelnen Abschnitte der Länge l eines magn. Kreises angenähert als konstant angenommen werden und stimmen Weg- und Feldrichtung überein, so vereinfacht sich das D. zu

$$\Theta = \sum_{1}^{n} H_\nu\, l_\nu\,.$$

Einbeziehung des Verschiebungsstromes ergibt die I. Maxwellsche Gleichung. → Feldgleichungen, Maxwellsche.

Literatur: A. von Weiss: Allgemeine Elektrotechnik, 4. Aufl. Prien 1966.

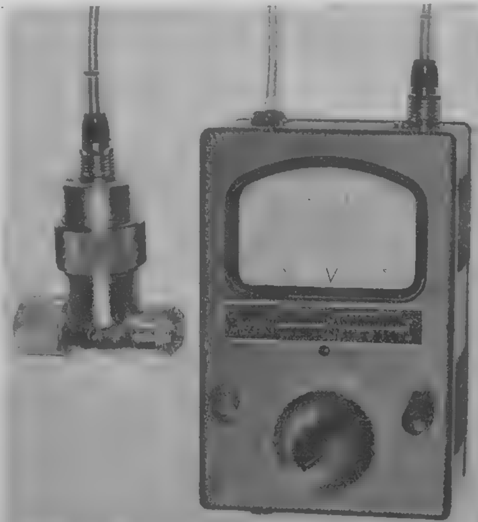
Durchgangsbetrieb → Zuglenkung, selbsttätige.

Durchgangsgebühr. Anteil an der Gesamtgebühr für die Tarifeinheit von 3 oder 1 min im → internationalen Durchgangsverkehr, der von den einzelnen → Durchgangsverwaltungen für die Bereitstellung der Verkehrsmittel und ggf. für die Mitwirkung bei der Vermittlung des über ihr Land im Durchgang abgewickelten Verkehrs beansprucht wird. Die D. bemißt sich nach der (ggf. mittleren) Luftlinienentfernung zwischen den Grenzübergangspunkten der Leitungen, wobei die Entfernungen auf volle 50 bzw. 100 km aufgerundet werden. Über die Höhe der international vereinbarten D. → internationale Tarifentwicklung. Durch → Prorata-Angleichung kann die vereinbarte D. kleiner (seltener größer) sein als die rechnerische.

Durchgangshauptvermittlungsstelle ist eine Hauptvermittlungsstelle (HVSt), in der Durchgangsquerwege anderer HVSt auf HRW enden; sie hat jedoch ihrerseits keine Durchgangsquerwege. D. stützen sich durch zusätzliche Zweitwege auf FernVSt der nächsthöheren Netzebene ab (→ Durchgangsquerleitung).

Durchgangsland (Transitland) ist das Land, durch das sich der Verkehr zweier anderer Länder (→ Endländer) als → internationaler Durchgangsverkehr bewegt (→ Durchgangsverwaltung). Bei mittelbarem Durchgang wird im Ausland die Bezeichnung »transit country« bzw. »pays de transit«, bei unmittelbarem Durchgang dagegen die Bezeichnung »through country« bzw. »pays de passage« angewendet (→ Auslandsferndienst, → Auslandskopfvermittlungsstelle).

Durchgangsmeßkopf. Ein Spannungsmesser darf am Meßpunkt keine merkliche Reflexion hervorrufen und die Meßstelle nicht sehr belasten. Spannungsmesser, die mit → Tastköpfen ausgerüstet sind, können nicht ohne weiteres an Koaxialleitungen angeschlossen werden. Hochfrequenz-Spannungsmesser mit einem D., der direkt in eine Koaxialleitung eingefügt werden kann, vermeiden diesen Nachteil. Der D. ist ein Stück Koaxialleitung mit beiderseitigen Schraubanschlüssen und mit einer Röhrendiode zwischen Innen- und Außenleiter. Die Röhrenkapazität ist weitgehend kompensiert, so daß keine Stoßstelle in der Leitung entsteht. Der Reflexionsfaktor beträgt bei guten D. im gesamten Meßbereich (z. B. 1 kHz ... 1 GHz) etwa 0,01 oder 1%.



Diodenvoltmeter.

Die Konstruktion von Diodenfassung und Ladekondensator muß so ausgeführt werden, daß der Frequenzgang des Richtstromes keinerlei Resonanzüberhöhungen oder Einbrüche aufweist. Als Gleichrichter werden Dioden verwendet, wobei die Röhrendiode gegenüber Halbleiterdioden den Vorteil größerer Spannungsfestigkeit hat. Der D. ist über ein etwa 1 m langes Kabel mit dem Voltmeter verbunden,

welches das Anzeigeinstrument und die Bereichsumschaltung enthält.

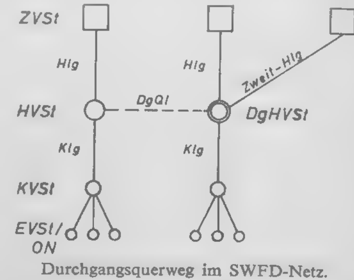
Der D. ist für einen bestimmten festen Wellenwiderstand Z ausgelegt (z. B. $Z = 50\,\Omega$ oder $60\,\Omega$). Wird der D. an einer Seite an eine Koaxialleitung angeschlossen und sein anderes Ende mit einem Widerstand $R = Z$ abgeschlossen, dann erhält man einen Absorptions-Leistungsmesser, mit dem je nach der Belastbarkeit des Widerstandes R Leistungen N zwischen 1 mW und einigen 10 W gemessen werden können ($N = U^2/Z$). Das Bild zeigt die Ausführung eines HF-Voltmeters mit D. Der D. ist auch Hauptbestandteil des → Reflektometers, das zur Anpassungsmessung (Reflexionsfaktormessung) in HF-Kreisen dient. → Diodenvoltmeter. *Sommer*

Durchgangsprüfgruppenwähler sind eine Kombination aus → Vermittlungsstellenprüfgruppenwähler und → Prüfgruppenwähler. Sie werden vornehmlich dort eingesetzt, wo zwei Vermittlungsstellen (z. B. eine VollVSt und eine TeilVSt) erreicht werden müssen. Durch eine entsprechende Beschaltung am Ausgang arbeitet der D. dann für die VollVSt als Prüfgruppenwähler und für die TeilVSt als Vermittlungsstellenprüfgruppenwähler.

Literatur: Unterrichtsblätter d. DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 26.

Durchgangsquerleitung ist eine Fernleitung zwischen HVStW, die auf der ankommenden Seite auf Anschaltesatz und Richtungswähler (HRW 62) endet. Für die Zeichengabe gilt, daß diese D. mit Abrufzeichen betrieben werden muß. Erfolgt die Ziffernsendung unmittelbar vom Knotenregister (KRg) auf die D., so wird diese nach der 3. Stelle (nach Übermittlung von Z, H und K) unterbrochen und erst nach Eingang des Abrufzeichens fortgesetzt. Ein vor der D. wirkendes Hauptregister (HRg) sendet die Ziffern Z, H und K über die D.; es unterdrückt jedoch das mit seiner Freischaltung in der Regel zu sendende Abrufzeichen; das HRg in der Durchgangshauptvermittlungsstelle veranlaßt mit dem Abrufzeichen bei seiner Freischaltung die Fortsetzung des Ausspeichervorgangs beim Knotenregister. Die D. hat in der Durchgangshauptvermittlungsstelle (DgHVSt) Zugang zu dem gesamten Querleitungsnetz. Eine Verbindung über die D. kann im Grundsatz unabhängig von der Hierarchie des Netzes zum Ziel gelangen. Bei völliger Freizügigkeit in der Schaltung und im Betrieb von D. könnten Verbindungsfälle auftreten, in denen zwar immer weitervermittelt wird, jedoch das Ziel nicht erreicht wird. Deshalb müssen bestimmte Ordnungsprinzipien für die Einrichtung von D. und Regeln für die Programmierung der Umwerter des Fernwahlsystems 62 beachtet werden. DgHSt haben ihrerseits keine abgehenden D., nur Zweitkennzahlwege. Weiter wird in den HVSt den D. nur solcher Verkehr zugeführt, der in der DgHVSt ein Querwegnetz vorfindet. *Altehage*

Durchgangsquerweg, Querweg im Netz des Selbstwählferndienstes (SWFD), der zwei Wahlstufen mit Leitweglenkung in verschiedenen Fernvermittlungsstellen verbindet. Der D. führt von einer Hauptvermittlungsstelle nach der sog. → Durchgangs-Hauptvermittlungsstelle (DgHVSt). Während gewöhnliche Querwege immer in den absteigenden Kennzahlweg einmünden, hat ein D. am Ziel Zugang zu einer Richtungswahlstufe mit Leitwegsteuerung, von der aus weitere Querwege und ein aufsteigender Kennzahlweg erreichbar sind. Eine DgHVSt hat u. a. einen zweiten Kennzahlweg nach einer fremden Zentralvermittlungsstelle (ZVSt) und besondere Querwege zu den Hauptgruppenwählern bei allen ZVSt. Die Richtungswahlstufe mit Leitwegsteuerung in der DgVHSt stellt die dritte Leitweg-Steuerstelle im SWFD-Netz



Durchgangsquerweg im SWFD-Netz.

dar. Eine dritte Leitwegsteuerstufe bringt wirtschaftliche Vorteile, wenn die DgHVSt ein großes und gut ausgebautes Querverbindungsleitungs-(Ql-)Netz hat, d. h. wenn Verbindungen über wenige Leitungsabschnitte vom Ursprung ans Ziel geführt werden. D. sind nützlich für die Sicherung eines Netzes gegen Störungen größeren Ausmaßes. Die Nützlichkeit kann gesteigert werden, wenn das Programm der Leitweglenkung der jeweiligen Situation angepaßt werden kann. Ein Nachteil der D. ist die schwierigere Planung und Dimensionierung der Leitungsbündel im Netz. *Socher*

Durchgangsregister → Auslandsregister.

Durchgangsverbindung → Verbindungsaufbau in der FernVStHand F 36.

Durchgangsverkehr, internationaler, ist der ein gegebenes Land durchlaufende Verkehr zwischen zwei → Endländern (→ internationaler Endverkehr). Der D. kann im betrachteten Land mittelbar über Hand- oder Wählvermittlungen oder unmittelbar über durchgeschaltete Leitungen abgewickelt werden (→ Durchgangsland).

Durchgangsvermittlung (DV) → Dämpfungsplan 64 S, → Polizei-Fernsprechanlagen.

Durchgangsvermittlungsstelle → Transitvermittlungsstelle.

Durchgangsverwaltung ist die Verwaltung eines staatl. Verkehrsunternehmens, das zur Wahrnehmung → internationalen Durchgangsverkehrs die erforderlichen Leitungen und ggf. die Vermittlungseinrichtungen bei den Durchgangsvermittlungsstellen bereitzustellen hat und dafür Entschädigungen in Form von → Durchgangsgebühren oder → Pauschsummen bezieht.

Durchgreifeffekte → Durchbrucheffekte.

Durchgriff → Barkhausengleichung.

Durchhang. Als D. wird der max. lotrechte Abstand der oberirdischen Leitung von der Geraden zwischen den Aufhängepunkten bezeichnet. Der D. ist abhängig von der Spannung und dem Gewicht der Leitung und der Zusatzlasten (Schnee, Eis, Rauhreif usw.).

Der D. ist so zu bemessen, daß die zul. Höchstzugspannung nicht überschritten wird. Die für jede Leitung (Tragseil-Luftkabel, Installationskabel mit Zugentlastung, Blankdraht) festgelegte Höchstzugspannung darf die Festigkeitsgrenze (Bruchlast) des

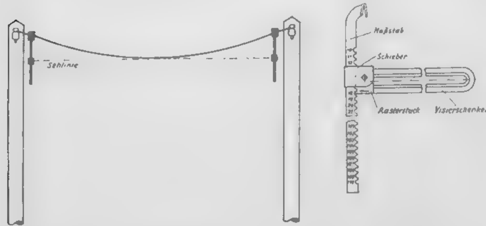


Bild 1. Durchhanglehre und ihre Anwendung.

Leitungsmaterials mit mehrfacher Sicherheit nicht erreichen. In Rauhreifgebieten ist es statthaft, die Leitungen bis zur Dauerzugfestigkeit zu belasten. Sie ist die größte statische Zugspannung, die die Leitungen 1 Jahr lang aushalten müssen, ohne zu reißen.

Bei Bemessung des Durchhanges ist die Dehnung des Leitermaterials infolge der Temperaturschwankungen zu berücksichtigen. Als Beispiel für den Zusammenhang zwischen Zugspannung und Durchhang in Abhängigkeit von der Temperatur und der Spannweite ist unter → Kabelverlegung für Tragseil-Luftkabel ein Kurvenblatt (Bild 4) angegeben.

Die Regulierung und Messung des D. geschieht mit der Durchhanglehre (Bild 1), mit der Meßlatte (Bild 2)

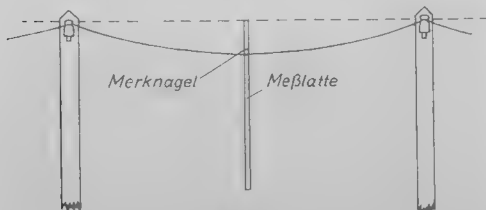


Bild 2.
Anwendung der Meßlatte zum Prüfen des Durchhangs.

oder durch Messung der Zugspannung mit einer Federwaage (Dynamometer). Die Durchhanglehre besteht aus einer flachen Metallschiene, auf der ein hochklappbarer Arm mit Sehschlitz innerhalb des Bereichs von 10 bis 110 cm stufenweise verschoben werden kann. Je eine Durchhanglehre wird mit dem Haken an ihrem oberen Ende auf die Leitung direkt bei den beiden Stützpunkten am Ende des zu messenden Feldes gehängt. Ist der tiefste Punkt der durchhängenden Leitung auf der Visierlinie der beiden Sehschlitze zu sehen, so kann man aus der Stellung der Arme den Durchhang ablesen.

Literatur: Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost — Nr. 5: Linien aus Bodenmasten — Nr. 6: Oberirdische Kabelanlagen — Nr. 7: Blankdrahtleitungen. *Stegmann*

Durchlaßbereich eines Vierpols oder eines beliebigen Netzwerkes ist der Frequenzbereich, an dessen Grenzen das → Dämpfungsmaß gegenüber dem minimalen (oder bei Schwankungen dem nominellen) Wert um einen festgesetzten Betrag, meist um 3 dB (halbe Leistung, 3-dB-Bandbreite) oder um 6 dB (halbe Spannung, 6-dB-Bandbreite), gestiegen ist (→ Trennschärfe, → Vierpoltheorie 3).

Durchlässigkeitsfaktor ist das Verhältnis der Spannungen der durchgelassenen Welle zur ankommenden Welle an der Stoßstelle einer Leitung (→ Leitungstheorie 1.1).

Durchlaßrichtung → Metall-Halbleiterkontakte.

Durchlaßwahrscheinlichkeit. Wahrscheinlichkeit δ_x, mit der eine Belegung, die in irgendeiner Zubringerteilgruppe einfällt, zu einer freien Leitung bei begrenzter Erreichbarkeit des Bündels durchgeschaltet werden kann, wenn schon x Belegungen bestehen. Bei voller Erreichbarkeit k des Bündels oder bei $x < k$ kann eine Belegung stets durchgeschaltet werden ($\delta_x = 1$). Bei $x = N$ (N = Anzahl der Leitungen) ist das unmöglich ($\delta_x = 0$). Bei $k \leqq x < N$ liegt die D. zwischen 1 und 0 ($0 < \delta_x < 1$). Man leitet die D. aufgrund von kombinatorischen Überlegungen ab. Bei einer → idealen Mischung ist

$$\delta_x = 1 - \frac{\binom{x}{k}}{\binom{N}{k}} .$$

Verschiedene Verlustformeln für Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit sind mit Hilfe der D. abgeleitet. Dazu gehören u. a. Erlangs Interconnectionsformel, die modifizierte Palm-Jacobaeus-Formel und die Formel von Rhode und Störmer.

Durchlaufspeicher ist eine schaltungstechnische Anordnung zur Aufnahme und Wiedergabe von (Wähl-) Informationen (Stromstoß-, Impulsreihen, Ziffern) ohne Stellenbegrenzung (Gegensatz: Feststellenspeicher). Ein- und Ausspeichern kann gleichzeitig erfolgen: z. B. → Impulswiederholer. D. werden u. a. verwendet bei Knotenregistern (→ Rufnummernspeicher).

Durchplattieren. Herstellen einer bei normaler Beanspruchung nicht trennbaren, durch erhöhte Temperatur oder Druck oder beides erzeugten Vereinigung zweier oder mehrerer relativ dicker Metallschichten.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Durchruf → Durchrufschnurpaar.

Durchrufschnurpaar. In handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) mit Schnurtechnik bieten D. die Möglichkeit, zwei → Rufleitungen über eine längere Zeit so miteinander zu verbinden, daß beide Leitungen betrieblich zu einer Leitung verschmelzen. Die Rufzeichen — Anruf und Schlußruf — werden von einer Leitung auf die andere ohne jede Mitwirkung in der Durchgangsvermittlung übertragen (Durchruf). In → FernVStHand F 36 werden hierfür besondere nur dem Durchruf dienende Schnurpaare vorgesehen. In → FernVStHand F 57 können D. sowohl für gewöhnliche Vermittlungsaufgaben als auch für Durchruf verwendet werden.

Zum Umschalten auf Durchruf wird je D. eine Durchruftaste (Drehtaste) benötigt. D. sind in der Regel so geschaltet, daß die ankommenden Rufzeichen umgesetzt und als neue Rufimpulse weitergegeben werden. Durchlaufende Rufzeichen werden bei »unsichtbarem Durchruf« nicht angezeigt; bei »sichtbarem Durchruf« leuchtet die Schlußlampe der rufenden Seite.

D. bieten die Möglichkeit, FernVStHand für bestimmte Anlässe vorübergehend zusätzliche Leitungen zur Verfügung zu stellen. Zum Trennen von Durchrufverbindungen müssen Vermittlungskräfte in der DurchgangsFernVStHand über andere Leitungen aufgefordert werden.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Durchruftaste, Durchrufverbindung → Durchrufschnurpaar.

Durchrutschweg → Bahnhof.

Durchsagefunkanlagen. Eine Funkanlage des → nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienstes für die Übertragung von Zeichen, Tönen oder Sprache vorzugsweise in einer Richtung zur Versorgung eines Grundstücks oder eines Industriegeländes. Man unterscheidet:

Besprechungsfunkanlagen. Das sind Funkanlagen, die als Personenruf-, Dolmetscher-, Alarm- oder Führungs-Funkanlagen (z. B. im Museum) für die Versorgung innerhalb eines Grundstückes oder Industriegeländes betrieben werden. Die Empfangsanlagen können mit einem Sender für Quittungsgabe ausgerüstet sein.

Kommandofunkanlagen. Sie bestehen aus 1 Sende- und 1 Empfangsfunkanlage, z. B. für die Durchsage von Kommandos zur Steuerung von Kränen und anderen beweglichen Objekten oder bei Fahrschulen zur Durchsage von Anweisungen an Fahrschüler. Es sind nur Funkanlagen geringer Leistung zugelassen.

Drahtlose Mikrophone. Das sind Sprechfunkanlagen mit sehr geringer Strahlungsleistung, die ein Mikrophonkabel ersetzen sollen, vorzugsweise in geschlossenen Räumen. Es können hier mehrere Empfänger in den Ausgängen zusammengeschaltet werden. Sie sind ausschließlich für die Übertragung von Sprache oder Musik als Redner- oder Künstleranlagen bestimmt. Die Verwendung der drahtlosen Mikrophone für einen Wechsel- oder Gegensprechbetrieb ist nicht zulässig.
Binz

Durchschalteglied TW 39, leitungsindividueller Anschaltesatz für → Richtungswähler TW 39 und → Umrechner im Telex-Gentex-Netz.

Durchschaltetechnik. Die Übertragungs-Frequenzbänder der deutschen TF-Systeme werden entsprechend den Empfehlungen des CCITT für ein internationales TF-Netz einheitlich über die Basis-Frequenzlage der → Primärgruppe (60 bis 108 kHz), der → Sekundärgruppe (312 bis 552 kHz) und der → Quartärgruppe »B« (312 bis 4028 kHz) gebildet, so daß in diesen Frequenzlagen Bündel von 12, 60 oder 900 Kanälen geschlossen aus einem auf ein anderes Weitverkehrs-System durchgeschaltet werden können. Durchschaltefilter zwischen Empfangsumsetzer-Ausgang des einen und Sendeumsetzer-Eingang des anderen Systems sollen verständliches oder unverständliches Nebensprechen aus Restfrequenzen von Nachbargruppen ober- und unterhalb des durchzuschaltenden Frequenzbandes unterdrücken. Die Grunddämpfung der Filter (= Dämpfung im Durchlaßbereich) entspricht als Einfügungsdämpfung in die Verbindung der Differenz zwischen dem rel. Kanalpegel am Empfangs-Umsetzer-Ausgang und dem am Sendeumsetzer-Eingang (= Schaltverteiler-Pegel, Verteiler in TF-System). Die Sperrdämpfung der Filter gegen Frequenzanteile aus benachbarten Kanälen unter- und oberhalb des Durchlaßbereiches soll ≧ 8 Np sein. Primärgruppen-Durchschaltfilter: Einfügungsdämpfung = 0,7 Np; Sperrdämpfung, bezogen auf Pegelwert bei 84 kHz ≧ 8 Np, für TF-Tonkanäle im Bereich 36 bis 48 kHz oder 120 bis 132 kHz ≧ 10 Np. Bei PG-Durchschaltung von Weit- auf Nahverkehrssysteme (Z 12) wird wegen der größeren Lücke zwischen dem durchzuschaltenden Band und den zu unterdrückenden Bändern (> 6 kHz) ein Filter geringerer Flankensteilheit (vereinfachtes Primärgruppen-Durchschaltefilter) verwendet. Sekundärgruppen-Durchschaltefilter: Einfügungsdämpfung = 0,5 Np; Sperrdämpfung, bezogen auf Pegelwert bei 312 kHz ≧ 8 Np, für Bereiche mit TF-Tonübertragung ≧ 10 Np. Quartärgruppen-Durchschaltefilter: Einfügungsdämpfung = 0,92 Np; Sperrdämpfung, bezogen auf Pegelwert bei 1552 kHz ≧ 8 Np. Die QG B1, B2 und B3 werden in Endstellen auch in ihrer Übertragungslage über eigene Durchschaltefilter von einem auf ein zweites System V 2700 durchgeschaltet. Aufbau: Beide Übertragungsrichtungen der Durchschaltefilter i. allg. in einem Gerät (Einschub) vereinigt. Geräte sind in einem Durchschalte-Filtergestell (z. B. Schrankgestell, Höhe 2,6 m, für 18 Einschübe) untergebracht; ihre Ein- und Ausgänge enden in Verteilergestellen, in denen sie bei Bedarf in die PG-, SG-, oder QG-Verbindungen eingeschleift werden (Verteiler in TF-Systemen).
Wichmann

Durchschaltepegel → Fernvermittlungsstelle (unter FernVStHand F 57).

Durchschalteverfahren → Fernschreibsondernetze.

Durchschaltevermittlungssysteme. Oberbegriff für Vermittlungssysteme, bei denen ein — von Laufzeiten abgesehen — unverzögerter Nachrichtenaustausch in beiden Richtungen für die Dauer einer Verbindung möglich ist. Gegensatz nur bei Telegrafenvermittlungssystemen: → Speichervermittlung.

Durchschlagfestigkeit → Isolierstoffe.

Durchschlagsicherung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

durchschnittliche Abweichung, ein Maß für die Abweichungen vom Mittelwert, die in einem statistischen Zahlenmaterial vorkommen, → statistische Methoden.

Durchsuchung → Fernmeldestrafrecht 2.2.

Durchwahl-Nebenstellenanlagen sind große → Wähl-Nebenstellenanlagen des öffentlichen Fernsprechnetzes, bei denen die Innenverbindungen und die abgehenden Amtsverbindungen selbsttätig aufgebaut und die ankommenden Amtsverbindungen entweder bis zur Nebenstelle durchgewählt oder bei Anruf der Abfragestelle von dieser durch Wahl der Nebenstelle zugeleitet werden. Der Anruf erfolgt bei der Abfragestelle, wenn der Anrufer die Rufnummer des Teilnehmers (Abfragestelle, letzte Ziffer 1) gewählt hat; bei der Wahl der verkürzten Rufnummer und anschließender Wahl der Nebenstellennummer wird der Nebenanschluß erreicht.

Die D. entsprechen in ihren Leistungsmerkmalen den großen Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W. Zusätzlich gelten folgende Bedingungen:

1. Ankommende Durchwahlverbindungen mit Fernkennzeichen werden sofort zur Abfragestelle abgeworfen, wenn die angerufene Nebenstelle besetzt, innerhalb der Nebenstellenanlage kein Verbindungsweg verfügbar ist, eine nicht amtsberechtigte Nebenstelle gewählt wird oder eine nicht beschaltete Einrichtung erreicht wird.

Auf Wunsch des Inhabers der Nebenstellenanlage kann der Abwurf auch auf ankommende Durchwahlverbindungen ohne Fernkennzeichen ohne oder mit Anschaltung eines Ansagegerätes bei besetzt gefundener Nebenstelle ausgedehnt werden. Das Ansagegerät ist dabei als Ergänzungsausstattung bei ankommenden Durchwahlverbindungen ohne Fernkennzeichen zulässig, wenn die gerufene Nebenstelle besetzt ist oder innerhalb der Nebenstellenanlage kein Verbindungsweg verfügbar ist. Die Ansage ist sofort und mit folgendem Wortlaut zu geben: »Nebenstelle besetzt oder nicht erreichbar — bitte auflegen oder auf Vermittlung warten«; zeitgerechter Einsatz der Ansage ist nicht vorgesehen. Nach 30 s muß der Anruf bei der Abfragestelle bewirkt werden. Der Anrufer erhält Rufzeichen.

2. Ankommende Durchwahlverbindungen werden nach höchstens 40 s zur Abfragestelle abgeworfen, wenn die angerufene freie Nebenstelle sich nicht meldet.

3. Bei der Abfragestelle werden Abwurfanrufe und Anrufe durch Wahl der Teilnehmerrufnummer (letzte Ziffer 1) unterschiedlich gekennzeichnet.

4. Schaltungstechnische Bedingungen: Bei ankommenden Amtsverbindungen mit Fernkennzeichen muß dieses bei der Wahl der letzten Ziffer der Rufnummer oder der 1. Ziffer der Nebenstellennummer in der Übertragung der Nebenstellenanlage aufgenommen werden; bei Gesprächsende muß Schlußzeichen gegeben werden.

Bei ankommenden Amtsverbindungen muß in Ortsnetzen, in denen Wahlendezeichen (WEZ) gefordert wird, dieses nach Beendigung des Verbindungsaufbaus und nach dem Melden der Abfragestelle oder der Nebenstelle sofort das Beginnzeichen (Zähleinleitung) zur Vermittlungsstelle gegeben werden.

Im ankommenden Verkehr erhält der Anrufer Freiton (1. Zeichen und 5″-Zeichen) oder Besetztton aus der Nebenstellenanlage. Der Besetztton muß mit dem der Vermittlungsstelle übereinstimmen.

Die Schaltkennzeichen für D. sind nach Art und Dauer in einer besonderen »Zusammenstellung der Schaltkennzeichen für Nebenstellenanlagen mit Durchwahl — VStW« des FTZ zusammengefaßt (FTZ 123 7 Ta).

Die D. werden nur zugelassen, wenn die technischen Einrichtungen der Vermittlungsstelle die Anschließung gestatten. Der Anschluß in der Vermittlungsstelle erfolgt — außer in besonderen Fällen bei dienstlichen Nebenstellenanlagen — nicht an Leitungswähler, sondern an Gruppenwähler mit besonderen Übertragungen. Ankommende oder doppelt gerichtete Amtsleitungen ohne Durchwahl sind in D. nicht zulässig. Außerdem müssen in D. alle amtsberechtigten Wähl-Nebenanschlüsse in Durchwahl erreichbar sein; die Durchwahl über Querverbindungen kann jedoch nur zur Abfragestelle erfolgen.

Bei D. soll künftig nach den → Ausstattungsvorschriften im Rahmen der Regelausstattung ein selbsttätiger Prüfanschluß, der als Nebenstelle zählt, eingerichtet werden, um die Schaltkennzeichen der D. von der Vermittlungsstelle aus überprüfen zu können. *Paul*

Durchwahlzusatz. Zusatz zum Vorwähler des → Systems TW 39, um sicherzustellen, daß vorhergehende Verbindung vollständig aufgelöst ist, bevor eine neue durchgeschaltet wird. Erforderlich z. B. bei Durchwahl zu Nebenstellenanlagen.

Duroplaste sind hitzehärtbare Kunststoffe, die nach der Härtung nur noch spanabhebend verarbeitbar sind. Beispiel: Phenol- und Kresolharze (→ Kunststoffe).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

v. Duuren-Code → Codierung.

v. Duuren-Verfahren, ein Verfahren der Fehlererkennung durch Prüfung des 3 : 4-Verhältnisses eines Siebenschritt-Codes, wie es im → ARQ-System angewendet wird.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 573.

DVÜ-Netz (Digitales Vermittlungs- und Übertragungsnetz) → integriertes Netz.

Dyn ist der Name für die CGS-Einheit der Kraft, Formelzeichen dyn. Es gilt exakt

$$1\ \mathrm{dyn} = 10^{-5}\ \mathrm{N}$$

in bezug auf die SI-Einheit Newton (N) der Kraft.

Dynamik.

A. Begriff aus der Mechanik, Lehre von den Kräften.

Die D. befaßt sich mit der Bewegung von Massepunkten und starren Körpern und geht den Ursachen (Kräften) nach, die diese Bewegungen auslösen.

Die Kinematik oder Bewegungslehre behandelt nur die Bewegung, ohne nach den Ursachen zu fragen.

Bei gleichförmiger Bewegung legt ein bewegter Punkt in gleichen Zeiten gleiche Wege zurück. Seine Geschwindigkeit v = Weg/Zeit = s/t m/s ist konstant. Im Weg-Zeit-Diagramm (Bild 1a) ist v dem $\tan\alpha$ proportional, im Geschwindigkeitsdiagramm (Bild 1b) ist v eine Parallele zur Zeitachse, und die von v und t eingeschlossene Fläche entspricht dem zurückgelegten Weg $s = v \cdot t$.

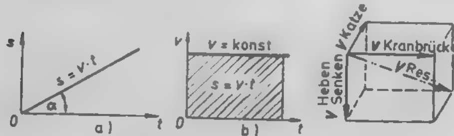


Bild 1. Bild 2.

In Physik und Technik wird die Geschwindigkeit als Vektor v dargestellt. Bei mehreren in verschiedener Richtung und Größe auftretenden Geschwindigkeiten werden die Geschwindigkeitsvektoren zu Resultierenden zusammengefaßt oder ggf. zerlegt. Hierbei werden die gleichen Grundsätze wie beim Zusammenfassen und Zerlegen von Kräften angewandt. Man spricht von Geschwindigkeitsdreieck, -vieleck usw. (Beispiel: Laufkran, Bild 2). Bei ungleichförmiger Bewegung ändert sich die Größe und ggf. die Richtung der Geschwindigkeit v mit der Zeit t, $v = \frac{ds}{dt}$ m/s.

Die Änderung der Geschwindigkeit dv in der Zeit dt nennt man Beschleunigung b

$$b = \frac{dv}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},$$

oder bei der Anfangsgeschwindigkeit v_0 ergeben sich für die Geschwindigkeit v und den Weg s:

$$v = v_0 + b \cdot t\ ;\ s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}bt^2 = \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t\,.$$

Wenn b = konst. und positiv, haben wir gleichmäßig beschleunigte Bewegung (Bild 3a). Wenn b = konst., aber negativ ist, sprechen wir von gleichmäßig verzögerter Bewegung (Bild 3b). Im Geschwindigkeitsdiagramm erscheint v als Gerade, die Neigung $\tan\alpha_2$ ist der Beschleunigung proportional. Im Weg-Zeit-Diagramm ergibt sich für s eine Parabel. Die Steigung ist veränderlich, und im Punkt 1 nach dem zurückgelegten Weg s_1 ist $\tan\alpha_1$ der Geschwindigkeit v_1 proportional. Bei $v_0 = 0$ vereinfachen sich die Gleichungen:

$$s = \frac{1}{2}bt^2 = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{v^2}{2b}\ ;\ v = b \cdot t = \sqrt{2bs}\ ;\ b = \frac{v}{t}\,.$$

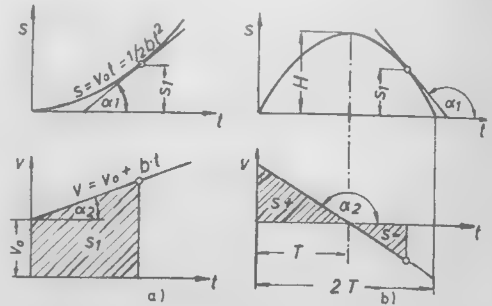


Bild 3.

Beim freien Fall und der Fallbeschleunigung g im luftleeren Raum

$$g = 9{,}80665\ \text{(DIN 1305)} \approx 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$$

betragen

$$h = \frac{1}{2}gt^2\ \text{(Fallhöhe)}\ ;\ v = g \cdot t = \sqrt{2gh}\ ;$$

$$t = \frac{v}{g} = \sqrt{2g/h}\,.$$

Der senkrechte Wurf ist (Bild 3b) im Weg-Zeit- und im Geschwindigkeits-Diagramm dargestellt. Bei der Verzögerung (negative Beschleunigung)

$$-g = -9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$$

ergeben sich Wurfhöhe H und Steigzeit T bei der Anfangsgeschwindigkeit v_0 zu:

$$H = \frac{v_0^2}{2g}\ ;\ T = \frac{v_0}{g}\ ;\ v = v_0 - g \cdot t\ ;\ s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2.$$

Bei der krummlinigen Bewegung eines Massenpunktes längs des Weges s und bei der vektoriellen Beschreibung der Bewegung von A nach B beziehen wir die jeweilige Lage auf einen beliebig gewählten festen Punkt 0 und bezeichnen die Entfernung 0A als Ortsvektor $\boldsymbol{r}$. Nach der endlichen Zeit Δt ist der Massepunkt über die Bahn s nach B um die endliche gerichtete Strecke $\Delta\boldsymbol{r}$ verschoben worden (Schiebung), und der zur Lage B gehörige Ortsvektor ist gleich $\boldsymbol{r} + \Delta\boldsymbol{r}$.

Je kleiner man die Zeitspanne Δt macht, um so kleiner wird $\Delta\boldsymbol{r}$. Gehen wir zur Grenze $\Delta t \to 0$, so erhalten wir die Geschwindigkeit v im Punkte A:

$$\boldsymbol{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}\ \text{(Bild 4a).}$$

Auch die Geschwindigkeit $\boldsymbol{v}$ ändert sich in dem Zeitintervall Δt um $\Delta\boldsymbol{v}$ und bekommt die Größe

$\boldsymbol{v} + \Delta \boldsymbol{v}$. Gehen wir mit Δt zur Grenze $\Delta t \to 0$, so ist die Beschleunigung b:

$$\boldsymbol{b} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} \text{ (Bild 4b).}$$

Die Beschleunigung $\boldsymbol{b}$ hat zwei Komponenten, die Tangentialbeschleunigung $\boldsymbol{b}_t = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}$ und eine zur konkaven Seite gerichtete Normalbeschleunigung $\boldsymbol{b}_n = \frac{\boldsymbol{v}^2}{\varrho}$ (Bild 4c), wobei ϱ der Radius der jeweiligen Krümmung ist. Daraus folgt, jede Richtungsänderung bedeutet Beschleunigung, und jede krummlinige Bewegung (z. B. Kreisbewegung) ist eine beschleunigte Bewegung.

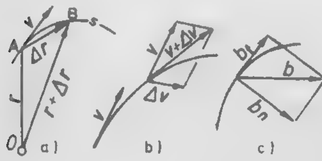


Bild 4.

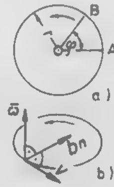


Bild 5.

Bei einer Kreisbewegung (Bild 5a) bewegt sich der Massenpunkt auf einem Kreis mit Radius r von A nach B. Der Fahrstrahl 0A dreht sich um den Winkel φ, und der zurückgelegte Weg $r \cdot \widehat{\varphi}$ wird im Bogenmaß gemessen. Die Geschwindigkeit v des Massenpunktes ist

$$v = r \cdot \frac{d\widehat{\varphi}}{dt} = r \cdot \omega \text{ m/s, und } \omega = \frac{d\widehat{\varphi}}{dt}$$

bezeichnet dabei die Winkelgeschwindigkeit; man versteht darunter die Geschwindigkeit eines Punktes im Abstand 1 vom Drehpunkt. Die Beschleunigung

$$b = \frac{dv}{dt} \text{ m/s}^2$$

kann man wie Bild 4c zerlegen in eine Normal-(Zentripetal-) Beschleunigung

$$b_n = b_r = \frac{v^2}{r} = r\,\omega^2 = v \cdot \omega$$

und eine Tangentialbeschleunigung

$$b_t = r \cdot \frac{d\omega}{dt}.$$

Bei gleichförmiger Kreisbewegung ist ω konstant, d.h.

$$\frac{d\omega}{dt} = 0 \quad \text{und} \quad b_t = 0$$

(vektorielle Darstellung von $\boldsymbol{v}$, $\boldsymbol{\omega}$ und $\boldsymbol{b}_r$, Bild 5b). Zwischen Drehzahl n Umdrehungen/Min., Umlaufgeschwindigkeit v m/sec, Umlaufzeit T sec/Umdr. und Winkelgeschwindigkeit ω 1/sec bestehen folgende Beziehungen:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \; v = r \cdot \omega = \frac{r \cdot \pi \cdot n}{30}; \; T = \frac{60}{n} = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Jede Bewegung in der Ebene kann als eine Zusammensetzung von Schiebung und Drehung aufgefaßt werden. Das soll an dem Beispiel eines Kurbeltriebwerks (Bild 6a) erläutert werden. Wenn ω = konst., folgt für den Weg s:

$$s = r(1 - \cos\alpha) + \frac{r^2}{2l} \cdot \sin^2\alpha$$
$$= r\left(1 - \cos\alpha - \frac{1}{2}\lambda \cdot \sin^2\alpha\right).$$

Durch Differenzieren ergeben sich Geschwindigkeit c und Beschleunigung b, es ist:

$$c = \frac{ds}{dt} = r \cdot \omega \cdot (\sin\alpha + \frac{1}{2}\lambda \cdot \sin 2\alpha) \qquad \text{Bild 6b,}$$

$$b = \frac{dc}{dt} = r \cdot \omega^2 (\cos\alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha) \qquad \text{Bild 6c.}$$

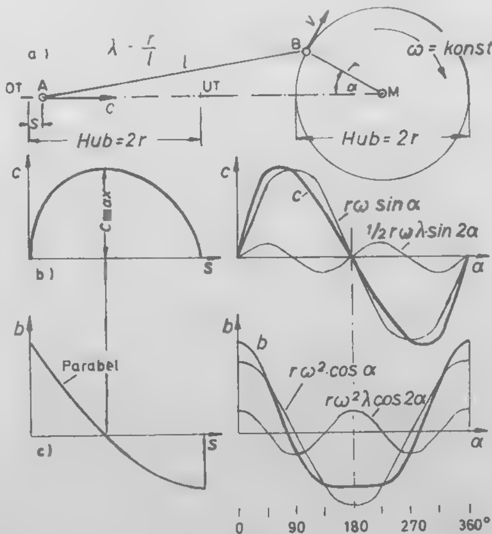


Bild 6.

Geschwindigkeit und Beschleunigung kann man für jede Lage des Punktes A bzw. für jede Kurbelstellung (Kurbelwinkel α) leicht rechnerisch oder zeichnerisch ermitteln. Die Beschleunigungskurve b über dem Weg s aufgetragen ist eine Parabel.

Dynamik des Massenpunktes. Das Newtonsche Gesetz oder das Grundgesetz der Dynamik lautet: Kraft = Masse × Beschleunigung,

$$\boldsymbol{F} = m \cdot \boldsymbol{b} = m \cdot \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}.$$

Ist die Kraft F von konstanter Richtung und Größe, liegt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung vor, also $F = m \cdot b$. Die Masse m ist die Stoffmenge des punktförmig angenommenen starren Körpers (des Massenpunktes). Im Internationalen Einheitensystem wird sie in der Grundeinheit kg gemessen,

es erteilt also die Kraft von 1 N der Masse von 1 kg die Beschleunigung 1 m/s².

Im Techn. Maßsystem ist die Masse m eine abgeleitete Größe:

$$m = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Erdbeschleunigung}} = \frac{G}{g}\ \frac{kp \cdot s^2}{m}\ .$$

Arbeit W ist Kraft · Weg, $W = F \cdot s$, wenn die Kraft F als gleichbleibende Größe in der Bewegungsrichtung längs des Weges s wirkt. Die Gleichung

$$W = \int \boldsymbol{F}\,\mathrm{d}\boldsymbol{s} = \int F \cdot \mathrm{d}s \cdot \cos\alpha$$

gilt allgemein (Bild 7a).

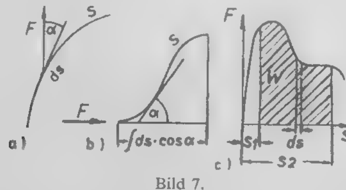


Bild 7.

Wenn F konst., ist $W = F \int \mathrm{d}s \cdot \cos\alpha$, das bedeutet, die Arbeit gleicht dem Produkt aus der Kraft und der Projektion des Weges auf die Wirkungslinie der Kraft (Bild 7b). Ist die Kraft F nicht konstant, wirkt sie aber jeweils in Richtung des Weges s, d. h.

$$W = \int_1^2 F\,\mathrm{d}s\ ,$$

so benutzt man (z. B. beim Drehkraftdiagramm) die graphische Darstellung und ermittelt die Arbeit (schraffierte Fläche) mit dem Planimeter (Bild 7c).

Die Einheit der Arbeit ist 1 Joule = 1 Wattsekunde, 1000 J = 1 kJ im Internat. Einheitensystem. Im Techn. Maßsystem wird die Arbeit in Meterkilopond gemessen, 1 mkp = 9,807 J. Weitere Techn. Arbeitseinheiten PSh, kWh werden aus der Leistung abgeleitet.

Leistung P ist die in der Zeiteinheit geleistete Arbeit:

$$P = \frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}t} = F\,\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} \cdot \cos\alpha = F \cdot v \cdot \cos\alpha\ .$$

Wirken F und v in gleicher Richtung, folgt daraus $P = F \cdot v$.

Die Einheit der Leistung ist im Internat. Einheitensystem 1 Watt, 1000 W = 1 kW. Im Techn. Einheitensystem ist die kleinste Einheit 1 mkp/s, gebräuchlicher sind die größeren Einheiten:

1 PS = 75 mkp/s = 0,736 kW = 736 W,
1 kW = 102 mkp/s = 1,36 PS.

Aus der Leistung kann man die Arbeit ableiten:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P\,\mathrm{d}t$$

und bei konst. Leistung $W = P \cdot t$. Die dementsprechende, abgeleitete Techn. Arbeitseinheit 1 kWh = 1,36 PSh = 367 200 mkp.

In vielen Bereichen der Technik ist die rotierende Maschine das Mittel der Energieumformung von chemischer Energie und von Wärme in Arbeit bzw. von Arbeit in elektrische Energie und umgekehrt. Die am Kurbelzapfen eines Kurbeltriebs oder an den Kupplungsbolzen einer Kupplung übertragene Tangentialkraft F_t, im Abstand r von der Wellenachse, die sich mit der Winkelgeschwindigkeit ω bzw. mit n Umdrehungen in der Minute dreht, ergibt ein **Drehmoment** $M_t = F_t \cdot r$ und eine Leistung $P = F_t \cdot v = F_t \cdot r \cdot \omega = M_t \cdot \omega$. Setzt man

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

in die Gleichung ein, folgt:

$$P = M_t \cdot \frac{\pi n}{30}\ \text{mkp/s} = \frac{M_t \cdot n}{716{,}2}\ \text{PS}$$

$$M_t = 716{,}2\ \frac{P}{n}\ \text{mkp Dimension für } P \text{ PS}$$

$$M_t = 9{,}55\ \frac{P}{n}\ \text{Nm Dimension für } P \text{ Watt}$$

$$M_t = 974\ \frac{P}{n}\ \text{mkp Dimension für } P \text{ kW}$$

(für n min⁻¹)

Der Wirkungsgrad η, das Verhältnis zwischen genutzter und aufgewandter Arbeit (Energie) oder zwischen effektiver und zugeführter Leistung, ist die wichtige Kenngröße für die Wirtschaftlichkeit eines Arbeitsvorganges oder einer Energieumformung:

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} = \frac{W_e}{W} = \frac{P_e}{P}\ ;$$

hierbei ist W_e die Nutzbarkeit (P_e die effektive Leistung) und W die aufgewandte Arbeit (P die zugeführte Leistung). Den Wirkungsgrad in % erhält man, wenn die verlustlose Energieumformung = 100% gesetzt wird und davon die Verluste (Reibungs-, Wärme-, elektrische Verluste u. a.) in % abgezogen werden. Der Gesamtwirkungsgrad η_{gesamt} setzt sich ggf. aus verschiedenen Teilwirkungsgraden $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdots \eta_n$ zusammen:

$$\eta_{\text{gesamt}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdots \eta_n\ .$$

Arbeit ist eine Energieform. Wirkt auf einen geradlinig bewegten Körper die Kraft F, so folgt für die Arbeit W:

$$W = \int F\,\mathrm{d}s = m \int b \cdot \mathrm{d}s = m \int \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} \cdot v \cdot \mathrm{d}t$$

$$= m \cdot \int v\,\mathrm{d}v = \frac{1}{2}\,m v^2 - \frac{1}{2}\,m \cdot v_0^2 = E - E_0\ .$$

Durch die Wirkung der Kraft F hat sich die Geschwindigkeit v_0 auf v und die Energie der Bewegung = **kinetische Energie** oder Wucht von E_0 auf E erhöht, anders ausgedrückt, der Zuwachs an kinetischer Energie $E - E_0$ ist gleich der von der angreifenden Kraft F geleisteten Arbeit W. Unter **kinetischer Energie** E des punktförmigen Körpers mit der Masse m versteht man also den

Vorrat (Zuwachs) an Arbeitsfähigkeit eines Körpers, der auf dessen Geschwindigkeit v beruht:

$$E = \frac{1}{2}\, m \cdot v^2 \cdot \mathrm{J} \quad \text{bzw. mkp.}$$

Man kann die Arbeit W aber auch tun, indem man den Körper mit der Masse m von einem tieferen auf ein höheres Niveau um die Höhe h hebt und so eine Verschiebungsarbeit gegen die Schwerkraft $W = m \cdot g \cdot h$ leistet. Die Energie der Lage hat sich geändert, und man versteht unter Energie der Lage oder potentieller Energie eines Körpers den Vorrat an Arbeitsfähigkeit, der auf dessen Lage beruht.

Die Summe aus potentieller und kinetischer Energie ist konstant, auf den frei fallenden Körper angewandt lautet die Gleichung:

$$E_p + E_k = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2}\, m\, v^2 = \text{konst.}$$

Das mit der Gleichung ausgedrückte Energieprinzip ist nicht nur auf mechanische Vorgänge beschränkt, sondern ein allgemein gültiges Naturgesetz. Man bezeichnet es als Gesetz von der Erhaltung der Energie.

Bewegungsgröße $\boldsymbol{B}$ ist das Produkt aus Masse m und Geschwindigkeit $\boldsymbol{v}$ eines Massenpunktes:

$$\boldsymbol{B} = m \cdot \boldsymbol{v} \quad \mathrm{kg \cdot m/s} \ \text{bzw.}\ \mathrm{kp \cdot s}\,.$$

Wenn die wirkende Kraft $\boldsymbol{F}$ ist, gilt:

$$\boldsymbol{F} = m \cdot \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}(m \cdot \boldsymbol{v})}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{B}}{\mathrm{d}t}\,,$$

$$\boldsymbol{B} - \boldsymbol{B}_0 = m \cdot \boldsymbol{v} - m\,\boldsymbol{v}_0 = \int_0^t \boldsymbol{F}\,\mathrm{d}t\,,$$

wobei $\boldsymbol{B}_0$ die Bewegungsgröße zur Zeit $t = 0$ ist.

Das Zeitintegral $\int \boldsymbol{F}\,\mathrm{d}t$, Kraftstoß oder Impuls genannt, entspricht der Zunahme der Bewegungsgröße. Der Vektor der Bewegungsgröße $m \cdot \boldsymbol{v}_0$ (Bild 8) zeigt in Richtung der Geschwindigkeit $\boldsymbol{v}_0$ und der Vektor des Impulses in Richtung des Kraftstoßes (das Zeitintegral ist dabei die geometrische Summe der Einzelvektoren $\boldsymbol{F}\,\mathrm{d}t$).

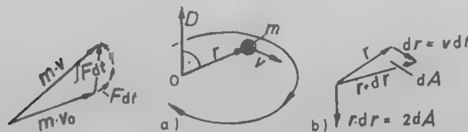


Bild 8. Bild 9.

Drall oder Drehimpuls $\boldsymbol{D}$ eines Massenpunktes in bezug auf einen beliebig gewählten, festen Punkt 0 ist das Moment aus der Bewegungsgröße $m \cdot \boldsymbol{v}$ und dem Ortsvektor $\boldsymbol{r}$. Der Vektor $\boldsymbol{D}$ steht immer senkrecht auf der Drehebene von $\boldsymbol{v}$ und $\boldsymbol{r}$ (Bild 9a), seine Größe ist

$$\boldsymbol{D} = \boldsymbol{r} \cdot m \cdot \boldsymbol{v} = m \cdot \boldsymbol{r} \cdot \boldsymbol{v} = m \cdot \boldsymbol{r} \cdot \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\,.$$

Bezeichnet man die auf den Massenpunkt wirkende Kraft mit $\boldsymbol{F}$ und das statische Moment mit $\boldsymbol{M} = \boldsymbol{F} \cdot \boldsymbol{r}$, so ist die zeitliche Ableitung des Dralls gleich dem statischen Moment $\boldsymbol{M} = \dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{D}}{\mathrm{d}t}$.

Es folgt:

$$\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{M}\,\mathrm{d}t = \boldsymbol{r}_2 \cdot m\,\boldsymbol{v}_2 - \boldsymbol{r}_1 \cdot m\,\boldsymbol{v}_1 = \boldsymbol{D}_2 - \boldsymbol{D}_1\,,$$

d. h., das statische und zugleich beschleunigende Moment der auf einen Massenpunkt wirkenden Kraft ist gleich der Zunahme des Dralls.

Da $\boldsymbol{v} = \dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$ $\mathrm{d}\boldsymbol{r} = \boldsymbol{v}\,\mathrm{d}t$, $\boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}t = m\,\boldsymbol{r}\,\mathrm{d}\boldsymbol{r}$ und nach Bild 9b $\boldsymbol{r} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}$ gleich dem doppelten Flächenelement $\mathrm{d}\boldsymbol{A}$ ist, das von dem Radius $\boldsymbol{r}$ bestrichen wird, folgt:

$$\boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}t = 2\,m \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{A} \quad \text{oder} \quad \boldsymbol{D} = 2\,m\,\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{A}}{\mathrm{d}t}\,.$$

Bezeichnet man $\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{A}}{\mathrm{d}t}$ als Flächengeschwindigkeit, kann man den Drall auch definieren als doppeltes Produkt aus Masse und Flächengeschwindigkeit (Flächensatz).

Für die Drehung um eine feste Achse ist

$$\int_{t_1}^{t_2} M\,\mathrm{d}t = m\,v_2 \cdot r - m\,v_1 \cdot r = D_2 - D_1\,.$$

Bei konstantem Moment M und der Dauer der Einwirkung $t_2 - t_1$ wird

$$\int_{t_1}^{t_2} M\,\mathrm{d}t = M\,(t_2 - t_1),$$

und von der resultierenden Kraft F liefert nur die tangentiale Komponente einen Beitrag zum Moment. Man unterscheidet in der Dynamik a) freie und b) unfreie (gezwungene) Bewegungen eines Massenpunktes. Freier Fall und senkrechter Wurf als Beispiele zu a) wurden bereits behandelt (Bild 3b).

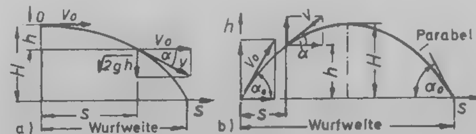


Bild 10.

Für den horizontalen und den schiefen Wurf (Bild 10) gelten bei der Anfangsgeschwindigkeit v_0 und dem Wurfwinkel α_0 folgende Gleichungen:

Wurf (ohne Luftwiderstand)		a) horizont. Wurf	b) schiefer Wurf
horizontale Geschwindigkeit		$v_0 = \text{konst.}\ (a_0 = 0)$	$v_0 \cdot \cos a = \text{konst.}$
vertikale Geschw.	nach t sec	$g \cdot t = \sqrt{2gh}$	$v_0 \cdot \sin a - g \cdot t$
Fall- (Wurf-) höhe h	nach t sec	$\frac{1}{2} g \cdot t^2$	$v_0 t \cdot \sin a - \frac{1}{2} g \cdot t_2$
Wurfweite s	nach t sec	$v_0 \cdot t$	$v_0 \cdot t \cdot \cos a_0$
Scheitelhöhe H		bekannt	$\frac{1}{2g} v_0^2 \cdot \sin 2a$
Wurfzeit gesamt		$\sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{2}{g} \cdot v_0 \cdot \sin a$
Wurfweite gesamt		$v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$	$\frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2a$

Beispiele für b) — die unfreie Bewegung — sind die schiefe Ebene und das Pendel. Im Bild 11a wirkt der beschleunigenden Kraft $F = m \cdot g \cdot \sin\alpha$ die Reibungskraft $R = \mu \cdot F_n = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$ entgegen. Gleitet der Massenpunkt m um die Fallhöhe h auf der schiefen Ebene längs des Weges s und ist die

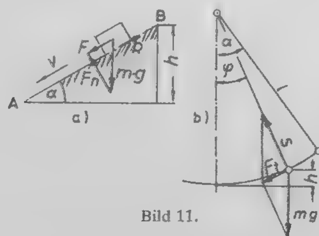


Bild 11.

Anfangsgeschwindigkeit im Punkt B = 0, so betragen der Weg von B nach A $s = h/\sin\alpha$, die Arbeit W_F und W_R der längs des Weges wirkenden Kräfte $W_F = m \cdot g \cdot h$ bzw.

$$W_R = \mu \cdot m \cdot g \cdot h \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \mu\, m\, g\, h \cdot \cot\alpha$$

und die kinetische Energie E in Punkt A bei der Geschwindigkeit v:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = m \cdot g \cdot h - \mu \cdot m \cdot g \cdot h \cdot \cot\alpha$$

und

$$v = \sqrt{2gh \cdot (1 - \mu \cdot \cot\alpha)}\,.$$

Als mathematisches Pendel bezeichnet man einen Massenpunkt an einem gewichtslosen Faden, der um seine Gleichgewichtslage Schwingungen ausführen kann (Bild 11b). Auf den Massenpunkt wirken die Schwerkraft $m \cdot g$ und die Spannkraft des Fadens $S = m \cdot g \cdot \cos\varphi$.

Ihre Resultierende ist $F_t = -m \cdot g \cdot \sin\varphi$. Im tiefsten Punkt hat der Massenpunkt seine höchste Geschwindigkeit v_{max}, eine max. Normalbeschleunigung und die Tangentialbeschleunigung Null. Nach dem Energiesatz kann man die Geschwindigkeit v beim Erreichen der Höhe h ermitteln:

$$\frac{1}{2} m v^2_{max} - \frac{1}{2} m v^2 = m \cdot g \cdot h;\ v = \sqrt{v^2_{max} - 2gh}\,.$$

Die Schwingungsdauer $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ ist von der Länge l des Pendels und der Erdbeschleunigung g, nicht aber von der Schwingungsweite (Winkel α) abhängig. Bei der Länge $l \approx 1$ m — für Berlin 0,99426 m, Paris 0,99386 m, London 0,99407 m, New York 0,99315 m — benötigt das Pendel für eine halbe Schwingung 1 Sekunde (Sekundenpendel).

Dynamik des Punkthaufens. Wenn in einem bewegten System die Massenpunkte ihre gegenseitige Lage infolge von inneren Kräften verändern, spricht man von einem Punkthaufen.

Newtons dynamische Grundgleichung kann man auch umstellen $F - m \cdot b = 0$. Dann bezeichnet F die äußere Kraft oder die Resultierende der äußeren Kräfte und $m \cdot b$ die Trägheitskraft T abhängig von der Masse m und von der dem System erteilten Beschleunigung b, d. h., an jedem Körper oder Punkthaufen stehen die äußeren und die Trägheits-Kräfte im Gleichgewicht. Diesem Prinzip von d'Alembert entsprechend kann jede Aufgabe aus der Dynamik nach dem statischen Grundsatz des Gleichgewichts der Kräfte gelöst werden.

Bei einem Punkthaufen haben also die inneren Kräfte keinen Einfluß auf die Bewegung seines Schwerpunktes. Für zwei Massen m_1 und m_2 eines Systems, die relativ zum gemeinsamen Schwerpunkt um s_1 bzw. s_2 verschoben werden oder schwingen, gilt

$$m_1 \cdot s_1 = m_2 \cdot s_2 \quad \text{oder} \quad m_1 : m_2 = s_2 : s_1$$

(Satz vom Schwerpunkt).

Die Anzahl der unabhängigen Veränderlichen, die die Lage und den Zustand eines Massenpunktes und den Zustand mehrerer Massenpunkte zueinander bestimmen (Koordinaten, Parameter), nennt man Freiheitsgrade. Ein frei beweglicher Punkt hat auf der Geraden einen, in der Ebene 2, im Raum 3 Freiheitsgrade, und ein im Raum frei beweglicher starrer Körper hat 6 Freiheitsgrade; denn 3 Koordinaten benötigt man zur Bestimmung seiner Schwerpunktlage und 3 weitere, um vom Schwerpunkt ausgehend die Lage einer körperfesten Achse zu bestimmen. Ist die Geschwindigkeit eine Veränderliche, so muß man für dynamische Betrachtungen auch ihr einen weiteren Freiheitsgrad zuschreiben.

Die Dynamik des starren Körpers läßt sich ableiten aus den Beziehungen, die für den Massenpunkt und den Punkthaufen gelten.

Bei der Drehung eines symmetrischen Körpers (Bild 12) um seine Mittelachse mit der Winkel-

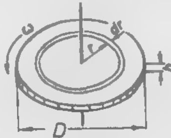


Bild 12.

geschwindigkeit ω hat ein Masseteilchen $\mathrm{d}m$ im Abstand r von der Drehachse die Geschwindigkeit $v = \omega \cdot r$. Für die kinetische Energie (Wucht) gilt:

$$E = \frac{1}{2}\,\mathrm{d}m\,v^2 = \frac{1}{2}\,\omega^2 \int r^2\,\mathrm{d}m = \frac{1}{2}\,\omega^2 \cdot \Theta\,.$$

In der Gleichung wird das Massenträgheitsmoment

$$\Theta = \int_0^{D/2} r^2 \cdot \mathrm{d}m$$

definiert als die Summe der Produkte aus den Masseteilchen $\mathrm{d}m$ und dem Quadrat ihrer Abstände r (Bild 13), wobei ein ringförmiges Masseteilchen $\mathrm{d}m = 2\,\pi\,r\,h \cdot \varrho \cdot \mathrm{d}r$ ist und Θ die Dimension kg · m² bzw. kp · m · s² hat.

Stellt man sich die gesamte Masse eines Rotationskörpers in einem bestimmten Abstand von der Achse konzentriert vor, so nennt man diesen Abstand Trägheitsradius i, das Massenträgheitsmoment Θ ist dann $\Theta = m \cdot i^2$.

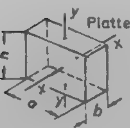
In der Technik rechnet man häufig (z. B. beim Laufrad, Anker, Schwungrad) mit dem Trägheitsdurchmesser $D = 2\,i$ und dem Gewicht G anstelle der Masse, dann ist $\Theta = \dfrac{G\,D^2}{4\,g}$ und $G\,D^2 = 4\,g\,\Theta$. Das Produkt $G\,D^2$ wird als Schwungmoment bezeichnet.

Das Massenträgheitsmoment von einfachen Körpern in bezug auf die Drehachse läßt sich leicht ausrechnen, wenn Dichte ϱ oder Wichte = spez. Gewicht $\gamma = \varrho \cdot g$ bekannt sind:

Zylinder $\Theta = \dfrac{1}{2}\,m\,r^2 = \dfrac{1}{8}\,m\,d^2 = \dfrac{1}{2}\,\varrho\,\pi\,r^4\,h$

Hohlzylinder $\Theta = \dfrac{1}{2}\,m\,(R^2 - r^2) = \dfrac{1}{2}\,\varrho\pi\,h\,(R^4 - r^4)$

Kugel $\Theta = \dfrac{2}{5}\,m\,r^2 = \dfrac{1}{10}\,m\,d^2 = \dfrac{8}{15}\,\varrho\,\pi\,r^5$



$\Theta_x = \dfrac{1}{12}\,m(a^2 + h^2) = \dfrac{1}{12}\,\varrho \cdot a\,b\,h\,(a^2 + h^2)$

$\Theta_y = \dfrac{1}{2}\,m\,a^2$

$\Theta_y = \dfrac{1}{12}\,\varrho \cdot h \cdot a^3 \cdot b$

bei geringer Plattendicke

Um das Massenträgheitsmoment von unregelmäßig geformten Körpern zu ermitteln, gibt es zeichnerische Wege und den Pendelversuch.

Ist das Trägheitsmoment Θ_s eines Körpers zur Schwerpunktachse s bekannt und das Trägheitsmoment Θ_e in bezug auf die parallele Achse e gesucht, gilt der Steinersche Satz: $\Theta_e = \Theta_s + m\,e^2$ (Bild 13).



Bild 13.

Der Drall D eines Körpers bei Drehung um eine feste Achse und bei konstanter Winkelgeschwindigkeit ω beträgt bei $v = r \cdot \omega$ und $\Theta = \int \mathrm{d}m\,r$ $D = \int \mathrm{d}m\,v\,r = \omega \int \mathrm{d}\,m\,r^2 = \Theta \cdot \omega$, daraus folgt für Θ = konst.:

$$M = \frac{\mathrm{d}D}{\mathrm{d}t} = \Theta \cdot \frac{\mathrm{d}\,\omega}{\mathrm{d}t} = \Theta \cdot \varepsilon,$$

d. h. Moment = Massenträgheitsmoment × Winkelbeschleunigung, dabei ist die Winkelbeschleunigung ε die zeitliche Ableitung der Winkelgeschwindigkeit $\varepsilon = \mathrm{d}\,\omega/\mathrm{d}\,t$. Um z. B. den Anker einer elektr. Maschine mit dem Trägheitsmoment Θ in der Zeit t von null auf n Umdr./Min. zu bringen, wird ein Beschleunigungsmoment

$$M = \Theta\,\frac{\pi \cdot n}{30\,t}$$

verlangt, da

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{\pi \cdot n}{30\,t}$$

ist.

Bewegt sich ein starrer Körper kreisförmig um eine nicht durch seinen Schwerpunkt gehende feste Achse, so wirkt zum Kreismittelpunkt die Zentripetal- (oder Normal-) Beschleunigung $b_n = r \cdot \omega^2$ und die Zentripetalkraft $m \cdot b_n = m \cdot r \cdot \omega^2$. Entgegengesetzt, radial nach außen gerichtet ist die gleich große Trägheits- oder Zentrifugalkraft (Fliehkraft) $F = m\,r\,\omega^2$. Die Fliehkraft wird bei allen Kraftmaschinen zur Regulierung der zugeführten Energie und damit zur Drehzahlregulierung verwendet (Fliehkraftregler).

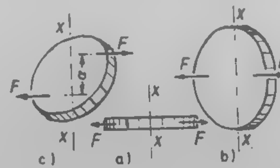


Bild 14.

Eine Kreisscheibe (Bild 14) hat a) ein größtes und b) ein kleinstes Massenträgheitsmoment. Bei Rotation treten Zentrifugalkräfte auf, die sich, da sie in der gleichen Wirkungslinie liegen, gegenseitig aufheben.

Fall a) stellt einen stabilen, Fall b) einen labilen Gleichgewichtszustand dar. Ist nämlich die Drehachse wie in Fall c) nicht mit der Hauptträgheitsachse identisch, versucht das Zentrifugalmoment (Kräftepaar $F \cdot a$) die rotierende Scheibe in die Lage a) zu bringen. Das gleiche tritt ein, wenn im Fall b) der Gleichgewichtszustand gestört wird.

Ein kräftefreier Kreisel ist in seinem Schwerpunkt kardanisch aufgehängt oder auf einer Spitze gelagert (Bild 15), er führt um eine freie Achse eine

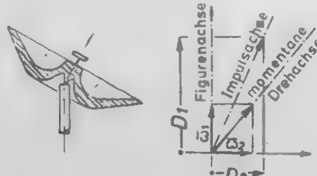


Bild 15. Bild 16.

Drehbewegung aus, und seine Figurenachse ist die Achse des größten Trägheitsmomentes Θ_{max}, senkrecht dazu die Achse mit Θ_{min}. Die Winkelgeschwindigkeit ω der momentanen Drehachse zerlegt man in die Komponenten $\overline{\omega}_1$ und $\overline{\omega}_2$, so daß die Drallvektoren $\boldsymbol{D}_1 = \Theta_{max} \cdot \overline{\omega}_1$ und $\boldsymbol{D}_2 = \Theta_{min} \cdot \overline{\omega}_2$ sind. Aus der geometrischen Summe ergibt sich der Gesamtdrall $\boldsymbol{D}$ und die Richtung des Drehimpulses (Impulsachse, Bild 16). Da am kräftefreien Kreisel keine äußeren Kräfte oder Momente wirken, ist die Impulsachse raumfest, und die momentane Drehachse und Figurenachse umkreisen dauernd die Impulsachse.

Eine Bewegung der Impulsachse tritt erst unter der Einwirkung eines äußeren Drehmomentes ein. Beim Spielkreisel wird dieses Moment $m \cdot g \cdot a$ durch die Schwerkraft hervorgerufen (Bild 17a). Der Kreisel

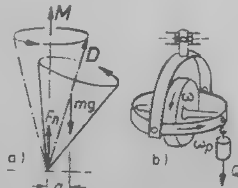


Bild 17.

würde umfallen, wenn er nicht durch ein Zentrifugalmoment analog Bild 14c daran gehindert würde. Den in der Zeichnungsebene liegenden vertikal gerichteten Vektor $\boldsymbol{M}$ dieses Zentrifugalmoments kann man parallel in die Figurenachse verschieben. Nach DIN 1315 löst dann das Zentrifugalmoment die bekannte Drehbewegung der Impulsachse um die Figurenachse die sogenannte Präzession des Kreisels aus. Wir unterscheiden 3 Winkelgeschwindigkeiten:

$\overline{\omega}$ = Winkelgeschw. des Kreisels um die Figurenachse,

$\overline{\omega}_F$ = Winkelgeschw. der Figurenachse um die Impulsachse,

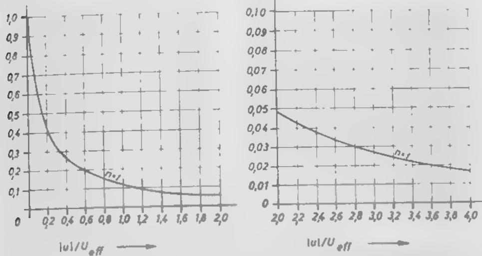
$\overline{\omega}_P$ = Winkelgeschw. der Impulsachse um die Figurenachse.

Das Kreiselmoment ist $\boldsymbol{M} = \Theta\, \overline{\omega}_p \cdot \overline{\omega}$ bzw. wenn wie in Bild 17b die Vektoren ω_p und ω senkrecht aufeinanderstehen, $M = \Theta\, \omega_p \cdot \omega$.

B. Begriff aus der Akustik und Nachrichtentheorie.

Dynamik im allgemeinen Sinne: Bereich der Werte, den eine vom ursprünglichen, zeitveränderlichen Nachrichtensignal abgeleitete und dessen bestimmte Eigenschaften abbildende elektrische Meßgröße annimmt. Als Signale kommen in Frage: Sprache, Musik, Punkthelligkeiten eines folgezeitig abgetasteten visuellen Objekts u. a. Der Begriff D. im engeren Sinne wird meist auf Scheitelwerte, also die Hüllkurve der Signalspannung, angewandt. Am umfassendsten läßt sich die D. durch eine Summenhäufigkeitskurve der Meßgröße darstellen. Diese gibt an, in wieviel Prozenten der aktiven Zeit — also der Zeit, in der Nachrichtensignale überhaupt vorhanden sind — bestimmte Meßwerte über- bzw. unterschritten werden. Statt durch die Verteilung selbst kann die D. unter Verminderung des Informationsinhalts (Datenreduktion) durch den relativen Mindest- und Höchstwert der Meßgröße sowie die dazugehörigen Prozentsätze der Aktivzeit (Quantile) gekennzeichnet werden. Der D.-Wert ist dann gleich dem Quotienten aus dem Höchst- und Mindestwert (Angabe: X : 1) oder — bei logarithmisch bezogenen Meßgrößen — der Differenz dieser Werte, z. B. in dB. Der D.-Wert gilt nur für den durch die Quantile bestimmten Bereich der Aktivzeit. Die Angabe der Quantile kann unterbleiben, wenn der D.-Wert mit ausreichender Genauigkeit zwischen 100 und 0% gilt. Bei annähernd symmetrischen Verteilungen — d. s. solche, die bei 180°-Drehung um den Medianwert mit sich selbst zur Deckung kommen — werden die Quantile auch symmetrisch zum Medianwert (z. B. 99 und 1%) gewählt. Wie weit man bei der Angabe des D.-Wertes und der Quantile an die Ränder der Verteilung, also die Werte für 100 bzw. 0% der Aktivzeit herangehen darf, richtet sich nach der statistischen Zuverlässigkeit, mit der die Randteile der Verteilung aufgenommen werden konnten. Diese Zuverlässigkeit steigt mit der Gesamtzahl der Meßwerte. Bei Verteilungen von Wechselspannungs-Momentanwerten (z. B. bei Sprache s. Verteilungskurven nach Holbrook-Dixon, Bild 18) ist es oft üblich, eine Meßwertschwelle anzugeben, unterhalb derer liegende Werte nicht berücksichtigt werden, da man sie mit signalfremden Störungen verwechseln könnte; es liegen dann definitionsgemäß 100% gültiger Meßwerte oberhalb dieser Schwelle; die Angaben des D.-Wertes für solche Fälle ist nicht sinnvoll, da sich der Mindestwert der Meßgröße bei verschiedener, relativ willkürlicher Festsetzung der Meßwertschwelle sehr stark ändern kann und damit die Angabe über den D.-Wert unsicher wird. Je nach Art des Nachrichtensignals und dessen interessierenden Eigenschaften werden zur Meßwertgewinnung geeignete Meßgeräte verwendet, so daß

für die Deutung einer Verteilung die Angabe ihrer Eigenschaften (z. B. Momentan-, Effektiv- oder Spitzenwertanzeige; bei Gleichrichtung: Art und Exponent; Integrations- und Rücklaufzeit usw.) unerläßlich ist. Für die Eindeutigkeit aufgenommener Verteilungskurven ist auch notwendig anzugeben, unter welchen für das Ergebnis relevanten besonderen Bedingungen der Situation, Technik und prak-



Abszisse: Momentanwerte, bezogen auf langzeitigen Effektivwert der Sprechspannung in der Aktivzeit (mittleres Sprachvolumen). Ordinate: Überschreitungswahrscheinlichkeit der Abszissenwerte.

Bild 18. Normierte Verteilung der Sprechspannungs-Momentanwerte eines Sprechers (nach Holbrook-Dixon).

tischen Abwicklung die betreffende Nachrichtenaussendung und deren Erfassung stattfindet (Beispiele: Telefonsprache in einem Sprechkanal, wobei entweder die Eigenschaften eines durchschnittlichen Teilnehmers oder die verschiedener, nacheinander sprechender Teilnehmer insgesamt erfaßt werden; Summenverteilung gleichzeitiger Sprecher in mehreren TF-Kanälen). *Diekamp/Schurig*

Dynamikregelung in der Telefonie. Schaltungen zur Dynamikregelung bewirken eine Änderung und Pegelverlagerung der Ausgangs- → Dynamik gegenüber der Eingangsdynamik des Signals. Durch Presser wird die Dynamik eingeengt, durch Dehner erweitert. Das Verhältnis der Ausgangs- zur Eingangsdynamik, in

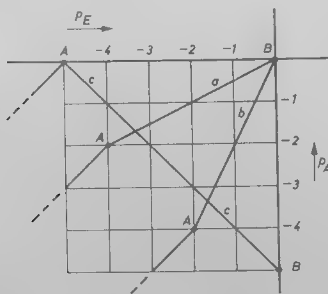


Bild 1. Statische Kennlinien eines 1:2-Pressers (a), eines 2:1-Dehners (b) und eines 1:1-Amplitudeninverters (c); A-B: Regelbereich.

Pegeleinheiten ausgedrückt, wird hier als Kompression (oder Kompressionsverhältnis) bzw. Expansion (oder Expansionsverhältnis) bezeichnet. Das Ergebnis der Wirkung von D.-Reglern kann mit Hilfe der statischen Kennlinien (Bild 1) teilweise beschrieben werden, die den Zusammenhang zwischen den Leistungspegeln am Eingang, p_E, und Ausgang, p_A, wiedergeben, allerdings nur für den eingeschwungenen Zustand und Beaufschlagung des Eingangs mit einer Spannung mit waagerechter Hüllkurve. Wird der Eingangsspannung (sinusförmigen oder nicht sinusförmigen) eine periodische Hüllkurve gegeben, so stellt sich nach einiger Zeit eine in ihrer Lage verharrende dynamische Kennlinie ein, die gegen die statische positiv oder negativ geneigt und dadurch eine Verschiebung und Größenänderung des Ausgangspegelbereiches $\Delta p_A = p_B - p_A$ hervorruft. Der Eingangspegelbereich bleibt natürlich unverändert. Die durch Dynamikregler erreichbare Kompression bzw. Expansion ist somit von der Lage der dynamischen Kennlinie abhängig, die ihrerseits von den Größen der → Regelgeschwindigkeiten für die Abwärtsregelung, V_{ab}, und Aufwärtsregelung, V_{auf}, abhängt. Je größer diese beiden Geschwindigkeiten sind, desto mehr nähert sich die Lage der dynamischen Kennlinie der der statischen und damit die erreichte Kompression bzw. Expansion dem gemäß der statischen Kennlinie erreichbaren Höchstwert. Ist bei Pressern $V_{ab} > V_{auf}$ bzw. bei Dehnern $V_{auf} > V_{ab}$, so stellt sich der Höchstpegel der Hüllkurve des Ausgangssignals auf den der oberen Grenze des Regelbereiches (Punkt B in Bild 1) auf der

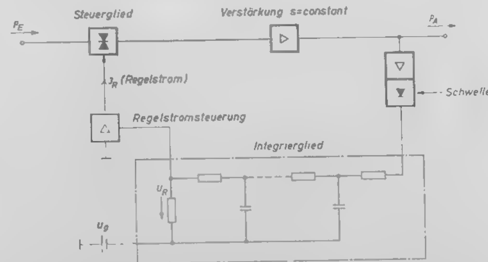


Bild 2. Prinzip eines Pressers oder Dehners U_R: Regelspannung.

statischen Kennlinie entsprechenden Wert ein; bei Umkehrung der Ungleichheitszeichen stellt sich dagegen der Mindestpegel der Hüllkurve auf den der unteren Grenze des Regelbereiches auf der statischen Kennlinie (Punkt A in Bild 1) entsprechenden Wert ein. Diese Verhältnisse werden bei Sprache, als Signal mit unperiodischer Hüllkurve, komplizierter, so daß die dynamische Kennlinie zeitlich keine feste Lage und Neigung mehr hat; jedoch kann die vorangegangene Betrachtung (wegen der in der Sprache doch enthaltenen gewissen statistischen Periodizität der Hüllkurve → Silbendauer und -frequenz) auch für die Funktion der D. bei Sprache Anhaltspunkte geben (soweit keine höheren Regelgeschwindigkeiten als für Silbenkompander nötig betrachtet werden). Die obere Grenze des Regelbereichs wird meist durch Amplitudenbegrenzung festgelegt.

Die im Bild 2 angedeutete Schwelle bestimmt die untere Grenze des Regelbereiches. Durch die Schaltung des Gleichrichters, an dem die Schwelle an-

greift, sowie die Bemessung des Integriergliedes wird entschieden, welcher Signalgröße (→ Sprachvolumen, Momentanwert der Hüllkurvenspannung — letzteres bei Silbenkompressoren) die erzeugte Regelspannung U_R folgt. Die Schaltung und Bemessung der Regelstromsteuerung und des Steuergliedes entscheiden schließlich darüber, ob der Regelverstärker eine Presser- oder Dehnerkennlinie erhält sowie über die Höhe der Regelgeschwindigkeiten. Das relative Größenverhältnis der beiden Regelgeschwindigkeiten, V_{ab} und V_{auf}, zueinander wird durch Verwirklichung unterschiedlicher Lade- und Entladezeitkonstanten durch eine entsprechende Schaltung im Integrierglied

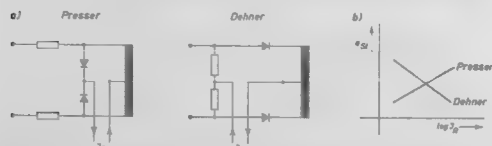


Bild 3. a): Ausführungsarten der Steuerglieder, b): Abhängigkeit ihrer Dämpfung a_{St} vom Regelstrom J_R (schematisch).

zweckentsprechend hergestellt. Bild 3 zeigt Ausführungen von Steuergliedern (unter Benutzung von Gleichrichterdioden — Schaltungen mit Transistoren werden ebenfalls verwendet) und deren grundsätzlichen Dämpfungsverlauf bei Steuerung mit Regelstrom.

Zu Pressern können gezählt werden u. a. die Volumenregler und Silbenkompressoren (→ Lincompex), zu Dehnern die Silbenexpander und → Geräuschminderer. Der Sendevolumenregler z. B. bewirkt wegen seiner niedrigen Regelgeschwindigkeiten keine nennenswerte Pressung der Dynamik eines einzelnen Sprechers, er verschiebt aber diese in einen festen Ausgangspegelbereich. Bezogen auf den gesamten Dynamikbereich der menschlichen Sprache (etwa 55 dB) bringt er aber eine erhebliche Pressung, da seine Ausgangsdynamik etwa 30 bis 35 dB beträgt. Presser werden meist mit Rückwärtsregelung, Dehner dagegen — weil die Schaltung sonst zur Selbsterregung neigt — mit Vorwärtsregelung ausgeführt. *Schurig*

Dynamik des Tonprogramms → Tonübertragungsgüte.

dynamischer Beiwert → Windlast.

Dynamometer → Kabelschiff und Seekabellegung und -instandsetzung.

Dynamo-Region → Atmosphäre, obere.

E

Early Bird → INTELSAT-Satelliten.

E-Armierung → Seekabelaufbau.

ebene Gruppe → Antennengruppe.

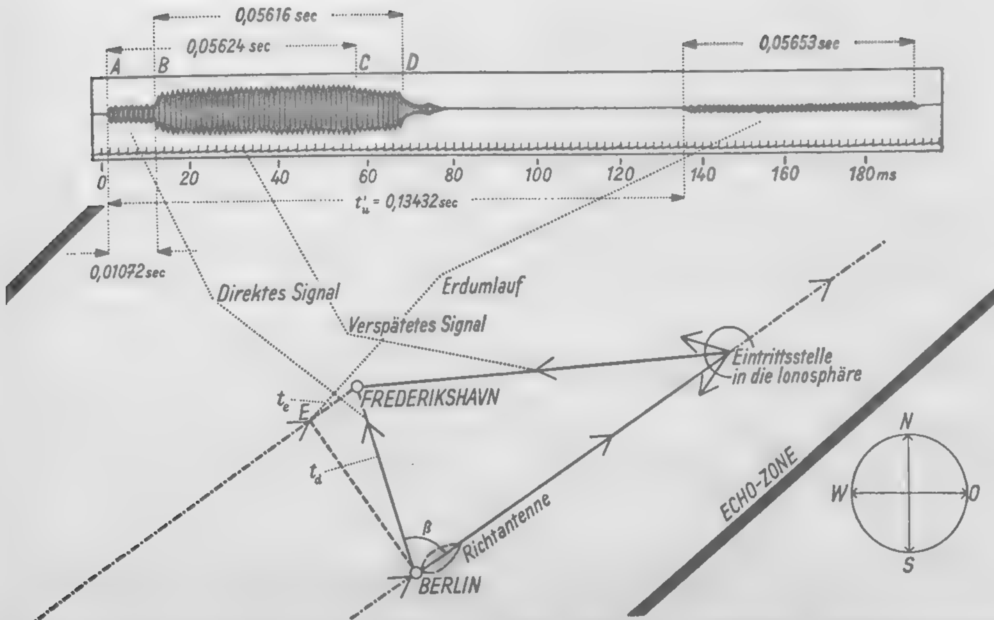
Ebonit → Kautschuk.

Echo. 1. Bei längeren Fernsprechverbindungen kommen die an fernen → Stoßstellen reflektierten Wellen nach längerer Zeit zum Sender zurück, bei nochmaliger Reflexion wieder zum Empfänger, und machen sich sowohl beim Sender als beim Empfänger als störendes Echo bemerkbar. Die Größe der Störung wird durch die **Echodämpfung** gemessen, d. i. das in → Übertragungseinheiten, also logarithmisch, ausgedrückte Verhältnis der zurückkehrenden Spannung zur gesendeten Spannung bzw. beim Empfänger der Echospannung zur Signalspannung. Sie ist (vgl. Rückflußdämpfung) gegeben durch $\ln \left| \frac{W+Z}{W-Z} \right|$ Np bzw. $20 \lg \left| \frac{W+Z}{W-Z} \right|$ dB, wobei Z der Widerstand bei Anpassung (Wellenwiderstand der Leitung) und W der durch die Echoströme veränderte Eingangswiderstand ist. Für die meßtechnische Erfassung ist nach den Definitionen des CCIR bei Vierdrahtleitungen mit Verstärkern für Z der bei Abschaltung der Gegenrichtung, für W der mit Gegenrichtung gemessene Eingangswiderstand der Verbindung einzusetzen. Die Echoströme werden wahrnehmbar, wenn ihre Laufzeit im Verhältnis zur Echodämpfung einen gewissen Schwellenwert überschreitet, sie werden für die Verständlichkeit der Verbindung störend, wenn sie in Abhängigkeit von der Laufzeit nicht mindestens um die Werte der folgenden Tabelle gegenüber den Sprechströmen gedämpft sind:

Echolaufzeit [ms]	0	20	40	60	80	100
Echodämpfung [dB] ...	1,4	11,1	17,7	22,7	27,2	30,9

Lange Echolaufzeiten sind insbesondere bei Interkontinentalverbindungen und Satellitenverbindungen zu beachten.

2. E., **ionosphärisches**, ist ein Zeichen, das an einer der Ionosphärenschichten reflektiert oder gestreut verzögert beobachtet wird. Bei genügend großer Zeitauflösung des Vorganges kann man mit Hilfe eines Braunschen Rohres die Echolaufzeit messen. Nach diesem Prinzip arbeitet die Ionosonde. Bei der Untersuchung an Kurzwellentelegrafiezeichen von Überseestationen zu Ende der zwanziger Jahre wurden neben dem Zeichen, das auf dem direkten Großkreisweg über die Ionosphäre den Empfänger erreicht hatte, weitere Zeichen beobachtet, die den Empfänger auf dem rückwärtigen Weg erreicht hatten, **Rückwärtsechos** und **Erdumlaufechos**. Da die Frage des Auftretens von Echos für den Kurzwellenfunkverkehr von erheblichem Interesse war, sind diese Erscheinungen sehr ausführlich untersucht worden. Erdumlaufechos werden vornehmlich beobachtet, wenn der Großkreis durch Sender- und Empfangsort im Dämmerungsgürtel liegt. Man hat im Frequenzbereich von 10—20 MHz innerhalb von 3 Jahren und wechselnder Jahreszeit für Erdumlaufechos den nahezu konstanten Wert von 0,13778 s gefunden. Das Bild zeigt eine Echoaufnahme und die ausbreitungsgeometrische Deutung.



Registrierstreifen mit Echozeichen eines Senders in Berlin auf 17.67 MHz, aufgenommen in Frederikshavn (Dänemark), sowie deren ausbreitungsgeometrische Deutung nach H. A. Heß (Zeitschr. für Naturforsch. 2a, (1947), S. 528 bis 534).

Direktes Zeichen, Umwegecho und erstes Erdumlaufecho sind deutlich sichtbar.

Literatur: Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag 1966 — O. Böhm, Mehrfachwege und Dopplereffekt bei der Ausbreitung von kurzen Wellen. Telefunken-Ztg. 10, Nr. 53 (1929) 9 — B. Beckmann, Messungen der Ionosphäre an Telegrafiezeichen. Diss. Universität Berlin 1936 — H. A. Heß, Untersuchungen an Kurzwellen-Echosignalen. Zeitschr. für Naturforsch. Bd. 2a, Heft 9 (1947) — Investigations of High-Frequency Echoes Proc. I. R. E. vol. 40 (1952) Nr. 9, S. 1065 bis 1068.

Eyfrig/Zuhrt

ECHO ist die Bezeichnung für zwei passive Fernmeldeversuchssatelliten (→ Fernmeldesatellit) der → NASA. Im Gegensatz zu aktiven Fernmeldesatelliten wirken passive nur als Reflektor, sie verstärken einfallende Signale nicht. Das erfordert für die Übertragungsversuche mit den E. einen großen technischen Aufwand bei den → Erdefunkstellen für Senden und Empfang.

ECHO 1 wurde gestartet am 12. 8. 60 von Kap Kennedy und ist eine im Weltraum entfaltete Kugel von 30 m Durchmesser aus einer Mylar-Aluminium-Hülle. Wegen der großen Oberfläche und der relativ kleinen Masse (75 kg) macht sich der Strahlungsdruck des Sonnenlichts auf die Umlaufbahn bemerkbar. Die Bahnhöhe schwankt zwischen 900 und 1500 km, die Umlaufzeit beträgt 118 min. ECHO 1 ermöglichte die erste Nachrichtenübertragung von Erdefunkstelle zu Erdefunkstelle über einen künstl. Erdsatelliten.

ECHO 2 wurde gestartet am 25. 1. 64. Er hat einen Durchmesser von 41 m. Seine Masse beträgt 240 kg, seine Bahnhöhe schwankt zwischen 1000 und 1300 km. Die Umlaufzeit ist 109 min.

Echobilder → Echolotung, ionosphärische.

Echodämpfung → Echo.

Echograph/Echometer. Geräte zur Fehlerortung an koaxialen und symmetrischen Übertragungsleitungen. Sie arbeiten nach dem Impulsecho-Verfahren → Impulsmeßverfahren.

Echolot. Zur Ermittlung der Wassertiefe wird im E. die Laufzeit des am Meeresboden reflektierten Schalls gemessen. Die Ultraschallschwinger am Schiffsboden senden und empfangen Ultraschallimpulse. Sende- und Empfangsimpuls steuern eine auf einer Scheibe vor der Skala rotierende Blitzröhre. Dadurch ist eine einfache Tiefenanzeige möglich. Der Echograph zeichnet ständig die Echoimpulse auf. Da auch Neben- und Zweitechos registriert werden, bekommt man eine bessere Information über den Tiefenverlauf und die Bodenbeschaffenheit. E. mit Sichtanzeige auf einer Braunschen Röhre und hoher Empfindlichkeit werden als Fischlupen eingesetzt, weil sie Fischschwärme anzeigen. Wenn der Schwinger an der Netzöffnung angeordnet wird, kann das Netz in die Höhe des Fischschwarmes gesteuert werden.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Echolotung, ionosphärische, s. auch Ionosphäre. Die i. E. oder Ionosphärenlotung erfolgt mittels eines Kurzwellensenders, der auf fester, kontinuierlicher oder schrittartig veränderlicher Frequenz kurze

Impulse (Dauer etwa 10^{-4} sec) über eine Antenne senkrecht nach oben (Senkrechtlotung) oder seitlich (Schräglotung) und zur Auslotung sog. Backscatter (Rückstreuechos) abstrahlt. Für Senkrechtlotung und Backscatterbeobachtungen steht ein

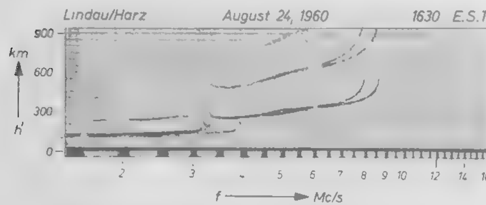


Bild 1. Beispiel eines Ionogramms h'(f) (scheinbare Höhe in Abhängigkeit der Frequenz), Aufnahme des Max-Planck-Instituts für Aeronomie Lindau (Harz).

Empfänger in der Nähe des Senders, für die Schräglotung in der gewünschten Entfernung. Die Sende- und Empfangsanlagen, die kontinuierlich oder schrittweise ein vorgegebenes Frequenzband überstreichen, heißen → Ionosonden bzw. Durchdrehsender. Bei Beobachtungen mit einem Braunschen Rohr erscheint neben dem direkten Zeichen (Bodenwelle) eine Folge von Echozeichen, die Echobilder oder registrierte Ionogramme (Bild 1) genannt werden. Die Ionogramme zeigen die Laufzeit der Zeichen zu den Reflexionspunkten in Abhängigkeit der Frequenz. Sie entsprechen bei senkrechtem Einfall den Reflexionshöhen (scheinbaren Höhen) der Schichten. Als scheinbar oder virtuell werden sie deshalb bezeichnet, weil bei der Ausmessung unberücksichtigt bleibt, daß die Gruppengeschwindigkeit im Elektronen-Ionenplasma der Schichten wesentlich kleiner als im Vakuum ist. Die wahren Höhen, die sich erst nach komplizierten Umrechnungen der Ionogramme ergeben, sind immer kleiner als die scheinbaren. Neben den Höhen ergeben sich die »kritischen« Frequenzen oder Grenzfrequenzen der einzelnen Schichten. Das sind die Stellen, bei denen das Echozeichen von einer Schicht zur anderen überspringt und bei der höchsten kritischen Frequenz die Ionosphäre durchdringt. Infolge des erdmagnetischen Feldes tritt eine

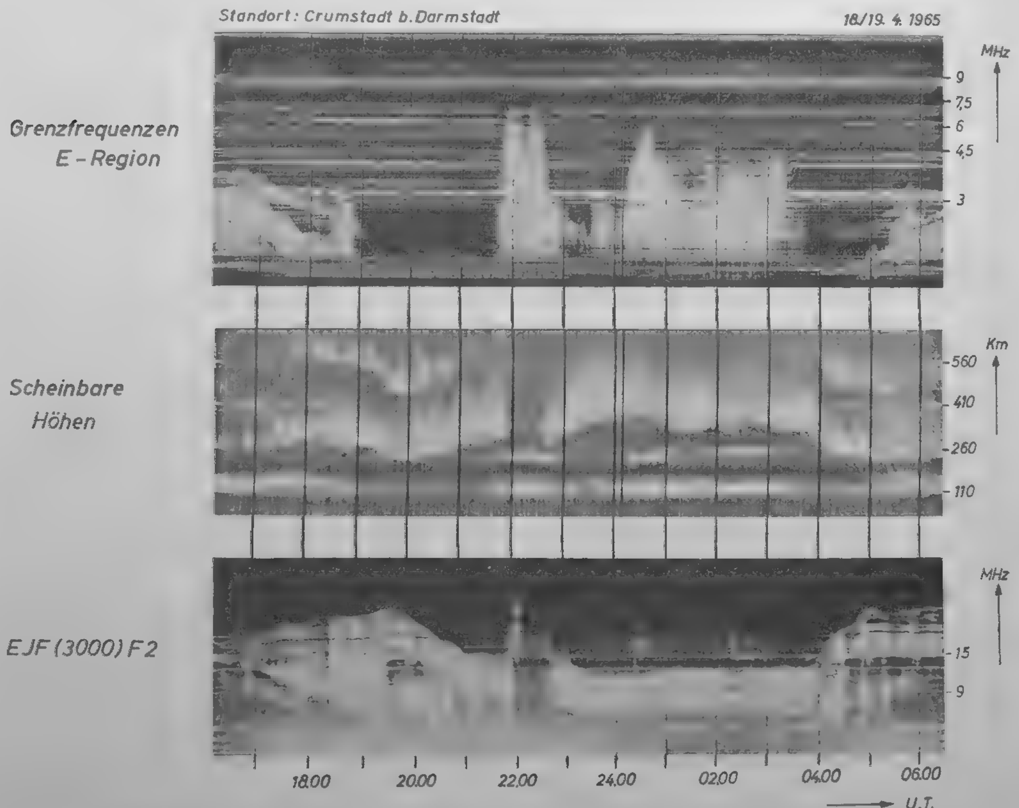


Bild 2. Beispiel für Charakteristiken-Registrierung aufgenommen beim FTZ Darmstadt mit einer Panorama-Ionosonde nach K. Bibl. (A. E. Ü. 14 (1960), S. 341 bis 347

Aufspaltung des Zeichens ein. Unter normalen Bedingungen ergeben sich zwei Kurven, die um

$$f_H/2 = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{e}{m} \cdot B$$

auseinander liegen. (f_H = Gyrofrequenz; B = örtliche erdmagnetische Feldstärke in Gauß) → ionosphärische Brechung. Der frequenzhöhere wird als außerordentlicher, der frequenzniedere als ordentlicher Strahl bezeichnet. Als Charakteristikenregistrierung wird die mittels einer schnellaufenden sog. Panorama-Ionosonde aufgezeichnete Kurve einer Charakteristik (Höhe oder kritische Frequenz) bezeichnet. Sie ergibt einen schnellen Überblick über die Veränderung der ionosphärischen Parameter (Bild 2). Bei Schräglotungsionogrammen wird als Junction Frequency (JF) diejenige bezeichnet, bei der der direkte und der nahe dem Schichtmaximum verlaufende Strahl (Pedersen-Strahl) zusammentreffen. Beim Vorliegen von Unregelmäßigkeiten (Streuzentren) in der Ionosphäre ist die JF oft nur schwer zu erkennen, da das Auftreten von Streuechos eine Spornverlängerung (nose extention) hervorruft. Die Übertragungskurven nach N. Smith gestatten die Standard MUF (EJF) aus Senkrecht-Ionogrammen zu berechnen. In den letzten Jahren ist es gelungen, Ionosonden von kleinem Ausmaß zu entwickeln, die in Satelliten eingebaut die Erde weit über dem Maximum der F2-Schicht (Alouette in etwa 1000 km Höhe) umkreisen (Topside-sounder). Sie loten den Höhenbereich von ihrem Standort bis zum Maximum der F2-Schicht aus und melden ihre Ergebnisse auf einer über 100 MHz liegenden Frequenz an die auf der Erde verstreut liegenden Abrufstationen. *Eyfrig*

Echosperre. In Vierdrahtleitungen entstehen insbesondere durch nicht genaue Leitungsnachbildungen an beiden Gabelschaltungen Rückflußströme, die bei Leitungen mit langer Laufzeit (> 16 ms) hörbare Echos hervorrufen. Um sie zu unterdrücken, werden E. eingeschaltet.

Man unterscheidet Zwischen- und Endechosperren. Zwischenechosperren wurden früher in die Mitte einer Fernleitung eingeschaltet. Bei Mehrfachausnutzung von Übertragungswegen müssen die E. an die Enden der Fernleitungen, also an die Gabelschaltungen, verschoben werden. Damit jeder einzelne Fernsprechkanal gesperrt werden kann, muß für jede Übertragungsrichtung eine besondere E. eingesetzt werden.

Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer E. Die Eingangsschaltung ist im wesentlichen ein hochohmiger Spannungsteiler, durch den die Zusatzdämpfung in der Sprechrichtung gering gehalten werden soll und die außerdem eine Regelung der Empfindlichkeit der E. gestattet. Es folgen ein Verstärker und eine Gleichrichteranordnung, durch die eine dem Amplitudenverlauf der Sprechspannung proportionale Gleichspannung erzeugt wird. Bei älteren E. wurde diese Gleichspannung als zusätzliche negative Gittervorspannung einem Verstärker der Gegenrichtung zugeführt, dessen Verstärkung hierdurch vermindert wurde. Neuere E. besitzen ein besonderes Sperrglied, das beispielsweise aus einer Gleichrichterbrücke bestehen kann und in die Gegenrichtung eingeschaltet wird. Die Dämpfung einer solchen Brückenschaltung hängt von der Größe der steuernden Gleichspannung ab.

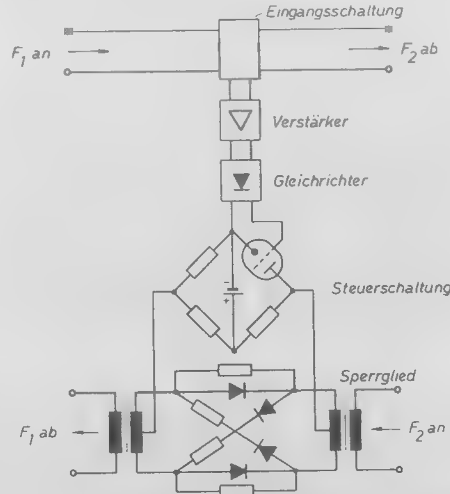


Bild 1. Grundsätzlicher Aufbau einer Echosperre mit röhrenlosem Sperrglied.

E. müssen folgende zeitliche Bedingungen erfüllen: Es muß die Gegenrichtung gesperrt sein, ehe die Echoströme auf ihrem Weg über die Gabelschaltung das Sperrglied der E. erreicht haben. Diese Sperrung muß so lange wirksam bleiben, bis die letzten Echoströme das Sperrglied erreicht haben. Die Sperrung darf aber nicht länger als notwendig anhalten, damit rasche Antworten des Sprechers der Gegenrichtung das Sperrglied ungehindert durchlaufen können. Weiterhin muß die E. eine Reizschwelle haben, damit sie nicht auf schwache Geräuschspannungen, sondern nur auf die im Verhältnis zu diesen stärkeren Echospannungen anspricht.

E. werden in Vierdrahtschaltungen eingeschaltet, wenn die Laufzeit zwischen den beiden Gabelschaltungen größer als 16 ms ist. Diese Laufzeit setzt sich zusammen aus der Gruppenlaufzeit der Leitung und aus den Laufzeiten der Zwischenverstärker, die mit je 0,13 ms eingesetzt werden. Bei bespulten Leitungen hängt die Gruppenlaufzeit von der Bespulungsart ab. Die verhältnismäßig große Laufzeit dieser Leitungen erfordert deshalb die Verwendung von E. schon bei recht kurzen Längen dieser Leitungen. Da in neuzeitlichen Fernleitungsnetzen nur unbespulte Leitungen verwendet werden, die eine Laufzeit von 16 ms erst bei sehr großen Entfernungen erreichen, ist die Einschaltung von E. nicht mehr erforderlich.

Ein neues Anwendungsgebiet finden E. beim Fernsprechen über Nachrichtensatelliten. Hier sind die

Weglängen so groß, daß trotz der hohen Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen Laufzeiten entstehen, die das Einschalten von E. erforderlich machen. So tritt beispielsweise bei einer Fernsprechverbindung über Synchronsatelliten, die in einer Höhe von 36 000 km die Erde umkreisen, eine Laufzeit von rund 260 ms auf, die bei den Fernsprechteilnehmern durch den Hin- und Rückweg der Sprachübertragung als ein Echo der Sprache von rund 2 mal 260 ms wahrzunehmen wäre. In diese Leitungen müssen an beiden Enden E. eingeschaltet werden. Sie bewirken beim Sprechen eines Teilnehmers, daß am anderen Ende der Leitung der Empfangsweg ohne Dämpfung durchgeschaltet und der Sendeweg bedämpft wird, d. h., daß das am Ende der Leitung auftretende Echo in Senderichtung so stark gedämpft wird, daß es der sprechende Teilnehmer nicht mehr als störend empfinden kann. Falls beide Teilnehmer gleichzeitig sprechen, wird durch eine elektronische Auswägeschaltung in der E. festgestellt, in welcher Sprechrichtung ein höherer Pegel herrscht. Bei höherem Sendepegel dämpft die Auswägeschaltung die Empfangsrichtung und hebt die Dämpfung der Senderichtung auf.

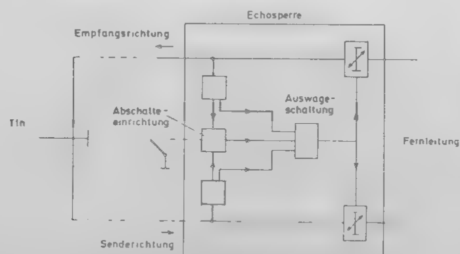


Bild 2. Blockschaltbild einer Echosperre.

Um Daten und Wahlübertragungszeichen in beiden Richtungen ohne Störungen gleichzeitig übertragen zu können, müssen für die Übertragungszeit die E. unwirksam geschaltet werden. Dies wird mittels einer Abschalteinrichtung in der E. bewirkt, die entweder durch ein Erdpotential von der Wahlübertragung her oder durch eine zu übertragende Tonfrequenz wirksam geschaltet wird. Ein einfaches Blockschaltbild einer E. ist in Bild 2 dargestellt. *Haak*

Eckfrequenz. Als E. bezeichnet man die unteren und oberen Frequenzgrenzen (nicht Grenzfrequenzen) eines Signals. Zwischen beiden Frequenzgrenzen erstreckt sich der wirksame Übertragungsbereich des Signals. Für einen Fernsprechkanal z. B. ist nach CCITT die untere E. 300 Hz, die obere E. 3400 Hz. Im wirksamen Übertragungsbereich zwischen diesen beiden E. muß das Fernsprechsignal den Forderungen hinsichtlich Restdämpfung, Restdämpfungsverzerrung, Laufzeit usw. genügen.

Eckrolle. Befinden sich in einem Kabelgraben, in dem ein Erdkabel über Erdkabelrollen ausgezogen wird, Kurven oder Bögen, so werden zur einwandfreien Führung des Kabels E. erforderlich. E. bestehen je Einzelelement aus einem Stahlprofilrahmen mit einer kugelgelagerten Horizontal- und Vertikalrolle aus Stahl (Bild 1) oder Holz (Bild 2).

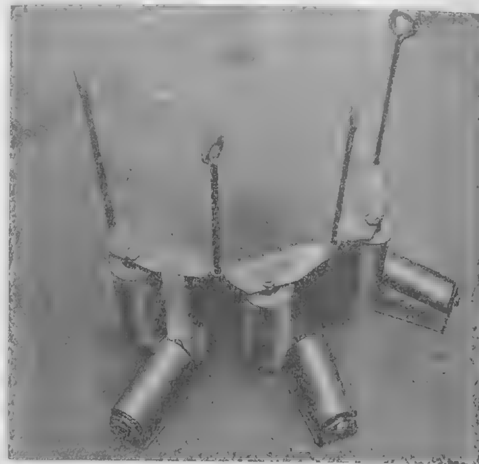

Bild 1. Drei zusammengebaute Eckrollen mit Stahlrollen.


Bild 2. Vier zusammengebaute Eckrollen mit Holzrollen.

Die Einzelelemente werden mit Scharnierbolzen zusammengefügt, die so lang sind, daß sie in die Grabensohle geschlagen werden können und die Rollenführung fest verankern.

Eckumführung → Hochkantförderer.

Edelgase werden die gasförmigen, farb- und geruchlosen chemischen Elemente Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr) und Xenon (Xe) sowie die Emanationen Radon (Rn), Thoron (Tn) und Actinon (An) der Elemente Radium (Ra), Thorium (Th) und Actinium (Ac) genannt. Sie zeichnen sich durch einen hohen Grad der Stabilität der ihre Atomkerne umgebenden — abgeschlossenen — Elektronenschalen aus. Sie werden als inerte Gase bezeichnet, weil sie in der Regel keine chemischen Verbindungen eingehen. In neuerer Zeit sind jedoch Edelgashalogenverbindungen bekanntgeworden, z. B. die Verbindung

Xe F_6, die durch Aufbrechen einer Teilschale des Xe seitens des sehr stark elektronegativen Elementes Fluor (F) entsteht.

Edelkunstharze (Gießharze) sind reine Kunstharze (meist Phenoplaste), die keine Füllmittel enthalten und daher in Formen gegossen werden, in welchen sie langsam erstarren. Nachher können sie durch Bohren, Drehen oder Fräsen bearbeitet werden. Man stellt aus den chemikalienbeständigen, durchsichtigen oder farbigen Gießharzen allerlei Haushaltsartikel her.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Edelmetalle. Zu den E. rechnet man die Elemente Gold, Silber, Quecksilber und die sogenannten Platinmetalle (Platin, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium). E. oxydieren an der Luft nicht; sie bilden höchstens ganz dünne, durchsichtige Oxidschichten, die erst in neuerer Zeit mit sehr verfeinerten Hilfsmitteln festgestellt werden konnten. Da die E. meist auffällig glänzen und ohne komplizierte Verhüttungsverfahren gesammelt und verarbeitet werden können, sind sie schon seit Jahrtausenden bekannt und begehrt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD-Wähler). Großer, schnellaufender → Motordrehwähler mit Edelmetallkontakten in den Sprechstromkreisen und lötstellenfreiem Vielfach. Anstelle der sonst meist üblichen Anordnung, bei der die geschichteten Kontaktbänke durch eine angelötete Verdrahtung vielfachgeschaltet sind, werden Messingbänder verwendet, die um gestellrahmenlange Isolierstoffstreifen gewendelt sind. Die Vielfachstreifen werden in Kontaktbankrahmen in ihrer richtigen Lage gehalten. Sie liefern mit ihren der Wählerachse zugekehrten Schmalseiten die Kontaktflächen, die, soweit sie in den Sprechwegen liegen, mit einer Silber-Palladium-Auflage versehen sind.

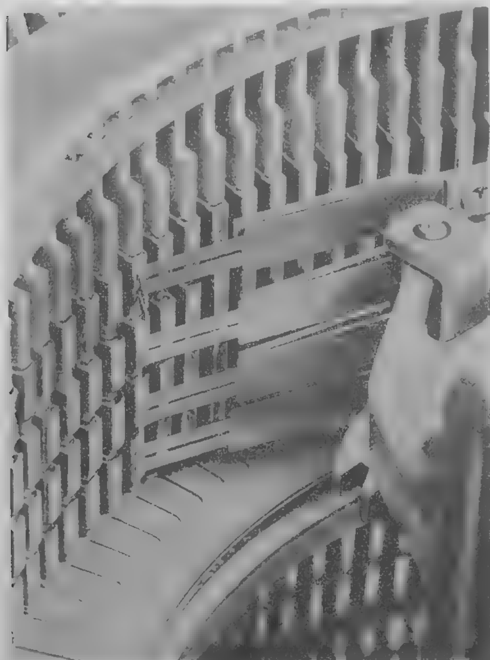


Bild 1. Ausschnitt aus dem Kontaktfeld eines EMD-Wählers.

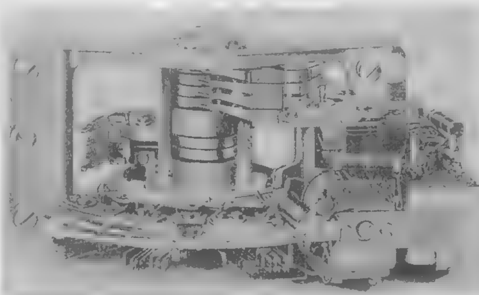
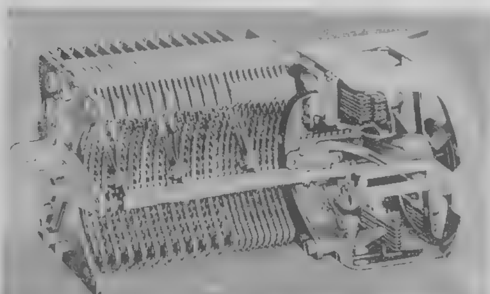


Bild 2. Laufwerk eines EMD-Wählers.

Das Laufwerk des Wählers setzt sich aus Einstellglied und Antriebsmotor zusammen. Der Aufbau der Einstellglieder ist durch das Kontaktfeld bestimmt (Bild 1). Den senkrechten Kontaktflächen der zentrisch zur Wählerachse angeordneten Vielfachstreifen stehen Schaltarme gegenüber, die radial nach außen gedrückt werden können. Die Schaltarme sind in zwei übereinander um 180° gegeneinander versetzten Gruppen angeordnet, so daß der untere die erste Hälfte, der obere die zweite Hälfte der Wählerausgänge überläuft. Zur Stromzuführung zu den Schaltarmen dienen Kontaktringe, die in der Mitte des Laufwerkes auf einem senkrecht stehenden Hohlzylinder angeordnet sind. Die Ringe besitzen wie die geschlitzten Schaltarme für die Sprechstromkreise eine Edelmetallauflage. Die Schaltarme werden erst nach der Einstellung des Wählers durch Andruckmagnete, die in dem Hohlzylinder mit den Stromzuführungsringen eingebaut sind, an die Kontaktflächen gedrückt, so daß ein Verschleiß der Edelmetallauflage vermieden wird. Unter dem Schaltarmträger sind 2 Nockenscheiben angebracht, die besondere Kontaktfedersätze betätigen. Diese dienen als Hauptrast- und Zwischenrastkontakte zur Steuerung des Wählerlaufes, als Nullkontakte zum Stillsetzen in der Nullage und als Steuerkontakte zum Einschalten des oberen oder des unteren Andruckmagneten für die Schaltarme. Der Antriebsmotor entspricht grundsätzlich dem des → Motordrehwählers. Das gesamte Laufwerk wird beim Einsetzen des Wählers in den Gestellrahmen durch Paßstifte des Kontaktbankrahmens zentriert, wodurch Nachjustierungen entfallen. Die Laufwerke sind gegeneinander völlig austauschbar (Bild 2). Die Einstellgeschwindigkeit beträgt bis zu 180 Schritte/sec. Sie kann verdoppelt werden, wenn, wie bei der Bürstenwahl, gleichzeitig zwei Ausgänge je Schritt überstrichen werden. Für den Prüfvorgang wird ein hoch-

empfindliches Prüfrelais mit einer Ansprechzeit von etwa 1 msec verwendet. EMD-Wähler werden in 4- und 8-armiger Ausführung (für Zweidraht- und Vierdraht-Durchschaltung) gefertigt. Außer der direkten Steuerung ist eine indirekte Steuerung über individuelle Markierwähler oder zentrale Einstellsätze möglich. Die Aufteilung des Kontaktfeldes bezüglich der angeschlossenen Leitungsbündel kann dekadisch oder auch völlig freizügig erfolgen. *Remer*

Edelmetall-Motor-Koordinatenwähler (EMK-Wähler). Weiterentwicklung des → Hebdrehwählers mit dem Ziel, die Güte der Kontaktgabe zu verbessern, die Einstellgeschwindigkeit zu erhöhen und den Aufwand für die Unterhaltung zu senken. Der Name des Wählers ist bedingt durch seine Edelmetallkontakte, den Motorantrieb und die Einstellung der Schaltarme in zwei Bewegungsrichtungen. Die Kontaktbank ist ähnlich der eines Hebdrehwählers aufgebaut, die Kontakte sind jedoch relaisfederartige Edelmetall-Doppelkontakte, sog. »vorbereitete Kontaktstellen«, die von nicht stromführenden Schaltarmen geschlossen werden. Die Kontaktfedern und die für je 11 Federn gemeinsamen Gegenkontaktplatten sind in senkrechten Ebenen angeordnet; die Kontaktbänke der Wähler eines Rahmens liegen ebenfalls senkrecht übereinander. Um geringere Übersprechwerte zu erreichen, sind die a- und b-Kontaktfedern der Sprechstromkreise nicht in eigenen Kontaktbänken, sondern jeweils unmittelbar nebeneinander angeordnet. Die a/b-Schichten sind in 2 Gruppen unterteilt, die alle geradzahligen und alle ungeradzahligen a/b-Schichten umfassen. Beide Gruppen



Dreiarmiger EMK-Wähler.

werden durch eigene Schaltarmpaare derart betätigt, daß nur ein Paar wirksam ist, während das andere frei zwischen den Schichten durchläuft. Zum Einstellglied gehört außer den Schaltarmen ein Schraubengetriebe, das die Drehbewegung des Motors in eine geradlinige Schiebebewegung mit anschließender Drehbewegung der Schaltarme umsetzt. Die Axialbewegung wird durch eine am Schaltarmträger befestigte Führungsrolle, die auf einer Schraubenkurve abläuft, gesteuert; die Drehbewegung wird durch eine elektromagnetisch ausrückbare Kupplung eingeleitet. Der Antriebsmotor des EMK-Wählers entspricht grundsätzlich dem des → Motordrehwählers. Die Übersetzung ist so gewählt, daß eine halbe Umdrehung einem Wählerschritt entspricht. Es werden 100 Schritte/sec in beiden Bewegungsrichtungen erreicht. Wie beim Hebdrehwähler sind zur Vereinfachung der Relaisstromkreise mechanisch zu betätigende Hilfskontakte im Laufwerk vorhanden (s. Bild). *Remer*

Edelmetall-Schnellkontaktrelais → Relais unter 4.1.1.8.

Edelstähle. Wertvolle Stahlsorten, deren Eigenschaften durch Zulegierung geeigneter »Stahlveredler« (Chrom, Kupfer, Mangan, Melybdän, Nickel, Silizium, Titan, Vanadium, Wolfram u. dgl.) oder durch besondere physikalische Behandlungsverfahren (Wärmevergütung, Härten, Anlassen, Umschmelzen, Tiegelbehandlung) wesentlich verbessert wurden. Je nach der Menge der Legierungsmetalle unterscheidet man zwischen niedermittel- und hochlegierten Stählen.

Es gibt kein zweites Metall, das seine Eigenschaften in solch gewaltigem Ausmaß verändert wie das Eisen; man erhält durch entsprechende Legierungsverfahren z. B. nichtrostende Stähle, hitzebeständige Stahlsorten, unmagnetischen Stahl, Stähle mit außerordentlich hohen magnetischen Leistungen, besondere Härte, Säurebeständigkeit, Schweißbarkeit, Zugfestigkeit usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Edelsteine. Natürliche oder fabrikmäßig hergestellte, chemisch nicht näher verwandte, uneinheitliche Gruppe von Mineralien, die sich wegen ihres schönen Aussehens (Durchsichtigkeit, Farbenspiel, Farbigkeit, Feuer, Glanz) ihrer Beständigkeit und Härte als Schmuck oder zur Verzierung von Geräten eignen. Die in Fernmeldegeräten z. B. zur Lagerung von Achsen oder zum Schmuck verwendeten E. werden in sehr mühsamer Weise zurechtgeschliffen, so daß eine geeignete Oberfläche geschaffen wird. Für Achslager wird in der Regel eine konische Vertiefung in den Edelstein geschliffen, für Schmuckzwecke stark reflektierende Teilflächen (Facetten). Zur Erkennung und Bestimmung von rohen E. dienen vor allem Härte (glasartige Nachahmungen werden von Feldspat oder gehärteter Stahlspitze geritzt, die meisten E. sind härter), Dichte, Wärmeleitung, Refraktion, chemische Analyse von Bruchstücken, usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

E-Diagramm → Richtcharakteristik.

Edison, Thomas, Alva, geb. 11. 2. 1847 zu Milan (Ohio), gest. 9. 10. 1931 in West Orange, N. J., selfmademan, bekanntester amerikanischer Erfinder. Erfand u. a. einen Universal-Drucktelegrafen (1869), einen automatischen Mehrfachtelegrafen (1875), Mikrophon nebst Induktionsspule zum Belltelephon (1876), die elektrische Kohlenfaden-Glühlampe, eröffnet das erste Elektrizitätswerk der USA in New York (1882), verbesserte den Phonographen (1890), erfand den Edinson-Akkumulator (1910), verbesserte den Phonographen zum Plattenspieler (1910), schuf einen sprechenden Film (Tonfilm 1912) und stellte Phenol synthetisch her (1914).

Literatur: Bryon, George, S.: Edison, der Mann und sein Werk, deutsch von Karl Otten. Leipzig: Paul List, ohne Jahresangabe (anscheinend 1927) — Mönch: Mikrophon und Telephon S. 33, 35, 106, 128, 135. Berlin: Hermann Meusser 1925 — Nesper,

Eugen: Der Radioamateur. S. 358. Berlin: Julius Springer 1925 — Feyerabend: 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland, S. 21. Reichspostministerium Berlin 1927 — Berliner, Arnold und Karl Scheel: Physikalisches Handwörterbuch, Artikel »Phonograph«, S. 558. Berlin: Julius Springer 1924 — Poggendorff: Telecommunication Pioneers.

EDS → Datenvermittlungssystem, elektronisches.

EDS-Konzentrator → Datenvermittlungssystem, elektronisches.

effective radiated power → Antennen.

Effektivspielraum eines Apparates ist der Spielraum, den man am Apparat unter wirklichen Betriebsbedingungen messen kann. Die Betriebsapparate müssen so unterhalten und eingestellt werden, daß ihr Effektivspielraum ≧ 35% ist. → Spielraum.

Effektivwert I einer zeitlich sinusförmig verlaufenden Größe, z. B. der Stromstärke $i = \hat{\imath} \sin \omega t$, ist die Quadratwurzel aus dem zeitlichen Mittelwert des Quadrates

$$i^2 = \hat{\imath}^2 \sin^2 \omega t = \frac{1}{2} \hat{\imath}^2 (1 - \cos 2\omega t),$$

wenn $\hat{\imath}$ den Maximalwert der Amplitude bedeutet, also

$$I = \sqrt{\overline{i^2}} = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}}.$$

Andere Schreibweisen für den Effektivwert: $\tilde{I}, I_{\text{eff}}, \tilde{i}, i_{\text{eff}}$.

Effektivwertanzeige. Wenn der Phasenwinkel einer Wechselspannung (oder eines Wechselstromes) nicht interessiert, dann beschreibt man beide Größen durch Angabe ihres Effektivwertes. Wechselspannungs- und Wechselstrom-Meßinstrumente sind deshalb normalerweise in Effektivwert geeicht, gleichgültig, ob sie ihn tatsächlich auch messen.

In einem ohmschen Stromkreis (keine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung) leistet ein sinusförmiger Strom während der Zeit $n \cdot T$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$; $T = 1/f$) die Arbeit A:

$$A = \int_0^{nT} (\hat{\imath} \sin \omega t \cdot \hat{u} \sin \omega t)\, dt = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \cdot n \cdot T,$$

wobei $\underline{J}_{\text{eff}} = \hat{\imath}/\sqrt{2}$ und $\underline{U}_{\text{eff}} = \hat{u}/\sqrt{2}$ die Effektivwerte von Strom und Spannung mit den Spitzenwerten $\hat{\imath}$ und $\hat{u}$ sind. Die Leistung N ist dann: $N = A/n \cdot T = \underline{U}_{\text{eff}} \cdot \underline{J}_{\text{eff}}$.

Soll eine Wechselspannung $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ (oder ein Strom) gemessen werden, so wird sie einer Gleichrichterschaltung zugeführt, die dann ihrerseits an ein Meßinstrument den Strom $i(t)$ abgibt, der einen Zeigerausschlag α bewirkt. Bei einem Drehspulinstrument wirkt die Kraft $p(t) \sim i(t) \cdot B$ auf eine stromdurchflossene Spule, die sich in einem Permanentmagnetfeld B bewegt, und damit den Zeigerausschlag α verursacht, welcher proportional dem Mittelwert der Kraft ist:

$$\alpha \sim p \sim \frac{B}{T} \int_0^T i(t)\, dt.$$

Der arithmetische Mittelwert einer vollen Sinusschwingung $i(t) = \hat{\imath} \sin \omega t$ ist Null, weshalb mit Hilfe von Halbleiterdioden nur eine Strom-Sinus-Halbwelle dem Instrument zugeführt wird (Einweg-Mittelwertgleichrichtung). Es ist $\alpha \sim p \sim \frac{B\hat{\imath}}{\pi}$. Wird auch die andere Halbwelle ausgenutzt durch eine Zweiweg-Mittelwertgleichrichterschaltung, dann verdoppelt sich der Wert. Der Gleichrichterschaltung wird die Meßspannung $u(t)$ zugeführt, wobei $i(t) = b \cdot u(t)$ gelten muß, damit die Sinusform erhalten bleibt. Da bei einem Sinusstrom sowohl der gemessene Mittelwert als auch der gesuchte Effektivwert in fester Beziehung zum Spitzenwert stehen, kann das Meßinstrument mit einer Effektivwertskala versehen werden. Meßgeräte, deren Gleichrichterschaltung an das Instrument einen mittleren Strom liefert, der proportional dem Spitzenwert $\hat{u}$ der Meßspannung $u(t)$ ist (Spitzengleichrichtung), können ebenfalls in Effektivwert geeicht werden.

Beide Gleichrichtungsarten geben nur bei sinusförmigen Meßspannungen eine genaue E. Dies ist stets zu beachten, da sonst erhebliche Meßfehler auftreten. Die Mittelwert-Zweiweggleichrichtung gibt dabei den kleineren Meßfehler bei gleicher Abweichung der Meßspannung vom Sinusverlauf.

Wechselstrom- und Wechselspannungsmeßgeräte mit E. gibt es für alle Frequenzbereiche. Schwache Wechselströme und -spannungen können durch vorgeschaltete Verstärker verstärkt (Verstärker-Voltmeter, → Röhrenvoltmeter) und damit die Empfindlichkeit gesteigert werden. Eine genaue E. bei nicht sinusförmigen Meßspannungen und Frequenzgemischen ist mit diesen Meßinstrumenten jedoch nicht möglich, hierzu sind Effektivwertmesser notwendig (→ Effektivwertmesser, → Röhrenvoltmeter, → Phasenmessung).

Literatur: Ch. Gerthsen, Physik. Springer-Verlag, Berlin (1963) — K. Lunze, Berechnung elektrischer Stromkreise. VEB-Verlag Technik, Berlin. *Sommer*

Effektivwertmesser. Er wird zur Messung des Effektivwertes nicht sinusförmiger Spannungen und Ströme benutzt (z. B. verzerrte Sinusspannungen, aus nicht harmonischen Komponenten zusammengesetzte Spannungen, amplitudenmodulierte Spannungen, Impulsspannungen). Es gibt E. für alle Frequenzbereiche. Hitzdrahtinstrumente (veraltet) oder Weicheisen-(Dreheisen)-Instrumente geringer Empfindlichkeit für den technischen Frequenzbereich (15 Hz ... 500 Hz) für Strom- und Spannungsmessungen (Gleich- und Wechselstrom), sowie für breite Frequenzbänder (30 Hz ... 10 MHz) hochempfindliche Röhrenvoltmeter mit Halbleitergleichrichtung oder für Frequenzen von 0 bis etwa 1 GHz mit Thermo-Umformer (Thermokreuz). Letztere Art wird auch als Thermogalvanometer oder Milliwatt-Prüfgerät zum Eichen einer Spannung auf einen bestimmten Effektivpegel (z. B. einer Rauschspannung auf 1 mW an 75 Ohm) für breite Frequenzbänder benutzt. Ein Präzisions-Gleichstrominstrument oder eine Kompensationseinrichtung mit Normalelement ermöglichen dabei das Nacheichen des Thermo-Umformers. Auch Kaltleiter- oder Heißleiter-Brückenschaltungen eignen sich zum Messen des Effektivwertes.

Die Wechselspannung $\underline{U}_{\text{eff}}$ soll in der Zeit T dieselbe Arbeit $A = N \cdot T = U^2 \cdot T/R$ leisten wie die Gleichspannung U. Es muß deshalb

$$U^2 \cdot T/R = 1/R \cdot \int_0^T u(t)^2 \cdot \mathrm{d}t = \underline{U}_{\text{eff}}^2 \cdot T/R$$

sein. Für sinusförmige Spannung $u(t) = \hat{u} \sin \omega t$ wird: $\underline{U}_{\text{eff}} = \hat{u}/\sqrt{2}$ bzw. $\underline{J}_{\text{eff}} = \hat{i}/\sqrt{2}$. Nicht sinusförmige Spannungen können in ihre Fourier-Sinuskomponenten verschiedener Amplitude und Frequenz zerlegt werden. Dann wird:

$$u(t) = \hat{u}_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + \hat{u}_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2) + \cdots$$

und das Integral ergibt für den Effektivwert der nicht sinusförmigen Spannung:

$$\underline{U}_{\text{eff}}^2 = U_{1\,\text{eff}}^2 + U_{2\,\text{eff}}^2 + \cdots.$$

Sie setzt sich aus den Effektivwerten der einzelnen Sinuskomponenten zusammen, unabhängig von deren gegenseitiger Phasenlage.

Der mittlere Strom durch das Meßinstrument eines E. muß also proportional der vom Meßgerät aufgenommenen Leistung $N = \underline{U}_{\text{eff}}^2/R = \underline{J}_{\text{eff}}^2 \cdot R$ sein. Da R bekannt ist, kann die Skala des Instrumentes in U_{eff} (J_{eff}) geeicht werden. Die Skalenteilung ist dann im Anfang gedrängt, am Ende stark gedehnt. (Falls nicht besondere Maßnahmen zur Linerarisierung ergriffen werden.) Weicheiseninstrumente und die E. mit den genannten thermischen Wandlern erfüllen diese Forderung.

E. mit Gleichrichterschaltungen müssen dieselbe Eigenschaft haben. Der Ausschlag α eines Drehspulinstrumentes ist aber proportional dem arithmetischen Mittelwert des zugeführten Stromes

$$\alpha \sim I = 1/T \int_0^T i(t)\,\mathrm{d}t\,.$$

Hat die Gl.-Schaltung jedoch eine quadratische Kennlinie, dann ist der Strom durch das Instrument $i(t) = b \cdot u(t)^2$, wenn $u(t)$ die dem Gleichrichter zugeführte Spannung ist, deren Effektivwert gemessen werden soll. Damit ist:

$$\alpha \sim I \sim \frac{b}{T} \int_0^T u(t)^2 \cdot \mathrm{d}t \sim U_{\text{eff}}^2$$

und es wird der Effektivwert gemessen, unabhängig von der Kurvenform der Meßspannung $u(t)$. Die Gl.-Schaltung muß die positive und negative Halbwelle erfassen (Zweiweggleichrichtung). Vorgeschaltete Verstärker müssen ebenso wie die Gl.-Schaltung selbst über den Effektivwert hinaus eine genügend große Übersteuerungsreserve besitzen, da E. auch Spannungen mit hohen Spitzenwerten, die nur einen Bruchteil von T dauern, messen müssen (hoher Crest-Faktor $F_C = \hat{u}/\underline{U}_{\text{eff}}$).

Ist ein E. ausschließlich für die Messung des Effektivwertes von Spannungen ganz bestimmten Charakters (z. B. weißes Rauschen oder Impulsspannungen mit festem Tastverhältnis) bestimmt, dann können sogenannte »lineare Effektivwert-Gl.-Schaltungen« angewendet werden, die einfach und robust in Aufbau und Betrieb sind und ein Mittelding zwischen Spitzen- und Mittelwertgleichrichtung darstellen (→ Effektivwertanzeige).

Literatur: K. Günther, Postleitfaden Meßtechnik, Bd. 1 u. 2. R. v. Decker's Verlag, G. Schenck, Hamburg–Berlin — H. Gommlich, Das Verhalten einer einfachen Gleichrichterschaltung beim Messen nicht sinusförmiger Spannungen. radio mentor 27 (1961), S. 159—168.

Sommer

Effektlacke. Lacke, die nach der Trocknung auf dem Werkstück nicht — wie gewöhnlich — einen einheitlichen, gleichförmigen Überzug bilden, sondern allerlei dekorativ wirkende Figuren (z. B. Eisblumen, Risse, Hammerschläge, Spinnweben, Runzeln usw.) zeigen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eichbehörden → Physikalisch-Technische Bundesanstalt.

Eichleitung ist eine Anordnung, mit der eine bekannte, einstellbare Dämpfung in einen Leitungszug eingefügt werden kann. Sie dient zum definierten Abschwächen von Leistung und damit zum Bestimmen der Dämpfung bzw. Verstärkung von Vierpolen aller Art. Die → Dämpfung der E. soll bis zum höchsten Wert (max. etwa 140 Dezibel) feinstufig einstellbar und im Bereich von 0 Hertz bis zur erforderlichen oberen Frequenzgrenze möglichst frequenzunabhängig sein. Daneben ist eine gute Anpassung an den Wellenwiderstand des Systems, in dem sie verwendet wird, zu fordern. Eine E. besteht aus einer Anzahl von Dämpfungsgliedern, die durch Schalter ausgewählt und in Serie geschaltet werden können. Die Dämpfungsglieder sind Widerstandsvierpole mit Ein- und Ausgangswiderstand gleich dem Wellenwiderstand der Eichleitung; die Dämpfungen der einzelnen Glieder addieren sich damit. Die Dämpfung ist meist dekadisch einstellbar; jeder Wert einer Dekade hat entweder sein eigenes Dämpfungsglied, oder es werden Glieder gleicher oder nach Gewichtssatz gestufter Dämpfung in Serie geschaltet. Bei üblichen E. kann die Dämpfung in kleinsten Stufen von 0,1 Dezibel eingestellt werden; sie beginnt bei »Null«. Dabei bleibt aber immer eine kleine »Restdämpfung«, die vor allem durch die Übergangswiderstände der Schalter bedingt ist. Die Schalter werden von Hand oder auch durch Motoren betätigt; Relaisschalter gestatten Fernsteuerung mit kleinen Schaltzeiten und damit Einsatz in programmierten Meßanordnungen. Präzisions-E. stellen hohe Anforderungen an zeitliche Konstanz der Widerstände und gleichbleibend niedrige Schalterwiderstände. Um Impulse unverzerrt zu übertragen, muß die elektrische Länge und damit die → Gruppenlaufzeit unabhängig von der Frequenz und der eingestellten Dämpfung sein. Immer ist eine wirksame Abschirmung der E. zu fordern, um ein Übersprechen oder eine Beeinflussung durch Störspannungen zu verhindern. E. für höchste Frequenzen (bis 18 GHz) erfordern streng koaxial aufgebaute Dämpfungsglieder und Schalter. *Doetsch*

Eichpegelmesser. Der E. enthält eine Thermo-Umformer-Schaltung, die den Mittelwert der zu messenden Wirkleistung unabhängig von der Kurvenform an

einem Drehspulinstrument anzeigt, weitgehend frequenzunabhängig ist und mit Gleichstrom geeicht werden kann. Die unterste Grenze des Meßbereiches liegt bei etwa 1 mW. Ein mit Zenerdioden stabilisiertes Netzteil liefert die notwendige Bezugsgröße, die zur Kalibrierung auf den Absolutwert mit der Spannung eines Weston-Normalelementes verglichen werden kann. Die Thermospannung speist direkt oder über einen Gleichstromverstärker einen Anzeigekreis. Je nach Ausführung der Geräte kann man auf der Skale außer dem Sollwert 0 Npm (0 dBm), bzw. 0 Np (0 dB) bei Verwendung als Spannungsmesser Pegel-Abweichungen von ± 0,01 Np (± 0,1 dB) bis ± 0,1 Np (± 1 dB) unmittelbar ablesen. Zur Steigerung der Auflösung der Anzeige (± 1 mNp, ± 0,01 dB) wird die dem Sollwert entsprechende Thermospannung mit einer Gegenspannung auf den Ausschlag Null der Anzeige eines empfindlichen Galvanometers kompensiert.

Eidophorverfahren → Fernsehempfänger.

Eigenentstörung → Funkentstörung.

Eigenerregung → Selbsterregung elektrischer Maschinen.

Eigenfrequenzen sind die Frequenzen, die in einem Netzwerk bei einem einmaligen Anstoß angeregt werden. Sie ergeben sich als Realteil der Nullstellen der Stammfunktion $W(\omega) = 1/A(\omega)$ (= reziproker → Übertragungsfaktor) bzw. Imaginärteil der Nullstellen der Übertragungsfunktion $H(p)$ der Vierpoltheorie (→ Vierpoltheorie 3.). Bei einem einfachen Schwingungskreis (→ Eigenschwingung) ist die E.

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \text{ (Thomsonsche Formel).}$$

Eigengeräusch, Eigenstörung → Geräuscharten.

Eigenkapazität von Spulen wird besser → Wicklungskapazität genannt.

Eigenleitung → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Eigennachführung ist die Einrichtung zum Nachführen einer Antenne in Verbindung mit beweglichen Funkstellen, vorwiegend Satelliten. Bei der Satellitenverfolgung mit Eigennachführung ist der Satellit selbst Teil der Regelschleife. Ein vom Satelliten abgestrahltes Bakensignal im Mikrowellenbereich wird von der Antenne empfangen und nach dem Monopulsverfahren oder in einem Modenkoppler ausgewertet. Der Modenkoppler koppelt aus dem Empfangshohlleiter bestimmte Wellentypen höherer Ordnung aus, die nur bei Abweichungen der elektrischen Antennenachse von der Empfangsrichtung auftreten. Aus den Transversalkomponenten der höheren Wellentypen und dem Nachrichtensignal als Bezugsgröße lassen sich die Fehlersignale zur Ansteuerung des → Servosystems eindeutig bestimmen. Da die E. erst arbeitet, wenn die Antenne das Mikrowellensignal des Satelliten empfängt, müssen zum Erfassen des Satelliten andere Nachführhilfen eingesetzt werden. Für die automatische Auffassung werden → Nachführeinrichtungen benutzt, die über ein Bakensignal im MHz-Bereich den Satelliten orten und die Antenne mit etwa ± 1° einstellen. Eine zweite Nachführeinrichtung, die das Mikrowellensignal des Satelliten auswertet, kann dann die Antenne solange führen, bis bei Ablagen von etwa ± 0,15° die E. zu arbeiten beginnt.

Eigenpeilung → Funkortung, → Funkpeilung.

Eigenschwingung. Schwingung, die ein sich selbst überlassenes schwingungsfähiges System (Schwingungssystem) ohne Energiezufuhr von außen nach vorheriger Erregung ausführt, auch freie Schwingung genannt (→ Ausgleichsvorgang). Gegensatz: erzwungene Schwingung. In einem Netzwerk ist die E. ein Ausgleichsvorgang, durch den die im elektr. und magn. Feld des Netzwerks gespeicherte Energie sich ausgleicht. Hierbei werden die Energiespeicher des Netzwerks durch seine Induktivität L und Kapazität C repräsentiert, während im Widerstand R die gespeicherte Feldenergie in Wärme (Joulesche Wärme I^2Rt) umgewandelt und nach außen abgestrahlt wird. Die E. eines linearen Netzwerks ist daher eine gedämpfte Schwingung.

Die Frequenz der E. ist die Eigenfrequenz oder Eigenschwingungszahl des Netzwerks (Systems) und ausschließlich durch dessen Elemente (Konstanten) gegeben. Für ein Netzwerk mit konstanten Werten R, L, C kann sie in komplexer Form angegeben werden. Hierfür macht man für die einzelnen Zweigströme $i(t)$ und Zweigspannungen $u(t)$ des ohne Energiezufuhr von außen sich selbst überlassenen Netzwerks den Ansatz

$$i(t) = I_1 e^{pt} + I_2 e^{pt} + \cdots,$$
$$u(t) = U_1 e^{pt} + U_2 e^{pt} + \cdots,$$

ersetzt in den Zweigimpedanzen und Zweigleitwerten $j\omega$ durch p und setzt für die Knotenpunkte und Maschen die Kirchhoffschen Sätze an. Für einen linearen Reihenschwingkreis (Masche) ergibt das als Stammgleichung (→ Laplace-Transformation, Anwendung)

$$Z(p) = R + pL + \frac{1}{pC} = 0,$$

woraus man bei $R < 2\sqrt{L/C}$ die komplexe Eigenfrequenz

$$p_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm j\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = -\delta \pm j\omega_e$$

erhält. Der in linearen Netzwerken notwendig negative Realteil der komplexen Eigenfrequenz ist der Dämpfungsexponent δ, der das exponentielle Abklingen der E. infolge Energieverbrauchs beschreibt. Der Imaginärteil ω_e ist die (gedämpfte) Eigenkreisfrequenz des Schwingkreises. Die Eigenfrequenz f_e ist dann (Thomsonsche Formel)

$$f = \frac{\omega_e}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2},$$

wobei $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ die Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Schwingkreises bedeutet, die hier mit der Resonanzfrequenz übereinstimmt.

Die Periodendauer T der E. des Reihenschwingkreises ist

$$T = \frac{2\pi}{\omega_e} \approx 2\pi\sqrt{LC}$$

und das log. Dekrement $\Lambda = \delta T$ (→ Dekrement, logarithm.).

Ist im Reihenshwingkreis $R > 2\sqrt{L/C}$, also $\delta > \omega_0$, so ist p reell und infolge der hohen Dämpfung (aperiodische Dämpfung) keine oszillatorische E. möglich. Man erhält lediglich einen aperiodisch abklingenden Ausgleichsvorgang. Auch bei RC-Netzwerken wie allgemein bei Netzwerken, die nur C oder nur L als Speicher enthalten, ist keine oszillatorische E. möglich, da dann p ebenfalls reell ist (→ Laplace-Transformation).

Literatur: J. Peters: Einschwingvorgänge, Gegenkopplung, Stabilität. Berlin–Göttingen–Heidelberg 1954. *v. Weiss*

Eigenschwingungszahl → Eigenschwingung.

Eigentumskennzeichnung und Firmenbezeichnung am Fernmeldezeug. Zur Eigentumssicherung und Erleichterung des Eigentumsnachweises — viele Gegenstände der DBP befinden sich außerhalb der Postdienstgebäude — dient die E. der posteigenen Gegenstände. Sofern Auftragnehmer nicht nach jeweiligen technischen Vorschriften oder Besonderen Vertragsbedingungen (BVB) zur E. der Gegenstände verpflichtet ist, kann dies im Auftragschreiben, erforderlichenfalls unter Angabe von Einzelheiten (Art, Größe, Ort), besonders vereinbart werden. E. besteht aus Wort »Post« oder bei sehr kleinen Gegenständen aus Bezeichnung »BP«. Die E. soll in der Regel nach Güteprüfung stattfinden, jedoch bis zum Zeitpunkt der Abnahme abgeschlossen sein. Auf gekennzeichneten Gegenständen wird vor Verkauf das Zeichen »Veräußert« neben einem Zeichen der verkaufenden Dienststelle angebracht. Keine E. erhalten Gegenstände mit einem geringen Einzelwert und alle fest eingebauten Gegenstände oder Geräte, wenn es nicht im Einzelfall besonders angeordnet wird, sowie Fernsprecheinrichtungen, die für teilnehmereigene Nebenstellenanlagen von der DBP beschafft und dem Antragsteller übereignet werden. Nähere Ausführungen zur E. enthalten die Richtlinien der Deutschen Bundespost für das Beschaffen nach der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) — Teil O — und das Normblatt Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ) A 04 AN 1 — Eigentumskennzeichnung, Allgemeine Technische Vorschriften. Auftragnehmer hat, sofern in den zur Anwendung kommenden BVB festgelegt oder anderweitig vereinbart, auf die von ihm gefertigten Gegenstände Firmenbezeichnung (Ursprungsbezeichnung) sowie Zeitpunkt der Herstellung durch Angabe des Herstellungsjahres und bei bestimmten Gegenständen Fertigungsnummer (z.B. bei einigen Röhrentypen) anzubringen.

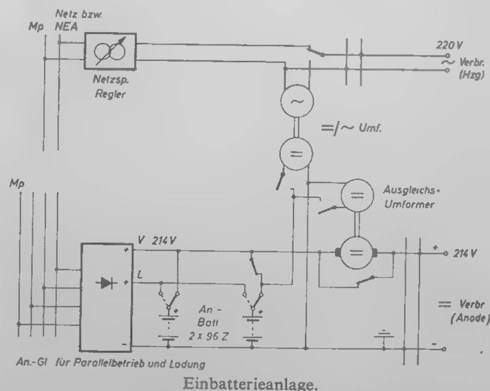
Über Ausführung und Umfang der Beschriftung sind im »Normblatt FTZ 1 AN 2 — Beschriftung von Bauteilen und Geräten in fernmeldetechnischen Einrichtungen« Einzelheiten angegeben. *Wigand/Dewitz*

Eigenverzerrung → Telegrafieverzerrung.

Eignungsfeststellungen dienen zur Feststellung der allgemeinen und fachlichen Befähigung von Bewerbern für den Eintritt in den Dienst der DBP oder für den Aufstieg in eine höhere Laufbahn. Es sind meist schriftliche Arbeiten und mündliche Aussprachen (Rundgespräche) vorgesehen. Beurteilung durch erfahrene Beamte der DBP. Bei der Auswahl von Fernmeldelehrlingen werden auch vielfach psychotechnische Tests durchgeführt, um das Vorhandensein berufsspezifischer Eigenschaften (Geschicklichkeit, Reaktionsschnelligkeit, Konzentrationsfähigkeit usw.) zu ermitteln.

Einankerumformer ist ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor, dessen Rotorwicklung zusätzlich über Schleifringe herausgeführt ist. Eine galvanische Trennung zur Antriebsspannung ist nicht vorgesehen. Zur Verwendung kommen Maschinen, die Gleichstrom in Wechselstrom umformen. Der E. ist verhältnismäßig klein und hat einen Wirkungsgrad von 90–95%. Er wird bei der DBP als → Ruf- und Signalmaschine verwendet. Durch eine zusätzliche Statorwicklung wird noch eine Hörzeichenfrequenz erzeugt.

Einbatterieanlage ist eine zentrale Fernmeldestromversorgungsanlage mit einer Batterie, die verschiedene Betriebsspannungen, in der Regel eine Gleich- und eine Wechselspannung, liefert (s. Bild). Als Energiereserve bei Ausfall des Starkstromnetzes dient eine Batterie, die aus 2 parallelgeschalteten Batteriegruppen bestehen kann. Bei Netzausfall werden die Gleichstromverbraucher aus der Batterie gespeist,



Einbatterieanlage.

während die Versorgung der Wechselstromverbraucher aus der gleichen Batterie über Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer (Gs/Ws-Umformer) erfolgt. Für Anlaßvorgänge der Gs/Ws-Umformer werden bei einigen Stromversorgungssystemen die Batteriegruppen kurzzeitig aufgetrennt. Die Gleichstromverbraucher liegen bei dieser vorübergehenden Auftrennung an der einen Batteriegruppe, während die andere Batteriegruppe mit den hohen Anlaßströmen der für die Wechselstromverbraucher anlaufenden Gs/Ws-Umformer belastet wird (Spannungseinbruch). *Vetter*

Einbrennlacke. Es handelt sich hier meist um Resole (weiche, in Spiritus und Kohlenwasserstoff lösliche Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte), die in Lösung auf die Gegenstände gebracht und im Lacktrockenofen durch langsames Erhitzen auf 100 bis 150° C (Einbrennen) in die harte Resitstufe übergeführt werden. Dieser Resitfilm verhält sich ähnlich wie Phenoplaste, er ist sehr hart, unbrennbar, isolierend, widerstandsfähig gegen organische Lösungsmittel, Laugen, Öle und Säuren. Neuerdings werden auch E. aus Vinylchlorid u. dgl. in den Handel gebracht.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eindringtiefe → Gegeninduktivität von Leitungen.

Eindringtiefe von Holzschutzmitteln ist eine von der Holzart, deren Beschaffenheit, von der Eindringungsrichtung (axial, radial, tangential), vom Holzschutzmittel und Einbringverfahren abhängige Größe. Für getränkte Fernmeldemaste geforderte E = Splintbreite oder E. ≧ 1 cm. Richtlinien für die Prüfung des Eindringvermögens von Holzschutzmitteln sind in den DIN 52168, Bl. 1 niedergelegt. Für den qualitativen Nachweis der E. von Holzschutzmitteln in Fernmeldemasten muß je nach dem angewendeten Mittel die Fluor-, Arsen-, Chrom-, Kupfer- oder Borkomponente bestimmt werden. Nach Aufbringen des Reagenzmittels tritt ein Farbumschlag ein. Nachweis von Fluor-Verbindungen am gebräuchlichsten mit Zirkon-Alizarin-Reagenz (ZA-Reagenz): rotes Reagenzmittel schlägt im durchtränkten Bereich nach Gelb um (Verfahrensdurchführung s. DIN 52161, Bl. 3). Nachweis von Bor-Verbindungen durch Curcuma-Lösungen, Farbumschlag von Gelb nach Rot. Getrennte Nachweise für dreiwertiges bzw. fünfwertiges Arsen. Unabhängig von der Wertigkeit kann Arsennachweis mit unterphosphoriger Säure (Farbumschlag in der arsengetränkten Zone nach Schwarzbraun) geführt werden. Nachteil: geringe Empfindlichkeit. Nachweis von Kupfer-Verbindungen (Kupfer-II-Ionen) mit Kaliumhexacyanoferrat (II) durch Braunfärbung der mit anorganischen Kupferverbindungen getränkten Holzzonen (Nachweis sehr empfindlich). Organische Kupferverbindungen werden zweckmäßig mit Diphenylcarbazid nachgewiesen. Die Eindringung von Chromverbindungen der Holzschutzsalze ist durch graugrüne Färbung ohne Reagenzmittel sichtbar. Ein qualitativer Nachweis des im getränkten Holz vorliegenden dreiwertigen Chroms ist möglich (mit Eriochromcyanin-R-Lösung).
Literatur: G. Theden u. C. Kottlors, Verfahren zum Sichtbarmachen von Schutzmitteln im Holz, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, München. H. 52, 1965.

Einfachleitung in den Anfangszeiten des Telegrafen- und Fernsprechwesens unter Benutzung der Erde als Rückleitung verwendet; für Fernsprecher heute nur noch Doppelleitungen benutzt; auch Telegrafie nach Einführung der Unterlagerungs- und Wechselstromtelegrafie von Einfachleitung abgekommen.

Einfachstrombetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie.

Einfachstrom-Doppelstrom-Umsetzung → Telegrafen-Anschlußschaltung.

Einfahrsignal → Bahnhof.

Einfallabstand. Zeitintervall zwischen dem Beginn zweier aufeinanderfolgender Belegungen. Der E. ist eine Zufallsgröße. Die Häufigkeitsverteilung der E. ist unter idealisierten Voraussetzungen eine negative Exponentialverteilung $P\ (>t) = \exp(-t \cdot c_A)$. Die idealisierten Voraussetzungen sind erfüllt, wenn die Belegungen von einer unendlich großen Anzahl von Verkehrsquellen ausgehen und die Belegungen der verschiedenen Verkehrsquellen voneinander unabhängig sind.

Einflußbereich → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Einfrequenzcodewahl → Zeichengabesysteme, internationale.

Einfügungsdämpfung → Dämpfungsmaß.

Einführung. 1. Beamte, die zum Aufstieg in eine höhere Laufbahn zugelassen worden sind, werden in die Aufgaben der neuen Laufbahn eingeführt. Die Dauer der E. richtet sich nach der Bundeslaufbahnvorschrift und den ergänzenden Bestimmungen des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen. Sie kann insoweit gekürzt werden, als der Beamte während seiner bisherigen Tätigkeit schon hinreichende Kenntnisse, wie sie für die erstrebte Laufbahn gefordert werden, erworben hat. Die E. richtet sich im allgemeinen nach dem Ausbildungsplan (→ Ausbildungsordnung) der betreffenden Laufbahn. Sofern eine Aufstiegsprüfung vorgeschrieben ist, ist sie nach erfolgreicher E. abzulegen.

2. E. neuer Gegenstände für die Fernmeldedienste der DBP → Entwicklung; E. neuer Holzschutzmittel → Holzschutzmittelprüfung.

3. E. von Anschlußleitungen. Unter E. ist die Schaffung der Verbindung von den Anschlußleitungen des öffentlichen Netzes zu den → Innenleitungen der Sprechstellen zu verstehen. Man unterscheidet:

3.1. E. von Blankdrahtleitungen beginnt am Einführungsisolator und endet am → Sicherungskästchen. Die Stelle für die Leitungseinführung in die Gebäudewand wird so gewählt, daß die Zuführungsdrähte und die → Innenleitungen zur Sprechstelle kurz und unauffällig geführt werden können. Der Durchbruch durch die Hauswand wird (Bild 1)

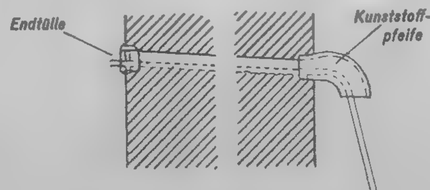


Bild 1. Mauerdurchbruch.

— mit Gefälle nach außen — hergestellt. In die Öffnung wird ein → Isolierrohr von 11 mm lichter Weite eingesetzt und an der Außenseite der Wand durch eine Kunststoffpfeife und innen durch eine

Endtülle abgeschlossen. Die Ausmündung des Rohres im Innern wird mit Abdichtkitt verschlossen. Das Sicherungskästchen wird unmittelbar neben den Mauerdurchbruch im Innern des Gebäudes so angebracht, daß es gut zu erreichen ist. Leichtbrennbare Gegenstände sollen nicht in der Nähe sein, feuchte Räume, wie Badezimmer usw., sind zu meiden. Die

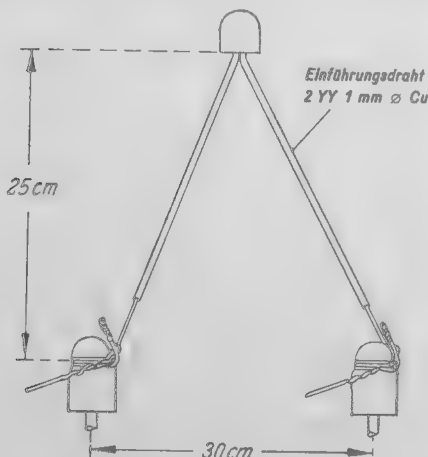


Bild 2. Einführung von Blankdrähten.

Verbindung zwischen den am Einführungsisolator abgespannten Blankdrähten und dem Sicherungskästchen wird mit Einführungsdraht (2YY) hergestellt (Bild 2). Einführungen mit mehr als einer Doppelleitung werden mit Installationskabeln hergestellt.

3.2. E. von oberirdisch geführtem Installationskabel beginnt am Abspannhaken und endet an einer → Trenndose. Werden mehr als zwei Leitungen eingeführt und dann verteilt, so wird anstelle der Trenndose eine → Verbindungs- und Verzweigungsdose

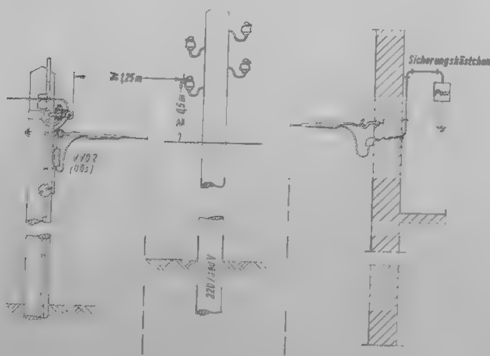


Bild 3.
Einführung von oberirdisch geführtem Installationskabel als Fortsetzung einer Blankdrahtlinie bei Kreuzung mit einer Starkstromleitung (bis 380 V) unter Angabe der Mindestabstände.

(VVD) verwendet. Die Durchführung durch die Mauer wird entweder hergestellt wie bei der → Einführung von Blankdrahtleitungen oder aber das Installationskabel mit Zugentlastung wird unmittelbar im Wanddurchbruch einzementiert (Zementmörtel 1:4 aus schnellbindendem Zement oder fertigem Schnellbinder). Wird vor dem Installationskabel eine Leitungsstrecke aus Blankdraht verwendet, muß ein → Sicherungskästchen gesetzt werden (Bild 3).

3.3. E. von oberirdischen Anschlußleitungen in versenkter Führung beginnt am Abgangsmast der oberirdischen Linie und endet nach der Mauerdurchführung im Innern des Gebäudes. Für die versenkte Führung wird Installationskabel mit Zugentlastung (J-2Y(Z)Y) verwendet, das zwischen Mast und Gebäude etwa 50 cm tief in steinfreier Erde eingebettet

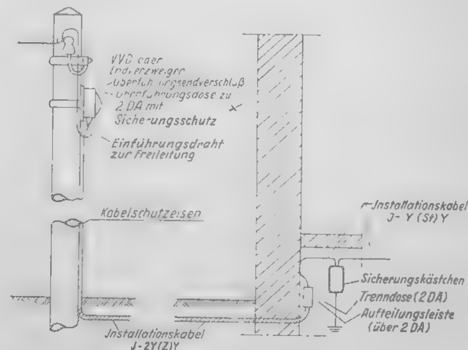


Bild 4. Versenkte Einführung von Blankdrahtleitungen.

und zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen mit Vormauer-Vollziegel, Betonplatten, Abdeckhauben o. ä. abgedeckt wird. Ist die E. länger als 150 m, wird an der Überführungsstelle am Mast ein Sicherungsschutz eingebaut, der je nach Adernzahl

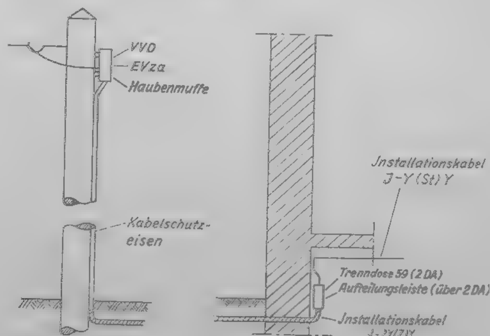


Bild 5. Versenkte Einführung von Luftkabeln.

aus einer Überführungsdose mit Sicherungsschutz oder aus einem Überführungsendverschluß bestehen kann. Die Verbindung zwischen Blankdrahtleitungen und Überführungseinrichtungen werden mit Einführungsdraht (2YY) hergestellt. Das Installations-

kabel mit Zugentlastung endet unmittelbar hinter der Mauerdurchführung

a) bei vorhergehender Blankdrahtführung an einem Sicherungskästchen (SiK); höherpaarige Kabel werden in → Trenndosen oder an → Aufteilungsleisten aufgeteilt und die weiterführenden Leitungen über SiK geführt (Bild 4),

b) in allen anderen Fällen in einer Trenndose oder einer Aufteilungsleiste, ohne über SiK geführt zu werden (Bild 5).

3.4. E. von unterirdischen Anschlußleitungen beginnt an der Kabelendeinrichtung (Endverzweiger) und endet nach der Mauerdurchführung im Innern des Gebäudes. Die Endeinrichtungen sind je nach den örtlichen Erfordernissen an Außenwänden von Gebäuden oder an Masten und ausnahmsweise in Betonsäulen untergebracht. Von hier aus wird für die Leitungsführung Installationskabel (J-Y(St)Y) verwendet (Bild 6), das im allgemeinen mit Halbschellen

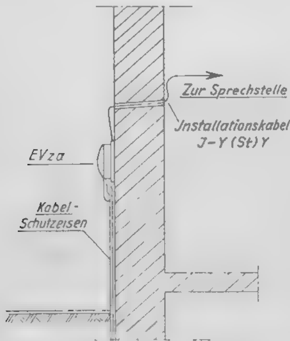


Bild 6. Einführen von unterirdischen Anschlußleitungen.

und Stahlnadeln an den Wänden befestigt wird. Die Mauerdurchbrüche für die Eintrittsstellen in Gebäude werden wie bei der → Einführung von oberirdisch geführtem Installationskabel hergestellt, nur daß beide Rohröffnungen mit Endtüllen abgeschlossen und mit Abdichtkitt ausgefüllt werden. Befindet sich der Endverzweiger im Innern des Gebäudes, so ist eine E. dem Sinne nach nicht vorhanden; unmittelbar am Endverzweiger beginnen dann die → Innenleitungen der Sprechstellen. *Stegmann*

Einführungsdraht → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Eingangsfunktion → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Eingangs-Rauschtemperatur → Empfindlichkeit.

Eingangswiderstand von Leitungen → Leitungstheorie 1.4.

Einheitsgesprächsblätter. Seit dem 1.10.1965 werden bei allen → Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung einheitliche Gesprächsblätter verwendet: weiße, rote und grüne E. Die frühere Bezeichnung (Auskunftsblätter, Durchgangsblätter) wurde fallengelassen. Die 3 Arten unterscheiden sich nur in den Querstreifen (roter, grüner) im Gebührenteil auf der Vorderseite und im freien Feld über Sprechvermerke auf der Rückseite. Der schwarze Aufdruck auf allen E. ist gleich. Gleicher Inhalt steht bei allen 3 Arten an gleicher Stelle. Weggefallen sind die früheren Aufdrucke Not, SD, AD usw., nur R (für → R-Gespräche) ist beibehalten worden. Die E. weisen eine klare Dreiteilung auf: den Aufnahmeteil, den Betriebsteil und den Gebührenteil. Die Felder sind in ihrer Reihenfolge von oben nach unten und von links nach rechts so angeordnet, daß sich beim Ausfüllen der E. im praktischen Betrieb eine arbeitsgerechte Reihenfolge ergibt. Der Name der Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (→ Anmelde-Fern VSt Hand) ist bei allen E. auf der Rückseite unten aufgedruckt. Rote E. werden für Nachfragen, → Auskünfte, Ergänzungen, → Streichungen usw., grüne E. nur bei den → Auslandskopfvermittlungsstellen mit Handbedienung für Sonderfälle benutzt.

Einheitsschritt. Man unterscheidet in der Telegrafie: 1. Telegrafierschritt, dessen Dauer der Soll-Schrittdauer entspricht. 2. Kehrwert der → Schrittgeschwindigkeit. 3. Nach CCITT: In einem System mit einem Code gleicher Schrittzahl oder mit isochroner Tastung ein Schritt von solcher Dauer, daß die → Kennabschnitte eines Telegrafiesignals ganzzahlige Vielfache dieser Schrittdauer sind.

Einknopfabstimmung, Einkreisempfänger → Geradeausempfänger.

Ein-Mann-Studio → Programmabwicklung.

Einordnung der Ämter des Fernmeldewesens → Ämter des Fernmeldewesens.

Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld → Bezeichnung und Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld.

Einregelung von Tonleitungen → Tonübertragungsgüte.

Einrichtungsverstärker → Seekabelverstärker.

Einrohranlage, Einrohrwendeanlage → Rohrpostdirektsysteme.

Einsatzplatz für Fernsprechunterhaltungsdienst (UFe) hat die Aufgabe, die Betriebskräfte im → Fernsprechunterhaltungsbezirk gelenkt einzusetzen und das Betriebsgeschehen zu beobachten. Aufträge werden über Arbeitszettel (Az) erteilt und betreffen vorliegende Störungsmeldungen, Abwicklungsplan für manuelles Prüfen (→ Einzelprüfen), Schalten von Gemeinschaftsanschlüssen, Sammel-Nr., → Zählvergleichseinrichtungen, → Fangeinrichtungen, Arbeiten an der Stromversorgungsanlage, Abnahmearbeiten, Beobachten des Betriebsgeschehens durch Auswerten der → Fehlerübersichten, Störungsmeldungen, Teilnehmerbeschwerden, Einleiten von Überholungsarbeiten, Anordnen der technischen Überprüfung. Der E. ist die Kontaktstelle zu allen anderen Betriebsstellen für das Absprechen gemeinsamer Maßnahmen. Er wirkt mit beim Unterweisen des technischen

Personals, beim Veranlassen der Bestellung von Ersatzteilen, Werkzeugen und Zeichnungen und beim Aufbereiten der Informationen für die automatische Auswertung durch Datenverarbeitungsanlagen.

Literatur: Richtlinie Vermittlungsstelle (RichtlVSt), Teil A, Arbeitsorganisation in den Fernsprechunterhaltungsbezirken.

Einschaltvorgang → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Einschiebegestänge werden entweder aus astfreiem Eichenstammholz von 1 m oder 1¹/₄ m oder aus Stahlrohr von 0,5 m Länge hergestellt. Es gibt Einschiebestäbe zum Haken (an den beiden Enden je ein Haken oder eine Öse) (Bild 1) oder zum Schrauben mit Kordelgewinde (an einer Seite Innengewinde, an der anderen Außengewinde) (Bild 2).



Bild 1. Einschiebegestänge zum Haken.

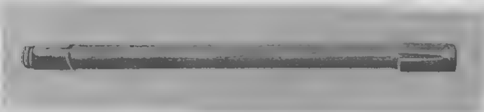


Bild 2. Einschiebegestänge mit Kordelgewinde.

E. dienen, miteinander verbunden, nacheinander in den Kanalzug eingeführt, zum Einbringen von Zugseilen oder von Reinigungsgeräten. Vom Schacht aus wird ein Stab an den anderen angesetzt und dadurch in den Kanalzug geschoben, bis der erste im Schacht am anderen Ende herauskommt.



Bild 3. Einführungsgerät zum Einschieben von Einschiebestäben (Pat. ang).

Das Einbringen wird erleichtert durch eine Schubzange. Diese klemmt sich an dem Einschubstab fest; mit zwei seitlichen Griffen wird der Stab in die Zugöffnung hineingedrückt. Das Vortreiben der Einschiebestäbe in stark verschmutzte bzw. versandete Kanalzüge wird mit dem Einführungsgerät für Einschiebestäbe (Bild 3) erleichtert. Es besteht aus einer Klemmtülle mit Führungsrohr und dem Klemmstück mit Hebelgriff. Auf den ersten Stab wird eine Pilotspitze aufgeschraubt.

Mit dem Fanggerät für E. kann das E. von beiden Seiten aus gleichzeitig in lange Kanalzüge eingeschoben werden. In der Praxis werden auch noch Verbindungsstücke und Kupplungen — auch zum Verbinden mit → Einziehstahlbändern — gebraucht.

Stegmann

Einschiebestahlbänder dienen zum Einbringen des Windenseils in Kabelkanalzüge oder in -rohre, sie haben an den Enden eine Anfangskugel und einen



Bild 1. Fanggerät für Einschiebe-Stahlbänder (DBGM).

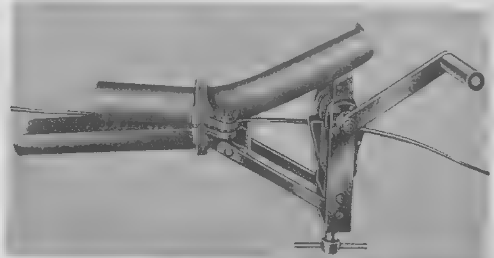


Bild 2. Stahlband-Einschiebegerät.

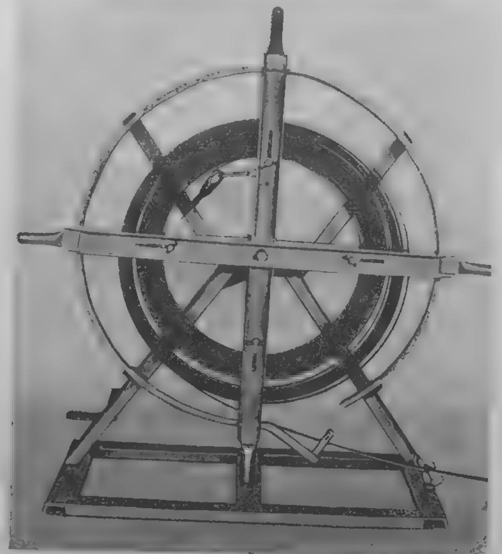


Bild 3a. Stahlbandhaspel (leichte Ausführung).

Schlußring, die abgeschraubt werden können, damit zwei Stahlbänder zusammengekuppelt werden können. E. gibt es in Längen von 20 bis 120 m.

Beim gleichzeitigen Einschieben von beiden Seiten aus in lange Kanalzüge oder -rohre wird mit dem Fanggerät für E. Zeit gespart (Bild 1). Niederpaarige Kabel können auch von Hand mit E. eingezogen werden. Das Stahlband-Einschiebegerät (Bild 2) gestattet das Vortreiben langer Stahlbänder auch in verschmutzte Züge mit weniger Kraftaufwand.

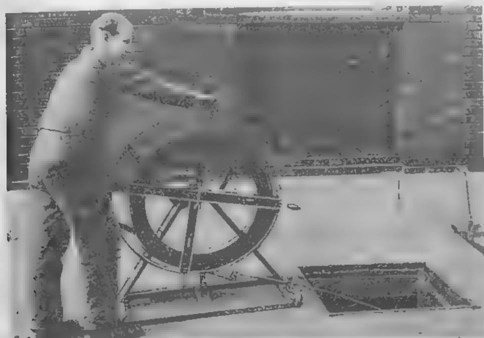


Bild 3b. Stahlbandhaspel (schwere Ausführung).

Um das Stahlband nach Befestigung des Einziehseils am Ende wieder herauszuziehen, ist eine Stahlbandhaspel in leichter oder schwerer fahrbarer Ausführung entwickelt. Sie hat Führungsschienen und -ringe, um das E. gut aufwickeln zu können, und ist mit Bremse und Rücklaufsperre versehen. An vier Handgriffen wird sie zum Aufwickeln des E. gedreht (Bild 3a und 3b).

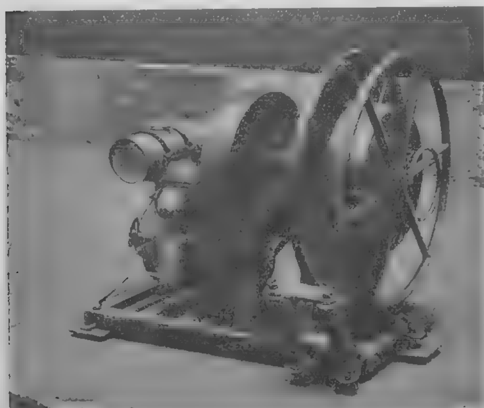


Bild 4. Stahlband-Motorhaspel mit Vergasermotor.

Die Motorhaspel (Bild 4) wird durch einen Benzinmotor angetrieben und kann universell zum Aufhaspeln von E. oder von Kabelkanalzugdrähten benutzt werden. Das Stahlband wird exakt und unfallsicher aufgespult und kann nach Lösen des seitlichen Halbkreuzes mit dem äußeren Führungsring von der Haspel einfach abgenommen werden.

Stegmann

Einschießen → Seekabellegung und -instandsetzung.

Einschnüreffekt → Durchbrucheffekte.

Einschnursystem. Je nachdem, ob die Stöpselschnur an der Verbindungs- oder Abfrageseite vorgesehen wird, unterscheidet man E. mit Verbindungs- oder Abfrageschnur. In handbedienten Fernvermittlungen (FernVStHand) hat nur das E. mit Verbindungsschnur praktische Bedeutung erlangt. Es erfordert ein Verbindungsfeld, jedoch kein Anruffeld, weil die Leitungen fest mit den Verbindungssätzen verbunden sind. E. mit Verbindungsschnur eignen sich besonders für Vermittlungsplätze, an denen wenige Leitungen mit starkem Verkehr zu bedienen sind. Für Sofortdienst sind sie wegen der starren Bindung an bestimmte Leitungen ungeeignet.

Das E. mit Verbindungsschnur ist dem → Zweischnursystem aus folgenden Gründen betrieblich unterlegen: Keine → Nachbaraushilfe, größere Wartezeiten infolge fehlender → Anrufwiederholung, die Platzbesetzung kann nicht ohne weiteres an ein schwankendes Verkehrsangebot angepaßt werden, schlechte Auslastung der Vermittlungskraft bei Verkehrsrückgang, großer Bedarf an Verbindungssätzen, bei Störungen an den Verbindungssätzen fallen die zugeordneten Leitungen aus. Demgegenüber sind als Vorteile der geringere Bedienungsaufwand — anstelle von zwei Schnüren braucht nur eine Schnur gesteckt zu werden — und die Einsparung des Anruffeldes zu nennen.

Das E. mit Verbindungsstöpsel ist charakteristisch für einige ältere FernVStHand. Nach diesem Prinzip ist auch die → Feldfernsprechvermittlung OB/10 aufgebaut.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Einschwingverzerrung → Telegrafieverzerrung, → Verzerrung.

Einschwingvorgang → Ausgleichsvorgang, → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen, → Kompensation durch geerdete Leiter, → Laplace-Transformation.

Einschwingzeit, Einschwingdauer ist die Zeit, die bei einem → Ausgleichsvorgang vom Einsetzen des Stromes bis zum Erreichen des Endzustandes vergeht. Sie ist streng genommen unendlich lang. Praktisch kann man, da eine einheitliche Definition der E. nicht existiert, als E. die Zeit ansehen, die von dem Augenblick vergeht, in dem der Strom am Ausgang merkliche Werte annimmt, bis zu dem Zeitpunkt, in dem der Endwert zum ersten Mal erreicht oder bei → aperiodischem System z. B. zu 90% erreicht wird, oder die Zeit, die die Tangente im steilsten Punkt der Einschwingkurve auf den Ordinaten 0 und 1 abschneidet. Zwischen E. und Frequenzbereich des Netzwerkes besteht dann die von Nyquist und Küpfmüller angegebene Beziehung $\tau \approx 1/\Delta f$. Die Einschwingkurve hängt vom Dämpfungs- und Phasenverlauf des

Netzwerkes ab. Bei überwiegender Phasenverzerrung ist die E. für Wechselströme einer Frequenz ω ungefähr gleich dem Unterschied der → Gruppenlaufzeit bei ω zur minimalen Gruppenlaufzeit, → Pupinisierung 4. Bei Leitungen schließt die E. an die normale Laufzeit an, die der Übertragung über die Leitungslänge entspricht (→ Laplace-Transformation).

Einseitenband-Demodulator → Demodulation, → Einseitenband-Empfänger. Der E. ist im Idealfall ein kreuzmodulationsfreier Frequenzumsetzer für die letzte Funkempfänger-ZF in die NF-Lage. Man verwendet dafür u. a. Mischhexoden-Röhren, vorzugsweise jedoch Ringmodulatoren. Im Gegensatz zum Hüllkurven-Demodulator erfolgt Zuführung einer genügend großen Trägerzusatzspannung, sei es von selbständigem Überlagerer, sei es von einer aus senderseitig ausgestrahltem Träger direkt oder durch Synchronisation gewonnenen Spannung stammend. (→ Hüllkurven-Demodulator).

Einseitenbandempfang. Bei der Amplitudenmodulation (→Modulation) entstehen zwei Seitenbänder, von denen jedes einzelne die Nachricht vollständig enthält. Der Träger wird dagegen von der Modulation nicht beeinflußt, d. h., er bleibt in Amplitude, Frequenz und Phase konstant und enthält somit keinerlei Information. Er wird auf der Empfangsseite lediglich für die Demodulation und gegebenenfalls noch für die Frequenz- und Schwundregelung benutzt. Daher ist es möglich, die Nachricht selbst durch Aussendung nur eines Seitenbandes mit vermindertem Träger oder sogar ohne die Trägerfrequenz zu übermitteln. Dieses sogenannte Einseitenbandverfahren wird wegen seiner erheblichen Vorteile gegenüber dem Zweiseitenbandverfahren (u. a. Einsparung an Frequenzband und Sendeleistung) vom CCIR empfohlen und auch im kommerziellen Verkehr des Kurzwellenbereiches mehr und mehr eingesetzt, vor allem auch in Verbindung mit Systemen für tonfrequente Mehrfachtelegrafie.

Empfangsverfahren bei verminderter Trägeramplitude; hierbei ist die Trägeramplitude auf etwa 10% der höchsten Seitenbandamplitude reduziert. Der Trägerrest wird nun in einer möglichst niedrigen ZF-Lage durch ein sehr schmales Trägerfilter (Bandbreite etwa 30 Hz) ausgesiebt. Da das übertragene Nachrichtenband häufig schon bei etwa 100 Hz neben dem Restträger beginnt, dessen Amplitude zudem noch wesentlich kleiner als die der Seitenbandfrequenzen ist, muß das Filter auch außerhalb seiner definierten Bandbreite eine entsprechend große Flankensteilheit besitzen, damit der Restträger frei von Modulationsanteilen ist. Der Restträger dient nun entweder zur Synchronisation eines im Empfänger erzeugten Demodulationsträgers, oder er wird nach entsprechender Verstärkung (die für unterschiedliche Trägerunterdrückung veränderbar sein muß) selbst als Zusatzträger für die Rückumsetzung der Nachricht in die Ausgangslage benutzt. In beiden Fällen werden wegen der konstanten Amplitude des örtlichen Trägers Verzerrungen durch Selektivschwund des ausgesandten Trägers vermieden.

Empfangsverfahren mit völlig unterdrücktem Träger; es kann nur angewendet werden, wenn die Sender- und Empfängeroszillatoren extrem hohe Treffsicherheit und Frequenzkonstanz (10^{-6} bis 10^{-7}) besitzen, da auf der Empfangsseite wegen des fehlenden Restträgers kein Kriterium für eine automatische Frequenznachstimmung vorhanden ist. Außerdem muß der auf der Empfangsseite erzeugte Demodulationsträger sehr genau (bei Sprache bis auf etwa 10 Hz) mit der Frequenz des Modulationsträgers der Sendeseite übereinstimmen, damit das NF-Band bei der Rückumsetzung nicht gegenüber seiner ursprünglichen Lage unzulässig verschoben wird.

Vorteile des Einseitenbandverfahrens gegenüber dem Zweiseitenbandverfahren sind: 1. das benötigte Frequenzband vermindert sich bei gleichem Nachrichtenfluß etwa auf die Hälfte; 2. die Energiebilanz des Senders wird wesentlich verbessert, da die abgestrahlte Leistung überwiegend bzw. bei voller Trägerunterdrückung praktisch ganz für die eigentliche Nachricht nutzbar gemacht wird; dadurch ergibt sich bei gleicher Sendeleistung gegenüber der Zweiseitenbandübertragung eine Verbesserung des Störabstandes von etwa 8 bis 9 dB; 3. die Verzerrungen durch Übermodulation bei Selektivschwund des Trägers werden vermieden, und 4. durch die Möglichkeit zur Übertragung von unabhängigen Seitenbändern kann der Sender mehrfach ausgenutzt werden.

Literatur: W. Kronjäger u. K. Vogt, Planung von Überseefunkempfangsstellen. Fernmelde-Ing. 16 (1962), H. 3 und Fernmelde-Ing. 16 (1962), H. 11 — H. Meinke und F. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Springer-Verlag 1956.

Knep

Einseitenband-Empfänger (EB-Empfänger) → Kurzwellen-Empfänger, → Großstations-Empfänger, → Einseitenband-Zusatzgerät, → Einseitenband-Übertragung. Er dient der Auswahl des ungestörten Seitenbandes einer gestörten Zweiseitenband-Sendung vorwiegend im KW-Bereich — oder dem Empfang von EB-Sendungen mit vermindertem oder völlig unterdrücktem Träger in den Versionen von zumeist 3 oder 6 kHz breitem NF-Band oberhalb, unterhalb bzw. zu beiden Seiten der Trägerfrequenz. Dementsprechend enthält er als typische EB-Baugruppe u. U. im einfachsten Fall neben anderen Nahselektions-Filtern nur ein EB-Filter (vorzugsweise mechanisches oder Quarz-Filter) und den → EB-Demodulator, so z. B. in → Transceivern und zukünftigen → Seefunk-Empfängern. Zusätzliche Bausteine je nach Verwendung: 2. EB-Filter, u. U. auch 2. Nachrichtenkanal, → ISB-Empfänger, → Großstations-Empfänger; System zur → Frequenzregelung (AFC) aus dem Sendeträger, umschaltbare Regelspannungsgewinnung (AVC) aus dem Träger oder dem Seitenband-Volumen. Gemeinsam ist allen heutigen E. die hohe Frequenzkonstanz der Überlagerungsoszillatoren (dekadischer → Frequenzerzeuger).

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Pilz

Einseitenbandtechnik ist eine Modulationstechnik (EM), die die Aussendung nur eines Seitenbandes ermöglicht. Die E. wird angewandt, um unter Wegfall eines, des oberen oder unteren Seitenbandes, an Radiofrequenzband zu sparen. Außerdem kann der

abträgliche Einfluß des selektiven Schwundes auf die Übertragungsgüte durch EM wirksam vermindert werden. Der von dem weggelassenen Seitenband freigelassene Bereich kann besonders im kommerziellen Funkdienst mit dem Seitenband einer weiteren Nachricht belegt werden. Bei Kurzwellensendern werden auf diese Weise 4 Fernsprechkanäle, und zwar 2 im oberen und 2 im unteren Seitenband gleichzeitig übertragen. Im Aufbereitungsverfahren wird in abgeglichenen Modulatorschaltungen (Brückenschaltungen) die unmodulierte Trägerschwingung nach Bedarf so weit unterdrückt, daß praktisch nur die beiden Seitenbänder abgegeben werden. Eines dieser beiden wird durch Filter abgesiebt und der Träger in

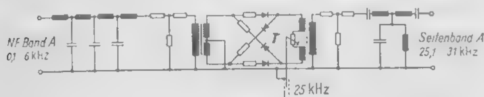


Bild 1. Stromlauf eines Modulators mit Trägerabgleich T und anschließendem Filter zur Absiebung eines Seitenbandes von 25,1 bis 31 kHz.

gewünschter Stärke (Restträger oder voller Träger) über einen Regler wieder zugesetzt. Die E. hat sich besonders im kommerziellen Kurzwellenverkehr bewährt. Die Einseitenbandschwingung wird bei verhältnismäßig niedriger Trägerfrequenz hergestellt, damit das unerwünschte Seitenband möglichst einwandfrei abgesiebt werden kann. Die Modulatorschaltung zur Gewinnung einer Einseitenbandschwingung ist in Bild 1 dargestellt. Nach der Modulation wird das gewonnene Seitenband durch Hilfsschwingungen geeigneter Frequenz in einer oder mehreren Stufen auf die gewünschte Sendefrequenz (RF) umgesetzt (Frequenzaufbereitung). Die Umsetzung erfolgt wiederum durch Modulation und Absiebung

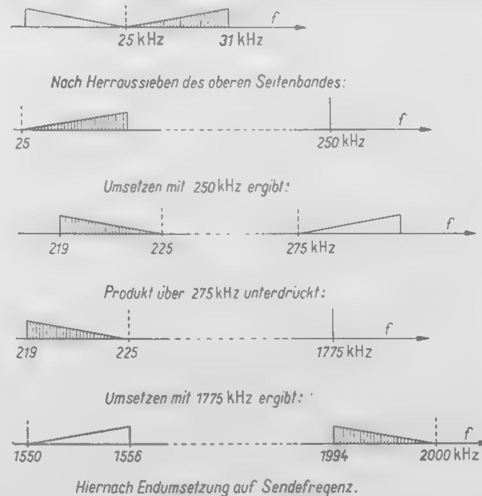


Bild 2. Frequenzschema bei Umsetzung von 25 kHz auf 2 MHz.

des gewünschten Produktes (Bild 2). Das Schema einer Frequenzaufbereitung mit Tast- u. Modulationseinrichtung ist in Bild 3 dargestellt. Bei der be-

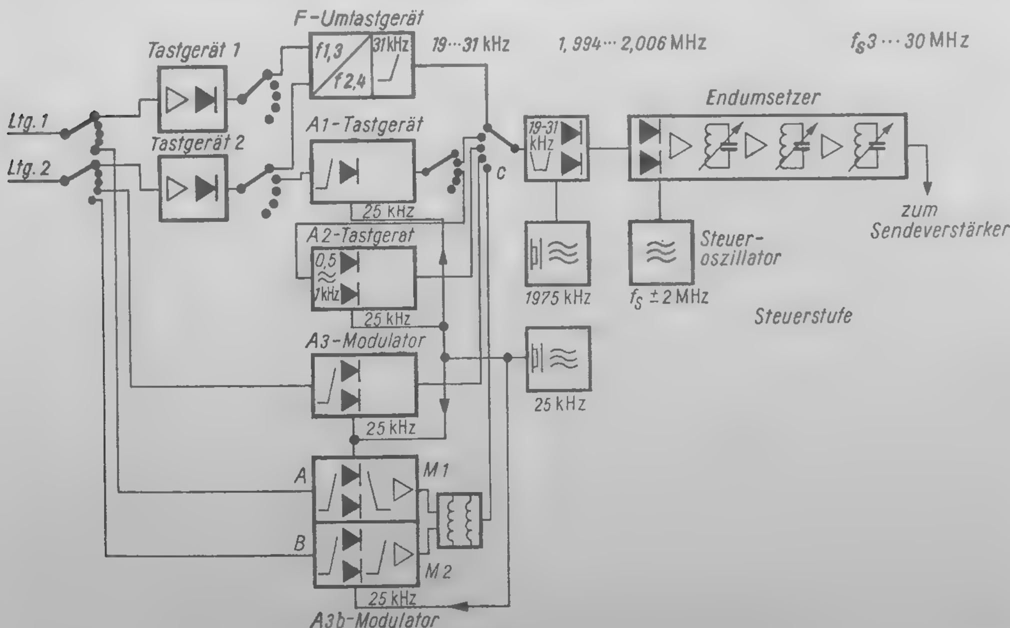


Bild 3. Schema einer Frequenzaufbereitung mit Tast- und Modulationsgeräten.

schriebenen Technik ist Voraussetzung, daß zwischen Träger- und tiefster Seitenbandfrequenz eine Frequenzlücke besteht, die ausreicht, um den Bereich einer Filterflanke wirksam werden zu lassen, damit Trägerfrequenz und Seitenband voneinander geschieden werden können (s. Bild 4). Soll bei bestimmten

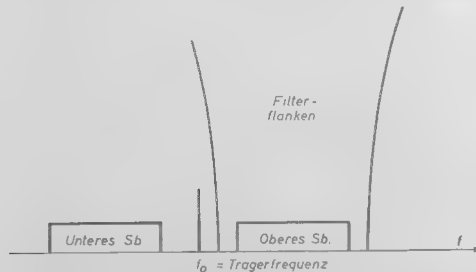


Bild 4. Einseitenbandaussendung ohne Träger.

Betriebsarten ein Gleichstromwert (Modulationsfrequenz 0) mit übertragen werden, so wird der Träger zum Teil, die Modulationsfrequenzen in zu- bzw. abnehmendem Maße gedämpft. Diese Technik wird z. B. beim Fernsehen angewandt. Bild 5 zeigt das

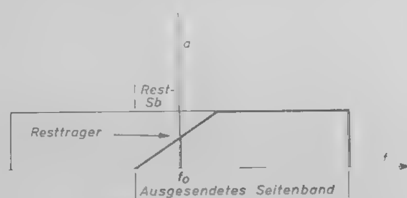
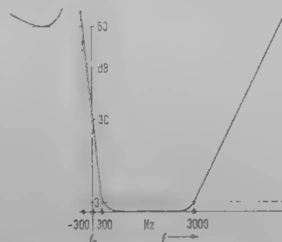


Bild 5. TV-Aussendung.

Spektrum einer EM-Aussendung mit Restträger und Restseitenband, wie es z. B. für die Ausstrahlung von Fernsehsendungen angewandt wird. *Prokott*

Einseitenband-Übertragung ist eine Übertragung, bei der nur ein Seitenband eines amplitudenmodulierten Trägers, evtl. mit einem Trägerrest, übertragen wird, → Modulation 1.1.2.

Einseitenband-Zusatzgerät (EB-Zusatzgerät) → Seefunk-Empfänger. Das E. wird an den ZF-Ausgang



EB-Filter (oberes Seitenband).

normaler KW-Empfänger angeschlossen und erweitert deren Verwendung für EB-Empfang mit Restträger. Das E. enthält ein EB-Filter (s. Bild) mit steiler Selektionsflanke zum Träger hin, den → Einseitenband-Demodulator und die → Frequenzregelung (AFC) zum Ausgleich der Frequenz-Änderung bei Sender und Empfänger.

Einseitenspeisung → Seekabelspeisung.

einseitige Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

einseitiger Funkverkehr → Funkverkehr, → Seefunkdienst.

Einsfrequenz → Transistorschaltungen.

Einspeichermagnet ist eine elektromechanische Anordnung, die durch die eingehenden Impulse bei einem elektromechanischen → Impulswiederholer angestoßen wird und die Aufnahme der Impulse in den Speicher steuert (→ Verzoner).

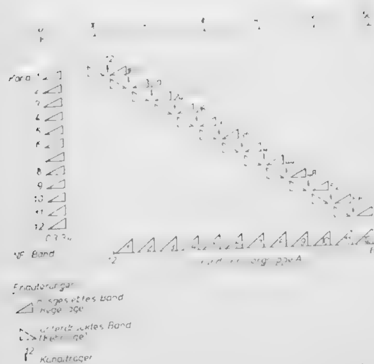
Einspeicherung ist die Aufnahme von Daten und Wählinformationen (Impulsreihen) in einen Speicher.

Einspülgerät, Einspülverfahren für Kunststoffrohre → Kabelkanal unter 5.

Einstein, Albert, geb. 14. 3. 1879 in Ulm, gest. 18. 4. 1955 in Princetown, USA-Staat New Jersey. 1914–1933 Professor der theoretischen Physik an der Universität Berlin. Schöpfer der Lichtquantenhypothese sowie der speziellen (1915) und allgemeinen (1916) Relativitätstheorie. Seit 1933 Mitglied des Institute for Advanced Studies in Princetown. Legte mit seinem Gesetz über die Äquivalenz zwischen Masse und Energie die Grundlage zur Kernphysik. Seine Energiebilanz für den Photoeffekt beeinflußte maßgeblich die experimentelle Entwicklung dieses Fachgebietes. In seinen letzten Lebensjahren versuchte er mittels einer allgemeinen Feldtheorie eine einheitliche Darstellung der theoretischen Grundlagen der Physik. Er erhielt den Nobelpreis im Jahre 1921. Er war Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Akademien und Träger einer großen Zahl von Ehrendoktorwürden.

Einstellsatz ist ein mehreren Wählern gemeinsamer Relaissatz für die Einstellung. Im → Fernwählsystem 62 ist z. B. in jedem Gestellrahmen mit 16 → Richtungswählern (RW) ein E. vorhanden. Ein Register (→ Knotenregister) schaltet sich diesen E. zu, wenn über einen der 16 RW ein Verbindungsaufbau erfolgen soll. In der Fernschreibwähltechnik wird der Einstellsatz TW 39 verwendet (→ Richtungswähler TW 39).

Einstufen-Modulation ist die Umsetzung von Sprach-Frequenz-Bändern unmittelbar in die Übertragungs-Frequenzlage; sie wird in Systemen kleiner Kanalzahl (z. B. TF-System Z6N) angewendet. Bei Systemen mit Grund-Primärgruppen A = 12 bis 60 kHz und B = 60 bis 108 kHz würde eine einstufige Umsetzung in die Gruppenlage mit Nullfrequenz-Abstand 4 kHz bis etwa 60 kHz hochwertige Spulenfilter, darüber hinaus noch teurere Quarzfilter bedingen. TF-Systeme höherer Kanalzahl werden wegen der Kanalfilterkosten aus Primärgruppen B aufgebaut, die über eine Vorgruppenstufe (→ Vorgruppen-Modulation) ge-



Grund-Primärgruppe A in Einstufen-Modulation.

bildet sind. Der Aufbau einer Grund-Primärgruppe A in Einstufen-Modulation ist im Bild dargestellt.
Wichmann

Eintontelegrafie. Die E. ermöglicht Telegrafieverkehr über Fernsprechnetze. Zunächst wird eine Fernsprechverbindung in bekannter Weise aufgebaut. Nach fernmündlicher Verabredung können die Teilnehmer dann auf »Fernschreiber« umschalten und fernschriftliche Nachrichten austauschen. Die Trägerfrequenz beträgt 1500 Hz. Sie wird im Arbeitsstromverfahren getastet, entweder direkt durch die Sendekontakte des Fernschreibers oder durch ein Senderelais.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1942, S. 279.

Eintopfverstärker → Seekabelverstärker.

Einträge im amtlichen Fernsprechbuch → Fernsprechbuch.

Eintretezeichen → Leitungszeichen.

Einwegleitung oder richtungsabhängiger Hohlleiter; Zweitor-Bauelement der Höchstfrequenztechnik mit voneinander stark verschiedenen Übertragungsfaktoren für die beiden Durchgangsrichtungen. E. ermöglicht nichtreziproke Schaltungen für

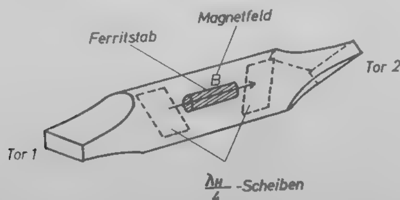


Bild 1.
Gyrator mit achsial magnetisiertem Ferrit im Rundhohlleiter.

Übertragungs- und Meßtechnik. Nichtreziprozität nach Bild 1 durch Ausnutzung des Faraday-Effektes (Drehung der Polarisationsebene einer zirkularpolarisierten Welle längs statisch achsial magnetisierten Ferrites) erzeugt.

Linearpolarisierte Welle von Tor 1 wird durch Querschnittsübergänge und Isolierstoff-Scheiben zunächst in zirkularpolarisierte Welle umgeformt und in umgekehrter Weise wieder in linearpolarisierte Welle übergeführt. Durch gleichzeitige geeignete Drehung der Polarisationsebene längs des Ferritstabes kann die Welle aus Tor 2 austreten. Umgekehrt ist Drehung von Tor 2 nach Tor 1 dergestalt, daß eine Welle dort nicht austreten kann. Die $\frac{\lambda_H}{4}$-Scheiben bewirken einen Phasenunterschied von 90° bei Polarisationsebenen parallel oder senkrecht zur Scheibe; hierdurch entstehender Laufzeitunterschied zweier entgegengesetzter Wellen ist eine halbe Periodendauer, d. h. Übertragungsfaktor besitzt für beide Richtungen entgegengesetztes Vorzeichen (Gyrator). Einfache Form von E. wird durch Einbau einer Ferritplatte nahe der Schmalseite eines Rechteckhohlleiters erreicht (Bild 2). Für entgegengesetzte Wellen und

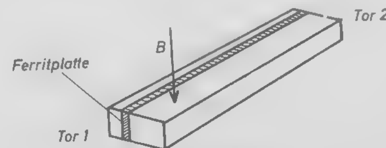


Bild 2. Gyrator mit senkrecht magnetisiertem Ferrit im Rechteckhohlleiter.

Magnetisierung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung entsteht wieder eine halbe Periodendauer Phasengeschwindigkeitsdifferenz. Richtwirkung kommt durch unterschiedliche Magnetisierungsverluste zustande: In Rückwärtsrichtung addieren sich hochfrequente und statische Magnetisierungsbeiträge, starke Verluste ergeben Sperrverhalten; in Vorwärtsrichtung heben sich die Magnetisierungen etwa auf und sehr geringe Verluste ergeben Durchlaßverhalten. Mit E.en sind im cm-Wellenbereich Sperrdämpfungen $>$ 30 db und Durchlaßdämpfungen $<$ 0,1 db erreichbar.

Literatur: F. J. Tischer, Mikrowellen-Meßtechnik, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1958.
Fuchs

Einwegschaltung. Eine Schaltung, die Betrieb nur in einer Richtung gestattet (Simplexbetrieb), → Gleichrichterschaltungen.

Einweisung → Ausbildung.

Einzeichen-Trennschärfe → Trennschärfe.

Einzelanschluß ist ein Fernsprech- (Telex- oder Datex-)anschluß, der durch eine Anschlußleitung mit einer Vermittlungsstelle oder der Vermittlungseinrichtung einer Nebenstellenanlage so verbunden ist, daß er ohne Einschränkung mit den übrigen Anschlüssen, die an die Vermittlungsstelle oder Vermittlungseinrichtung herangeführt sind, in Verkehrsbeziehung treten kann. Ein Einzelhauptanschluß ist entweder dauernd über die zu ihm gehörende Anschlußleitung mit der Vermittlungsstelle verbunden oder wird bei Bedarf automatisch mittels einer Wählsterneinrichtung (Leitungsdurchschalter, Konzentrator) zur Vermittlungsstelle durchgeschaltet. Ein

Einzelnebenanschluß ist dauernd über die zu ihm gehörende Nebenanschlußleitung mit der Vermittlungseinrichtung verbunden.

Einzellaufnummerngeber, elektrischer → Laufnummerngeber.

Einzelprüfen. Jede technische Einrichtung besitzt Bauteile, die aufgrund systembedingter Eigenschaften, des verwendeten Werkstoffes, der Fertigungsgüte und der Umwelteinflüsse besonders störungsanfällig sind. Da die aufgetretenen Fehler und Unregelmäßigkeiten statistisch erfaßt werden, sind die Bauteile und ferner ihre Störungshäufigkeit bekannt. Durch Prüfungen geringen Umfanges, die planmäßig oder aus besonderem Anlaß in kurzen Zeitabständen erfolgen und speziell auf diese Bauteile abgestellt sind, ist es möglich, vorbeugend zur Verbesserung der → Betriebsgüte gezielte Maßnahmen zu ergreifen. Das E. wird entweder von Betriebskräften anhand der → Prüfvorschriften und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüf- und Hilfsgeräte oder automatisch von geeigneten Prüfeinrichtungen ausgeführt. Das E. kann sich auf Stichproben beschränken oder alle gleichartigen Prüfobjekte erfassen. Es wird außerdem zwischen Einzel-Kurzprüfen (z. B. Verbindungsweg-, Heb- oder Drehgeschwindigkeitsprüfung, Prüfen auf Zustand bzw. Einstellung der Stoßklinke) und Einzel-Vollprüfen (Einzel-Kurzprüfungen und zusätzliche Prüfungen bzw. Untersuchungen allgemeinerer Art) unterschieden. Bei E. festgestellte Fehler sind sogleich zu beseitigen.

Einzelziffernsendung → Zeichenübermittlung.

Einziehung → Fernmeldestrafrecht 1.1.5. und 6.

Einzugsbereich. Aus wirtschaftlichen Gründen kann nicht jede → Auslandsvermittlungsstelle an den verschiedenen Punkten des nationalen Netzes mit Leitungen zu allen Zielländern ausgerüstet werden. Man faßt deshalb mehrere Quellbereiche zu einem Einzugsbereich zusammen und stützt diesen auf eine Auslandskopfvermittlungsstelle (AuslKopfVSt), bei der Leitungen zum Zielland geschaltet sind.

So wird der Verkehr nach den Niederlanden aus den Gebieten Düsseldorf, Berlin (West) und Hannover über Düsseldorf, der aus den Gebieten Frankfurt (Main), Stuttgart, München und Nürnberg über Frankfurt (Main) abgewickelt. Die so einer bestimmten AuslKopfVSt zugeteilten Gebiete bilden den E. der AuslKopfVSt für den Verkehr in ein bestimmtes Land.

Lohnt es sich nicht, für eine kleinere Verkehrsmenge von einem Land zu einem beliebigen anderen Land ein Leitungsbündel einzurichten, so wird die Verbindung über ein drittes Land, oder gar mehrere Länder, im Durchgang über eine → Transitvermittlungsstelle hergestellt.

EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) → Antennen.

Eisen, Fe, Atomgewicht 55,85, Dichte 7,86, Fp 1535° C, Kp 2730° C, ist ein silberweißes, glänzendes Metall. Vorkommen: hauptsächlich in Form von Oxiden, Silikaten und Sulfiden. Die wichtigsten Erze für die Gewinnung sind Magneteisenstein (Magnetit), Roteisenstein, Brauneisenstein, Spateisenstein und Schwefel- oder E.-Kies. Die Darstellung beruht im Prinzip darauf, daß Kohlenstoff und Kohlenoxid bei hoher Temperatur die oxydischen E.-Erze zum Metall reduzieren. Die Erze werden zunächst durch Rösten entschwefelt und dann im Hochofen durch geeignete Zuschläge, deren Art vom Ganggestein abhängt, während des Hochofenprozesses bei hohen Temperaturen aufgeschlossen, um die Schlackenbildung zu erreichen. Durch die stattfindenden Reduktionsprozesse erhält man Roh-E. mit 4% Kohlenstoff. Es ist weder schmied- noch schweißbar. Bei langsamer Abkühlung erhält man graues Roh-E., umgeschmolzen Guß-E. genannt, mit ausgeschiedenem Graphit, bei rascher Abkühlung weißes Roh-E. mit chemisch gebundenem Kohlenstoff, Spiegel-E. Schmiedbares E. als → Stahl mit < 1,7% Kohlenstoff erhält man durch Behandlung des flüssigen Roh-E. in Konvertern. Dies sind kippbare, mit feuerfestem Futter ausgekleidete, birnenförmige Behälter mit 15–40 t Fassungsvermögen, in die durch Öffnungen im Boden Luft eingeblasen werden kann. Dabei werden die im 1300° C heißen Roh-E. enthaltenen schädlichen Verunreinigungen (Kohlenstoff, Silicium, Mangan, Phosphor) verbrannt und von der Wandauskleidung bzw. geeigneten Zuschlägen als Schlacke gebunden. Man erhält so Flußstahl. Die in Deutschland am häufigsten verhütteten phosphorhaltigen E.-Erze erfordern eine basische (kalkhaltige) Auskleidung (Thomasverfahren). Phosphorarme E.-Sorten können dagegen in der älteren, mit saurem Futter (Silikate) ausgestatteten Bessemerbirne (vorwiegend USA., Großbritannien) verblasen werden. Beim Siemens-Martin-Verfahren erhält man einen wertvollen, gleichmäßigen Stahl durch Schmelzen von Roh-E., Schrott und Zuschlägen in großen, flachen Öfen und Oxydation von Silicium, Mangan und Phosphor durch lufthaltige Flammengase. Durch plötzliches Abkühlen (Abschrecken) kann Stahl gehärtet werden. E. mit < 0,5% Kohlenstoff ist nicht mehr härtbar und wird als Schmiede-E. bezeichnet. Die Anzahl der erschmolzenen E.- und Stahlsorten ist sehr groß. Besonders gute Qualitäten mit jeweils speziellen Eigenschaften werden durch Legierung mit Chrom, Nickel, Mangan, Wolfram, Molybdän, Kobalt, Silicium und Vanadium hergestellt. *Kerckhoff/Schneider*

Eisenbahnfunkdienst. Zur Sprechverständigung zwischen ortsfesten Stellen und beweglichen Stellen bedient sich die Eisenbahn des Funks im 2-, 3- und 4-m-Band. Verwendet wird der Funk vor allem für folgende Zwecke: Im Rangierdienst für Gespräche zwischen dem Stellwerk und den Rangierloks sowie den Rangierern (Rangierfunk), in verschiedenen Zweigen des Bahnunterhaltungsdienstes, vor allem im Signaldienst, im Fahrleitungsmeistereidienst zur Verständigung zwischen der arbeitenden Rotte und den ortsfesten Stellen über Schaltmaßnahmen in den Fahrleitungen (→ Fahrleitungsmeistereifunk); im Wagenunterhaltungsdienst auf großen Rangierbahnhöfen zur Erleichterung der Bremsprobe; im Bahnpolizeidienst und bei der Schwerlastbeförderung. Auch für verschiedene Fernsteuerzwecke (z. B.

Bremsfüllanlagen) wird Funk verwendet. Als tragbare Funksprechgeräte sind Teleportgeräte im Einsatz. Daten der neuesten volltransistorierten Type: Frequenzbereiche: 80, 100 und 160 MHz, HF-Bandbreite: 1 MHz, Kanalabstand: 20, 25 oder 50 Hz; verwendbar für 4 Kanäle (umschaltbar), Betriebsart: Wechselsprechen, Stromversorgung 12,6 Volt, 0,5 Ah; 10 gasdichte, hintereinandergeschaltete, auswechselbare Nickel-Kadmiumzellen, Sendeleistung: 500 mW, Rufgenerator: 1750/2135 Hz (± 20Hz), Antenne: $\lambda/4$ Stabantenne, NF-Bandbreite: 300 bis 3000 Hz, Mikrofon-Lautsprecher: Holmco-Kapsel 30 Ω, NF-Ausgangsleistung: (mit Zusatzverstärker) 500 mW an 30 Ω, Gewicht: 1,6 kg, Volumen: 1,6 dm^3. Das Gerät kann auf der Brust getragen werden, damit es die Rangierer nicht behindert. Die Bahnhöfe sind in Rangierbereiche eingeteilt. Sämtliche tragbaren Geräte eines Rangierbereiches werden auf derselben Frequenz betrieben. Alle Geräte stehen ständig auf Empfang, so daß jeder Rangierer eines Bereiches alle Gespräche mithört. Die Stromversorgung ist ausreichend für einen Einsatz von 10 Stunden. In den Aufenthaltsräumen des Personals befinden sich Aufladegeräte.

Auf starkbefahrenen Eisenbahnstrecken wird für schnelle Meldungs- und Befehlsdurchgaben eine Sprechfunkverbindung zwischen einer ortsfesten betriebsleitenden Stelle und den Zügen benötigt. Sie wird Zugbahnfunk genannt. Funksprechverkehr zwischen Zügen und dem öffentlichen Fernsprechnetz → Zugpostfunk.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1956 1963, 1965, 1966.

Leitenberger

Eisenbahnkabeltechnik. 1. Streckenfernmeldekabel. Die Fernmelde- und Signalverbindungen entlang sämtlicher elektrifizierten und der wichtigsten nichtelektrifizierten Strecken sind verkabelt. Diese Streckenfernmeldekabel sind gemischtpaarige, sternverseilte Blei- oder Aluminiummantelkabel. Sie enthalten Adern von 0,9 mm ⌀ und von 1,4 mm ⌀. Die meisten Vierer sind pupinisiert. Außerdem enthalten die meisten Streckenfernmeldekabel unpupinisierte Vierer mit Leitern von 1,2 mm ⌀ für trägerfrequente (TF) Ausnutzung. In letzter Zeit werden an wichtigen Strecken für TF-Ausnutzung 2 bis 4 Zwergkoaxialleiter verwendet. Da ein Zwergkoaxialleiter denselben Durchmesser wie ein Vierer mit 1,4 mm Adern hat, liegen die Zwergkoaxialleiter in der Lage der Vierer mit 1,4 mm-Leitern. Außerdem enthalten die Streckenfernmeldekabel für Zwecke der Signaltechnik einige nichtpupinisierte Paare. Je nach Bedeutung der Strecke schwanken die Kabelstärken zwischen 28 und 76 Paaren.

Elektrische Eigenschaften der Zwergkoaxialleiter in Streckenfernmeldekabeln der DB: Durchmesser des Innenleiters 1,2 mm, Leitungswiderstand (Ω pro km): Innenleiter ≦ 19,9, Außenleiter ≦ 7,0 mm; Isolationswiderstand: Innenleiter ≧ 5 GΩ, Außenleiter ≧ 1 GΩ; Wellenwiderstand: 75 Ω, gemessen bei 1 MHz; Reflektionsfreiheit für alle Fertigungslängen eines Verstärkerfeldes ≦ 12 ‰.

Zur Verbesserung des Reduktionsfaktors werden die Streckenfernmeldekabel an elektrifizierten Strecken mit Aluminiummänteln ausgeführt. Die gleichen Kabel werden zur Vermeidung der interkristallinen Korrosion auf Brücken benutzt. Um gute elektrische Eigenschaften für Fernsprechverbindungen über große Entfernungen zu erreichen, sind die Streckenfernmeldekabel auf mittleren und kleinen Bahnhöfen nur teilweise über Stichkabel eingeführt.

2. Bahnhofkabel. Für Verbindungen innerhalb der Bahnhöfe werden unpupinisierte, paarig verseilte Bahnhofkabel mit Adern von 0,6 mm oder 0,8 mm ⌀ verwendet, die etwa den Teilnehmerkabeln der DBP entsprechen. Früher hatten diese Kabel Bleimäntel, neuerdings werden vielfach Kunststoffmantelkabel verwendet. Beim Einsatz von Kunststoffkabeln ist mit Rücksicht auf die Beeinflussung an elektrifizierten Strecken auf die Erdungsverhältnisse zu achten.

Tafel. Technische Daten der neueren Bundesbahn-Streckenfernmeldekabel.

mm Leiterdurchmesser	Ω km Leitungswiderstand der Schleife	Ω km Leitungswiderstand der Einzelader	Betriebskapazität nF km		Wellenwiderstand Z Ω		Leitungsdämpfung (unbespult) mN/km		Bespulung mH		Grenzfrequenz Hz		Dämpfung mN/km Viererpupinisierte Adern		Stammpupinisierte Adern Dämpfung mN/km	gemessen bei Hz
			Stamm	Vierer	Stamm	Vierer	Stamm	Vierer	Stamm	Vierer	Stamm	Vierer	Stamm	Vierer		
0,9	≤ 54,5	≥ 10000	≤ 34	≤ 94	1170	500	70	80	80	40	4500	3900	26 29	30 33,5	25 28	800 3000 3400
1,2	≤ 30,9	≥ 10000	≤ 33	≤ 96	1150		52	60	unpup							
1,4	≤ 22,5	≥ 10000	≤ 36	≤ 99	1130	490	45	52	80	40	4500	3900	13 17	15 19,5	12 16	800 3000 3400

3. Eisenbahnsignalkabel. Innerhalb der Bahnhöfe und teilweise auch auf freier Strecke, z. B. für Blinklichtanlagen, werden unpupinisierte, mehradrige Eisenbahnsignalkabel mit Adern von 0,9 oder 1,4 mm ⌀ eingesetzt. Diese Kabel sind kunststoffisoliert und haben zum Schutz gegen Rattenfraß eine Bandeisenarmierung.
Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1961 u. 1963.
Leitenberger

Eisenbahnsicherungswesen → Eisenbahnsignaltechnik.

Eisenbahnsignal. Eine einheitliche und eindeutige Signalgebung ist die wichtigste Voraussetzung für einen sicheren und reibungslosen Eisenbahnbetrieb. Daher sind die entsprechenden Bestimmungen gesetzlich festgelegt und den Eisenbahnverwaltungen in der E.-Ordnung (ESO) bindend vorgeschrieben. ESO und die zugehörigen Ausführungsbestimmungen (AB) sind im Signalbuch (SB) vereinigt. Die ESO gilt für die Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs. Die E. werden optisch oder akustisch gegeben. Ortsfeste optische E. werden als E. am Bahnkörper bezeichnet. Bewegliche optische E. werden nach Bedarf aufgestellt. Sie werden in den Boden gesteckt oder mit dem Gleis verankert. Bei den Haupt- und Vorsignalen sowie den Sperrsignalen werden Form- und Lichtsignale unterschieden. Als Formsignale werden Flügel- oder Scheibensignale verwendet. Die verschiedenen Stellungen der Flügel oder Scheiben zeigen bei Dunkelheit entsprechende Farblichter an. Die gleichen Farblichter zeigen die Lichtsignale Tag und Nacht.
Literatur: Signalbuch.

Eisenbahnsignalkabel → Eisenbahnkabeltechnik.

Eisenbahnsignalordnung → Eisenbahnsignal.

Eisenbahnsignaltechnik. Die Bezeichnung E. hat die Benennung »Eisenbahnsicherungswesen« abgelöst. Ursprünglich sollte die E. die über den ganzen Bahnhof verstreuten Stellpunkte für Weichen und Signale an einigen Stellen in → Stellwerken zusammenfassen. Jetzt ist zur Grundforderung Betriebssicherheit das Bestreben hinzugekommen, mit der E. die betriebliche Leistungsfähigkeit der Bahnhöfe und Strecken zu steigern. Bis Ende des 19. Jahrhunderts gab es nur mechanische Stellwerke (→ Stellwerk, mechanisches). Bei einer erheblichen Betriebsdichte und großen Anzahl von Weichen und Signalen werden die Körperkräfte des Personals der mechanischen Stellwerke stark beansprucht. Daher wurde begonnen, das Stellen der Weichen und Signale zu motorisieren. Bei den mechanischen und elektromechanischen Stellwerken werden die Weichen- und Signalhebel durch ein mechanisches Verschlußregister in gegenseitige Abhängigkeit gebracht (→ Stellwerk, elektromechanisches). Beim → Gleisbildstellwerk fehlen mechanische Teile an den Stellorganen. Sie sind durch Relais und Relaiskontakte ersetzt. Bei der DB werden die Gleisbildstellwerke als Drucktasten-Stellwerke — Dr-Stellwerke — bezeichnet. In mechanischen Stellwerken werden ausschließlich Formsignale, in elektromechanischen Stellwerken überwiegend Formsignale (→ Eisenbahnsignal) und in Gleisbildstellwerken ausschließlich Lichtsignale verwendet. Der Größe der einzelnen Stellwerksbezirke sind technische und betriebliche Grenzen gesetzt. Die sichere Übertragungsmöglichkeit zwischen dem Stellwerk und der entferntesten Weiche bildet die technische Grenze. Die maximale Stellentfernung für Weichen z. B. beträgt beim mechanischen Stellwerk 800 m, beim Dr-Stellwerk 4,6 km. Betriebsdichte, Anzahl der Stelleinrichtungen und Übersicht über den Stellbezirk bilden die betriebliche Grenze. Die Anzahl der Bedienungshandlungen ist bei den mechanischen Stellwerken groß, weil jede Weiche und jedes Signal einzeln gestellt und zurückgelegt werden müssen und bei jeder Zugfahrt 2 bis 3 Blockbedienungen nötig sind. Beim Dr-Stellwerk wird dieser Vorgang durch einen einzigen Druck auf ein korrespondierendes Tastenpaar ersetzt. Vor jeder Zug- oder Rangierfahrt muß geprüft werden, ob die befahrenen Weichen und Gleise frei sind. Dies geschieht bei den mechanischen und elektromechanischen Stellwerken durch Augenschein, bei den Dr-Stellwerken durch selbsttätige Gleisfreimeldeanlagen (→ Gleisschaltmittel). Letztere erlauben, Bereiche in den Stellwerksbezirk einzubeziehen, die vom Stellwerk aus nicht mehr eingesehen werden können. Für die Sicherung des Eisenbahnbetriebes genügen die Abhängigkeiten innerhalb der einzelnen Stellwerksbezirke nicht. Es müssen sich auch die feindlichen Signale der verschiedenen Bezirke ausschließen. Feindliche Signale dürfen nicht gleichzeitig Fahrt zeigen, weil sie sonst Betriebsgefährdungen hervorrufen. Den Ausschluß feindlicher Signale übernehmen Blockeinrichtungen, innerhalb der Bahnhöfe der → Bahnhofsblock, zwischen den Bahnhöfen der → Streckenblock. Der Handblock, den das Stellwerkspersonal bedient, wird in steigendem Umfang durch den Selbstblock verdrängt. Die Automation der E. ist nicht ohne Mitwirkung der Züge und einzeln fahrender oder haltender Fahrzeuge möglich. Verschiedenartige → Gleisschaltmittel erfüllen vielfältige Aufgaben. Stellwerke, Blockeinrichtungen, Signale und Gleisschaltmittel bilden die Kerngebiete der E. Die technischen Grenzen der Stellwerksbezirke lassen sich sprengen, wenn die einzelnen Stellwerke mit Mitteln der modernen Fernwirktechnik ferngesteuert werden (→ Fernsteuern von Signalanlagen). Mehrere Stellwerksbezirke werden zu einem Fernsteuerbereich zusammengefaßt. Die örtlichen Stellwerke bleiben erhalten. Sie werden durch eine Fernsteuereinrichtung ergänzt, die mit einer gleichen in der entfernten Zentrale zusammenwirkt. Bei der selbsttätigen Zuglenkung (→ Zuglenkung, selbsttätige) steuern die Züge mit Hilfe der automatischen → Zugnummernmelder ihren Weg selbst an. Auf Strecken mit Linienzugbeeinflussung (→ Zugbeeinflussung) wird diese in Zukunft u. a. Zuglenkaufgaben übernehmen. Große Dr-Stellwerke und Fernsteuerzentralen setzen eine weitgehende und vielseitige Information der Bediener voraus. Die meisten Informationen geben die Leuchtmelder in den Gleisbild-Stelltischen und die optischen Zugnummernmelder. Da die optischen Meldegeräte nur den jeweiligen Istzustand

wiedergeben, die Bediener für das Disponieren aber auch die nähere Zukunft im voraus erkennen müssen, sind besondere Registriergeräte entwickelt worden: Zugnummerndrucker und Belegblattdrucker, die Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit festhalten. Drei große Randgebiete der E. sind Zugbeeinflussung, Rangiertechnik und technische Bahnübergangssicherungen. Die Zugbeeinflussung schließt die Lücke zwischen Signalbeobachtung und Signalbefolgung, die sonst nur durch die Aufmerksamkeit und Gewissenhaftigkeit des Fahrzeugführers überbrückt werden kann. Die Hauptstrecken und die auf ihnen verkehrenden Triebfahrzeuge der DB sind mit der induktiven Zugbeeinflussung ausgerüstet. Sie wirkt punktförmig am Vor- und Hauptsignal, wenn die Signale geschlossen sind und der Fahrzeugführer unachtsam fährt. Die neueste Form, die Linienzugbeeinflussung, soll auf allen Schnellstfahrtstrecken eingebaut werden. Sie gestattet nicht nur einen vielseitigen Informationsaustausch zwischen dem Triebfahrzeug und den Stellwerken, sondern kontrolliert auch laufend die Fahrgeschwindigkeit des Zuges und bremst ihn gegebenenfalls ab. Sie ermöglicht ein automatisches Fahren. Die Rangiertechnik hat ihre Bedeutung durch die Mechanisierung des Ablaufbetriebes erhalten. Ein hierfür geschaffener besonderer Stellwerkstyp, das Ablaufstellwerk, arbeitet mit schnellaufenden Weichenantrieben und automatischer Weichenstellung für die einzelnen Abläufe, die einem Speicher entnommen werden. Taktgeber für die einzelnen Stellvorgänge sind die Gleisschaltmittel. Die Speicher werden durch Lochstreifen oder auch von Hand gefüllt. Die älteren Speicher arbeiten mit Relais, die neueren mit elektronischen Bauelementen. Die Automation der Gleisbremsensteuerung und damit des gesamten Ablaufbetriebes auf den Rangierbahnhöfen ist ein weiteres Gebiet der Rangiertechnik. Nach der Eisenbahn-Bau- und -Betriebsordnung (EBO) sind die Bahnübergänge auf Hauptbahnen grundsätzlich technisch zu sichern, auf Nebenbahnen nur in besonderen Fällen. Das Vordringen des Kraftfahrzeuges fordert die technische Sicherung früher unbedeutender Bahnübergänge an Nebenbahnen. Die Ausrüstung mit wärterbedienten Schranken scheitert am Personalmangel, der sogar dazu zwingt, bisher wärterbediente Bahnübergänge durch automatische Sicherungen zu ersetzen. Blinklichtanlagen mit oder ohne Halbschranken werden durch Gleisschaltmittel selbsttätig ein- und nach Vorbeifahrt des Zuges wieder ausgeschaltet. An selten benutzten Bahnübergängen sind Aufrufschranken eingesetzt, die normalerweise geschlossen sind. Über eine Wechselsprechanlage meldet sich der Straßenbenutzer beim entfernten Bediener, der je nach der Zuglage die Schranke öffnet oder den Straßenbenutzer zu warten bittet. *Sasse*

Eisenbahntelegrafenanstalten → Bahntelegraf.

Eisendraht, jetzt Stahldraht genannt, wurde früher für Telegrafenlinien verwendet. Er erhielt als Rostschutz einen Zinküberzug. Für gewöhnliche Verhältnisse genügte der Stahldraht I mit 40 kg/mm² Zugfestigkeit gemäß DIN 48 300, Bl. 2. Das gute Haften des Zinküberzuges ist eine Vorbedingung für seine schützende Wirkung.

Eisenhammerschlag. Dunkle Plättchen und Flitter von Eisen (II, III)-oxid, die sich um den Amboß ansammeln, auf dem glühendes Eisen mit dem Hammer bearbeitet wird. Die abspringenden, funkenbildenden Eisenteilchen verbrennen beim Durchgang durch die Luft zum obigen Eisenoxid das nach der Abkühlung am Boden als Hammerschlag erscheint. Im Inneren der Hammerschlagteilchen ist oft noch unverbranntes Eisen enthalten.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eisenmennige. Gebranntes, toniges Eisenoxid, braunrot, dunkelt nach, wetterfest, bedingt säurefest. → Farben.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eisenoxidfarben. Sammelbezeichnung für eine umfangreiche Gruppe von natürlichen oder künstlichen, meist roten, braunen, gelben, grauen oder schwarzen Farben, die Eisenoxide als färbenden Hauptbestandteil enthalten. Man unterscheidet z. B.: Natürlich vorkommende E.: Hämatit, Eisenglimmer, Roteisenstein, Rotocker, Roter Bolus, Rötel, Terra di Pozzuoli und künstliche E. z. B. durch Brennen von natürlichen Eisenerzen und Kieselabbränden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eisenpulverkerne sind Massekerne für Spulen für höhere Frequenzen; Herstellung aus Eisenpulver mit Trolitul oder Kunstharzen als Bindemittel, durch Spritzen oder Pressen. Bevorzugtes Ausgangsmaterial: Carbonyleisen, Durchmesser der Eisenkügelchen 2 — 8 μm, daher geringe Wirbelstromverluste. Resultierende Permeabilitätszahl der Massekerne größenordnungsmäßig 50.

Eisenrost. Der im Freien auf gewöhnlichem Eisen und Stahl entstehende braune bis braungelbe Eisenrost besteht im wesentlichen aus wasserhaltigem FeO (OH) bzw. $Fe_2O_3 \cdot H_2O$; daneben finden sich aber auch noch kleine Mengen von FeO und wechselnde Beträge von adsorbiertem Wasser, so daß man die Formel zweckmäßig mit $x\,FeO$, $y\,Fe_2O_3$, $z\,H_2O$ angibt. E. blättert leicht ab, daher kann die Oxydation immer tiefer schreiten. Er ist im Wasser fast ganz unlöslich.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Eisenverluste → Hystereseschleife.

Eismeldedienst → gewässerkundliche Meldungen.

EJF (Estimated Junction Frequency) → Übertragungsfrequenzbereich.

Elastizitätsmodul → Festigkeitslehre.

Elastoplaste → Kunststoffe.

ELDO (*E*uropean *L*auncher *D*evelopment *O*rganisation) frz.: Conseil Européen pour la Construction de Lanceurs d'Engins Spatiaux). Diese europäische Organisation wurde im Febr. 1964 zur Entwicklung von Trägerraketen mit Sitz in Paris gegründet. 7 Mitgliedsstaaten: Australien, Belgien, BRD, Frank-

reich, Großbritannien, Italien, Niederlande. Projekte: ELDO A (Europa 1), dreistufige Trägerrakete, Kapazität 1000 kg in 200 km hohe Umlaufbahn. Die Einsatzfähigkeit wird z. Z. geprüft. ELDO-PAS, Trägerrakete, Kapazität ca. 200 kg in Synchronbahn, einsatzbereit voraussichtlich 1971.

Elektret. Dielektrikum mit permanenter dielektrischer Polarisation. Richtet man in einigen Harzen die molekularen Dipole in geschmolzenem Zustand durch ein starkes elektrisches Feld aus, so bleiben sie auch nach der Abschaltung im erstarrten Harz ausgerichtet. In der Umgebung des Harzes herrscht dann dauernd ein elektrisches Feld, ähnlich dem Magnetfeld eines Dauermagneten; siehe auch → Ferroelektrische Stoffe.

elektrisch kurze und lange Leitung → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 36.

elektrische Ebene → Richtcharakteristik.

elektrische Feldkonstante, elektrische Feldstärke → elektrische Größen.

elektrische Größen. Elektrische Feldstärke ist eine das elektrische Feld kennzeichnende, im allgemeinen von Punkt zu Punkt verschiedene, durch einen Vektor darstellbare Größe, übliches Zeichen $\boldsymbol{E}$. Auf einen kleinen Träger einer Elektrizitätsmenge Q wird in einem elektrischen Feld eine Kraft $\boldsymbol{F}$ ausgeübt. Die elektrische Feldstärke am Ort dieses Prüfkörpers ist

$$\boldsymbol{E} = \frac{\boldsymbol{F}}{Q};$$

sie ist mit der Kraft gleichgerichtet, wenn Q positive Ladung ist. Elektrische Spannung ist das Linienintegral der elektrischen Feldstärke, das entlang einer Wegkurve s (Linienelement $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$) von einem Anfangspunkt 1 zu einem Endpunkt 2 erstreckt wird:

$$U_{12} = \int_1^2 \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s} = \int_1^2 E_s \mathrm{d}s.$$

Elektrische Feldkonstante. Betrachtet werde im Vakuum eine ein Volumen τ umschließende Hüllfläche a (Flächenelement $\mathrm{d}\boldsymbol{a}$); in τ seien Elektrizitätsmengen in beliebiger Verteilung, z. B. auf einzelnen Ladungsträgern oder in räumlicher Verteilung, von der Gesamtgröße (algebraischen Summe) Q vorhanden. Dann läßt sich empirisch (Gedankenexperiment) feststellen: Das über die Hüllfläche genommene Flächenintegral der elektrischen Feldstärke (ihr Hüllenfluß) ist proportional zur in τ enthaltenen Elektrizitätsmenge:

$$\oint \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = \frac{1}{\varepsilon_0} Q.$$

Die universelle (von Eigenschaften der Materie unabhängige) Konstante ε_0 heißt elektrische Feldkonstante oder Influenzkonstante oder Verschiebungskonstante. (Die Normalen der Flächenelemente sind nach außen gerichtet.) Sie hat den Wert

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c_0^2};$$

hier ist μ_0 die magnetische Feldkonstante (→ magnetische Feldgrößen), ihr Wert ist durch Vereinbarung festgesetzt, c_0 die Vakuumwellengeschwindigkeit, sie ist ein Meßwert ($c_0 \approx 2{,}99792 \cdot 10^8$ m/s), somit wird

$$\varepsilon_0 \approx 0{,}88542 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{As}}{\mathrm{Vm}}.$$

Dielektrizitätskonstante. Wird dieser Versuch nicht im Vakuum vorgenommen, sondern in einer homogenen nichtleitenden Substanz, so erweist sich der Proportionalitätsfaktor substanzabhängig:

$$\oint \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = Q/\varepsilon;$$

es wird ε die Dielektrizitätskonstante der Substanz genannt. Das Verhältnis $\varepsilon/\varepsilon_0 = \varepsilon_r$ wird Dielektrizitätszahl oder relative Dielektrizitätskonstante genannt. Elektrische Verschiebung, auch Verschiebungsdichte, ist das Produkt: elektrische Feldstärke mal Dielektrizitätskontante, $\boldsymbol{D} = \boldsymbol{E}\varepsilon$. Führt man $\boldsymbol{D}$ in den oben angegebenen Erfahrungssatz ein, so entsteht

$$\oint \boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = Q.$$

Elektrischer Fluß, auch Verschiebungsfluß, ist das über eine Fläche a (Flächenelement $\mathrm{d}\boldsymbol{a}$) erstreckte Integral der elektrischen Verschiebung (Verschiebungsdichte):

$$\Psi = \int_a \boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = \int_a D_n \mathrm{d}a.$$

Ist für alle Flächenelemente die elektrische Verschiebung die gleiche, so ist $\Psi = D_n a$. Ist die Fläche a eine Hüllfläche (die Oberfläche eines Volumens), so nennt man das Flächenintegral den Hüllenfluß und schreibt

$$\mathring{\Psi} = \oint \boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a}.$$

Die Beziehung

$$\oint \boldsymbol{D} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = Q$$

wird der Satz vom elektrischen Hüllenfluß genannt; dieser ist also in jedem Falle gleich der algebraischen Summe der im umhüllten Volumen enthaltenen Elektrizitätsmenge. Soll z. B. das elektrische Feld in der Umgebung eines kugelförmigen Trägers der Ladung Q bestimmt werden, so wählt man als Hüllfläche eine konzentrische Kugel vom Radius r und findet aus dem Satz vom elektrischen Hüllenfluß $D = Q/4\pi r^2$.

Elektrische Polarisation und Elektrisierung. Die vektorielle Feldgröße

$$\boldsymbol{P} = \boldsymbol{D} - \varepsilon_0 \boldsymbol{E}$$

heißt elektrische Polarisation, die Größe

$$\frac{\boldsymbol{P}}{\varepsilon_0} = \frac{\boldsymbol{D}}{\varepsilon_0} - \boldsymbol{E}$$

wird Elektrisierung genannt. Man kann z. B. die Größe $\boldsymbol{P}$ verstehen als den durch die elektrisch

polarisierte nichtleitende Materie verursachten Zusatz zum Vakuumfeld $\varepsilon_0 \boldsymbol{E}$.

Elektrische Suszeptibilität. Das Verhältnis: Betrag der Elektrisierung geteilt durch den Betrag der Feldstärke (für denselben Feldpunkt) heißt elektrische Suszeptibilität:

$$\frac{|\boldsymbol{P}|}{\varepsilon_0 |\boldsymbol{E}|} = \chi_e = \varepsilon_r - 1\,.$$

Für das Vakuum ist $\varepsilon = \varepsilon_0$ und also $\chi_e = 0$. In der älteren Literatur werden oft die Werte $\chi_e' = \chi_e/4\pi$ angegeben. (χ_e' nichtrationale, χ_e rationale Suszeptibilität.) Elektrischer Dipol, elektrisches Moment. Ein elektrischer Dipol wird gebildet durch zwei voneinander isolierte Träger entgegengesetzt gleich großer Ladungen in festem Abstand voneinander. Das Dipolmoment ist dem Betrage nach das Produkt aus dem Betrag der Ladung und dem Abstand, als Vektor hat es die Richtung vom negativen Ladungsträger zum positiven. Das elektrische Moment eines elektrisch polarisierten Körpers ist die vektorielle Summe seiner elementaren Dipolmomente. — Wird ein einzelner Dipol in einem homogenen elektrischen Feld im Vakuum so aufgestellt, daß das Dipolmoment senkrecht zur elektrischen Feldstärke gerichtet ist, so erfährt der Dipol ein Drehmoment, dessen Betrag gleich ist dem Produkt aus dem Betrag des Dipolmoments und dem Betrag der Feldstärke. Elektrischer Leitungsstrom. Tritt durch einen Querschnitt eines linearen (fadenförmigen) Leiters in der Zeitspanne $\mathrm{d}t$ die positive Elektrizitätsmenge $\mathrm{d}Q$, so nennt man $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}t = I$ die elektrische Leitungsstromstärke, kurz den Leitungsstrom. Stromdichte. Man kann den Leitungsstrom verstehen als den Fluß einer vektoriellen Größe $\boldsymbol{G}$ durch die Elemente $\mathrm{d}\boldsymbol{a}$ der betrachteten Fläche a hindurch:

$$I = \int_a \boldsymbol{G} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = \int_a G_n \mathrm{d}a\,.$$

$\boldsymbol{G}$ wird Leitungsstromdichte genannt. Elektrische Leitfähigkeit, spezifischer elektrischer Widerstand: Für einen homogenen metallischen Leiter gilt $\boldsymbol{G} = \sigma \boldsymbol{E}$ oder $\boldsymbol{E} = \varrho \boldsymbol{G}$. Die Stoffkonstante σ wird elektrische Leitfähigkeit, ihr Kehrwert $1/\sigma = \varrho$ wird spezifischer elektrischer Widerstand genannt. → Leiter, ferner → Leitungswiderstand und → Ohmsches Gesetz. *J. Fischer*

elektrische Uhrenanlagen sind dort notwendig, wo an räumlich voneinander getrennten Stellen eine genaue, übereinstimmende Zeit angezeigt werden soll. Für die genaue, übereinstimmende Anzeige sorgt die Hauptuhr, die in regelmäßigen Zeitabständen Fortschalteimpulse wechselnder Polarität an die angeschlossenen Nebenuhren (sympathische Uhren) und sonstigen Zeitdienstgeräte gibt. Verwendet werden Hauptuhren mit Pendel, Synchronhauptuhren und Quarzhauptuhren. Während die Ganggenauigkeit der Pendeluhren durch die Qualität des Pendels bestimmt wird, sichert bei der Synchronhauptuhr die Netzfrequenz und bei der Quarzhauptuhr der Quarz sowie bei besonders hohen Anforderungen dieser in Verbindung mit einem Thermostat die Ganggenauigkeit. In die Hauptuhren können Signalschaltwerke eingebaut werden, durch die bestimmte Signale, z. B. Arbeitsbeginn, -pausen und -ende, zeitgenau nach einem im



Bild 1. Hauptuhr. Die Hauptuhr besteht aus einem Laufwerk und einer Stromversorgung. Das Laufwerk wird von einem Synchronmotor angetrieben, der über die Stromversorgung an die Netzspannung angeschlossen ist. Die Ganggenauigkeit der Synchron-Hauptuhr wird von der Netzfrequenz bestimmt.

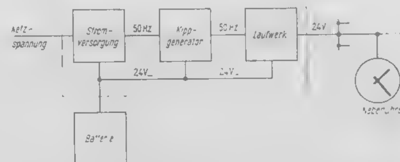


Bild 2. Hauptuhr mit Gangreserve. Die Hauptuhr mit Gangreserve besteht aus einem Laufwerk, einem elektronischen Kippgenerator (der sog. Gangreserve) und einer Stromversorgung. Das Laufwerk wird von einem Synchronmotor angetrieben, der von dem Kippgenerator mit einer Wechselspannung (50 Hz) gespeist wird. Solange die Netzspannung vorhanden ist, wird der Generator von der Netzfrequenz synchronisiert. Die Ganggenauigkeit der Hauptuhr hängt somit von der Frequenzkonstanz der Wechselspannung ab. Bei Netzausfall betreibt der Kippgenerator, zusammen mit einer Batterie, mit seiner eigenen Genauigkeit die Uhrenanlage weiter.

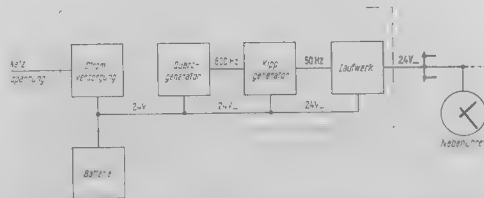


Bild 3. Quarz-Hauptuhr. Die Quarzhauptuhr besteht aus einem Laufwerk, einem elektronischen Kippgenerator, einem elektronischen Quarzgenerator und einer Stromversorgung. Die Quarzhauptuhr ist von der Netzfrequenz unabhängig. Sie wird von einer Batterie versorgt, die über die Stromversorgung gepuffert wird. Die Ganggenauigkeit der Quarzhauptuhr bestimmt der Quarzgenerator. Dieser steuert mit seinen Ausgangsimpulsen den Kippgenerator mit 50 Hz, von dem der Synchronmotor im Laufwerk gespeist wird.

Lochstreifen vorgegebenen Programm ausgelöst werden. Für den Anschluß einer größeren Anzahl von Nebenuhren, Signalnebenuhren, Turmuhren, Zeitstempeln usw. an eine Hauptuhr ist die Zwischenschaltung einer Uhrenzentrale erforderlich. Sie enthält eine zweite Hauptuhr und eine Umschalteautomatik. Dadurch ist bei Ausfall einer der beiden Hauptuhren die Aufrechterhaltung des Betriebes ge-

währleistet. Bei den Nebenuhren ist nach ihrer Eignung für den Verwendungszweck (z. B. trockene oder feuchte Räume) zu unterscheiden, ferner nach Anbringungsart und Ausführung des Zifferblattes nebst Zeigern. Für die Übertragung der Fortschalteimpulse an die Nebenuhren werden Adern normaler Fernmeldekabel und besondere Leitungsnetze (z. B. Bahn- und Stadtanlagen) verwendet, weil die Uhrenanlagen in größeren Betrieben, bei Behörden u. ä., in

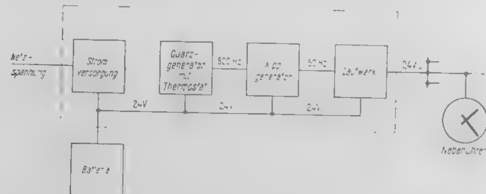


Bild 4. Quarzhauptuhr mit Thermostat. Die Quarzhauptuhr mit Thermostat besteht aus einem Laufwerk, einem elektronischen Kippgenerator, einem elektronischen Quarzgenerator mit Thermostat und einer Stromversorgung. Die Quarzhauptuhr mit Thermostat ist von der Netzfrequenz unabhängig. Sie wird von einer Batterie versorgt, die über die Stromversorgung gepuffert wird. Der Quarzgenerator beeinflußt mit seinen Ausgangsimpulsen den Kippgenerator mit 50 Hz, von dem der Synchronmotor im Laufwerk gespeist wird. Da ein elektronisch geregelter Thermostat den Schwingquarz des Generators stets auf gleicher Temperatur hält, ergibt sich eine sehr hohe Ganggenauigkeit.

Verbindung mit Feuermelde- und ähnlichen Sicherheitsanlagen erstellt oder verwendet werden. Es sind auch dem Fernsprechverkehr dienende Adern zusätzlich für die Schaltung von Nebenuhren verwendet worden (in Nürnberg 1928, in Danzig 1929).

Literatur: J. Willigut, Die Zeitdienstanlage im Haupttelegrafenamt der Reichsbahn, Siemens-Z. (1931), S. 462–470 — B. Martin, Zeitstempel und Zeitstempelanlagen, Siemens-Z. (1932), S. 107–112 — B. Martin, Reichsbahn und Zeitdienst, Siemens-Z. (1933), S. 374–378 — H. Goetsch, Die Onogo-Uhr, Siemens-Z. (1934), S. 358–360 — B. Martin, Neuzeitliche elektrische Turmuhren, Siemens-Z. (1937), S. 45–46 — H. Goetsch, Elektrische Zeitdiensteinrichtungen, Taschenbuch für Fernmeldetechniker, 11. Aufl. 1950, T. II, S. 111–132 — A. Arzmaier, W. Kammerer, Bausteinuhrenzentrale mit erhöhter Betriebssicherheit, Die Elektro-Post (1955), S. 465–468 — W. Kammerer, Elektrodynamische Regulierung von Pendelhauptuhren, ETZ-A (1960), S. 392–397 — K. L. Plank, Neuzeitliche Quarzuhrenzentrale für Schiffe, Feinwerktechnik (1966), S. 233–236 — E. Gentsch, Uhrensteuerung, Feinwerktechnik (1965), S. 562–570 — A. Krumpe, W. Stoib, Uhrenimpulsübertragung für Fremdspannungseinfluß Siemens-Z. (1967).

Rother

elektrischer Fluß → elektrische Größen.

elektrischer Übertragungsfaktor. Der Übertragungsfaktor B_E ist der Quotient aus der effektiven Ausgangsspannung V in Volt zu dem am Schallempfänger herrschenden effektiven Schalldruck p in µbar. Für Schallsender wird der Übertragungsfaktor B_S definiert als das Verhältnis des Schalldrucks p zur Spannung V an den Eingangsklemmen des Schallsenders bei einem festgelegten Abstand vom Schallsender. Der Übertragungsfaktor wird im allgemeinen für eine bestimmte Frequenz angegeben (z. B. 1000 Hz). (→ elektroakustisches Übertragungsmaß).

elektrisches Feld → Feld.

Elektrisierung → elektrische Größen.

elektroakustische Wandler. Durch den elektroakustischen Wandler wird Schallenergie in elektrische Energie oder elektrische Energie in Schallenergie umgewandelt. Dies geschieht meist unter Zwischenschaltung eines mechanischen Gebildes in Form einer Membran. Man unterscheidet aktive und passive Schallwandler. Die aktiven Wandler wirken nur steuernd; denn die abgegebene Energie stammt aus einer besonderen Quelle. Zu ihnen gehören: Der Ionophonlautsprecher, das Halbleitermikrophon und das Kohlemikrophon. Die passiven Wandler verzehren Energie. Zu den passiven Schallwandlern gehören: Elektromagnetische, elektrodynamische, elektrostatische, piezoelektrische und magnetostriktive Schallwandler. Bei solchem Mikrophon z. B. wird die gewonnene elektrische Energie dem Schallfeld entzogen. Für die Kennzeichnung der Eigenschaften elektroakustischer Wandler sind bestimmte Angaben notwendig:

1. Die Frequenzkurve; 2. Der elektroakustische → Übertragungsfaktor oder das elektroakustische → Übertragungsmaß; 3. Die → Sende- und Empfangsbezugsdämpfung, die meist in Verbindung mit dem Fernsprechapparat bestimmt wird. 4. Die Richtwirkung; 5. Der Wirkungsgrad (siehe auch Lautsprecher, Hörkapsel, Sprechkapsel und Mikrophon).

Literatur: W. Reichardt, Grundlagen der Elektroakustik, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig (1960).

Brosze

elektroakustisches Übertragungsmaß. Für Schallempfänger ist das Übertragungsmaß G_E der 20fache Zehnerlogarithmus des Verhältnisses Übertragungsfaktor B_E zu Bezugsübertragungsfaktor B_{E0} d. h.:

$$G_E = 20 \lg \frac{B_E}{B_{E0}} \quad \text{dB} \; (B_{E0} = 1 \; \text{V}/1 \; \mu\text{bar}).$$

Für Schallsender ist das Übertragungsmaß

$$G_S = 20 \lg \frac{B_S}{B_{S0}} \quad \text{dB mit } B_{S0} = 1 \; \mu\text{bar}/1 \; \text{V}$$

(elektroakustischer Übertragungsfaktor).

elektrochemische Korrosion → Korrosion.

elektrochemische Spannungsreihe. Die Metalle haben ein verschieden starkes Bestreben, vom elementaren Zustand in den ionisierten Zustand überzugehen, also Elektronen abzugeben und in Lösung zu gehen. Man bezeichnet Metalle, die schwer in die Ionenform übergehen, als »edel«, solche, die leicht in die Ionenform übergehen, als »unedel«. Ordnet man nach A. Volta die Metalle nach dem Grad des Bestrebens, in Ionenform überzugehen, in eine Reihe, so erhält man die e. Sp. Für die wichtigsten Metalle lautet sie: K, Ca, Al, Mn, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au. Jedes Metall kann alle rechts davon stehenden aus ihrer Lösung abscheiden, die links von H stehenden Metalle scheiden aus Säuren Wasserstoff aus. Auf einem Eisennagel scheidet sich aus Kupfersulfatlösung Kupfer ab, Zink scheidet aus Silbersulfatlösung Silber ab usw. Als Maß für das Bestreben eines Metalls, in Lösung zu gehen, gilt das Normalpotential. Dieses ergibt sich für das Metall, das in

Spannungsreihe der Metalle.

Metall	Ion	Normalpotential (Volt)
K	K^+	−2,92
Ca	Ca^{++}	−2,76
Na	Na^+	−2,71
Mg	Mg^{++}	−2,4
Al	Al^{+++}	−1,69
Mn	Mn^{++}	−1,1
Zn	Zn^{++}	−0,76
Cr	Cr^{+++}	−0,51
Fe	Fe^{++}	−0,44
Cd	Cd^{++}	−0,4
Co	Co^{++}	−0,29
Ni	Ni^{++}	−0,25
Sn	Sn^{++}	−0,16
Pb	Pb^{++}	−0,13
H_2	$2H^+$	0,00
Cu	Cu^{++}	+0,35
Ag	Ag^+	+0,81
Hg	Hg^{++}	+0,86
Au	Au^{+++}	+1,38
Pt	Pt^{++}	+1,6

eine molare Lösung des Salzes dieses Metalls taucht, gegenüber der Normalwasserstoffelektrode, → Potential, elektrochemisches. *Fritsch*

elektrochemischer Telegraf → Geschichte des Fernmeldewesens.

Elektroden. Stromzuführungen insbesondere bei Elektrolyten, Gasentladungen, Elektronenströmungen, auch im Sinne von metallischen Begrenzungsflächen elektrostatischer Felder.

Elektroden-Punktschweißen. Von den verschiedenen Schweißarten wird in der Hauptsache die elektrische Punktschweißung und die Lichtbogenschweißung angewendet. Die Punktschweißung dient besonders zur Verbindung zweier sich überlappender Bleche oder zur Befestigung von Winkeln oder sonstigen Formteilen. Die Enden des Transformators sind zu zwei ausladenden Armen geführt. Der obere Arm läßt sich durch einen Fußhebel über ein Gestänge auf und nieder bewegen. Durch Druck auf den Fußhebel wird die obere Elektrode dagegengepreßt. Der hierbei gleichzeitig eingeschaltete Sekundärstrom vollzieht die Schweißung je nach Stärke des Materials in einer oder mehreren Sekunden. → Schweißen.

Literatur: Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Elektrodynamik. Theorie zeitlich veränderlicher elektromagnetischer Felder (→ elektrische und magnetische Felder), deren Grundgleichungen Cl. J. Maxwell (1864) aufstellte. Diese beschreiben die Entstehung eines zirkularen Magnetfeldes durch ein zeitlich veränderliches, elektrisches Feld (Verschiebungsstrom) und eines zirkularen, elektrischen Feldes durch zeitliche Änderungen des Magnetfeldes (magnetischer Wechselfluß). Die Verkopplung der Maxwellschen Gleichung führt zur elektromagnetischen Lichttheorie.

Elektrolumineszenz. Spezielle Festkörper lassen sich durch ein elektrisches Wechselfeld hoher Feldstärke oder durch einen elektrischen Gleichstrom zu einer Lichtemission anregen. Dabei wird direkt elektrische Energie in Lichtenergie umgewandelt. Die »kalte« (nicht thermische) Lichtemission beschränkt sich auf aktivierte Leuchtstoffe (Luminophore) sowie auf Halbleiter mit pn-Übergängen. Luminophore sind z. B. ZnS mit Cu-, Al- oder Zn-Zusätzen, ferner CdS mit K oder ZnO mit Cu als Aktivator. Durch einen noch nicht restlos geklärten Elektronenstoßmechanismus werden die Aktivatorterme bei einer bestimmten Feldrichtung ionisiert und bei einer Feldumkehr durch Elektronenrekombination wieder neutralisiert. Der hierbei gewonnene Energiebetrag wird als Lumineszenzstrahlung emittiert. Da Ionisation und Rekombination in den Aktivatortermen zu zwei verschiedenen Feldrichtungen gehören, können die Leuchtstoffe der ZnS-Struktur nur durch ein elektrisches Wechselfeld erregt werden. Die Lumineszenzstrahlung nimmt mit steigender Spannung und mit wachsender Frequenz zu. Oberhalb 50 kHz erreicht die Intensität einen Sättigungswert, da Anregungs- und Lumineszenzzeiten durch endliche Laufzeiten der Ladungsträger bedingt sind. Elektrolumineszenzlampen sind nach diesem Anregungsprinzip gebaut worden. Sie bestehen aus einer Trägerglasplatte mit 3 verschiedenen dünnen Schichten, einer durchsichtigen leitenden Schicht (z. B. Zinnchlorid), einer folgenden hochohmigen, aktivierten ZnS-Schicht und einer Gegenelektrode aus Al oder Ag. Zwischen den beiden leitenden Schichten wird eine Wechselspannung (~ 500 Hz) von mehreren 100 Volt angelegt. Das Elektrolumineszenzlicht wird durch die Glasplatte abgestrahlt. Der erreichbare Wirkungsgrad der Lichtemission liegt bei 10 Lumen/Watt (bei der W-Glühlampe 20 Lm/W).

Auch Festkörper-Bildverstärker sind nach diesem Prinzip möglich, wenn beide Elektroden lichtdurchlässig gemacht werden und ein optisches Bild von einer Seite eingestrahlt wird. Die felderregte E. kann nämlich durch schwache Lichteinstrahlung bei bestimmten Leuchtsubstanzen beträchtlich erhöht werden. Die Lichtverstärkung zwischen Eingangs- und Ausgangsbild liegt zwischen 5 und 10 (Elektrophotolumineszenz). Man kann aber auch durch Vorschalten einer lichtempfindlichen CdS-Zelle die Spannung an der Elektrolumineszenzzelle proportional zur Lichteinstrahlung derart steuern, daß eine Bildverstärkung möglich wird. Bildverstärkungsfaktoren von 50 bis 500 werden erzielt (siehe auch → Bildwandler).

pn-Übergänge in InSb, InAs, GaAs, GaP, Ge und Si u. a. geben in Flußrichtung strombelastet eine Rekombinationsstrahlung ab, indem Elektronen aus dem Leitungsband mit Defektelektronen aus dem Valenzband unter Lichtemission rekombinieren. Die Energie der Strahlung entspricht etwa dem Bandabstand der Ladungsträger (→ Bändermodell des Halbleiters). Die Lichtemission steigt annähernd linear mit dem Strom an. Eine einfache Lichtmodulation wird dadurch möglich. Der innere Wirkungsgrad der Lichtemission liegt nahe bei 1 für direkte Band-Band-Übergänge (ohne Mitwirkung von Gitterschwingungen), wie sie im InSb, InAs und GaAs auftreten. Der äußere Lichtwirkungsgrad liegt bei GaAs allerdings nur bei wenigen %, da wegen der starken Absorption des Bandkantenlichtes und wegen des hohen Brechungsexponenten das Licht den Kristall nur schwer ver-

lassen kann. Lumineszenzlampen oder Leuchtdioden, die die Trägerinjektion in einem pn-Übergang zur Lichterzeugung ausnutzen, werden vorwiegend aus GaAs, GaAs $_{(1-x)}$ P$_x$ und GaP gefertigt (λ = 0,84 → 0,55 μm), sie besitzen hohe Leuchtdichte und können in 10^{-9} sek geschaltet werden (siehe auch Injektionslaser (→ Laser und Maser)).

Literatur: Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1966, S. 171. *Salow*

Elektrolumineszenzzelle → Elektrolumineszenz.

Elektrolyse. Bezeichnung für die mit der Elektrizitätsleitung durch Elektrolyte verbundenen Erscheinungen → Elektrolyt.

Elektrolyt. Bezeichnung für jede durch einen gelösten Stoff elektrisch leitend gemachte Flüssigkeit, insbesondere wässerige Lösungen von Salzen, Basen und Säuren. Die Stromleitung ist, im Gegensatz zu den metallischen Leitern, an Stofftransport gebunden. Die beweglichen Ladungsträger sind positive und negative Ionen, die eine oder wenige Elementarladungen tragen. Beide Ionenarten tragen zur Stromleitung bei. Liegt an zwei in einem Elektrolyten befindlichen Elektroden eine elektrische Spannung und besteht daher zwischen diesen ein elektrisches Feld, so bewegen sich die positiven Ionen (Kationen) in Richtung des Feldes, also auf die Kathode hin, die negativen Ionen (Anionen) gegen die Richtung des Feldes, also zur Anode hin. Die elektrische Leitfähigkeit wässeriger Lösung ist größenordnungsmäßig höchstens etwa $^1/_{10\,000}$ derjenigen der elektrischen Leitfähigkeit der am schlechtesten leitenden reinen Metalle, der Temperaturkoeffizient ist viel größer (→ Akkumulatoren, → Korrosion).

Elektrolyt-Kondensator. Kondensatoren, bei denen eine Belegung (Anode) aus einem Metall (Ventilmetall) besteht, auf dem oberflächlich eine dielektrische Oxidschicht erzeugt wurde (Formierung). Die zweite Belegung (Kathode) bildet ein geeigneter → Elektrolyt. Wichtigste Ventilmetalle sind Aluminium (Al), Tantal (Ta), Niob (Nb), Zirkon (Zr), Hafnium (Hf), Wolfram (W), Titan (Ti). Die Anode hat die Form einer Folie, eines geraden oder gewundenen Drahtes, einer ebenen oder aufgerollten Folie oder eines porösen Sinterkörpers, die zur Oberflächenvergrößerung aufgerauht sein können. Durch anodische Oxydation in einem geeigneten Elektrolyten (Formierung) wird auf der Anode eine dielektrische Oxidschicht erzeugt (Aluminiumoxid DK = 8, Tantaloxid DK = 26). Der Elektrolyt besteht bei Al aus schwacher Säure (Borsäure, Oxalsäure, Zitronensäure) und höherem Alkohol (Glykol, Glyzerin), bei Ta aus Schwefelsäure, Lithiumchloridlösung u. dgl. Die Zuleitung zum Elektrolyten bildet eine zusätzliche Metallelektrode, die mit ihm in Kontakt steht oder der Metallbecher, in dem Anode und Elektrolyt angeordnet sind. Die oxydierte Anode kann in Form einer Metallfolie unter Zwischenlage eines mit Elektrolyt getränkten Papiers mit einer Kathodenfolie zu einem Wickel aufgerollt sein. Infolge Gleichrichterwirkung des E. wird er vorzugsweise als Gleichstromkondensator verwendet (gepolte Ausführung). Für Wechselstrom werden zwei Anoden gegeneinander geschaltet (ungepolte Ausführung). Infolge der Nachteile des flüssigen Elektrolyten (Explosionsgefahr bei Überlastung, Korrosion bei Undichtigkeit) hat man den Elektrolyten durch Zusätze eingedickt oder saugfähiges Material (Papier, Glaswolle) damit getränkt. Der Elektrolyt kann auch durch einen festen Halbleiter (Mangandioxid, hergestellt durch thermische Zersetzung von Mangannitratlösung) ersetzt werden (E. mit festem Elektrolyten). Der E. hat von allen Kondensatoren die höchste Raumkapazität (bis 1000 μF/cm³) infolge der hohen Dielektrizitätskonstanten und der geringen Dicke des Dielektrikums, das eine sehr große elektrische Festigkeit (bis 10^7 V/cm) hat. Bei Durchschlag tritt Selbstheilung infolge Neubildung der Oxidschicht ein. Für lückenlose Oxidschicht ist sehr hohe Reinheit des Ventilmetalls erforderlich (z. B. Al 99,999 %), sonst zu hoher Reststrom. Die Spitzenspannung liegt etwa 10 % über Nennspannung (Betriebsspannung) und darf im Betrieb höchstens 1 Minute anliegen. Funkenspannung ist die Spannung, bei der während der Formierung die ersten Funken auftreten (von Konzentration und Art des Elektrolyten abhängig).

Literatur: Güntherschulze - Betz, Elektrolytkondensatoren, 2. Auflage, Berlin 1952, Krayn. *Fritsch*

elektrolytisches Entfetten ist das Entfetten von Metallstücken vor der Galvanisierung unter Anwendung von alkalischen Lösungen und elektrischem Strom. Beispiel: Man legt kleinere Werkstücke in eine wässerige Lösung mit 40 Tl Ätznatron, 58 Tl Na-Metasilikat, 2 Tl Emulphor A oder Hostapal und schickt 1,5 Minuten lang einen Strom (6 bis 8 Volt, 3 bis 5 A/qdm) hindurch. → Galvanotechnik.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

elektrolytisches Entgraten, Elektropolieren. Beim e. E. kommt das zu polierende Metall als Anode in einen elektrolytischen Stromkreis, wobei der Elektrolyt aus einer Säure oder einem Säuregemisch besteht. Beim e. E. liegen wahrscheinlich folgende Vorgänge zugrunde: Während des e. E. bilden sich auf der Anodenoberfläche konzentrierte Salzlösungen, welche die weitere Auflösung des Metalls in den Vertiefungen der matten rauhen Oberfläche hemmen. Von dieser Auflösungshemmung werden die hervorragenden mikroskopischen Spitzen des Metalls nicht betroffen; dort erhöht sich sogar die Stromdichte, so daß eine rasche Auflösung der vorstehenden Teile erfolgt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

elektrolytisches Glänzen. Anodisches Glänzen in einem Elektrolyten.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Nov. 1960.

Elektrolytkupfer → Kupfer.

elektromagnetische Welle. A. Wellenform und Wellenausbreitung. Nach den Maxwellschen Feldgleichungen ist eine zeitliche Änderung eines elektrischen oder magnetischen Feldes für sich allein nicht möglich ohne gleichzeitige Änderung des anderen Feldes. Das beim Abbau eines magnetischen

Feldes entstehende elektrische Wirbelfeld hat Leitungs- und Verschiebungsströme zur Folge, die ihrerseits wieder ein magnetisches Feld hervorrufen. Der sich dabei mit endlicher Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit) im Raum ausbreitende Auf- und Abbau elektrischer und magnetischer Felder bedeutet schwingende elektromagnetische Energie und wird als e. W. bezeichnet, kurz elektrische Wellen genannt. e. W. können rein transversaler Natur sein (*TEM*-Wellen), können aber auch eine elektrische oder magnetische longitudinale Komponente haben (E- oder *TM*-Wellen bzw. *H*- oder *TE*-Wellen). Transversale harmonische (sinusförmige) Schwingungen der Kreisfrequenz ω im homogenen, isotropen und ladungsfreien Raum (Luft) sind sog. Hertzsche Wellen. Erfolgt die Wellenausbreitung allseitig gleichmäßig, so erhält man Kugelwellen, bei denen Punkte gleicher Wellenphase konzentrische Kugelschalen (Wellenflächen) um das Erregerzentrum bilden. Zylinderwellen sind in radialer Richtung sich zylindrisch ausbreitende e. W., deren Wellenflächen Zylinderflächen ergeben. Bei einer ebenen e. W. bildet die Wellenfront (Wellenfläche) eine plane Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung, die Feldgrößen hängen nur von einer Koordinate in Fortpflanzungsrichtung ab. Erfolgt die Ausbreitung der e. W. im freien Raum, so spricht man von Raumwellen. Sich längs einer Leitung ausbreitende e. W. heißen Oberflächenwellen oder leitungsgeführte Wellen (Drahtwellen), wobei es sich auch um eine dielektrische Leitung handeln kann. In einem von leitenden Wänden abgeschlossenen Rohr beliebigen Querschnitts erhält man → Rohrwellen.

Für eine ebene in y-Richtung fortschreitende e. W. mit den elektrischen und magnetischen Komponenten $E = E_z$, $H = H_x$ in isotropen, homogenen und raumladungsfreien Medien mit konstanten Materialwerten: elektr. Leitfähigkeit σ, Permeabilität $\mu = \mu_0\,\mu_r$ und Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = \varepsilon_0\,\varepsilon_r$ erhält man aus den Maxwellschen Gleichungen die Wellengleichung

$$\frac{d^2 E}{d y^2} - \gamma^2 E = 0\,, \qquad \frac{d^2 H}{d y^2} - \gamma^2 H = 0\,.$$

Ihre Lösung ist je eine hin- und rücklaufende Welle

$$E = E_h\, e^{-\gamma y} + E_r\, e^{\gamma y}\,; \quad H = \frac{E_h}{\underline{Z}}\, e^{-\gamma y} - \frac{E_r}{\underline{Z}}\, e^{\gamma y}$$

mit der komplexen Fortpflanzungskonstante γ und dem komplexen Feldwellenwiderstand $\underline{Z}$

$$\gamma = \alpha + j\,\beta = \sqrt{j\omega\,\mu\,(\sigma + j\,\omega\,\varepsilon)}\,;$$

$$\underline{Z} = \sqrt{\frac{j\omega\,\mu}{\sigma + j\omega\,\varepsilon}}\,,$$

wobei α die Dämpfungskonstante und β die Phasenkonstante. Phasengeschwindigkeit v und Wellenlänge λ sind kleiner als die Vakuumlichtgeschwindigkeit c bzw. Vakuumwellenlänge λ_0

$$v = \frac{\omega}{\beta} < c\,; \quad \lambda = \frac{2\pi\,v}{\omega} = \frac{2\pi}{\beta} < \lambda_0\,.$$

Im Dielektrikum ($\sigma \to 0$) wird

$$\gamma = j\beta = j\omega\sqrt{\varepsilon\,\mu}\,, \quad \underline{Z} = Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$$

und

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\,\mu}} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r\,\mu_r}}\,,$$

während im leeren Raum (Luft) wegen $\varepsilon = \varepsilon_0$, $\mu = \mu_0$, $v = c$

$$\underline{Z} = Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 377\,\Omega\,, \quad \lambda_0 = \frac{2\pi\,c}{\omega} = \frac{c}{f}\,.$$

Im Leiter (Metalle) ist bis zu Frequenzen von 10 GHz $\omega\,\varepsilon \ll \sigma$ (Vernachlässigung des Verschiebungsstromes im Leiter) und daher

$$\alpha = \beta = \sqrt{\frac{\omega\,\mu\,\sigma}{2}}\,; \quad \underline{Z} = \sqrt{\frac{j\omega\,\mu}{\sigma}}\,,$$

während Phasengeschwindigkeit und Wellenlänge

$$v = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu\,\sigma}}\,, \quad \lambda = 2\pi\sqrt{\frac{2}{\omega\,\mu\,\sigma}}\,.$$

Mit zunehmender Leitfähigkeit σ wird die e. W. im Leiter infolge Energieentzuges durch Joulesche Wärme schnell gedämpft, während ihre Phasengeschwindigkeit abnimmt.

v und λ in Kupfer mit $\sigma = 50 \cdot 10^5$ S/m

f	v (m/s)	λ (cm)	$\lambda/_0$(cm)
50 Hz	3,2	6,28	$6 \cdot 10^8$
1 MHz	450	0,045	$3 \cdot 10^4$
10 GHz	45000	0,00045	3

B. Wellenbereiche und Anwendungsgebiete
Nach den Wellenlängen bzw. Frequenzen unterscheidet man nach der englischen Einteilung:

Längstwellen (Myrameter-W.)	100 km	... 10 km
(VLF, very low frequency)	3 kHz	... 30 kHz
Verkehr zwischen Feststationen		
Langwellen, LW (Kilometer-W.)	10 km	... 1 km
(LF, low frequency)	30 kHz	... 300 kHz
Verkehr zwischen Feststationen, Rundfunk		
Mittelwellen, MW (Hektometer-W.)	1000 m	... 100 m
(MF, medium frequency)	300 kHz	... 3 MHz
Rundfunk, Schiffs-, Amateur-, Polizei-Funk		
Kurzwellen, KW (Decameter-W.)	100 m	... 10 m
(HF, high frequency)	3 MHz	... 30 MHz
Küsten-, Flug- u. Amateurfunk, Rundfunk		

Ultrakurzwellen, UKW (Meter-W.)	10 m ... 1 m	
(VHF, very high frequency)	30 MHz ... 300 MHz	
Polizei- und Küstenfunk, Richtverbindungen, Rundfunk, Fernsehen, Flugnavigation		
Dezimeter-Wellen (dm-W.)	1 m ... 10 cm	
(UHF, ultra high frequency)	300 MHz ... 3 GHz	
Flugnavigation, Richtverbindungen, Fernsehen-Programm-Übertragung		
Zentimeter-Wellen (cm-W.)	10 cm ... 1 cm	
(SHF, super high frequency)	3 GHz ... 30 GHz	
Navigationshilfe, Radar		
Millimeter-Wellen (mm-W.)	10 mm ... 1 mm	
(EHF, extremely high frequency)	30 GHz ... 300 GHz	

Wellen des dm-, cm- und mm-Bereichs werden als Mikrowellen (μ-Wellen) bezeichnet.

Französische Bereiche und Bezeichnungen

O. L.	ondes longues (Langwellen)	10 kHz ... 150 kHz
O. M.	ondes moyennes (Mittelwellen)	150 kHz .. 1600 kHz
O. I.	ondes intermédiaires (Zwischenwellen)	1600 kHz ... 3 MHz
O. C.	ondes courtes (Kurzwellen)	3 MHz ... 30 MHz
O. T. C.	ondes très courtes (sehr kurze Wellen)	30 MHz ... 300 MHz
O. U. C.	ondes ultra courtes (Ultrakurzwellen)	> 300 MHz

Der Mittelwellenbereich O. M. wird unterteilt in

C. O.	grandes ondes (große Wellen)	150 kHz ... 300 kHz
P. O.	petittes ondes (kleine Wellen)	300 kHz .. 1600 kHz

Wellen mit $\lambda < 1$ mm ($f > 300$ GHz) umfassen: Wärmewellen, infrarot, sichtbares und ultraviolettes Licht, Röntgen-, Gamma- und kosmische Strahlen.

Literatur: W. O. Schumann, Elektrische Wellen, München 1948. A. Sommerfeld, Vorlesungen üb. Theoret. Physik, Bd. III. Elektrodynamik. 4. Aufl. Leipzig 1964. H. Zuhrt, Elektromagnetische Strahlungsfelder, Berlin 1953.

v. Weiss

elektromagnetisches Feld → Feld.

elektromagnetisches Maßsystem. Veraltete Bezeichnung für das System der elektromagnetischen CGS-Einheiten → Maßsystem - absolutes - im Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929.

elektromotorische Kraft → Zweipol, elektrischer, → elektrische Größen.

Elektron. Elementarer Baustein der Atome, Träger einer negativen → Elementarladung. Elektrizität ist eine Eigenschaft der Materie; es gibt keine Elektrizitätsmenge, die nicht mit einer Masse untrennbar verknüpft ist.

Die Masse des Elektrons ist

$$m_0 = 0{,}911 \cdot 10^{-27}\,\text{g},$$

wenn seine Geschwindigkeit v klein ist im Vergleich mit der Vakuumlichtgeschwindigkeit c_0, daher wird m_0 Ruhmasse genannt, sonst ist sie

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c_0)^2}}.$$

Wird das Elektron grob modellmäßig vorgestellt als kleine Kugel, so ist deren Radius etwa $3 \cdot 10^{-15}$ m = 0,03 pm: Elektronenradius.

Elektronenspin: Das Elektron hat für sich schon stets ein magnetisches Moment, das man modellmäßig als Folge einer Rotation des Elektrons um seine eigene Achse deuten kann (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern).

Elektronendichte → Ionosphäre, → Ladungsträgerstatistik.

Elektroneninhalt → Faraday-Effekt.

Elektronenkonzentration → Ladungsträgerstatistik.

Elektronenmasse → Elektron.

Elektronenmasse, freie und effektive → Ladungsträgerstatistik.

Elektronenoptik. Sie beschäftigt sich nach optischer Betrachtungsweise mit der Ablenkung von Elektronen- und Ionenstrahlen, insbesondere mit solchen Feldern und Elektronenbahnen, die zu einer Abbildung führen. H. Busch hat 1926 theoretisch nachgewiesen, daß jedes beliebige rotationssymmetrische, stetige elektrische oder magnetische Feld für achsennahe Strahlen geladener Teilchen eine sammelnde Wirkung, also Abbildungseigenschaften besitzt. Entsprechend der Lichtoptik sind die Bauelemente der konstruktiven E. Elektronenlinsen, Elektronenspiegel und Elektronenprismen. Einfache elektrische Elektronenlinsen werden von einem negativ geladenen, magnetische von einem stromdurchflossenen Kreisring gebildet. Für den Zusammenhang zwischen Brennweite der Elektronenlinse, der Bildweite und der Gegenstandsweite gilt eine der lichtoptischen entsprechende Linsenformel. Als Elektronenspiegel kann eine zur Elektronenquelle negativ aufgeladene Flächenelektrode, als Elektronenprisma ein elektrisches oder magnetisches Querfeld dienen. In technischen Geräten, wie Bildwandlern, Elektronenmikroskopen, Bildröhren u. ä. werden Kombinationen der einfachen Bauelemente verwandt. Zur Fokussierung eines Elektronenstrahles dient ein um oder unmittelbar vor die Elektronenquelle gelegter, negativ geladener Metallzylinder, nach seinem Erfinder Wehneltzylinder genannt.

Elektronenradius → Elektron.

Elektronenröhre. Nach der DIN 44 400, Blatt 2, ist eine E. ein gasdicht abgeschlossenes Gefäß, in dem die Stromleitung durch Elektronen im Vakuum oder Gas stattfindet. Zu den E. gehören daher sowohl die Vakuumröhre als auch die Gasentladungsröhre. Im am besten herstellbaren Vakuum ist

immer noch ein Restgasdruck enthalten, so daß die Grenze zwischen Vakuumröhren und Gasentladungsröhren nicht exakt durch einen Wert für den Gasdruck in der Röhre festzulegen ist. Die Unterscheidung muß daher von der beabsichtigten Wirkungsweise ausgehen. Eine Vakuumröhre ist demnach ein E., die soweit entgast ist, daß ihre elektrischen Eigenschaften vom Restgas in der E. praktisch unbeeinflußt bleiben. Eine Gasentladungsröhre ist eine E., deren Gas- oder Dampffüllung wesentlich zur Arbeitsweise der E. beiträgt. Die Nachrichtentechnik kennt vornehmlich folgende vier Hauptgruppen der Vakuumröhren: die raumladungsgesteuerte Vakuumröhre (→ Raumladungssteuerung), die → Laufzeitröhre, die Elektronenstrahl -Wandlerröhre und die Photoemissionszelle (Photoröhre und Photovervielfacher). Einige der Photoröhren (gasgefüllte Photoröhre) zählen jedoch auch zu den Gasentladungsröhren. Es ist heute üblich, die Elektronenstrahl-Wandlerröhren nach der beabsichtigten Aufgabe einzuteilen. Die Elektronenstrahl-Wandlerröhre ist daher eine Vakuumröhre, in der Elektronenstrahlen ohne Ausnutzung der Elektronenlaufzeit mittels steuerbarer Ablenkung und/oder elektronenoptischer Abbildung zur Wandlung von Signal-Signal (Signalwandlerröhre), Bild-Signal (Bildaufnahmeröhre), Signal-Bild (Kathodenstrahlröhre) oder Bild-Bild (Bildwandlerröhre) benutzt werden. Die wichtigsten Untergruppen der Kathodenstrahlröhre sind die Bildröhren der Fernsehempfänger und die Oszillographenröhren. Für spezielle Anwendungen besitzen viele der Elektronenstrahl-Wandlerröhrenarten eine Untergruppe, die so konstruiert ist, daß eine Information in die E. hineingegeben und später nach einer gewünschten Speicherzeit wieder entnommen werden kann. Diese Untergruppen werden häufig unter dem gemeinsamen Begriff Speicherröhre behandelt. Von dieser für die Anwendung beabsichtigten Speicherung ist die Speicherung in den Bildaufnahmeröhren zu unterscheiden, weil letztere nur einen Teil der Arbeitsweise der Röhre darstellt. Die Gasentladungsröhren werden mit Hilfe des vorherrschenden Entladungsmechanismus eingeteilt. Es ist danach zwischen Bogenentladungsröhren, Glimmentladungsröhren, Hochfrequenzgasentladungsröhren, Korona-Gasentladungsröhren, Säulenentladungsröhren und Vorstrom-Zählröhren zu unterscheiden. Besonders bedeutsam sind bei den Bogenentladungsröhren die gasgefüllte Glühkathoden-Gleichrichterröhre, das Thyratron und der Überspannungsableiter, bei den Glimmentladungsröhren (→ Glimmentladung) die Spannungsgeberröhre, die Glimmschaltröhre und die Glimmanzeigeröhre. Bei der Säulenentladungsröhre sind die gasgefüllte Rauschröhre und die Laserröhre die am besten bekannten Vertreter, und bei der Vorstrom-Zählröhre ist dieses der Geiger-Müller-Zähler.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2. Springer-Verlag, Berlin / Göttingen / Heidelberg / New York 1965/66 — J. R. Acton, J. D. Swift, Cold Cathode Discharge Tubes, Heywood & Comp. Ltd, London 1963. *Schnitger*

Elektronenröhren-Formelzeichen. Um die zahlreichen Größen in Datenblättern für Elektronenröhren übersichtlich durch Formelzeichen ausdrücken zu können, wird ein System vereinbart, das vornehmlich Vorschriften für die Indizes enthält. Die eigentlichen Formelzeichen sind dabei den bereits vorhandenen Normen zu entnehmen (z. B. → Wechselstromgrößen). Das in Zukunft für Elektronenröhren vorgesehene System ist weitgehend an das System für Halbleiterbauelemente angepaßt und 1969 als DIN 44401 veröffentlicht worden. Die noch vor kurzem üblichen älteren Systeme für Elektronenröhren können als überholt angesehen werden, denn das System für die Halbleiterbauelemente ist wegen seiner starken Anlehnung an internationale Festlegungen bereits weit verbreitet. Die wichtigsten Änderungen bei den E.-F. in Datenblättern betreffen die Klein- und Großschreibung sowohl der eigentlichen Formelzeichen als auch der Indizes. Innere Röhrenwiderstände und -leitwerte sowie die Röhrenkapazitäten werden jetzt durch Kleinschreibung des eigentlichen Formelzeichens gekennzeichnet, während äußere Widerstände, Leitwerte, Kapazitäten usw. weiterhin durch Großbuchstaben ausgedrückt werden. Die Kenndaten einer Röhre werden z. B. wie folgt angegeben:

Steilheit:	s
Innenwiderstand:	r_a
Leerlaufspannungsverstärkung:	μ

Für die Indizes gelten dagegen die folgenden beiden Regeln:

1. Elektrodenkurzzeichen als Indizes für Spannungen, Strömungen und Leistungen kennzeichnen durch Großbuchstaben Größen vom Wert Null aus gemessen, durch Kleinbuchstaben Größen vom arithmetischen Mittelwert aus gemessen. Der letztere Wert wird häufig als Arbeitspunkt bezeichnet.

2. Elektrodenkurzzeichen als Indizes für Widerstand, Leitwert, Kapazität usw. kennzeichnen durch Großbuchstaben Gleichwerte bzw. Groß-Signalwerte, während durch Kleinbuchstaben Wechselwerte bzw. Kleinsignalwerte gekennzeichnet werden. Die wichtigsten Kurzzeichen für Elektroden sind:

Kathode	K, k
Heizeranschluß, Fadenkathode	F, f
Anode	A, a
Gitter	G, g
Wehneltzylinder	WE, we
Beschleunigungselektrode	ACC, acc
Prallelektrode, Dynode	P, p
Innere Abschirmung	S, s
Kollektor	C, c
Reflektor	RFL, rfl
Resonator	RES, res
Verzögerungsleitung	H, h
Ablenkelektrode oder Ablenksteg	D, d

Für Elektrodensysteme gelten folgende Kurzzeichen:

Diode	D
Triode	T
Tetrode	Q
Pentode	P
(HF-Pentode	F)
(Endpentode	L)
Hexode oder Heptode	H
Anzeigesystem mit Leuchtschirm	LM

Ohne zusätzliche Angaben ist der Bezugspunkt für Elektrodenspannungen direkt geheizter Röhren bei Gleichstromheizung das negative Heizfadenende, bei Wechselstromheizung die Heizfaden- bzw. Transformatormittelanzapfung. Bei indirekt geheizten Röhren ist die Kathode der Bezugspunkt. Das Formelzeichen einer Elektrodenspannung erhält bei Voraussetzung dieses Bezugspunktes als Index nur das Kurzzeichen der Elektrode. Wird die Spannung einer Elektrode nicht gegen die Kathode (Elektrodengleichspannung), sondern die Spannung gegen eine andere Elektrode angegeben, dann enthält der Index die Kurzzeichen beider Elektroden. Bei Röhrenkapazitäten ergibt sich in analoger Weise:

Elektrodenkapazität der Elektrode X (Summe aller Teilkapazitäten der Elektrode X): c_x,

Teilkapazität zwischen zwei leitenden Teilen einer Röhre, z. B. den Elektroden XY: c_{xy}.

Röhrenwirkungsgrade werden allgemein durch η bezeichnet. Die Mikrowellenröhrentechnik hat jedoch die folgenden Unterscheidungen notwendig gemacht:

Röhrenwirkungsgrad $\eta_{Rö}$
Kreiswirkungsgrad η_{Kr}
Nutzwirkungsgrad η_N
Gesamtwirkungsgrad η_{ges}.

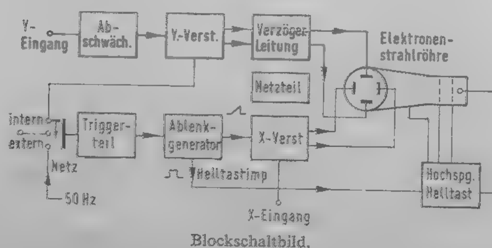
Die allgemein gebräuchlichen Indizes 1 und 2 für »Eingang« und »Ausgang« gemäß DIN 1344 führen bei E.-F. in Datenblättern z. B. wegen der Numerierung der Röhrengitter häufig zu Schwierigkeiten. Als Ausweichzeichen sind z. Z. nur die Buchstaben α und β zugelassen.

Schnitger

Elektronenspin → Elektron.

Elektronenstrahl-Oszillograph ist ein Meßgerät, das als Anzeigemittel eine → Elektronenstrahlröhre benutzt. Der E. wird vorwiegend zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Signale verwendet, darüber hinaus bietet er aber eine Fülle anderer Meßmöglichkeiten.

Das Bild zeigt ein Blockschaltbild eines Elektronenstrahl-Oszillographen. Er besteht im wesentlichen aus



Blockschaltbild.

dem Sichtteil, dem Ablenkteil und dem Verstärkerteil für das Meßsignal. Meist ist auch eine Vorrichtung zur Eichung des Amplituden- und Zeitmaßstabes vorhanden.

Der Sichtteil enthält die Elektronenstrahlröhre mit dem dazugehörenden Hochspannungsnetzteil sowie einer Einrichtung zum Helltasten des Elektronenstrahls während der Ablenkdauer. Kernstück des Ablenkteils ist der Ablenkgenerator (→ Sägezahngenerator), der die Spannung für die zeitlineare Ablenkung des Elektronenstrahls liefert. Für die horizontale Strahlablenkung verstärkt der X-Verstärker die Ablenkspannung und symmetriert sie, da moderne Oszillographenröhren für symmetrische Aussteuerung der Ablenkplatten ausgelegt sind. Außerdem ermöglicht er eine Strahlverschiebung in horizontaler Richtung und eine vergrößerte Darstellung eines beliebigen Bildausschnittes durch Dehnung des Zeitmaßstabes. Zur Darstellung eines Signals auf dem Bildschirm muß die Auslösung der Zeitablenkung zeitlich richtig erfolgen. Diese Aufgabe fällt dem Triggerteil zu, der die → Triggerung der Strahlablenkung vornimmt, indem er aus dem intern bzw. extern zugeführten Signal oder einem aus der Netzspannung abgeleiteten Signal einen Auslöseimpuls erzeugt.

Dem Y-Verstärker für die vertikale Strahlablenkung wird das Meßsignal zugeführt, der es symmetriert und auf die zur Aussteuerung der Elektronenstrahlröhre erforderliche Amplitude verstärkt. Durch einen stufenweise und stetig einstellbaren Abschwächer kann das Signal der Verstärkerempfindlichkeit angepaßt werden. Bei → Breitband-Oszillographen befindet sich zwischen dem Ausgang des Y-Verstärkers und den Ablenkplatten eine Verzögerungsleitung, die eine Signalverzögerung bewirkt, die der Ansprechzeit der Ablenkschaltung entspricht. Dadurch können auch nichtperiodische Signale vollständig abgebildet werden, die ihrerseits erst die Zeitablenkung auslösen.

Der Anwendungsbereich eines E. wird hauptsächlich durch die Bandbreite und Ablenkempfindlichkeit des Y-Verstärkers sowie durch das zeitliche Auflösungsvermögen der Ablenkschaltung bestimmt. Verstärker, die gleichzeitig große Bandbreite und hohe Verstärkung aufweisen, sind nicht möglich. Dies führte zur Entwicklung von → Breitband-Oszillographen und von Niederfrequenz-Oszillographen mit hoher Empfindlichkeit, aber entsprechend kleiner Bandbreite.

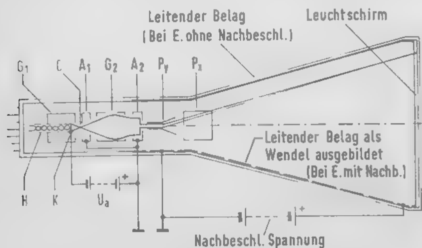
Die bei Gleichspannungsverstärkern unvermeidliche → Drift setzt der Empfindlichkeitserhöhung eine Grenze. Hochempfindliche Verstärker sind deshalb in Wechselstromkopplung ausgeführt, die meist eine geringe Bandbreite haben, um die Rauschspannung klein zu halten.

In der Meßtechnik ist es vielfach nötig, die zeitliche Zuordnung von bestimmten Signalen erkennen und messen zu können. Damit besteht auch der Wunsch nach der gleichzeitigen Darstellung von mehreren Kurven auf dem Schirm. Man verwendet zu diesem Zweck Elektronenstrahlröhren mit zwei oder mehr unabhängigen Strahlerzeugungs- und Ablenksystemen oder aber Mehrkanalverstärker mit elektronischem Umschalter zwischen den Verstärkerausgängen und der Elektronenstrahlröhre. Moderne Universaloszillographen sind in Einschubtechnik ausgeführt, so daß ein Grundgerät mit verschiedenen Verstärkertypen betrieben und den jeweiligen Maßaufgaben angepaßt werden kann.

Literatur: J. Czech, Oszillographen-Meßtechnik. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin (1959) — E. Lüdke, Ein Breit-

band-Meßoszillograph. Elektronik (1964), H. 2, S. 51—53 — H. Wolf, Zeitablenkschaltungen für Elektronenstrahloszillographen. Elektronik Bd. 13 (1964), H. 2, S. 33—38 und H. 3, S. 78 bis 80 — H. Wolf, Zur Dimensionierung von Verzögerungsleitungen (Laufzeitketten). Nachr.-Techn. Z., Bd. 15 (1962), H. 10, S. 495—500 — G. Wolf, Kathodenstrahl-Oszillographen. München (1960), Franzis — H. Wolf, Zur Technik moderner Elektronenstrahloszillographen. Elektr. Rdsch. Bd. 16 (1962), H. 2, S. 68—72 und H. 3, S. 108—110 — H. Funk, Breitbandverstärker für Elektronenstrahloszillographen. Elektronik Bd. 13 (1964), H. 2, S. 39—42 und H. 3, S. 76—77 — H. Funk und E. Lüdke, Ein Breitband-Oszillograph in Einschubtechnik. Elektronik Bd. 15 (1966), H. 1, S. 20—24. *Funk*

Elektronenstrahlröhre dient in der elektrischen Meßtechnik zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Schwingungen bzw. Impulse und ist ein Hauptbestandteil eines → Elektronenstrahloszillographen. Das Bild zeigt den Prinzipaufbau einer E.



Querschnitt einer Elektronenstrahlröhre.

Die indirekt geheizte Kathode K emittiert Elektronen, die im Vakuum des Glaskolbens frei beweglich sind. Diese werden in einem Linsensystem (meist elektrostatisch) fokussiert und beschleunigt, so daß ein Strahlenbündel kleineren Querschnitts auf dem phosphoreszierenden Leuchtschirm auftrifft und dort einen Leuchtfleck erzeugt. Das Bild zeigt eine Fokussierung mit zwei Sammellinsen, die jeweils aus drei Elektroden K, G_1 und A_1 bzw. A_1, G_2 und A_2 bestehen. Die Kathode K, der Wehneltzylinder G_1 und die Beschleunigungselektrode A_1 (Anode) bilden die Vorsammellinse. Sie vereinigt die aus der Kathode austretenden Elektronen im Überkreuzungspunkt C, in dem das Gesamtstrahlenbündel seinen kleinsten Querschnitt aufweist. Die folgende Hauptsammellinse, die aus den Beschleunigungselektroden A_1 und A_2 sowie der Linsenelektrode G_2 gebildet wird, bildet diesen Punkt auf dem Schirm vergrößert ab. Die Elektroden A_1 und A_2 haben in der Regel gleiche positive Spannung gegen K, die Elektrode G_1 hat negative Spannung gegen K, während G_2 negative Spannung gegen A_1 hat. Die Größe des Strahlstromes und damit die Helligkeit wird durch das Potential des Wehneltzylinders G_1 (Steuerblende) bestimmt, während das Potential der Elektrode G_2 die Punktschärfe beeinflußt. Die Helligkeit ist außer vom Strahlstrom auch noch von der Geschwindigkeit des Elektronenstrahls abhängig. Die Elektronengeschwindigkeit und damit deren Energie hängt nur von der durchlaufenen Spannung U_a ab. Nach Durchlaufen des Fokussierfeldes gelangt der Elektronenstrahl in das Ablenkfeld, wo er durch zwei zueinander senkrecht stehende elektrische oder magnetische Felder proportional der Ablenkspannung oder dem Ablenkstrom in der Horizontalen (x-Richtung) und in der Vertikalen (y-Richtung) abgelenkt wird. Ein elektrisches Feld lenkt den Elektronenstrahl in Feldrichtung, ein magnetisches Feld rechtwinklig zur Kraftfluß-Richtung aus seiner Bahn ab. Der für jede E. angegebene Ablenkkoeffizient in V/cm bzw. A/cm ist ein Maß für die Ablenkempfindlichkeit und ist das Verhältnis aus der notwendigen Ablenkspannung bzw. dem Ablenkstrom an der E. zur Größe der Strahlauslenkung auf dem Schirm. Die Forderungen nach kleinen Ablenkkoeffizienten und hoher Helligkeit bei guter Punktschärfe können mit einfachen Elektronenstrahlröhren nicht gleichzeitig erreicht werden; denn ein kleiner Ablenkkoeffizient fordert eine niedere Elektronengeschwindigkeit, d. h. eine kleine Beschleunigungsspannung, was aber einer hohen Helligkeit widerspricht. Beide Forderungen können jedoch bei der elektrostatischen Ablenkung durch Anwenden einer Nachbeschleunigung erfüllt werden. Dabei durchlaufen die Elektronen zunächst infolge einer niederen Anodenspannung an A_1 und A_2 (Vorbeschleunigung) mit kleiner Geschwindigkeit das Ablenkfeld und werden anschließend im Nachbeschleunigungsfeld auf ihren Endwert beschleunigt. Maßgebend für den Empfindlichkeitsgewinn ist das Nachbeschleunigungsverhältnis (= Verhältnis der Beschleunigungsspannung im Ablenksystem zur Gesamtbeschleunigungsspannung am Schirm). Die Nachbeschleunigungselektrode ist bei neueren Röhren ein wendelförmiger Widerstandsbelag auf der Kolbeninnenwand, wodurch ein kontinuierlicher Potentialanstieg von der Vorbeschleunigungs- zur Nachbeschleunigungsspannung erzielt wird und die rückbrechende Wirkung des Nachbeschleunigungsfeldes, das die Wirkung einer Sammellinse hat, verringert wird. Das Nachbeschleunigungsverhältnis moderner E. beträgt etwa 1:6, wobei die auftretenden Verzeichnungsfehler gering sind. Höhere Werte führen zu einer Defokussierung des Strahles am Schirmrand bei großer Strahlauslenkung aus der Schirmmitte. Die Sammelwirkung des Nachbeschleunigungsfeldes kann durch ein sphärisches Maschengitter hinter dem Ablenksystem vermieden werden (Netztechnik). Durch entsprechende Ausbildung dieser Netzelektrode kann sogar eine ablenksteigernde Wirkung erreicht werden. Bei dieser Technik beträgt das Nachbeschleunigungsverhältnis etwa 1:10 bei einem Ablenkkoeffizienten von einigen V/cm. Verzeichnungsfehler begrenzen aber auch hier die Höhe des Nachbeschleunigungsverhältnisses.

Elektronenstrahlröhren mit magnetischer Ablenkung finden bei Oszillographen mit geringer Bandbreite Verwendung, da sie große Ablenkwinkel zuläßt und damit eine große Bildfläche bei kleiner Baulänge ermöglicht. In Zukunft dürfte auch die Farbfernseh-Bildröhre in der Meßtechnik interessante Anwendung finden. Es können mit ihr z. B. drei verschiedenfarbige Kurven gleichzeitig dargestellt werden.

Literatur: M. Knoll und J. Eichmeier, Technische Elektronik, 1. Band. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen — E. Gundert und W. Schaffernicht, Neue Oszillographenröhren von großer Helligkeit und Ablenkempfindlichkeit. Elektron. Rdsch. Bd. 11 (1957), S. 107—108 — K. Schaffernicht, Eine neue Nachbeschleunigungstechnik für Oszillographenröhren höchster Ablenkempfindlichkeit. Elektronik Bd. 16 (1967), H. 4, S. 102—104 — F. G. Siegel,

A New 50 MC Oscilloscope Based on an Advanced CRT Design. Hewlett-Packard J. 13 (1962), H. 8, S. 1—2 — W. Grein, M. Russel, J. Sverdrup, The gamble that paid off: a solid state 50 MHz-Oscilloscope. Electronics, Bd. 39 (1966), H. 15, S. 97.

Funk

Elektronenstrahlschweißen. Dem Prinzip des Elektronenstrahlschweißens liegen folgende physikalischen Gesetzmäßigkeiten zugrunde: Thermisch emittierte Elektronen erfahren im Vakuum zwischen Elektrode und Ringanode durch Potentialgefälle von maximal 200 kV eine hohe Beschleunigung. Die durch elektrostatische und elektromagnetische Linsen gebündelten Ladungsträger mit einer Stromstärke von einigen 100 μA bis zu mehreren 100 mA treffen auf das im Vakuum oder an der Luft befindliche Werkstück und geben dort im Brennfleck von 0,1 bis 1 mm Durchmesser ihre Energie als Wärme ab. Schmale und tiefe Nähte bei Intensitäten von 10^5 bis 10^7 W/cm² sind das Ergebnis. → Schweißen.

Literatur: Umschau in Wissenschaft und Technik 8/1968.

Elektronenstrahl-Wandlerröhre → Elektronenröhre.

Elektronik. Arbeitsgebiet, das sich speziell mit solchen elektrischen Vorgängen befaßt, die ausschließlich durch Wechselwirkungen von Elektronen untereinander und mit dem Kristallgitter fester Körper erklärt werden können. Hierzu gehören die Verhaltensweisen von freien Elektronen im Vakuum und quasifreien Elektronen in Festkörpern sowie die Funktionsweisen elektronischer Geräte und Bauelemente (→ Elektronenröhre, → Kathodenstrahlröhre, → Photozelle, → Halbleiterdiode, → Transistor, → Maser und Laser).

elektronische Datenverarbeitung (EDV). Verknüpfung von Daten, d. h. durch Zeichen oder kontinuierliche Funktionen nach bestimmten Regeln dargestellte Informationen, nach rationalen Gesetzen mittels elektronischer Elemente.

Der Begriff ist durch häufigen Ge- und Mißbrauch sehr unscharf geworden. Im weitesten Sinne wird er synonym mit »Nachrichtenverarbeitung« gebraucht, im engsten wird darunter besonders die (digitale) Verarbeitung großer Mengen von Daten nach relativ einfachen Verknüpfungsgesetzen verstanden.

Grundlagen: Kern eines EDV-Systems ist in jedem Falle ein Rechengerät. Die Rechengeräte teilt man nach ihrer Arbeitsweise ein in analoge und digitale.

Analoge Rechengeräte sind solche, die zur Darstellung der zu verarbeitenden Werte kontinuierlich variable Größen verwenden, wie Längen oder elektrische Spannungen, die nach physikalischen Gesetzen miteinander verknüpft werden. Die Ergebnisse sind wieder kontinuierlich variable Größen, die den zu berechnenden Größen analog sind, d. h. entsprechen (→ Analogtechnik).

Dazu im Gegensatz stehen die digitalen Geräte (v. lat. digitus, der Finger), die schrittweise oder ziffernmäßig arbeiten. Sie verarbeiten Werte, die als Zahlen dargestellt sind, und verknüpfen sie durch Rechenregeln zu Ergebnissen, die wieder Zahlen sind.

Aus der Vielzahl der digitalen Rechengeräte, die z. B. auch Tischrechenmaschinen und Registrierkassen umfaßt, seien hier diejenigen herausgegriffen, die gemeinhin als »Elektronenrechner« bezeichnet werden und folgende Merkmale aufweisen: 1. eine Recheneinrichtung zur Durchführung arithmetischer Operationen; 2. einen Speicher zur Aufnahme der zu verarbeitenden Zahlen, von Befehlen, die angeben, welche Schritte auszuführen sind, sowie von Zwischen- und Endresultaten; 3. die Fähigkeit, in Abhängigkeit von bestimmten Zwischenergebnissen automatisch in verschiedene Zweige der Befehlsfolge einzutreten. Man müßte also streng genommen von »speicher-programmierten digitalen Rechenautomaten« sprechen. Ein solcher Rechenautomat besteht aus mindestens den vier Funktionseinheiten: Eingabe, Speicher, Steuerwerk und Rechenwerk.

Von der Eingabe, die z. B. ein Lochkartenleser sein kann, werden die zu verarbeitenden Zahlen (»Daten«) und das Programm (die Anweisung, was mit den Daten zu geschehen hat) in den Speicher gebracht. Das Steuerwerk holt von dort die Anweisungen (»Befehle«) der Reihe nach und veranlaßt das Rechenwerk zu den entsprechenden Schritten (→ Programmierung). Das Rechenwerk führt — natürlich mit höherer Geschwindigkeit — etwa die Funktionen einer herkömmlichen Tischrechenmaschine aus. Die Teilergebnisse gehen zurück in den Speicher. Ist die Rechnung beendet, gelangen die Endergebnisse zur Ausgabe, beispielsweise über einen Drucker oder Lochkartenstanzer.

Zahlendarstellung: Es gibt Zahlensysteme, die zur Darstellung von Zahlen in Rechenanlagen geeigneter sind als unser gewohntes Dezimalsystem. Sehr häufig wird das → Dualsystem angewandt, das auf Leibniz zurückgeht. Wie das dezimale ist es ein Stellenwertsystem, jedoch mit der Basis 2. Es benötigt nur zwei verschiedene Ziffern, meist 0 und L geschrieben, um alle Zahlen darstellen zu können. Die Rechenregeln im Dualsystem sind sehr einfach, zum Beispiel gibt es für die Multiplikation zweier Stellen (das duale »1 × 1«) nur folgende Fälle:

$$0 \times 0 = 0 \qquad L \times 0 = 0$$
$$0 \times L = 0 \qquad L \times L = L$$

Nachteilig ist die größere Länge der Zahlen, sie ist etwa dreimal so groß wie bei den entsprechenden Dezimalzahlen (→ auch Dualzahlen).

Man nennt eine Dualstelle auch ein → »bit« (binary digit) und gibt die Länge von Zahlen in der Einheit »bit« an.

Zahlen in Rechenanlagen haben meist eine feste Länge, die durch die technische Auslegung des Speichers und des Rechenwerks bedingt ist, man nennt sie Wortlänge. Das Komma kann man an einer bestimmten Stelle stehend annehmen (»Festkomma«) oder eine Anzahl von Stellen zur Darstellung des Exponenten abteilen und den Rest für die sog. Mantisse, d. h. den Zahlenwert verwenden (»Gleitkomma«).

Befehle bestehen ebenso wie Zahlen aus einer Folge von Dualziffern.

Maschinenintern stellt man Dualziffern mit Hilfe von Bauelementen dar, die zwei voneinander deutlich

unterscheidbare, der 0 und dem L zugeordnete Zustände annehmen können. Ein solches Element ist zum Beispiel ein elektrischer Schalter mit den Zuständen »offen« und »geschlossen«. Es liegt auf der Hand, daß es technisch viel schwieriger ist, Bauelemente mit 10 unterscheidbaren Zuständen zu realisieren, wie man sie zur Darstellung von Dezimalziffern benötigt.

Boolesche Algebra: Bei der Beschreibung von Vorgängen in Digitalrechnern und beim Entwurf von Schaltungen bedient man sich eines Formalismus, der schon lange vor der Zeit des elektronischen Rechnens zur Beschreibung logischer Beziehungen erdacht wurde: der Booleschen Algebra. Die Variablen der formalen Logik können nur die zwei Werte »richtig« und »falsch« annehmen, eine Übertragung auf das Rechnen mit dualen Zahlen liegt daher nahe. Mit den Regeln des Booleschen Algebra ist es möglich, logische Beziehungen aufzustellen, umzuwandeln und zu vereinfachen und dementsprechend Schaltungen zu entwerfen und auf minimalen Aufwand zu reduzieren. Man spricht deshalb auch von »Schaltalgebra« und → »logischen Schaltungen«.

Technologie: Wie bereits erwähnt, benötigt man für den Aufbau von Rechnern Bauelemente mit zwei voneinander deutlich verschiedenen (Schalt-)Zuständen. Nach mißlungenen Versuchen mit rein mechanischen Elementen (Babbage 1833, Zuse 1935) wurden die ersten funktionsfähigen Digitalrechner mit Relais aufgebaut (Zuse Z 3 1941, Stibitz und Williams 1940). Wesentlich schneller arbeiten Schaltungen mit Elektronenröhren, deren Ventilwirkung ausgenutzt wird. Diese (schon 1937 von Schreyer vorgeschlagene) Technik wurde erstmals bei ENIAC angewandt (Electronic Numerical Integrator and Computer, Eckert und Mauchley 1946). Damit war der eigentliche Durchbruch zum »elektronischen Rechnen« erfolgt.

Der nächste Schritt war der Übergang zu Transistoren, die zwar im Prinzip nicht schneller arbeiten als Röhren, aber viel weniger Raum und elektrische Leistung — und damit Kühlung — benötigen und außerdem wesentlich langlebiger sind. Eine weitere Verkleinerung der Anlagen wurde durch die → integrierten Schaltungen möglich. Hier sind ganze Baugruppen räumlich auf winzigen Kristallplättchen vereinigt, deren Oberflächen durch Aufdampfen, Ätzen und Diffundieren die erforderlichen Eigenschaften erhalten. Mit diesen Schaltungen werden auch die zur Zeit höchsten Rechengeschwindigkeiten erreicht. Parallel lief die Entwicklung der Speichertechnik (→ Speicher).

Für den internen Speicher eines Digitalrechners verwendet man das jeweils schnellste verfügbare Speichermedium, um die Arbeitsgeschwindigkeit des Rechenwerks voll ausnutzen zu können. Nach den langsamen Magnettrommelspeichern der frühen Jahre beherrschten lange Zeit die Magnetkernspeicher das Feld, ihre Geschwindigkeit war den Röhren- und Transistorschaltungen angemessen. Sie werden jetzt bei den schnellsten Anlagen von den Magnetfilmspeichern verdrängt.

Die Entwicklung zu integrierten Schaltungen und Magnetfilmspeichern ist nicht nur im Hinblick auf die höheren erzielbaren Rechengeschwindigkeiten interessant. Diese Techniken ermöglichen eine teilweise Automatisierung der Fertigung von Rechnern und lassen daher für die Zukunft eine Senkung der Herstellungskosten erwarten.

Struktur: Ein Digitalrechner mit den obengenannten Merkmalen enthält zwar im Prinzip die Teile, die zur Lösung aller vorkommenden Probleme mindestens erforderlich sind. In der Praxis hat sich aber ein großer Formenreichtum entfaltet. Er entstand vor allem als Folge der Anpassung an verschiedene Aufgabenbereiche unter Beobachtung der Kostengesichtspunkte, d. h. optimaler Nutzung aller Teile. Dazu ein Beispiel: Bei den meisten kaufmännischen Problemen sind große Datenmengen zu bewegen; während die eigentliche Rechnung recht einfach ist. Der Engpaß liegt bei den Ein- und Ausgabegeräten, die — weil mechanisch — relativ langsam arbeiten. Man schließt also eine Vielzahl solcher Geräte an und benötigt zu deren Steuerung besondere Geräte, die selbst wieder kleine Rechenanlagen sind. Außerdem werden zur puffernden Zwischenspeicherung externe Speicher, z. B. Magnetbandspeicher eingesetzt.

Im folgenden sollen einige wesentliche Gesichtspunkte der Rechnerstruktur kurz berührt werden. 1. Die Wortlänge. Sie gibt, wie erwähnt, an, wie viele Dualstellen ein Befehl oder eine Zahl höchstens haben kann, sie hat also Einfluß auf die Flexibilität der Programmierung und die erreichbare Genauigkeit der Rechnung. Bei vielen modernen Anlagen ist es möglich, die Wortlänge den Erfordernissen anzupassen (»variable Wortlänge«). So kann etwa Speicherraum gespart werden, indem anstatt je einer langen Zahl zwei oder mehr kurze in einem Speicherplatz untergebracht werden. 2. Speicherhierarchie. Der teuerste Teil eines Digitalrechners ist i. allg. der interne Speicher (auch Schnellspeicher genannt). Er ist um so teurer, je geringer seine Zugriffszeit und je größer seine Kapazität ist. Um den Gesamtpreis erträglich zu halten, wird der Schnellspeicher großer Anlagen in Stufen verschiedener Größe und Zugriffszeit unterteilt. Das ist möglich, da bestimmte Programmteile und Daten unterschiedlich oft gebraucht werden. Diese Hierarchie setzt sich in den externen Speichern fort. Die Zusammensetzung des Gesamtspeichers aus internem Speicher und externen, wie Magnettrommel, Magnetplatten, Magnetbändern und Magnetstreifen, ist von entscheidender Wichtigkeit für die Effektivität einer Anlage bei gegebenen Anforderungen. 3. Parallelität. Moderne Digitalrechner sind meist so konzipiert, daß verschiedene Teile gleichzeitig arbeiten können, ohne sich gegenseitig zu stören. Während beispielsweise Ergebnisse ausgedruckt werden, kann das Rechenwerk weiterarbeiten. Die Ein- und Ausgabegeräte arbeiten im Vergleich zum internen Arbeitsrhythmus so langsam, daß nur in großen Abständen ein Zugriff zum Speicher erforderlich ist. Dann wird das gerade laufende Programm kurz unterbrochen. Diese Unterbrechungstechnik kann auch auf ganze Programme

ausgedehnt werden, die sich in bestimmten Vorrangstufen gegenseitig unterbrechen können. Man nennt diese Betriebsart Simultanbetrieb (engl. time sharing oder multiprogramming). Mit einer geschickten Mischung verschiedener Programme erreicht man eine optimale Nutzung aller Teile einer Rechenanlage.

Bei sehr großen Anlagen geht die Parallelität oft noch weiter. Hier können beispielsweise mehrere Rechenwerke vorhanden sein, die tatsächlich gleichzeitig an verschiedenen Programmen oder verschiedenen Teilen des gleichen Programms arbeiten. Dann handelt es sich um echte Parallelverarbeitung (engl. parallel processing oder multiprocessing).

Rechengeschwindigkeit: Wie bereits angedeutet, hängt die Leistungsfähigkeit einer EDV-Anlage sehr von ihrer Anpassung an die Aufgabe ab. Es ist daher schwer, einen einfachen Wert für die Rechengeschwindigkeit anzugeben. Um jedoch einen Begriff von der internen Arbeitsgeschwindigkeit zu geben, seien hier einige für Großrechenanlagen typische Daten genannt: Transport einer Zahl oder eines Befehls vom oder zum Speicher (Speicherzyklus) ca. 1 μs, Addition, Subtraktion oder Vergleich 1 bis 2 μs, Multiplikation oder Division rund 10 μs. 10^5 Rechenoperationen pro Sekunde sind daher keine Seltenheit, die größten Anlagen erreichen durch Parallelverarbeitung noch rund 10fach höhere Geschwindigkeiten. Diese Zahlen sind jedoch Momentanwerte und gelten nur im Verkehr mit dem internen (Schnell-)Speicher. Je kleiner dieser ist, je öfter daher sein Inhalt mit den externen Speichern ausgetauscht werden muß, desto niedriger wird die Gesamtleistung.

Wie gut das von der Konstruktion und der Geräteausstattung (→ »hardware«) vorgegebene Potential einer Rechenanlage im Betrieb genutzt wird, hängt jedoch in entscheidendem Maße von der → Programmierung ab. Nicht nur die mehr oder weniger geschickte, d. h. maschinengerechte Formulierung eines Problems durch den Benutzer ist hier von Einfluß, sondern vor allem das System von Programmierhilfen, Standardprogrammen und Betriebsablauf-Steuerungen, das vom Hersteller mitgeliefert wird, die sogenannte → »software«.

Anwendungen: Grundsätzlich ist jede mathematisch exakt formulierbare Aufgabe der Bearbeitung durch Elektronenrechner zugänglich. Wegen ihrer hohen Rechengeschwindigkeit — vor allem im Vergleich zur Zeit, die der Mensch braucht, um das Problem zu formulieren, d. h. zu programmieren — eignen sie sich vor allem für Aufgaben, bei denen bestimmte Rechenabläufe sehr oft hintereinander auszuführen sind.

Klassisches Beispiel eines Haupteinsatzgebiets für EDV ist die Lohn- und Gehaltsberechnung in Großbetrieben. Auch die DBP bedient sich dieses Mittels. Ein weiteres Beispiel dieser Art ist die Buchhaltung, bei der DBP vor allem im Postscheck- und Postsparkassenwesen. In den genannten Fällen handelt es sich um Datenverarbeitung im eingangs erwähnten engeren Sinne.

Grund für die Verbreitung des elektronischen Rechnens in nahezu allen Bereichen menschlicher Tätigkeit ist die Tatsache, daß praktisch jede noch so komplizierte Berechnung auf vielfache Wiederholung elementarer Rechenprozesse zurückgeführt werden kann. Entsprechende Verfahren waren in der numerischen Mathematik zum Teil schon lange bekannt, konnten aber wegen des großen Rechenaufwands früher nicht benutzt werden. So können die riesigen Gleichungssysteme, auf die die Berechnung praktisch vorkommender Netzwerke wie Verkehrs-, Energie- und Nachrichtennetze führt, mit EDV-Anlagen in Minuten gelöst werden, während ihre Lösung »von Hand« praktisch unmöglich war.

Literatur: K. Steinbuch, (Hrsg.): Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, 2. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1967 — F. Bauer; J. Heinhold; K. Samelson, u. a.: Moderne Rechenanlagen, Stuttgart 1965 — A. P. Speiser: Digitale Rechenanlagen, 2. Aufl. Berlin-Heidelberg-New York 1965 — W. de Beauclair: Rechnen mit Maschinen, Braunschweig 1968.

(S. auch Handwörterbuch des Postwesens.) *Hoch*

elektronische Steuerung. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit eines Automatiksenders hat man die Fernsteuerung mit Kontaktrelais durch eine elektronische Fernsteuerung mit Transistoren und Dioden ersetzt.

Literatur: Sonderheft von Siemens und Halske über Automatik in Kurzwellen-Funkstationen, herausgegeben 1965 — E. W. Kaufmann, W. Michel, Telefunken-Ztg. (1967), H. 4, S. 339–347.

elektronischer Schalter. e. Sch. im weitesten Sinne sind alle Schaltungsanordnungen, die mit elektronischen Mitteln die Funktion eines mechanischen Kontaktes nachbilden und demzufolge nur zwei stabile Betriebszustände einnehmen können (Aus — Ein).

Die Schaltfunktion kann sowohl mit linearen aktiven Bauelementen wie Transistoren verwirklicht werden, indem diese durch übersteuernde Ansteuerung wechselweise in den voll leitenden und voll sperrenden Zustand gebracht werden, oder aber es werden Spezialbauelemente verwendet, die durch die Art ihres Aufbaus nur zwei diskrete Schaltzustände kennen. Beispiele hierfür sind Tunneldioden, Vierschichtdioden, Thyristoren, Ferrite mit rechteckförmiger Hysterese. Gegenüber dem mechanischen Kontakt liegt der Vorteil des elektronischen Schalters in seiner hohen Lebensdauer durch Fehlen von Verschleißvorgängen und in seiner wesentlich höheren Schaltgeschwindigkeit (Schalttransistor).

Ein Nachteil der e. Sch. ist ihr schlechteres Schaltverhältnis (größerer Restwiderstand im Ein-Zustand und kleinerer Widerstand im Aus-Zustand) sowie die Verkopplung von Signal- und Erregerkreis.

Der Sch. wird eingesetzt in der Digitaltechnik zur Darstellung der logischen Zustände 0 oder 1, sowie ganz allgemein in der industriellen Steuerungstechnik als Ersatz für Relais und Schützen. In der Meßtechnik werden e. Sch. verwendet als sogenannte Chopper (Zerhacker) zur Umwandlung kleiner Gleichspannungen in rechteckförmige Wechselspannungen, die anschließend in stabilen Wechselspannungsverstärkern verstärkt und wieder gleichgerichtet werden (Chopperverstärker). Außerdem dienen sie oft als Meßstellenumschalter, um mehrere Meßspannungen alternativ mit einer Meßeinrichtung zu verbinden. Solche An-

ordnungen werden bei Oszillographen und bei Datenerfassungs-Anlagen eingesetzt. → elektronischer Zähler.

Literatur: Borucki/Dittmann, Digitale Meßtechnik. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg (1966). *Rauscher*

elektronischer Sendeverteiler → Zeichengeber TW 39.

elektronischer Wechselrichter → Statischer Wechselrichter.

elektronischer Zähler. Gerät oder Gerätebaugruppe zur Lösung meßtechnischer Aufgaben, die auf einen Zählvorgang zurückgeführt werden können. Hauptbestandteil ist eine elektronische Zählkette, die aus einzelnen bistabilen Stufen besteht, die ihrerseits entweder durch gleichstromrückgekoppelte Verstärkerstufen aufgebaut (Flipflop) oder durch Bauelemente mit bistabilem Verhalten (Thyristoren, Tunneldioden, Vierschichtdioden, Ferrite mit rechteckiger Hysterese) dargestellt sind.

Die in Kette geschalteten Zählstufen werden in der Regel in einzelne Zähldekaden gruppiert, bei denen durch die Art der Codierung das Schaltspiel der Zählstufen festgelegt ist. Am häufigsten werden dabei BCD-Codes verwendet (BCD = **B**inär **C**odierte **D**ezimaldarstellung). Die Gruppierung in Zähldekaden erleichtert die Anzeige des Zählergebnisses in dezimaler Form. Werden Zähler in Verbindung mit elektronischen Rechengeräten eingesetzt, so wird meist die rein binäre Codierung verwendet.

Elektronische Zähler werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo sehr schnelle Zählvorgänge gegeben sind. Die wichtigsten Anwendungsgebiete sind dabei:

1. Die Frequenzmessung

Das Meßverfahren beruht darauf, daß die Zahl der Schwingungen der zu messenden Frequenz während der Dauer einer genau definierten Zeitspanne gezählt wird. Diese Zeitspanne — die Meßzeit — wird in der Regel von einem Quarzoszillator durch Frequenzteilung abgeleitet, für die ebenfalls Zählstufen verwendet werden. Während der so gewonnenen Meßzeit wird ein Tor geöffnet, durch das die Schwingungen der zu messenden Frequenz zum Eingang der Zählkette gelangen. Beträgt die Meßzeit z. B. gerade 1 Sekunde, dann entspricht das Zählergebnis der Frequenz in Hertz.

2. Die Zeitmessung

Zu Beginn und Ende der zu messenden Zeitspanne wird ein Tor geöffnet bzw. geschlossen (→ elektronischer Schalter), welches einer Zählkette vorgeschaltet ist und durch das eine (meist quarzgesteuerte) Pulsfolge genau definierter Frequenz zum Eingang dieser Zählkette gelangt. Die Zahl der im Zähler gezählten Impulse ist dann ein Maß für das gesuchte Zeitintervall (Unsicherheit ± 1 Impuls). Dieses Verfahren der Zeitmessung wird auch zur Messung tiefer Frequenzen angewendet, indem das Tor während der Dauer einer Periode (oder einem ganzzahligen Vielfachen davon) der zu messenden Frequenz geöffnet wird ($^1/_f$-Messung).

Zählanordnungen für Frequenz- oder Zeitmessung sind sehr oft Bestandteil anderer Meßgeräte, wenn es gelingt, das Meßproblem auf eine Frequenz- oder Zeitmessung zurückzuführen. Ein Beispiel dafür ist der Analog-Digital-Wandler für Gleichspannungsmessung, bei dem die zu messende Spannung oft in eine proportionale Frequenz (Spannungs-Frequenz-Umsetzer), oder in eine proportionale Zeit umgesetzt wird (Zeitverschlüßler) → Phasenmessung.

Literatur: G. Viel, Ein transistorbestückter Frequenzzähler 10 Hz — 1 MHz. Elektronische Rdsch. 16 (1962), S. 397 — 399 — E. Schurig, Neue Zähldekaden für digitale Meßgeräte. Elektronik 11 (1962), S. 135—138 — M. W. G. Hall, Elektronische Zählgeräte in der Industrie und Nachrichtentechnik. radio mentor 30 (1964), S. 591. *Rauscher*

elektronischer Zeichengeber → Zeichengeber TW 39.

Elektrophorese. Ionographie, Zonenelektrophorese. Bei diesem 1939 erfundenen Analyseverfahren führt man die Elektrophorese (Wanderung elektrisch geladener Kolloidteilchen) statt in gewöhnlichen U-Rohrapparaturen auf Filtrierpapierstreifen oder -bogen in der sogenannten feuchten Kammer durch, wobei sich die Kapillar- und Adsorptionseffekte des Filtrierpapiers mit den Elektrophoreseprozessen überlagern. Mit diesem Verfahren lassen sich z. B. Amonisäuren, Nucleoside, Vitamin-B-Komplexe, Magenfermente, Schlangengifte, Alkaloide, Ionengemische usw. trennen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

elektrophoretisches Lackieren. Elektrisch geladene Teilchen, die sich in einer Flüssigkeit befinden, wandern unter Einwirkung eines äußeren elektrischen Feldes. Je nach ihrem Ladungssinn werden sie entlang der Kraftlinien des Feldes zum positiven Pol, der Anode, oder zum negativen Pol, zur Kathode, bewegt. Sofern es sich um kolloide Teilchen handelt, nennt man diesen elektrokinetischen-physikalischen Vorgang, der schon 1807 von Reuß entdeckt wurde, Elektrophorese. Sie findet in Tauchbecken statt, die mit dem wäßrigen Elektrophoreselack gefüllt sind. Die Werkstücke sind an den positiven Pol einer Gleichstromquelle angeschlossen. Das metallischblanke Tauchbecken selbst dient als Kathode. Unter Einwirkung des elektrischen Stromes wandern die Lackteilchen längs der Kraftlinien des sich ausbildenden elektrischen Feldes auf die getauchten Fertigteile, werden dort entladen und bauen den Lacküberzug auf. Bereiche höchster Kraftliniendichte, z. B. Kanten, an denen die Kraftlinien gebündelt auftreten, werden zuerst beaufschlagt. Solche exponierten Stellen, von denen die Korrosion zumeist ausgeht, erhalten durch Elektrophorese einen bevorzugten Schutz. Es wirkt der entstehende Lackfilm je nach Schichtdicke und Zusammensetzung des Lackes mehr oder weniger isolierend. Zuerst beaufschlagte Stellen der Fertigungsteile verlieren ihre Vorzugsstellung, die Kraftlinienverteilung verschiebt sich. Es ergibt sich ein Film von hoher Gleichmäßigkeit, gleich dick an Flächen, Kanten und schwer zugänglichen Winkeln. Dieses Verfahren gestattet allerdings nur einen einmaligen Lackauftrag.

Literatur: Lackiertechnik in der Blechbearbeitung. Dr. Ing. Heinz Hüneke, 1966, Prost & Meiner Verlag. *Dietrich*

Elektrophotolumineszenz → Elektrolumineszenz.

Elektroplattieren (Galvanostagie). Herstellung von zumeist sehr dünnen, schützenden und verschönernden Überzügen von Silber, Gold, Nickel, Chrom, Kupfer u. dgl. auf weniger wertvollen Unterlagen (z. B. auf Eisen) mit Hilfe des elektrischen Stroms. → Galvanotechnik.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Elektropolieren. Beim E. kommt das zu polierende Metall als Anode in einen elektrolytischen Stromkreis, wobei der Elektrolyt aus einer Säure oder einem Säuregemisch besteht. Bei dieser Anordnung wird das zu polierende Metall oberflächlich aufgelöst. Dem E. liegen wahrscheinlich folgende Vorgänge zugrunde: Während des E. bilden sich auf der Anodenoberfläche konzentrierte Salzlösungen, welche die weitere Auflösung des Metalls in den Vertiefungen der matten, rauhen Oberfläche hemmen. Von dieser Auflösungshemmung werden die hervorragenden mikroskopischen Spitzen nicht betroffen; dort erhöht sich sogar die Stromdichte. Dadurch wird das vorher matte Metall geglättet und glänzend. → Polieren.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Elektrostatik ist die Lehre von den zwischen ruhenden elektrischen Ladungen wirkenden Kräften und von den durch diese Kräfte bedingten Gleichgewichtszuständen. Ein elektrisches Feld ist daher ein elektrostatisches Feld, wenn keine zeitlichen Änderungen und keine Energieänderungen (und also auch keine Bewegungen) geschehen.

elektrostatisches Lackieren. Als Beispiel das AEG-Verfahren. Das Gerät besitzt zwei feststellbare Sprühbleche, die zum Objekt hin in scharfe Kanten auslaufen und miteinander einen Sprühspalt bilden. Der innerhalb des Spaltes zwischen den Sprühblechen befindliche Lack wird durch Umpumpvorrichtung in ständiger Bewegung gehalten und aus einem Vorratsbehälter nach Bedarf ergänzt. Die Umwälzpumpe dient nicht zur Dosierung des Lackes, sondern führt lediglich frisches Material an die Spaltöffnung. Am Sprühspalt liegt der eine Pol des Hochspannungsgerätes, dessen anderer Pol geerdet ist. Den Gegenpol bildet das Werkstück, das an einer Transportkette am Sprühspalt vorbeigeführt wird. Kommt das Werkstück am Spalt vorüber, so baut sich das elektrostatische Feld auf, und der Lack wird durch rein elektrostatische Kräfte versprüht. Lackentnahme kann also nur stattfinden, wenn ein Werkstück dem Spalt gegenübersteht; das Werkstück entnimmt seinen Lackbedarf dem Spalt sozusagen selbst. Dadurch ist die Ausbeute bei diesem Verfahren besonders hoch, wenn man einmal von der Notwendigkeit des Vor- und Nachspritzens abgeschirmter Stellen absieht. Das Hochspannungsgerät ist für 150 kV ausgelegt, die übliche Betriebsspannung ist 140 kV; die Stromstärke ist sehr niedrig, bei 150 kV werden 0,6 mA Gleichstrom entnommen. Das Verfahren eignet sich bei sorgfältiger Einstellung für flächige Teile, jedoch werden auch Rohre im Umgriff gut erfaßt. → Lacke.

Literatur: Lackiertechnik in der Blechverarbeitung. Dr. Ing. Heinz Hüneke, 1966. Prost & Meiner Verlag, Coburg. *Dietrich*

elektrostatisches Maßsystem. Veraltete Bezeichnung für das System der elektrostatischen CGS-Einheiten → Maßsystem, absolutes, im Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929.

Elektrostriktion. Die elastische Verformung eines Dielektrikums im elektrischen Feld findet Anwendung bei der Erzeugung von → Ultraschall, insbesondere von extrem hohen Frequenzen bis zu einigen MHz.

Elementardipol → Elementarstrahler.

Elementarladung. Die Elektrizität hat atomistischen Charakter; jede elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) besteht aus einem ganzzahligen positiven oder negativen Vielfachen der Elementarladung

$$e = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb.}$$

Elementarstrahler sind Antennen, die als Bezugstrahler (Vergleichsnormale) für den → Antennengewinn dienen, im wesentlichen jedoch nur mathematische Bedeutung haben. Der hypothetische Kugelstrahler (→ Antennen) ist ein E. ohne Richtwirkung. Er würde eine ihm zugeführte Leistung gleichmäßig in alle Richtungen abstrahlen; deshalb auch isotroper Strahler genannt. Der Hertzsche Dipol oder Elementardipol wird dargestellt durch ein Paar gleicher und entgegengesetzt wechselnder punktförmiger elektrischer Ladungen, die durch einen Leiter verbunden sind und deren Abstand sehr klein zur Wellenlänge ist. In gleicher physikalischer und mathematischer Bedeutung auch als strahlendes Stromelement definiert, dessen Länge sehr klein gegen die Wellenlänge und dessen Strom über diese Länge konstant ist. Der magnetische Elementardipol oder Fitzgeraldsche Dipol ist das magnetische Analogon des Hertzschen Dipols; abgeleitet von einer kreisförmigen oder auch beliebig geformten → Rahmenantenne, deren Abmessungen sehr klein zur Wellenlänge sind und mithin der Strom örtlich konstant ist; auch dargestellt durch ein Paar gleicher entgegengesetzter magnetischer Pole in zur Wellenlänge sehr kleinem Abstand. *Laub*

Elemente → galvanische Elemente.

Elevation → Satellitenbahn.

Elevationswinkelfehler, Radartechnik. Bei geringen Elevationswinkeln der Blickrichtung einer Radar-Antenne ist unvermeidlich, daß innerhalb des Öffnungswinkels der Charakteristik neben dem gewünschten Radarziel auch der Erdboden liegt. Die vom Radarziel annähernd gleichförmig nach allen Richtungen gestreute anteilige Radarenergie trifft zu einem Teil auch den Erdboden. Durch abermalige Reflexion am Erdboden trifft diese vom Erdboden gestreute Radarenergie auch teilweise wieder die Radarantenne. Die Folge ist das Vermessen eines »Scheinzieles« zwischen dem echten Radarziel und dem Erdboden (Image-Effekt). Verkleinerung des Meßfehlers ist möglich durch scharf bündelnde Antenne, durch → Entfernungstore für das Empfangs-

signal, durch CW-Radar und CW-FM-Radare mit schmalbandiger Auswertung der Doppler-Effekte bei bewegten Zielen und durch Puls-Doppler-Radare.

ELF-Ausbreitung → Modetheorie.

ELMUX. Elektronisches → ARQ-Mux-System der Fa. Siemens AG. Die bei früheren ARQ-Mux-Einrichtungen verwendeten elektromechanischen Bauteile (Relais, umlaufende Verteiler) und Röhrenschaltungen sind bei der ELMUX durch elektronische Schaltungen ersetzt.

Eloxieren. Der seit 1934 benutzte Ausdruck ist aus »elektrisch oxydiertes Aluminium« zusammengezogen. Man hängt hierbei Al als Pluspol in Lösungen, die verdünnte Schwefelsäure, Metallsalze, organische und kolloidale Substanzen enthalten. Beim Durchgang eines Gleichstromes (10 bis 25 Volt, Stromdichte an der Anode 0,5 bis 2,5 A/qdm) durch die 5 bis 25° C warme Lösung ist die Oberfläche des Al nach 5 bis 90 Minuten in eine durchschnittlich 8 bis 25 μ dicke, graue bis braune, poröse Schutzschicht aus Aluminiumoxid bzw. -hydroxid verwandelt worden, die sich mit Teerfarben sehr gut und dauerhaft färben läßt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Elytalverfahren. Hier werden Al-Gegenstände zunächst eloxiert, dann löst man die entstandene Oxidschicht z. T. chemisch oder kathodisch im alkalischen Bad unter gleichzeitiger Metallabscheidung wieder ab und bringt anschließend auf diesen geeigneten Haftuntergrund Metallüberzüge aus normalen galvanischen Bädern. Das E. wurde von Siemens & Halske, Abt. Elektrochemie, entwickelt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Email. Glasartige, chemisch ziemlich widerstandsfähige, dünne Überzugsmassen, die meist auf Gebrauchsgegenständen von Eisenblech oder Gußeisen, seltener auch auf Kupfer, Gold, Silber, Gläser oder Tonwaren aufgetragen werden. Glas ist bekanntlich gegen chemische Angriffe außerordentlich widerstandsfähig. Wenn man nun Gußeisen oder Stahl mit glasartigen Schmelzen überzieht, so erhält man Geräte, die die Festigkeiten des Eisens mit der Korrosionsbeständigkeit des Glases verbinden. Freilich kann man zum Emaillieren von Metall kein gewöhnliches Glas verwenden, da dieses beim Erkalten (nach dem Aufschmelzen) wieder abspringen würde. Zu jedem Email gehören: 1. glasbildende Stoffe und 2. Hilfsstoffe. Zu den glasbildenden Stoffen zählt vor allem der Quarz, der in Form von reinem Quarzsand oder auch von Feldspat (dieser enthält etwa 70% Quarz) verarbeitet wird, ferner Borsäure, Borax, Na_2O, K_2O, PbO und Aluminiumoxid. Quarz schmilzt erst bei 1700° C; durch Zusatz der übrigen, tiefer schmelzenden, glasbildenden Stoffe wird der Schmelzpunkt des E. auf etwa 800° C gesenkt. Zu den Hilfsstoffen rechnet man die Haftsubstanzen, die Trübungsmittel und die Farbkörper.

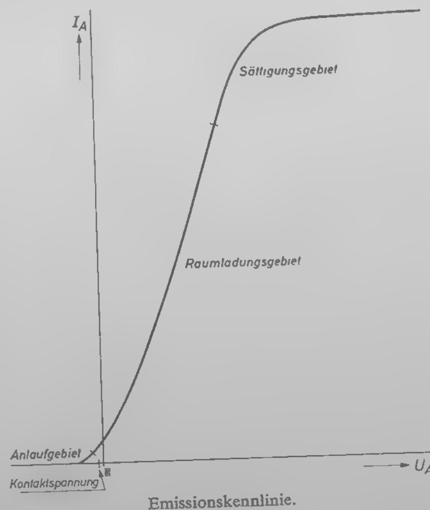
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Emaillelack ist eine Lackfarbe zum Erzeugen einer hochglänzenden, gut verlaufenden Lackierung. Der mit einem E. hergestellte Anstrich ist eine Lackierung, aber keine »Emaillierung«.

Literatur: DIN 55 945, März 1961.

Emden (Ostfr.). Ehemals wichtigste Überseetelegrafenstelle Deutschlands bis zum Ausbruch des zweiten Weltkrieges. Berühmt geworden durch den Betrieb der 5fach-Multiplexeinrichtungen für Überseekabelbetrieb der Western-Union Comp. Angeschlossen waren Start-Stop-Fernschreibmaschinen. Nach dem 2. Weltkrieg, in dem sämtliche Überseekabelleitungen zerstört worden waren, wurde der Betrieb erst in den fünfziger Jahren in ganz bescheidenem Umfang wieder aufgenommen. Als technische Einrichtungen sind Kabelapparate der Cable & Wireless Comp. eingesetzt worden, die durch interessante Lösungen der Probleme des Kabelanschlusses, der Zeichenentzerrung und der Fernschreibapparatetechnik bekanntgeworden sind. Letztere ist durch die direkte Umsetzung der Kabel-Codezeichen in 5-Schritt-Start-Stop-Zeichen, also durch eine Kopplung von Morse- und Fernschreibmaschinentechnik gekennzeichnet. Die Seekabeltechnik älterer Art ist in jüngster Zeit durch die Wechselstromtelegrafie auf den modernen Transatlantikkabeln und die Multiplex-Funkfernschreibsysteme verdrängt worden.

Emissionskennlinie. Der feldfreie Emissionsstrom kann wegen der Belastung der Kathode und wegen der Störung der Sättigung durch den Schottky-Effekt (→ Austrittspotentialminimum) nicht unmittelbar gemessen werden. Statt dessen dienen vereinbarte Punkte auf der E. zur Kennzeichnung der verfügbaren Emission. Die E. stellt den Kathodenstrom in Abhängigkeit von der angelegten Anodenspannung dar, wenn alle Elektroden der Röhre, außer der Kathode, mit der Anode verbunden sind (Diode).



Emissionskennlinie.

Auf der E. ist der Grenzstrom (s. Bild) die Stromstärke, bei der die 1. Ableitung der E. ihren größten Wert hat. Der Grenzstrom dient unter bestimmten

Bedingungen als angenähertes Maß für den maximal entnehmbaren raumladungsbegrenzten Kathodenstrom. Die Stromstärke, bei der die 2. Ableitung ihren größten negativen Wert besitzt, ist der Sättigungsstrom. Der Sättigungsstrom ist die dem feldfreien Emissionsstrom (→thermische Elektronenemission) entsprechende praktische Größe. In einem Kennlinienfeld wird derjenige Teil des Kennlinienfeldes, in dem der Kathodenstrom größer als der Grenzstrom ist, als Sättigungsgebiet bezeichnet. Der Zustand beim Anlaufstrom grenzt dagegen am Anfang der E. alle möglichen Potentialverteilungen im Entladungsraum vor der Kathode dadurch ab, daß bei ihm jedes Elektron längs des ganzen Laufweges von der Kathode bis nach der nächsten Elektrode gegen ein verzögerndes Feld anlaufen muß. Durch den Anlaufstromzustand ist das Anlaufstromgebiet festgelegt, das in der dargestellten E. den Bereich negativer Anodenspannung fast bis zum Wert 0 umfaßt. Der Anlaufstrom I_A folgt dem Gesetz $I_A = I_s \, exp \, (U_A/U_T)$. I_s ist feldfreier thermischer Emissionsstrom, U_T Temperaturspannung (→ thermische Elektronenemission). U_A ist die wirksame Diodenspannung und wird daher durch Addition der Kontaktspannung (→Austrittspotentialminimum) zur angelegten Diodenspannung erhalten. Zwischen dem Anlaufstromgebiet und dem Sättigungsgebiet liegt das Raumladungsgebiet (→ Raumladungsstrom). Im planparallelen Diodensystem gilt für die Stromdichte j_{gr} in A/cm² an der Grenze zwischen Anlaufstromgebiet und Raumladungsgebiet die Näherung

$$j_{gr} = 0{,}23 \cdot 10^{-6} \, T^{3/2} \, d^{-2},$$

d Elektrodenabstand in cm, *T* Kathodentemperatur in 1000° K.

Literatur: Herrmann u. Wagener, Die Oxydkathode, Bd. 1 und 2, Barth, Leipzig 1948/50 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main 1955 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953. *Schnitger*

Emitter → Transistor.

Emitterersatzschaltbild → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Emitterschaltung → Transistorschaltungen.

EMK → elektrische Größen, → Zweipol, elektrischer.

Empfänger-Diversity → Diversityempfang.

Empfänger, fernbedienter. Der Funkbetriebsdienst zeigt wachsende Tendenz zur räumlichen Trennung von Bodenpersonal und eigentlicher Empfangsanlage, z. B. bei Richtfunksystemen, Überwachungs-Empfängern, → Großstations-Empfängern. Dafür sprechen sowohl organisatorische wie technische Argumente, z. B. der niedrige Störpegel weitab von Siedlungsgebieten. In einfachen Fällen beschränkt sich die Fernbedienung auf das Ein- und Ausschalten, die Inbetriebnahme von Reservegeräten. Bei → Kurzwellen-Empfängern sind das Umschalten von Antennen, der Wechsel der Betriebsart, der ZF-Bandbreite, die Variation des Telegrafie-Überlagerungstones und der HF - Verstärkungsregelung Fernbedien - Funktionen. Für E. war bisher der durch die Ausbreitungs-Verhältnisse bedingte häufige Frequenzwechsel das schwierigste Problem, das oft durch Systeme mit Drehwinkel-Übertragung gelöst wurde, dekadische → Frequenzerzeuger, integrierte Schaltgatter, Nachrichtenspeicher (z. B. in Magnetkerntechnik) sowie Halbleiter für die Umschaltfunktionen im Empfänger haben die eigentliche Fernbedien-Einrichtung erheblich vereinfacht. Eine Fernwirk-Anlage wandelt z. B. die anfallenden Befehle in eine Serienschaltung codierter binärer Zustände um und überträgt sie mit hoher Schrittgeschwindigkeit u. U. auf einem einzigen WT-Kanal vom Fernbedienplatz zum Empfangsort, wo die Rückwandlung in für den Empfänger geeignete Steuersignale erfolgt. Die Rückmeldung der Umschaltungen erfolgt z. B. auf einem 2. WT-Kanal über dieselbe Anlage, wodurch man gleichzeitig Funktions-Kontrollen erhält.

Literatur: Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966. *Pilz*

Empfänger, lineare → Empfindlichkeit.

Empfänger-Meßsender. Sonderfall des → Meßsenders. Der E. dient vorzugsweise der Entwicklung, Prüfung und dem Service von Rundfunk-, Fernseh-, Radar- und Verkehrsfunk-Empfängern. Dafür enthält er meist verschiedene Modulationsmöglichkeiten, wie AM, FM, PM und Videomodulation VM. Die Modulationsfrequenz ist bei Eigenmodulation in der Regel fest und ist bei Fremdmodulation durch äußere Generatoren in weitem Bereich veränderbar und reicht bei VM z. B. von 0 bis 6,5 MHz. Der Modulationsklirrfaktor ist klein, und der Modulationsgrad ist den Anwendungen entsprechend bemessen und die Amplitude durch Teiler aus Widerständen, Kondensatoren und durch Hohlrohrteiler über einen Bereich von z. B. 0,1 μV bis 0,1 V (0,1 fW bis 0,1 mW) genau einstellbar. Durch sorgfältige Schirmung und Verdrosselung ist der E., wegen des hohen Dämpfungsbereichs und den »offenen« Meßobjekten, störstrahlungssicher aufgebaut.

Literatur: G. Meyer und D. Burkhart, Empfänger-Meßsender 0,5 bis 12,6 GHz, Neues von Rohde und Schwarz (1967), Nr. 26, S. 12—13.

Empfängerschutzzeit → Tonempfänger.

Empfangsbezugsdämpfung. Die Empfangsbezugsdämpfung eines Fernsprechapparates, der als elektrischer Empfänger betrieben wird, ergibt sich aus dem Vergleich mit dem Empfangssystem des Ureichkreises (→ SFERT). Es können an den Fernsprechapparat zusätzlich Leitungen und andere Einrichtungen angeschlossen werden. Es wird hierbei nur die Übertragungseinrichtung von der Leitung zum Fernsprechapparat hin betrachtet (→ Bezugsdämpfung).

Empfangsfilter → Wechselstromtelegrafie.

Empfangsfunkstörungen sind Beeinträchtigungen des Funkempfanges durch → atmosphärische Störungen, durch → Schwund (Fading), durch → Funkstörquellen und Reflexionen sowie kosmisches Rauschen. Dagegen sind Abschattungen keine E., sondern

Feldstärkeminderungen. E. durch fremde Sender können auftreten als Gleichkanalstörungen bei Überreichweiten eines anderen auf gleicher Welle betriebenen Senders oder als Interferenzstörungen. Wenn die den Rundfunkempfänger modulierende Feldstärke anderer Frequenz erheblich über derjenigen liegt, auf deren Frequenz der Empfänger abgestimmt ist, entsteht die Kreuzmodulationsstörung oder die erzwungene Gittermodulation (z. B. Gittermodulation des Eingangsrohres eines auf einen anderen Sender abgestimmten Empfängers). Letztere wird auch → Störmodulation genannt. Dagegen ist das Überlagerungspfeifen die Folge eines zu geringen Frequenzabstandes zweier Sender. Bei Fernsehempfängern werden Frequenzanteile von Nachbarkanälen bei ausreichender Antennenspannung, insbesondere bei großem Pegelunterschied zwischen den benachbarten Kanälen, im Empfangskanal mit übertragen. Es treten Fernsehkanalstörungen in Form von Nachbarkanalstörungen auf.

Literatur: Seelemann, Funk-Entstörung, Elsner-Verlag, Darmstadt–Berlin.

Empfangsfunktion → Fourier-Transformation.

Empfangsleistung → Antennen.

Empfangslocher → Lochstreifengeräte.

Empfangsmulde → Bandförderer.

Empfangsrelais → Wechselstromtelegrafie.

Empfangssicherheit. E. aus dem Begriff »Übertragungssicherheit« unter Anwendung auf den Empfänger eines Fernschreibapparates hergeleitet. Die Übertragungssicherheit einer Fernschreibverbindung läßt sich anhand der Verzerrungsmessungen leicht für beliebige Punkte angeben. Die einfache Gleichung lautet:

$$S\,[\%] = \frac{\delta_{zul} - \delta_{vorh}}{\delta_{zul}} \cdot 100\,.$$

Beim Empfänger eines Fernschreibapparates ist der → Empfangsspielraum mitbestimmend. Die Gleichung für die Empfangssicherheit ist dann

$$S_E\,[\%] = \frac{\mu_{eff} - \delta_{vorh}}{\mu_{eff}} \cdot 100\,,$$

wenn μ_{eff} der Effektivspielraum des Fernschreibempfängers, d. h. der am Apparat wirklich gemessene Spielraum ist. Der Empfangsspielraum kann mittels des → Empfangsstellers gemessen werden. Aus dem bei der Messung sich ergebenden Bereich kann auf die vorhandene einseitige und unregelmäßige Verzerrung geschlossen werden. Ist z. B. $\mu_{eff} = 40\%$ und die vorhandene Verzerrung 30%, so erhält man für S_E den Wert 25%.

Empfangsspielraum. Der E. wird durch den → Empfangssteller des Empfängers eines Fernschreibapparates festgestellt und in Prozent einer Schrittlänge angegeben. Es ist der Bereich der Abtastgrenzwerte bezogen auf einen Schritt, in dem der Zeichenempfang überhaupt möglich ist. Der theoretische Höchstwert ist 50%; bei hochsynchronisierten Telegrafenapparaten sind auch größere Werte gemessen worden, weil die Schwankungen der Abtastpunkte gering sind, im Gegensatz zu den Start-Stop-Apparaten, bei denen die Lage der Abtastpunkte entscheidend von der Verzerrung des Anlauf(Start)schrittes abhängt. In der Praxis liegen die Spielraumwerte zwischen 35 und 45%; sie nehmen ab mit steigender Schrittgeschwindigkeit.

Empfangssteller. Einrichtung am Empfänger eines Fernschreibapparates, um die → Abtastpunkte zu verlagern. 100 Teilstriche auf dem E. entsprechen 100% einer Schrittlänge, so daß man die Lage des Abtastpunktes gegenüber einem Schritt genau feststellen kann.

Der Empfangssteller ist ferner ein hinreichend genaues Meßgerät, um den → Empfangsspielraum des Apparates z. B. bei der Werksabnahme zu messen, den Effektivspielraum, d. h. den am Apparat wirklich gemessenen Spielraum, festzustellen, die → Empfangssicherheit zu messen, die Art der Leitungsverzerrung zu beurteilen (einseitige, unregelmäßige Verzerrung) und Spielraummessungen im Unterhaltungs- und im Werkstättendienst durchzuführen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1964.

Empfangsstellerbereich. Der E. hat eine Skala mit einer 120er Teilung. Wegen der vor- bzw. nacheilenden Bezugsverzerrung ist als praktischer Nullpunkt der Skalenteil 60 anzusehen. 100 Skalenteile entsprechen der zeitlichen Länge eines Schrittes, bedeuten also 100% einer Schrittlänge. Verzerrungen können demnach unmittelbar in Prozent abgelesen werden.

Empfangsumsetzer. Die vom → ferngesteuerten Prüfplatz übermittelten Frequenzen im Sprachband werden in dem in jedem → Prüftisch vorhandenen E. aufgenommen, linear in Ströme von 0 bis 15 μA umgewandelt und auf das Anzeigeinstrument gegeben.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 4/68, S. 95.

Empfangsverfahren → Einseitenbandempfang.

Empfangsverteiler. Begriff aus der Telegrafenapparattechnik. Der E. leitet die Decodierung der Schrittkombination ein, indem er die Auswertung der Schritte auf elektrischem oder auf mechanischem Wege durchführt. Diesen Vorgang bezeichnet man mit → Abtastung. Je kürzer die Auswertzeit oder die Abtastung gehalten werden kann, um so größer ist der → Spielraum des Apparates, z. B. einer Fernschreibmaschine. Bei der Abtastung findet gleichzeitig die Einstellung eines Speichers nach A- und Z-Zuständen statt, womit die Auswertung beendet ist. Dann folgt die Übersetzung des gespeicherten Zeichens, indem z. B. bei einem Fernschreiber der dem Codezeichen entsprechende Typenhebelzugstab betätigt und die Type abgedruckt wird. Diese Vorgänge spielen sich in Millisekunden oder Bruchteilen davon ab, so daß an die Güte der Herstellung solcher Apparatteile die höchsten Anforderungen gestellt werden.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1964.

Empfangsverzerrung ist die Telegrafieverzerrung am Eingang eines Telegrafen- oder Datenempfängers oder am Eingang eines Endabschnittes.

Empfehlungen des CCITT → CCITT-Empfehlungen.

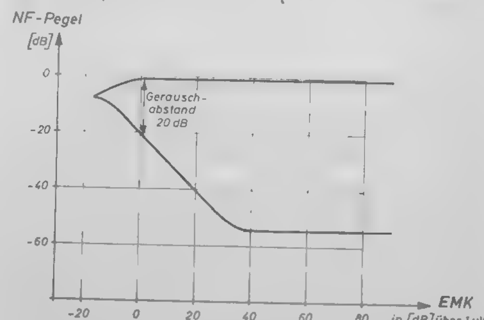
Empfehlungen des CCITT zu Pupinisierungssystemen → Bespulungssysteme.

Empfindlichkeit. Die E. eines Funkempfängers ist seine Fähigkeit, schwache Signale zu empfangen und ihren Nachrichteninhalt an seinen Ausgangsklemmen mit einer für den jeweiligen Dienst ausreichenden Güte wiederzugeben. Die notwendigen Angaben für die Güte sind dabei komplex und streuen stark in Abhängigkeit von dem betreffenden Dienst, für den der Empfänger bestimmt ist. Für die moderne Funktechnik ist es im allgemeinen kein Problem, Signale bis zu den höchsten technisch verwerteten Frequenzen in beliebigem Maße zu verstärken. Eine praktische Grenze ist durch das Eigenrauschen des Empfängers gegeben; besonders wichtig ist hierbei das → Rauschen der Eingangskreise und -röhren des Empfängers, da dieses Rauschen gleichfalls durch die nachfolgenden Stufen verstärkt wird. Es können somit nur solche Signale empfangen werden, die sich aus dem unvermeidlichen Störniveau der Empfangsanlage herausheben. Je größer das dem Empfängereingang zugeführte HF-Signal ist, um so stärker wird es sich aus dem Eigenrauschen des Empfängers herausheben, um so größer wird somit das am Empfängerausgang vorhandene Signal- zu Geräuschleistungsverhältnis, im folgenden »Geräuschabstand« (auch »Störabstand«) genannt, sein.

Die E. eines Empfängers wird durch die Angabe des kleinsten Eingangssignals meist in dB über 1 μV definiert, das erforderlich ist, um am Empfängerausgang bei normaler Modulation des Trägers die Nachricht mit dem für den betreffenden Dienst erforderlichen Geräuschabstand wiederzugeben. Weitere maßgebliche Parameter, die hierbei zusätzlich angegeben werden müssen, sind: Die Bandbreite und die Ausgangsleistung. Die so ermittelte E.-Angabe wird »Betriebs-E.« genannt. Falls das Eigenrauschen des Empfängers den Störpegel festlegt, bezeichnet man die so ermittelte Betriebs-E. als »geräuschbegrenzt«. Bei einigen Empfängern reicht die Gesamtverstärkung hierfür nicht aus. Man ermittelt dann bei größter Verstärkung das kleinste Eingangssignal, das erforderlich ist, um am Empfängerausgang die Soll-Leistung zu erreichen; die so ermittelte Betriebs-E. bezeichnet man als »verstärkungsbegrenzt«.

Bei Empfängern, die zum Empfang von frequenzumgetasteten Telegrafiesignalen bestimmt sind, ist jedoch der Geräuschabstand kein geeignetes Kriterium für die Beurteilung der Güte der wiedergegebenen Nachricht am Empfängerausgang. Wesentlich besser geeignet sind hier die Verzerrungen, die die Telegrafie-Signale durch das Eigenrauschen des Empfängers erleiden. In diesem Falle wird zweckmäßig die »verzerrungsbegrenzte« Betriebs-E. angegeben. Diese ist als das kleinste Eingangssignal definiert, das erforderlich ist, damit ein festgelegter Verzerrungswert (z. B. 20%) nur mit einer gewissen Häufigkeit (z. B. 1‰) erreicht bzw. überschritten wird. Auch die Fehlerhäufigkeit (1 fehlerhafter Schritt auf z. B. 1000 übertragene Schritte oder auch 1 falscher Buchstabe auf z. B. 1000 übertragene Buchstaben) kann als Gütekriterium zur Bestimmung der Verzerrungsbegrenzten E. anstelle des Geräuschabstandes herangezogen werden.

Die E.-Eigenschaften von Empfängern lassen sich zweifellos besser und einfacher vergleichen, wenn man für die Gütekriterien durch Vereinbarung festgelegte Werte (Bandbreite, Geräuschverhältnis, Modulationsgrad und Quellwiderstand) angibt; die entstehenden Werte richten sich dabei nach den Diensten. Der für festgelegte Gütekriterien angegebene E.-Wert wird mit »Bezugs-E.« bezeichnet. Diese E.-Angabe sollte jedoch nur für »lineare« Empfänger gemacht werden. Man versteht darunter Empfänger, bei denen der Geräuschabstand dem Eingangssignal proportional ist. Die Prüfung, ob eine derartige Proportionalität vorhanden ist, erfolgt zweckmäßigerweise durch kurvenmäßige Bestimmung des Geräuschabstandes in dB in Abhängigkeit von der Amplitude des Eingangssignals in μV oder dB über 1 μV.



Geräuschabstand als Funktion der Amplitude des Eingangssignals.

Das Bild zeigt als Beispiel eine derartige Abhängigkeit (die Unabhängigkeit des niederfrequenten Ausgangssignals und die Abnahme des Rauschpegels am Empfängerausgang bei zunehmendem Eingangssignal ist durch die Wirkung der selbsttätigen Schwundregelung gegeben; der selbst bei hohen Werten des Eingangssignals noch vorhandene konstante Wert des Geräusches am Empfängerausgang wird nicht durch das Rauschen des Empfängereingangs bestimmt, sondern durch Empfängerbrumm oder dgl. verursacht).

Man kann die E. eines Funkempfängers auch durch seine Rauschleistung ausdrücken. Dieses E.-Konzept ist bei Systembetrachtungen in der Höchstfrequenztechnik besonders zweckmäßig, da hier im allgemeinen die Leistungsanpassung wichtig ist. Wenn man z. B. die Leistung je Hertz Bandbreite bestimmt, die dem Empfängereingang bei Anpassung zugeführt werden muß, damit das Signal- zu Geräuschleistungsverhältnis am Ausgang des linearen Teiles des Gerätes (im allgemeinen am Ausgang der ZF-Stufe) gleich eins wird, so spricht man von der »Grenz-Empfindlichkeit«. Die Messung erfolgt zweckmäßig mit einem Rauschgenerator, der vereinbarungsgemäß Zimmertempera-

tur $T_0 = 17°C = 290°K$ besitzen soll; dieser erzeugt weißes Rauschen definierter Leistungsdichte. Der zahlenmäßige Wert wird meist in Vielfachen von

$$kT_0 = 4 \cdot 10^{-21}\ \text{Ws} = 4 \cdot 10^{-21}\ \text{W/Hz}$$

angegeben.

Ein Empfänger ist somit um so empfindlicher, je kleiner seine kT_0-Zahl ist, wobei der theoretische Grenzwert 1 kT_0 nicht erreicht werden kann.

Man kann den Empfänger jedoch auch als rauschbehafteten Vierpol auffassen und als dessen Rauschzahl F das Verhältnis des Geräuschabstandes am Eingang zum Geräuschabstand am Ausgang des linearen Teiles festlegen:

$$F = \frac{P_{\text{Ne}}/P_{\text{Re}}}{P_{\text{Na}}/P_{\text{Ra}}} \qquad (1)$$

(Index N = Nutz; Index R = Rausch; Index e = Eingang; Index a = Ausgang).

Gleichung (1) läßt sich wie folgt umformen:

$$F = 1 + F_Z \qquad (2)$$

Hierbei berücksichtigt F_Z die internen Rauschquellen des Vierpols und wird »zusätzliche Rauschzahl« genannt; diese kann bei bestimmten Empfängern (Masern, parametrische Verstärker), deren Eingangsteil auf sehr tiefen Temperaturen liegt, kleiner als 1 werden. Da man auch hier zweckmäßigerweise nicht die Rauschleistung selbst, sondern die Rauschleistungsdichte betrachtet, spricht man auch von der »spektralen Rauschzahl«. Häufig gibt man auch als Maß für die E. eines Vierpols seine »Eingangs-Rauschtemperatur« T_R an. Für dies gilt folgende Bezeichnung:

$$T_R = F_Z \cdot T_0 \qquad (3)$$

mit T_0 = Rauschbezugstemperatur (290°K).

Die Rauschzahl F wird vielfach nicht als dimensionsloses Leistungsverhältnis, sondern in dB angegeben. Die Umrechnung geschieht nach folgender Formel:

$$F'\,[\text{dB}] = 10 \log_{10} F \qquad (4)$$

Da die Rauschzahl eines Empfängers im allgemeinen frequenzabhängig ist, hat man auch den Begriff der »mittleren Rauschzahl« (auch Bandrauschzahl genannt) $\overline{F}$ eingeführt. Dieser ist wie folgt definiert:

$$\overline{F} = \frac{\int F(f) \cdot G(f)\, \mathrm{d}f}{\int G(f)\, \mathrm{d}f} .$$

Hierin bedeutet $G(f)$ die frequenzabhängige Leistungsverstärkung des linearen Teils des Empfängers; die Integrale erstrecken sich hier über den Durchlaßbereich des Empfängers.

Bei einer Kettenschaltung von n Vierpolen ist die sich ergebende Rauschzahl der gesamten Kette von Interesse. Für diese ergibt sich

$$F_{\text{z total}} = F_{z1} + \frac{F_{z2}}{G_1} + \frac{F_{z3}}{G_1 \cdot G_2} + \frac{F_{z4}}{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3} + \cdots \frac{F_{zn}}{G_1 \cdot G_2 \cdot G_{n-1}} .$$

Hierin bedeuten F_{zn} die zusätzliche Rauschzahl des n-ten Vierpols und G_n die Leistungsverstärkung des n-ten Vierpols.

Literatur: Dokumente der XI. Vollversammlung des CCIR, Oslo 1966 Band I, Empfehlungen Nr. 331-1 — P. Dehmelt, E. Frommer und W. Kronjäger, Messungen an Funkempfängern I und II, Arch. tech. Messen V 373-15 und 16, März und April 1955 — W. Kronjäger, E. Frommer und A. Diegelmann, Messungen an Funkempfängern, Arch. tech. Messen V 3732-1, September 1962 — DIN 44 400 Blatt 6 »Rauschen«, Deutsche Normen, Januar 1963 — H. Meinke und F. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag 1962.

Frommer

Empfindlichkeitsangaben bei Rundfunkempfängern. Im allgemeinen wird in den Wellenbereichen Lang, Mittel und Kurz die hochfrequente Eingangsspannung an den Antennenbuchsen angegeben, die am Ausgang des Empfängers eine Sprechleistung von 50 mW erzeugt. Das mit 1000 Hz und 30 % Modulationsgrad amplitudenmodulierte HF-Signal wird über eine Antennennachbildung dem Eingang des Empfängers zugeführt. Empfänger, die an einer Ferritstabantenne betrieben werden, erhalten das HF-Signal über ein elektromagnetisches Feld. Meßverfahren nach DIN 45300. Bei hochwertigen Empfängern wird außerdem diejenige HF-Signalspannung angegeben, die am Empfängerausgang vorhanden sein muß, um einen bestimmten Störabstand (meist 10 dB oder 26 dB) sicherzustellen. Die Empfindlichkeit im UKW-Bereich wird nach zwei Verfahren beurteilt:

1. HF-Signalspannung an den Antennenbuchsen für eine bestimmte Richtspannung am Ausgang des Ratiodetektors (Bei Transistorenempfängern beträgt der Bezugswert der Richtspannung 1 oder 2 Volt).

2. Größe des mit 1000 Hz und 40 kHz Hub frequenzmodulierten HF-Signals, das am Empfängerausgang ein Signal/Rauschverhältnis von 26 dB erzeugt. Es wird zunächst die NF-Spannung bei moduliertem Signal gemessen und dann die Rauschspannung bei abgeschalteter Modulation bestimmt. Das Verhältnis der Meßwerte wird in dB ausgedrückt.

Mindestanforderungen für Empfänger nach HiFi-Norm sind in DIN 45500 festgelegt.

Literatur: DIN 45 300, Meßverfahren für Empfänger für amplitudenmod. Sendungen — DIN 45 500 Bl. 2, Mindestanforderungen an UKW-Empfangsteile.

Franke

Empfindlichkeitsfaktor von Fernmeldekabeln bei induktiver Beeinflussung ist das in % angegebene Verhältnis der in der symmetrischen Leitung wirkenden Geräusch-EMK zu der im Erdkreis induzierten frequenzbewerteten Längs-EMK. Die Messung des E. entspricht der Meßanordnung für → Symmetriemessung, wobei anstelle diskreter Sendefrequenzen das induzierte Frequenzgemisch tritt und die Empfangsspannung mit dem Geräuschspannungsmesser zu messen ist (→ Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen).

Literatur: 1. VDE 0228/4. 65, § 61, § 26d, Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Drehstromanlagen — 2. E. Widl, Empfindlichkeitsfaktoren als Geräuschkriterien bei der Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen. NTZ 17 (1964), H. 9, S. 458—464.

en-bloc-Zeichengabe → Zeichenübermittlung.

Endausbau. Der E. ist der durch Raumaufteilung und Abmessungen eines fernmeldetechnischen Bauwerks bedingte mögliche Ausbau mit technischen Einrichtungen. Bei der Planung von fernmeldetechnischen Bauwerken wird deren Größe nach dem voraussichtlichen Raumbedarf 20 Jahre nach der Inbetriebnahme der installierten Technik bestimmt.

Endbasa → Bahnselbstanschlußanlage.

Endeinrichtungen → Ortsnetzaufbau.

Endgebühr ist der Anteil an der Gesamtgebühr für die Tarifeinheit von 3 oder 1 min, der von den beiden → Endverwaltungen für die Bereitstellung der zur Abwicklung des → internationalen Endverkehrs notwendigen Verkehrsmittel beansprucht wird. Bei nichtangrenzenden Ländern bilden beide möglichst je einheitliche Gebührengebiete. Zum Ausgleich unterschiedlich großer Staatsgebiete können dagegen bei angrenzenden Ländern Zonen gebildet werden, doch wird die Verminderung ihrer Anzahl empfohlen. Die E. setzt sich aus einem Leitungsanteil bis zum Verkehrsschwerpunkt des Endlandes (oder der einzelnen Zone) und einem Anteil für die Auslandsvermittlungsstelle zusammen. Über die Höhe der international vereinbarten E. → internationale Tarifentwicklung. Durch → Pro-rata-Angleichung kann die vereinbarte E. kleiner sein als die rechnerische.

Endgruppenwähler ist ein → Ferngruppenwähler, an dessen Ausgängen Leitungen zur Endvermittlungsstelle angeschaltet sind.

Endland. Im E. entspringt oder endet der internationale Verkehr (→ internationaler Endverkehr).

Endquerleitung. Eine E. ist eine Querleitung, die von K- oder HVSt ausgeht, im Zielbereich (Zielortsnetz) auf 2Dr-Ferngruppenwähler (FGW) endet und eine um 0,2 N verminderte Restdämpfung hat. E. werden zweckmäßigerweise dann eingerichtet, wenn im Zielortsnetz vierdrähtige Durchschaltung und mithin Entdämpfung elektrisch langer Leitungen wirtschaftlich ist, wenn die Dämpfungswerte des → Dämpfungsplans 55 für vierdrähtige Durchschaltung gelten. Für den ankommenden Verkehr werden bei E. 4Dr-OGW (und ggf. auch entsprechende II. GW) nur für den Kennzahlweg (und für ankommenden Auslandsverkehr) erforderlich. Als Einstieg für die E. werden (die vorhandenen) 2Dr-OGW (weiter-)verwendet. Durch die Teilung der OGW-Stufen ist auch eine Trennung der folgenden Leitungsbündel bedingt. Die zulässigen Dämpfungsbeträge für die über E. erreichten Leitungen entsprechen denen bei Vierdrahtdurchschaltung ($a_1 + a_2 \leqq 0{,}85$ N). Homogenität und Nachbildfähigkeit sind dafür jedoch nicht Voraussetzung. Ein vorhandenes Kabelnetz kann deshalb für den E.-Einstieg genutzt werden.

Endstelle → Richtfunkverbindungen.

Endstellwerk → Stellwerk.

Endstufenmodulation, eine → Modulation, die in der Senderendstufe (meist als B-Modulation) vorgenommen wird, vorzugsweise als Anodenmodulation.

Endtelegrafenstellen → Telegrafenwählnetz.

end-to-end-Zeichengabe → Zeichenübermittlung.

Endverbindung → Verbindungsaufbau in der FernVStHand F 36.

Endvermittlung, EndV → Dämpfungsplan 64 S.

Endverschluß für Ortskabel dient dem feuchtigkeitssicheren Abschluß der Kabel in Schalt- und Verzweigungseinrichtungen (KVz, LVz). E. werden für 50 oder 100 DA eingebaut. Die Vorderseite ist die Schaltseite, die Rückseite die Kabelabschlußseite. Am unteren Ende des Abschlußraumes, am Vergußraum, befindet sich ein gerader oder schräger Stutzen zur Einführung des Kabels; zur besseren Kabelführung hat bei Anordnung mehrerer E. übereinander der unterste einen geraden, die darüber angebrachten einen schrägen Stutzen.

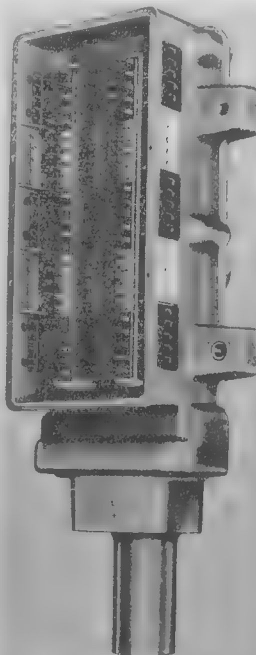


Bild 1a. Endverschluß EVs 58 zu 50 DA mit geradem Stutzen.



Bild 1b. Endverschluß EVs 58 zu 100 DA mit schrägem Stutzen.

Der Schaltraum wird mit einer aufgeklemmten durchsichtigen Kappe aus Polystyrol, der Abschlußraum mit einem aufgeschraubten Deckel aus dem gleichen Material wie das Gehäuse verschlossen. Das Gehäuse aus glasfaserverstärktem Polyester hat auf der Vorderseite vier Reihen rechteckiger Aussparungen, in die Kontaktträger aus Kunststoff mit sehr hohem Isolationswert eingesetzt und von der Rückseite her mit Gießharz von gleich guten elek-

trischen Werten vergossen sind. Diese Kontaktträger für je fünf Anschlußelemente sind zur Erleichterung der Zählweise und zur Vermeidung von Irrtümern abwechselnd hell oder dunkel eingefärbt. Die beiden inneren Reihen der Anschlußelemente liegen tiefer als die beiden äußeren und sind jeweils auf Lücke für den Anschluß gesetzt, so daß die Installationsdrähte zwischen der Isolation der äußeren Lötösenstifte zu den inneren geschützt durchgeführt werden können. Die abisolierten Enden der Installationsdrähte (Y-Draht 0,6) werden in die Schlitze der Lötfahnen eingelegt und verlötet. Für die Drahtführung sind seitlich im Gehäuse entsprechend den Kontaktträgern abwechselnd gefärbte Isolierplatten mit Durchführungslöchern für jedes Schaltdrahtpaar vorhanden.

Bei der DBP werden nur Lötanschlüsse verwendet. Es gibt aber auch E. mit Schraubanschlüssen für den Installationsdraht. Der Anschluß des Installationsdrahtes muß störungssicher sein. Er ist arbeitsaufwendig. Es wird versucht, anstelle des Anlötens der

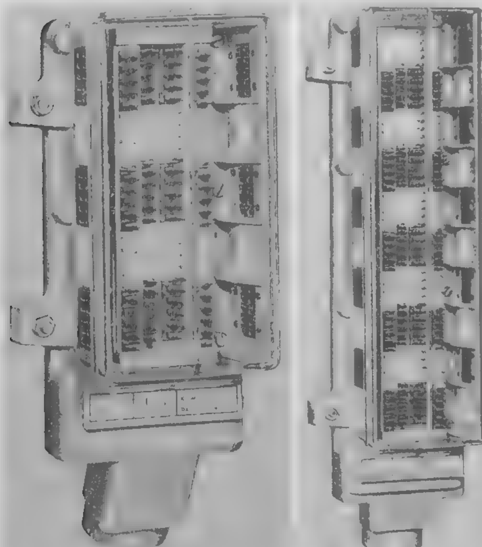


Bild 2a.
EVs 58 a zu 50 DA
mit schrägem Einführungsrohr.

Bild 2b. EVs 58 a zu
100 DA mit geradem
Einführungsrohr.

Installationsdrähte, die vorher abisoliert werden müssen und die manchmal — aus Bequemlichkeit, Zeitmangel oder wegen des unbrauchbaren Lötgeräts — nur um die Lötstifte gewickelt werden, einen abisolierfreien und lötfreien Anschluß, der nicht geschraubt zu werden braucht, zu entwickeln.

Dieser Kontakt muß wieder lösbar sein, um bei Änderung von Anschlüssen und bei Störungsfällen eine Umschaltung zu ermöglichen. Dazu wird der sogenannte → LSA-Kontakt, der sich bei Laborversuchen als einwandfrei erwiesen hat, in E. eingebaut und in der Praxis erprobt. Unter der Bezeichnung EVs 66 wird er z. Z. erprobt (Bild 3).

Im rückwärtigen Abschlußraum sind die Kabeladern so anzuschließen, daß in der ersten senkrechten Reihe stets die a-Adern — in der zweiten Reihe die b-Adern — von oben nach unten von den DA 1 bis 25 (bzw. 1 bis 50 bei E. zu 100 DA) liegen. In der dritten Reihe sind wieder die a-Adern und in der vierten die b-Adern der übrigen Doppeladern (26 bis 50 bzw. 51 bis 100) von oben nach unten anzulegen. Bei dem Anlöten selbst ist jedoch von unten nach oben, angefangen mit der höheren DA-Nummer, vorzugehen.

Vor dem Einführen in den Stutzen müssen nach dem Absetzen des Kabelmantels und dem Entfernen der darunter befindlichen Papierlagen die papierisolierten Adern mit Abbrühmasse (Verarbeitungstemperatur 120° C) getränkt werden. Vor dem Anlöten der abisolierten Aderenden ist die Papierisolierung mit dünnem Bindegarn oder Heftgarn (beides gewachst) festzubinden.

Der Metallmantel des Kabels wird an dem Lötstutzen verlötet. Besteht zwischen Kabel und Stutzeninnenwand ein großer Zwischenraum, so ist er vor dem Einlöten des Kabels mit Bleistreifen auszufüllen. Über die Lötnaht wird ein Wulst gelegt.

Der Mantel von PE-Kabeln ist nur so weit abzusetzen, wie er nach dem Anlegen der Kabelader mit der oberen Kante der Vergußkammer im Abschlußraum abschließt. Der durch den Stutzen hindurchgesteckte Mantel wird mit Klebeband so umwickelt, daß sich diese Bandage, die in den Vergußraum hinein konisch verstärkt ist, nach dem Zurückziehen des Kabels eng an die Innenwand des Stutzens anschmiegt. Das Kabel ist dann zugentlastet und hat einen festen Sitz. Der äußere Übergang vom Mantel auf den Stutzen wird feuchtigkeitsdicht mit Klebeband umwickelt.

Ein Erdanschlußstift im Abschlußraum, leitend verbunden mit einer eingesetzten Erdbuchse in einem der Befestigungsansätze, dient bei Befestigung des E. am geerdeten Gestell zur Erdung des Stutzens und damit des Kabelmantels bzw. des Schirmes bei PE-Kabeln.

Zur Erleichterung der Montagearbeiten am E. ist der EVs 58 (Bild 1) umkonstruiert worden. Er wird jetzt als EVs 58a (Bild 2) eingeführt.

Folgende Änderungen sind vorgenommen worden:

1. Die Lötfahnen gestatten das Anlöten von zwei Schaltdrähten (besonders für Umschaltungen, Überspannungsschutz usw.). Anstelle des geschlossenen Rahmens mit den Schaltdrahtführungsplatten sind daher jetzt zwei Drahtführungsleisten, in die diese Platten mit der doppelten Anzahl von Drahtdurchführungen (je zwei übereinander) eingesetzt sind, vorhanden. Dadurch steht bei doppelter Beschaltung der Lötfahnen für jedes Schaltdrahtpaar eine Drahtdurchführung zur Verfügung. Deshalb mußten auch die Schutzkappen geändert werden. Die neue Ausführung sitzt fester als die bisherige.

2. Der Schilderrahmen besteht aus Kunststoff und ist an geschützter Stelle oberhalb der Vergußkammer

durch zwei Schrauben fest mit dem Gehäuse des E. verbunden.

3. Anstelle der Vergußkammer mit metallenem Stutzen hat der EVs 58a eine Vergußkammer mit einem Kabeleinführungsrohr aus Kunststoff.

Es können jetzt alle Fernmeldeanschlußkabel — unabhängig davon, ob sie papier- oder kunststoffisolierte Leiter haben und von welcher Mantelform die Kabelseele umgeben ist — nach der gleichen Methode in Endverschlüsse eingebaut werden.

Die Kabel sind so weit abzusetzen, daß die Absetzstelle nach dem Anlöten der Kabeladern an die Lötfahnen nur geringfügig über den in den Vergußkammerboden eingebördelten Rand des Metallstutzens (EVs 58) bzw. über den in die Vergußkammer hineinragenden Rand des Einführungsrohres (EVs 58a) herausragt. Bei Kabeln mit Schutzhüllen über dem Stahl- bzw. Aluminiummantel und bei PE-Ortskabeln mit Kupferschirm müssen Metallmantel bzw. -schirm mindestens 10 mm aus der abgesetzten Schutzhülle (Mantel) herausragen. Die freigelegten Metallmantelränder sowie die oberen 10 mm bei Bleimänteln müssen metallisch blank gemacht und ggf. mit den bekannten Techniken (Lötpaste, Reibelot, Verzinnung) für das Auflöten des Erdseiles vorbereitet werden. Mit einem Stück verzinntem Kupferseil (6 mm²) nach DIN 46438 ist der so vorbereitete Metallmantel(-schirm) mit dem Lötanschluß für die Erdungsbuchse am EVs zu verbinden.

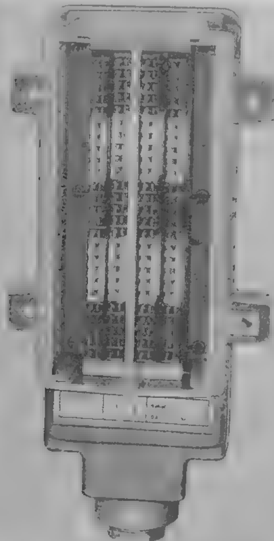


Bild 3. Endverschluß(EVs 66).

Papierisolierte Kabelseelen müssen sehr vorsichtig abgebrüht werden, dabei darf aber das Stück, das innerhalb der Vergußkammer liegt, mit der Abbrühmasse nicht in Berührung kommen. Erforderlichenfalls darf das Kabel zunächst nur so weit abgesetzt werden, wie es abzubrühen ist, und ist dann nach dem Abbrühen in einem zweiten Arbeitsgang so weit, wie oben angegeben, abzusetzen.

Die abgesetzten Kabelenden werden dann durch den Stutzen in die Vergußkammer eingeführt. Nach dem Anlöten des Erdseiles wird das Kabel in der Vergußkammer in die richtige Lage gebracht (Erdseil möglichst in der Mitte der Vergußkammer) und mit drei bis vier kleinen Keilen aus Holz oder Kunststoff (Abfall von den Kabelschutzhüllen) im Stutzen von unten her festgelegt. Der Spalt zwischen Kabel und Stutzeninnenrand wird durch einen Wickel aus selbstklebendem Weich-PVC-Band, der vom äußeren Rand des Stutzens auf dem Kabelmantel geführt wird, und etwas Dichtungskitt abgedichtet. Nun werden die Kabeladern wie oben an die Lötfahnen im Kabelabschlußraum angelötet. Dadurch teilt sich die Kabelseele in zwei Stränge. Die werden in der Vergußkammer einzeln im Halbbogen möglichst weit aufgefächert (bei papierisolierten Leitern ist achtzugeben, daß es nicht zu Beschädigungen der Isolation und damit evtl. zu Leiterberührungen kommt).

Die Vergußkammer des senkrecht aufgehängten EVs wird mit einem kaltaushärtenden Zwei-Komponenten-Gießharz randvoll ausgegossen. Für jede Vergußkammer werden etwa 100 g benötigt. Bei PE-Ok kann es zweckmäßig sein, vor dem Ausgießen der Vergußkammer etwa 10 cm unterhalb des EVs-Rohres ein Spannband fest um das Kabel zu ziehen, um zu vermeiden, daß das Gießharz unnötig weit in das Kabel hineinläuft.

Das neue Verfahren erfordert einen geringeren Arbeitsaufwand, und der mechanische Halt des Kabels ist besser als der durch die Lötplombe. Der Vergußstopfen aus Gießharz ist nicht nur feuchtigkeitsdicht, er erfüllt gleichzeitig auch die an einen druckdichten Stopfen (0,5 Atü) zu stellenden Anforderungen, daher sind keine besonderen Stopfstellen mehr im Zuführungskabel zum EVs erforderlich.

Versuchsweise werden die EVs mit 6 oder 10 m langen Kabelstücken (50 bzw. 100 × 2 × 0,6 bzw. 0,4) fabrikmäßig fertig montiert und abgedichtet geliefert. Über dem Polyester-Kabeleinführungsstutzen und dem Kabelmantel wird zur Abdichtung und zum sicheren Halt ein etwa 10 cm langer Kunststoff-Schrumpfschlauch übergezogen. *Stegmann*

Endverwaltung ist die Verwaltung eines staatl. Verkehrsunternehmens, das zur Wahrnehmung → internationalen Endverkehrs die erforderlichen Leitungen und Vermittlungseinrichtungen bereitzustellen hat und dafür Entschädigungen in Form von → Endgebühren bezieht.

Endverzweiger dienen als Anschaltstelle der Teilnehmerleitungen an das Verzweigungskabel. Es gibt Endverzweiger für den Innenbau und für den Außenbau (→ Ortsnetzaufbau).

1. Die Endverzweiger für den Innenbau EVzi 57a (Bild 1) werden in trockenen Räumen unvergossen, in feuchten Räumen vergossen verwendet. Sie bestehen aus Kunststoff und werden in zwei Größen für 5 und 10 DA gefertigt. Die Aufputzausführung zur Befestigung an Wänden hat eine Schutzkappe, die Unterputzausführung ohne Schutzkappe ist für den Einbau in Verteilerkästen bestimmt.

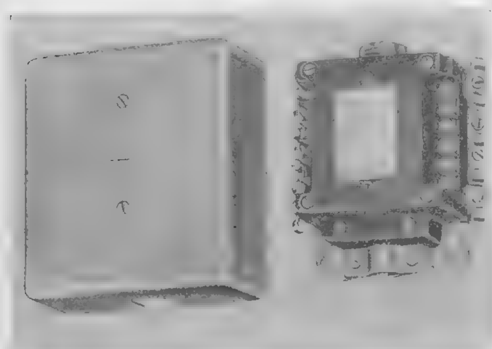


Bild 1. Endverzweiger EVzi zu 5 DA für Innenräume.

Zum Anschluß der Adern der Verzweigungskabel stehen Löthaken innerhalb des Vergußraumes zur Verfügung. Der Vergußraum wird durch eine Halbschelle an der Kabeleinführung, einen Innendeckel und eine Kappe auf dem Masseeinfüllstutzen verschlossen. Die Leiter der Installationskabel zu den Teilnehmersprechstellen werden in Kerben von Kontaktteilen, ohne Ösen zu biegen, eingeschoben und mit Schrauben befestigt. Eine Erdungseinrichtung erfaßt durch Schellen das ankommende sowie alle abgehenden Kabel und sichert gleichzeitig die Kontaktstellen gegen mechanische Beanspruchungen. Die Anschlußklemmen auf der Schaltseite sind so ausgebildet, daß Krokodilklemmen angelegt werden können.

Zwei Langlöcher in der Erdungseinrichtung dienen zur Befestigung des EVzi 57a.

Die Verzweigungskabel können auf dem Schriftfeld des Innendeckels gekennzeichnet werden.

2. Wettersichere Endverzweiger Form EVza 59 (Bild 2 bis 4) finden im Freien an Masten oder an Hauswänden Verwendung. Sie bestehen aus wartungsfreiem, eingefärbtem, glasfaserverstärktem Polyesterharz für 10 DA.

Der Befestigung des EVza 59 dient eine Konsole, von der nach Lösen von 2 unverlierbaren Schrauben der E. abgenommen werden kann. Für die Befestigung des E. am Holzmast wird eine zusätzliche Zwischenlage benötigt.

Die Schutzhaube kann bei Schaltarbeiten an der Vorderseite des EVza 59 in Knaggen oberhalb des Schaltfeldes eingesteckt werden. Sie behindert die Arbeiten nicht, bietet aber bei schlechtem Wetter einen gewissen Schutz für die Anschlüsse. Sie ist mit einer reißfesten Nylonschnur am Gehäuse befestigt.

Das Verzweigungskabel wird durch eine Stopfbuchse in den Kabelabschlußraum des EVza 59 eingeführt, die sowohl Kunststoff- als auch Bleimantelkabel einwandfrei abdichtet. Die Lötanschlüsse im Kabelabschlußraum liegen in unterschiedlichen Ebenen und sind gegeneinander versetzt. Die Anschlußreihen

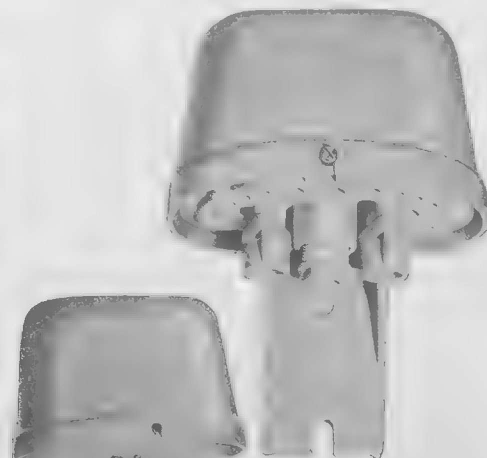


Bild 2. EVza 59 geschlossen.

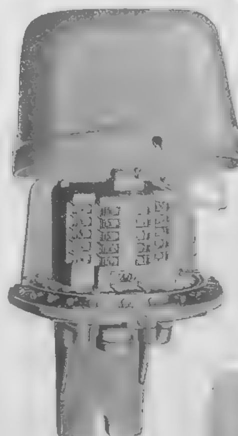


Bild 3.
EVza 59 offen,
Anschlußseite.

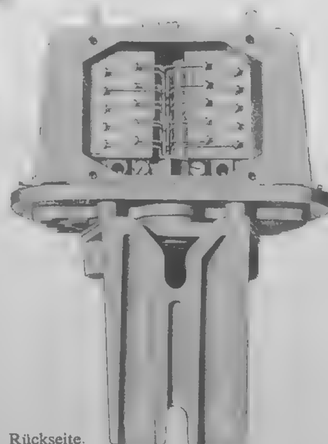


Bild 4.
EVza 59 offen, Rückseite.

für die a- und b-Adern stehen übersichtlich nebeneinander. Beim Abschluß eines papierisolierten Kabels kann der Kabelabschlußraum vergossen werden. Für die Teilnehmeranschlußleitungen sind in der Grundplatte Einführungsöffnungen vorgepreßt. Für Installationskabel von 2 bis 10 DA sind ent-

sprechend große Einführungsöffnungen vorgesehen. Sie sind im Anlieferungszustand durch eine Preßhaut geschlossen, die vor Einführung der Installationskabel durchgestoßen werden muß. Gratränder werden mit

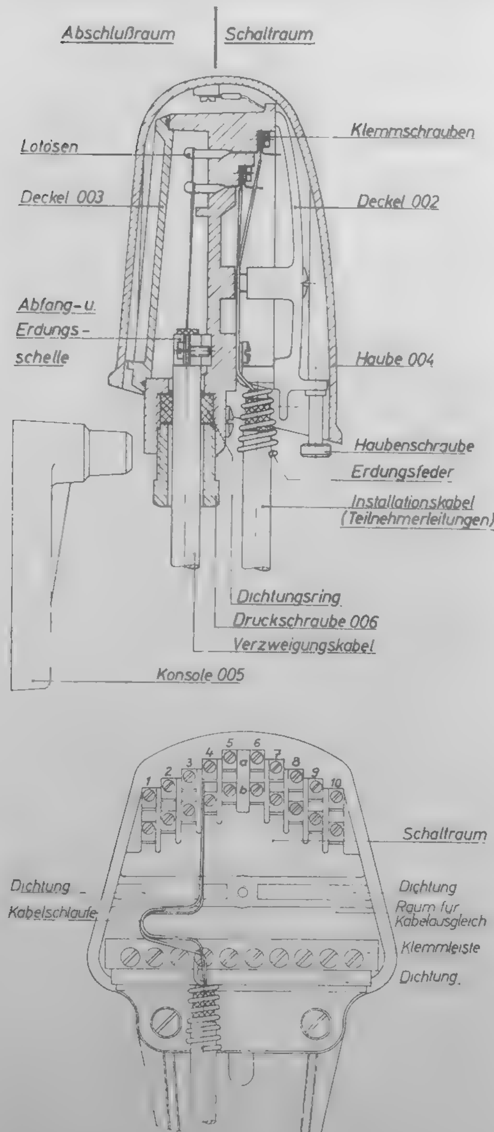


Bild 5. EVza 64.

dem Kabelmesser entfernt. Dem Anschluß der a- und b-Adern der Installationsleitungen dienen Schraubklemmen, die wie die Lötabschlüsse im Kabelabschlußraum in unterschiedlichen Ebenen liegen und gegeneinander versetzt sind. Die a- und b-Klemmen sind bezeichnet und numeriert. Die abisolierten Schaltdrähte werden ohne Ösenbiegen unter die Druckplatten der Schraubklemmen geschoben. Dadurch werden Beschädigungen der Schaltdrähte vermieden. Die Druckplatten sind mit abgewinkelten Verlängerungen versehen, auf die Prüfbuchsen aufgeschoben oder Krokodilklemmen angeklemmt werden können.

Zur Herstellung einer sicheren Erdverbindung wird das eingeführte Kabel im Kabelabschlußraum durch eine Erdschelle geführt, die bei Bleimantelkabeln auf den metallisch blank gemachten Bleimantel, bei PE-Kabeln auf den Cu-Schirm geklemmt wird. Die Erdschelle ist mit einem Mantelverbinder für die Installationskabel leitend verbunden.

Dieser Mantelverbinder besteht aus einer Metallplatte mit halbkreisförmigen Ausnehmungen für jedes Installationskabel und einer zu dieser Metallplatte parallel verlaufenden Metallschiene, die die Spannschrauben trägt. Die Spannschrauben wirken auf ein Stahlband, das sich den Installationskabeln anpaßt und die Erdverbindung mit der Bewehrung bzw. dem Beidraht herstellt; dadurch wird vermieden, daß die Schrauben einen direkten Druck auf die Adern der Installationsleitungen ausüben.

Ein neues Modell, der EVza 64 (Bild 5), ist z. Z. in der Erprobung. Die gesamte Form ist gedrungener als die ältere. Der Schaltraum ist durch einen besonderen Deckel unter der Haube abgeschlossen. Die Anschlüsse für die Teilnehmerleitungen sind fächerförmig angeordnet. Die Erdung der Installationskabel erfolgt mit konischen Spiralfedern aus nichtrostendem Stahl, die über das Zuggeflecht bzw. den Schirm gedreht werden und dann dort, bedingt durch die konische Form, festsitzen. Mit einer Öse am oberen Ende werden sie an die Erdungsschiene angeschraubt und damit gleichzeitig die Adern zugentlastet.

Die zu den EVza hochführenden Kabel sind mit Kabelschutzeisen oder längsgeteilten Kabelschutzhülsen (Befestigung mit Abstandsschellen) abzudecken. An Gebäudewänden und am Mast ist der Schutz bis kurz unter den EVza hochzuziehen. Der Kabelschutz ist oben mit Abdichtmasse gut zu verschließen.

Literatur: FBO Teil 1, Ortsnetzplanung, Teil 12, Spleiß-, Muffen- und Abschlußtechnik für Kabel (In Vorbereitung) — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Verlag Schiele und Schön, Berlin — Stegmann, Neuzeitliche Bauausführungen und Arbeitsweisen in Fernsprechortsnetzen, Z.P.F. Nr. 13 v. 10.7.1964.

Stegmann

Energie, elektromagnetische. Sitz der elektrischen und magnetischen Energie (Feldenergie) ist der von einem elektr. bzw. magn. Feld erfüllte Raum, z. B. das elektr. Feld zwischen den Platten eines Kondensators der Kapazität C bei der Spannung U oder der von einem magn. Feld erfüllte Raum in der Umgebung einer vom Strom I durchflossenen Leiteranordnung der Induktivität L. Es ist dann die elektr. E. W_e und die magn. E. W_m mit Q als Kondensatorladung und Φ als magn. Fluß

$$W_e = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} Q U; \quad W_m = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \Phi I.$$

Für zwei magnetisch gekoppelte lineare Stromkreise (1) und (2) mit der Gegeninduktivität M ist

$$W_m = \frac{1}{2} L_1 I_1^2 + M I_1 I_2 + \frac{1}{2} L_2 I_2^2 .$$

Allgemein beträgt in isotropen Medien der Dielektrizitätskonstante ε und der konstanten Permeabilität μ vom Volumen V

$$W_e = \frac{\varepsilon}{2} \int\limits_V E^2 \, dV; \qquad W_m = \frac{\mu}{2} \int\limits_V H^2 \, dV,$$

wobei E und H die Beträge der elektr. bzw. magn. Feldstärke bedeuten. Sind elektrisches und magnetisches Feld verkettet, so spricht man von elektromagnetischer E.

$$W = W_e + W_m = \frac{1}{2} \int\limits_V (\varepsilon E^2 + \mu H^2) \, dV .$$

In Leitern ist $W_e \ll W_m$ und kann i. a. vernachlässigt werden. Die in einem Leiter vom Widerstand R eindringende elektromagnetische E. wird im Leiter in Wärme (Joulesche Wärme) $I^2 R t$ umgewandelt und nach außen abgestrahlt.

Literatur: K. Küpfmüller, Einf. in die theoret. Elektrotechnik, 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965. A. von Weiss, Übersicht üb. d. theoret. Elektrotechnik. Teil I. Physikalisch-mathemat. Grundlagen. 3. Aufl. Prien 1965. *v. Weiss*

Energie, kinetische und potentielle → Dynamik.

Energiedichte. Auf den Rauminhalt bezogene Energie (Energie je Rauminhalt), gelegentlich auch Flächendichte, z. B. die durch eine Wellenfläche strömende, von einer elektromagnetischen Welle transportierte Energie je Flächeneinheit. In homogenen, isotropen Medien der Dielektrizitätskonstante ε und der konstanten Permeabilität μ beträgt die elektrische E. W_e' und die magnetische E. W_m'

$$W_e' = \frac{\varepsilon}{2} E^2; \qquad W_m' = \frac{\mu}{2} H^2,$$

wobei E und H die Beträge der elektr. bzw. magn. Feldstärke bedeuten.

Energieleitung. Die HF-Energieleitung verbindet Senderausgang und Sendeantenne, Empfangsantenne und Empfängereingang. Die verschiedenen gebräuchlichen Leitungstypen sind die Paralleldrahtleitung, die Koaxialleitung und die Hohlleitung (→ Leitungstheorie).

Die Paralleldrahtleitung, auch Doppelleitung oder Lecherleitung genannt, besteht aus zwei parallelen Drähten vom Durchmesser d im Abstand D. In einem Medium mit der relativen Dielektrizitätskonstanten ε ist der Wellenwiderstand

$$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\varepsilon}} \operatorname{arccos} \frac{D}{d} \, \Omega .$$

Neben der offenen Paralleldrahtleitung gibt es noch die weniger gebräuchliche, geschirmte Paralleldrahtleitung. Bei beiden wird die bei allen Frequenzen ausbreitungsfähige TEM-Welle verwendet.

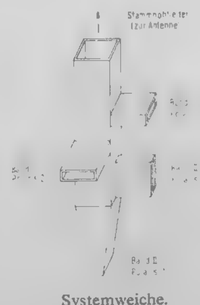
Die Koaxialleitung besteht aus einem zylindrischen Innenleiter vom Durchmesser d, der in einem zylindrischen Außenleiter vom Durchmesser D konzentrisch geführt wird. Der Wellenwiderstand ist

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \frac{D}{d} \, \Omega;$$

übliche Werte sind 50, 60 und 75 Ω. Der Innenleiter wird durch Isolationsmaterial gehalten, das beim flexiblen, vollisolierten Koaxialkabel den Zwischenraum ganz ausfüllt, beim luftisolierten Kabel nur zum Teil. Auch die Koaxialleitungen werden mit der TEM-Welle betrieben.

Hohlleiter ermöglichen eine Übertragung erst oberhalb einer Grenzfrequenz, unterhalb welcher die Leitung sperrt. Der zugehörige Wellentyp heißt Grundwelle. Weitere Wellentypen werden bei höheren Frequenzen ausbreitungsfähig. Die Hohlleiter können runden, elliptischen, quadratischen und rechteckigen Querschnitt besitzen. Wegen näherer Einzelheiten sei verwiesen auf: → Rohrwellen, → Flexwell-Hohlleiter, → Koaxialkabel, → Wellenausbreitung.

Quadratische und runde Hohlleiter können zwei Grundwellen mit gekreuzten Polarisationsrichtungen (→ Polarisation) führen. Man verwendet sie zur Speisung von Richtantennen (→ Hornparabolantennen, → Antennen), die gleichzeitig in beiden Polarisationsrichtungen betrieben werden sollen. Im sogenannten Eindeutigkeitsbereich können solche Hohlleiter gekrümmt werden. Man versteht darunter den Bereich, in dem nur die Grundwelle — in beiden Polarisationsrichtungen — ausbreitungsfähig ist. Im mehrdeutigen Bereich betriebene Rundhohlleiter werden wegen ihrer niedrigen Dämpfung für längere, gerade Hohlleitungen bevorzugt.



Systemweiche.

Als Polarisationsweiche bezeichnet man eine Hohlleiterverzweigung, die zwei Wellen mit gekreuzten Polarisationsrichtungen in eine runde oder quadratische Hohlleitung einspeist, ausgehend von zwei Rechteckhohl- oder auch Koaxialleitungen. Die Systemweiche ermöglicht zusammen mit einer Polarisationsweiche die Einspeisung von zwei Frequenzbändern, von denen wiederum jedes in beiden Polarisationsrichtungen vorliegt. Sie hat also vier Rechteckhohlleiteranschlüsse und einen Anschluß für den alle vier Wellen führenden Stammhohlleiter von quadratischem oder kreisförmigem Querschnitt (s. Bild).

Anpassung liegt vor, wenn die Verbindungen zweier Leitungen mit unterschiedlichen Ausbreitungsverhältnissen reflexionsfrei ist. Sie wird durch gegenseitige Kompensation von zwei oder mehreren Reflexionen erreicht (→ Reflexion, → Welligkeit).

Symmetrieeinrichtungen werden gebraucht, wenn von einer unsymmetrischen Leitung auf eine symmetrische übergegangen werden soll, z. B. von einer Koaxialleitung auf eine Zweidrahtleitung. Die wichtigsten Anordnungen sind: → $\lambda/_2$-Umwegleitung, Symmetrierschleife, Sperrtopf, Symmetriertopf (→ Symmetrier- und Transformationsleitungen).

Literatur: Meinke-Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962 — K. Schnetzler, Eine Systemweiche zur Trennung der 4- und 6-GHz-Richtfunkbänder nach Frequenz und Polarisation, NTZ 22 (1969), H. 3, S. 144, 145. *Gillitzer*

Energiequant → Thermodynamik.

Energiestrom → Poyntingscher Vektor.

Energie-Versorgungsunternehmen (EVU) → beweglicher Betriebsfunk.

engbespulte Fernkabel → Fernkabel bis 1945.

Engsetsche Verlustformel. Formel von T. Engset (Norwegen), nach der die Blockierungswahrscheinlichkeit B eines Bündels von N Leitungen berechnet werden kann. Vorausgesetzt wird eine endliche Anzahl s von Verkehrsquellen, ein Verkehrsangebot pro Verkehrsquelle von $p = \frac{A}{s}$ und volle Erreichbarkeit des Abnehmerbündels. Es ist dann

$$B = W_{\text{Engs.}}(N) = \frac{\binom{N}{s} \cdot p^N (1-p)^{s-N}}{\sum_{i=0}^{N} \binom{s}{i} p \cdot (i-p)^{s-i}}.$$

Während die Erlangsche Verlustformel strenggenommen nur für eine unendlich große Zahl von Verkehrsquellen verwendbar ist, gilt die E. für eine endliche Quellenzahl.

Engset-Verteilung. Verteilung der Wahrscheinlichkeit $W_{\text{Engs.}}(x)$, daß x Leitungen eines Bündels von N Leitungen gleichzeitig belegt sind. Die Anzahl s der Verkehrsquellen ist endlich, aber größer als die Anzahl N der Leitungen des voll erreichbaren Abnehmerbündels. Es ist

$$W_{\text{Engs.}}(x) = \frac{\binom{s}{x} \cdot p^s (1-p)^{s-x}}{\sum_{i=0}^{N} \binom{s}{i} p^i (1-p)^{s-i}}.$$

p: Verkehrsangebot einer Verkehrsquelle, das für alle Verkehrsquellen gleich groß sei.

Die E. ist eine bei N Leitungen ($N < s$) gestutzte Binomialverteilung. Die E. berücksichtigt, daß Belegungsversuche gehemmt werden können, während die Binomialverteilung voraussetzt, daß beim Durchschalten von Verbindungen keine Hemmungen (Verkehrsverluste) auftreten.

Enhancement-Betrieb → Dünnschichtdioden.

Enneode → Mehrgitterröhre.

Entchromen. Beseitigung mißlungener Verchromungen. Man taucht den Gegenstand einige Minuten in Salzsäure oder man verchromt mit einer 10%igen Natronlauge (5 V, Strom anodisch geschaltet) einige Minuten.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entdämpfungskennzeichen F 36. In → handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand F 36) wird zwischen elektrisch langen, endverstärkten Leitungen (Leitungsart A), elektrisch langen, nicht endverstärkten Leitungen (Leitungsart B) und elektrisch kurzen Leitungen (Leitungsart C) unterschieden (Bild 1 zu → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 36). Bei Verbindungen zwischen Leitungen der Gruppe A und A mit B sollen die schaltbaren Verlängerungsleitungen Vl_d der endverstärkten Leitungen ausgeschaltet werden, bei Verbindungen A mit C soll die Vl_d dagegen eingeschaltet bleiben. Das Ausschalten der Vl_d besorgt das K-Relais der Klinkenübertragung (Bild 1). Elektrisch lange Leitungen kennzeichnen sich mit einem Widerstand von 300 Ohm in der c-Ader der Klinkenübertragung, elektrisch kurze Leitungen mit 3000 Ohm. Die C-Relais des Fernplatzes F 36 (CA und CV) sprechen nur bei 300 Ohm an, nicht aber über 3000 Ohm. Ein K-Relais erhält Fehlstrom, wenn eine Leitung der Gruppe C gesteckt ist, weil dann beide Wicklungen (150 Ohm und 800 Ohm) der Relais CA oder CV eingeschaltet bleiben. In diesem Fall wird Vl_d nicht ausgeschaltet; es wird mit auflaufender Restdämpfung

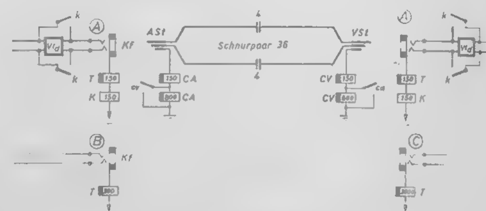


Bild 1.
Schaltung zur Auswertung des Entdämpfungskennzeichens F36.

Leitungsgruppe an		stecken	Ltg an ASt			Ltg an VSt		
ASt	VSt		CA	K	Vl_d	CA	K	Vl_d
A	A	ASt	●	○	●			
		VSt	●	●	○	●	●	○
A	B	ASt	●	○	●			
		VSt	●	●	○	●	–	
A	C	ASt	●	○	●			
		VSt	●	○	●	○	–	–

● eingeschaltet, ○ ausgeschaltet, — entfällt

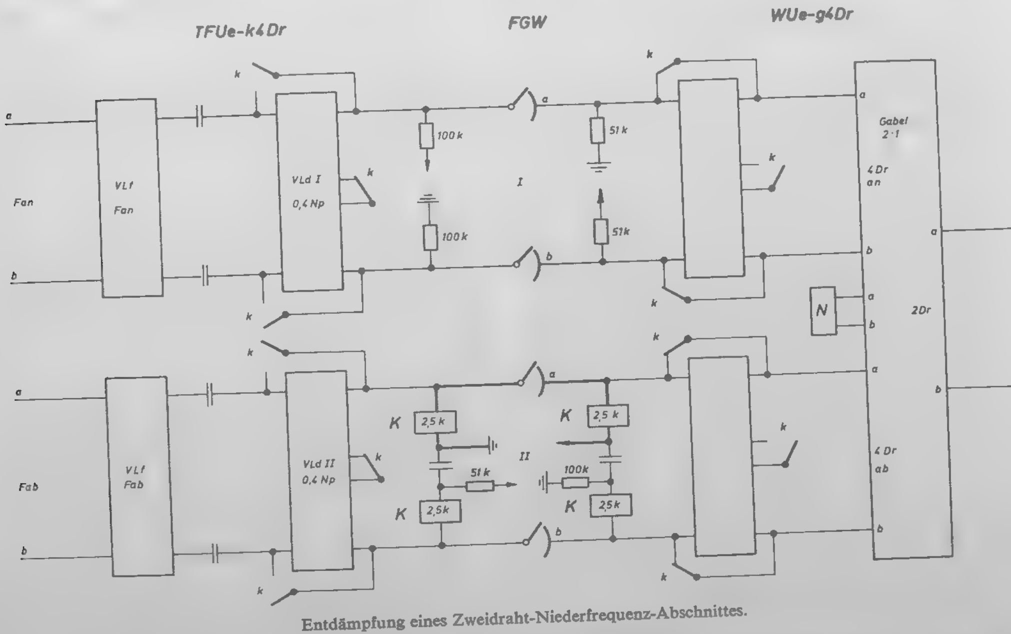
Bild 2. Auswertung des Entdämpfungskennzeichens F36.

verbunden. — Beim Stecken von zwei elektrisch langen Leitungen der Gruppe A sprechen dagegen CA und CV an. Der erhöhte Strom in den c-Adern über CA 150 und CV 150 bringt die Relais K, und die Vl_d werden ausgeschaltet. Die Durchgangsdämpfung der Verbindung wird damit von 0,8 N auf 0 N gesenkt. Die Arbeitsweise der beteiligten Relais ist aus der Tabelle in Bild 2 zu entnehmen.

Zum Ausschalten der H-förmigen Vl_d werden drei Kontakte benötigt; zwei Arbeitskontakte zum Überbrücken der Längswiderstände und ein Ruhekontakt zum Abschalten des Querwiderstandes.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Entdämpfungszeichen. In verstärkten Leistungs-Abschnitten kann die Verstärkung um eine Stufe von 0,4 Np angehoben werden, um dahinterliegende 2 Dr-NF-Abschnitte entdämpfen zu können. Dazu wird bei TF-Abschnitten in den TFUe eine »Durchgangs-Verlängerungsleitung« (Vld) von 0,4 Np ausgeschaltet. Bei WUe mit Gabeltransistor-Verstärker (GaVr) wird dagegen die Verstärkung durch Vermindern der Gegenkopplung um 0,4 Np erhöht.



Entdämpfung eines Zweidraht-Niederfrequenz-Abschnittes.

Da auf einen verstärkten Leitungs-Abschnitt sowohl zu entdämpfende als auch nicht zu entdämpfende 2 Dr-NF-Abschnitte folgen können, muß die Verstärkungserhöhung im verstärkten Leitungs-Abschnitt durch Anlegen eines Entdämpfungszeichens von den gehenden Übertragungen (Ue-g) am Anfang des zu entdämpfenden 2 Dr-NF-Abschnittes gesteuert werden. Das Bild zeigt als Beispiel die Entdämpfung eines 2 Dr-NF-Abschnittes mit WUe-g 4 Dr; im verstärkten TF-Leitungsabschnitt ist eine TFUe-k 4 Dr eingesetzt. In dem stark ausgezogenen Schaltkreis des Entdämpfungszeichens liegen in der WUe-g 4 Dr und der TFUe-k 4 Dr je ein K-Relais, die beide beim Durchschalten des Wählers anziehen. In der TFUe-k wird damit die Vld (0,4 Np) ausgeschaltet; in der WUe-g kann gleichzeitig eine »Gabel-Verlängerungsleitung« (Vlg) eingeschaltet werden, und die Dämpfung des 2 Dr-NF-Abschnittes auf die aus Gründen der Stabilität geforderte Mindestdämpfung zu erhöhen (→ Dämpfungsplan 55). Wenn der 2 Dr-NF-Abschnitt nicht entdämpft werden soll, so wird die Spannung an die Ader IIa der WUe-g 4 Dr über einen Widerstand von 100 kOhm angelegt, so daß nur Frittstrom fließt. Die K-Relais in beiden Übertragungen erhalten dann Fehlstrom. *Altehage*

Enteignung → Privatgelände 3.

Entemaillieren. Wiederentfernen der Emailschicht von Gegenständen, die z. B. bei der Herstellung Ausschuß wurden oder die beim Transport oder bei der ersten Benützung Beschädigungen erlitten. Verfahren: 1. Wiederholtes Abschrecken des erhitzten Gegenstandes in kaltem Wasser, 2. Abklopfen, 3. Abblasen mit dem Sandstrahlgebläse, 4. Behandlung der Emailschicht mit Flußsäure, Schwefelsäure oder einem Gemisch aus beiden. 5. 5 bis 8 Minuten eintauchen in 450°C heißes Ätznatronschmelzbad oder 8- bis 10stündiges Eintauchen in 15- und mehrprozentige siedende Natronlauge 6. In den USA benützt man

wäßrige, heiße Entemaillierungslösung, die z. B. in je 100 L 95 bis 118 Kp Ätznatron, 12 bis 18 Kp Kieselfluornatron und 6 bis 11,9 Kp Benetzungsmittel enthalten.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entfernungsmessung → Funkortung.

Entfernungstor, Radartechnik. Zur Ausschaltung von Störsignalen und speziell zur Gewinnung einer automatischen Entfernungsanzeige für ein Radarziel blendet man zeitlich aus dem Empfangssignal diejenigen Anteile aus, die vom gewünschten Radarziel stammen. Hierfür sind folgende Methoden gebräuchlich:

1. Manuell betriebene mechanisch-elektronische Einrichtungen, die gestatten, eine Markierung dem erkannten Radarziel auf dem Anzeigeschirm nachzuführen.
2. Vollautomatisch arbeitende elektronische Baugruppe, insbesondere in Digital-Radaren und Zielverfolgungs-Radaren (→ Bewegtziel-Anzeige), die auf Signale erkannter (identifizierter) Radarziele aufgeschaltet werden. Entfernungs-Diskriminator mit split-gate-ranging läßt die Zielechomitte als zeitlichen Schwerpunkt des Empfangssignals finden und diesem nachlaufen. Entfernungsanzeige über Laufzeitmessung.

Entfernungszone → Fernzone.

Entfetten. Unter E. versteht man das Entfernen von Fetten, Ölen u. dgl.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1960.

Entgasungsgerät → Kabelkanal unter 14.

Entkopplung. Beeinflussen sich zwei Schwingkreise oder Leitungen kapazitiv oder induktiv (→ Kopplung elektrischer Kreise), so kann man diese Wirkung durch eine zusätzliche, entgegengesetzt gerichtete Kopplung der beiden Kreise, die E. oder Gegenkopplung, ganz oder teilweise kompensieren. Der durch die E. entstehende Dämpfungszuwachs der Kopplungsdämpfung ist die Entkopplungsdämpfung, → Kopplung elektrischer Kreise. Der Wert der E. wird durch den Kopplungsfaktor ausgedrückt. Das ist bei der Funkentstörung das Verhältnis von Funkstörspannung U_k bzw. Reststörspannung U_r zur Empfangsspannung an der belasteten Antenne.

Vor der Funkentstörung: $k = \frac{U_k}{U_{As}}$;

nach der Funkentstörung: $k = \frac{U_r}{U_{As}}$

Durch Schirmung läßt sich die Beeinflussung bzw. Kopplung vermindern. Die Schirmung kann eine auf das Massepotential gebrachte metallische Ummantelung einer Leitung bzw. eines Gerätes sein, die von den stromführenden Teilen isoliert ist. Um für Meßzwecke unbeeinflußbare Räume zu erhalten, werden Schirmkäfige (Sk) aus Drahtgeflecht oder Schirmräume errichtet. Sie können auch umgekehrt starke Strahlungen (z. B. von HF-Generatoren) nach außen verringern. Für die Schirmung elektrischer oder magnetischer Felder sehr geringer Frequenz wird ferromagnetisches Material hoher Permeabilität verwendet.

Die in einen Schirmraum führenden Stromversorgungsleitungen müssen funkentstört sein. Der Kopplungswiderstand einer Schirmung R_k ist der Quotient aus der an der Außenseite einer Schirmung auftretenden Hochfrequenzspannung U_o und dem an der Innenseite fließenden HF-Strom J beim Anlegen einer sinusförmigen HF-Spannung

$$R_k = \frac{U_o}{J} .$$

Bei geschirmten Leitungen wird R_k auf die Leitungslänge (l) bezogen.

$$R_{kl} = \frac{U_o}{l \cdot J} .$$

Die Schirmdämpfung in dB ist das logarithmische Verhältnis Störspannung vor der Schirmung zur Restspannung nach der Schirmung am elektrischen Teil, von dem die Funkstörung ferngehalten werden soll.

Literatur: Seelemann, Funk-Entstörung.

Zuhrt

Entkopplungsdämpfung → Entkopplung und Kopplung elektrischer Kreise.

Entkupfern. Zum E. von verkupferten Stahlteilen dient eine Lösung von 300 p/2 Chromsäure (oder Kaliumdichromat), 10 bis 20 p konzentrierter Schwefelsäure, 600 p Wasser, oder man entfernt Kupferniederschläge anodisch in einem auf 40° C erwärmten Bad aus 10%iger KCN-Lösung.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entladung von Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Entladungsstrom → Flip-Flop, → Kippschaltung.

Entlohnung → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Entlöter → Lötgeräte.

Entmagnetisierungsfaktor. Für das durch ein äußeres Feld bewirkte magnetische Feld im Innern eines magnetisierbaren Körpers (mit positiver Suszeptibilität) ist unter gewissen geometrischen und physikalischen Voraussetzungen, s. u., die Vorstellung naheliegend und erlaubt, daß die magnetische Feldstärke

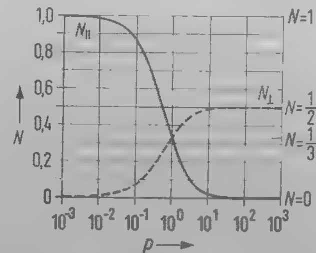


Bild 1. Die Entmagnetisierungsfaktoren $N_{||}$ (—) und $N_{\perp}$ (— —) als Funktion des Verhältnisses $p = a/b$ der großen zur kleinen Achse.

H_i im Innern des Körpers sich additiv zusammensetzt aus der Feldstärke H_0 des äußeren (angelegten) Feldes und einem entgegengerichteten, schwächenden, entmagnetisierenden Zusatzfeld $M \cdot N$, wobei M die Magnetisierung des Körpers ist, N ein allein durch die Geometrie der Anordnung gegebener Faktor: $H_i = H_0 - M \cdot N$. Der Faktor N, auch Gestaltsfaktor genannt, läßt sich errechnen für den Fall, daß der magnetisierbare Körper ein Rotationsellipsoid aus einer homogenen isotropen Substanz ist, das durch ein homogenes äußeres Feld parallel zu einer seiner Hauptachsen magnetisiert wird. Bild 1 zeigt den Gestaltsfaktor $N_{\parallel}$ für Magnetisierung parallel zur Rotationsachse und $N_{\perp}$ senkrecht zur Rotationsachse für platte und für gestreckte Rotationsellipsoide; die Tabelle gibt Zahlenwerte für besondere Formen an.

Tabelle.
Gestaltsfaktoren für Scheibe, Kugel und Nadel (p wie in Bild 1).

Körperform	p	$N_{\parallel}$	$N_{\perp}$
»unendlich« dünne Scheibe	0	1	0
Kugel	1	$1/3$	$1/3$
»unendlich« dünne Nadel (Stab) ..	∞	0	$1/2$

Liegt ein nahezu geschlossener magnetischer Kreis, bestehend aus einem Eisenkörper mit schmalem (kurzem) Luftspalt vor (»geschlitzter« magnetischer Kreis; Beispiel: Elektromagnet mit kurzem Luftspalt), wird der Querschnitt des Eisenkörpers und des Luftspaltes gleich, die Permeabilität des Eisens konstant angenommen und die Streuung vernachlässigt, so ergibt sich

$$H_i = H_0 - M \cdot N, \quad H_a = H_i + M,$$

wobei H_0 die magnetische Feldstärke ist, die beim gleichen Eisenkörper, jedoch ohne Luftspalt, herrschen würde, H_i die magnetische Feldstärke im Innern

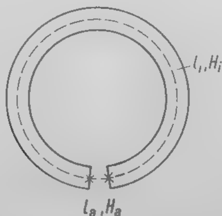


Bild 2. Schema eines geschlitzten magnetischen Kreises.

des Eisenkörpers, H_a die im Luftspalt, M die Magnetisierung des Eisenkörpers bei vorhandenem Luftspalt $M = (\mu_r - 1) H_i$ und mit dem Gestaltsfaktor $N = l_a/(l_a + l_i)$ ist, wobei l_a Länge des Luftspaltes, l_i Länge des Eisenkörpers. Daher $H_a > H_0 > H_i$. Vergleiche Bild 2 (Prinzipzeichnung). *J. Fischer*

Entmetallisieren ist das Ablösen von Metallüberzügen, ohne das Grundmetall anzugreifen; → Entchromen, Entgolden, Entkupfern, Entnickeln, Entsilbern, Entzinnen.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entnickeln. Man hängt vernickelte Werkstücke aus Eisen, Stahl, Messing, Kupfer, Neusilber u. dgl. an starken Kupferhaken in Steinzeugwannen mit konzentrierter Schwefelsäure und legt eine Gleichspannung von mindestens 5 V an. Ein 0,03 mm starker Ni-Überzug wird bei 5 V in ca. 30 Minuten aufgelöst.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entropie → Informationstheorie, → Thermodynamik.

Entrosten. Entfernen von Rost oder rosthaltigen Schichten. Man verwendet z. B. verdünnte Mineralsäuren mit organischen Zusätzen oder 2 bis 15% Phosphorsäure oder 2% Flußsäure u. dgl.
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entrostungsmittel. Lösungen oder Pasten, welche den Rost von Eisen- und Stahlgeräten entfernen. Man verwendet z. B. verdünnte Mineralsäuren mit organischen Zusätzen oder 2 bis 15% Phosphorsäure oder 2%ige Flußsäure u. dgl. Nach dem Entrosten ist für eine gründliche Reinigung und Trocknung zu sorgen.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Entsalzungsanlagen → Wählerräume.

Entschädigungen und Zulagen sollen im wesentlichen zusätzliche Aufwendungen und außergewöhnliche Belastungen des Personals aus dienstlichem Anlaß ausgleichen. Rechtsgrundlagen bilden das Beamten- und Tarifrecht. Im Bereich des Fernmeldewesens gibt es u. a. folgende E. und Z.: Sonderreglung über die Entschädigung im Fernmeldewesen der DBP bei auswärtigen Dienstgeschäften (SReglF), Fahrkostenzuschuß für die regelmäßigen Fahrten zwischen Wohnung und Dienststätte, Tätigkeitszulagen, Erschwerniszuschläge, Wechseldienstschichtzulage, Entschädigung bei Benutzung privateigener Kraftfahrzeuge, Nachtdienstentschädigung, Entschädigung für Personal im Selbstschutz der DBP, Entschädigungen im Kraftfahrdienst, Pauschvergütungen für Beratungsbeamte, Lehrentschädigung, Entschädigung für das Betreuen technischer Einrichtungen außerhalb der Dienstzeit, Entschädigung für das Betreuen kleiner Vermittlungsstellen während des ganzen Tages, Entschädigungen bei auswärtiger Beschäftigung für Arbeiter im Fernmeldebau, Entschädigung der Bediensteten bei Beschäftigung mit Arbeiten an Funktürmen.

Voraussetzungen für die Zahlung dieser E. und Z., ihre Höhe, der in Betracht kommende Personenkreis usw. sind überwiegend in Rundschreiben des Bundesministers des Innern bzw. in Verfügungen des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen enthalten. Andere E. und Z. sind im → Bundesbesoldungsgesetz, → Bundesreisekostengesetz, → Bundesumzugskostengesetz und in der → Trennungsgeldverordnung sowie im → Tarifvertrag für die Angestellten der DBP und im → Tarifvertrag für die Arbeiter der DBP geregelt. Weitere Einzelheiten enthält das Handbuch für das Postwesen. *Redlin*

Entscheidungsgehalt → Informationstheorie.

Entsperrzeichen → Leitungszeichen.

Entstörer. Hauptaufgabe ist das Entstören der Fernsprechteilnehmereinrichtungen. Hierzu zählen neben Fernsprechapparaten auch Nebenstellenanlagen, Zusatzeinrichtungen usw., ferner die Leitungen im Anschlußnetz einschließlich der Gemeinschaftsumschalter und Wählsterneinrichtungen. Im Anschlußnetz beschränkt sich das Entstören im allgemeinen auf das provisorische → Instandsetzen oder Ersatzschalten von Leitungen. Neben dieser Tätigkeit führt der E. auch die zur Erhaltung einer ausreichenden → Betriebsgüte notwendigen vorbeugenden Arbeiten bei Sprechstellen und anderen Einrichtungen planmäßig oder nach Bedarf aus. Zusätzlich bedient und beschaltet er die Hauptverteiler (HVt) der Vermittlungsstellen (VSt), betreibt die Stromversorgungseinrichtungen der Nebenstellenanlagen und unterhält die Münzfernsprecher. Falls die Organisation des Fernmeldeamts oder ein wirtschaftlicher Einsatz es erfordern, können dem E. außerdem andere Aufgaben zugeteilt werden. Die Tätigkeiten sind von der Art und dem Schwierigkeitsgrad her betrachtet häufig so unterschiedlich, daß eine Arbeitsteilung notwendig ist. Der E. wird deshalb entsprechend seinem Ausbildungsstand und den gezeigten Leistungen als Sprechstellen-E. oder als Nebenstellen-E. eingesetzt. Dieser erledigt die hochwertigen Arbeiten, z. B. Unterhalten der Münzfernsprecher, Wählsterneinrichtungen und größerer Nebenstellenanlagen, während der Sprechstellen-E. mit den übrigen, geringwertigeren Arbeiten betraut wird. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und des übersichtlichen Arbeitseinsatzes wird das Gebiet einer → Fernsprechentstörungsstelle in Einsatzbezirke aufgeteilt, in denen bis zu drei E. eingesetzt werden, die sich bei Bedarf gegenseitig unterstützen. In großen Fernsprechentstörungsstellen werden innerhalb der beiden E.-Gruppen weitere Unterteilungen vorgenommen bzw. Kräftegruppen gebildet. So werden z. B. E. nur für Arbeiten an HVt, Stromversorgungseinrichtungen, Münzfernsprechern oder bestimmten Typen von Nebenstellenanlagen eingesetzt, oder es findet eine zeitlich begrenzte Arbeitsteilung statt, innerhalb der eine Kraft nur korrektive und die zweite nur vorbeugende Tätigkeiten ausführt. Die E. erhalten ihre Aufträge von der Leitplatzkraft zugeteilt. Zur rationellen Gestaltung des Arbeitseinsatzes werden den E. Pkw mit eingebautem → Ersatzteilschrank und einer Ablagefläche zur Verfügung gestellt. Neben einem → Handvorrat an Ersatzteilen, der die E. in die Lage versetzt, ggf. mehrere Tage ohne Ergänzung des Vorrates beim Gemeinschaftslager sämtliche Aufträge abschließend zu erledigen, führen sie das erforderliche Werkzeug und Hilfsgeräte mit, bei Bedarf auch Steigeisen, zusammenklappbare Steh-Anlegeleitern, Propan-Lötgeräte und Baumscheren zum Entfernen von Ästen aus → Freileitungen. Die E. werden von den Außen-Aufsichten angeleitet und beaufsichtigt. *Harbarth*

Entwicklung und Einführung neuer Gegenstände für die Fernmeldedienste der DBP. DBP bemüht sich bereits bei E. bzw. Weiterentwicklung fernmeldetechnischer Geräte um wirksamen späteren Produktions- und Vergabewettbewerb. Bei Entwicklung und Einführung sind von beteiligten technischen Dienststellen neben den konstruktiven und funktionstechnischen Gesichtspunkten besonders die für spätere Beschaffung (B.) der Gegenstände geltenden Grundsätze (z. B. Nachbau, Schutzrechte) zu beachten. Nach Entwicklungsform sind zu unterscheiden: E. aus eigener Initiative und auf eigenes Risiko einer Firma, E. auf Wunsch und auf ausdrückliche Anregung der DBP und E. auf Anregung und unter Beteiligung der DBP. Die sich an Entwicklungsvorhaben beteiligenden Firmen werden über Ansicht der DBP, kommerzielle Bedingungen für Teilnahme an Entwicklungsvorhaben, vergabetechnische Voraussetzungen für Einführung des Entwicklungsergebnisses und über spätere B. vorweg unterrichtet, so daß mit ihnen wettbewerbssichernde Vereinbarungen getroffen werden können. Die für die DBP verwaltungsintern geltenden Grundsätze sind in »Richtlinien für Entwicklungsvereinbarungen der Deutschen Bundespost (EntwRichtl)« zusammengefaßt. Die Richtlinien ergänzen die »Vorläufige Beschaffungsrichtlinie Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ) Nr. 1 in der Fassung vom 1. 11. 1960«, die von zentralen B.-Dienststellen bei Vergabe von reinen und vornehmlich posteigentümlichen (nichtmarktgängigen) Lieferungen anzuwenden ist und einen kontinuierlichen Wettbewerb auf den hochspezialisierten fernmeldetechnischen Teilmärkten sichern soll.

Für Lösung reiner Entwicklungsaufgaben werden Entwicklungsverträge abgeschlossen. Vergabe derartiger Arbeiten soll möglichst dem Wettbewerb unterliegen. Festpreise oder Selbstkostenfestpreise haben den Vorzug vor anderen Preistypen. Da fernmeldetechnische E. meistens nicht von einer späteren Fertigung getrennt werden kann, werden reine Entwicklungsverträge nur in Einzelfällen abgeschlossen. *Wigand/Dewitz*

Entwicklung der Seekabeltechnik. Erste Versuche, bei Wasserkabeln Faserstoffe für die Isolierung zu verwenden, brachten keinen Erfolg, weil die Feuchtigkeit nicht genügend entfernt werden konnte. Erst die grundlegenden Untersuchungen von Werner Siemens über die Brauchbarkeit der Guttapercha für die Isolierung von Leitungen (1847), die Schaffung einer Guttaperchapresse, seine Theorie zur Legung von Seekabeln und seine Arbeiten auf dem Gebiet der Meßtechnik ergaben die Möglichkeit für die Herstellung und Legung brauchbarer Seekabel. Erstes größeres Telegrafenseekabel (T.) ist das 1851 von Dover nach Calais ausgelegte vieradrige Guttaperchaseekabel mit 25 sm Länge. Ihm folgten bis 1860 Kabel von England nach Irland, Belgien, Holland, Dänemark, ferner Kabel in der Ostsee, im Mittelmeer und an den Küsten des Indischen Ozeans. Versuche, ein T. durch den Atlantischen Ozean zu legen, scheiterten zunächst. Mehrere 1855/56 von den englischen Firmen Glas-Elliot und Newall mit den Schiffen »Agamemnon« und »Niagara« ausgelegte Kabel versagten wegen grober Isolationsfehler nach kurzer Zeit oder rissen schon während der Legung und konnten nicht bis zu Ende gelegt werden. Erst 1866 kam nach 12jähriger Arbeit die erste telegrafische Verbindung zwischen Valentia in Irland und Hearts Content in Neufund-

land zustande. Die Legung des Kabels führte das Schiff »Great-Eastern« durch. In den darauffolgenden Jahren wurde ein weltumspannendes Telegrafenseekabelnetz gebaut, für das auch Deutschland einen beachtlichen Beitrag leistete. 1899 Gründung der → Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft (DAT) und der → Norddeutsche Seekabelwerke Aktiengesellschaft (NSW) in Nordenham durch DAT und Felten & Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft (F & G). Bis zur Jahrhundertwende wurden Seekabel nur mit Telegrafie betrieben, weil die Dämpfung für Fernsprechzwecke zu groß war. Als Vorläufer der Fernsprechseekabel (F.) kann ein 1889 ausgelegtes, 45 km langes einadriges Fernsprech-Faserstoffkabel zwischen Buenos-Aires und Montevideo durch den Rio de la Plata angesehen werden. 1891 wurde das erste, 43 km lange F. zwischen England und Frankreich gelegt mit 4 Adern und einer gemeinsamen Guttaperchahülle um alle 4 Adern. 1897 erstes deutsches F. zwischen Westerklanxbüll (Schleswig) und der Insel Sylt (11,5 km lang, mit 1 Doppelader, Faserstoffisolierung und Bleimantel). 1898 bis 1902 weitere F. nach den friesischen Inseln und zwischen diesen. Zwei wichtige, technische Fortschritte förderten die Entwicklung der Fernsprechseekabeltechnik: die Einführung der trockenen → Papier-Luftraumisolierung und die induktive Belastung der Leiter nach dem → Krarup- oder nach dem → Pupinverfahren. Das erste, 1902 zwischen Helsingör und Helsingborg gelegte Fernsprechkrarupkabel hatte noch Guttaperchaisolierung. Die ersten deutschen Krarupbleikabel: 1903 Festland–Insel Borkum, Fehmarn–Laaland und das über 80 km lange Kabel Cuxhaven–Helgoland. 1906 erstes von Siemens hergestelltes Pupinseekabel mit Papier-Luftraumisolierung und Bleimantel durch den Bodensee. 1910 erstes Pupin-Guttapercha-Seekabel zwischen Frankreich und England. Da trotz der guten Ergebnisse beim Bodenseekabel noch Bedenken gegen die Verwendung von Pupinspulenmuffen in Seekabeln bestanden, wurde 1925 zwischen dem Festland und der Insel Sylt ein Auslegeversuch mit einem Pupinseekabel gemacht, bei dem auch die Wiederaufnahme und eine Instandsetzung des Kabels durchgeführt wurden. Die Versuche ergaben die Brauchbarkeit des Pupinsystems für Seekabel mit Papier-Luftraumisolierung und Bleimantel. Von 1926 bis 1934 wurden in der Ostsee viele Pupinseekabel ausgelegt, die von F & G und Siemens u. Halske (S & H) hergestellt worden sind. Infolge des Aufkommens der Trägerfrequenztechnik sind nach dem zweiten Weltkrieg keine längeren Pupinseekabel mehr hergestellt worden. Als sich nach dem ersten Weltkrieg herausstellte, daß eine beträchtliche Erhöhung der Telegrafiergeschwindigkeit nur durch Verwendung von besserem magnetischem Material für die Krarupumspinnung von T. erzielt werden konnte, begannen in den USA und Deutschland Versuche zur Herstellung von hochpermeablen, magnetischen Werkstoffen. In den Bell Laboratories wurde das → Permalloy entwickelt, mit dem das 1926 hergestellte deutsche Azorenkabel belastet wurde, in Deutschland das → Invariant. Mit diesem wurde 1924 ein 600 km langes Krarupkabel hergestellt und in der Ostsee ausgelegt. Ende der 20er Jahre wurde die Forderung nach einem transatlantischen F. immer dringender. Es lag nahe, dafür ein belastetes Guttaperchakabel zu verwenden. In dem magnetischen Werkstoff → Perminvar stand ein ausgezeichnetes Material zur Verfügung. Dagegen waren die dielektrischen Verluste der Guttapercha zu hoch. Brauchbar schien die in den Bell Laboratories entwickelte → Paragutta, eine Mischung aus enteiweißtem Kautschuk, entharzter Balata und Montanwachs.

Die Tabelle zeigt die Verbesserung gegenüber der Guttapercha.

Tabelle. Relative Dielektrizitätskonstante und Verlustfaktor verschiedener Kabelisolierstoffe.

Werkstoff	Relative Dielektrizitätskonstante ε etwa	Verlustfaktor $\tan \delta$ etwa	Frequenz kHz
Guttapercha ...	3,0 ... 3,5	10^{-1}	1
Paragutta	2,6	3.10^{-3}	1
Papier-Luftraum	1,6	3.10^{-3}	1
Polyäthylen.....	2,3	$0,3.10^{-3}$	1 ... 1000

1929 wurden bei den NSW in Zusammenarbeit mit den Bell Laboratories Versuche mit Paragutta und Perminvar durchgeführt, die zum Aufbau eines koaxialen, belasteten F. führten, das für das geplante transatlantische F. geeignet erschien. Ein Probekabel von 37 km Länge wurde 1930 im Golf von Biskaya in einer Wassertiefe von 4500 m ausgelegt und wieder aufgenommen. Das Kabel hatte sich gut bewährt. Zur Legung eines transatlantischen F. kam es aus politischen und wirtschaftlichen Gründen nicht. Gleichzeitig wurden Versuche aufgenommen, Pupinspulen in Paraguttakabel für die Tiefsee einzubauen. Auch mit solchen Kabeln wurden 1930 im Golf von Biskaya Legeversuche durchgeführt, welche die Brauchbarkeit der erprobten Konstruktionen ergaben. Alle bis dahin untersuchten Kabeltypen (Paraguttakabel mit Krarupbespinnung und Paraguttakabel mit eingebauten Pupinspulen) hatten den Nachteil, daß wegen ihrer hohen Dämpfung kein normaler Zweidrahtverkehr möglich war. Es wäre notwendig gewesen, daß beim Sprechen in einer Richtung die Gegenrichtung gesperrt worden wäre (»Flip-Flop-Betrieb«). Um das zu vermeiden, wurden Versuche mit mehradrigen Kabeln durchgeführt. Ein Sternvierer mit Papier-Luftraumisolierung wurde in einem druckfesten Hohlseil aus Stahl oder Aluminium untergebracht. Die Hohlseile hielten mit Aluminium einen Druck von 900 atü, mit Stahl einen Druck von über 1200 atü aus. Auch mit diesem Kabeltyp, zum Teil mit eingebauten Pupinspulenmuffen, wurden 1930 im Golf von Biskaya erfolgreiche Versuche unternommen.

Eine endgültige Lösung des Problems konnte nur durch den Einbau von Verstärkern gefunden werden. Erste Vorschläge, wie z. B. Einbau der Verstärker auf künstlichen Inseln auf oder unter dem Wasser, haben nur geschichtliches Interesse. Zur praktischen Durchführung der Verwendung von → Seekabelverstär-

kern kam man erst, als es gelang, die Verstärker so in das Kabel einzubauen, daß sie zusammen mit diesem ausgelegt werden konnten.

Diese Verstärker konnten erst eingesetzt werden, als es gelungen war, Langlebensdauerröhren zu bauen. Mit dem Beginn der Entwicklung der Seekabelverstärker wurde ein neuer Isolierstoff, das → Polyäthylen (PE), erfunden, der bessere elektrische Eigenschaften als Paragutta besitzt (vgl. Tabelle 1). Mit diesem Werkstoff sind alle modernen F. isoliert worden. Eines der ersten PE-Kabel ist ein von den NSW im zweiten Weltkrieg bei Helgoland ausgelegtes kurzes Seekabel mit Styroflexisolierung und PE-Hülle. In den Jahren 1943 bis 1951 sind mehrere kürzere F. mit Seekabelverstärkern ausgelegt worden, darunter 1950 zwei mit PE isolierte, koaxiale F. zwischen Key West und Havanna in einer Länge von 220 km. In jedem dieser Kabel befinden sich 3 flexible Seekabelverstärker, was die Übertragung von 24 Kanälen ermöglicht.

1955/56 wurde das erste transatlantische F. zwischen Oban in Schottland und Clarenville in Neufundland ausgelegt (TAT 1). Die Strecke ist 3600 km lang und besitzt Wassertiefen von über 4000 m. Für jede Richtung ist ein Kabel mit 51 flexiblen Einrichtungsverstärkern vorhanden. Zunächst wurden im Frequenzbereich von 20 bis 164 kHz, bei einem Trägerabstand von 4 kHz, 36 Fernsprechkanäle betrieben. Mit der gleichen Konstruktion wurde 1959 das TAT 2 ausgelegt. Bei späteren F. wurde nur ein Kabel mit Zweirichtungsverstärkern verwendet, die in starren Gehäusen untergebracht waren. Eine Weiterentwicklung ist das »Leichtgewichtkabel« (Light-Weight-Kabel). Bei diesem auch »armierungslos« genannten Kabel wird der Teil, der die Festigkeit geben soll, in Form eines nichtdrehenden Drahtseiles in den Innenleiter gelegt. Da die neuzeitlichen Kabel alle mit Trägerfrequenzen, d. h. mit höheren Frequenzen, betrieben werden, ist kein massiver Kupferleiter notwendig, sondern es genügt wegen des Hauteffektes für die eigentliche Stromleitung ein dünnes Kupferband, das über das Drahtseil gelegt ist. Mit dieser Konstruktion sind viele transatlantische und transpazifische F. ausgelegt worden (→ Seekabelnetz).

Die letzte Stufe der Entwicklung ist die Verwendung von Transistoren in den Seekabelverstärkern anstelle der Röhren. Diese Umstellung bringt zwei Vorteile mit sich: eine Herabsetzung der Speisespannung und eine Verkleinerung der Verstärkergehäuse. *Kieser*

Entwicklungsplanung → Ortsnetzplanung.

entzerrende Übertragungen sind dazu bestimmt, Telegrafierzeichen, die mit großer Verzerrung behaftet sind, aufzunehmen und sie mit möglichst kleiner Verzerrung weiterzusenden. Da eine entzerrende Übertragung die Zeichen so weitersenden muß, daß sie in bezug auf Schrittdauer und Zeitraster den Soll-Zeichen entsprechen, ist eine entzerrende Übertragung nur für ein ganz bestimmtes Telegrafenalphabet und eine ganz bestimmte Schrittgeschwindigkeit verwendbar, für die die entzerrende Übertragung gebaut bzw. eingestellt ist. Eine Telegrafenleitung, die entzerrende Übertragungen enthält, ist deshalb nicht transparent.

Es gibt zweiachsige elektromechanische und elektronische entzerrende Übertragungen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 628, 640 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 129.

Entzerrer sind Netzwerke mit frequenzabhängigen Widerständen, die in Reihe zum Leitungszug oder in Brücke dazu liegen und den Frequenzgang derart beeinflussen, daß in einem gewünschten Frequenzbereich die Dämpfung oder die Laufzeit der Gesamtverbindung konstant wird, einen gewünschten Verlauf hat oder in einem vorgegebenen Toleranzbereich liegt. Die E.-Schaltungen sind Vierpole mit Induktivitäten, Kapazitäten und Widerständen (RLC-Schaltungen), häufig mit Verstärkerschaltungen verbunden. Entzerrerschaltungen → Vierpoltheorie 3.9.

Entzerrung ist eine absichtlich eingefügte → Verzerrung, die eine vorhandene Dämpfungs- oder Phasenverzerrung ganz oder teilweise aufheben soll, so daß die Ausgangskurve einen gewünschten Frequenzverlauf hat. Je nachdem, ob der Dämpfungs-, Phasen- oder Laufzeitverlauf entzerrt werden soll, spricht man von Dämpfungsentzerrung oder Dämpfungsausgleich, Phasenentzerrung oder Phasenausgleich bzw. Laufzeitentzerrung oder Laufzeitausgleich.

Entzundern ist das Entfernen von Walz- und/oder Glühzunder von Metallen.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Ephemeridenzeit → Zeitsysteme.

EPIRB → Funkboje zur Kennzeichnung der Seenotposition.

epitaktische Herstellung von pn-Übergängen → Herstellung von pn-Übergängen.

Epitaxie. Orientierte Kristallabscheidung auf einer Unterlage, bei der die Trägerebene richtende Kräfte auf die sich absetzenden Teilchen ausübt. Findet die Abscheidung auf arteigenen Trägerflächen statt, d. h. ist das sich abscheidende Material mit dem der Unterlage identisch, so stellt die E. nur eine besondere Form des Eigenwachstums dar. E. ist auch im Falle artfremder Trägerflächen möglich. Die E. findet in der Technik der → Halbleiter Anwendung zum Aufbau halbleitender Schichten, die sich von ihrer Unterlage im Leitungstyp (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern), in der Dotierung (→ Bändermodell des Halbleiters) oder sogar in der Art des Materials unterscheiden können (z. B. → Germanium auf Galliumarsenidunterlage, → Halbleiterverbindungen). Die epitaktische Schicht kann gewonnen werden durch einen Aufdampfprozeß im Hochvakuum, mit Hilfe der Kathodenzerstäubung, auf chemischem Wege aus der Gasphase (z. B. → Silizium durch Reduktion von Siliziumtetrachlorid $SiCl_4$ mittels

Wasserstoff oder durch thermische Zersetzung von Monosilan SiH_4) oder schließlich durch Abscheidung aus einer Schmelze (z. B. Galliumarsenid aus einer Lösung in geschmolzenem Gallium). Die bisher wichtigste Methode ist die Wasserstoffreduktion von Halogenverbindungen in der Gasphase. Zur Erzielung brauchbarer Schichten sind hierbei bestimmte Bedingungen einzuhalten (Temperatur, Konzentration der Reaktionsgase). Eine zu niedrige Temperatur erlaubt kein einkristallines Wachstum, eine zu hohe kann zu unerwünschter Diffusion der Störatome führen (→ Herstellungsverfahren von PN-Übergängen). (Siliziumtetrachlorid wird i. allg. bei 1200 bis 1300° C reduziert, Germaniumtetrachlorid bei 700 bis 900° C.) Unzureichende Sauberkeit der Substratoberfläche (Oxidhaut) sowie mangelhafte Reinheit der verwendeten Gase (z. B. Verunreinigung durch Kohlenwasserstoffe) können zu einer erheblichen Vermehrung der Gitterstörstellen (Kristallbaufehler) in der epitaktischen Schicht führen. Hierunter versteht man jede Art der Abweichung vom ungestörten, regelmäßigen, geometrischen Gitteraufbau. Dazu gehören Substitutionsstörstellen (ein Teil der Gitterplätze ist mit Fremdatomen besetzt), Leerstellen, Atome auf Zwischengitterplätzen, Versetzungen, Verwerfungen, Zwillingsebenen und schließlich Korngrenzen. Für die gewünschte Dotierung werden den Reaktionsgasen kleine Mengen geeigneter Verbindungen des Dotierungsstoffes (z. B. B_2H_6, PCl_3, $AsCl_3$) zugesetzt, wodurch die gewünschten Akzeptor- bzw. Donatoratome in die Schicht eingebaut werden. Neuerdings versucht man in der Technik der integrierten Schaltungen (→ Mikroschaltungstechnik) Halbleiterschichten auf isolierender Unterlage epitaktisch herzustellen (z. B. Silizium auf Korundeinkristallen), um so die gestellten Anforderungen (mehrere elektrisch voneinander getrennte Bereiche in einem Bauelement) zweckdienlich erfüllen zu können.

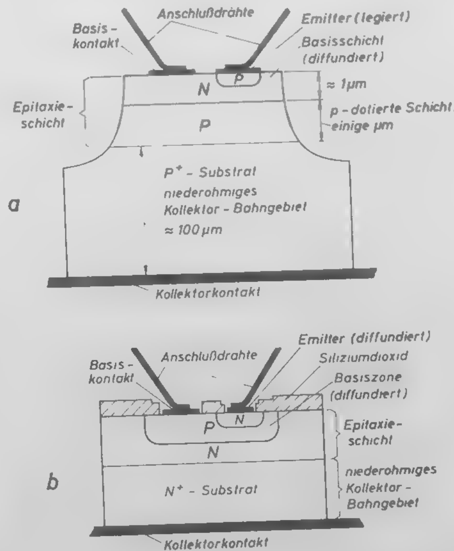
Literatur: A. Neuhaus, Angew. Chemie 64 (1952), 158 — H. C. Theuerer, Journ. Electrochem. Soc. 108 (1961), 649 — zu Gitterstörstellen: A. Smakula, Einkristalle, Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1962.

Moeller

Epitaxie-Planartransistor → Planartechnik.

Epitaxie-Transistor. Als E. bezeichnet man Transistoren, zu deren Herstellung u. a. das Verfahren der → Epitaxie angewandt wird. Dieses gibt die Möglichkeit, Transistoren mit diffundierter Basis (→ Herstellung von pn-Übergängen), wie Planar- und Mesatransistoren (→ Planartechnik, → Hochfrequenztransistoren), gleichzeitig mit den Vorteilen einer hochohmigen Kollektorschicht und eines niedrigen Kollektorbahnwiderstandes auszustatten.

Im Gegensatz zum → Legierungstransistor, bei welchem Kollektor- sowohl als Emitterzone gegenüber der Basiszone stark dotiert (→ Herstellung von pn-Übergängen), also niederohmig sind, ist bei den oben erwähnten Transistortypen die Kollektorzone die am schwächsten dotierte Zone und daher hochohmig. Eine hochohmige Kollektorzone ergibt eine kleine Kollektor-Sperrschichtkapazität (→ pn-Übergang, Abschn. 4) und somit gute Hochfrequenzeigenschaften (→ Hochfrequenztransistoren), eine hohe Kollektor-Durchbruchspannung (→ pn-Übergang, Abschn. 5) und geringe Auswirkung des Early-Effektes (→ Transistor, Abschn. 2). Andererseits besitzt jedoch ein hochohmiger Kollektor, um so mehr, als die Kollektorzone bei den erwähnten Transistoren den größten Teil der für die notwendige mechanische Festigkeit erforderlichen Dicke der Halbleiterplatte ausmacht, einen großen Bahnwiderstand, der die Verstärker- und Schalteigenschaften des Transistors wesentlich verschlechtert. Der Kollektor erhält deshalb vorteilhaft eine solche Schichtfolge, daß sich an die Basiszone eine vergleichsweise dünne, hochohmige Schicht anschließt, in welcher sich bei Anlegen einer Kollektor-Sperrspannung eine genügend breite Kollektor-Sperrschicht ausbildet, der übrige Teil hingegen stark



a) Epitaxie-Mesatransistor aus Germanium (→ Hochfrequenztransistoren)
b) Ausführungsform eines Epitaxie-Planartransistors (→ Planartechnik).

Epitaxie-Transistoren (Schnittbilder).
Die Epitaxieschicht ist hochohmig (ihr spez. Widerstand ϱ beträgt 1 bis einige Ω cm), das Substrat (Kollektorbahngebiet) hingegen niederohmig ($\varrho \approx 0{,}002\ \Omega$ cm). P^+ bzw. N^+ bedeuten starke p- bzw. n-Dotierung.

dotiert ist und damit eine niederohmige Verbindung zur Kollektorelektrode herstellt. Eine solche Anordnung erhält man auf folgende Weise: Auf einer einkristallinen Halbleiterscheibe (etwa 100 bis 200 µm stark) aus niederohmigem Silizium oder Germanium läßt man mit Hilfe des Epitaxie-Verfahrens eine hochohmige Schicht (etwa 5 bis 20 µm dick) aufwachsen. Innerhalb der hochohmigen Schicht werden die beiden für den → Transistor erforderlichen pn-Übergänge gemäß der Abbildung erzeugt. Diese zeigt einen Epitaxie-Mesatransistor aus Germanium

sowie eine Ausführungsform des Epitaxie-Planartransistors. Herstellungstechnisch unterscheiden sich diese von den einfachen Transistortypen lediglich dadurch, daß vor der Herstellung der pn-Übergänge das Aufwachsen der Epitaxieschicht erfolgt.

Literatur: R. Paul, Transistoren, Physikalische Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — K. Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart 1964.

Aulbach

Epi-Übertragungsanlagen dienen der fernsehmäßigen Übertragung undurchsichtiger Bildvorlagen nach dem Lichtpunkt-System. Sie sind auch für Farbe geeignet. Die Photozellen sind in einem lichtdichten Gehäuse untergebracht und nehmen das von der Bildvorlage rückgestrahlte Licht des Rasters auf.

Epoxydharz, auch Äthoxylinharze genannt. Durch Kondensation von Epichlorhydrin mit Polyphenolen, insbesondere mit Diphenylolpropan, hergestellte schmelzbare und in verschiedenen organischen Lösungsmitteln lösliche Kunstharze. E. ergeben Lacke von hoher chemischer Beständigkeit. Der Schwund beim Härten ist gering. E. besitzen eine hohe Härte, Schlagzähigkeit und Abriebfestigkeit; sie haften gut an den meisten Werkstoffen und greifen Metall nicht an.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, Hanser-Verlag, 1958 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

equivalent isotropically radiated power → Antennen.

Erdalkalimetalldrähte sind Drähte, die mit Oxyden oder Legierungen von Erdalkalimetallen (z. B. BaCu-Legierung) überzogen sind. Sie werden als Glühkathoden in Elektronenröhren verwendet. Der Überzug ruft bei schwachem Heizstrom eine hohe Elektronenemission hervor. Der Überzug wird entweder durch »Formieren« hergestellt, indem der Trägerdraht (Wolfram oder Platin) auf mechanischem Wege mit dem Oxydgemisch bestrichen und dieses dann elektrolytisch zersetzt wird, oder indem ein glühender verkupferter Wolframfaden mit Bariumionen bombardiert wird. Das metallische Ba wird zweckmäßig aus $Ba(N_3)_2$ gewonnen, letzteres wieder durch Einleiten der aus KN_3 und H_2SO_4 abdestillierten Stickstoffwasserstoffsäure in $Ba(OH)_2$-Lösung.

Erdblitz → Blitz.

Erde ist die Bezeichnung für das Erdreich (Stoffbezeichnung) und für den Erdboden (Ortsbezeichnung) (→ Erder, → Erdung).

Erdefunkstelle ist eine Funkstelle des → Weltraumfunkdienstes, die sich entweder auf der Erdoberfläche (Bodenstation einschl. an Bord eines Seefahrzeuges) oder an Bord eines Luftfahrzeugs befindet. Funkstellen, bei denen nur die Technik des Weltraumfunks angewendet wird, z. B. Satelliteneinsatz im Rahmen des → Flugfunkdienstes, des Flugnavigationsfunkdienstes oder des → Amateurfunks, zählen nicht zu den Erdefunkstellen.

Da die Gegenstellen der Erdefunkstellen auf Erdsatelliten nur mit geringen Strahlungsleistungen arbeiten können (kleine Antennen, Gewicht der Stromversorgungsanlagen), müssen Erdefunkstellen meist mit sehr scharf bündelnden Antennen, die der Gegenstelle nachgeführt werden können, und sehr rauscharmen Empfängereingängen ausgestattet werden. Für das allgemeine Fernmeldenetz sind in Europa vor allem die Erdefunkstelle Raisting der DBP sowie die Erdefunkstellen Pleumeur Bodou in Frankreich und Goonhilly Downs in England von Bedeutung. Zahlreiche weitere E. gibt es oder sind in Bau in Europa und in vielen überseeischen Ländern. Daneben wird die Frequenzmitbenutzung bei Erdefunkstellen für den Wetterdienst und ausschl. für Zwecke der Forschung gestattet.

Die gemeinsame Benutzung von Frequenzen (Frequenzmitbenutzung) für Satelliten-Fernmeldedienst und terrestrischen Funkdienst (Richtfunkdienst) fordert eine Koordinierung des Betriebes dieser Dienste zur Vermeidung von Störungen.

Drei Störungsfälle sind zu unterscheiden:

Störung des Empfangs einer terrestrischen Funkstelle durch Abstrahlungen einer Erdefunkstelle,

Störung des Empfangs einer Erdefunkstelle durch Abstrahlungen einer terrestrischen Funkstelle,

Störung des Empfangs einer terrestrischen Funkstelle durch die Abstrahlungen des Satelliten.

Über die maximal zulässigen gegenseitigen Störungen bestehen CCIR-Empfehlungen.

Zur Vermeidung von Störungen sind gewisse Schutzabstände zwischen den beiden Funkdiensten erforderlich, die in einer Koordinierungsberechnung ermittelt werden. Die Koordinierungsentfernung ergibt sich unter Berücksichtigung von Sendeleistung, maximal zulässiger Störleistung in einem 4 kHz breiten Band, Gesamtstörleistung, Antennengewinn, Abschirmfaktor des umgebenden Geländes unter den Annahmen, daß

Sendeleistung der Richtfunksender auf +55 dBW begrenzt ist,

Richtfunk-Empfangssystem den CCIR-Empfehlungen entspricht,

sehr empfindliche, rauscharme Vorverstärker und Antennen mit hohen Gewinnen in der E. verwendet werden.

Zulässiges Interferenzgeräusch in einem Fernsprechkanal eines Richtfunksystems −63 dBm0p für 20% eines Monats bzw. −43 dBm0p für 0,005% eines Monats.

Zulässiges Interferenzgeräusch in einem Fernsprechkanal eines Erdefunkstellen-Empfängers −66 dBm0p für 20% eines Monats bzw. −43 dBm0p für 0,001% eines Monats. Minimale Koordinierungsentfernung 100 km. Die Koordinierung wird als Funktion des azimutalen Bewegungsbereiches der Erdefunkstellenantenne dargestellt (s. Bild). Für alle Funkstellen innerhalb des Koordinierungsbereiches sind bei gemeinsamer Frequenzbenutzung höhere Störungen zu erwarten oder die Frequenzen zu ändern.

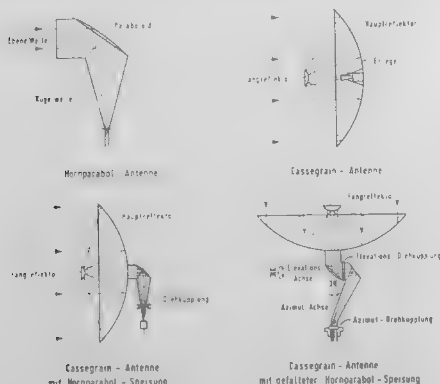


Koordinierungsentfernung für die Erdefunkstelle Raisting beim Betrieb mit Intelsat I.

Literatur: VO-Funk, Schlußakten der a. o. Funkverwaltungskonferenz für die Zuweisung von Frequenzbereichen für den Weltraum-Funkverkehr, Genf 1963 — CCIR, Rec 353-1, 354, 355-1, 356-1, 357-1, 358-1, 359-1, 360-1, Oslo 1966 — CCIR, Grünbuch IV, Part 1, Oslo 1966.

Mathée/Binz

Erdefunkstellenantenne. In → Erdefunkstellen sind Antennen mit großer Fläche zu verwenden, die bei sehr hohem Gewinn einen möglichst geringen Rauschbeitrag haben. Diese Antennen sind breitbandig auszuführen, um Simultanbetrieb der bei verschiedenen Frequenzen arbeitenden Sender und Empfänger zu gestatten. Die steuerbaren E. müssen Richtgenauigkeit der Größenordnung 5/1000 Grad aufweisen. Neben Rotationsparabolantennen sind schräg angestrahlte Parabolantennen und Hornparabolantennen geeignet (s. Bild). Die erforderlichen Gewinne von



Erdefunkstellenantennen (Prinzipdarstellung).

etwa 60 dB für Standard-Erdefunkstellen nach → INTELSAT erfordern je nach Flächenwirkungsgrad Aperturdurchmesser von etwa 25 bis 30 m. Das elektrische Gütemerkmal einer E. ist das G/T-Verhältnis (G = Gewinn der E., T = Systemrauschtemperatur in °K). Standard-Erdefunkstellen besitzen ein G/T von etwa 40 dB. Die mechanischen Eigenschaften von E. müssen so bemessen werden, daß eine möglichst genaue Verfolgung der Satelliten möglich ist. Für Großantennen ist die Azimut-Elevationslagerung üblich, bei der die E. um eine vertikale Drehachse und eine horizontale Schwenkachse bewegt wird. Da die E. synchronen oder umlaufenden Satelliten folgen soll, sind Winkelgeschwindigkeitsbereiche von Tausendstel Grad pro Sekunde bis zu einigen Grad pro Sekunde erforderlich. Dazu werden die E. über mehrstufige, gegeneinander verspannte Getriebe durch hydrostatische oder elektrische Antriebsmotoren bewegt.

Literatur: CCIR-Report 390, Oslo 1966. *Mathée*

Erder sind Leiter, die in das Erdreich eingebettet sind und mit ihm in leitender Verbindung stehen. Sie haben die Aufgabe, elektrische Ströme in das Erdreich zu leiten. Wird ein Stromkreis über Erde geschlossen, so tritt der Strom von der Oberfläche des einen E. in das Erdreich über und fließt — das Erdreich als Leiter benutzend — nach dem zweiten E., der den Strom aus dem Erdreich aufnimmt. Wenn der zweite E. genügend weit entfernt und das Erdreich homogen ist, breitet sich der Strom strahlenförmig vom E. in das Erdreich aus. Je weiter er vom E. entfernt ist, desto größer wird der stromdurchflossene Querschnitt des Erdreichs, so daß die Widerstände der Erdreichschalen um den E. immer kleiner werden und nach einer gewissen Entfernung vom E. den Wert Null erreichen. Genau gilt dies für Gleichstrom und für technischen Wechselstrom. Bei Wechselstrom ist mit steigender Frequenz noch der induktive Widerstand zu berücksichtigen. Der in das Erdreich fließende Strom erzeugt an den unterschiedlichen Widerständen der größer werdenden Erdreichschalen Spannungsabfälle. In der Nähe des E. ist der Spannungsabfall am größten, weil dort der Querschnitt am kleinsten und der Widerstand am größten ist. Mit der weiteren Entfernung nimmt die Spannung ab. Die Summe dieser Spannungsabfälle ist die E.-Spannung. Wird die Spannung, die sich zwischen dem E. und einzelnen Punkten der Erdoberfläche ergibt, in Abhängigkeit von der Entfernung vom E. aufgetragen, so ergeben sich trichterförmige Kurven, aus denen sich der Begriff des Spannungstrichters (Bild 1) ableitet. Wenn ein Punkt erreicht ist, an dem die Spannung Erdoberfläche—E. sich nicht mehr ändert, ist der Trichterrand erreicht, d. h., die → Bezugserde beginnt. Der Bezugserde ist das Potential Null zugeordnet.

Der Widerstand zwischen E. und Bezugserde ist der Ausbreitungswiderstand des E. (→ Erdungswiderstand), der bei gleicher E.-Form vom spezifischen → Erdwiderstand abhängt, d. h., in gutleitenden Böden wird ein kleinerer Ausbreitungswiderstand erzielt als in schlechtleitenden. Bei gleichzeitigem Berühren des E. und der Erdoberfläche, z. B. durch den menschlichen Körper, kann ein Teil oder die volle E.-Spannung abgegriffen werden. Diese Spannung wird als Berührungsspannung bezeichnet. Als Schrittspannung wird diejenige Spannung bezeichnet, die zwischen zwei Punkten innerhalb des Spannungstrichters abgegriffen werden kann, die eine Schrittlänge voneinander entfernt sind. Berührungs- und Schrittspannungen können in der Nähe des E. bei hohen E.-Spannungen (z. B. Blitzschlag) gefährdende Werte annehmen. Der Ausbreitungswiderstand für Gleich- und technischen Wechselstrom hängt von der Größe der Berührungsfläche zwischen E. und Erdboden sowie vom spezifischen Erdwiderstand ab. Bei sehr schnellen elektrischen Vorgängen (Hochfrequenz, atmosphärische Entladungen o. ä.) ist der sog. Stoßausbreitungswiderstand der E. nicht gleichbleibend, sondern hängt von der Form und Dauer des elektrischen Vorganges (Stoßwelle) sowie von der Art und Form des E. ab. Er kann in ungünstigsten Fällen (steiler Stromanstieg, große E.-Länge) um ein Vielfaches größer sein als der Ausbreitungswiderstand.

Die E. werden in verschiedenen Formen und Arten für verschiedene Zwecke eingebaut. Als E. kommen neben Kabeln mit Metallmänteln oder Leitungsrohren aus Metall, E.-Platten, Tiefen-E., Oberflächen-E. oder daraus kombinierte E. in Betracht. Welche E. eingesetzt werden, richtet sich nach den örtlichen und geologischen Bodenverhältnissen. Tiefen-E. (Bild 2) werden dort eingesetzt, wo das Eintreiben mehrerer

Einzelstäbe möglich ist; andernfalls sind Oberflächen-E. zu verwenden. Aus wirtschaftlichen Gründen sind Oberflächen-E. auch dort einzusetzen, wo das gleichzeitige Auslegen mit Erdkabeln in neuen Kabelgräben möglich ist. Für Tiefen-E. aus aneinandersetzbaren Stäben, die senkrecht oder schräg eingetrieben werden können, beträgt der Erdausbreitungswiderstand

$$R_A = \frac{\varrho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2{,}94 \cdot l}{d}, \text{ wobei bedeuten}$$

ϱ = spezifischer Erdwiderstand in Ωm, l = Länge des Tiefen-E., d = Stabdurchmesser des Tiefen-E.

Ring- oder Netz-E. hergestellt werden. Sie sind nur dann vorzusehen, wenn mit ein- oder mehrstrahligen Oberflächen-E., Tiefen-E. oder kombinierten E. der geforderte Erdausbreitungswiderstand nicht erreicht wird.

Kombinierte E. sind aus einem meist mehrstrahligen Oberflächen-E., an dessen Enden Tiefen-E. angeschlossen sind, zusammengeschaltet. Sie sind dann auszulegen, wenn aufgrund der räumlichen oder geologischen Verhältnisse die geforderten Ausbreitungswiderstände mit Tiefen- oder Oberflächen-E. allein nicht erreicht werden können. Der Ausbreitungswiderstand von kombinierten E. ist infolge

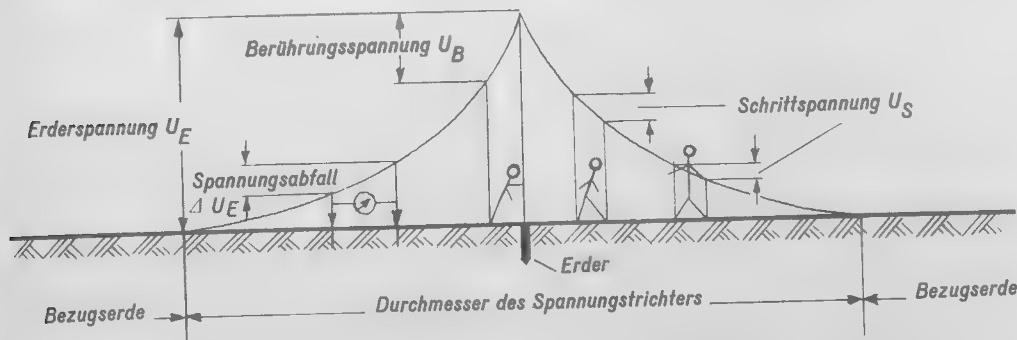


Bild 1. Verteilung der Spannung um einen Erder (Spannungstrichter).

Schräg eingetriebene Tiefen-E. haben gegenüber senkrecht eingetriebenen den Vorteil, daß u. U. mehr Einzelstäbe in das Erdreich eingebracht werden können, bevor diese auf Felsschichten oder ähnliches treffen. Der Widerstand von zwei schräg eingetriebenen Tiefen-E. entspricht etwa dem Widerstand eines senkrecht eingetriebenen Tiefen-E. gleicher Gesamtlänge. Oberflächen-E. (Bild 3) bestehen aus ein- oder mehrstrahligen E. Mehr als sechs Strahlen sind wegen der gegenseitigen Beeinflussung nicht vorzusehen. Der Erdausbreitungswiderstand für Gleich- und technische Wechselströme ergibt sich aus der Länge und dem spezifischen Erdwiderstand.

Für einstrahlige Oberflächenerder gilt:

$$R_A = \frac{\varrho}{\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{\sqrt{d \cdot H}} - 1\right) (\Omega)$$

für zweistrahlige Oberflächenerder gilt:

$$R_A = \frac{\varrho}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{\sqrt{d \cdot H}} - 0{,}3\right) (\Omega)$$

für dreistrahlige Oberflächenerder gilt:

$$R_A = \frac{\varrho}{3\pi l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{\sqrt{d \cdot H}} + 0{,}53\right) (\Omega)$$

(ϱ = spezifischer Erdwiderstand in Ωm, H = Verlegetiefe des E.-Strahlers, l = Länge des E.-Strahlers des Oberflächen-E., d = Durchmesser des E.-Seiles). Oberflächen-E. können in Sonderfällen auch als

der Kopplung der einzelnen E. über das Erdreich nicht genau zu berechnen. Es werden Tiefen-E. und Oberflächen-E. für sich betrachtet. Der mit den Tiefen-E. erreichte Erdausbreitungswiderstand wird voll berücksichtigt. Die wirksame Länge der Oberflächen-E. wird um die Hälfte der Länge der Tiefen-E. verringert. Der Gesamtausbreitungswiderstand errechnet sich dann aus der Parallelschaltung der so ermittelten Ausbreitungswiderstände. Bei mehreren Tiefen-E. muß wegen der gegenseitigen Kopplung im Erdreich der Mindestabstand zwischen den E. gleich der doppelten Länge der einzelnen Tiefen-E. sein. Dann ergibt sich der Gesamtwiderstand wie bei der Parallelschaltung von Einzelwiderständen.

Als Bauteile für E. werden bei Tiefen-E. feuerverzinkte E.-Stäbe aus Stahl von 1,5 m Länge, bei Oberflächen-E. feuerverzinkter Bandstahl 30 × 2,5 mm, auch verzinkte Stahlseile oder das Einheitsblitzseil (ein mit Bleimantel umgebenes Kupferseil) verwendet. In vielen Bodenarten bildet Zink korrosionshemmende Schutzschichten. Um Korrosionserscheinungen an benachbarten Anlagen im Erdreich zu vermeiden, sollen die Werkstoffe für E. untereinander und mit den Werkstoffen anderer unterirdischer Anlagen übereinstimmen. Blankes Kupfer ist als Werkstoff für die E. zu vermeiden. Falls E. aus Kupfer vorhanden sind, so sind sie nur über eine Funkenstrecke oder über einen → Überspannungsableiter an die → Erdungssammelleitung anzuschließen (sog. offene Erdung).

Oberflächen-E. werden je nach den örtlichen Gegebenheiten 0,5 bis 1 m tief möglichst in dauernd feuchtes und frostfreies Erdreich eingelegt. Der Leiter wird in den Erdboden eingestampft und erforderlichenfalls eingeschwemmt. In grobkörnigem Boden ist der E. mit einer wasserbindenden Schicht (Lehm, Ton, Koks u. dgl.) von mindestens 20 cm ⌀ zu umgeben. Der Anschluß der Erdleitung an den Bandstahl erfolgt ebenso wie die Verbindung der Einzelstrahlen der Strahlen-E. untereinander mit Bandstahlverbindern.

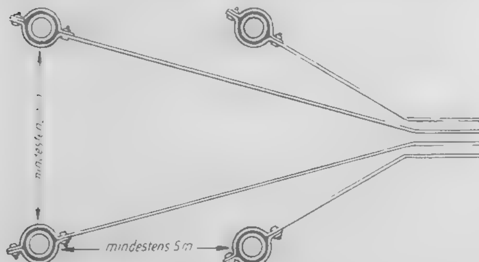


Bild 2. Tiefenerder.

Der erste Tiefenerderstab von 25 mm ⌀ und 1,5 m Länge aus feuerverzinktem Stahl St 50 wird mit einer besonderen unten angesetzten Tiefenerderspitze in den Boden entweder über einen oben aufgesetzten besonderen Schlageinsatz oder -kopf mit einem Handhammer, einem Holzschlegel oder einem Elektro- oder Brennkrafthammer in den Boden getrieben. Weitere Stäbe für die Verlängerung müssen mit den bereits eingetriebenen eine sichere, dauerhafte, korrosionsgeschützte, gute elektrische Preßverbindung (keine Schraubverbindung) geben. Nach Aufsetzen des Schlageinsatzes bzw. -kopfes sind sie ebenso wie der erste Stab in den Boden zu treiben. Die Erdungsleitung ist mit einer zugehörigen, ebenfalls feuerverzinkten Anschlußschelle anzuschließen.

Erdungsleitungen sind auf dem kürzesten möglichen Wege ohne scharfe Knicke von der zu erdenden Anlage bzw. von der Erdungssammelleitung nach dem E. zu führen. E. und Erdungsleitung können aus einem Stück bestehen.

Verbindungen sind als Schraub-, Klemm- oder Lötverbindungen auszuführen. Bei Erdungsleitungen aus Kupfer sind auch Hülsenverbindungen zugelassen, die gegen Ableitung zu isolieren sind. Bei Schraubverbindungen ist an dem Kupferleiter ein Kabelschuh anzulöten und eine Zahnscheibe sowie eine Schraube mit mindestens M8-Gewinde zu verwenden. Kabelmäntel aus Metall werden an Kupferseile 50 mm², die an das an die Erdungsanlage angeschlossene Kabelmuffengestell angeschraubt sind, etwa 10 bis 15 cm unterhalb der Lötplombe der Aufteilungsmuffe angelötet. Als Erdungsleitung zwischen E. und Kabelverzweiger, Linienverzweiger bzw. Wählsternschalter ist Bandstahl zu verwenden, der an die Erdanschlußschraube der Verzweigungseinrichtung angeschlossen wird. Die eingeführten Kabel sind durch Bandstahlverbinder und untereinander mit Kupferdraht 2 mm ⌀ auch an die Erdanschlußschraube anzuschließen. In Verbindungs- oder Verzweigungsstellen sind bei Installationskabeln mit Zugentlastung das Stahldrahtgeflecht und bei Tragseil-Luftkabeln das Tragseil durchzuverbinden und an die für den Sicherungsschutz errichtete Erdungsanlage anzuschließen. In der Verbindungs- und Verzweigungsdose (VVD) bzw. im Endverzweiger (EVza) erfolgt die Durchverbindung des Stahldrahtgeflechtes der Installationskabel über die Erdungsschellen. Bei Luftkabeln wird das Tragseil mit Drahtseilklemmen durchverbunden. Bei Tragseil-Luftkabeln ist das Tragseil am Anfang und Ende der Kabelstrecke sowie in Gebieten mit hoher Blitzgefährdung alle 500 m über vorhandene oder besonders zu bauende Oberflächen-E. von 25 m Länge oder über einen Tiefen-E. von 10 m Länge zu erden. Der als Erdungsleitung verwendete Bandstahl ist bis 15 cm über die Mastspitze hinaus am Mast hochzuführen und mit Bandeisenkrampen unmittelbar am Mast zu befestigen. Der Bandstahl ist am oberen Ende einseitig schräg anzuspitzen und um 90° gegen das Kabel versetzt feldseitig anzuordnen. Die Verbindung zwischen dem hochgeführten Bandstahl und dem Tragseil erfolgt unter Verwendung eines Tragseilstückes mit Bandstahlverbinder und → Arcusklemme, oder das Tragseil wird unmittelbar mit dem Bandstahlverbinder angeklemmt. Bei Haubenmuffen wird die dort befindliche Erdungsschraube mittels Kupferbindedraht 1,5 mm ⌀ an den Bandstahlverbinder angeschlossen.

Bei Installationskabeln mit Zugentlastung ist das Stahldrahtgeflecht grundsätzlich ohne Berücksichtigung der jeweiligen Kabellänge am Anfang und Ende

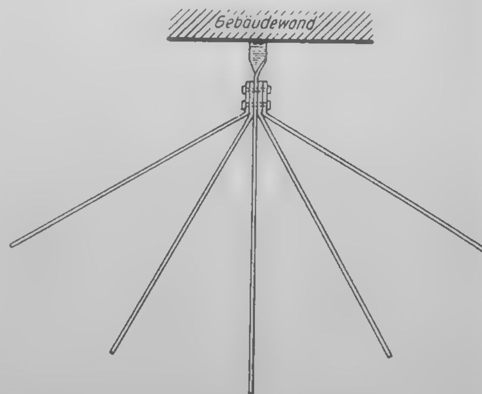


Bild 3. Oberflächenerder (Bandstahlerder).

zu erden. Als Verbindung von dem am Mast hochgeführten Bandstahl nach der VVD oder nach dem EVza ist isolierter Kupferdraht 2 mm ⌀ oder Kupferbindedraht 1,5 mm ⌀ zu verwenden. Der Kupferdraht ist an dem Bandstahl mit Bandstahlverbinder zu befestigen, in die VVD durch einen Einführungsstutzen hindurchzuführen und an die Erdungsschelle anzuklemmen. Bei EVza ist entsprechend zu verfahren. Bei Kabelüberführungen mit Überführungsendverschlüssen (ÜEVs) ist als Erdungsleitung Band-

stahl zu verwenden. Er ist in einem Stück bis 15 cm über die Mastspitze hinweg am Mast hochzuführen und mit Bandeisenkrampen unmittelbar am Mast zu befestigen. Am oberen Ende ist er einseitig schräg anzuspitzen und um 90° gegen das Kabel versetzt feldseitig anzuordnen. Die Verbindung zwischen dem hochgeführten Bandstahl und dem ÜEVs ist gleichfalls mit Bandstahl herzustellen. Dieses Verbindungsstück wird an dem am Mast hochgeführten Bandstahl mit Bandstahlverbinder angeschlossen und mit dem anderen Ende an die Erdanschlußklemme des ÜEVs herangeführt und festgeklemmt. Bei Überführungsdosen (ÜDs) ist die Verbindung zwischen dem am Mast hochgeführten Bandstahl und der Erdungsschraube an der ÜDs mit isoliertem Kupferdraht 2 mm bzw. Kupferbindedraht 1,5 mm ⌀ auszuführen. Der Kupferdraht ist am Bandstahl mit einem Bandstahlverbinder zu befestigen.

Die E. aus Bandstahl bei Gemeinschaftsumschaltern (GUm) und Teilnehmerendstellen werden bis 20 cm aus dem Erdreich herausgeführt. Von dort wird die Verbindungsleitung nach dem Sicherungskästchen, nach der Teilnehmerendstelle usw. mit isoliertem Kupferdraht 2 mm hergestellt.

In oberirdischen Linien muß jeder 20. Holzmast mit einer Blitzschutzerdung aus Stahldraht 4 mm ⌀ ausgerüstet sein. Der Stahldraht ist feldseitig hochzuführen. Das den E. bildende Ende des Drahtes ist im dauernd feuchten Erdreich in etwa 40 cm Tiefe 4 bis 5 m vom Fuße des Mastes gradlinig zu verlegen. Am Mast muß der Draht den Zopf-First um 15 cm überragen. Er darf an der dachartigen Abschrägung nicht abgebogen werden. Sind Anker vorhanden, so ist der Draht mit der Schlaufe des Ankerseiles am Mast festzulegen. In Gebieten, die als besonders blitzgefährdet anzusehen sind, ist jeder 5. Mast mit einer solchen Strahldrahterde zu versehen.

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 15, Allgemeines über Starkstromschutz und Schutz gegen Starkstromübertritt – Vetter und Hanning, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen mit Starkstromanschluß an ein Niederspannungsfreileitungsnetz, NTZ, Bd. 15 (1962) H. 1 — Busch-Ziegler-Dreutler, Erdungen und Schutzmaßnahmen in der Nachrichtentechnik, Siemens-Z., 34. Jahrg. (1960) H. 8 — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Verlag Schiele & Schön, Berlin — Warmers und Ziegler, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen, NTZ (1959) H. 10 — Sältzer, Schutz der Fernmeldeanlagen gegen Starkstrom, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Januar 1965 — Richtlinien über Erdung und Schutzmaßnahmen in Fernmeldeanlagen, herausgegeben vom Fernmeldetechnischen Zentralamt.
Stegmann

Erderspannung → Stromübergang.

Erdfehlerschleifenmessung nach Murray, Meßverfahren zur Fehlerortung bei langen Kabeln, beim Vorhandensein einer gut isolierten Meßader in dem Kabel und dann, wenn die für die Schleifenbildung benutzten Adern etwa den gleichen Leiterwiderstand besitzen → Kabelmeßkoffer.

Erdgeräusche → Geräuscharten, entstehen durch → Erdströme und treten als Störung auf, wenn die Fernmeldeleitungen oder Apparate gegen Erde nicht vollkommen symmetriert sind.

Erdharz → Asphalt.

Erdkabel, Kabelausführung, die durch die Verlegeart und den dadurch bedingten Kabelschutz bestimmt wird. E. werden fast immer unmittelbar ins Erdreich verlegt (→ Fernsprechkabel unter 2. und 5.), seltener in Kabelkanäle bzw. Kunststoffrohre eingezogen.

Erdkabelrolle. Sie dient beim Auslegen von Erdkabeln zum leichteren Verlegen des Kabels in den Kabelgraben (Bild 1—4). Auf einer Bodenplatte ist eine

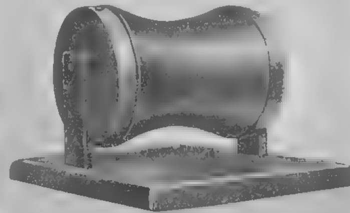


Bild 1. Rolle 170 mm lang, aus gut abgelagertem Buchenholz, beiderseitig bandagiert, auf Stahlblechgrundplatte, in verzinkten Büchsen laufend.

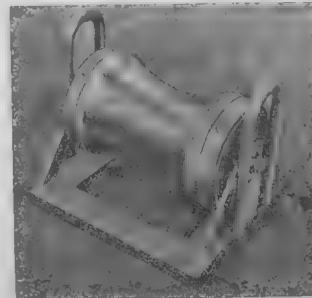


Bild 2. Rolle 220 mm lang, aus gut abgelagertem Buchenholz, beiderseitig bandagiert, mit Graugußbüchse.
Bock aus Leichtbaustahlprofilen, mit seitlichen Trag- und Führungsbügeln.

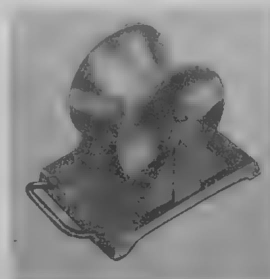


Bild 3. Rolle aus 3 mm starkem Stahlblech, 120 mm Kehlung, mit geschlossenen, gut gedichteten Kugellagern, auf Stahlblechgrundplatte mit Traggriff.

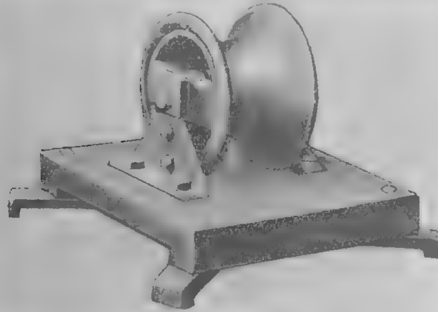


Bild 4. Rolle aus Gußeisen, 120 mm Kehlung, auf kräftiger Holzplatte montiert, mit auskragenden Füßen zur Erhöhung der Standfestigkeit bei besonders schweren Kabeln.

hyperboloidförmige Rolle zum Tragen und Führen des Erdkabels leicht drehbar gelagert (Bilder) (→ Kabelleitrolle, → Eckrolle, → Kabelauslegung unter 2.).
Stegmann

Erdkurzschluß → Induktion durch Starkstromanlagen, → Kurzschlußstrom.

Erdmagnetfeld. Das E. kann durch einen im Erdzentrum gelegenen magnetischen Dipol angenähert werden. Die beste Näherung wird erzielt, wenn die verlängerte Dipolachse (geomagnetische Achse) die Erdoberfläche in den Punkten 78,3° S; 111° E (geomagnetischer Südpol) und 78,3° N; 69° W (geomagnetischer Nordpol) durchstößt. Die geomagnetische Achse und die Rotationsachse der Erde fallen nicht zusammen. Die Näherung wird verbessert, wenn der Dipol in Richtung 6,5° N; 161,8° E um 342 km versetzt wird (exzentrischer Dipol). Die Beschreibung des Erdmagnetfeldes durch geomagnetische Koordinaten geht vom zentrischen Dipolsystem aus. Die geomagnetische Breite wächst vom geomagnetischen Äquator (0°) zu den geomagnetischen Polen (90°) an. Der Nullmeridian enthält außer den geomagnetischen Polen auch den geographischen Südpol, in Ostrichtung nimmt die geomagnetische Länge von 0° bis 360° zu. In Analogie zur Ortszeit wird eine geomagnetische Zeit definiert.

Das reale Magnetfeld weist erhebliche lokale Abweichungen von der Dipolnäherung auf, hauptsächlich wegen abnormaler magnetischer Eigenschaften von Gesteinen und Erzen. Dieses Feld wird für die Erdoberfläche durch Weltkarten mit isomagnetischen Linien der einzelnen magnetischen Größen dargestellt. Diese Größen sind Totalintensität (F), Horizontalintensität (H), Vertikalintensität (Z), Deklination (D) und Inklination (I). D ist der Winkel zwischen der Horizontalkomponente und der Nordrichtung, I der Winkel zwischen der Horizontalkomponente und dem Gesamtfeld. Die Totalintensität liegt etwa im Bereich von 0,25 bis 0,7 Gauß. Zur Beschreibung des Feldes reicht jeweils ein Satz von drei unabhängigen Größen aus.

Am weitesten verbreitet sind Karten mit Linien gleicher Deklination (Isogonen), gleicher Inklination (Isoklinen) und gleicher Totalintensität (Isodynamen). Wegen der Säkular-Variation (s. u.) werden magnetische Weltkarten alle 5 Jahre neu herausgegeben. Die Inklinationspole haben die geographischen Koordinaten 76,0° N; 102,0° W (magnetischer Nordpol) bzw. 68,2° S; 145,4° E (magnetischer Südpol). Der magnetische Äquator ist die Verbindungslinie der Punkte mit der Inklination 0°. Für nicht zu große Höhen wird eine magnetische Breite λ durch $\mathrm{tg}\, I = 2\, \mathrm{tg}\, \lambda$ definiert (an den magnetischen Polen ist $\lambda = 90°$ und am magnetischen Äquator $\lambda = 0°$).

Die Dipolnäherung und die magnetischen Weltkarten können nur in der Nähe der Erdoberfläche angewendet werden. Das Feld in größeren Höhen wird aus einer Entwicklung des magnetischen Potentials nach Kugelfunktionen abgeleitet. Diese Technik erlaubt es, zwischen inneren und äußeren Quellen des Erdmagnetfeldes zu unterscheiden, dabei zeigt sich, daß nur größenordnungsmäßig 0,1% des Feldes auf äußere Ursachen zurückzuführen sind. Man nimmt an, daß der Erdmagnetismus durch elektrische Ströme im flüssigen Erdkern hervorgerufen wird. Durch Wechselwirkung mit der gut leitenden, infolge der Erdrotation bewegten Flüssigkeit kann ein ursprünglich schwaches Magnetfeld verstärkt werden. Mit dieser Dynamotheorie des Erdmagnetismus läßt sich das magnetische Dipolfeld der Erde erklären. Langsame Veränderungen des Stromsystems im Erdinnern verursachen die Säkular-Variation, eine Wanderung der Magnetpole und regionaler Anomalien.

Neben der Säkular-Variation werden schnelle Veränderungen des Magnetfeldes mit Amplituden in der Größenordnung von 0,1% des Hauptfeldes beobachtet, als Maß für die Variationen des Feldes wurde daher eine neue Einheit, $1\,\gamma = 10^{-5}$ Gauß, eingeführt.

Am auffälligsten sind tagesperiodische Schwankungen, die hauptsächlich auf Stromsysteme in der → Ionosphäre zurückzuführen sind, die infolge der Erdrotation umlaufen. Zu einem geringeren Teil werden diese Variationen auch durch induzierte Ströme im Erdinnern bewirkt. Die ionosphärischen Stromsysteme entstehen durch einen Dynamoeffekt: Gezeitenkräfte bewegen die Luftmassen durch das Erdmagnetfeld, starke Ströme (Größenordnung 10^5 A) entstehen, wenn die Luft, wie in der Ionosphäre, eine hohe Leitfähigkeit hat. Je nach ihrer Ursache nennt man die Ströme Sq-Stromsysteme (S von Sonne, q von quiet) bzw. L-Systeme (L von Luna). Die Amplitude der tagesperiodischen Variationen nimmt mit der Leitfähigkeit der Ionosphäre zu, daher ist sie tags größer als nachts, im Winter größer als im Sommer, sie folgt dem Fleckenzyklus der Sonne und wird nach solaren Eruptionen größer (solar flare effect). Besonders stark sind die Ströme am magnetischen Inklinationsäquator, hier fließt der sogenannte äquatoriale Elektrojet.

Neben den regelmäßigen Sq- und L-Variationen wird eine unregelmäßige magnetische Unruhe beobachtet, deren Amplitude bei starken magnetischen Stürmen

3000 Gamma erreichen kann. Sie sind eine Folge des Aufpralls solarer Plasmawolken auf das E. Dadurch entstehen elektrische Felder, die Ströme in der Ionosphäre bewirken, außerdem werden Ringströme im Strahlungsgürtel der Erde hervorgerufen. Diese Ströme beeinflussen vor allem die Horizontalkomponente des E., die während der einzelnen Phasen eines magnetischen Sturmes charakteristische Variationen aufweist (sudden commencement, initial phase, main phase, recovery phase). Lokal begrenzte magnetische Stürme treten besonders häufig in den Polarlichtzonen (→ Polarlichtstörung) auf (elementary polar storms). Sie sind begleitet von starken ionosphärischen Strömen, den polaren Elektrojets, die durch charakteristische Bay-Störungen in den Magnetogrammen erkennbar sind. Magnetische Störungen sehr geringer Amplitude sind Mikropulsationen, Schwingungen mit Periodendauern von einigen zehntel Sekunden bis zu einigen Minuten und Amplituden in der Größenordnung von einigen Gamma (→ Magnetosphäre). Die erdmagnetische Aktivität wird durch magnetische Indizes gemessen, z. B. die internationale tägliche Charakterzahl C_I, die mit 21facher Unterteilung nach bestimmten Regeln den Durchschnittswert der in allen magnetischen Observatorien der Erde gemessenen Störung angibt. Ein dreistündiger Index ist der planetarische K_p-Index, der eine 28fache Unterteilung aufweist.

Literatur: S. Natsushita und W. H. Campbell (Hrsg.), »Physics of Geomagnetic Phenomena«, Academic Press Inc., 1965 — S. Chapman und J. Bartels, »Geomagnetism«, Oxford University Press, 1962.
Jacobs

Erdmagnetismus (Dynamotheorie) → Erdmagnetfeld.

Erdoberfläche, Bedeutung für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Infolge der endlichen elektrischen Leitfähigkeit des Erdbodens (→ Bodenleitfähigkeit) folgt ein Teil der von einer Sendeantenne ausgehenden elektromagnetischen Wellen der Erdkrümmung und wird entlang der Erdoberfläche geführt (→ Bodenwelle). Es tritt Beugung ein. Energieentzug längs der Erdoberfläche führt dabei zu einer Dämpfung der Bodenwelle. Beim Fortschreiten einer elektromagn. Welle längs der Erdoberfläche nimmt daher die Wellenamplitude ständig ab. In großer Entfernung r (Fernzone, $r \gg \lambda$) von der Sendeantenne der effektiven Länge h_{eff} (Strahlhöhe) wird daher der Scheitelwert der (räumlichen) Feldstärkeamplitude E am Ort der Empfangsantenne, wenn Z_0 der Wellenwiderstand des leeren Raumes, λ die Wellenlänge und I_{max} der Effektivwert des Stromes im Strombauch der Sendeantenne bedeutet,

$$E = \frac{Z_0 I_{max} h_{eff}}{\lambda r} \sqrt{\frac{\vartheta}{\sin \vartheta}}\, e^{-\delta r/\sqrt{\lambda}}.$$

Darin berücksichtigt der Winkel ϑ, den Radien vom Erdmittelpunkt zum Sende- und Empfangsort einschließen, die Erdkrümmung und der Absorptionsfaktor δ die Dämpfung der Erde durch Energieabsorption. Der Wert von δ muß meist empirisch gefunden werden; er hängt von Bodenbeschaffenheit und Wellenlänge ab und liegt für offenes Gelände nach Messungen von Faßbender, Eisner und Kurlbaum zwischen 0,01 $km^{-1/2}$ und 0,003 $km^{-1/2}$. In Stadtgebieten nimmt δ Werte bis um 0,3 $km^{-1/2}$ an.

Der in den Erdboden eindringende Anteil der Welle ruft dort durch Induktionswirkung eine in den Luftraum stetig übergehende horizontale elektr. Feldkomponente in Ausbreitungsrichtung hervor, welche gegenüber der vertikalen Komponente zeitlich phasenverschoben ist. Über der Erdoberfläche bildet das elektr. Feld daher Drehfeldellipsen in der Meridianebene des Senders (elliptisches Drehfeld), deren große Achse in Ausbreitungsrichtung geneigt ist (sog. Zenneck-Welle), was eine in Fortpflanzungsrichtung geneigte Wellenfront bedeutet. Auf die Erdoberfläche auftreffende Raumwellen werden reflektiert. Mit zunehmender Frequenz ($f >$ 300 MHz) erfolgt dabei diffuse Reflexion, was für die Funkmeßtechnik von Bedeutung ist. → Reflexion von Wellen.

Literatur: P. Beckmann: Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. 2. Aufl., Leipzig 1948 — H. Meinke u. F. W. Gundlach: Taschenbuch der HF-Technik, 2. Aufl., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962 — W. O. Schumann: Elektrische Wellen, München 1948. A. von Weiss: Übersicht üb. d. theoret. Elektrotechnik, Teil I. Physikalisch-mathemat. Grundlagen, 3. Aufl., Prien 1965 — H. Zuhrt: Elektromagnetische Strahlungsfelder, Berlin 1953.
v. Weiss

Erdöl → Mineralöl, → Petroleum.

Erdpech → Asphalt.

Erdsatellit → Satellit.

Erdschatten → Beugung.

Erdschluß, fehlerhafte galvanische Verbindung einer Leitung bzw. einer Ader mit Erde. E. in Hochspannungsanlagen der Elektrizitätsunternehmen und in Oberleitungen von Gleisstrecken kann eine Gefährdung und Störung von Fernmeldeleitungen hervorrufen. Letzteres gilt auch für induktive Beeinflussung (→ Induktion durch Starkstromanlagen, → Kurzschlußstrom).

Erdschlußreststrom → Induktion durch Starkstromanlagen.

Erdschlußüberwachungseinrichtung → Induktion durch Starkstromanlagen, → Leitungsnetz für Feuermeldeanlagen.

Erdschlußwischer → Induktion durch Starkstromanlagen.

Erdseil → Kompensation durch geerdete Leiter.

Erdseilstrom → Induktion durch Starkstromanlagen.

Erdströme. 1. E. natürlichen Ursprungs hängen mit dem Erdmagnetismus zusammen und konnten bei magnetischen Stürmen zeitweise beträchtliche Störungen im Telegrafenbetrieb mit Erdrückleitung hervorrufen. Heute als Störung kaum noch Bedeutung.
2. E., die teils als Rückleitungsströme, teils als induzierte Ströme von Starkstromanlagen (elektrische Bahnen, Großsenderanlagen u. dgl.) herrühren und in benachbarten Fernmeldeleitungen Geräuschspannungen (→ Erdgeräusche) hervorrufen können.

Erdübergangswiderstand kompensierender Leitungen → Kompensation durch geerdete Leiter.

Erdüberhöhung → Streckenprofil.

Erdumlaufecho → Echo (ionosphärisches).

Erdung. Wird ein Punkt eines Betriebsstromkreises oder ein nicht zu einem Betriebsstromkreis gehörender leitfähiger Teil einer Anlage über eine → Erdungsanlage mit der → Erde verbunden, so ist er »geerdet«. Es werden unterschieden: Betriebs-E. ist die E. eines zum Betriebsstromkreis gehörenden Anlageteils (z. B. ein Pol einer Stromquelle in Fernmeldeanlagen); Schutz-E. ist die E. eines nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Teiles der Betriebsmittel oder der Anlage zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen und gegen Brandgefahr; Beeinflussungsschutz-E. ist die E. der Fernmeldeanlagen zum Schutz gegen Beeinflussungsspannungen; Blitzschutz-E. ist die E. der Blitzschutzanlage von Bauwerken oder einzelner metallener Bauteile zum Ableiten von Blitzströmen zur Erde — ebenso wird darunter der Schutz von Fernmeldeanlagen und ihrer Bauteile gegen atmosphärische Entladungen verstanden; sternförmige E. ist die sternförmige Zusammenfassung von E.-Leitungen mehrerer Geräte an einen geerdeten Sternpunkt; Flächen-E. ist die maschenförmige Zusammenfassung von zu erdenden leitfähigen Teilen der Fernmeldeanlagen untereinander und mit den Erdern (→ Schutzerdung).

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Vetter und Hanning, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen mit Starkstromanschluß an ein Niederspannungsfreileitungsnetz, NTZ, Bd. 15 (1962) H. 1 — Busch-Ziegler-Dreutler, Erdungen und Schutzmaßnahmen in der Nachrichtentechnik, Siemens-Z. 34. Jahrg. (1960) H. 8 — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Verlag Schiele & Schön, Berlin — Warmers und Ziegler, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen, NTZ (1959) H. 10 — Richtlinien über Erdung und Schutzmaßnahmen in Fernmeldeanlagen, herausgegeben vom Fernmeldetechnischen Zentralamt.

Stegmann

Erdung von Betriebsbatterien. Aus betrieblichen Gründen wird in Fernmeldeanlagen immer ein Pol der Gleichstromquelle geerdet. In Vermittlungsanlagen ist es der Pluspol und in Übertragungsanlagen der Minuspol. In Wählvermittlungsanlagen erdet man den Pluspol, weil Gleichstrom infolge elektrolytischer Vorgänge sogenannte Materialwanderungen hervorruft, d. h., bei bereits geringen Isolationsfehlern transportiert der auftretende Fehlerstrom Metallteilchen vom positiven nach dem negativen Pol. Hierbei wird am Pluspol das Material abgebaut und am Minuspol das Material angeschwemmt. Wäre also der negative Pol geerdet, dann hätten z. B. die dünnen Kupferdrähte eines Relais gegen die sie umgebenden Eisenteile (Eisenkern) ein hohes Spannungsgefälle von plus nach minus. Es würden dann Kupferteilchen des Drahtes nach dem Eisenkern des Relais transportiert werden. Die Folge wäre, daß in kurzer Zeit der Kupferdraht durch Materialwanderung (Korrosion) zerstört würde, wohingegen bei geerdetem Pluspol in Fernmeldeanlagen mit Betriebsspannungen bis 60 V eine Materialwanderung vom Gehäuse nach dem Spulendraht nicht schadet. In der Verstärkertechnik erfordern die Röhren aus technischen Gründen eine positive Anodenspannung (Plus-212-V-Anlage). Es muß also die indirekt geheizte Kathode der Verstärkerröhre, d. i. der Minus-Pol der Stromquelle, geerdet sein. Ein weiterer Grund für die E. des Minuspoles sind elektrolytische Vorgänge an und in Isoliermaterialien (Röhrensockel). Durch die Luftfeuchte wird in geringen Mengen Wasser niedergeschlagen, das als Elektrolyt wirkt. Dadurch können Ionen (positive Metallteilchen) über und durch das Isoliermaterial vom Pluspol nach dem Minuspol wandern. Der Pluspol, von dem Metallteilchen losgerissen werden, wird angefressen. Am Minuspol wird das Material angelagert, und um den Pol bildet sich ein Feuchtigkeitsring, der die Isolation herabsetzt. Bei E. des Pluspols würde der am spannungsführenden Minuspol entstehende Feuchtigkeitsring den Isolationswiderstand gegenüber dem Gehäuse bzw. den anderen Elektroden herabsetzen. Es könnte sogar zum Kurzschluß durch Kriechströme kommen, deshalb legt man bei Anlagen mit höheren Betriebsspannungen immer den Minuspol an Erde.

Bei den neuen verbesserten Isolierstoffen kommt diesen Erscheinungen nicht mehr die ausschlaggebende Bedeutung zu wie bei den früheren Isolierstoffen. Um aber jede Möglichkeit einer Korrosion auszuschalten, wird bei Spannungen von 60 V und darüber auch heute die E. des Minuspols beibehalten. Bei der Telegrafie wird für die Zeichengabe sowohl eine Spannung −60 V als auch eine Spannung +60 V benötigt (Zeichen- und Trennstrom). Bei diesen Anlagen wird die Batterie-Mitte geerdet. Da die Stromversorgung bei der Telegrafie als eine Plus/Minus-Anlage anzusehen ist, muß auch E. des negativen Pols in Betracht gezogen werden (E. negativ gegenüber der Betriebsspannung +60 V). *Vetter*

Erdungsanlage ist die Gesamtheit aller miteinander leitend verbundenen → Erder mit ihren → Erdungsleitungen und ggf. der → Erdungssammelleitung. E. sollen eine niederohmige Verbindung zwischen Fernmeldeanlagen und dem Erdreich ermöglichen, um 1. das Erdreich als Teil eines Betriebsstromkreises zu verwenden, 2. eindeutig bestimmte Bezugspotentiale festzulegen (z. B. bei Flächenerdung, bei Messungen oder für die Symmetrie), 3. das Ansprechen von Schutzeinrichtungen zu ermöglichen, 4. störende und gefährdende Ströme in das Erdreich abzuleiten und 5. gegen zu hohe Berührungsspannung zu schützen.

E. wurden früher als Strahlen-E., jetzt werden sie als Flächen-E. ausgeführt. Bei der Stern- oder Strahlenerdung werden alle Erdungsleitungen von den einzelnen Erdern und den Anlageteilen (für die Betriebserdung bzw. Schutzerdung getrennt) sternförmig an die Erdungssammelschiene geführt. Bei der Flächenerdung wird die Erdungssammelleitung als Erdungsringleitung ausgeführt. Im Kellergeschoß des Fernmeldegebäudes wird eine Ringleitung mit einem Kupferquerschnitt von mindestens 120 mm² verlegt. Alle metallischen Leiter (Kabel, Leitungsrohre usw.), die in das Gebäude führen, alle Erder und alle Teile der Fernmeldeanlage, die aus Betriebs- oder Sicherheitsgründen geerdet werden müssen, werden an dem nächstmöglichen Punkt des Ringleiters angeschlossen. Außerdem werden Betriebs- und Schutzerdungen an möglichst vielen Stellen

untereinander vermascht. Alle Stahlteile des Gebäudes und die Eisenbewehrungen seiner Betonteile sind sooft wie möglich an die Ringleitung anzuschließen. Die Blitzschutzanlage wird mehrfach mit der Ringleitung verbunden, um Überschläge auf Kabel oder technische Einrichtungen zu verhindern.

Durch die Flächenerdung werden die zwischen den Erdern u. U. auftretenden Spannungsdifferenzen ausgeglichen, Ausgleichsströme im Erdungsleitungsnetz der technischen Einrichtung weitgehend vermieden und Störspannungen — besonders in Trägerfrequenzleitungen — unterdrückt.

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Vetter und Hanning, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen mit Starkstromanschluß an ein Niederspannungsfreileitungsnetz, NTZ, Bd. 15 (1962) H. 1 — Busch-Ziegler-Dreutler, Erdungen und Schutzmaßnahmen in der Nachrichtentechnik, Siemens-Z., 34. Jahrg. (1960) H. 8 — Warmers und Ziegler, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen, NTZ (1959) H. 10 — Sältzer, Schutz der Fernmeldeanlagen gegen Starkstrom, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Januar 1965 — Richtlinien über Erdung und Schutzmaßnahmen in Fernmeldeanlagen, herausgegeben vom Fernmeldetechnischen Zentralamt. *Stegmann*

Erdungsdrossel → Schutzmaßnahmen.

Erdungselektrode → Seekabelspeisung.

Erdungskabel → Seekabelaufbau und Seekabelspeisung.

Erdungsleitung wird eine Leitung genannt, die den → Erder mit der zu erdenden Fernmeldeanlage oder mit der → Erdungssammelleitung verbindet, soweit sie außerhalb des Erdreichs oder isoliert im Erdreich verlegt ist. Auch die Leitungen von den zu erdenden Teilen der Fernmeldeanlage nach der Erdungssammelleitung werden als E. bezeichnet. Für die E. ist auch die Bezeichnung Erdleitung gebräuchlich. (→ Erdung, → Erdungsanlage, → Erder).

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter.

Erdungsmeßkoffer → Erdungsmessungen.

Erdungsmessungen. Teile elektrischer Anlagen, die Erdpotential haben sollen, müssen leitend mit der Erde verbunden werden. Der Widerstand eines solchen Erders zwischen Anschlußklemme und Erde darf im allgemeinen einen Höchstwert nicht überschreiten. Dieser hängt von der Art der elektrischen Anlage ab. Will man den Widerstand R_x eines Erders X messen, so müssen zwei Hilfserder (Sonden) Y und Z mit den Widerständen R_y und R_z zur Verfügung stehen.

1. Die Meßschaltung von Nippoldt (Bild 1). Diese Brückenschaltung besitzt zwischen den Punkten C und D einen Schleifdraht. Sie wird durch Verschieben des Gleitkontaktes (Punkt A) abgeglichen. Man führt drei Messungen aus:

1. X an C und Y an B, Meßergebnis $R_1 = R_x + R_y$,
2. Z an C und Y an B, Meßergebnis $R_2 = R_z + R_y$,
3. Z an C und X an B, Meßergebnis $R_3 = R_z + R_x$.

Hieraus berechnet man

$R_x = (R_1 + R_3 - R_2)/2$,
$R_y = (R_1 + R_2 - R_3)/2$ und
$R_z = (R_2 + R_3 - R_1)/2$.

Man erhält also aus drei Messungen alle drei Erderwiderstände. Man verwendet bei allen Erdungsmessungen Wechselstrom, z. B. den von einfachen Unterbrechersummern oder von Kurbelinduktoren, um Polarisationserscheinungen zu vermeiden, die den Erderwiderstand verändern und so das Meßergebnis fälschen.

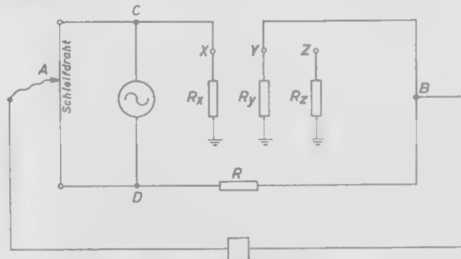


Bild 1. Meßschaltung von Nippoldt.

Die weitere Entwicklung der Meßverfahren zielt darauf hin, die Zahl der notwendigen Messungen zu verkleinern und das Meßergebnis möglichst ohne zeitraubende Berechnungen zu erhalten.

2. Das Meßverfahren von Wiechert (Bild 2). Man gleicht die Brücke zunächst in Schalterstellung 1

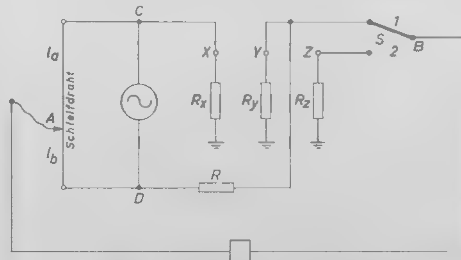


Bild 2. Meßverfahren von Wiechert.

ab und bildet das Verhältnis der Teillängen des Schleifdrahtes $v_1 = l_{a1}/l_{b1}$. Der zweite Abgleich in Schalterstellung 2 liefert das Schleifdrahtverhältnis $v_2 = l_{a2}/l_{b2}$. Dann ist $R_x = R v_2 (1 + v_1)/(1 + v_2)$ und

$$R_y = R (v_1 - v_2)/(1 + v_2).$$

Der Hilfserder Z liegt beim Abgleich in Schalterstellung 2 im Zweige des Nullinstruments (Kopfhörer). Sein Widerstand R_z geht deshalb nicht in das Meßergebnis ein. Man erhält also mit zwei Messungen die beiden Widerstände R_x und R_y.

3. Die Meßschaltung von Stössel (Bild 3). In Schalterstellung 1 wird die Brücke durch Einstellen des Kontaktes B abgeglichen. Dann ist, weil $R_a = R_b$ ist, $r_1 + r_2 + R_1 = R_x + R_y + R_2$, also auch $i_1 = i_2$. In Schalterstellung 2 bleibt der Kontakt B unverändert. Die Brücke wird durch Einstellen des Schleifdrahtkontaktes C_2 abgeglichen. Weil jetzt bei Stromlosigkeit im Nullzweig C_2-D_2 wieder $i_1 = i_2$ ist, muß

$R_x = R_1$ sein. Man liest also den Wert von R_x unmittelbar an der Teilung des Schleifdrahtes ab.

Die Widerstände der Hilfserder Z und Y gehen also nicht in das Meßergebnis ein.

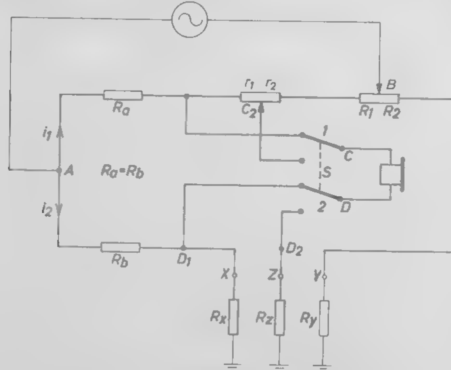


Bild 3. Meßschaltung von Stössel.

4. Das Verfahren von Behrendt (Bild 4). Bei diesem Kompensationsverfahren ist der Nullanzeiger stromlos, wenn $i_1 R_x = i_2 r$, also $R_x = r\, i_2/i_1 = r\, w_1/w_2$ ist.

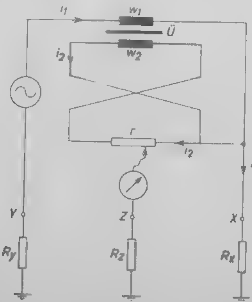


Bild 4. Meßverfahren von Behrendt.

Haben die beiden Wicklungen des Übertragers $Ü$ gleiche Windungszahlen, $w_1 = w_2$, so ist einfach $R_x = r$.

Bei abgeglichener Schaltung ist der Hilfserder Z stromlos. Sein Widerstand R_z geht deshalb nicht in das Meßergebnis ein. Das gilt auch für den Widerstand R_y des Hilfserders Y. Dieser liegt in der Stromzuführung. Man erhält also mit einer Messung nur den Widerstand R_x, den man unmittelbar an der Teilung des Widerstandes r ablesen kann.

Geräte für Erdungsmessungen werden oft als tragbare Erdungsmeßkoffer hergestellt. Auch findet man sie als wählbare Schaltung in Kabelmeßkoffern. *Haak*

Erdungsplatte → Seekabelspeisung.

Erdungsringleitung → Erdungsanlage.

Erdungssammelleitung ist der Leiter, über den die Erdleitungen mehrerer Erder und der zu erdenden Anlageteile untereinander verbunden sind. Die E. wird als Erdungssammelschiene, Erdungsringleitung oder Erdungsklemme ausgeführt (→ Erdungsanlage). Die E. stellt das Nullpotential für alle Fernmeldeanlagen im Gebäude dar.

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Vetter und Hanning, Die Flächenerdung in Fernmeldeanlagen mit Starkstromanschluß an ein Niederspannungsfreileitungsnetz, NTZ Bd. 15 (1962) H. 1 — Busch Ziegler/Dreutler, Erdungen und Schutzmaßnahmen in der Nachrichtentechnik, Siemens-Z. 34. Jahrg. (1960) H. 8 — Hutz, Luftkabel, Entwicklung und Anwendung und Bauweise, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Mai 1967.

Erdungswiderstand ist die Summe vom Ausbreitungswiderstand des → Erders und dem Widerstand der Erdungsleitung. Für den Betrieb und zum Ansprechen der Schutzeinrichtungen darf bei den verschiedenen Einrichtungen der Fernmeldetechnik je nach deren Umfang und Eigenart der E. bestimmte Höchstwerte nicht überschreiten. In der Tabelle sind die dafür zulässigen Höchstwerte des E. angegeben. Dabei handelt es sich teilweise um den Gesamtwiderstand (Verbundwiderstand) aller in einer → Erdungsanlage zusammengeschlossenen Erder und Erdleitungen. Bei der Neueinrichtung sind bessere (d. h. niedere) Werte anzustreben, da der Ausbreitungswiderstand erfahrungsgemäß infolge von Außeneinflüssen, z. B. Oxydation der Erder, im Laufe der Zeit ansteigt.

Tabelle. Zulässige Höchstwerte der Erdungswiderstände von Erdungsanlagen für Fernmeldeeinrichtungen.

Lfd. Nr.	Art der Fernmeldeeinrichtung	Ausbreitungswiderstände $R_A[\Omega]$
1	a) Überführungs- und Verzweigungsstellen b) Teilnehmerendstellen c) Sirenenweichen d) Warnstellenweichen e) Wählsterneinrichtungen[1]) f) Gemeinschaftsumschalter	30
2	OVSt bis 500 AE und Nebenstellenanlagen bis 500 Anschlußorganen	10
3	OVSt über 500 AE bis 1000 AE und Nebenstellenanlagen über 500 bis 1000 Anschlußorganen	5
4	a) OVSt über 1000 AE bis 2000 AE und Nebenstellenanlagen über 1000 bis 2000 Anschlußorganen b) NFVrSt, TFVrSt bzw. UTFVrSt[2]) c) FuÜSt mit eingeführten Kabeln[3])	2
5	a) OVSt über 2000 AE und Nebenstellenanlagen über 2000 Anschlußorganen b) FernVSt (ZVSt, HVSt, KVSt) c) Tn- und TVVrSt[4]) d) TÜSt[5])	0,5

[1]) Bei WStE 53 jedoch 25 Ω

[2]) NFVrSt .... Niederfrequenz-Verstärkerstelle
TFVrSt .... Trägerfrequenz-Verstärkerstelle
UTFVrSt .... Unbesetzte Trägerfrequenz-Verstärkerstelle

[3]) FuÜSt .... Funkübertragungsstelle

[4]) TnVrSt .... Ton-Verstärkerstelle
TVVrSt .... Fernseh-Verstärkerstelle

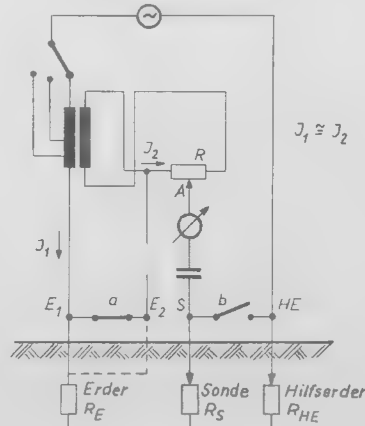
[5]) TÜSt .... Telegrafen-Übertragungsstelle

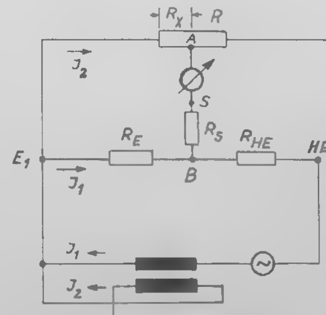
Sofern als Blitzschutz- und Beeinflussungsschutzerdung die Betriebserdung nicht mitbenutzt werden kann — dies ist in der Regel bei Überführungs- und

Verzweigungsstellen im Netz und bei Teilnehmerendstellen (Fälle 1a und 1b der Tabelle) der Fall —, brauchen die Werte der Tabelle nicht eingehalten zu werden. Alle in der Nähe der Schalteinheit (z. B. Kabelverzweiger) oder der Teilnehmerendstelle etwa vorhandenen Anlagen sind zum Zweck des Potentialausgleichs an eine → Erdungssammelleitung anzuschließen. Dieser schützt zuverlässiger als ein besonders niedriger E. Sofern ein Potentialausgleich wegen fehlender Anlagen nicht durchgeführt werden kann, muß die Erdungsanlage so gebaut werden, daß die Werte in der Tabelle eingehalten werden. Es genügt dabei als Erder für die unter Nummer 1 der Tabelle aufgestellten Fernmeldeeinrichtungen im allgemeinen ein Tiefenerder von etwa 10 m oder ein Oberflächenerder von etwa 25 m. Soweit Erdungsanlagen gleichzeitig Teil einer Schutzmaßnahme gemäß VDE 0100 (Bestimmung für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannung bis 1000 Volt) sind, muß der jeweils niedrigste geforderte Wert nach dieser Vorschrift oder nach Tabelle 1 eingehalten werden. Der gemäß VDE 0100 einzuhaltende Schutzerdungswiderstand errechnet sich aus $R_s = 65\ \text{Volt}/J_a$, wobei 65 Volt als höchstzulässige Berührungsspannung gilt und J_a der Strom ist, bei dem die vorgeschaltete Überstromsicherung auslöst. Der Abschaltstrom beträgt $J_a = J_N \cdot k$, wobei J_N der Nennstrom und k der Auslösefaktor der Überstromsicherung sind. Die Werte für k sind VDE 0100 § 9 zu entnehmen.

Die Messung des E. erfolgt mit Wechselstrom durch Spannungsvergleich mit einem Nullinstrument. Zum Erdungsmeßgerät (Schaltung siehe Bild) gehören zwei Erdspieße als Sonde und Hilfserder. Die Zuleitungen müssen eindrähtig sein und so verlegt werden, daß keine Kopplungen zwischen ihnen auftreten können.

Die Sonde muß außerhalb des Spannungstrichters der zu messenden Erde in den Boden (→ Bezugserde) in etwa 50 m Entfernung vom Erder eingetrieben werden. Sie darf nicht in unmittelbarer Nähe von Kabeln mit Metallmantel oder von metallenen Rohren sein. In gleichem Abstand von der Sonde ist die Hilfserde so einzusetzen, daß Erder, Sonde und Hilfserder etwa auf einer Geraden liegen und Erder und Hilfserder etwa 100 m Abstand haben. Der E. der Sonde und der Hilfserder gehen in die Messungen nicht ein. Im allg. genügen 40 bis 50 cm lange Erdspieße. Bei kurzen Zuleitungen (bis 5 m) nach dem Erderanschluß am Meßgerät ist die Kurzschlußbrücke a geschlossen. Der Widerstand der kurzen Zuleitung geht in das Meßergebnis ein, er ist jedoch gegenüber dem E. vernachlässigbar klein. Ist die Zuleitung jedoch länger (über 5 m), so kann ihr Widerstand das Meßergebnis verfälschen. Es wird der Kurzschluß a aufgehoben und eine zweite Zuleitung nach dem Erder vom Punkt E_2 verlegt. Der gemeinsame Potentialpunkt für die Vergleichsmessung wird dadurch nach der Erde verlegt und der Widerstand der Zuleitung wird nicht mitgemessen. Die Messung erfolgt mit Wechselstrom aus einem kleinen batteriegespeisten Generator. Wenn der Abgleich erfolgt ist und das Instrument keinen Strom anzeigt, ist der Spannungsabfall an R und an R_x gleich groß. Da durch den Stromwandler bedingt der Strom J_2 über den Vergleichswiderstand stets dem Strom J_1 über den E. entspricht und bei einem Wandlerübersetzungsverhältnis von 1:1 gleich groß ist, gibt die Größe R_x den Wert R_A des E. an. Der Einfluß vagabundierender Gleichströme wird durch den Kondensator im Sondenkreis unterbunden. Der Spannungstrichter des Erders kann mit dem gleichen Verfahren gemessen werden. Die Sonde wird — in





Erdungswiderstandsmeßgerät.

der Nähe des Erders beginnend — in gleichmäßigen Abständen nacheinander in Richtung Hilfserder gesetzt. Die jeweiligen Widerstände werden gemessen und das Ergebnis in ein Diagramm eingetragen. Hat die Sonde den Rand des Spannungstrichters überschritten, ändert sich der Widerstandswert nicht mehr. Bei zu großer Annäherung der Sonde an den Hilfserderspieß steigt der Widerstand erneut an.

Der E. des Hilfserders geht in das Meßergebnis ein. Durch strahlenförmig vom Erder ausgehende Meßreihen kann das Gesamtbild des Spannungstrichters ermittelt werden. Die Messung des Widerstandes der Sprechstellenerdung wird mit Gleichstrom vom Amt aus ausgeführt. Es werden mit dem Ohmmeter die

Widerstände R_a = a-Ader + Sprechstellenerdung, R_b = b-Ader + Sprechstellenerdung und R = Schleifenwiderstand der a- und b-Ader gemessen. Der Widerstand der Sprechstellenerdung ist dann

$$R_E = \frac{1}{2}(R_a + R_b - R).$$

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP. Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter.

Stegmann

Erdunsymmetrie ist die Ungleichheit der Scheinwiderstände einer Leitung oder Schaltung zwischen den symmetrischen Klemmen und Erde (→ Symmetriemessung, → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen).

Erdwachs, Bergwachs, Ozokerit, ist ein zusammen mit Petroleum vorkommendes, fossiles Wachs und enthält gesättigte, hochmolekulare Paraffinkohlenwasserstoffe und geringe Mengen andersartiger Kohlenwasserstoffe. E. ist der feste Rückstand bei der Verdunstung paraffinreicher Erdöle. Es ist eine braune, grauschwarze oder schwarze, weiche bis spröde Masse. Seine Dichte beträgt 0,87—0,97, es schmilzt zwischen 50 und 100°C. Zeresin ist ein umgeschmolzenes, raffiniertes und entfärbtes E. Es findet als Isoliermasse und für Stopfstellen in der Kabeltechnik Verwendung.

Erdwiderstand, spezifischer, ist der Widerstand eines Würfels Erdreich von 1 m Kantenlänge zwischen zwei gegenüberliegenden Würfelflächen. Er wird in Ωm²/m = Ωm gemessen und hat folgende Werte:

blauer Ton	10 Ωm
Mergel, Torf (feucht), Moorboden	30 Ωm
Mergel, Torf (trocken)	80 Ωm
Lehm, tonhaltiger Boden	100 Ωm
feiner, feuchter Sand	150 Ωm
grober, feuchter Sand	200 Ωm
feiner, trockener Sand	740 Ωm
grober, trockener Sand, trockener Kies	1000 Ωm
steiniger Boden	3000 Ωm
Mutterfels, Basalt, Schiefer	7500 Ωm
kompakter Fels, Beton	75000 Ωm
Granit, Gneis oder Marmor	30 Mio Ωm

Für die Messung des s. E. wird das gleiche Meßgerät wie für die Messung des → Erdungswiderstandes R_x, aber mit vier Erdungsspießen, benutzt. Die vier Spieße werden in gleichem Abstand e voneinander in einer Reihe in den Boden getrieben und der Reihenfolge nach an die Klemmen E_1, E_2, S und HE bei geöffneten Schaltern a und b angeschlossen. Es wird mit einem Erdspießabstand e von 1 m begonnen. Für die weiteren Messungen werden die Spießabstände um je einen Meter vergrößert. Die Messung wird bis zu einem Spießabstand von etwa 15 m durchgeführt. Aus den Werten e (m) und R_x (Ω) ergibt sich der s. E. ϱ (Ωm).

$$\varrho = 2 \cdot \pi \cdot e \cdot R_x .$$

Dieser bezieht sich auf das Erdreich unter der Meßstrecke bis zu einer Tiefe, die jeweils dem Erdspießabstand e entspricht. Bleibt ϱ konstant, dann ist das Erdreich homogen. Wird ϱ größer, dann sind die durch die Messung erfaßten unteren Erdlagen schlechter leitend; wird ϱ kleiner, dann sind die unteren Schichten besser leitend. Aus dem so gemessenen s. E. kann die notwendige Länge eines einzubauenden Tiefenerders für eine bestimmte Widerstandsforderung ermittelt werden. Der vorauszuberechnende Erdungswiderstand eines Tiefenerders ergibt sich aus der Formel

$$W = \frac{1}{\sum \frac{1}{\varrho}} (\Omega) .$$

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter.

Stegmann

Erdwiderstandsprüfer. Mit dem im → Prüftisch eingebauten E. lassen sich Erdwiderstände von 0–35 Ohm messen. Bei in der Teilnehmersprechstelle kurzgeschlossenen und mit der Erdleitung verbundenen a/b-Adern wird nach Anlegen der Prüfspannung von 100 V der gesuchte Erdwiderstand von einem konstanten Strom von 20 mA durchflossen. Der am Erdwiderstand auftretende Spannungsabfall wird am Anzeigeinstrument angezeigt. Um Meßfehler durch Fremdspannungen klein zu halten, ändert man die Richtung des Stromes im 3,8 Hz Rhythmus.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 21.

Ereignis. Unter einem Ereignis versteht man in der Nachrichtentechnik im allgemeinen das Eintreten oder Nichteintreten von irgend etwas, z. B. das Auftreten eines bestimmten → Zeichens oder Symbols. Man unterscheidet zwischen Elementarereignissen, die sich nicht weiter in andere Ereignisse zerlegen lassen und zusammengesetzten Ereignissen. Das Eintreten eines bestimmten Ereignisses, beispielsweise eines Buchstabens oder einer Ziffer, setzt einen geordneten Zeichenvorrat, also ein Alphabet voraus, in dem jedem Zeichen eine bestimmte Wahrscheinlichkeit seines Auftretens zugeordnet ist. Man bezeichnet die Gesamtheit aller möglichen Ereignisse mit den dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten ihres Auftretens als Ereignisfeld.

Erg ist der Name für die CGS-Einheit der Energie, Formelzeichen erg. Es gilt exakt

$$1\,\text{erg} = 10^{-7}\,\text{J}$$

in bezug auf die SI-Einheit Joule (J) der Energie.

Ergänzungsausstattung ist ein Begriff der Ausstattungsvorschriften für → Nebenstellenanlagen (NStAnl). Alle NStAnl müssen mindestens die Vorschriften (vorgeschriebenen Leistungsmerkmale) über die → Regelausstattung erfüllen und darüber hinaus den Anschluß der jeweils zugelassenen E. gestatten. Im Rahmen der Vorschriften über die E. (s. Beilage 5 zur Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen [ADA] VI, 3 A) können Sonderwünsche der Teilnehmer gegen besondere Gebühren erfüllt werden; so z. B. bei Reihenanlagen
die selbsttätige Amtsrufweiterschaltung,
die sichtbare Anzeige für die Übernahme eines Amtsgesprächs.

Ergänzungs-Netzwerke (EN) für Kabelanlagen dienen zur künstlichen Ergänzung der Leitungen von Spulenfeldern und werden in M u f f e n eingebaut geliefert wie die Pupinspulen.

Bespulte Leitungen sind mit dem An- oder Auslauffeld von 0,5 s am bestmöglichen nachbildbar; deshalb laufen Leitungen aller Kabel, die nachbildfähig sein müssen, entweder in der Kabellänge selbst mit dem halben Spulenfeld (0,5 s) an oder aus, oder sie müssen auf 0,5 s ergänzt werden. Diese Ergänzung wird mit EN durchgeführt. Ein ideales Ergänzungsnetzwerk müßte alle Leitungseigenschaften des Kabels mit der diesen eigenen Temperaturabhängigkeit nachbilden. Das ist aber teuer und technisch auch nicht notwendig, da der Scheinwiderstand des Kabels auch z. B. ohne Induktivitäts-Ergänzung genügend angepaßt nachbildbar ist. Das Fehlen der Kabel-Induktivitäts-Ergänzung wirkt sich störend erst bei Leitungen mit Pupinspulen kleiner Induktivität aus und kann in diesem Falle dann gut kompensiert werden durch eine entsprechende Verminderung der Ergänzungskapazität gemäß Scheinwiderstands-Ausdruck $\sqrt{L/C}$.

Die EN bestehen aus Kondensatoren (z. Z. Styroflex als Dielektrikum), die die Kapazität des Kabel-Verseilelementes, mit einer entsprechenden Korrektur der nicht nachgebildeten Induktivität von Kabel-Verseilelement und der Pupinspulen-Kapazität, nachbilden und aus praktisch temperaturunabhängigen Widerstandsdrähten, die den Leiterwiderstand des Kabel-Verseilelementes bei einer mittleren Kabeltemperatur von +8°C nachbilden. Die Netzwerke sind, von beiden Seiten gesehen, symmetrisch und werden für die tatsächlich fehlende Kabellänge an 0,5 s des An- oder Auslauffeldes aufgebaut.

Fassungsvermögen und Gewicht der EN-Muffen bei maximaler Bestückung betragen:

Muffen-größen	Muffen-bezeichnung	Fassungsvermögen Vierer-Ergänzungen	Fassungsvermögen Stamm-Ergänzungen	Gewicht bei max. Bestückung etwa kg
I	SpMIS *) / SpMIE **)	24	48	25 / 30
II	SpMIIS / SpMIIE	54	108	35 / 45
III	SpMIIIS / SpMIIIE	84	168	55 / 75
IV	SpMIVS / SpMIVE	140	280	80 / 100

*) S = Schachteinbau **) E = Erdverlegung

Für mehr als 140 Vierer-Ergänzungen oder mehr als 280 Stamm-Ergänzungen werden die üblichen gußeisernen Kästen vorgesehen. Das Fassungsvermögen für die Kästen beträgt:

Kasten-form	Fassungsvermögen Vierer-Ergänzungen		Fassungsvermögen Stamm-Ergänzungen	
VII a		(180)		(360)
VII b	160	(220)	320	(440)
VII c	200	(280)	400	(560)
VII d	230	(340)	460	(680)

Die in den Klammern angegebenen Stückzahlen an Ergänzungen neuen Aufbaues sind neue Ausführungsformen.

Die Muffen SpMI–IV mit EN werden für Lagerung auf den Trageschienen in den Kabelschächten (S) oder zum Einbau in Erdkabelstrecken (E) gebraucht. Für die Lagerung auf den Trageschienen werden die Muffen SpMI–III mit ausziehbaren Schienen versehen; die in Erdkabelstrecken einzubauenden Muffen haben keine Verlängerungsschienen, dafür aber ein Boden-Stahlblech (feuerverzinkt und mit Asphaltlack gestrichen), und es wird außerdem eine rote Kunststoff-Schutzhaube aus Polyester angebracht.

Bei Einführung von Aluminiummantel- oder Stahlwellmantel-Kabel in die EN-Muffen werden Vergußschalen über den vom Korrosionsschutz freigelegten Metallmantel-Teilen angebracht und mit Masse vollgegossen. *Knebel*

Ergebnisfehler → Fehlerbestimmung und Fehlergrenze.

Ergebnisschlüsselzahl. Zweistellige Zahl zur Verschlüsselung der Ergebnisse von Verkehrsbeobachtungen. Diese Ergebnisse sind beobachtete Störungen, Hemmungen, Teilnehmerfehler, erfolgreiche Verbindungen usw. Die E. wird in eine Zeichenlochkarte eingetragen oder in einen Lochstreifen neben der vom Teilnehmer gewählten Nummer gelocht. Mit Hilfe der E. können die Ergebnisse der Verkehrsbeobachtungen durch Datenverarbeitungsanlagen ausgewertet werden.

Ergiebigkeit einer Schallquelle. Amplitude des Mediumstromes, der durch eine Kugeloberfläche tritt, für eine Schallquelle, die im Zentrum einer Kugel liegt.

ergodischer Prozeß → stochastischer Prozeß.

Erhebungsgebühr ist die in nationale Währung umgerechnete → Gesamtgebühr für eine Verkehrsbeziehung. Die E. darf aus monetären oder anderen Gründen bis zu $^1/_{15}$ nach oben oder unten von der genau umgerechneten Gesamtgebühr abweichen.

Ericsson, Lars, Magnus, geb. 5. 5. 1846 zu Värmskog, Värmland, Schweden, gest. 17. 12. 1926 auf Hagelby bei Tumba, Schweden. Begründer der schwedischen Fernsprechindustrie. Widmete alle Kraft und Zeit der Entwicklung der Fernsprechtechnik. Erfinder des Ericsson-Vielfachsystems mit vollkommener Symmetrie in der Anruflage. Ericsson-Konzern.

Literatur: Teknisk Tidskrift, Stockholm 1927, Februarheft.

Ericssonschaltung → Glühlampenschrank.

Erickson, John und Charles E., Brüder aus Lindsborg (Kansas). Sie arbeiteten von 1892 ab an einem Selbstanschlußsystem. Hauptеrfindungsmerkmal: die Kontaktsätze der Wählerbank sind nicht im Halbkreis, sondern in einer rechtwinkligen Fläche angeordnet. Amerikanisches Patent 616 714, angemeldet 18. März 1893, erteilt 27. Dezember 1898. 1894 traten sie zu Strowger Automatic Telephone Exchange über.

Erfanden hier zur Vereinfachung der Vielfachschaltung das »Klaviersaitensystem«.

Literatur: Smith, Arthur: Automatische Fernsprechsysteme I. Lieferung, deutsch von F. Aldendorff, S. 47ff. Berlin-Schmargendorf: Selbstverlag. 1910.

Erinnerungsanlage → Überwachungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Erkennungszeit → Zeichenübermittlung.

Erlang, Agner Krarup, geb. 1. 1. 1878, gest. 1929. Dänischer Mathematiker, trat 1908 in die Telephone Company in Kopenhagen ein, der er bis zu seinem Tode als wissenschaftlicher Mitarbeiter angehörte; beschäftigte sich auf dem Fernmeldesektor mit Fragen des Verkehrsflusses, nach ihm sind die Erlangstunde (Erlh = Einheit der Verkehrsmenge), das Erlang (Erl = → Verkehrswert) sowie die Verkehrsmeßeinrichtung (Erlangmeter) benannt. Ein Erl bedeutet, daß in einem Bündel während einer Stunde im Mittel genau eine Belegung besteht. Das Erl ist eine dimensionslose Einheit. Es wurde auf Empfehlung des Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance (CCIF) 1946 eingeführt. Vereinzelt werden neben der Einheit Erlang noch folgende Einheiten angetroffen:

VE = Verkehrseinheit, CCS = Cent Call Seconds, HCS = Hundred Call Seconds, EBHC = Equated Busy Hour Call, TU = Traffic Unit, 1 Erl = 1 VE = 1 TU = 36 CCS = 36 HCS = 30 EBHC.

Literatur: Telecommunication Pioneers, 1963.

Erlangmeter. Meßgerät zur Messung der Verkehrsmenge. Es arbeitet wie die früher benutzten → ct-Zähler (call time-Zähler) nach dem Prinzip elektromotorischer Amperestundenzähler. Das E. bildet das Zeitintegral des Registrierstromes

$$Y(T) = \int_{t_0}^{t_0+T} i \cdot \mathrm{d}t$$

$Y(T)$ = Verkehrsmenge [Erlh]
i = Registrierstrom [bezogen auf ein Schaltglied].

Es hat Meßbereiche für 20, 100 oder 500 Schaltglieder. Zur Fernübertragung oder zur automatisierten Aufzeichnung des Meßwertes gibt das Gerät Impulse ab. Die Impulsfolge ist umgekehrt proportional zur Meßgröße. Je nach dem Meßbereich entspricht ein Impuls z. B. 0,02, 0,1 oder 0,5 Erlh.

E. werden wegen der folgenden Nachteile durch → Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtungen ersetzt.

1. E. erfordern für jedes zu messende Schaltglied einen Registrierstromkreis, der hergestellt und vor jeder Messung geprüft werden muß.

2. E. haben einen hohen Stromverbrauch, weil für jedes belegte Schaltglied ein kontinuierlicher Strom von 30 mA fließt.

3. Die gleichzeitige Messung mehrerer Bündel ist aufwendig. Sie erfordert für jedes Bündel ein eigenes E.

4. Die Darstellung der Meßwerte auf Speichermedien, die durch Datenverarbeitungsanlagen auswertbar sind, ist schwierig. *Socher*

Erlangsche Interconnection-Formel ist eine Formel zur Berechnung der Verlustwahrscheinlichkeit eines Bündels mit begrenzter Erreichbarkeit. Die E. ist im Gegensatz zu anderen Verlustformeln für Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit exakt hergeleitet. Sie gilt jedoch nur für Koppelanordnungen mit → idealer Mischung, d. h. für Mischungen mit einer unerfüllbar großen Anzahl g von Zubringerteilgruppen, $g = \binom{N}{k}$, und für Wähler mit zufallsmäßiger Absuchfolge. (N: Anzahl der Abnehmerleitungen, k: Erreichbarkeit).

In einer idealen Mischung kann für jeden Zustand, x Leitungen belegt, die Sperrwahrscheinlichkeit ε_x kombinatorisch errechnet werden.

$$\varepsilon_x = \frac{\binom{x}{k}}{\binom{N}{k}}.$$

Bestehen schon x Belegungen, dann geht eine neu einfallende Belegung mit der Wahrscheinlichkeit ε_x verloren. Die Verlustwahrscheinlichkeit B_x errechnet sich für diesen Fall zu $B_x = p_x \cdot \varepsilon_x$.

p_x: Wahrscheinlichkeit, daß x Belegungen bestehen. Bildet man die Summe für alle möglichen Belegungszustände, so erhält man die E.

$$B(A, N, k) = \sum_{x=0}^{N} \varepsilon_x \cdot p_x = \frac{\sum_{x=0}^{N} \frac{A^x}{x!} \cdot \varepsilon_x \prod_{i=0}^{x-1}(1-\varepsilon_i)}{\sum_{x=0}^{N} \frac{A^x}{x!} \cdot \prod_{i=0}^{x-1}(1-\varepsilon_i)}.$$

Obwohl die Bedingungen für die Anwendung der E. fast nie zutreffen, wird sie doch zu Vergleichen mit anderen Verlustformeln herangezogen. Sie ist tabelliert in: Tabellen zu A. K. Erlangs Interconnection-Formel. Siemens AG, München 1961. *Socher*

Erlangsche Verlustformel ist die Formel von A. K. Erlang, nach der die Verlustwahrscheinlichkeit B eines Bündels mit N Leitungen bei voller Erreichbarkeit berechnet werden kann. Dabei ist eine unendlich große Anzahl von Verkehrsquellen vorausgesetzt. Wegen der unendlichen Quellenzahl ist die Wahrscheinlichkeit, daß alle N Leitungen belegt sind (Blockierungswahrscheinlichkeit) gleich der Wahrscheinlichkeit, daß Belegungen abgewiesen werden (Verlustwahrscheinlichkeit).

$$B = E_{1,N} = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^{N} \frac{A^i}{i!}}.$$

A: Verkehrsangebot in Erl.

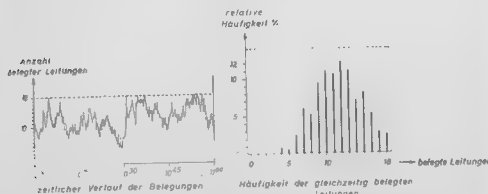
Erlangstunde ist die Bezeichnung für die Einheit der Verkehrsmenge. Kurzzeichen Erlh. Die Dimension der Erlh ist die Zeit. 1 Erlh. entspricht 60 Belegungsminuten.

Erlang-Verteilung. Verteilungsdichte der Wahrscheinlichkeit $W_E(x)$, daß x Leitungen eines Bündels gleichzeitig belegt sind, wenn ein Verkehrswert von A Erlang angeboten wird. Vorausgesetzt wird, daß unendlich viele Verkehrsquellen bestehen, aber nur eine begrenzte Anzahl von N Abnehmerleitungen bei voller Erreichbarkeit vorhanden ist.

$$W_E(x) = \frac{\dfrac{A^x}{x!}}{\sum\limits_{i=0}^{N} \dfrac{A^i}{i!}}.$$

A: Verkehrsangebot; N: Anzahl der Leitungen, die voll erreichbar sind; s: Anzahl der Verkehrsquellen.

Die E. ist eine (bei dem Ereignis N Leitungen belegt) gestutzte Poissonverteilung (s. Bild).



Gemessene Erlang-Verteilung gleichzeitig belegter Leitungen ($k = N$).

Die E. berücksichtigt, daß Belegungsversuche gehemmt werden können ($N < s$), während bei der Poissonverteilung vorausgesetzt wird, daß beim Durchschalten von Verbindungen keine Hemmungen (Verkehrsverluste) auftreten. *Socher*

Erlaubnisfeld → Streckenblock.

ERP → Antennen.

Erreger, Erregerwirkungsgrad → Spiegelantennen.

Erregung → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Erreichbarkeit. Unter E. in einer Koppelanordnung wird die Anzahl der Leitungen in eine gewünschte Richtung verstanden, die von einem Eingang her erreicht werden können.

Feste Erreichbarkeit liegt vor, wenn die Anzahl der Ausgänge einer Koppelanordnung, die von einer Zubringerleitung erreicht, d. h. auf frei oder besetzt geprüft werden können, unabhängig vom Belegungszustand dieser Koppelanordnung und ihrer anderen Zubringerleitungen ist.

Einstufige Koppelanordnungen haben, unabhängig vom Belegungszustand, konstante Erreichbarkeiten. Diese Erreichbarkeiten sind gleich der Anzahl der entsprechenden Ausgänge im Koppelvielfach.

Momentane Erreichbarkeit liegt vor, wenn die Anzahl der Ausgänge einer Koppelanordnung, die über eine Zubringerleitung erreicht, d. h. auf frei oder besetzt geprüft werden können, vom Belegungszustand der Koppelanordnung und ihrer anderen Zubringerleitung beeinflußt wird.

Volle Erreichbarkeit liegt vor, wenn jeder freie Eingang jeden freien Ausgang der gewünschten Richtung unabhängig vom Zustand der Anordnung erreichen kann. Volle Erreichbarkeit liegt z. B. vor, wenn die Erreichbarkeit fest und ihr numerischer Wert gleich der Anzahl der Abnehmerleitungen ist.

Begrenzte Erreichbarkeit liegt vor, wenn nur eine begrenzte Anzahl von Abnehmerleitungen einer gegebenen Richtung erreichbar ist.

Äquivalente Erreichbarkeit. Bei einer Zwischenleitungsanordnung die Erreichbarkeit einer einstufigen Bezugskoppelanordnung, die bei der gleichen Anzahl von Abnehmerleitungen den gleichen Verkehr mit der gleichen Blockierungswahrscheinlichkeit verarbeitet.

Veränderbare Erreichbarkeit liegt vor, wenn die Anzahl der Abnehmerleitungen einer Koppelanordnung, die über eine Zubringerleitung auf frei oder besetzt geprüft werden können, in irgendeiner vorher bestimmten Weise entweder manuell oder automatisch gesteuert wird. *Altehage*

Ersatzabfragestelle für Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Abfragestelle.

Ersatz- und Anschalteeinrichtung → Auslandsumwerter sowie → Auslandsmarkierer im → Auslandsfernwählsystem 64 sind mit den → Auslandsregistern, → Auslandsrichtungskopplern und → Auslandszonenkopplern über sog. Ringkabel verbunden. Anfang und Ende dieser Ringkabel sind auf Trennstecker beim Auslandsumwerter zur E. geführt. Aus Sicherheitsgründen und auch, um während des Betriebes Rangier- und Prüfarbeiten ausführen zu können, sind immer zwei Auslandsumwerter/Auslandsmarkierer vorhanden. Sind derartige Arbeiten auszuführen, kann Ersatz geschaltet werden. Der in Betrieb bleibende Auslandsumwerter/Auslandsmarkierer übernimmt dann die gesamte Last. Ersatzschaltungen können von Hand oder in bestimmten Fällen auch automatisch vorgenommen werden. Diese Schaltungen übernimmt die E.

Ersatzdämpfung, Ersatzdämpfungskreis → ARAEN.

Ersatzgespräche werden im Fernsprechinlandsdienst auf Verlangen des Anmelders gewährt für → Ferngespräche, die durch ein dienstliches Versehen oder eine Störung vorzeitig getrennt (Unterbrechung) oder für Ferngespräche, die vom Anmelder wegen schlechter Verständigung abgebrochen worden sind. Sie müssen innerhalb von 15 min nach Beendigung des beanstandeten Gesprächs bei der Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung angemeldet werden. Dem Anmelder wird von der Gesamtgesprächsdauer 1 min gutgeschrieben. E. werden im → Auslandsferndienst nicht gewährt; jedoch kann

auch hier je nach Lage eine Gebührenermäßigung unter Beachtung der Mindestgebühr gewährt werden.

Ersatzkanal → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik.

Ersatzleitung ist eine vorbereitete Fernmeldeleitung, die eine gestörte Leitung (Ltg) auf ganzer Strecke ersetzt, so daß die angeschalteten Endeinrichtungen betriebsfähig bleiben. E. werden für bes. wichtige Ltgn vorgesehen. Hierzu gehören z. B. Wechselstromtelegrafie-, Daten-, Fernmeß- und Fernwirkleitungen. E. werden so vorbereitet, daß die gestörten Ltgn durch Betätigung von Umschalteinrichtungen ersetzt werden können. Die Umschaltung kann von Hand oder automatisch, z. B. durch Leitungspilote, geschehen. Von Vorteil ist auf der Sendeseite die Verwendung von Weichen für den Parallelbetrieb auf der Regel- und der E. und auf der Empfangsseite die Verwendung von automatischen Umschalteinrichtungen. E. sollen von Endstelle zu Endstelle eine von der Regelleitung abweichende Führung haben. Hierunter wird die Führung in verschiedenen Kabeln oder Richtfunklinien (→ Richtfunkgrundleitung), aber nicht unbedingt über verschiedene Verstärker-, Richtfunk- oder Schaltstellen verstanden. Die E. darf nicht mit dem Begriff → Reserveleitung verwechselt werden, da hiermit eine andere Leitungsart gemeint ist.

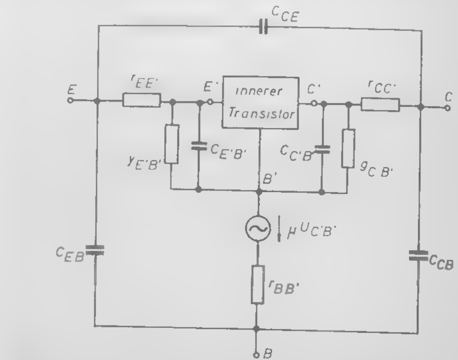
Ersatzpflicht des Fernsprech-, Fernschreib- und Datexteilnehmers → Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen.

Ersatzschaltbild des Dünnschichttransistors → Dünnschichtdioden.

Ersatzschaltbilder des Transistors. Zur Behandlung von → Transistorschaltungen benötigt man ihre Ersatzschaltbilder. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten: die Vierpolersatzschaltungen (→ Vierpolparameter der Transistoren) mit vier komplexen, frequenzabhängigen Elementen und die Funktionsersatzschaltungen mit in einem Frequenzbereich konstanten und meßbaren Schaltelementen, z. B. Widerständen, Kapazitäten, Induktivitäten, Urstrom- und Urspannungsquellen.

Die hier besprochenen physikalischen Ersatzschaltbilder gelten nur für Schaltungen mit linearen Schaltelementen und kleinen Signalen. Bei Großsignalen werden die Elemente nichtlinear. Dort sind besser graphische Methoden anzuwenden. Sie gelten weiterhin für den idealisierten oder Modelltransistor und werden in technische Ersatzschaltbilder für bestimmte Frequenzbereiche vereinfacht, deren Werte nur noch arbeitspunktabhängig sind. Für die vorkommenden Transistorbauarten und Typen müssen sie auf ihre Gültigkeit überprüft und erforderlichenfalls verbessert werden. Von den Ersatzschaltbildern wird beim Transistor ein größerer Gebrauch gemacht als bei der Röhre, weil hier eine stärkere Rückwirkung vom Ausgang zum Eingang und ein geringerer Eingangswiderstand vorhanden sind.

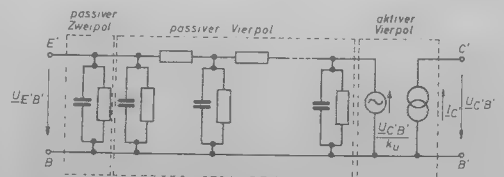
Das physikalische Ersatzschaltbild setzt sich aus dem inneren Transistor und dazugeschalteten, durch den jeweiligen Aufbau des Transistors bedingten Schaltelementen zusammen (Bild 1). Dem inneren Transistor sind die eigentlichen Transistorfunktionen zugeordnet. Sein Ersatzbild (Bild 2) erklärt die Diffusionsvorgänge im Transistor, d. h. die Bewegung der



$r_{EE'}$, $r_{CC'}$, $r_{BB'}$ = Emitter-, Kollektor-, Basisbahnwiderstand
C_{CE}, C_{EB}, C_{CB} = äußere Elektrodenkapazitäten
$C_{E'B'}$ = Emittersperrschichtkapazität
$C_{C'B'}$ = Kollektorsperrschichtkapazität
$g_{C'B'}$ = Kollektorrestleitwert
$y_{E'B'}$ = Scheinleitwert für verschiedene Nebeneffekte
$\mu \cdot \underline{U}_{C'B'}$ = EMK, die die Modulation des Basisbahnwiderstandes durch die an der Kollektorsperrschicht liegende Spannung nachbildet
E′, B′, C′ = Anschlüsse des inneren Transistors
E, B, C = Ermitter, Basis, Kollektor des Transistors

Bild 1. Physikalisches Ersatzschaltbild des Transistors.

Ladungsträger durch die Emittersperrschicht, die Basiszone und die Kollektorsperrschicht zum Kollektor. Den inneren Transistor beschreibt man zweckmäßig als Kettenschaltung eines passiven Zweipoles, eines passiven und eines aktiven Vierpoles. Der Scheinleitwert des passiven Zweipoles charakterisiert die durch die an der Emittersperrschicht liegende



E′, B′, C′ = Anschlüsse des inneren Transistors
$\underline{U}_{E'B'}$ = Eingangsspannung des inneren Transistors
$\underline{U}_{C'B'}$ = An der Kollektorsperrschicht liegende Wechselspannung
$\underline{U}_{C'B'}/k_u$ = EMK, die die Modulation des infolge Laufzeiteffektes veränderlichen passiven Vierpoles nachbildet
$1/k_u$ = Rückwirkungsfaktor von $\underline{U}_{C'B'}$
$\underline{I}_{C'}$ = über die Kollektorsperschicht fließender Wechselstrom

Bild 2. Ersatzschaltbild des inneren Transistors.

Spannung hervorgerufenen Minoritäts- und Majoritätsladungsträgerströme und der passive Vierpol als *RC*-Leitung den Laufzeiteffekt bei der Diffusion der Minoritätsladungsträger von der Emitter- zur Kollektorsperrschicht. Durch die Wechselspannung $\underline{U}_{C'B'}$ an der Kollektorsperrschicht wird die Dicke der Basiszone moduliert und mit ihr die Länge der *RC*-Leitung. Die Längenmodulation der Leitung drückt man durch eine mittlere Leitungslänge und eine gesteuerte EMK $\underline{U}_{C'B'}/k_u$ aus, wobei $1/k_u$ der Anteil der Rückwirkung ist. Der aktive Vierpol besteht am Eingang aus dieser gesteuerten EMK und am Ausgang aus dem Strom $\underline{I}_{C'}$, der über die Kollektorsperrschicht fließt.

Der äußere Transistor (Bild 1) enthält die Kapazitäts- und Widerstandswerte für die zu- und abfließenden Ströme. So sind die Bahnwiderstände $r_{EE'}$, $r_{CC'}$, $r_{BB'}$ die Widerstände von den Anschlüssen zu den Sperrschichten. Von ihnen erweist sich nur der Basisbahnwiderstand als wichtig. Er ändert sich mit der an der Kollektorsperrschicht liegenden Spannung $\underline{U}_{C'B'}$ und wird daher als Mittelwert $r_{BB'}$ und einer gesteuerten EMK $\mu \cdot \underline{U}_{C'B'}$ dargestellt, die die Rückwirkung zum Ausdruck bringt. $C_{E'B'}$ und $C_{C'B'}$ bedeuten die Emitter- und die Kollektorsperrschichtkapazitäten. C_{EB}, C_{CE} und C_{CB} sind die äußeren Elektrodenkapazitäten, von denen nur die Kollektorbasiskapazität C_{CB} und bei höheren Frequenzen die Kapazität C_{CE} berücksichtigt zu werden braucht. $g_{C'B'}$ ist der Kollektorrestleitwert; der Scheinleitwert $y_{E'B'}$ steht für verschiedene Nebeneffekte, z. B. die Oberflächenrekombination.

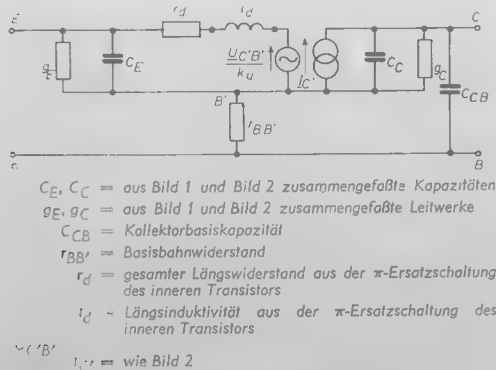


Bild 3. Basisersatzschaltbild nach Zawels.

Beim Übergang vom physikalischen zum praktischen Ersatzschaltbild vernachlässigt man die Elektrodenkapazitäten C_{EB} und C_{CE}, die Bahnwiderstände $r_{CC'}$ und $r_{EE'}$ und rechnet nur mit dem Mittelwert $r_{BB'}$ des Basisbahnwiderstandes. Auch der passive Vierpol des inneren Transistors wird zu einer π-Schaltung vereinfacht, und es entsteht schließlich das Basisersatzschaltbild von Zawels (Bild 3). C_E, C_C, g_E, g_C sind die zusammengefaßten Kapazitäten und Leitwerte, C_{CB} die Kollektorbasiskapazität, die verteilt an $r_{BB'}$, dem Mittelwert des Basisbahnwiderstandes, angreift. r_d ist der gesamte Längswiderstand und l_d die Induktivität, die aus der π-Ersatzschaltung des inneren Transistors stammen; die Induktivität dient zur Korrektur des Übertragungsphasenwinkels bei höheren Frequenzen und fällt bei niedrigen Frequenzen weg; $1/k_u$ ist weiterhin der Anteil, mit dem die Wechselspannung $\underline{U}_{C'B'} = \underline{U}_{CB'}$ in die Basiszone zurückwirkt.

Nach Umzeichnung des Basisersatzschaltbildes erhält man das Emitterersatzschaltbild nach Zawels (Bild 4) und auf die gleiche Weise das

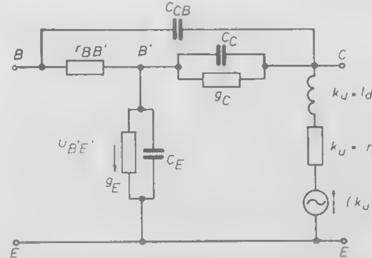


Bild 4. Emitterersatzschaltbild nach Zawels, alle Schaltelemente wie in Bild 2 und Bild 3.

Kollektorersatzschaltbild für die Emitter- und Kollektorschaltung. Als beliebte Variante wird das Emitterersatzschaltbild nach Giacoletto (Bild 5) benutzt, das für mittlere Frequenzen gilt und dem daher

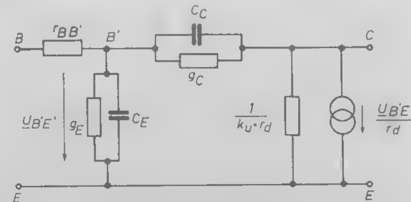


Bild 5. Emitterersatzschaltbild nach Giacoletto, alle Schaltelemente wie in Bild 2 und Bild 3.

die Induktivität l_d und die Kapazität C_{CB} fehlen. Vernachlässigt man noch die Kapazitäten C_C und C_E, so gilt Giacolettos Ersatzschaltbild für niedrige Frequenzen; im Grenzfall ist es ein Gleichstromersatzschaltbild für die Emitterschaltung mit ausgangsseitiger Urstromquelle I_c.

Durch geeignete Zusammenfassung und Vereinfachung der Schaltelemente und Umzeichnung erhält man aus dem physikalischen Ersatzschaltbild des Modelltransistors die jeweils gewünschten Wechselstromersatzschaltbilder für niedrige, mittlere oder hohe Frequenzen für die verschiedenen → Transistorschaltungen. Es muß dabei überprüft werden, ob die idealisierten Ersatzschaltbilder noch mit den Eigenschaften der technisch verwendeten Transistoren übereinstimmen.

Literatur: Beneking, Transistortechnik II Grundlagen der Schaltungslehre, Vorlesung an der RWTH Aachen 1966 —

W. Benz, Über Ersatzschaltbilder für den als linearen Verstärker betriebenen Transistor, Int. Elektronische Rundschau 14 (1960), Nr. 1, S. 5—9; Nr. 2, S. 59—64. *J.-H. Kirchner*

Ersatzsignal → Hauptsignal.

Ersatzstromquelle → Funkausrüstung der Schiffe.

Ersatzteilschrank für Entstörer-Pkw enthält Werkzeuge, Hilfsgeräte und Ersatzteile, weil der Entstörer nur einen geringen Teil in der mitgeführten → Werkzeugtasche unterbringen kann. Der E. wird auf einer hinter den Vordersitzen des Pkw befindlichen Pritsche festgeschraubt, hat verschließbare Schiebetüren und eine Anzahl arretierter Schubfächer unterschiedlicher Größe.

Erstattung von Telegrammgebühren. Auf Antrag oder aufgrund einer Beschwerde über den allgemeinen Telegrafendienst werden Telegrammgebühren demjenigen erstattet, der sie entrichtet hat. Für Telegramme (Tel) »auf Gefahr des Absenders« werden keine Gebühren erstattet. Der Antrag oder die Beschwerde müssen innerhalb von 6 Monaten — bei Tel des Auslandsdienstes innerhalb von 4 — vom Tage nach der Aufgabe des Tel an gerechnet, gestellt werden. Sie sind an die Aufgabe- oder Bestimmungs-Telegrafenstelle zu richten. Als Beweisstücke sind beizufügen: wenn das Tel verzögert oder nicht angekommen ist, eine schriftliche Erklärung des Empfängers oder der Bestimmungs-Telegrafenstelle; wenn es entstellt worden ist, die dem Empfänger zugestellte Ausfertigung, ein Lichtbild davon; wenn es sich um eine vorausbezahlte Antwortgebühr handelt — hierfür beträgt die Erstattungsfrist für Inlands-Telegramme 3 Monate — und das Fragetelegramm dem Empfänger nicht zugestellt worden ist, die Unzustellbarkeitsmeldung. Telegrammgebühren können erstattet werden, wenn ein Tel in Verlust geraten, verspätet angekommen, angehalten, umgeleitet oder zurückgezogen worden ist, in einem Tel Wörter entstellt oder ausgelassen oder ein → Sonderdienst nicht ausgeführt worden ist. Die Erstattung erstreckt sich nur auf das Tel selbst, nicht auf Nachrichten, die durch die Unzustellbarkeit, Verspätung usw. veranlaßt oder gewechselt worden sind.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung) — Vollzugsordnung für den Telegrafendienst — »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar. *Camrath*

Eruptionen (Sonnen-) → Sonnenaktivität.

Erwartungswert. Der E. ist gleichbedeutend mit dem Mittelwert von statistischen Größen. E (X) bedeutet den Mittelwert aus allen Größen X.

Erz. Unter E. versteht man a) Gesteine, die abbauwürdige Mengen von Metallverbindungen enthalten; b) Bronzeartige Legierungen, die im Altertum vielfach zu Waffen und Rüstungen verwendet wurden. Analysen ergaben, daß diese aus 80 bis 85 Tl Cu und 15 bis 20 Tl Sn bestanden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

erzwungene Gittermodulation → Empfangsfunkstörungen.

Esau, Abraham, geb. 1884, gest. 12. 5. 1955. Professor Dr. phil. Dr. med. h. c.. 1908 promovierte er mit einer Arbeit über die Selbstinduktion von Spulen. 1912 trat er in den Dienst der Firma Telefunken; er leitete die Großfunkstation Togo. 1919 übernahm er als Chef die Telefunken-Laboratorien. Anschließend wurde er als ordentlicher Professor an das Institut für technische Physik an der Universität Jena berufen. Sein Hauptgebiet lag auf der Erschließung der ultrakurzen Wellen. Ein weiteres Arbeitsgebiet war die Prüfung mechanischer Materialeigenschaften, wofür er neue dynamische Untersuchungsmethoden entwickelte. Er schuf die Grundlagen für die später so bedeutungsvolle Ultrakurzwellen-Therapie. 1937 wurde er Stiftungskommissar der Carl-Zeiss-Stiftung. 1939 übernahm er das Präsidium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und das Ordinariat für Fernmeldetechnik an der Technischen Hochschule zu Berlin. Seine eigenen Arbeiten dienten vor allem Aufgaben des Funkmeßgebietes, insbesondere der Erschließung der Zentimeterwellen. 1949 arbeitete er an der Technischen Hochschule Aachen auf seinen alten Spezialgebieten der Physik und Technik extrem schneller elektrischer und mechanischer Schwingungen. Zugleich leitete er das Institut für Hochfrequenztechnik an der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt Mühlheim.

E-Schicht (sporadische) → Ionosphäre.

ESK (Edelmetall-Schnellkontakt)-Zahlengeber. Das Edelmetall-Schnellkontakt-Relais (→ Relais unter 4.1.1.8.) ist Baustein eines zyklisch arbeitenden → Zahlengebers mit zwölf Speicherplätzen. Der für Spannungen von 24, 48 und 60 V geeignete Zahlengeber erreicht durch Verwendung von ESK-Relais als Speicher- und Funktionsrelais eine hohe Betriebssicherheit und Lebensdauer.

Für die binäre Verschlüsselung der Dezimalziffern dienen vier ESK-Relais. Die Kombination aus einem, zwei oder drei Relais stellt jeweils den Zifferncode dar. Die einzelnen Speicherplätze werden über eine zyklisch arbeitende Zählkette angesteuert. Mit jedem Tastendruck sprechen den eingetasteten Ziffern zufolge bestimmte Relais eines Speicherplatzes an.

Unmittelbar nach Eingabe der ersten Ziffer schaltet sich die zyklisch arbeitende Ausspeicherkette in der Reihenfolge der Eintastungen an die markierten Speicherplätze und gibt dabei den Relaiscode an die Decodierkette weiter. Diese ermittelt aus dem angebotenen Code die jeweilige Impulsserie, die anschließend durch ein Impulsrelais ausgesendet wird, dessen Impuls- und Pausenzeit mit Hilfe einer astabilen Transistorkippstufe in bestimmten Grenzen einstellbar ist. Das Relais steuert gleichzeitig die Decodierkette.

Die zyklische Arbeitsweise des Zahlengebers besteht darin, daß die belegten Speicherplätze freigeschaltet

werden, sobald sie ihre Information abgegeben haben. Auf diese Weise lassen sich nach zwölf eingetasteten Ziffern in die inzwischen wieder frei gewordenen Speicherplätze weitere Ziffern einspeichern.

Ein → Zieltasten-Zusatz zum E. gestattet, bis zu 16stellige Rufnummern zu wählen.

Literatur: W. Esser, Zahlengeber für Fernsprechvermittlungen. Siemens-Zeitschrift, Bd. 39 (1965), S. 44. *Gänsler*

ESOC → ESRO.

ESRO (ESRO, CERS) (European Space Research Organisation; Conseil Européen de Recherches Spatials). Diese Europäische Raumforschungsorganisation mit Sitz in Paris wurde März 1964 gegründet. 10 Mitgliedstaaten: Belgien, BRD, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Schweden, Schweiz, Spanien. Norwegen und Österreich erwägen Beitritt. Unterorganisationen der ESRO sind: ESTEC (techn. Zentrum in Nordwijk, Niederlande), ESOC (Betriebszentrale in Darmstadt, BRD), ESRIN (Forschungslaboratorium in Frascati, Italien), ESLAB (Laboratorium in der Nähe von ESTEC), ESRANGE (Startplatz für Höhenforschungsraketen bei Kiruna, Schweden), ESTRACK (mehrere Satelliten-Bodenstationen). Forschungssatellitenprojekte sind ESRO 1, ESRO 2, HEOS, TD 1, TD 2, LAS.

ESTEC → ESRO.

Estimated Junction Frequency (EJF) → Übertragungsfrequenzbereich.

Etatbilanz. Die OPDn melden dem Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) vierteljährlich und außerdem nach dem Stande vom Ende November, wieviel von den ihnen bei den einzelnen Verbuchungsstellen zur Verfügung stehenden Haushaltsmitteln und Vorausermächtigungen auf die kommenden beiden Rechnungsjahre (Rj.) in den Wirtschaftsplänen gebunden und welche Ausgaben daraus bisher entstanden sind. Das BPM stellt diese Ergebnisse zu einer E. zusammen und ersieht daraus, welche Mittel noch frei verfügbar sind, bei welchen Verbuchungsstellen wahrscheinlich Ersparnisse oder ein Mittelmehrbedarf eintreten werden. Der Unterschied zwischen den bereits verfügten Beträgen (Mittelverbrauch) und der Ist-Ausgabe für den abgelaufenen Teil des Rj. stellt das restliche Obligo, das ist die Summe der noch abzudeckenden Zahlungsverpflichtungen, dar. Außerdem läßt sich nach den Meldungen zu Ende November das voraussichtliche Kassenergebnis des Rj. abschätzen, während die E. für das letzte Viertel eines Rj. einen Anhalt dafür liefert, in welcher Höhe Mittel zur Abdeckung restlicher Zahlungsverpflichtungen auf das neue Rj. übertragen werden müssen.

Literatur: K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, R. v. Decker's Verlag, G. Schenck GmbH, 1959.

Eternit ist die Bezeichnung für einen Zement mit eingebettetem Asbest. Er wird zur Anfertigung von Platten, Rohren und als mechanischer Schutz von Kabeln verwendet. E. ist feuerhemmend.

Eternitrohre → Kabelkanal unter 3.

Ettinghausen-Effekt, Ettinghausen-Nernst-Effekt → galvano-thermomagnetische Effekte.

Europa- und Überseefunk. Betrieb von Funkanlagen über die → Funkbetriebseinsatzstelle (FuBE) im Rahmen des → festen Funkdienstes für den europäischen und außereuropäischen Fernmeldeverkehr.

Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen → CEPT.

europäische Mehrfrequenzcodewahl → Internationale Zeichengabesysteme.

Europäische Rundfunkunion, auch: Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (UER), ist der privatrechtliche übernationale Zusammenschluß der Rundfunkorganisationen im westlichen Bereich der »Europäischen Rundfunkzone«. Die UER wurde 1950 gegründet, nachdem in der Internationalen Rundfunkorganisation (OIR) eine Verständigung zwischen den westeuropäischen Mitgliedern und denen der Ostblockländer infolge politischer Gegensätze nicht zu erreichen war.

Ziele: Vertretung der Interessen der Mitglieder, Zusammenarbeit mit anderen Organisationen, Förderung und Koordination von Untersuchungen über Rundfunkfragen, Informationsaustausch, Weiterentwicklung des Rundfunks, Lösung von Streitfragen, Einwirkung auf die Mitglieder zur Einhaltung der internationalen Abkommen im Bereich des Rundfunks. Vollmitglieder sind Rundfunkorganisationen aus den Ländern der Europäischen Rundfunkzone; andere Rundfunkorganisationen können als assoziierte Mitglieder beitreten (am 1. 1. 1968 28 Vollmitglieder in 25 Ländern, 47 assoziierte Mitglieder in 34 Ländern). Organe: Generalversammlung, Verwaltungsrat (11 Sitze) und Präsident (2 Vizepräsidenten).

Vier Kommissionen: Programmkommissionen für Hörfunk und Fernsehen, Technische Kommission und Juristische Kommission. Zur Untersuchung bestimmter Fragen werden von den Kommissionen besondere Arbeitsgruppen mit entsprechendem Aufgabenbereich gebildet; auf fernmeldetechnischem Gebiet z. B. für Fragen der Wellenausbreitung, des Farbfernsehens, der Stereophonie, der Technik des Programmaustausches u. a. An Untersuchungen über derartige technische Fragen nehmen in verschiedenen Arbeitsgruppen auch Fachleute von Fernmeldeverwaltungen teil.

Ständige Dienste der UER sind das Verwaltungsbüro (zugleich ständiges Sekretariat) und die Rechtsabteilung in Genf sowie die Technische Zentrale in Brüssel. Der Technischen Zentrale ist die »Eurovisions-Kontrollzentrale« (Eurovision Control Centre) für den Fernseh-Programmaustausch angegliedert (auch Internationale Technische Koordinationszentrale genannt). Die → Eurovision ist ein gemeinschaftliches Unternehmen der Vollmitglieder der UER.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen, Verlag Hans Bredow-Institut, Hamburg. *Scherber*

Europäischer Funkrufdienst (EFuRD). Ein einseitiger, öffentlicher Funkdienst, bei dem von einer Sprechstelle des öffentlichen Fernsprechnetzes codierte Signale zu einem im EFuRD betriebenen Empfänger (Eurosignalempfänger) übermittelt werden. Die Signale bringen ein optisches und ein kurzes akustisches Zeichen zum Ansprechen. Technisch ist es möglich, bis zu 10 verschiedene Codesignale auszuwerten. Die Bedeutung des Zeichens bzw. der Zeichen ist zwischen den Partnern zuvor zu verabreden. Die Übertragung von Sprache ist nicht vorgesehen.

Europäischer Post- und Fernmeldeverein bildete sich durch Übereinkommen vom 19. Oktober 1942 auf dem vom 12. bis 24. Oktober 1942 in Wien auf deutsche Initiative abgehaltenen »Europäischen Postkongreß« und wurde am 1. April 1943 rechtlich wirksam. Mitglieder (zugleich Kongreßteilnehmer) waren Albanien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Italien, Kroatien, Niederlande, Norwegen, Rumänien, San Marino, Slowakei und Ungarn. Als Beobachter hatten am Kongreß auch Japan, die Schweiz, Spanien, die Türkei und die Vatikanstadt teilgenommen. Das Übereinkommen lehnte sich in mehreren Artikeln eng an den Weltpostvertrag und den Weltnachrichtenvertrag an; Vollzugsordnungen und ständige Ausschüsse waren ebenfalls vorgesehen. Die »Ständigen Europäischen Ausschüsse für Fernmeldetechnik und für Fernmeldebetrieb« waren keinesfalls als dauernder Ersatz für die Comités Consultatifs Internationaux (CCI) anzusehen, vielmehr sollten sie wegen der mit dem Kriege verbundenen Untätigkeit der CCI gewisse Koordinationsinstrumente sein. Obgleich noch Ende Juli 1943 Verhandlungen zwischen der französischen Verwaltung und dem Reichspostministerium über die Anpassung des französischen Post- und Fernmeldedienstes an die Bestimmungen des E. zum Abschluß kamen, hat der Verein in der Folgezeit wegen der sich schnell verändernden politischen Lage in Mitteleuropa keine große Bedeutung erlangt. Schon der im Oktober 1943 in Rom vorgesehene nächste Kongreß fand nicht mehr statt, noch weniger der Kongreß von 1944, für den Budapest ins Auge gefaßt war. Der E. erlosch letztlich mit der deutschen Kapitulation im Mai 1945, nachdem auch die beiden letzten Vereinsländer Deutschland und Kroatien von alliierten Truppen besetzt worden waren.

Literatur: Archiv für das Post- und Fernmeldewesen 1967, Heft 7.

Basse

europäischer und außereuropäischer Vorschriftenbereich. Telegramme (Tel) werden für die Festsetzung der Gebühren und die Anwendung gewisser Dienstvorschriften entweder den Bestimmungen des Europäischen oder des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs (EVB bzw. AVB) unterworfen.

Der EVB umfaßt alle Länder Europas sowie die Gebiete außerhalb Europas, für die die betreffenden Verwaltungen die Zugehörigkeit zum EVB erklärt haben. Dies sind: Albanien, Algerien, Andorra, Azoren, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Färöer, Finnland, Frankreich, Gibraltar, Griechenland, Grönland, Großbritannien und Nordirland, Ifni, Irland, Island, Italien, Jugoslawien, Jan Mayen, Kanarische Inseln, Libyen, Liechtenstein, Luxemburg, Madeira, Malta, Marokko, Monaco, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, San Marino, Schweden, Schweiz, Sowjetunion, Spanien, Spanische Sahara, Spitzbergen, Tschechoslowakei, Tunesien, Türkei, Ungarn, Vatikanstadt.

Der AVB umfaßt alle anderen Länder.

European Conference on Satellite Communications → CETS.

European Launcher Development Organisation → ELDO.

European Space Research Organisation → ESRO.

Eurovision ist das gemeinschaftliche Unternehmen von Rundfunkorganisationen, die der → Europäischen Rundfunkunion (UER) als Vollmitglieder angehören, zum Austausch von Fernsehprogrammen.

Vorgeschichte: erste Übertragung zwischen zwei europäischen Ländern am 27. 8. 1950 von Calais nach London; 8. bis 14. 7. 1952 erste Übertragungen Paris London mit Normwandler; 2. 6. 1953 Übertragung der Krönung Königin Elisabeths aus London nach Frankreich, Niederlande und Deutschland.

Die eigentliche E. begann mit einem versuchsweisen Fernsehprogrammaustausch zwischen 8 europäischen Ländern vom 6. 6. bis 14. 7. 1954, abgeschlossen mit Übertragungen von den Spielen um die Fußballweltmeisterschaft in der Schweiz. Aufgrund des damaligen großen Erfolges entwickelte sich die E. allmählich zu einem beachtlichen Umfang (2086 Übertragungen im Jahr 1967).

Sorgfältige Planung und Koordinierung erwies sich für Durchführung von E.-Übertragungen von Anfang an als notwendig. Zuständig für Programmplanung und Aufteilung der Kosten auf die teilnehmenden Rundfunkorganisationen ist das Verwaltungsbüro der UER in Genf. Die technische und betriebliche Koordinierung ist Aufgabe der Eurovisions-Kontrollzentrale (Eurovision Control Centre) (auch Internationale Technische Koordinationszentrale genannt), die der Technischen Zentrale der UER angegliedert ist. Die eigentliche Kontroll- und Schaltzentrale ist im Justizpalast in Brüssel untergebracht. Für jedes an der E. teilnehmende Land ist eine Nationale Technische Kontrollzentrale (CNCT) vorgesehen.

Für den Programmaustausch der E. werden die vorhandenen nationalen und internationalen Fernsehleitungen von deren Eigentümern (Fernmeldeverwaltungen oder Rundfunkorganisationen) gegen besondere Gebührenberechnung für die Dauer der Übertragungen bereitgestellt. Dauernde Anmietung eines eigenen Leitungsnetzes wird in Erwägung gezogen. Für den Fernsehbegleitton hat die UER bereits seit 1962 Tonleitungen angemietet, ebenso ein besonderes Fernsprechnetz als sog. Koordinationsleitungen.

Für die Übertragung des Tones bei E.-Programmen werden in der Regel zwei verschiedene Netze von Tonleitungen verwendet: ein verzweigtes Leitungsnetz für den sog. Internationalen Ton (z. B. Hintergrundgeräusch bei Sportübertragungen), außerdem besondere Kommentarleitungen für die Übertragung der Kommentare in den verschiedenen Sprachen.

Bei E.-Übertragungen wird ferner unterschieden:

Multilateral: Programm wird im Ursprungsland ausgestrahlt und gleichzeitig nach zwei oder mehreren Ländern zur Ausstrahlung oder Aufzeichnung übertragen;

Bilateral: Programm wird im Ursprungsland ausgestrahlt und gleichzeitig nach einem anderen Land zur Ausstrahlung oder Aufzeichnung übertragen;

Unilateral: Programm wird im Ursprungsland nicht ausgestrahlt, aber nach einem oder mehreren Ländern übertragen.

Seit 1961 wird täglich ein sog. E.-Nachrichtenaustausch durchgeführt, bei dem Filme von aktuellen Ereignissen übertragen und aufgezeichnet werden.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen, Verlag Hans Bredow-Institut, Hamburg. *Scherber*

Evidenzbuchhaltung. Um den Verbrauch der Haushaltsmittel des Fernmeldewesens, wie er auch für die Etatbilanz benötigt wird, jederzeit erkennen zu können, wurde beim Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) die E. eingerichtet. Zu diesem Zweck stellt sie den für das Fernmeldewesen insgesamt verfügbaren Haushaltsmitteln die Summe aller an Stellen außerhalb der DBP erteilten Aufträge (Zahlungsverpflichtungen) gegenüber. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Haushaltsmittel dezentral bei den OPDn und Ämtern verwaltet werden, die Beschaffung jedoch weitgehend beim FTZ zentralisiert ist. Zur Erfüllung ihrer Aufgabe wird der E. aus dem Wirtschaftsplan des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen laufend die Summe aller Mittelzuweisungen und -bereitstellungen für das lfd. Rechnungsjahr (Rj.) und der Mittelbindungen für die folgenden beiden Rj. mitgeteilt. Die E. erfaßt die nach der Zentralauftragsbuchhaltung (ZAB) vom FTZ zentral erteilten Aufträge und die von den OPDn und Ämtern in eigener Zuständigkeit erteilten Aufträge. Die Gegenüberstellung des insgesamt verfügbaren Mittelvolumens und des Gesamtauftragsvolumens (Mittelverbrauch) ergibt die noch verfügbaren Mittel. Das Gesamtauftragsvolumen abzüglich der daraus bisher entstandenen Gesamtausgabe stellt das restliche Zahlungsobligo dar. Für die Mittelbewirtschaftung im Fernmeldewesen ist wesentlich, daß die E. außerdem erkennen läßt, in welchem Umfange und mit welcher Verzögerung die verfügbaren Haushaltsmittel bei den OPDn, Ämtern und dem FTZ in Bestellungen, Aufträge und Lieferungen bis zur Kassenausgabe umgewandelt werden.

Literatur: K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, R. v. Decker's Verlag, G. Schenck GmbH, 1959.

Clement

***E*-Welle.** Hauptschwingungsform elektromagnetischer Wellen mit einer longitudinalen elektr. Komponente jedoch ohne longitudinale magn. Komponente, auch transversale magnetische Welle (*TM*-Welle) genannt. *E*-W. treten als Rohrwellen in → Hohlleitern beliebigen Querschnitts sowie in gewöhnlichen Leitungen auf. Es sind unendlich viele Schwingungsformen möglich, die bei Rohrwellen durch zwei Indizes gekennzeichnet werden. → Rohrwellen. In gewöhnlichen von Wechselstrom durchflossenen Leitungen erhält man eine *E*-W., da infolge des Leiterwiderstandes eine axiale elektr. Feldkomponente auftritt.

Exclusivbeschaltung → Richtfunk-Anlagen.

Exosphäre → Atmosphäre, obere.

Expansion → Dynamikregelung.

Explosivlaut. Synonym für Verschlußlaut, zur Gruppe der → Konsonanten gehörender Sprechlaut. Beim Sprechvorgang wird der durch Gaumen, Lippen, Zähne oder Zunge verschlossene Luftweg nach Bildung eines Überdruckes plötzlich freigegeben. Dabei entsteht unmittelbar anschließend ein — oftmals nicht bewußt wahrgenommener — Hauchlaut, besonders am Silben- und Wortende. Man unterscheidet drei stimmlose E. — die Tenues /p/, /t/, /k/ — und drei stimmhafte E. — die Mediae /b/, /d/, /g/. Bei den stimmhaften E. schwingen die Stimmlippen in der dem Explosionsvorgang unmittelbar vorausgehenden Phase. Wie bei den → Frikativlauten bilden je ein stimmhafter und ein stimmloser E. ein komplementäres Paar: /b/ — /p/; /d/ — /t/; /g/ — /k/.

Exponentialantenne → Breitbandantenne.

Exponentialleitung. Der Wellenwiderstand einer HF-E. ändert sich exponentiell mit ihrer Länge. Die E. ermöglicht die frequenzunabhängige Transformation konstanter ohm'scher Widerstände in großen Wellenbereichen unterhalb einer maximalen Betriebswellenlänge. Das Transformationsverhältnis ist durch das logarithmische Steigungsmaß m folgendermaßen festgelegt:

$$\frac{Z_e}{Z_a} = e^m; \quad m = \mu \cdot l .$$

Hierbei bedeuten:

Z_a und Z_e die Widerstände am Anfang und Ende der E., μ die Steigungskonstante der Leitung und l ihre Länge.

Literatur: A. Ruhrmann, Verbesserung der Transformationseigenschaften der Exponentialleitung durch Kompensationsschaltungen — Arch. elektr. Übertr. (1950), S. 23—31.

Extruder → Isolierung von Kupferleitern.

Exzenterpresse ist eine Maschine zum spanlosen Ausstanzen von Formteilen, bei der die Druckkraft von einem Exzenter erzeugt wird.

exzentrische Anomalie → Satellitenbahn.

exzentrischer Dipol → Erdmagnetfeld.

F

Fachablagevorrichtung dient der Verteilung der bei den → Leit- bzw. Einsatzplätzen vorliegenden Arbeitsunterlagen (Fristenpläne, Störungszettel mit Störungskarte, Arbeitsnachweise usw.) auf die Fächer der einzelnen Einsatzbezirke, in denen mehrere Entstörer tätig sind. Für vorrangig zu bearbeitende Störungsunterlagen sind besondere Fächer vorgesehen. Da je nach Größe der Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) unterschiedliche Arbeitsplatzanordnungen bestehen, besondere Arbeitsverfahren angewendet werden und eine entsprechend unterschiedliche Menge an Arbeitsunterlagen anfällt, gibt es: Aufsatzablagen für kleine FeESt, Einbauschränke für mittlere FeESt und Drehtrommelablagen für größere FeESt.

Fachbeamter für Nebenstellenanlagen. Die Außenbeamten der Anmeldestellen für Fernmeldeeinrichtungen (Am) sind Fachbeamte für Nebenstellenanlagen (NStAnl). Sie beraten die Kunden, überwiegend im Außendienst, über alle Fragen, die mit post- und teilnehmereigenen NStAnl zusammenhängen und geben → Kostenanschläge ab. Antragsformblätter für NStAnl füllt i. allg. der Fachbeamte für NStAnl aus, weil hierzu Angaben technischer Art erforderlich sind, die der Antragsteller ohne fachliche Anleitung nicht machen kann. Alle »Anträge für NStAnl« (ohne KleinstNStAnl) werden vom Fachbeamten für NStAnl fachlich geprüft (Prüfvermerk), bevor sie an den Anmeldeplätzen bearbeitet werden. Zu den internen Aufgaben des Fachbeamten für NStAnl gehört u. a.: Auswerten von Längenzetteln für Leitungen zu post- und teilnehmereigenen NStAnl, Mitwirken beim Einrichten dienstlicher NStAnl sowie bei der Mittelbewirtschaftung, der Bestellung, der Vorratshaltung und der Lieferung post- und teilnehmereigener NStAnl.

Fackel (Sonnen-) → Sonnenaktivität.

Fading → Schwund.

FAG (Fernmeldeanlagengesetz) → Gesetz über Fernmeldeanlagen.

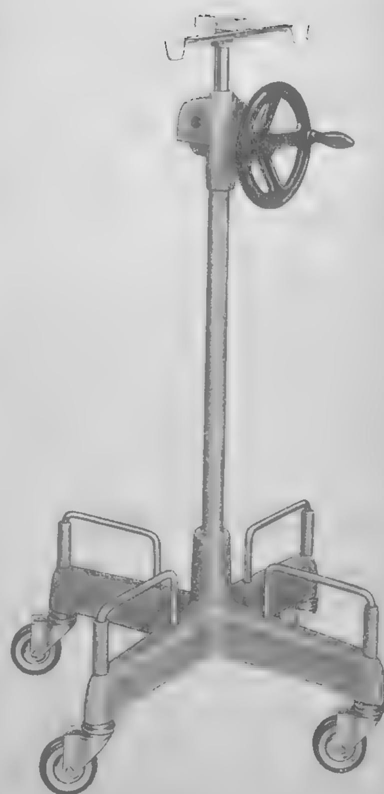
Fahneneffekt → Fernsehsignal-Verzerrungen.

Fahrdienstbasa (Basa = Bahnselbstanschlußanlage). Auf einigen großen Bahnhöfen der DB gibt es für den Sprechverkehr der Betriebsstellen untereinander eine besondere F. für maximal 100 Teilnehmer. Dadurch soll den Betriebsbeamten das Wählen vielstelliger Rufnummern (an Direktionssitzen z. B. 4) erspart werden. In ihrem technischen Aufbau gleicht F. den übrigen Basa; sie hat jedoch einen höheren Prozentsatz innerer Verbindungswege, um einen möglichst verlustfreien Fernsprechverkehr sicherzustellen.

Fahrdienstleiter → Bahnhof.

Fahrgestelle für Meß- und Prüfgeräte erleichtern den Transport der Geräte und ihre arbeitsgerechte Aufstellung innerhalb der Gestellreihen. Getriebe ermöglichen mit Handrad eine Höhen-Verstellung der F. Ein Kreuzfuß mit Abweisbügeln verhindert Beschädigungen der technischen Einrichtungen (s. Bild).

Steinhoff



Fahrgestell für Meß- und Prüfgeräte.

Fahrleitungsmeistereifunk. Fahrleitungen elektrischer Bahnen werden von Fahrleitungsmeistereien unterhalten. Zur Verständigung zwischen den an den Fahrleitungen arbeitenden Rotten und dem nächsten Bahnhof oder dem zuständigen Unterwerk (bahneigenes Umspannwerk 100/15 kV) sowie zur Verständigung zwischen den Unterhaltungsarbeitern an den 100 kV Bahnhochspannungsleitungen und den Kraftwerken oder Unterwerken werden Funkeinrichtungen verwendet. Reichen die tragbaren Funkgeräte (→ Eisenbahnfunkdienst) für zu überbrückende größere Entfernungen (über etwa 6 km) nicht aus, so werden diese Geräte über abgesetzte Antennen (Antennen auf einem transportablen 6 bis 8 m hohen Mast) betrieben.

Fahrrohre für Büchsenrohrpost → Rohrpostsysteme.

Fahrrohre für Zettelrohrpost. In → handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) werden Zettelrohrpostanlagen zum Befördern von losen Gesprächsblättern verwendet (→ Zettelrohrpost, Bild 1 und Bild 2). Das Fahrrohr aus Messing hat rechteckigen Querschnitt, eine Wanddicke von 1 mm und eine lichte Weite von 10 × 70 mm (Bild 1). In die

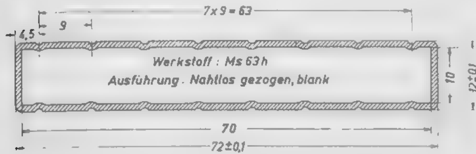


Bild 1. Fahrrohr für Zettelrohrpost (Querschnitt).

beiden Breitseiten des Rohres sind je 8 Führungsriefen eingeprägt. Die Riefen bieten der Luft zwischen Gesprächsblatt und Rohrwand einen Durchlaß, so daß die Zettel im Luftstrom gleichsam schwimmen. Außerdem vermindern die Riefen den Reibungswiderstand, wodurch sich die Fahrgeschwindigkeit erhöht.

Wie Bild 2 zeigt, wird für jeden Empfänger ein eigenes Druckluftfahrrohr benötigt, in der Senderichtung können dagegen bis zu 10 Sender an eine Saugluftfahrleitung angeschlossen werden.

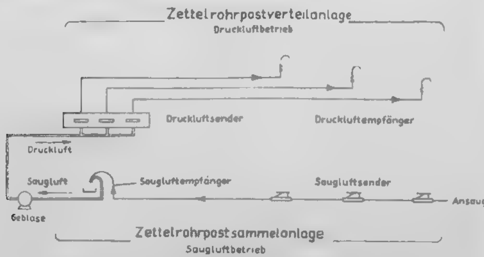


Bild 2. Grundschema einer Zettelrohrpostanlage.

Auf geraden Strecken werden Fahrrohre in Längen von 3 bis 5 m verwendet. Das Fahrrohr kann hochkant oder auch flach verlegt werden. Vielfach werden mehrere Rohre zu Bündeln zusammengefaßt. Als Übergang von Hochkant- auf Flachverlegung und umgekehrt dienen Rohrbogen und Rohrverdrehungen. Folgende Mindestabmessungen sollen nicht unterschritten werden:

Flachbogen Mindest-Halbmesser 300 mm,
Hochkantbogen Mindest-Halbmesser 750 mm,
Rohrverdrehung Mindest-Länge 600 mm.

Rohrverbindungen werden mit Steck- oder Überschiebmuffen ausgeführt. Bei einer Steckmuffenverbindung wird ein Rohrende mit einer Aufweitung versehen und in ein nicht geweitetes Rohrende eingeschoben. Bei Rohrverbindungen mit Überschiebmuffen wird über zwei Rohrenden, die stumpf aufeinanderstoßen, ein Flachrohrstück mit entsprechend größerem Querschnitt als Muffe übergeschoben. Rohrverbindungen dürfen keine Stoßstelle bilden. Insbesondere muß verhindert werden, daß der zum Abdichten dienende Kitt in das Rohrinnere dringt. Im Zuge der Fahrrohrleitungen werden alle 6 bis 8 m in den schmalen Wandungen Prüfverschlüsse vorgesehen. Sie ermöglichen das Einführen von Stahlbändern mit Wischern zum Reinigen der Fahrrohre.

Die Saugluftrohre werden unter den Tischplatten der Fernschränke und Ferntische verlegt. Zwischen den Fernschrankreihen und der Rohrpostsammelstelle verlaufen die Saugluftrohre in Bodenkanälen oder an der Decke des darunterliegenden Raumes. Das senkrechte Verbindungsstück zwischen Fußboden und Tischplatte des ersten Fernschrankes einer Reihe wird mit einem Holzkasten umkleidet. Eine einzelne Saugluftleitung soll möglichst nicht länger als 80 m sein.

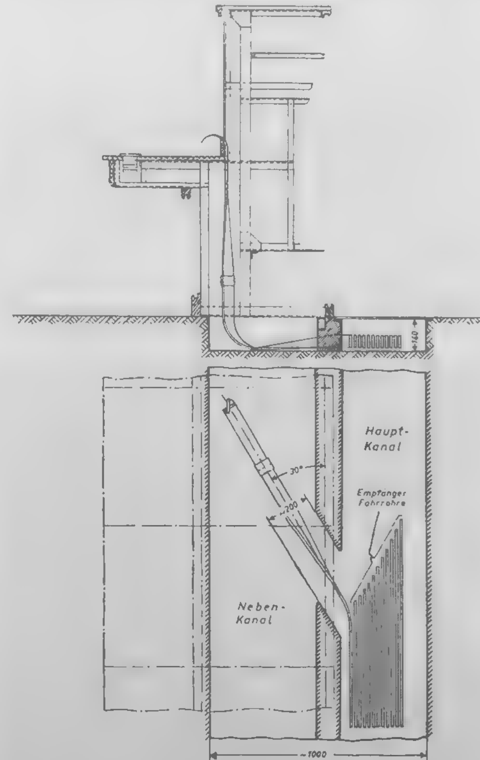


Bild 3.
Zuführung der Empfängerfahrrohre aus dem Untergeschoß.

Bild 3 zeigt die Zuführung der Empfängerrohre zu den Fernschränken. Die Rohre werden in Fußbodenkanälen geführt. Die Tiefe beträgt 140 mm — notfalls genügen schon 120 mm — bei einer Lage, 200 mm bei zwei Lagen hochkant verlegter Rohre. Die Breite der Kanäle richtet sich nach der Stärke der Rohrbündel. Parallel zum Hauptkanal verläuft ein Nebenkanal. Zwischen beiden besteht in Abständen von 3 Schrankbreiten ein Durchlaß zum Verlegen der um 30° zum Hauptkanal geneigten Zuführungen zu den Druck-

luftempfängern. Wenn keine Fußbodenkanäle zur Verfügung stehen, werden die Fahrrohre an der Decke des unter dem Fernamt liegenden Raumes ver-

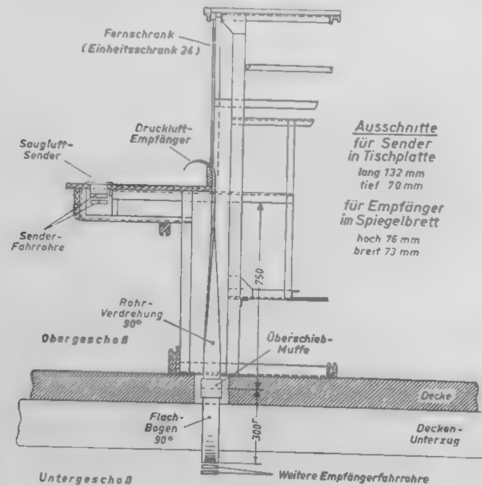


Bild 4. Führung der Empfängerfahrrohre in Bodenkanälen.

legt. Diese Art der Rohrführung zeigt Bild 4. Auf dem Fußboden oder innerhalb der Schrankreihe werden Fahrrohre nur ausnahmsweise geführt, um den Zugang zu den Fernschränken nicht zu behindern. Die zugelassenen Mindestmaße für Rohrbogen und Verdrehungsstücke können bei Verlegung innerhalb der Fernschränke jedoch eingehalten werden. Auf jeden Fall ist es von großer Wichtigkeit, die Führung der Rohrpostkanäle bereits vor Ausführung der Hochbauarbeiten festzulegen. Einen Einblick in die Rohrführung einer → Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung gibt Bild 5.

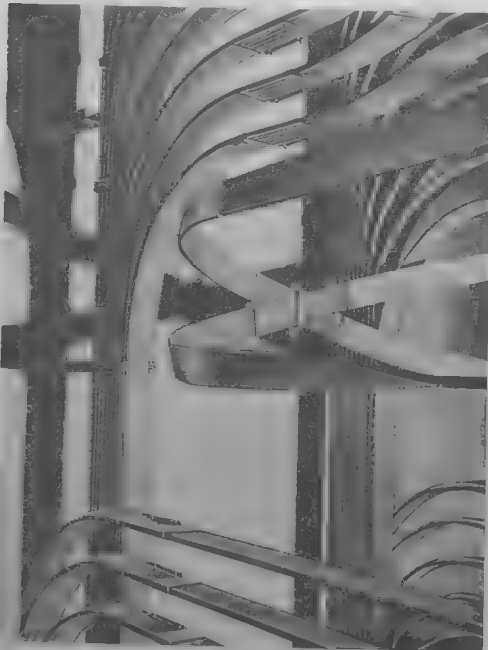


Bild 5. Rohrführung in einer Zettelrohrpostanlage mit automatischer Steuerung.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Kl. Fachbuchreihe für den Post- u. Fernmeldedienst, Bd. 24, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1954, S. 369 bis 379 und 420 bis 434 — M. Hochuli, Automatische Zettelrohrpost. Techn. Mitt. PTT, Jahrg. 1967, Heft 7, S. 393 bis 403 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964) Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschn. 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Gänsler

Fahrrohrkontakt → Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung.

Fahrstraße → Bahnhof.

Fahrstraßenauflösung und -festlegung → Bahnhofsblock.

Fahrstraßenhebel → Stellwerk, mechanisches.

Fahrstraßenschubstange → Bahnhofsblock, → Blockfeld.

Fahrstrom → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Fahrweg → Bahnhof.

Fahrzeugfunknummer ist die im öbL. jeder beweglichen Landfunkstelle zugeordnete Rufnummer. Sie ist 7stellig und besteht aus dem Teilnehmergruppenkennzeichen (TGK) und aus der nachfolgenden Selektivruf-Nummer.

Das TGK ist zweistellig. Es kennzeichnet die zusammengehörige Gruppe beweglicher Landfunkstellen (Teilnehmergruppe). Alle Teilnehmer mit einem gemeinsamen TGK müssen innerhalb eines Funkverkehrsbereiches den gleichen Anrufkanal benutzen, damit sie vom Überleitplatz, dessen Klinken mit dem jeweiligen TGK gekennzeichnet sind, gerufen werden können. Der Anrufkanal ist somit durch das TGK festgelegt.

Die Selektivruf-Nummer ist 5stellig. Sie kennzeichnet einen bestimmten Teilnehmer. Die erste Ziffer der Selektivruf-Nummer ist die Gruppenkennziffer. Den letzten 4 Ziffern ist je eine bestimmte Codefrequenz zugeordnet. Diese Codefrequenzen (bei einem Rufverfahren $\binom{30}{4}$ z. B. 30 Frequenzen) sind in 3 Dekaden ($F_1 \ldots F_{10}$, $F_{11} \ldots F_{20}$, $F_{21} \ldots F_{30}$) aufgeteilt. Entsprechend den Ziffern 1 ... 0 sind 10 Gruppenziffern vorgesehen. In einem Gruppenschema ist für jede Gruppenkennziffer festgelegt, aus welcher Dekade die Frequenzen entnommen werden sollen, die zur Codierung der letzten 4 Ziffern einer Selektivruf-Nummer erforderlich sind. Die auf diese Weise gebildeten Frequenzen werden als Selektivruf ausgesandt.

Beispiel: Fahrzeugfunknummer 23 21530.

1. u. 2. Ziffer: 23: TGK, nicht codiert.
3. Ziffer: 2: Gruppenkennziffer. Nach Schema sind Frequenzen aus den Dekaden 1,1,3 und 3 zu entnehmen.
4. Ziffer: 1: 1. Frequenz aus der Dekade 1 = F_1
5. Ziffer: 5: 5. Frequenz aus der Dekade 1 = F_5
6. Ziffer: 3: 3. Frequenz aus der Dekade 3 = F_{23}
7. Ziffer: 0: 10. Frequenz aus der Dekade 3 = F_{30}.

Zur Übertragung der Selektivruf-Nummer 21530 werden demnach die Frequenzen F_1, F_5, F_{23} und F_{30} ausgesandt.

In dem Ausbauzustand des Selektivrufsystems $\binom{20}{4}$ auf 2 Frequenzdekaden werden nur die Gruppenkennziffern 1, 6 und 9 mit den in dem Gruppenschema festgelegten Frequenzen eingesetzt. Damit können 4425 Rufnummern gebildet werden. Bei einem Endausbau auf $\binom{30}{4}$ sind 24 375 Rufnummern möglich. *Pankow*

Faksimile-Schreiber für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind → private Zusatzeinrichtungen. Sie gestatten während einer bestehenden Gesprächsverbindung im Ortsverkehr bzw. im Selbstwählferndienst Schriftstücke oder Zeichnungen, z. B. in der Größe DIN A 5, originalgetreu über die Leitung zu übertragen. Nach Beendigung einer Übertragung wird die Verbindung selbsttätig auf den Fernsprechapparat zurückgeschaltet. Der Sender des F. wird durch einen von außen nicht zugängigen Regler so eingestellt, daß die Ausgangsleistung (Dauerstrich oder negative Vorlagen) den Wert von −0,7 N an 600 Ohm im Normalfall nicht überschreitet. Für den Faksimile-Betrieb über das öffentliche Fernsprechnetz sind Übertragungssicherheit und -güte so, wie sie das öffentliche Fernsprechnetz bietet.

Fakturiermaschine. Versuchsweise in einigen Fernmelderechnungsstellen am Gebührenplatz L/S eingesetzte Rechenmaschinen mit alphanumerischem Schreibwerk. Die Dreispeziesrechenmaschine leistet die Grundrechnungsarten: Addition, Subtraktion, Multiplikation. Sie eignet sich daher insbesondere zur Berechnung der sog. Anfangsgebühren, d. s. laufende Gebühren für Bruchteile eines Monats. Vorteilhaft ist dabei, daß zusammen mit dem Rechenvorgang eine Aufstellung über die Fernmeldeeinrichtung maschinell ausgefertigt wird. Im selben Arbeitsgang werden auch eine Reihe von Lochkarten gestanzt, die ohnehin erstellt werden müssen. Bei Buchungsmaschinen wird mittels einer Vorsteckeinrichtung auch die Karteikarte für die laufenden Gebühren maschinell mitbeschriftet. Falls die Karteikarte mit einem wenige cm breitem Streifen aus magnetisierbarem Material versehen ist, lassen sich sogar gespeicherte Daten von dieser sog. Magnetkontokarte automatisch einlesen. Im Jahre 1970 werden die Fernmelderechnungsstellen mit Buchungsmaschinen vom Typ P 352 mit einer Kernspeicherkapazität von 600 Wörtern und Lochkartenstanzern (P 110) ausgestattet. *Breidt*

Fallklappe ist ein Elektromagnet, dessen als Hebel ausgebildeter Anker im Ruhezustand eine aufgerichtete Klappe festhält und beim Ansprechen freigibt, so daß die Klappe sich um etwa 90° dreht und eine waagerechte Lage einnimmt. Gleichzeitig können Kontakte betätigt werden. Der Ankerkontakt schließt, solange der Anker angezogen ist. Der Klappenkontakt schließt, solange die Klappe in der waagerechten Lage bleibt. Klappen mit Rückstellvorrichtung (Rückstellklappen) werden beim Stecken des Stöpsels in die zugehörende Klinke mit Hilfe eines Hebelmechanismus selbsttätig wieder aufgerichtet. Klappen sind lageabhängig. Sie sprechen auf Gleich- und Wechselstrom an. Bei Wechselstrom schwirrt der Anker im Takte der doppelten Ruffrequenz. Die während des Gespräches als Brücke in den Sprechadern liegenden Schlußklappen unterscheiden sich von den Anrufklappen durch ihren hohen Scheinwiderstand im Sprechfrequenzbereich. F. wird vorwiegend in älteren Vermittlungseinrichtungen, die ohne zentrale Batterien betrieben werden, verwendet, besonders in OB-Vermittlungen und → Feldvermittlungen. Heute werden für diese Aufgaben die lageunabhängigen Trommelschauzeichen (→ Schauzeichen) mit elektrischer Rückstellung bevorzugt. *Gänsler*

Fallschauzeichen → Schauzeichen.

Falschanmeldung. Wenn der Anmelder für die von ihm verlangte Sprechstelle irrtümlich eine falsche Rufnummer (RufNr) genannt hat, liegt eine F. vor. Wenn diese Verbindung nur 1 min bestanden hat und der Anmelder seinen Irrtum binnen 15 min nach Gesprächsende berichtigt, wird nur die → Drittelgebühr angesetzt, sofern er gleichzeitig ein neues Gespräch mit der berichtigten RufNr anmeldet.

Faltband → V-Bandförderer.

Faltdipol → Dipolantenne, → Rundstrahler.

Faltung → Laplace-Transformation.

Faltunipol → Vertikalantenne.

Falzapparat für Gesprächsblätter → Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung.

Fangeinrichtung. Die F. dient dazu, auf Antrag eines Fernsprechteilnehmers die Anschlüsse anonymer Anrufer festzustellen oder Störungen an den vermittlungstechnischen Einrichtungen, die zu belästigenden Falschwahlen führen, zu ermitteln. Sie ist ein fahrbares Gerät, das mit Schnüren an die Leitungswähler-Eingänge des Hunderts, in dem sich der Anschluß des auf Fangen geschalteten Teilnehmers befindet, angeschlossen wird. Außerdem muß sie zwischen Leitungswählerausgang und Teilnehmerleitung eingeschleift werden. Wenn der Anschluß belegt wird, sendet die F. einen 16-kHz-Ton über den Leitungswählerausgang zu dessen Eingang, der dann

mit Hilfe eines Suchwählers festgestellt wird. Der gerufene Teilnehmer kann die Verbindung durch Wahl einer 2 fangen, die F. wird dabei veranlaßt, Fangpotential an die Sprechadern zu legen, so daß auch beim Auflegen des Rufenden die Verbindung nicht auslöst, sondern verfolgt werden kann. Der gerufene Teilnehmer kann sich dagegen freischalten. Die Verbindungsverfolgung kann beim Sofortfangen schon bei Belegung des Teilnehmeranschlusses eingeleitet werden. Für die unterschiedlichen Wählsysteme der DBP stehen geringfügig voneinander abweichende F. zur Verfügung. *Remer*

Fangvorrichtung → Fangeinrichtung.

Farad ist der Name für die SI-Einheit der Kapazität und der Teilkapazität, Kurzzeichen F. Es gilt 1 F = 1 As/V = 1 C/V.

Faraday, Michael, geb. 22. 9. 1791, gest. 25. 8. 1867; brachte es als Autodidakt bis zum Professor der Experimentalphysik, entdeckte und erklärte die elektromagnetische Induktion (1832), stellte die Grundsätze der Elektrolyse auf und präsidierte der Royal Society in London.

Literatur: W. Ostwald: Entwicklung der Elektrochemie, S. 77ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1910 — W. Ostwald: Große Männer, S. 101. Leipzig 1910 — La Cour u. Appel, deutsch von G. Siebert: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung Bd. 2, an vielen Stellen. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1905 — A. Hermann: Große Physiker, Poggendorff — C. Matschoß: Männer der Technik — Telecommunication Pioneers.

Faraday-Effekt. Drehung der Polarisationsebene elektrischer Wellen, hervorgerufen durch ein longitudinales Magnetfeld. Im Plasma besteht der einfache Zusammenhang

$$\Omega \approx \frac{K}{f^2} M \int N \, \mathrm{d}s$$

zwischen dem Drehwinkel Ω der Polarisationsebene und dem vom Sender zum Empfänger durchstrahlten Elektroneninhalt $\int N \mathrm{d}s$, wenn die Frequenz f hinreichend groß gegen die Plasma- und Gyrofrequenz (→ ionosphärische Brechung) ist. Die Konstante K ist unabhängig von der Frequenz und den Plasmaeigenschaften, M hängt von der Intensität des Magnetfeldes und dem Winkel zwischen Strahlrichtung und Magnetfeld ab. Der Faraday-Effekt ermöglicht es, den Elektroneninhalt der → Ionosphäre mit Hilfe von HF-Sendern in Erdsatelliten zu bestimmen. Die dafür erforderlichen M-Werte sind tabellarisiert, z. B. mit den geographischen Koordinaten des Satelliten als Eingangswerten.

Faradaysche Gesetze. Der englische Naturforscher Michael Faraday (1791 bis 1867) fand 1833 die nach ihm benannten Gesetzmäßigkeiten, die besagen: Die Gewichtsmenge eines elektrolytisch gebildeten Stoffes ist der Elektrizitätsmenge, die den Elektrolyten durchfließt, direkt proportional (1. F.). Die durch gleiche Elektrizitätsmengen abgeschiedenen Gewichtsmengen chemischer Stoffe verhalten sich wie deren Äquivalentgewichte (2. F.). Einheit der Elektrizitätsmenge ist das Coulomb, das ist diejenige Elektrizitätsmenge, die aus einer Silbernitratlösung 1,118 mg Silber abscheidet. Um also ein Grammatom Silber (= Atomgewicht in Gramm), das sind 107,88 g Silber abzuscheiden, benötigt man $107{,}88 : 1{,}118 \cdot 10^{-3}$ = 96490 Coulomb. Mit der gleichen Elektrizitätsmenge kann man 1,00 g Wasserstoff oder 31,78 g Kupfer aus dem Ionenzustand abscheiden. Die Elektrizitätsmenge 96490 Coulomb bezeichnet man als das »elektrochemische Äquivalent« oder »1 Faraday« (→ Korrosion).

Farbanstrich → Antennen, Ausführung.

Farbart → Fernsehen 3.

Farbbandumschaltung. Einrichtung bei einer Fernschreibmaschine, durch die das Farbband nach einem Durchlauf in die gegenläufige Bewegungsrichtung umgeschaltet wird. Die F. stimmt im Prinzip mit der bei gewöhnlichen Schreibmaschinen verwendeten Einrichtung überein.

Farbbildsignal → Fernsehen 3.

Farbbildwiedergaberöhre (Farbbildröhre). Die F. stellt eine Erweiterung der → Fernsehbildröhre für Schwarz-Weiß-Wiedergabe dar. Unter den zahlreichen Versuchen, ein farbiges Elektronenbild zu erzeugen, hat bisher nur das Schattenmaskenprinzip (1938 W. Flechsig DRP 736575) insbesondere in seiner Ausführung als Lochmaskenröhre (RCA) zu breiter Anwendung geführt. Die Lochmaskenröhre arbeitet mit drei Strahlsystemen für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau, einem mit einzelnen Phosphorleuchtpunkten der drei Grundfarben mosaikartig belegten Leuchtschirm und einem in bestimmtem Abstand hinter dem Leuchtschirm angebrachten gelochten Blech, der Lochmaske; Bild 1. Die drei Strahlsysteme sind im Röhrenhals ein gleichseitiges Dreieck bildend untergebracht und so gegen die Bildröhrenachse geneigt, daß sich ihre Elektronenstrahlen in der Ebene der Lochmaske schneiden, Bild 2. Von den Strahlsystemen aus gesehen, befindet sich hinter jedem der etwa 400 000 Löcher der Lochmaske ein Leuchtstofftripel Rot, Grün und Blau derart, so daß jedem der drei Strahlsysteme eine der drei Grundfarben zugeordnet ist, welche entsprechend der Helligkeitssteuerung des jeweiligen Elektronenstrahls aufleuchtet. Durch gleichzeitiges Anregen von zwei oder drei Grundfarben sind praktisch alle Mischfarben erreichbar. Die Anregung mit den Helligkeits-

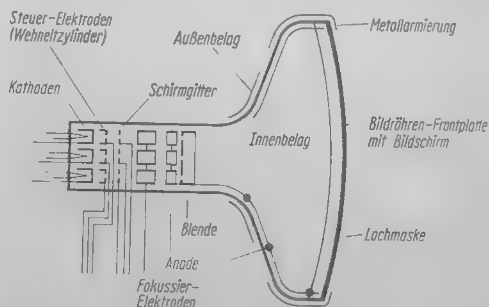


Bild 1. Querschnitt einer Farbbildröhre.

werten 0,3 Rot + 0,59 Grün + 0,11 Blau ergibt den Eindruck Weiß. In der Praxis ist die Zuordnung der Elektronenstrahlen zu den jeweiligen Farbpunkten insbesondere bei Ablenkung über den ganzen Bildschirm auch durch höchste mechanische Präzision nicht zu erreichen. Um zu vermeiden, daß ein Elektronenstrahl z. B. rot auch andere Leuchtpunkte grün oder blau trifft, wird das ganze Elektronenstrahlbild durch einen drehbaren Magneten, den Farbreinheitsmagneten, zusätzlich ausgerichtet. Die Beurteilung erfolgt meist nach Abschalten des grünen und blauen Strahlstromsystems anhand des rot aufleuchtenden Bildschirms, welcher keinerlei Farbunreinheiten aufweisen darf.

Einwandfreie Farbreinheit besagt noch nicht, daß sich die Elektronenstrahlen auch jeweils in demselben Loch der Maske überschneiden, d. h., daß die drei geschriebenen Einzelbilder RGB ohne Farbsäume zur Deckung — Konvergenz — kommen. Statische Konvergenzfehler in Bildschirmmitte werden durch Gleichfeldmagnete ausgeglichen. Dynamische Konvergenzfehler entstehen bei der Horizontal- und Vertikal-Ablenkung und sind, abgesehen von Inhomogenitäten der Ablenkfelder → Ablenktechnik, systembedingt. Wegen des unterschiedlichen Projektionsursprungs der drei Elektronenstrahlen entstehen bei der Auslenkung des Strahles auf dem Bildschirm trapez- und kissenförmig verzerrte Rasterfelder. Zur Korrektur erfährt jeder Elektronenstrahl für sich eine zusätzliche Ablenkung mit magnetischen Wechselfeldern, welche aus den Ablenkströmen hergeleitet sind. Die Gesamtheit der zur Beeinflussung der Konvergenzeigenschaften auf dem Röhrenhals aufgeschobenen Spulen und Magnete heißt Konvergenzsystem. Besondere Maßnahmen sind erforderlich, um Einflüsse äußerer Magnetfelder, vor allem des erdmagnetischen Feldes, auf Farbreinheit und Konvergenz zu vermeiden. Eine weichmagnetische Abschirmkappe umschließt den Bildröhrenkonus. Sie ist mit einer Entmagnetisierungsspule versehen, durch welche bei jedem Einschalten des Empfängers ein langsam gegen Null absinkender Wechselstrom fließt.

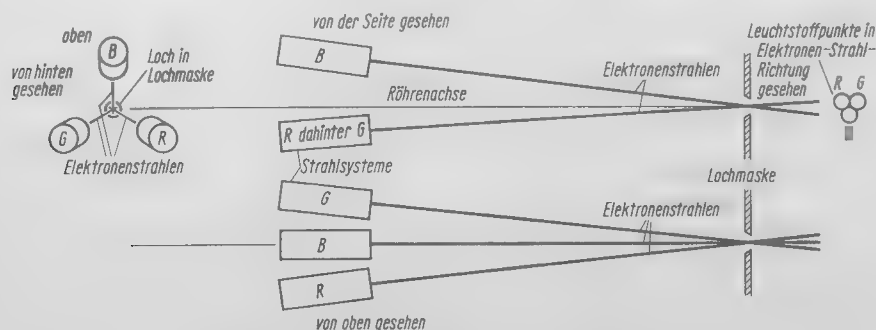


Bild 2. Anordnung der Strahlsysteme einer Farbbildröhre.

Außer der Lochmaskenröhre hat bisher das Chromatron technische Verwirklichung gefunden. Größere Bildformate bringen erhebliche Herstellungsschwierigkeiten. Das Chromatron verwendet parallele Phosphorstreifen der drei Grundfarben mit wiederum dazu parallelen Gitterdrähten. Im Dreistrahlchromatron sind drei Strahlsysteme nebeneinander angeordnet, deren Elektronenstrahlen durch elektronenoptische Ablenkung an den Gitterdrähten den jeweiligen Leuchtstreifen zugeordnet sind.

Im Einstrahlchromatron — Lawrenzröhre — wird ein einzelner Elektronenstrahl durch eine an ein doppeltes Gittersystem angelegte Umschaltspannung periodisch auf die drei Farbstreifen gelenkt. Zu den Schwierigkeiten der Herstellung kommen beim Einstrahlchromatron noch der Leistungsaufwand für die Umschaltspannung mit erheblichen Störstrahlungsschwierigkeiten. Weitere Einstrahl-F. stellen die Indexröhren dar. Der Elektronenstrahl erhält jeweils das Farbsignal, auf dessen zugehörigem Farbstreifen er sich gerade befindet. Auf jedes Farbstreifentriplet folgt ein Indexstreifen, welcher beim Auftreffen von Elektronen (bei der »apple tube« ist ein besonderer Indexhilfsstrahl vorhanden) eine erhöhte Sekundärelektronenemission als Rückmeldesignal liefert. Eine Weiterentwicklung vermeidet den Hilfsstrahl und benutzt die von den Indexstreifen ausgehende Ultraviolett-Strahlung – (Zebra-Röhre). Geringe Bedeutung haben bisher die Gabor- und die Bananenröhre, welche für die Vertikalablenkung eine rotierende Spiegelanordnung verwenden, erlangt. *Stierhof*

Farbcode. Farbkennzeichnung für Widerstands- und Kapazitätswerte.

Literatur: DIN 41429, DIN 40820 — Entwurf —, IEC-Publikation 62, 1952.

Farbdemodulator → Fernsehen 3.

Farben. Nach DIN 55945 ist Farbe »ein durch das Auge vermittelter Sinneseindruck, der durch die auf das menschliche Auge auftreffenden Strahlen ausgelöst wird«. Eine Farbe ist durch Farbton, Sättigungs-

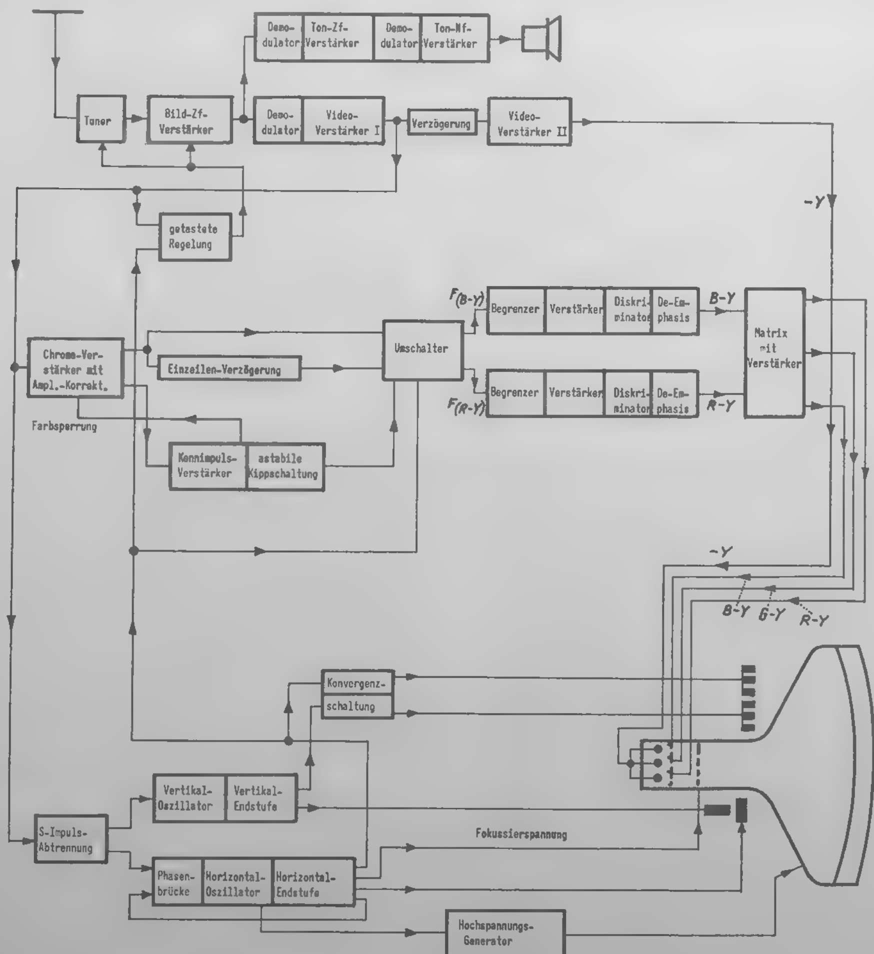
stufe und Dunkelstufe gekennzeichnet. Im täglichen Sprachgebrauch kann der Ausdruck Farbe drei verschiedene Bedeutungen haben: 1. Bezeichnung eines farbigen Stoffes, 2. Ausdruck für eine Sinnesempfindung, 3. Charakterisierung einer Spektralfarbe, d. h. einer bestimmten Lichtart.

Man unterscheidet nach Herkunft und Gewinnungsweise folgende drei Hauptgruppen: a) Natürliche organische Körper- oder Erdfarben, b) künstliche anorganische Körperfarben oder Mineralfarben und c) Lackfarben.

Nach der Art der verwendeten Farbbindemittel ergibt sich folgende Gruppierung: Kalkfarben, Wasserglasfarben, Aquarellfarben, Chinesische Tusche, Leimfarben, Caseinfarben, Temperafarben, Ölfarben. Technische Eigenschaften der Farben: 1. Lichtechtheit, 2. Wasserechtheit, 3. Ölechtheit, 4. Säureechtheit, 5. Laugenechtheit, 6. Mischbarkeit, 7. Hitzeechtheit.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 55 945, März 1961.

Farbfernsehempfänger bereiten das Farbfernsehbild so auf, daß durch Ansteuerung einer → Farbbildwiedergaberöhre eine dem im Sender aufgenommenen Bild entsprechende Abbildung erzeugt wird. Allen gebräuchlichen Verfahren ist die Verwendung eines im Videobereich liegenden Farbträgers gemeinsam, welcher zwei Informationen, die Farbdifferenzsignale, zur Beschreibung der Farbe nach Farbart und Farbsättigung übermittelt. Im F. wird dieser Farbträger aus dem Videosignal ausgekoppelt und je nach System demoduliert. Aus dem beim F. meist mehrstufigen



Blockschaltplan eines Farbfernseh-Empfängers für das Secam-Verfahren.

Videoverstärker wird das Farbträgersignal selektiv ausgekoppelt und einem Verstärker passender Bandbreite, Chroma- oder Chrominanz-Verstärker genannt, sowie einem weiteren Verstärker dem Burst- oder Farbsynchronsignal-Verstärker, häufig auch Burst-Tor genannt, zugeführt. Letzterer wird durch Zeilenrücklaufimpulse ausgetastet, so daß er ausschließlich das Farbsynchronsignal verstärkt weitergibt. Dieses gelangt einmal in eine Phasenbrücke zur Erzeugung einer Nachstimmspannung für den Referenz-Oszillator. Dieser ist quarzstabilisiert und wird durch die Nachstimmspannung phasenstarr mit dem Farbsynchronsignal synchronisiert. Eine weitere, von dem Farbsynchronsignal gespeiste Phasenbrücke regelt den Farbsperrverstärker, auch Farbabschalteverstärker genannt, welcher den Chrominanzverstärker bei Nichtvorhandensein eines Farbsynchronsignals völlig sperrt. Hierdurch wird erreicht, daß die in den Bereich des Chrominanzverstärkers fallenden Frequenzanteile des Videobildes sowie entsprechende Rauschfrequenzen nicht als störende Farberscheinungen auf der Bildröhre sichtbar werden. Die Ausgangsspannung des Farbartverstärkers wird zwei Synchron-Demodulatoren zugeführt, in welchen die beiden dem Farbträger in Quadraturmodulation (→ Fernsehen) aufmodulierten Teilsignale R-Y und B-Y zurückgewonnen werden.

Gleichzeitig erhalten die beiden Synchron-Demodulatoren eine gegeneinander um 90° verschobene Vergleichsschwingung aus dem Referenz-Oszillator. Im Gegensatz zur exakten Auslegung mit 90° Phasenverschiebung findet eine von 90° abweichende Verwendung. Anstelle des I-Q-Signals erscheint ein X-Z-Signal, wodurch sich im NTSC-Empfänger wesentliche Schaltungsvereinfachungen ergeben. Die nachfolgende Matrix bildet aus den X-Z-Signalen die drei Farbdifferenz-Signale R-Y, G-Y und B-Y, welche nach Verstärkung den Wehnelt-Zylindern der Farbbildröhre zugeführt werden. Alle drei Katoden der Bildröhre erhalten gleichzeitig aus dem Videoverstärker das Helligkeitssignal (Luminanzsignal) ($-Y$), so daß die drei Elektronenstrahlen mit den Primärfarbsignalen RGB moduliert werden. Eine technisch gleichwertige Variante führt das Y-Signal so in die Matrix-Decoder-Schaltung ein, daß die Primärfarbsignale RGB unmittelbar zur Verfügung stehen. Die Ansteuerung der Bildröhre erfolgt dann nur noch über Katode oder Wehnelt-Zylinder. Die Übertragungswege für das Y- und das Farbartsignal im Empfänger haben unterschiedliche Bandbreiten und damit Laufzeiten. Das schnellere Y-Signal wird im Videoverstärker durch eine Laufzeitleitung in Form einer Drahtspule mit verteilter Kapazität um ca. 600 bis 800 ns verzögert, um gleichzeitig mit den Farbsignalen im Decoder bzw. der Bildröhre zusammenzutreffen.

Synchronisier- und Ablenktechnik sind ähnlich wie bei Schwarz-Weiß-Empfängern. Es sind zusätzlich Mittel vorgesehen, die Hochspannung für die Bildröhre besonders stabil zu halten (→ Ablenktechnik) und um die Deckung der drei Elektronenstrahlen über den ganzen Bildschirm zu erreichen (→ Farbbildwiedergaberöhre). Der → PAL-Empfänger stellt nur eine Erweiterung des NTSC-Empfängers dar. Beim Secam-Empfänger (s. Bild) entfällt der Referenz-Oszillator mit Synchronisation und die Synchron-Demodulatoren. Es kommen zwei reine FM-Verstärker und Demodulatoren für die beiden von Zeile zu Zeile abwechselnd ankommenden Farbdifferenzsignale zur Anwendung. Eine Verzögerung der Zeilendauer in einem Zweig bewirkt, daß beide Signale gleichzeitig zur Verfügung stehen. Ein durch Kenn-Impulse gesteuerter Elektronenumschalter legt die Signale an die jeweils zugeordneten Demodulatoren. *Stierhof*

Farbfernsehen → Fernsehen 3., → musterinduzierte Flickerfarben.

Farbkörper → Pigment.
Literatur: DIN 55 945, März 1961.

Farbmetrik → Fernsehen 3.

Farbmittel ist der Sammelname für alle farbgebenden Stoffe.
Literatur: DIN 55 945, März 1961.

Farbrädchenschreiber. Gattungsbezeichnung für Morse-Telegrafenapparate, bei denen die Morsezeichen durch ein eingefärbtes, scheibenförmiges Rädchen beim Erregen des Empfangsmagneten entsprechend den Morse-Stromzeichen auf einen Papierstreifen gezeichnet werden.

Zu den F. gehören auch Morsezeichenschreiber, deren Farbrädchen nicht eine Mantellinie, sondern eine Mantelfläche aufweisen, so daß statt der linienförmigen Aufzeichnung eine das Mehrfache betragende Flächenaufzeichnung stattfindet. Das entsprechende Röllchen hat eine Schrägverzahnung, die eine strichweise Aufzeichnung hervorruft. Bei dem vor allem für den Funkbetrieb entwickelten T-Apparat rufen kurzzeitige Schwunderscheinungen oder Stromausfälle nur kleine Flächenausfälle hervor, die das Zeichen im ganzen nicht verstümmeln, während bei einer linienförmigen Aufzeichnung Unterbrechungen des Linienzuges hervorgerufen werden, die leicht zu Fehlablesungen (Zeichenfehlern) führen. Die strichweise Aufzeichnung hat außerdem den Vorteil, daß die vorerwähnten Störungen auch in den Bereich zwischen zwei Strichen liegen können, so daß sie nicht wirksam erscheinen.

Farbröhrchenschreiber. Gattungsbezeichnung für Morse-Telegrafenapparate, bei denen die Morsezeichen in Form von Wellenlinien oder auch Blockzeichen mit Hilfe eines die Farbflüssigkeit ansaugenden Röhrchens niedergeschrieben werden. Dieses ist U-förmig gebogen und taucht mit einem Schenkel in die Tintenfarbe, während der andere auf dem Papierstreifen gleitet. Das Ansaugen der Flüssigkeit beruht auf der Kapillarwirkung. Es gibt Ein- und Zwei-Spuren-Schreiber. Die Kapillarröhrchen sind an je einer Drehspule befestigt, die sich im Felde eines Elektromagnets oder eines Dauermagnets bewegen. Die Empfangsströme durchfließen die Drehspulen, die nach dem Drehspulprinzip ausgelenkt werden

und dabei die Zeichen registrieren. Es gibt verschiedene Konstruktionen für die Aufhängung der Drehspulen, das Bewegungssystem für die Kapillarröhrchen und die Verminderung der Reibung zwischen dem Röhrchen und dem Aufzeichnungspapier (s. HwF 1929 unter Undulator und Heberschreiber). Die im Seekabelbetrieb eingesetzten F. hatten früher die Bezeichnung »Undulatoren« (von unda (lat.) = Woge, Welle) wegen der durch die stark kapizitiven Seekabel bedingten starken Abflachung der ursprünglich rechteckigen Tastzeichen. Um die Reibung des Kapillarröhrchens auf dem Papierstreifen aufzuheben, wird die Tinte auf das Papier gespritzt (also nicht gezogen), so daß der Wellenzug punktförmigen Charakter annimmt. Daher stammt die Apparatbezeichnung »Siphon-Recorder« (recorder = Schnellschreiber). Der Name »Recorder« ist in den früheren Jahren fast ausschließlich angewandt worden.

Der F. wird — auch gegenwärtig noch — nicht nur im Land- oder Seekabelbetrieb, sondern auch im Funkdienst eingesetzt. Hierbei sind unter Ausnutzen der Resonanzerscheinung, Beschränken der Zeichenamplitude und Festlegen der bestgeeigneten Schwingungsdämpfung Zeichengeschwindigkeiten bis zu 300 WpM erreicht worden.

F. mit zwei Schreibsystemen werden im Funkdienst verwendet, wobei sie mit zwei Empfangsantennen verbunden sind, die räumlich getrennt aufgestellt sind. Bei Schwund bleibt in der Regel mindestens ein Schreibsystem störungsfrei, so daß der richtige Empfang gewährleistet ist. *Schiweck*

Farbsättigung, Farbton → Fernsehen 3.

Farbtonverfälschung → Fernsehsignal-Verzerrungen.

Farbträger-Moiré, Farbwertsignal → Fernsehen 3.

Faserglasharz ist der Sammelname für ungesättigte, glasfaserverstärkte Polyesterharze.

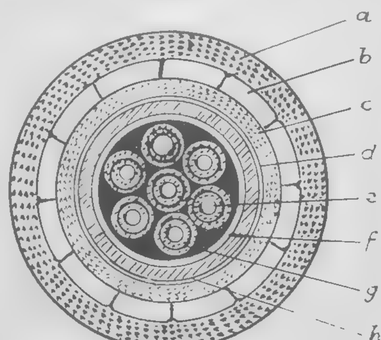
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Faserstoffisolierung. Unter F. versteht man die Isolierung eines Kabelleiters mit Pflanzenfasern, meist Jutefasern. Diese Umhüllung muß durch eine darüber aufgebrachte Bespinnung oder Beflechtung mit Baumwollband oder Baumwollgarn festgehalten werden. Der Faserstoff wird zur Vermeidung von Feuchtigkeitsaufnahme getränkt und z. T. gegerbt. Jute ist eine Bastfaser. Sie wird aus den Zweigen der strauchartigen Jutepflanze (Corchorusart aus der Familie der Tiliaceen oder Lindengewächse), die in Bengalen beheimatet ist, gewonnen.

Faserstoffkabel. Kabel, bei denen die Isolierhülle der Leiter aus Papier, Garn, Baumwolle oder verarbeiteten Pflanzenfasern (Jute) besteht.

F. waren u. a. für Telegrafenzwecke in Gebrauch. Zu ihrer Einführung anstelle der bis dahin ausschließlich verwendeten Guttaperchakabel hat die wesentliche Verbilligung Anlaß gegeben, die sich aus den geringeren Herstellungskosten und dem größeren Fassungsvermögen eines Kabels ergibt. F. werden von der DBP nicht mehr beschafft, an ihre Stelle sind später Papierkabel mit Hohlraumisolierung getreten. Bauart der F. nach den letzten Vorschriften der DRP (s. Bild).

Aderzahl: 4 bis 112. Über dem Bleimantel befand sich eine Papierlage zwischen Compoundmasse; hierüber war präparierte Jute gesponnen und schließlich eine Bewehrung aus verzinkten, trapezförmigen Flacheisendrähten aufgebracht. Die Erdkabel waren



a = Juteumspinnung zwischen Asphaltschichten
b = Bewehrung
c = getränkte Juteumspinnung
d = Papierlage zwischen Compoundschichten
e = Kupferleiter 1,5 oder 1.25 mm Durchmesser
f = Bandumspinnung getränkt
g = Umspinnung mit zwei Lagen (Jutegarn)
h = Bleimantel.

Faserstoffkabel.

über der Bewehrung mit einer zwischen zwei Asphaltschichten gelagerten weiteren Jutebespinnung versehen. Zur Abschwächung der bei Einzelleitungsbetrieb in längeren Kabeln auftretenden Induktionserscheinungen sind vereinzelt auch F. besonderer Bauart hergestellt worden, die mit metallischer Schutzwicklung (Stanniol, metallisiertes Papier oder dgl.) um die einzelnen fertigen Adern und mit eingelegten blanken, geerdeten Drähten versehen sind (Stanniol-, Induktionsschutzkabel).

Literatur: Baur, Das elektrische Kabel, Berlin Julius Springer 1903 — Stille, Telegrafen- und Fernsprech-Kabelanlagen, Braunschweig, Vieweg & Sohn 1911 — K. Knebel, Fernsprech- und Telegrafenkabel einschl. der Seekabel, Verlag Erich Herzog, Goslar 1961.
Knebel

Fayence → Tonwaren.

FBAS-Signal → Fernsehen 3, → Fernsehstudio.

Federschnurrolle → Schnuraufroller.

Fehlanpassung → Welligkeit.

Fehlanpassungsmesser → HF-Wattmeter.

Fehler der Beobachtung, des Ergebnisses, des Nennwerts usw. → Fehlerbestimmung, → Fehlergrenze und Fehlerquellen, → Störung.

Fehlerauswertezeit → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik.

Fehlerbestimmung. Die unter »Fehlerquellen« dargestellten Umstände verursachen »Fehler« sowohl an den einzelnen Meßgrößen als auch am Ergebnis (Ergebnisfehler) → Fehlergrenze.

Folgende Fehler sind besonders häufig:

a) Stehende einseitige Fehler (so insbesondere Nennwertfehler) können oft durch Hilfsmessungen, Eichungen u. dgl. ihrem Betrage nach festgestellt werden. Ein so erkannter Fehler dient zur Berichtigung des Ergebnisses. Wenn die vorhandenen Hilfsmittel eine Eichung der Vergleichsstücke nicht ermöglichen, kann man deren Fehler oft dadurch wenigstens schätzen, daß man mit veränderter Einstellung der Meßgeräte den gleichen Gegenstand mißt. Beispiel: Bei Ausschlagsmessungen Meßbereichsänderungen, bei Brückenmessungen Wiederholung der Messung mit verschiedenen Vergleichswiderständen durch Vertauschen der Verhältniswiderstände.

b) Stehende, doppelseitige Unbestimmtheiten können auch nach Berichtigung der stehenden einseitigen Fehler übrigbleiben (insbesondere Unbestimmtheiten des Nennwerts). So z. B. bei Eichungen: »die Eichung ist auf ... v. H. genau«, oder »das Meßgerät ist auf ... v. H. genau«. Diese Unbestimmtheiten werden natürlich durch Häufung der Beobachtungen nicht verbessert. Dagegen treten sie als Teilfehler in der Fehlergrenze auf und können eine wichtige Rolle für die Frage spielen, ob es nötig oder nützlich ist, durch Häufung der Beobachtungen die Zufälligkeitsfehler zu verringern.

c) Zufälligkeitsfehler (→ Fehlerquellen). Diese sind die einzigen Fehler, welche (gemäß ihrer Begriffsbestimmung) durch Häufung der Beobachtungen verbessert (nicht berichtigt) werden können. Zufälligkeitsfehler werden nur dann als solche erkannt, wenn bei häufiger Wiederholung der Beobachtung die Ablesungen im wesentlichen in gleicher Anzahl über und unter demselben Mittelwert liegen.

Die Entscheidung, ob die Anwendung des genannten Mittels Sinn hat, erfordert Kenntnis der übrigen Teilfehler der Messung; sie ist dann und nur dann nötig, wenn die Zufälligkeitsfehler in der Größenordnung der Summe der übrigen Teilfehler stehen. Beispiel: Bei irgendeiner Messung sei die Summe aller Teilfehler mit Ausnahme der Zufälligkeitsfehler 3 vH, diese seien zu ungefähr 1 vH erkannt. Dann hat es meist keinen Sinn, die Zufälligkeitsfehler durch Häufung der Beobachtungen wesentlich unter 1 vH zu drücken. Liegen die Verhältnisse umgekehrt (Teilfehler 1 vH, Zufälligkeitsfehler 3 vH), so muß man eine so große Zahl von Messungen vornehmen, daß der mittlere (oder wahrscheinliche) Zufälligkeitsfehler wesentlich vermindert wird. In diesem Fall kann der so gewonnene mittlere (oder wahrscheinliche) Zufälligkeitsfehler die Fehlergrenze der Meßreihe wesentlich verkleinern. Die Verbesserung des Zufälligkeitsfehlers erfolgt nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die Voraussetzung vollkommener Regellosigkeit der zufälligen Schwankungen prüft man besonders leicht durch graphische Darstellung. Besonders muß beachtet werden:

Zufälligkeitsfehler, bei welchen die Schwankung um einen einseitig vom mittleren oder wahrscheinlichen Betrag der Meßgröße abliegenden Wert stattfinden, lassen nach Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung einen (mittleren oder wahrscheinlichen) einseitigen Fehler erkennen, welcher stehend oder ab- bzw. auflaufend sein kann. Dieser stehende, einseitige Fehler kann meist als Fremdfehler behandelt werden.

Hat man z. B. in einer gleichstromgespeisten Brücke eine um einen Mittelwert schwankende Thermokraft, so stellt man auf einen mittleren falschen Nullpunkt ein. Für ab- bzw. auflaufende einseitige Fehler kann meist aus dem Verfahren selbst Abhilfe geschaffen werden. Wenn z. B. im vorgenannten Falle die Thermokraft nicht um einen Mittelwert, sondern um einen ab- bzw. auflaufenden Wert schwankt, so stellt man den mittleren, falschen Nullpunkt vor und nach jeder Messung oder Meßreihe fest.

Man vermindert den Zufälligkeitsfehler durch mehrfache Wiederholung der Messung unter gleichen Verhältnissen, d. h. mit derselben Vorrichtung und der gleichen mittleren Sorgfalt, auf folgendem Weg: Wenn eine Anzahl (n) von Beobachtungen vorliegt, die unter den genannten Voraussetzungen gemacht wurden und alle gleichwertig sind, so ist der wahrscheinlichste Wert bekanntlich das arithmetische Mittel R. Gegenüber diesem Mittel zeigen die Einzelbeobachtungen Abweichungen: $\pm \Delta_1$, $\pm \Delta_2$ usw. Der mittlere Zufälligkeitsfehler der Einzelbeobachtung ist dann

$$\varphi = \pm \sqrt{\frac{\sum_{\nu=1}^{n} \Delta_\nu^2}{n-1}} .$$

Die mutmaßliche Genauigkeit ist φ umgekehrt proportional. Die mittlere Grenze für den Zufälligkeitsfehler, kurz der »mittlere Zufälligkeitsfehler« des aus dem arithmetischen Mittel gewonnenen Ergebnisses ist

$$\psi = \pm \sqrt{\frac{\sum_{\nu=1}^{n} \Delta_\nu^2}{n(n-1)}} = \frac{\varphi}{\sqrt{n}} .$$

Die mutmaßliche Genauigkeit des Ergebnisses wächst also mit der Wurzel aus der Zahl der Einzelbeobachtungen.

Die Ausdrücke $0{,}674\,\varphi$ und $0{,}674\,\psi$ $\left(\text{nahe } \frac{2}{3}\right)$ stellen die wahrscheinlichen Unsicherheiten dar.

d) Gewicht einer Messung. Haben aus irgendeinem Grund die Einzelbeobachtungen $m_1, m_2, \ldots$ nicht den gleichen Grad von Zuverlässigkeit, so legt man ihnen auch zahlenmäßig verschiedene »Gewichte« bei: $p_1, p_2, p_3, \ldots$ und gewinnt das Mittel zu

$$R = \frac{p_1 m_1 + p_2 m_2 + \ldots}{p_1 + p_2 + \ldots} .$$

Liegt für jede Einzelmessung eine Bestimmung ihrer Fehlergrenze vor, so ist das Gewicht umgekehrt proportional dieser.

Es ist meist falsch, einer Messung nur deswegen kleineres Gewicht beizulegen, weil sie von der Mehrzahl der übrigen weit entfernt liegt, da die Bildung des arithmetischen Mittels dieser Tatsache selbst Rechnung trägt. (Ausnahmen: Offensichtliche Unrichtigkeiten oder Ungleichseitigkeiten; bei der graphischen Mittelbildung zeigen sich diese ohne weiteres.)

Um Verwechslungen mit der Fehlergrenze vorzubeugen, sei betont, daß die Häufung der Beobachtungen also lediglich die Verkleinerung desjenigen Teilfehlers des Ergebnisses bewirkt, welcher sich aus den Zufälligkeitsfehlern herleitet; andere Fehler werden dabei überhaupt nicht berücksichtigt.

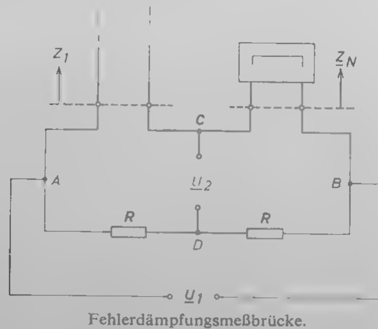
Literatur zu c): Linder, Planen und Auswerten von Versuchen, 2. Aufl. 1959 — Mittenecker, Planung und statistische Auswertung von Experimenten, 4. Aufl. 1963 — Kohlrausch, Praktische Physik, Bd. I, 21. Aufl. 1960, Bd. II, 21. Aufl. 1962. *Gerber*

Fehlerdämpfung → Abnahmemessungen an fertig montierten Kabelanlagen, → Anpassung von Scheinwiderständen.

Fehlerdämpfungsmeßbrücke. Die Fehlerdämpfung zwischen einer Leitung mit dem Eingangswiderstand $\underline{Z}_1$ und einer Nachbildung mit dem Widerstand $\underline{Z}_N$ wird durch

$$a_F = \ln \left| \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_N}{\underline{Z}_1 - \underline{Z}_N} \right| \text{ Np}$$

bestimmt. Diese Größe kann mit Hilfe der F. gemessen werden (s. Bild).



Fehlerdämpfungsmeßbrücke.

Liegt zwischen den Klemmen A und B die Spannung $\underline{U}_1$, so tritt zwischen den Klemmen C und D die Spannung

$$\underline{U}_2 = \frac{1}{2} \underline{U}_1 \frac{\underline{Z}_1 - \underline{Z}_N}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_N}$$

auf. Hieraus erhält man

$$a_F = \ln \frac{U_1/2}{U_2} \text{ Np} = \ln \left| \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_N}{\underline{Z}_1 - \underline{Z}_N} \right| \text{ Np}.$$

Stellt man mit Hilfe eines Pegelsenders zwischen A und B den Sendepegel $p_1 = \ln (U_1/0{,}775 \text{ V})$ Np ein, so zeigt ein Pegelmesser zwischen C und D den Empfangspegel $p_2 = \ln (U_2/0{,}775 \text{ V})$ Np an, und es ist

$$a_F = p_1 - 0{,}7 \text{ Np} - p_2 .$$

Für den Sendepegel $p_1 = +0{,}7$ Np ist dann $a_F = -p_2$. Man kann also die Fehlerdämpfung unmittelbar und ohne Rechnung am Pegelmesser ablesen. *Haak*

Fehlereingrenzung im Fernmeldeanschlußnetz, bei Sprechstellen und in Vermittlungsstellen (VSt) erfordert zunächst Aufzeichnung aller vom Meldenden genannten Störungsmerkmale auf Störungszetteln, in Störungsmeldebüchern usw. In Zweifelsfällen, zur Ergänzung der Angaben für die Störungsermittlung und wenn der Teilnehmer sogleich eine Bestätigung bzw. rasche Auskunft wünscht, führt die → Störungsannahme eine Vorprüfung durch. Die → Störungsannahmetische sind zu diesem Zweck mit Ausgängen nach 1./2. Gruppenwählern, Endgruppenwählern oder Netzgruppenwählern beschaltet. Am Störungsprüfplatz werden die Angaben des Störungszettels und die vorhandenen Aufzeichnungen in den Karteiunterlagen ausgewertet. Anschließend schaltet sich die Prüfplatzkraft durch Wahl der Rufnummer des gewünschten Fernsprechanschlusses über das → Wählprüfnetz galvanisch auf dessen Leitung auf. Ist dies aus schaltungstechnischen Gründen nicht möglich, fehlt das Wählprüfnetz oder handelt es sich um Leitungen, denen in der VSt kein Anschlußorgan zugeordnet ist, wird die zu prüfende Einrichtung von einer beim Hauptverteiler (HVt) befindlichen Kraft mittels eines → Anschalteapparates der Prüfplatzkraft über eine Prüfleitung meßtechnisch zugänglich gemacht. Der Prüfer hat Lage und Art des Fehlers zu finden, indem er — vom HVt aus betrachtet — sowohl Messungen nach der VSt hin als auch in Richtung nach der Sprechstelle vornimmt. Er kann folgende Werte ermitteln: Fremdspannung, Isolationswiderstand, Kapazität, Nummernschaltereinstellung und, unter Mitwirkung des Entstörers, auch den Schleifen- oder Erdwiderstand. Aus den Einzelergebnissen kann er ersehen, ob sich der Fehler bei der Sprechstelle, im Anschlußnetz oder in der technischen Einrichtung der VSt befindet. Liegt ein Fehler im Anschlußnetz oder bei der Sprechstelle vor, grenzt der Entstörer den Fehler abschließend bei der Fehlersuche ein. Er kann hierfür das Vielfachmeßinstrument, den automatischen Prüfplatz oder die Prüfplatzkraft in Anspruch nehmen. Handelt es sich um eine Störung in einem Kabel, von der nur ein oder zwei Aderpaare betroffen sind, und liegt lediglich eine Unterbrechung vor, versucht der Entstörer im Benehmen mit der für die Beschaltung des Kabels zuständigen Schaltstelle, in dem Kabelabschnitt anstelle der schadhaften Adernpaare einwandfreie unbenutzte zu schalten. Sind keine brauchbaren unbeschalteten Adernpaare vorhanden, ist eine größere Anzahl Anschlüsse von der Störung betroffen oder liegt eine Beschädigung des Kabelmantels vor bzw. ist dies zu vermuten, so muß ggf. die Kabelmeßstelle für die → Fehlerortung und Fehlerbeseitigung herangezogen werden. Sind Freileitungen gestört, grenzt der Entstörer den Fehler durch Begehen der Freileitungslinie optisch oder unter

Verwendung der vorstehend genannten Hilfen ein. Sofern er den Fehler nicht selbst beseitigen kann, wird der Fernmeldebaudienst damit beauftragt. Liegt eine Störung im Fernsprechapparat oder in anderen beim Teilnehmer bzw. bei der Endstelle befindlichen technischen Einrichtungen vor, wird der Fehler möglichst durch Erneuern des schadhaften Bauteiles beseitigt. In den übrigen Fällen wird die Störung durch Ersatzschalten oder Auswechseln der schadhaften Baugruppe behoben. Zur F. in VSt sind neben den Schaltungs- und Zeichnungsunterlagen Prüf- und Meßgeräte wie z. B. → Probeverbindungseinrichtung, → Verkehrsbeobachtungseinrichtung, → Zählvergleichseinrichtung → Fangeinrichtung u. a. zu benutzen. Die F. in VSt umfaßt auch die von diesen ausgehenden Leitungen nach anderen VSt. *Harbarth*

Fehlererkennungszeit → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik.

Fehlergrenze auch → Genauigkeit bei Messungen, besonders Abschnitt Meßgenauigkeit, und Fehlerbestimmung. Unter »Fehlergrenze«, »Unsicherheit« oder »Genauigkeit« versteht man den Höchstwert des möglichen Fehlers, also diejenigen Grenzen (nach oben und unten) in der Angabe des Ergebnisses, innerhalb deren dieses als gesichert angesehen werden kann.

Die unter »Fehlerquellen« und »Fehlerbestimmung« gekennzeichneten Umstände sind die Ursachen von »Teilfehlern« der einzelnen Meßgrößen. In der Bestimmung der Fehlergrenze werden die Teilfehler in ihrer Gesamtheit, und zwar in ihrer ungünstigsten Stellung, einbezogen und mit Hilfe der Theorie der Messung zur Bestimmung des Ergebnisfehlers oder der Unsicherheit des Ergebnisses verwendet.

Damit ist ein Mittel gegeben, welches nicht nur die Güte der Messung und der gegebenen Anordnung, sondern auch des Verfahrens überhaupt zu beurteilen gestattet.

Aus den gegebenen Unsicherheiten (Fehlern und Unbestimmtheiten) der einzelnen Meßgrößen wird der Höchstwert des möglichen Fehlers des Ergebnisses auf folgenden Wegen gewonnen:

Heißt eine Meßgröße x, so sei ihre Unsicherheit mit Δx bezeichnet.

Δx heißt der absolute (unbedingte) Fehler. Bequemer zur Beurteilung ist der relative (bezogene) Fehler $\frac{\Delta x}{x}$ und der prozentische Fehler $100\,\frac{\Delta x}{x}$. Der Fehler des Ergebnisses z wird entsprechend mit Δz, $\frac{\Delta z}{z}$ und $100\,\frac{\Delta z}{z}$ bezeichnet. Soll ausgedrückt werden, daß der Fehler Δz die Folge eines einzigen Meßgrößenfehlers Δx ist, so bezeichnet man ihn mit $(\Delta z)_x$ und spricht von dem »von der Meßgröße x herrührenden Teilfehler des Ergebnisses«.

a) Zunächst sei x die einzige Meßgröße, von der das Ergebnis z abhängt: $z = f(x)$.

Einer Änderung von x um Δx soll eine Änderung von z um Δz entsprechen. Also:

$$z + \Delta z = f(x + \Delta x).$$

Da es sich um vergleichsweise kleine Änderungen der Größe x handelt, kann in der Entwicklung von $f(x + \Delta x)$ in allen Fällen mit dem zweiten Glied abgebrochen werden, somit

$$z + \Delta z = z + \Delta x\,\frac{dz}{dx}$$

oder als absoluter Ergebnisfehler:

$$\Delta z = \Delta x\,\frac{dz}{dx}$$

und, wenn man mit dem relativen (bezogenen) bzw. prozentischen Fehler rechnen will:

$$\frac{\Delta z}{z} = \frac{\Delta x}{x} \cdot \frac{dz}{dx} \cdot \frac{x}{z}.$$

b) Im allgemeinen ist das Ergebnis von mehreren Meßgrößen abhängig: $z = f(x, y, s, t, \ldots)$. Eine Änderung von x um Δx bringe den Teilfehler $(\Delta z)_x$ hervor, eine Änderung von y um Δy den Teilfehler $(\Delta z)_y$ usw., dann gilt im einzelnen

$$(\Delta z)_x = \Delta x\,\frac{\partial z}{\partial x};\quad (\Delta z)_y = \Delta y\,\frac{\partial z}{\partial y}\ \text{usw.}$$

Da aber der gesamte Ergebnisfehler nach der Definition der vollständigen Differenz durch

$$\Delta z = \left|\Delta x\,\frac{\partial z}{\partial x}\right| + \left|\Delta y\,\frac{\partial z}{\partial y}\right| + \cdots$$

angegeben wird, welcher wiederum gleich der Summe

$$= |(\Delta z)_x| + |(\Delta z)_y| + \cdots$$

ist, so ist auch

$$\frac{\Delta z}{z} = \left|\left(\frac{\Delta z}{z}\right)_x\right| + \left|\left(\frac{\Delta z}{z}\right)_y\right| + \cdots$$

Die Beträge werden also addiert.

In dem häufigen Falle, daß das Ergebnis lediglich aus Produkten oder Quotienten von Meßgrößen oder von Potenzen von Meßgrößen sich zusammensetzt, ist die Fehlergrenze gleich der Summe der Beträge der relativen bzw. prozentischen Teilfehler. (Beweis durch Logarithmieren und Differenzieren.)

Bei einer größeren Anzahl von Teilfehlern wird die so berechnete Fehlergrenze allerdings unwahrscheinlich groß; sie ist kein wahrscheinlicher Wert, sondern ein Grenzwert, da es unwahrscheinlich ist, daß alle Unsicherheiten in der gleichen Richtung wirken.

Gerber

Fehlerhäufigkeit. Auf dem Übertragungsweg können Fehler durch kurzzeitige Unterbrechung, Fremdspannungen u. dgl. entstehen. Die F. wird auch Fehlerrate genannt. Die Bit-, Schritt-, Zeichen- oder Blockfehlerhäufigkeit ist das Verhältnis der Zahl der falsch empfangenen Bits, Schritte, Zeichen oder Blöcke zur Zahl der insgesamt gesendeten Bits, Schritte, Zeichen oder Blöcke.

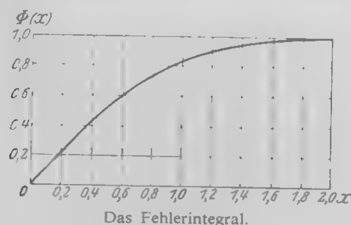
Im Fernmeldenetz der DBP ist mit folgenden durchschnittlichen Fehlerhäufigkeiten zu rechnen:

	Schritt-geschw. (Baud)	Schrittfehler-häufigkeit	Zeichenfehler-häufigkeit (Int. Telegr.-Alphabet Nr. 2)
überlassene T-Ltg. . .	50	$2 \ldots 20 \cdot 10^{-7}$	$1 \ldots 10 \cdot 10^{-6}$
	200	$1 \ldots 10 \cdot 10^{-7}$	$1 \ldots 5 \cdot 10^{-6}$
Telexnetz	50	$5 \ldots 10 \cdot 10^{-6}$	$2 \ldots 4 \cdot 10^{-5}$
Datexnetz	200	$2 \ldots 8 \cdot 10^{-6}$	$1 \ldots 3 \cdot 10^{-5}$
überlassene Fe-Ltg.	600/1200	$1 \ldots 10 \cdot 10^{-6}$	$1 \ldots 5 \cdot 10^{-5}$
öffentl. Fe-Netz. . . .	600/1200	$1 \ldots 10 \cdot 10^{-5}$	$1 \ldots 5 \cdot 10^{-4}$

Fehlerintegral (error function; intégrale de Laplace). Mit diesem Namen wird die Funktion

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-x^2} \, dx$$

bezeichnet, für die aber auch die Namen Wahrscheinlichkeitsintegral, Gaußsche Wahrscheinlichkeitsfunktion, Krampsche Transzendente in Gebrauch sind. Es ist



Das Fehlerintegral.

$$\Phi(-x) = -\Phi(x), \quad \Phi(\infty) = 1.$$

Außerdem ist

$$\int_0^x e^{-\alpha x^2} \, dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} \, \Phi(x\sqrt{\alpha}).$$

Der Verlauf von $\Phi(x)$ geht aus dem Bild hervor. Herleitung → Wahrscheinlichkeitsdichte.

Das Fehlerintegral tritt in der Wahrscheinlichkeitsrechnung, der Theorie der Beobachtungsfehler und der Statistik auf (→ statistische Methoden), ferner z. B. bei der Theorie des Thomsonkabels (→ Wellenausbreitung auf Leitungen, E.).

Literatur: Jahnke-Emde-Lösch, Tafeln höherer Funktionen, 6. Aufl. 1960 — Weitere Literatur → Gaußsche Verteilung.

Fehlerortsmessungen an Seekabeln → Seekabelmessungen.

Fehlerortung. Die F. an Kabeln kann man unterteilen in Meßverfahren, die 1. mit Gleichstrom und 2. mit Wechselstrom sowie auch in Form von Impulsen vorgenommen werden. Neuerdings werden auch pneumatische Meßverfahren an gasgefüllten Kabeln angewendet. Die am häufigsten zu ortenden Fehler lassen sich in der Regel mit Gleichstrom einmessen. Wechselstrom- und Impulsmessungen zum Orten bestimmter Fehler (Kopplungsfehler, Spulenfehler, Fehler in der Längsgleichmäßigkeit der Leitungen), die mit Gleichstrom gar nicht oder nur schwer geortet werden können, müssen nur selten durchgeführt werden. Diese Fehler beeinträchtigen in der Regel zwar die Übertragungsgüte der Leitungen, führen aber nicht zu einem völligen Ausfall der in Betrieb befindlichen Leitungen. Als wichtigste Kabelmeßeinrichtungen sind in den letzten Jahren von den Firmen Hartmann & Braun und Felten & Guilleaume → Kabelmeßkoffer verschiedener Bauart entwickelt worden, die anstelle der früher unter Zuhilfenahme eines Spiegelgalvanometers benutzten Kabelmeßeinrichtung getreten sind. Außer den Kabelmeßkoffern verschiedener Bauart werden zur Beseitigung von Kopplungsfehlern (→ Nebensprechen und Störgeräusch), Spulenfehlern und Fehlern in der Längsgleichmäßigkeit, → Scheinwiderstandsmeßbrücken, → Kopplungsmeßbrücken, Pegelsichtgeräte und Impulsechomeßgeräte verwendet. Bei den Fehlermessungen wird die Sicherheit für die Fehlerbestimmung erhöht, wenn von beiden Enden des Meßabschnitts Messungen durchgeführt werden, → Gegenmessung bei der Fehlerortsbestimmung. Wenn ein ausreichendes Planzeug über den Verlauf des zu entstörenden Kabels nicht vorhanden ist, so verwendet man → Kabelsuch- und Auslesegeräte. Diese werden auch eingesetzt, wenn z. B. an zwei parallel geführten und nach dem Augenschein gleichartigen Kabeln nicht ohne weiteres zu erkennen ist, welches das zu entstörende Kabel ist.

F. in Kabelstrecken mit Verstärkern. TF-Kabelstrecken enthalten in regelmäßigen Abständen vorwiegend unbesetzte Verstärkerstellen. Fehler auf der Leitung und in den Verstärkern sollen von einer besetzten Stelle aus auf ein Verstärkerfeld genau eingegrenzt werden.

Zur groben Eingrenzung dient der für die Regelung ohnehin benötigte Leitungspilot. Er wird überwacht und sein Ausfall über eigene Leitungen zentral erfaßt. Da die Pilotregelung nicht in jedem Verstärker benötigt wird (Temperaturentzerrung) und eine Überwachung des Pilotes nur für die Ortung in vielen Fällen zu aufwendig wäre, haben die Verstärker Ortungszusätze. Sie können für alle Verstärker gleich oder unterschiedlich aufgebaut sein.

Ortungssignale liegen meist außerhalb des Basisbandes und müssen von allen ungestörten Verstärkern oder über eigene Leitungen übertragen werden. Bei einseitig gerichteten Verfahren senden z. B. Generatoren Signale zur empfangenden Stelle. Aus der Zahl der ankommenden Signale kann auf den Fehlerort geschlossen werden. Die Generatoren haben entweder unterschiedliche Kennfrequenzen oder alle die gleiche Kennfrequenz, werden dann aber nacheinander über Hilfsadern eingeschaltet. Durch absichtliche selektive Erhöhung des Verstärkerrauschens entstehen ebenfalls Ortungssignale (→ Seekabelverstärker).

Wenn bei → Vierdraht-TF-Systemen die Verstärker für beide Richtungen nahe beieinanderliegen, lassen sich

für Ortungssignale Meßschleifen über die Verstärker bilden, so daß ausgesendete Signale in der Gegenrichtung wieder zurückkommen. Aus der letzten betriebsfähigen und ersten unterbrochenen Schleife kann auf den Fehlerort geschlossen werden. So verbindet z. B. ein Filter in jedem Verstärker die beiden Übertragungswege. In → Zweidraht-FT-Systemen wird das Ortungssignal in seiner Frequenz umgesetzt.

Wenn mit TF-Impulsen geortet wird, werden alle Filter gleich aufgebaut. Ein ausgesendeter Impuls gelangt bei jedem Verstärker in die Rückrichtung. Infolge unterschiedlicher Laufzeiten kommen nacheinander so viele Impulse an, wie Meßschleifen betriebsfähig sind (Bild 1).

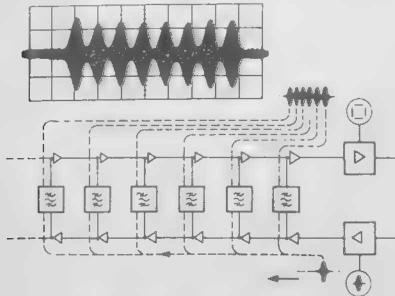


Bild 1. Fehlerortung mit Impulsen.

Störungen der Stromversorgung, im Fernspeisekreis oder im Kabel, erfordern andere Verfahren. Um eine Unterbrechung des Fernspeisekreises bei der häufig angewendeten einseitigen → Reihenspeisung mit Gleichstrom orten zu können, schließt z. B. ein Ortungszusatz automatisch vor dem Fehlerort die unterbrochene Schleife. Der Schleifenwiderstand ist ein Maß für die Entfernung zum Fehlerort.

Bei einem anderen Verfahren verbindet ein Quer-Widerstand R_q in Serie mit einer Diode in jedem Verstärker die beiden Richtungen (Bild 2). Der Widerstand ist groß gegen den der Leitung (R_L). Für normale

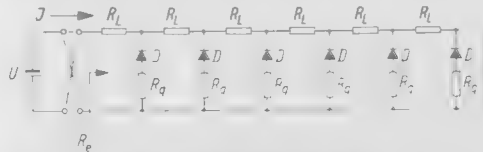


Bild 2. Gleichstromfehlerortung.

Polung der Fernspeisespannung sind die Dioden hochohmig. Zum Orten wird mit umgepolter Spannung der Gleichstrom-Eingangswiderstand der Strecke gemessen. Er ist durch die Anzahl der parallelliegenden Querwiderstände bestimmt.

Für Seekabel mit Verstärkern gibt es in den Endstellen Streckennachbildungen im Frequenzbereich 0 bis etwa 50 Hz. Um Fehler zu orten, vergleicht man in einer Brückenschaltung mit Impulsen die elektrischen Eigenschaften des gestörten Seekabels mit denen des künstlichen, in dem Fehler simuliert werden.

F. in TF-Kabeln mit Unterflurverstärkern. In TF-Kabeln mit Unterflurverstärkern deckt sich der Meßbereich zur Feststellung eines Fehlerortes mit dem Bereich des Gleichstrom-Fernspeisekreises (→ Fernspeisung).

Zwei Meßverfahren dienen der Ortung eines solchen Fehlers, nämlich a) ein Impuls-Ortungsverfahren und b) eine Gleichstrom-Widerstandsmessung.

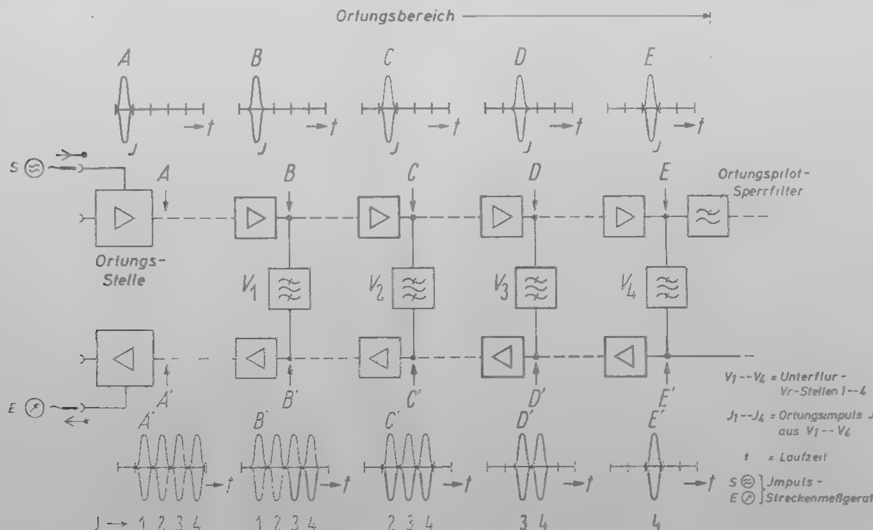


Bild 3. Prinzip der Impuls-Fehlerortung.

Zu a) Bei dem Impuls-Ortungsverfahren wird in der ortenden End- oder Zwischenstelle ein impulsmodulierter Träger oberhalb des Nutz-Frequenzbandes über den Sendeverstärker eingespeist. In jeder zum Ortungsbereich gehörenden Unterflurstelle wird eine Teilspannung des Ortungsimpulses über ein Bandfilter in die Gegenrichtung zur Ortungsstelle zurückgesendet. Die Impulse werden infolge der unterschiedlichen Laufzeiten in der Ortungsstelle in zeitlicher Verschiebung empfangen (Bild 3). Die Höhe der empfangenen Impuls-Amplituden gibt ein Maß für die Dämpfung oder Verstärkung in den einzelnen Ortungsschleifen. In einem an den geradlinigen Leitungsverstärker der Empfangsseite (→ Leitungsverstärker für TF-Systeme) angeschalteten Oszillographen können die Impulse für einen gegenseitigen Vergleich sichtbar gemacht werden. Mit einem Impuls-Streckenmeßgerät kann außerdem die Höhe der Impuls-Amplitude jeder Unterflur-Verstärkerstelle über ein Zeigerinstrument gemessen werden.

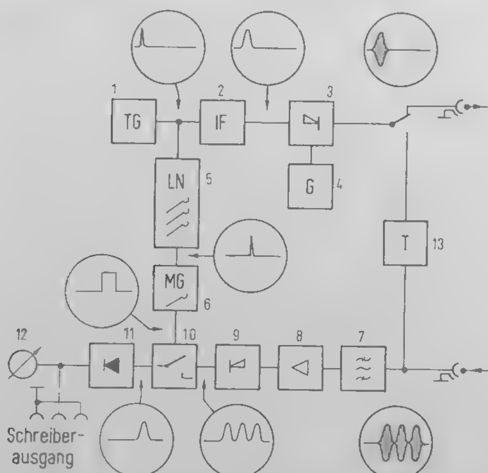


Bild 4. Blockschaltbild des Fehlerortungsgerätes.

In Bild 4 ist das Schaltschema eines Fehlerortungsgerätes wiedergegeben. Der Taktgenerator 1 (Bild 4) steuert den Sendeimpulsformer 2 und eine Laufzeitnachbildung 5. Die Sendeimpulse modulieren den außerhalb des Übertragungsbandes liegenden Ortungsträger (3, 4). Die Antwortimpulse werden vom Übertragungsband getrennt (7), verstärkt (8) und demoduliert (9). Die Laufzeitnachbildung 5 kann entsprechend der Kabellaufzeit in jeder Meßschleife in 1000 Stufen eingestellt werden (3stellige »Ortungskennzahl«) und steuert den Meßzeitgeber 6, der die Torschaltung 10 öffnet und schließt. Die Torschaltung 10 schneidet einen Impuls heraus, der hinter dem Spitzengleichrichter 11 dem Meßinstrument 12 (teillogarithmische Kennlinie) und einem außen anschließbaren Schreiber zugeführt wird. Zum Eichen des F. werden die Sendeimpulse über das Dämpfungsglied 13 auf den Eingang des F. geschaltet.

Nach dem ersten Einschalten einer Übertragungsstrecke kann die zu jeder Meßschleife gehörige Ortungskennzahl (Einstellung der Laufzeitnachbildung 5) ermittelt werden, indem man den Meßzeitgeber 6 auf eine ganz kurze Meßzeit umschaltet, und so nur einen kleinen Teil des Antwortimpulses herausschneidet. Durch Verändern der Laufzeitnachbildung tastet man die Hüllkurve der Antwortimpulse ab, sucht die Impulsscheitel und ermittelt so die Ortungskennzahlen.

Zu b) Die Fehlerlage bei Unterbrechungen des Gleichstrom-Fernspeiseweges kann aber auch durch eine Gleichstrom-Widerstandsmessung festgestellt werden. Zu diesem Zweck wird nach Umpolen der Fernspeise-Gleichspannung im Fernspeise-Gerät der ortenden Stelle ein konstanter Gleichstrom entgegengesetzter Polarität zu den Unterflurverstärkern

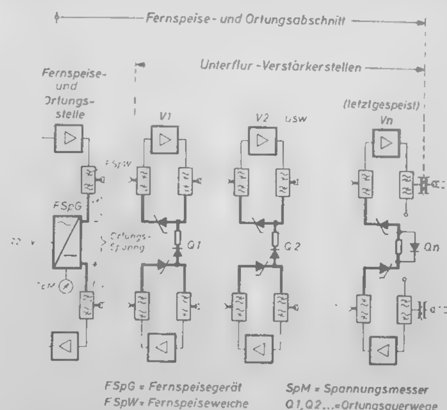


Bild 5. Prinzip der Gleichstrom-Widerstandsmessung.

gesendet. Dadurch werden die Dioden-Querwege im Fernspeiseweg der Verstärker stromdurchlässig. Die Höhe der Ausgangsspannung des Fernspeisegerätes hängt von der Höhe der Belastung ab, die sich aus der Anzahl der im Fernspeise-Ortungskreis parallel liegenden Unterflurstellen ergibt. Die gemessene Fernspeisespannung ist also ein Maß für die Anzahl der Verstärkerfelder bis zur Unterbrechungsstelle. An dem Spannungsmesser im Fernspeisegerät erleichtert eine besondere Eichung das Ablesen der Meßergebnisse. Das Meßverfahren ist in Bild 5 näher erläutert.

Literatur: E. Braun, Überwachung und Fehlerortung für Trägerfrequenz-Breitbandsysteme auf Leitungen. Nachr.-Techn. Z. (1966), S. 574—580. *Braun/Prillwitz/Pexa*

Fehlerquellen. Bei Messungen elektrischer Größen können auftreten: a) stehende Fehler; b) zufällige Fehler.

a) Stehende Fehler sind einseitige Fehler, die bei Wiederholung des Versuchs unter gleichen Bedingungen konstant bleiben. Hierher gehören:

1. Fehler des Vergleichsstücks: Nennwertfehler, als Abweichung einer Vergleichsgröße von der ihr beigelegten Anzahl Einheiten, z. B. falsche Maßstäbe,

ungenaue Widerstandssätze, fehlerhafte Skalen. Sie können vermieden werden durch Eichung der Vergleichsstücke, also Zurückführung auf Normalmaße, Normalgeräte.

2. Stehende Beobachtungsfehler als Folge der Natur des Beobachters, z. B. Parallaxe aus Gewohnheit, gewohnheitsmäßiger Abstoppfehler bei Zeitmessungen.

3. Grundsätzliche Fehler des Verfahrens (Urfehler, methodische Fehler). Ihre Größe hängt von der jeweiligen Versuchsanordnung ab. Solche Fehler sind z. B. Energieentziehung und Änderung der Stromverteilung durch Einschalten von Meßgeräten, Widerstands- und Induktionsvermehrung durch Verbindungsleitungen, versteckte Kopplungen und Stromverzweigungen.

Diese Fehler können vermindert werden durch Änderung der Schaltung oder der räumlichen Anordnung von sich gegenseitig beeinflussenden Meßgeräten, durch Schutzmaßnahmen (Schutzdraht bei Isolationsmessungen, Schutzhüllen bei elektrostatischen und Hochfrequenzmessungen). Man kann ferner versuchen, durch Hilfsmessungen eine den Fehler kompensierende »Korrektion« zu berechnen.

4. Stehende Fremdfehler, meist durch Einflüsse aus der Umgebung, soweit sie von unveränderlicher Größe sind, z. B. ungleiche Temperaturverteilung im Raume, fremde magnetische oder elektrische Feldstärken (Erdfeld, Sammelschienenfelder). Sie werden meist durch Hilfsmessungen oder durch im Verfahren bereits enthaltene »Kompensationen« unschädlich gemacht, so durch Lageänderung von außen beeinflußbarer Teile der Anordnung, Wiederholung des Versuchs mit vertauschter Lage der Meßgeräte, Messung mit »falschem« Nullpunkt.

b) Zufällige Fehler sind dadurch gekennzeichnet, daß ihr Betrag zufällig innerhalb gewisser Grenzen schwankt. Unter zufälligen Schwankungen sind solche verstanden, bei welchen die Häufigkeit einer zu großen wie einer zu kleinen Angabe gleich wahrscheinlich ist. Mithin können diese Fehler durch Häufung der Beobachtungen ohne Änderungen der Versuchsbedingungen unter Anwendung der Grundsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung verbessert werden, → Fehlerbestimmung c). Als zufällige Fehler sind zu betrachten:

1. Schwankende Fremdfehler (Störungsfehler) sind Fehler wie die unter a) 4 genannten, indessen bei unkontrollierbar veränderlicher Größe. Sie sollen in der Regel vor der Messung auf ein kleinstmögliches Maß gebracht werden, unvermeidliche Reste behandelt man wie b) 2.

2. Schwankende Beobachtungsfehler. Hierunter versteht man ausschließlich die Fehler, welche eine Folge der Ungenauigkeit der Beobachtung an Zeiger und Skala oder der Unvollkommenheit der Ablesungsmittel sind. Bei Ausschlagsmessungen treten die Ablesungsfehler an den Anzeigegeräten auf.

Bei Nullverfahren und Resonanzverfahren treten außer den Ablesungsfehlern an den Anzeigegeräten auch solche an den Einstellgeräten auf, z. B. an einem Schleifdraht oder einem Drehkondensator. Diese können beruhen:

α) auf dem Ablesefehler an den Einstellgeräten selbst. Dies ist dann der Fall, wenn die Genauigkeit des Anzeigegeräts größer als die des Einstellgeräts ist;

β) auf dem Ablesefehler am Anzeigegerät, wenn dessen Empfindlichkeit nicht so groß ist, als der möglichen Genauigkeit des Einstellgerätes entspricht. Man vermindert den Einfluß solcher Fehler durch Herstellung der günstigsten → Versuchsbedingungen, bei Ablesungs- und Ausschlagsmessungen, indem man durch passende Anlage des Versuchs und Wahl von Anzeigegeräten mit geeignetem Meßbereich die Ausschläge oder Ausschlagsänderungen möglichst groß macht. *Gerber*

Fehlerrechnung im engeren Sinn ist die rechnerische Bestimmung der → Fehlergrenze.

Fehlersatz → Vierpoltheorie 1.7, → Leitungstheorie 1.4.2.

Fehlerschutz, Fehlersicherung → Datenübertragungssystem.

Fehlerübersicht der → Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) soll eine detaillierte Übersicht vermitteln über: die Störungsanfälligkeit der bei Sprechstellen und Vermittlungsstellen eingesetzten technischen Einrichtungen sowie des Anschlußnetzes, die jeweilige Anzahl der betriebenen Sprechstellen, den strukturellen Aufbau der FeESt, die Anzahl der Abfragen an der Störungsannahme und die durchschnittliche Bearbeitungszeit der Störungsmeldungen. Die F. wird von den → Karteiplätzen der FeESt monatlich aufgrund der ausgefertigten Störungszettel (StöZ) und anderer Statistiken erstellt und jährlich zu einer Jahresübersicht zusammengefaßt. Hierfür überträgt die Karteikraft die anläßlich der Störungsermittlung und Fehlerbeseitigung aufkommenden und vom → Leitplatz auf dem StöZ in Form von Schlüsselzahlen vermerkten Angaben auf die F. Künftig werden die StöZ an zentralen Stellen für eine maschinelle Datenauswertung aufbereitet. Dieses Verfahren ist rationeller und gestattet ohne wesentlichen Mehraufwand eine bis auf die einzelnen Bauteile zurückgehende Auswertung. Die F. soll durch eine regelmäßige Erstellung und Auswertung zur qualitativen Verbesserung der technischen Einrichtungen führen, Grundlage für strukturelle Vorausplanungen und für die Personalbemessung sein und den FeESt zur Selbstkontrolle dienen.

Fehlpolarisation → Richtcharakteristik.

Fehlrufsicherheit ist die Sicherheit gegen Falschauswertungen, z. B. infolge Ausfalls von Signalelementen oder Vortäuschung von Signalelementen infolge von Störungen (durch Rauschen, Sprachfrequenzen usw.) auf dem Übertragungswege. Sie ist bei Frequenzcodeverfahren verhältnismäßig hoch wegen der in der Regel vorhandenen konstanten Zahl von Signalelementen; bei Ausfall wird hier nur ein Rufausfall, aber kein Fehlruf verursacht. Sie kann

vom System her durch eine größere Zahl von Frequenzen je Ruf bzw. je Signalelement, auf der Empfängerseite durch hohe Selektion der Auswertekreise verbessert werden.

Literatur: G. Strunz, Selektivruf-Verfahren für bewegliche Landfunkdienste, Fernmelde-Ing. (1965), Nr. 10 — H. J. Fründt, Ein neues Vollcodeselektivrufsystem mit Resonanzrelais für Funksprechnetze mit großer Teilnehmerzahl, Telefunken-Zeitung (1955), Nr. 108 — H. Bartels und W. Stappe, Vollcodesystem, SEG-Nachrichten (1954), Nr. 3 — M. Jänke, Selektivruf-verfahren für den Funkverkehr mit beweglichen Stationen, Frequenz (1951), Nr. 11 u. 12.

Fehlverbindung im handvermittelten Ferndienst ist eine Verbindung, die durch ein dienstliches Versehen zu einem falschen Teilnehmeranschluß hergestellt wurde. Diese F. ist für den Anmelder gebührenfrei und wird durch eine Verbindung zum tatsächlich gewünschten Teilnehmer ersetzt.

Feinsicherung, frühere Bezeichnung für Sicherung im niederen Nennstrombereich bis 6 A (→ Sicherung unter 1.1.) und für → Überstromauslöser (Rücklötsicherung).

Feld. Zustand eines Raumteiles, der sich vom indifferenten Zustand durch das Auftreten von Spannungen oder Kräften, den Feldkräften, unterscheidet, z. B. elektrisches F., magnetisches F. oder Gravitationsfeld. Das elektrische F. ist gekennzeichnet durch Kraftwirkungen auf relativ zum Beobachter ruhende elektr. Ladungen und das magnetische F. durch zusätzliche Kraftwirkungen auf relativ zum Beobachter bewegte elektr. Ladungen (Magnete, stromdurchflossene Leiter), die in den felderfüllten Raum gebracht werden und selbst Ursache eines solchen Feldes (Eigenfeld) sind.

Ein F. kann in jedem Raumpunkt durch eine skalare Ortsfunktion, wie Potential oder Temperatur (Skalarfeld, z. B. Temperaturfeld) oder durch eine vektorielle Ortsfunktion als Feldvektor (Vektorfeld, z. B. Kraftfeld) beschrieben werden. Ist $\boldsymbol{F}$ der Feldvektor eines beliebigen Feldes und gilt für den Rotor bzw. das Linienintegral auf geschlossenem Wege

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{F} = 0\,, \quad \text{d. h.} \quad \oint \boldsymbol{F}\, \mathrm{d}\boldsymbol{s} = 0\,,$$

so ist das F. wirbelfrei oder ein Potentialfeld. Der Feldvektor ist dann als Gradient einer skalaren Ortsfunktion (Potential) darstellbar. Verschwindet der Rotor (Linienintegral auf geschlossenem Wege) nicht, so ist das F. ein Wirbelfeld. Sind ferner Divergenz bzw. Hüllenintegral

$$\operatorname{div} \boldsymbol{F} = 0\,, \quad \text{also} \quad \oint \boldsymbol{F}\, \mathrm{d}\boldsymbol{A} = 0\,,$$

so ist das F. quellenfrei und der Feldvektor als Rotor eines Vektorpotentials darstellbar. Nichtverschwindende Divergenz (Hüllenintegral) bedeutet dagegen ein Quellenfeld, bei dem Feldlinien an den Quellen entspringen und an den Senken (negative Quellen) wieder münden.

Nach dem zeitlichen Verhalten unterscheidet man in der Elektrodynamik: 1. Statische Felder. Bei ihnen verschwinden alle Feld- und Dichteänderungen, auch findet keine Energieströmung statt. Im elektrostatischen F. gilt demnach durchweg für die elektr. und magn. Feldstärke $\boldsymbol{E}$ und $\boldsymbol{H}$, die Verschiebungsdichte $\boldsymbol{D}$ und elektr. Raumladungsdichte ϱ sowie für die Leitungsstromdichte $\boldsymbol{G}$

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{E} = 0\,, \quad \boldsymbol{G} = 0\,, \quad \operatorname{div} \boldsymbol{D} = \varrho\,, \quad \boldsymbol{H} = 0$$

und in Leitern $\boldsymbol{E} = 0$. Das elektrostatische F. ist ein wirbelfreies Quellenfeld. Im magnetostatischen F. (F. von Dauermagneten) gilt mit $\boldsymbol{B}$ als magn. Flußdichte (Induktion) durchweg

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{H} = 0\,, \quad \operatorname{div} \boldsymbol{B} = 0\,, \quad \boldsymbol{E} = 0\,.$$

2. Stationäre Felder (Strömungsfeld). Bei ihnen ist zusätzlich $\boldsymbol{G} \neq 0$ und konstant, daher sind elektr. und magn. F. verkettet, wobei

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{E} = 0\,, \quad \operatorname{div} \boldsymbol{G} = 0\,,$$

jedoch

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{H} = \boldsymbol{G}\,, \quad \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} = 0\,.$$

3. Quasistationäre Felder (langsam veränderliche F.). Bei diesen erfolgt die zeitliche Änderung der Feldgrößen so langsam, daß sie angenähert in allen betrachteten Punkten als gleichzeitig erfolgend angesehen werden kann. Es ist daher zusätzlich $\partial \boldsymbol{B}/\partial t \neq 0$, also

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\,.$$

Angenähert gelten die Gesetze des stationären Feldes. Diese F. umfassen die technischen Frequenzen der Starkstromtechnik, i. a. bis einschließlich Tonfrequenzen.

4. Rasch veränderliche Felder. Bei diesen finden die zeitlichen Änderungen der Feldgrößen wegen des mit endlicher Geschwindigkeit sich ausbreitenden elektr. und magn. F. nicht mehr gleichzeitig an allen betrachteten Punkten statt. Die betrachteten räumlichen Abmessungen können gegenüber den Wellenlängen nicht mehr vernachlässigt werden, so daß die Aussage der Maxwellschen Feldgleichungen in ihrer ganzen Breite zur Anwendung kommt. Es ist das Gebiet der Hoch- und Höchstfrequenztechnik.

Mit Ausnahme der statischen F. sind alle übrigen F. elektromagnetische F., da bei ihnen elektr. und magn. F. gleichzeitig auftreten und stets miteinander verkettet sind (→ Feldgleichungen).

Literatur: K. Küpfmüller, Einf. i. d. theoret. Elektrotechnik, 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965 — A. Sommerfeld, Vorlesungen üb. theoret. Physik. Bd. III. Elektrodynamik. 4. Aufl. Leipzig 1964 — A. von Weiss, Übersicht üb. d. theoret. Elektrotechnik. T. I. physikalisch-mathematische Grundlagen. 3. Aufl. Prien 1965.

v. Weiss

Feld, elektromagnetisches. Ist eine physikalische Größe als Funktion des Ortes gegeben, oder wird sie als solche untersucht oder dargestellt oder aufgefaßt, so spricht man von einem Feld (Beispiele: Temperaturfeld, Geschwindigkeitsfeld). Daher besteht z. B. in der Umgebung eines elektrisch geladenen Körpers ein elektrisches Kraftfeld, in der Umgebung eines Dauermagneten ein magnetisches Kraftfeld. Diese Auffassung hat als erster M. Faraday vertreten. Die mathematische Theorie der elektrischen und magne-

tischen Kraftfelder hat J. C. Maxwell begründet und H. Hertz weitergeführt. Auch der leere Raum ist Träger von Kraftfeldern und hat somit physikalische, nicht etwa nur geometrische Eigenschaften. Dies ist der Ansatzpunkt für die Relativitätstheorie Einsteins (1905).

Feldeffekt-Transistoren → Transistoren, bei welchen der Strom in einem leitenden Kanal mit Hilfe eines elektrischen Feldes gesteuert wird. Bei den sogenannten Anreicherungstypen (s. unten) muß der Kanal erst durch das Feld erzeugt werden. Für den Stromfluß sind nur Majoritätsträger (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern), also nur eine Art von Ladungsträgern (je nach Leitungstyp des Kanals Elektronen oder Löcher) von Bedeutung, weshalb man die F. als Unipolar-Transistoren (im Unterschied zu Bipolar-Transistoren, → Transistor) bezeichnet.

Folgende Arten von F. sind zu unterscheiden: Sperrschicht-F. (pn-FET) und Isolierschicht-F. (IG-FET, Abk. von insulated gate field-effect transistor). Zu den letzteren gehören die MOS- und MNS-F. und die Dünnschicht-F. (→ Dünnschichtdioden und -transistoren). Die Abkürzungen bezeichnen die Aufeinanderfolge der Materialien der Schichten und des Substrats: MOS = metal-oxide-semiconductor. Der MNS-FET besitzt eine Siliziumnitridschicht (N = nitride), s. unten. Auch die allgemeinere Bezeichnung MIS-FET (metal-insulator-semiconductor) ist gebräuchlich. Alle genannten Transistortypen außer dem Dünnschicht-F. bestehen aus einkristallinen Halbleiterkörpern. Die Anschlüsse werden als Emitter (Source, Quelle), Kollektor (Drain, Senke) und Gate (Gatt, Tor) bezeichnet. Der Majoritätsträgerstrom fließt, aus der Emitterzone kommend, durch den Kanal in die Kollektorzone und wird über das Gate gesteuert. Es können auch zwei voneinander unabhängige Gate-Anschlüsse vorhanden sein (Tetrode). MIS-F. besitzen zusätzlich einen Substrat-Anschluß.

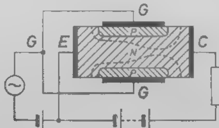


Bild 1. Ältere Ausführung eines Sperrschicht-Feldeffekttransistors (pn-FET). Die gestrichelten Linien kennzeichnen die kanalseitigen Grenzen der Sperrschichten.

Alle Arten, insbesondere die IG-FET, zeichnen sich dadurch aus, daß die Realteile ihrer Eingangs-Impedanzen weit höhere Werte haben als die der Bipolar-Transistoren.

Bild 1 veranschaulicht die Wirkungsweise des Sperrschicht-F. (pn-FET). Dieser besteht aus einem Halbleiterkörper, der ein Gebiet einheitlichen Leitungstyps (z. B. n-leitend) zwischen Emitter- und Kollektor-Elektrode und ein entgegengesetzt dotiertes, mit der Gate-Elektrode verbundenes Gebiet (z. B. p-leitend) besitzt, welches zu beiden Seiten des ersten angeordnet ist oder dieses (bei älteren Transistoren) koaxial umschließt. Die Abhängigkeit der Sperrschichtdicke eines in Sperrichtung gepolten → pn-Übergangs von der angelegten Sperrspannung wird hier zur Steuerung des zwischen Emitter und Kollektor fließenden Stromes ausgenutzt. Durch Vergrößern der zwischen Emitter und Gate angelegten Sperrspannung (der pn-FET ist nur für den Betrieb bei gesperrtem pn-Übergang gedacht) wird infolge Verbreiterung der beiden Sperrschichten der Querschnitt des n-leitenden Kanals und damit der Kollektorstrom verringert.

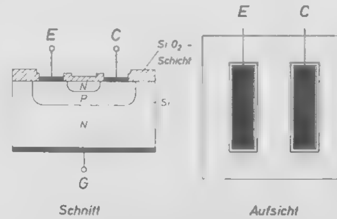


Bild 2. In Planartechnik hergestellter pn-FET.

Bild 2 zeigt einen in → Planartechnik hergestellten pn-FET. Der Kanal wird durch das p-Gebiet, die Gate-Zone durch die beiden im Schnittbild sichtbaren n-Gebiete gebildet, die, wie im Aufsichtsbild zu sehen ist, miteinander in Verbindung stehen. Der Gate-Anschluß wird durch Auflegieren der Unterseite des Halbleiterkörpers auf ein Metallplättchen (Gehäuseboden) hergestellt.

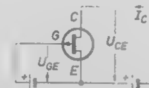


Bild 3. Schaltzeichen eines pn-FET mit p-Kanal.

Bild 3 zeigt das Schaltzeichen und die im Betrieb anzulegenden Gleichspannungen für einen solchen pn-FET mit p-Kanal. Bei n-leitendem Kanal (z. B. pn-FET nach Bild 1) wird der Pfeil in umgekehrter Richtung eingezeichnet und die Spannungsquellen werden umgepolt. Bild 4 zeigt das Kennlinienfeld und Bild 5 das Kleinsignal-Ersatzschaltbild eines pn-FET.

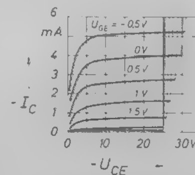


Bild 4. Kennlinienfeld eines pn-FET.

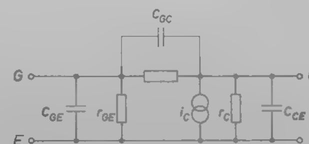


Bild 5. Kleinsignal-Ersatzschaltbild eines pn-FET.

Da die pn-Übergänge in Sperrichtung gepolt sind und die Sperrströme (→ pn-Übergang) extrem klein sind, erfolgt — im Gegensatz zum Bipolar-Transistor — die Steuerung nahezu leistungslos (Eingangswiderstand von Germanium-pn-FET in der Größenordnung von 1 MΩ, von Silizium-pn-FET $10^9 \Omega$ bei Zimmertemperatur). Der Sperrstrom nimmt mit der Temperatur zu (→ pn-Übergang, Abschn. 2). Daher sinkt der Eingangswiderstand mit zunehmender Verlustleistung bzw. bei schlechter Kühlung.

Beim MOS- und MNS-F. (MIS-FET) wird der Kanal, d. h. der Strompfad zwischen Emitter und Kollektor, in einer dünnen Oberflächenschicht des Halbleiters (oder auch in einer dünnen Epitaxieschicht auf hochohmigem oder auch isolierendem Substrat, → Epitaxie) gebildet. Der Strom wird durch ein elektrisches Feld, welches durch Anlegen einer Spannung zwischen dem isolierten Gate und dem Halbleiter entsteht, gesteuert. Wegen der schwer zu beherrschenden Oberflächeneffekte und der schwer herzustellenden, sehr dünnen, Isolatorschicht wurde die Herstellung dieses dem Prinzip nach schon lange vorher bekannten Transistors erst durch die → Planartechnik ermöglicht. Es gibt, nach der Art der Aussteuerung unterschieden, zwei Haupttypen: den Anreicherungstyp (enhancement type) und den Verarmungstyp (depletion type). Bei beiden Typen ist zu unterscheiden zwischen Transistoren mit n- und solchen mit p-Kanal.

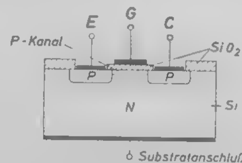


Bild 6. Schematische Darstellung des MOS-FET (Anreicherungstyp mit p-Kanal).

Bild 6 zeigt das Schema des Anreicherungs-IG-FET am Beispiel des MOS-FET. Der Grundkörper ist ein hochohmiger n- (oder p-) leitender Silizium-Einkristall. Zwei dicht benachbarte, durch Störstellendiffusion (→ Herstellung von pn-Übergängen) hergestellte, p- (bzw. n-) leitende Zonen bilden Emitter und Kollektor. Über dem zwischen beiden Zonen verbleibenden sehr schmalen n- (bzw. p-) leitenden Halbleitergebiet ist die Gate-Elektrode (Metallschicht) angeordnet, welche durch eine sehr dünne isolierende Zwischenschicht aus Siliziumdioxid (Dicke etwa 0,1 μm) vom Halbleiter getrennt ist. Durch die Aufeinanderfolge von Metall, Oxid und Halbleiter (semiconductor) entsteht die Kondensator-Anordnung, die zu der Bezeichnung MOS-Transistor oder MOS-FET führte. Wird an die Gate-Elektrode z. B. eines MOS-FET mit n-dotiertem Grundkörper (Substrat) und p-dotierter Emitter- und Kollektorzone eine gegen Emitter und Substrat (beide werden über ihre Anschlüsse meist miteinander verbunden) negative Spannung angelegt, dann bildet sich infolge Influenz eine positive Gegenladung aus, die, soweit sie aus frei beweglicher Ladung (Löcher) in der Oberflächenschicht des Halbleiters besteht, als p-Kanal die beiden p-dotierten Zonen (Emitter und Kollektor) leitend verbindet (beim entsprechenden MOS-FET mit n-Kanal sind die Dotierungen und die Polung gerade umgekehrt). Bei dem F. der beschriebenen Art (Anreicherungstyp) ist nur dann ein leitender Kanal vorhanden, wenn eine Spannung geeigneter Polarität und Größe am Gate liegt. Mit wachsendem Betrag dieser Spannung nimmt der Strom, der erst bei einem gewissen Spannungs-Schwellwert einsetzt, zu. Bei der Schwellenspannung beginnt die Inversion (Wechsel des Leitungstyps in der Oberflächenschicht des Siliziums, wodurch der Kanal entsteht).

Der Verarmungs-IG-FET hat einen ähnlichen Aufbau wie der Anreicherungstyp, doch besitzt er auch ohne Gate-Vorspannung einen Kanal von gleichem Leitungstyp wie Emitter- und Kollektorzone, der eine beträchtliche Leitfähigkeit aufweist, und dessen Leitwert je nach Polarität der Gate-Spannung entweder mit dieser zunimmt (Anreicherungsbetrieb) oder abnimmt (Verarmungsbetrieb). Dieser Transistortyp kann auch bei Gate-Spannung Null betrieben werden. Am gebräuchlichsten ist der Verarmungsbetrieb.

Als Isolierschichten für MIS-F. werden auch Siliziumnitridschichten (→ Planartechnik mit Nitridschichten) verwendet. Hierbei wird über einer sehr dünnen SiO_2-Schicht zusätzlich eine Si_3N_4-Schicht aufgebracht. Dies bringt den Vorteil einer besseren Oberflächenpassivierung (stabilere Kennlinien) und einer höheren Spannungsdurchschlagfestigkeit. Ein IG-FET mit einer solchen Isolierschicht führt die Bezeichnung MNS-Transistor oder MNS-FET.

Bild 7a zeigt das Schaltzeichen und die im Betrieb anzulegenden Gleichspannungen für einen MIS-F. mit p-Kanal vom Anreicherungstyp. Für den entsprechenden Transistor mit n-Kanal müssen nur

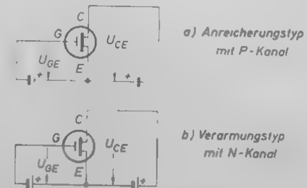


Bild 7. Schaltzeichen des IG-FET.

die Vorzeichen der Spannungen geändert werden. Bei den entsprechenden für Verarmungsbetrieb gebauten Transistoren sind nur jeweils die Gate-Emitter-Spannungen anders gepolt als bei den Anreicherungstypen (Bild 7b).

In Bild 8 ist das Kennlinienfeld eines Verarmungs-MOS-FET mit n-Kanal dargestellt. Die Kennlinien eines Anreicherungs-MOS-FET haben einen ähnlichen Verlauf, nur ist bei Gate-Spannung Null keine nennenswerte Leitfähigkeit vorhanden.

Bild 9 zeigt ein vereinfachtes Ersatzschaltbild. Das hervorstechende Merkmal des IG-FET, das ihm röhrenähnliche Eigenschaft verleiht, ist der sehr hohe

Wert für den Realteil des Eingangswiderstandes (es werden Werte bis $10^{15}\,\Omega$ angegeben), der sich aus der Isolierung der Gate-Elektrode ergibt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß bei Gate-Vorspannungen beiderlei Polarität ein hoher Eingangswiderstand vorhanden ist. Zudem ist der äußerst geringe über die isolierte Gate-Elektrode abfließende Leckstrom relativ

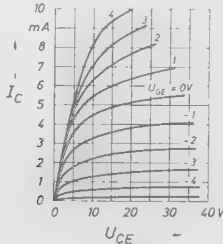


Bild 8.
Kennlinienfeld eines MOS-FET (Verarmungstyp mit n-Kanal).

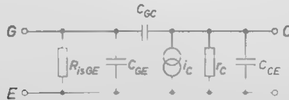


Bild 9. Kleinsignal-Ersatzschaltbild eines IG-FET.

temperaturunabhängig, wohingegen in anderen Transistoren (Bipolar-Transistoren und pn-FET) als Leckstrom der Sättigungssperrstrom eines pn-Übergangs fließt, der mit der Temperatur stark zunimmt.

Literatur: M. Strutt, Eigenschaften und Anwendungen der neuen Feldeffekttransistoren, Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins Bd. 56 (1965), Nr. 25, S. 1105 — K. Heime, Feldeffekttransistoren, Der Fernmelde-Ingenieur Heft 1 u. 2 (1968).

Aulbach

Feldelektronenemission. Der Potentialverlauf vor einer Kathode bei relativ starker Absaugfeldstärke des äußeren Feldes und bei Einbeziehung der Raumladung, des inneren Potentials und des Bildkraftpotentials wird in der Physik als Potentialwall bezeichnet (→ Austrittspotentialminimum). Infolge des Tunneleffektes durchdringen Teilchen einen solchen Potentialwall, obwohl ihre kinetische Energie nicht ausreicht, das → Austrittspotentialminimum U_m zu erreichen. Die Elektronenemission durch den Tunneleffekt ist die F.. Es wird zwischen der eigentlichen F. unterschieden, die nur bei Elektronen auftritt, deren innere Energie maximal gleich der Fermi-Energie (→ Austrittspotentialminimum) ist, und der thermischen F., die nur bei Elektronen auftritt, deren innere Energie zwischen der Fermi-Energie und der Energie $e(U_p - U_m)$ über der Fermi-Energie liegt. U_p ist die Austrittsspannung (→ Austrittspotentialminimum). Für die Stromdichte j in A/cm² der eigentlichen F. gilt bei der Absaugfeldstärke E in V/cm und U_p in V angenähert die Gleichung

$$j = 6{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot (E^2/U_p)\, exp\,(-6{,}9 \cdot 10^7 \cdot U_p^{3/2}/E).$$

Die F. begrenzt die kleinsten Elektrodenabstände in Entladungsgefäßen bei vorgegebener Elektrodenspannung. Für die maximal zulässige Feldstärke E in Mikrowellenröhren gilt die Erfahrungsgleichung

$$E = 2 \cdot 10^5/\sqrt{d}\,,$$

E in V/cm, Elektrodenabstand d in cm. Praktische Verwendung findet die F. bereits im Feldemissions-Mikroskop. Sie spielt bei einigen Bogenentladungsformen eine große Rolle und wird neuerdings als Emission durch Kaltkathoden in der Röhrentechnik angestrebt. An reinen Metallen werden für sie Feldstärken zwischen 10^7 und 10^8 V/cm benötigt. Diese Werte können entweder durch Spitzen oder durch aufgeladene Isolierschichten auf einer Metallkathode (Aufladungsemission) erreicht werden. Bei den aus einer Vielzahl metallischer Spitzen bestehenden Kathoden wird von der Feldstärkenerhöhung an Spitzen Gebrauch gemacht, durch die im kugelsymmetrischen Feld einer Diode mit der Spannung U die Feldstärke vor einer Spitze mit dem Radius r etwa die Größe

$$E = \frac{U}{r}$$

erreicht. In Tunnelkathoden dient die hohe Feldstärke ($\approx 10^7$ V/cm) in einer dünnen Isolierschicht ($\approx 10^{-6}$ cm) auf einem Grundmetall nicht nur zur Auslösung der Elektronen aus dem Grundmetall, sondern auch zur Durchtunnelung der Isolierschicht. Bei genügend dünner Gegenelektrode auf der Isolierschicht kann ein ausreichender Anteil dieser Elektronen auch noch die Gegenelektrode durchdringen und so in das Vakuum austreten.

Literatur: Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XXI, Elektronenemission und Gasentladungen I, Springer-Verlag, Berlin 1956 — Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — Hütte, Elektrizität und Magnetismus, 29. Aufl. Bd. I, 12. Abschn., Berlin/München 1969.

Schnitger

Feldemission, innere → Durchbrucheffekte.

Feldemissions-Mikroskop → Feldelektronenemission.

Felderblock → Block.

Feldfernsprecher. Ein tragbarer Fernsprechapparat in robuster, wettersicherer Ausführung für → OB-Betrieb und → ZB-Betrieb. Mit dem Wählzusatz kann der F. auch an Wählleitungen betrieben werden. Die Ausführung zeigt Bild 1, die Schaltung Bild 2.

Bei OB-Betrieb dienen zwei Monozellen zu je 1,5 V zur Mikrophonspeisung und ein → Kurbelinduktor zum Erzeugen des Rufwechselstromes. Der ankommende Ruf wird von einem hochwertigen Einspulenwecker mit einer Ansprechspannung von 10 V bis 20 V angezeigt. (Der Wecker kann durch Drücken einer Prüftaste, Kurzschließen der Leitungsklemmen La und Lb/E und Drehen des Kurbelinduktors geprüft werden.) Beim Sprechen muß die Sprechtaste im Handapparat gedrückt werden. Eigene Sprache und Raumgeräusche werden vom eigenen Hörer nur stark gedämpft wiedergegeben. Die Sprechtaste wird beim Hören nicht gedrückt, um die Mikrophonbatterie zu schonen und um Raumgeräusche vom Hörer fernzuhalten. Damit der Hörer nicht als unerwünschtes Mikrophon wirkt, wird beim Auflegen

des Handapparates auf den Deckel des F. (vgl. Bild 1) die Sprechtaste in eine Mittellage gebracht, in der der Hörer abgeschaltet ist. — Bei ZB- und Wählbetrieb wird, wie Bild 3 zeigt, eine Gabel ausgeklappt, auf die der Handapparat gelegt wird. Durch die Gabel werden 2 Kontaktfedersätze betätigt, einmal durch



Bild 1. Feldfernsprecher im OB-Betrieb.

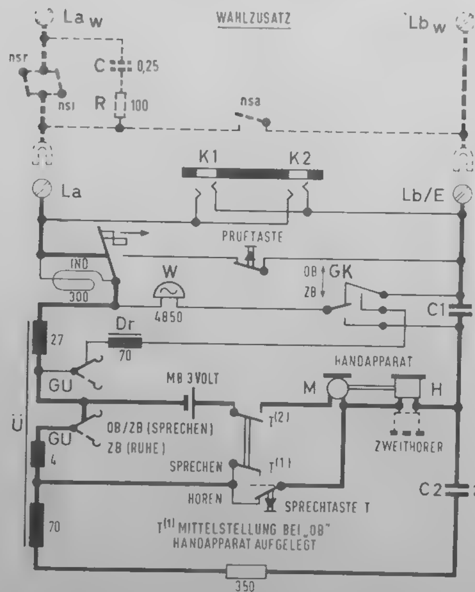


Bild 2. Schaltung des Feldfernsprechers mit Wählzusatz.

Herausklappen der Gabel der Gabelklappschalterfedersatz GK, der die Umschaltung von OB- auf ZB-Betrieb vornimmt, zum anderen der Gabelumschaltfedersatz GU, der durch Auflegen des Handapparates auf die herausgeklappte Gabel betätigt wird.

Durch Abheben des Handapparates von der Gabel wird die Leitungsschleife gleichstrommäßig geschlossen. In der Vermittlung wird das Abheben als Anruf gewertet. Gleichzeitig fließt der Mikrophonstrom. — Bei Wählbetrieb in Verbindung mit öffentlichen Wählvermittlungen und Nebenstellenanlagen wird der Wählzusatz für Feldfernsprecher (siehe Bild 3) durch Einschieben unter die Klemmen La

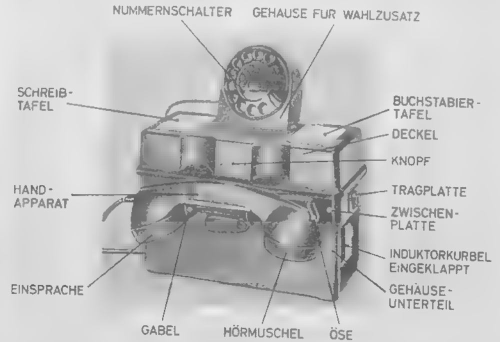


Bild 3. Feldfernsprecher mit Wählzusatz.

und Lb/E befestigt. Die Anschlußleitung wird dann an die Klemmen La_w und Lb_w angelegt. Zum Wählen dient der Nummernschalter des Wählzusatzes.

F. wird als tragbarer Fernsprechapparat vorwiegend in Verbindung mit tragbaren → Feldvermittlungen für bewegbaren Einsatz verwendet.

Literatur: H. Oden, Der Feldfernsprecher OB,ZB. SEG-Nachrichten, Bd. 5 (1957), S. 67. *Gänsler*

Feldfernsprechvermittlung 30—150 → Feldfernsprechvermittlung OB 150.

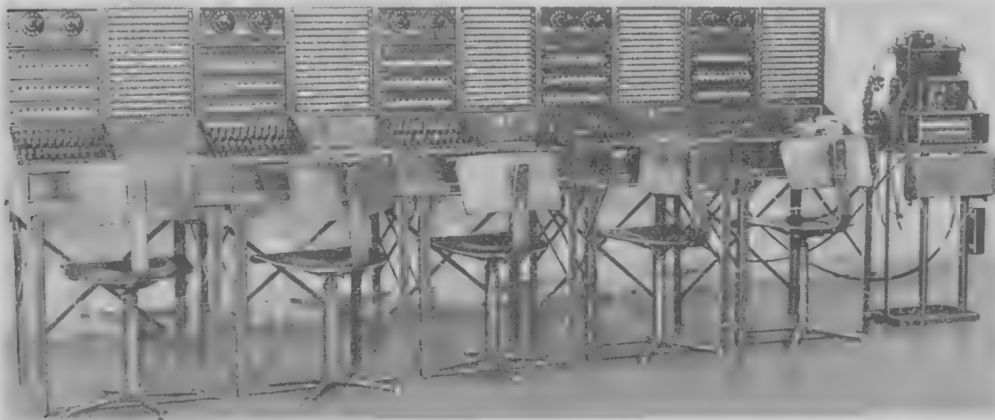
Feldfernsprechvermittlung OB/10. Tragbare, in einem Stahlblechgehäuse (130 mm hoch, 440 mm lang, 285 mm tief) untergebrachte Fernsprechvermittlung für 10 → OB-Leitungen nach dem → Einschnursystem mit Verbindungsschnur. Ergänzend dazu wird ein Amtszusatz für 2 Leitungen dann benötigt, wenn auch mit Wählleitungen oder Nebenstellenleitungen verbunden werden soll.

Die Bauteile sind in Form von leicht auswechselbaren, flachen kassettenförmigen Einschüben zusammengefaßt. Die Schnur wird durch → Schnuraufroller in die Ruhelage gebracht. Für den Anruf werden → Trommelschauzeichen verwendet. 4 Monozellen dienen zur Stromversorgung, 2 für die Mikrophonspeisung und 2 für die Besetztkennzeichnung und den Wecker. Mehrere Vermittlungskästen und Amtszusätze können durch Aufeinanderstellen zu Vermittlungen für 20 oder 30 OB-Leitungen (und 2, 4, 6 oder 8 Wählleitungen) zusammengeschlossen werden. Zur elektrischen Parallelschaltung dienen 8adrige Steckerkabel. Für größeren Verkehr wird die nach dem Zweischnursystem ausgelegte → Feldfernsprechvermittlung OB/150 bevorzugt.

Feldfernsprechvermittlung OB/150. Tragbare, nach dem Baukastensystem unterteilte handbediente → Feldvermittlung nach dem → Zweischnursystem, die als Einzel-Vermittlungsplatz oder im Verband bis zu 10 Vermittlungsplätzen eingesetzt werden kann, entwickelt nach dem Vorbild des → Großen Feldklappenschrankes Fk 16. Die Verbindungen werden zweidrähtig mit auflaufender Restdämpfung hergestellt. Einsatz als Endvermittlungen. Zur Stromversorgung werden je Arbeitsplatz 4 Monozellen benötigt, 2 für die Mikrophonspeisung und 2 für die Besetztprüfung und den Wecker.

Ein Arbeitsplatz kann mit 30 → OB-Leitungen und 4 an eine Wähl-Vermittlungsstelle (VStW) oder Nebenstellenanlage angeschlossenen Leitungen beschaltet werden. Zu einem Arbeitsplatz gehören ein Untersatz A, ein Untersatz B, ein Abfragekasten für 30 Leitungen, ein Vielfachkasten für 150 Leitungen, ein Amtszusatz für 4 Wählleitungen und ein Tischgestell. Bei Vermittlungen mit 60 und mehr Leitungen wird außerdem ein → Trennverteiler vorgesehen. Die Arbeitsplätze werden untereinander mit 30poligen geschirmten Steckerkabeln verbunden. Durch Nebeneinanderreihen von mehreren Einzelplätzen können Vermittlungen für den Anschluß bis zu 300 OB- und 40 Wählleitungen aufgebaut werden. Die gebräuchlichen Abstufungen werden bezeichnet als Feldfernsprechvermittlung OB/30, OB/60, OB/90, OB/150 und OB/300. Die Grundausführung wird wegen der Ausstattung eines Einzelplatzes mit Abfragekasten zu 30 Leitungen und einem Vielfachkasten zu 150 Leitungen auch als Feldfernsprechvermittlung 30-150 bezeichnet.

Der Untersatz A enthält im wesentlichen 10 Schnurpaarkassetten mit den Abfrage- und Verbindungsschnüren und den aus Abfrage/Ruf-Schalter, → Schlußschauzeichen, Ruftaste und Überwachungstaste bestehenden Bedienungsmitteln sowie einer Hilfsschnurkassette. Alle Kassetten sind steckbar ausgeführt, sie können nach Lösen einer Schraube leicht ausgewechselt werden. Die Schnüre sind auf → Schnuraufrollern aufgewickelt. Das als Schlußschauzeichen verwendete → Trommelschauzeichen wird beim Legen des Abfrageschalters mechanisch zurückgestellt. Der Untersatz A enthält außerdem einen → Kurbelinduktor, einen Gleichstromwecker und das Batteriefach. Der Untersatz B ist ein Leergehäuse, in dem Ersatz- und Zubehörteile untergebracht sind. Er dient zum Aufstellen des Vielfachkastens. Die Bedienungsplatte ist als Schreibplatte ausgebildet. Der Abfragekasten wird auf den Untersatz A gestellt. Er enthält 3 zehnteilige Einsätze, 1 Klinkenstreifen und 30 als Anruf-Schauzeichen dienende Trommelschauzeichen. Nach jedem Anruf wird dieses Schauzeichen durch Einführen des Abfragestöpsels in die Abfrageklinke mechanisch zurückgestellt.



Aufbau einer fünfplätzigen Feldfernsprechvermittlung OB/150 und einer Feldvermittlung OB/10.

Der Amtszusatz ermöglicht den Anschluß von 4 teilnehmergleichen Wählleitungen. Jeder Leitung sind 1 Anruf-Schauzeichen und 1 Abfrageklinke zugeordnet. Außerdem ist für je 2 Amtsleitungen 1 Nummernschalter vorgesehen.

Der Vielfachkasten enthält 15 auswechselbare zehnteilige Vielfach-Klinkenstreifen. Das Vielfachfeld kann nach Bedarf ein- oder zweiplätzig gestellt werden. Das Bild zeigt den Aufbau einer fünfplätzigen Feldfernsprechvermittlung OB/150 mit einplätzig gestelltem Vielfachfeld und einer Feldvermittlung OB/10.

Feldgleichungen, Maxwellsche. Von J. C. Maxwell 1864 erstmalig angegebene Grundgleichungen der Elektrodynamik, welche die Verkettung des elektrischen und magnetischen Feldes beschreiben. Sie sind das zusammengefaßte Ergebnis der Naturbeobachtung über das Zusammenwirken der elektromagnetischen Einzelmerkmale im Makrokosmos. Für relativ zum Beobachter ruhende Körper lauten

beide Hauptgleichungen in der Differentialform mit $\boldsymbol{H}$ und $\boldsymbol{E}$ als magn. und elektr. Feldstärke, $\boldsymbol{G}$ Leitungsstromdichte, $\boldsymbol{D}$ Verschiebungsdichte und $\boldsymbol{B}$ magn. Flußdichte (Induktion)

$$\text{I. rot}\,\boldsymbol{H} = \boldsymbol{G} + \frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t}, \quad \text{II. rot}\,\boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}.$$

Die erste Hauptgleichung (erste Maxwellsche Gleichung) ist das Durchflutungsgesetz mit der um die Verschiebungsstromdichte $\partial \boldsymbol{D}/\partial t$ erweiterte Leitungsstromdichte $\boldsymbol{G}$, die zweite Hauptgleichung (zweite Maxwellsche Gleichung) ist das Faraday-Maxwellsche Induktionsgesetz. Beide Gleichungen besagen, daß ein elektr. Strom bzw. ein zeitlich veränderliches elektr. Feld sich mit einem magn. Wirbelfeld in ähnlicher Weise umgibt, wie jedes zeitlich veränderliche Magnetfeld mit einem elektr. Wirbelfeld. Vervollständigt werden beide Hauptgleichungen durch die Zusatzgleichungen

$$\text{div}\,\boldsymbol{D} = \varrho, \quad \text{div}\,\boldsymbol{B} = 0$$

mit ϱ als elektr. Raumladungsdichte, ferner durch die Materialgleichungen

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon \boldsymbol{E}, \quad \boldsymbol{G} = \sigma \boldsymbol{E}, \quad \boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{H},$$

wobei die Materialwerte $\varepsilon = \varepsilon_0\,\varepsilon_r$ die Dielektrizitätskonstante, σ die elektr. Leitfähigkeit und $\mu = \mu_0\,\mu_r$ die Permeabilität ist. Für zeitlich sinusförmige Feldgrößen der Kreisfrequenz ω lauten die beiden Hauptgleichungen, angeschrieben für komplexe Beträge (Zeigergrößen) in der Differentialform bei $\mu = \text{const.}$

$$\text{I.}\ |\text{rot}\,\underline{\boldsymbol{H}}| = (\sigma + \text{j}\omega\,\varepsilon)\,\underline{\boldsymbol{E}},$$
$$\text{II.}\ |\text{rot}\,\underline{\boldsymbol{E}}| = -\text{j}\omega\,\mu\,\underline{\boldsymbol{H}}.$$

In metallischen Leitern ist bis zu Frequenzen von etwa 10 GHz i. allg. $\omega\,\varepsilon \ll \sigma$ und daher vernachlässigbar.

Die F. können auch im Sinne der Lorentzschen Elektronentheorie gedeutet werden. Sie erhalten dann eine Form, die zwar anschaulich, aber für die Anwendung in der Nachrichtentechnik und HF-Technik wenig zweckmäßig ist.

Literatur: R. Becker/F. Sauter, Theorie d. Elektrizität, Bd. I. Einf. i. d. Maxwellsche Theorie. 18. Aufl. Stuttgart 1964 — K. Küpfmüller, Einf. i. d. theoret. Elektrotechnik. 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965 — G. Oberdorfer, Lehrbuch der Elektrotechnik, Bd. I. München 1961 — A. Sommerfeld, Vorlesungen üb. theoret. Physik. Bd. III. Elektrodynamik. 4. Aufl. Leipzig 1964 — A. von Weiss, Übersicht üb. d. theoret. Elektrotechnik. Teil I, Physikalisch-mathematische Grundlagen, 3. Aufl. Prien 1965.

v. Weiss

Feldkabel dient zur Verbindung von ortsveränderlichen Fernmeldegeräten im beweglichen Einsatz. In Benutzung sind:

1. Zweiadrige Nachrichtenleitung, Kurzzeichen*) 2Y4Y2 × (4 × 0,25 Cu/3 × 0,28 Fe), besteht aus 2 Litzenleitern 4 × 0,28 Cu/3 × 0,28 Fe, wird hauptsächlich im NF-Bereich verwendet, kann aber auch bis zur Frequenz von 20 kHz bedingt eingesetzt werden (Bild 1).

*) Bedeutung der Kurzzeichen → Fernsprechkabel.

Bild 1. Zweiadriges Feldkabel.

Aufbau:

Leiter:	4 verzinnte Kupferdrähte und 3 verzinkte Stahldrähte mit einem Durchmesser von je 0,28 mm; Durchmesser des Litzenleiters etwa 0,85 mm
Isolierung:	Polyäthylen, Wanddicke 0,36 mm, Farbe schwarz
Schutzhülle:	Polyamid, Wanddicke 0,15 mm, Farbe schwarz
Verseilung:	2 Adern offen verseilt, Durchmesser jeder Ader etwa 2 mm

Leitung kann bei Temperaturen von −40° C bis +70° C verlegt werden; wird in bestimmten Längen, z. B. 800 m, auf Trommeln geliefert. Enden der Leitung sind abisoliert und verlötet. Zur Verlegung steht tragbares Spulgerät zur Verfügung, das eine Kabeltrommel aufnehmen kann.

Elektrische Eigenschaften

Eigenschaft	Meßfrequenz oder Meßspannung	Pflichtenwert	Bezugslänge
Leiterwiderstand (Schleife)	Gleichstrom	≦ 115 Ohm	800 m
Betriebskapazität	800 Hz	≦ 40 nF	800 m
Isolationswiderstand (beide Adern gegen Erde)	Gleichstrom	≧ 3,5 GOhm	1000 m
Prüfspannung (beide Adern gegen Erde)	50 Hz 1 Minute lang	1, kV	—
Leitungsdämpfung	800 Hz	≦ 135 mNp	1000 m
	3 kHz	≦ 260 mNp	1000 m

2. Zweipaariges NF/TF-Nachrichtenkabel für ortsveränderlichen Einsatz, Kurzzeichen L-2Y2Y(Z) 2 × 2 × 0,67/1,95 Kf 40 SW.

Für beweglichen Einsatz von niederfrequenten oder trägerfrequenten Verbindungen über größere Entfernungen wird zweipaariges flexibles Spezialkabel mit Litzenleitern, Polyäthylenisolierung, Polyäthyleninnenmantel, als Schirm halbleitendes graphitiertes Baumwollband, Stahldrahtgeflecht und PVC-Mantel verwendet; Einzellänge 400 m oder 250 m. Jede Einzellänge mit Steckern abgeschlossen und auf einer Stahlblechtrommel aufgewickelt (Bilder 2 bis 6).

Aufbau gegen Zug und Druck weitgehend unempfindlich; Kabel besitzt außerordentlich gute Witterungs- und Kältebeständigkeit sowie Flexibilität. Kabel kann bei Temperaturen von −40° C bis +70° C eingesetzt werden; kann auf der Erde verlegt, auf Masten oder Bäume aufgehängt oder eingegraben werden; Verlegung von Hand, einem einachsigen Spezialverlegewagen oder von Fahrzeugen möglich. Zur niederfrequenten und trägerfrequenten Übertragung von Sprechkreisen kann Kabel pupinisiert werden. Zu diesem Zweck werden kleine Spulenmuffen zwischen den Verbindungssteckern an Enden der einzelnen Kabellängen eingefügt. Bei meistgebräuchlichem



Bild 2.
Zweipaariges NF/TF-Nachrichtenkabel.

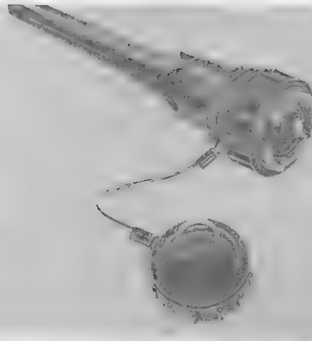


Bild 3.
Verbindungsstück mit Schutzkappe.



Bild 4.
Zwischensteckbare Pupinspulenmuffe.

Pupinisierungssystem mit Spulen von 6 mH im Abstand von 400 m oder mit Spulen von 4,5 mH im Abstand von 250 m können Frequenzen bis 20 kHz bzw. 30 kHz wirksam übertragen werden. Für Übertragung höherer Frequenzen, z. B. bis 108 kHz (12-Kanal-System), bleibt Kabel unpupinisiert. Die Fernstromversorgung zur Speisung von Zwischenverstärkern kann ebenfalls auf dem Kabel erfolgen.

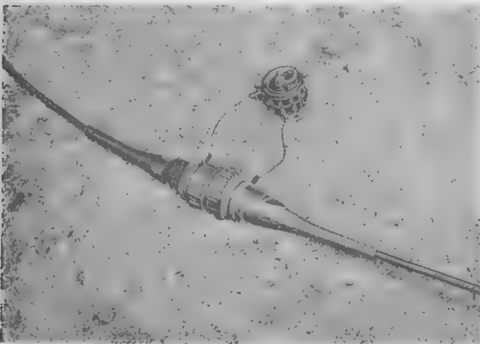




Bild 5. Zwei miteinander verbundene Kabellängen.
5a: direkt verbunden, 5b: mit zwischengeschalteter Pupinspulenmuffe

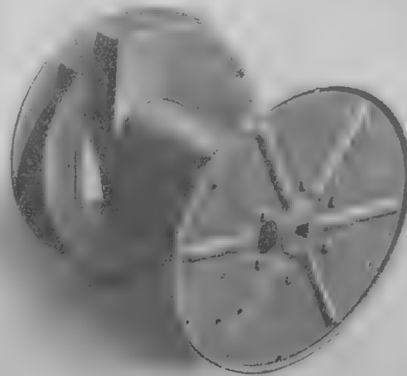


Bild 6. Kabeltrommel für NF/TF-Nachrichtenkabel.

Kabelaufbau:

Leiter: 7 blanke, weiche Kupferdrähte mit einem Durchmesser von je 0,35 mm, Durchmesser des Litzenleiters etwa 1,05 mm.

Isolierung und Kennzeichnung: Polyäthylen (PE), Wanddicke 0,42 mm, Durchmesser der Ader 1,9 mm, Paar 1 schwarz, Paar 2 naturfarben.

Verseilung: Sternviererverseilung, 4 Adern (in der Reihenfolge hell, dunkel, hell, dunkel) sind um 0,6 mm dicken Kunststoffadern angeordnet.

Innenmantel: PE, etwa 0,7 mm dick, Lücken des Vierers ausgefüllt, Durchmesser über PE-Mantel etwa 6 mm, darüber eine Lage halbleitendes graphitiertes Zellwollband.

Bewehrung: Geflecht ohne elektrische Unterbrechung über die gesamte Kabellänge, bestehend aus 16 nicht rostenden Stahldrähten von je 0,38 mm Durchmesser, Zugfestigkeit der Stahldrähte 200 kg/mm².

Außenmantel: Schwarzer Kunststoff (PVC), Dicke etwa 0,65 mm, Durchmesser über Außenmantel etwa 9 mm. Längen: 400 m ± 6 m (einschließlich Stecker an beiden Kabelenden).

Gewicht: 400-m-Länge einschließlich Trommel etwa 65 kg.

Stecker:

bestehend aus je Steckergehäuse, Knickschutzkeule und Schutzdeckel, mit dem Kabel zugfest und wasserdicht verbunden. Stecker an beiden Kabelenden sind gleich, so daß beliebige Längen zusammengekuppelt werden können.

Stecker so beschaltet, daß nach dem Zusammenkuppeln mehrerer Längen immer Paar 1 mit Paar 2 und Paar 2 mit Paar 1 sowie die Stahldrahtgeflechte der einzelnen Längen auf gesamter Strecke verbunden sind. Stecker mit Kennzeichen versehen; ein Zusammenkuppeln bei Dunkelheit wird dadurch erleichtert. Steckverbindung ist staub- und wasserdicht.

Spulenmuffe:

enthält für beide Stammkreise des Kabels zwei fest eingebaute Stammspulen. Zylindrischer Spulenkörper aus Metall besitzt an Enden Steckeranschlüsse, die einfaches und rasches Zusammenkuppeln an die einzelnen Kabellängen ermöglichen. Für Transport und zur Aufbewahrung sind Spulenmuffen in einem an der Kabeltrommel befindlichen Behälter untergebracht.

Kabeltrommel:

Einzelne Längen des Kabels auf Stahlblechtrommeln aufgewickelt. Jede Trommel besitzt Einrichtungen zur Aufnahme der Stecker. Raum für die Stecker vom Kabel-Wickelraum getrennt. Stecker am inneren Kabelende so untergebracht, daß er auch bei nicht oder nicht ganz abgetrommeltem Kabel zugänglich bleibt. Ferner Vorsorge getroffen, daß Beschädigung der Stecker beim Transport mit größter Sicherheit verhindert wird. Die Trommel so konstruiert, daß sie rauhem Betrieb gewachsen ist und ein schnelles Auf- und Abwickeln der Kabellängen gestattet.

Außenabmessungen: Breite 455 mm, Durchmesser 492 mm.

Endkabel (Peitsche):

ein etwa 5 m langes Kabelstück, an dem einen Ende mit einem Stecker abgeschlossen, an dem anderen die beiden Paare sowie die Bewehrung getrennt aus dem Kabel herausgeführt. Endkabel dient Übergang vom ortsveränderlichen Kabel auf Geräte oder andere Leitungen, z. B. Freileitungen usw.

Elektrische Eigenschaften des Kabels für Einzellängen von 400 m einschließlich Stecker.

Temperatur 20° C		400 m
Gleichstromwiderstand*)	Mittelwert	≦ 22,2 Ohm
	Höchstwert	≦ 23,3 Ohm
Isolationswiderstand jeder Ader gegen alle übrigen Adern und Stahldrahtgeflecht	mind.	5 GOhm
Betriebskapazität bei 800 Hz*)	Sollwert	20,4 nF
Kopplungen bei 800 Hz*)		
Übersprechkopplung (k_1) (ermittelt aus 50 nacheinander gemessenen Kabellängen)	Mittelwert	20 pF
	Maximalwert (für Einzellänge)	75 pF
Erdkopplungen (e_1, e_2) (ermittelt aus 50 nacheinander gemessenen Kabellängen)	Mittelwert	200 pF
	Maximalwert (für Einzellänge)	750 pF

*) Abweichungen von den genannten Werten entsprechend der Längentoleranz des Kabels sind zulässig.

Elektrische Eigenschaften der Pupinspulen

Eigenschaft	Meßfrequenz oder Spannung (kHz oder V)	Strom (mA)	Maßeinheit	Pflichtenwerte 6 mH	Pflichtenwerte 4,5 mH
Induktivität Sollwert	0,8	—	mH	6	4,5
Wirkwiderstand	0,8	0,5	Ohm	≦ 2,0	≦ 1,5
	20,0	0,5	Ohm	≦ 2,7	≦ 2,4
Nebensprechdämpfung	0,8	—	Np	≧ 10	≧ 10
	20,0	—	Np	≧ 9	≧ 9
Isolationswiderstand Wicklung/Wicklung	Gleichstrom 150 V		GOhm	≧ 25	≧ 25

Als Zubehör dienen: Kabel-Verlegewagen, Steckeranschluß für Geräte, Überführungsdose mit Blitzschutzeinrichtungen, Mastgehäuse mit Anpassungsübertragern.

3. Trägerfrequenz-Nachrichtenkabel für ortsveränderlichen Einsatz.

Typ L-2Y2YCC(Z)Y 2 × 2 × 0,67/1,95 kf 40 sw

Trägerfrequenz-Spezialkabel für gleichzeitige Übertragung bis zu 120 Gesprächen (z. B. Trägerfrequenz-Vierdrahtsystem V 120; bei Einsatz von Vierdrahtsystemen werden zwei Kabel parallel vorgesehen) innerhalb des Frequenzbandes von 0,3 bis 552 kHz geeignet; ist zweipaarig, hat Litzenleiter, Polyäthylenisolierung, Polyäthyleninnenmantel, zwei Schirmgeflechte aus Kupfer, zugfeste Stahldrahtbewehrung und Polyvinylchlorid-(PVC-)Außenmantel. Im wesentlichen soll Kabel bei Ausfall eines Verstärkeramtes V 120 die Fernkabel mit einem auf Kraftwagen



Bild 7. Zweipaariges polyäthylenisoliertes TF-Nachrichtenkabel.

montierten Verstärkeramt verbinden. Um erforderliche hohe Nebensprechdämpfung zu erreichen, bei diesem Kabel zwei Kupferdrahtgeflechte über dem PE-Innenmantel, auf die zugfestes Geflecht aus unmagnetischen Stahldrähten folgt. Kabel wird in Einzellängen von 250 m geliefert. Jede Einzellänge mit Steckern abgeschlossen und auf Stahltrommel aufgewickelt. Neben robusten, gegen Zug und Druck unempfindlichen Aufbau besitzt Kabel außerordentlich gute Witterungs- und Kältebeständigkeit sowie für den Einsatz erforderliche Flexibilität. Kabel kann bei Temperaturen von −40° bis +70° C verlegt und betrieben werden; kann auf der Erde verlegt, auf Masten oder Bäume aufgehängt oder eingegraben werden. Verlegung ist von Hand, einem einachsigen Verlegewagen oder von Fahrzeugen möglich.

Aufbau:

Kabel

Leiter: 7 blanke, weiche Kupferdrähte mit einem Durchmesser von je 0,35 mm, Durchmesser des Litzenleiters etwa 1,05 mm.

Isolierung und Kennzeichnung: Polyäthylen, Wanddicke 0,42 mm, Durchmesser der Ader 1,95 mm, Paar 1 dunkel gefärbt, Paar 2 hell gefärbt.

Verseilung: Sternviererverseilung.

Innenmantel: Polyäthylen, etwa 0,7 mm dick, Lücken des Vierers ausgefüllt, Durchmesser über Polyäthylenmantel etwa 6,2 mm.

Schirmgeflecht: 1. Geflecht aus blanken, weichen Kupferdrähten unmittelbar über dem Innenmantel, Bewicklung mit Kunststoffolie, 2. Geflecht aus verzinnten Kupferdrähten, Bewicklung mit Kunststofffolie, Durchmesser des Kabels über Kunststoffbewicklung etwa 8 mm.

Stahldrahtbewehrung: Geflecht aus 16 nichtrostenden Stahldrähten, Zugfestigkeit der Stahldrähte 200 kg/mm².

Außenmantel: Kältebeständiges Polyvinylchlorid, Farbe schwarz, Durchmesser über dem Außenmantel etwa 11,2 mm.

Stecker:

bestehend aus je einem Steckergehäuse, Knickschutzkeule und Schutzdeckel, sind mit dem Kabel zugfest und wasserdicht verbunden. Stecker an beiden Kabelenden gleich, so daß beliebige Längen zusammengekuppelt werden können. Stecker mit Kennzeichen versehen, so daß Zusammenkuppeln bei Dunkelheit erleichtert wird. Steckverbindung staub- und wasserdicht.

Kabeltrommel siehe unter 2.

Außenabmessungen: Breite etwa 455 mm, Durchmesser etwa 490 mm.

Elektrische Eigenschaften des Kabels:

Eigenschaft	Meßfrequenz oder Meßspannung	Pflichtenwert	Bezugslänge
Leiterwiderstand aus 20 Längen (Schleife) Mittelwert	Gleichstrom	≦13,5 Ohm	250 m
Betriebskapazität aus 20 Längen Mittelwert	800 Hz	≦12,8 nF	250 m
Nebensprechkopplung aus 20 Längen Mittelwert	800 Hz	≦20 pF	250 m
Höchstwert einer Einzellänge	800 Hz	≦50 pF	250 m
Erdkopplungen aus 20 Längen Mittelwert	800 Hz	≦100 pF	250 m
Isolationswiderstand jeder Ader gegen die übrigen Adern und gegen die Schirmgeflechte Kabel mit Stecker	Gleichstrom	≧5 GOhm	250 m

Knebel

Feldlinie. Vektorlinie eines ein Feld beschreibenden Vektors (Feldvektors), auch Kraftlinie genannt. Dient zur anschaulichen Darstellung des Feldverlaufes durch Feldbilder.

Feldplatte → galvano-thermomagnetische Effekte.

Feldstärke. Vektorielle Feldgröße, welche die Stärke eines Feldes in jedem Raumpunkt nach Betrag und Richtung (Feldlinien) angibt. → magnetische Feldgrößen, → elektrische Größen.

Feldstärkemessung → Verlustleistung einer Antenne.

Feldstärkemessungen, relative → Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst.

Feldstrom → pn-Übergang.

Feldtheorie. Auf Vorstellungen von M. Faraday basierende, von J. C. Maxwell 1864 aufgestellte und mathematisch formulierte Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen des Makrokosmos (→ Feldgleichungen, Maxwellsche). Löste die Fernwirkungstheorie ab, nach der die elektrischen Ladungen und magnetischen Mengen als Zentren von Fernkräften angesehen wurden, deren Wirkungen auf Körper unabhängig von deren Entfernung oder dem dazwischenliegenden Medium ist. Die F. betrachtet dagegen das elektromagnetische Feld als physikalische Realität und stellt den felderfüllten Raum in den Mittelpunkt der Betrachtung. Anstelle einer unmittelbaren Fernwirkung tritt die Nahewirkung durch den Raum. Dieser ist Sitz und Träger der Energie, die sich mit endlicher Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit) durch den Raum fortpflanzt. Währenddessen befindet sich der Raum, auch der leere Raum, in einem Zwangszustand, der durch das Auftreten von Kräften, den Feldkräften, erkennbar ist (Nahewirkungs- oder Faraday-Maxwellsche F.). Experimentell wurde die Aussage der F. durch die Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch H. Hertz bestätigt. Ihre Ergänzung und Vollendung fand die F. in der Einsteinschen Relativitätstheorie. → Feld, elektromagnetisches.

Literatur: R. Becker/F. Sauter, Theorie d. Elektrizität, Bd. I. Einf. i. d. Maxwellsche Theorie. 18. Aufl. Stuttgart 1964 — J. C. Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism. 4. Aufl. Dover Publications, Inc. New York 1954 — C. Schaefer, Einf. i. d. Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. 4. Aufl. Berlin 1941. — A. von Weiss, Übersicht üb. d. theoret. Elektrotechnik, Teil I, Physikalisch-mathematische Grundlagen. 3. Aufl. Prien 1965.

v. Weiss

Feldvermittlung. Transportable, vielseitig einsetzbare handbediente Fernsprechvermittlung z. B. für den Einsatz auf größeren Baustellen, in Katastrophengebieten, in beweglichen Netzen aller Art, vorwiegend für den Anschluß von OB-Leitungen. Mit Rücksicht auf den häufigen Transport und die rauhe Bedienungsweise besonders stabile, spritzwasserfeste Ausführung mit Unterteilung nach dem Baukastensystem. Für den Einsatz als Endvermittlung, d. h. für Verbindungen mit auflaufender Restdämpfung, wurden hauptsächlich folgende Grundausführungen entwickelt: → Feldfernsprechvermittlung OB/10, → Feldfernsprechvermittlung OB/150 (auch als Feldfernsprechvermittlung 30-150 bezeichnet) und der → Große Feldklappenschrank Fk 16. Durch Abwandeln der Grundausführungen — Zusammensetzen mehrerer Abfrageeinheiten und Aneinanderreihen von Vermittlungsplätzen — können aus der Grundausführung OB/10 die Feldvermittlung OB/20, aus der Vermittlung OB/150 die Feldvermittlungen OB/30, OB/60, OB/90, OB/120, OB/150 und OB/300 gebildet werden. Anstelle von OB-Vermittlungen kann auch die → Feldwählvermittlung für 50, 100 oder mehr Anschlüsse (bis zu 900) eingesetzt werden.

Für die Zusammenarbeit mit Vierdrahtleitungen wurde die → Vierdraht-Feldvermittlung geschaffen. Sie ist für bewegbare Durchgangsvermittlungen im Weitverkehrsnetz bestimmt.

Gänsler

Feldwähl-Netzgruppe → Feldwählvermittlung.

Feldwählvermittlung. Die F. ist eine tragbare, automatische Vermittlungseinrichtung, die in Schaltungstechnik und konstruktivem Aufbau auf die besonderen Anforderungen eines wechselnden Einsatzes zugeschnitten ist. Die Sprechwege werden 2drähtig über → Reed-Kontakte durchgeschaltet. Der Verbindungsaufbau wird elektronisch gesteuert. Im Gegensatz zu direktgesteuerten, schrittschaltenden Systemen wird die Wählinformation voll gespeichert. Anschließend wird die Verbindung durch Markieren der Schaltglieder aufgebaut.

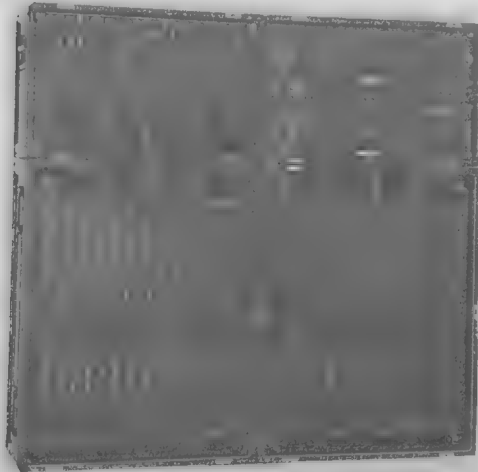


Bild 1.
Kofferstapel einer Feldwählvermittlung für 100 Anschlüsse.

Die F. ist ausbaufähig für 50 und 100 Teilnehmeranschlüsse, 8 oder 16 Innenverbindungssätze, 5 oder 10 Fernverbindungssätze, 1 Hilfsverbindungssatz und 6 Register. Bild 1 zeigt den Kofferstapel einer 100er-Anlage einschließlich der Stromversorgungseinrichtungen.

Das Kennziffernsystem ist so aufgebaut, daß 2 bis 9 Vermittlungsstellen über Querverbindungsleitungen zu einer vollautomatisierten Feldwähl-Netzgruppe mit 900 Teilnehmern zusammengeschaltet werden können. Die Rufnummern innerhalb einer Netzgruppe sind vierstellig. Anschlüsse können bei Bedarf bevorrechtigt geschaltet und auch zu Sammelnummern zusammengefaßt werden. Die F. bietet den weiteren Vorteil, daß Teilnehmeranschlüsse und Querverbindungsanschlüsse gleich behandelt werden, das heißt, im Extremfall könnte für eine Durchgangsvermittlung die gesamte Anschlußkapazität für Querverbindungsleitungen ohne Teilnehmer ausgenutzt werden.

Die F. kann in Netzen, für die der → Dämpfungsplan 64 S gilt, als Endvermittlung arbeiten, als Unteranlage an das öffentliche Netz angeschlossen werden oder auch als Nebenstellenanlage dienen. Ein handbedienter Vermittlungsplatz (Bild 2) ist beigegeben. Er hat die Aufgabe, ankommende Gespräche aus dem



Bild 2. Vermittlungsplatz für den ankommenden Verkehr einer Feldwählvermittlung.

öffentlichen Netz zu vermitteln, abgehende Gespräche nach Anmeldung aufzubauen und bei Ausfall der F. einen Notverkehr wahrzunehmen. *Gänsler*

Fermi-Kante → Ladungsträgerstatistik.

Fermi-Niveau → Austrittspotentialminimum.

Fermi-Verteilungsfunktion → Ladungsträgerstatistik.

Fernamt. Frühere Bezeichnung für → Ämter oder Betriebsstellen des Fernsprechdienstes (Hand). Neue Bezeichnungen: »Fernmeldeamt« (als untere Bundesbehörde) und »Fernvermittlungsstelle« (Hand) (als eine einem Fernmeldeamt unterstellte → Betriebsstelle).

Fernanrufzeichen → Anrufzeichen.

Fernansage-, Fernanzeigegeräte. »Einrichtungen für die Fernansage und Fernanzeige« an Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind

private → Zusatzeinrichtungen. Ihrem Verwendungszweck nach sind als F. u. a. allgemein zugelassen:

→ Wasserstands-Ansagegeräte, → Störungsmelder, → Auskunftgeber.

Nicht zu den F. zählen → Notrufwähl- und Ansagegeräte, Polizeirufeinrichtungen (→ Notrufmelder) sowie Kennungsgeber zur Auslösung des Startzeichens bei → Störungsmeldern.

Fernanschaltesatz. Gemäß Übersichtsplan zu → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F62 (FernVStHand F62) werden zur Herstellung einer Fernverbindung über einem Anrufsucher für Fernverkehr (AS_F) ein F. (FAnS) und ein zugeordneter Fernrichtungswähler (FRW) angefordert. Der F. hat die Aufgabe, über Relaissuchwähler (RSW) ein → Fernregister (FRg) zu rufen, die Wählinformation vom Fernplatz in das FRg einzugeben, die Kennzeichen zur Einstellung des FRW aufzunehmen und weiterzugeben. Außerdem werden die Linienkennzeichen des Wählnetzes, wie Gassenbesetzt, Teilnehmerbesetzt, Wahlende, Gesprächsbeginn und Gesprächsschluß, vom F. aufgenommen und in einer für den Fernplatz geeigneten Form weitergegeben.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim, Mittelfranken, S. 128.

Fernanschlußkabel → Fernmeldelinie.

Fernberechtigung → Amtsberechtigung.

fernbesetzt im handvermittelten Ferndienst ist ein Teilnehmeranschluß, der abgehend oder ankommend mit einem → Ferngespräch besetzt ist. Gegensatz »ortsbesetzt«.

Ferndienst, handvermittelter. Die Ferngesprächsverbindungen (→ Fernverbindung im handvermittelten Ferndienst) werden entweder im Selbstwählferndienst (SWFD) bzw. vollautomatischen Auslandsferndienst oder im handvermittelten Ferndienst hergestellt. Beim handvermittelten Ferndienst wird das Gespräch bei einer → Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung angemeldet und von dort in verschiedenen → Betriebsverfahren über Wahl- oder Rufleitungen hergestellt. Hierbei erhält der Anmelder für jedes Gespräch über seine Fernsprechrechnung ein einzelnes Gesprächsblatt. Im SWFD und im vollautomatischen Auslandsferndienst wird ihm dagegen nur die Summe der Ortsgespräche und der → Gebühreneinheiten für SWFD-Gespräche (In- und Ausland) in Rechnung gestellt. → Auskünfte im h. F.; → Beobachten der Gespräche im h. F.; → Berechnen der Gebühren im h. F.; → Beschränkung der Gesprächsdauer im h. F.; → Beschwerdestelle im h. F.; → Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung im h. F.; → betriebsführende Vermittlungskraft im h. F.; → Betriebsbeobachtung im h. F.; → Betriebsverfahren im h. F.; → Fehlverbindung im h. F.; → fernbesetzt im h. F.; → Fernverbindung im h. F.; → Gültigkeitsdauer der Anmeldungen im h. F.; → Herstellungswartezeit im h. F.; → Kontrollfrage im h. F.; → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen im h. F.; → Leistungszählung; → Leitwege im h. F.; → Namensnennung im h. F.; → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen des h. F.; → Umleiten im h. F.; → Verbinden im h. F.; → Verkehrsarten im h. F.; → Rufdauer im h. F.

Ferndrucker. Der vor dem Erscheinen der Fernschreibmaschine als Nebentelegraf vielfach eingesetzte F. gehört zur Gruppe der Schrittschalt-Telegrafenapparate. Bei diesen Apparaten wird der Synchronismus zwischen Sender und Empfänger durch Schrittschaltwerke sichergestellt, im Gegensatz zu den Telegrafenapparaten mit ständigem Gleichlauf und den Start-Stop-Fernschreibmaschinen. Hauptbestandteil des Senders ist ein Stromwender zum Aussenden von Signalen wechselnder Stromrichtung, während der Empfangsteil durch ein Schrittschaltwerk gekennzeichnet ist. Die schrittweise Weiterschaltung des Stromwenders findet ebenfalls mittels eines Schrittschaltwerkes statt. Durch die Stromwendersignale werden zugleich die Schrittschaltmechanismen des Senders und des Empfängers gesteuert. Da in der Regel am Sender mitgelesen wird, können beide Schrittschaltwerke zu einem vereinigt werden.

F. werden gegenwärtig nicht mehr verwendet.

Literatur: HwF 1929.

Fernentstörung → Funkentstörung.

Fernfeld → Antennen.

Fernfeldcharakteristik → Antennen, → Richtcharakteristik.

Ferngespräch ist ein Gespräch zwischen verschiedenen Ortsnetzen (ON), sofern es im Selbstwählferndienst (SWFD) oder unter Mitwirkung einer handbedienten Fernvermittlungsstelle hergestellt wird. Unter bestimmten Voraussetzungen können Gespräche zwischen verschiedenen ON gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt werden. Der Inlandsverkehr umfaßt den Fernsprechverkehr innerhalb der BRD (einschließlich West-Berlin) sowie mit ON in der sowjetischen Besatzungszone und dem Sowjetsektor von Berlin. Inlandsferngespräche werden entweder vom Teilnehmer im SWFD unmittelbar hergestellt oder bei der Fernvermittlungsstelle (Fernamt) als handvermittelte Ferngespräche angemeldet. Sobald in einer Inlandsverkehrsbeziehung der SWFD eingeführt ist, ist jedermann zur Selbstwahl verpflichtet (Ausnahme: →XP- und →N-Gespräche). Zum Zwecke der Selbstwahl ist bei F. vor der Rufnummer des gewünschten Anschlusses die sog. Ortsnetzkennzahl zu wählen; die Ortsnetzkennzahl entnimmt man dem amtlichen Verzeichnis der Ortsnetzkennzahlen, das zu jedem amtlichen Fernsprechbuch gehört. Das Netz des SWFD ist beachtlich groß; die Zahl der in der

Bundesrepublik abgehend geführten F. und der durch Selbstwahl hergestelle Anteil der F. hat sich wie folgt entwickelt:

	Mio Ferngespräche	Anteil des SWFD
1950	320,1	9,8 %
1955	558,3	47,0 %
1960	1 075,2	78,9 %
1965	1 833,4	94,6 %
1967	2 260,1	98,1 %
1968	2 586,6	99,1 %
1969	2 947,6	99,6 %

Als besondere Vorteile, die durch den SWFD den Kunden geboten werden, sind zu nennen: die Gespräche können ohne Wartezeit und ohne Vermittlungspersonal ununterbrochen hergestellt werden. Es wird keine Mindestgebühr für 3 Min. Sprechdauer wie im handvermittelten Ferndienst erhoben. Im Gegensatz zum handvermittelten Ferndienst gibt es Zeiten (z. B. nachts) mit Gebührenermäßigung. In Ausnahmefällen kann die Dauer von Ferngesprächen begrenzt werden, wenn wichtige dienstliche Gründe es erfordern.

Die Zahl der im Jahre 1967 abgehend geführten F. je Sprechstelle beträgt:

Niederlande	304	Norwegen	91
Dänemark	277	Großbritannien	89
BRD	219	Griechenland	84
Schweden	170	ČSR	79
DDR	166	USA	54
Frankreich	144	Kanada	42
Belgien	128	Argentinien	39
Brasilien	96		

Breidt

Ferngesprächsansage. In der BRD wird die Unterbrechung einer Ortsgesprächsverbindung zugunsten eines Ferngesprächs nicht von Amts wegen durchgeführt. Die Teilnehmer einer solchen Verbindung werden vielmehr gebeten, die Ortsgesprächsverbindung zu beenden. Die Aufforderung dazu wird mit Hilfe der F. in bestimmten Fällen durchgeführt: Beim Vorliegen von → Notgesprächen, → Staats- und → Militärgesprächen mit absolutem Vorrang usw. und in Fällen von Not und Gefahr. (→ Dienstanweisung für die Abwicklung des handvermittelten Fernsprechverkehrs.)

Ferngruppenwähler (FGW), elektromech. Wähler, wird entweder am Ende einer Fernleitung als Kopfwähler oder als internes Schaltglied verwendet; er nimmt die der Wählerfernsteuerung dienenden Impulsserien unmittelbar auf. Als FGW werden in der Regel EMD-Wähler in 2 Dr- und 4 Dr-Ausführung verwendet. FGW werden oft auch als Kennziffernwähler bezeichnet, da sie mit den Ziffern von Ortsnetzkennzahlen eingestellt werden. FGW werden entweder nach dem Einsatzfall oder nach ihrer technischen Ausführung benannt. FGW haben entweder dekadisch aufgeteilte Ausgänge (mit gleicher Erreichbarkeit für jede Dekade), oder die Ausgänge können mit unterschiedlicher Erreichbarkeit auf einzelne Dekaden verteilt werden. In diesem Falle spricht man von (elektrisch) markierten FGW.

FGW im Landesfernwahlnetz:

(I., II.) ZGW = Zentralgruppenwähler in der ZVStW
HGW = Hauptgruppenwähler in der ZVStW
KGW = Knotengruppenwähler in der HVStW
(I., II.) EGW = Endgruppenwähler in der KVStW
OGW = Ortsgruppenwähler in der EVStW

FGW in technischer Ausführung (nur EMD-Wähler):

mit elektrischer Markierung	ohne Markierung (dekadisch)
56tlg. 4 Dr	112tlg. 4 Dr u. 4 Dr umschalten auf 2 Dr
112tlg. 4 Dr u. 4 Dr umschalten auf 2 Dr	224tlg. 4 Dr
224tlg. 4 Dr	
112tlg. 2 Dr	112tlg. 2 Dr Wähler der
224tlg. 2 Dr	224tlg. 2 Dr Ortsvermittlungstechnik (II. GW)

Als Vorzugstype für die Landesfernwahl gilt seit Jahren der 112tlg. 4 Dr-Wähler mit dekadischer Aufteilung; der elektrisch markierte 112tlg. 4 Dr-Wähler ist gelegentlich als EGW wirtschaftlich, wenn z. B. weniger als 10 EVSt angeschlossen sind; als OGW wird überwiegend ein 2 Dr-Wähler eingesetzt.

Literatur: Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, Ausg. B, Sonderdruck »Edelmetall-Motor-Drehwähler« Mai 1960, R. Führer, Landesfernwahl I und II, Verlag R. Oldenbourg, München.

Altehage

Fernhörer dient zur Umwandlung elektrischer Ströme in ihnen entsprechende Schallbewegungen. Im engeren Sinn versteht man aber darunter nur solche Apparate, die zum Anlegen an das menschliche Ohr bestimmt sind, während man diejenigen, die eine erhebliche Schalleitung ins Freie abstrahlen, als Lautsprecher bezeichnet oder, wenn nur Signale gegeben werden sollen, als Schallsender. (Aus dem Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929.)

Fernkabelbau ist bei der DBP das Herstellen von neuen Kabelanlagen des Weitliniennetzes, die im Endzustand mit Gruppenverbindungen des innerdeutschen oder internationalen Weitverkehrs beschaltet werden. Fernkabel werden seit einigen Jahren in der BRD als Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk) gebaut, von 1967 an vorwiegend in Kabelformen mit koaxialem Aufbau. Die hohe Konzentration von Fernmeldekanälen in TFFk sowie deren überbezirkliche und internationale Bedeutung als Übertragungsmittel erfordern einen erhöhten Zeitbedarf für sorgfältige Planung und Bauvorbereitung. Das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) schlägt im Rahmen der Weitlinienplanung (für 10—15 Jahre) das jährliche Bauprogramm vor; jeweils etwa 2 Jahre vor Verlegebeginn. Mit der Genehmigung durch das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) werden die Oberpostdirektionen (OPDn) beauftragt, die Kabeltrassen der einzelnen Bauvorhaben (Bvh) nach wirtschaftlichen und Sicherheitsbelangen auszu-

kunden, wobei auch Blitzgefährdung und Beeinflussung durch Hochspannungsanlagen zu berücksichtigen sind, und sie mit dem FTZ festzulegen. Der etwaige Beilauf von Bezirkskabeln und Ortskabeln ist einzuplanen. Die OPDn/Fernmeldeämter (FÄ) führen die Trassensicherung nach der Fernmeldebauordnung (FBO) (Teil 3) durch (Abschluß von Gestattungsverträgen, Grundstückskauf für Verstärkerstellen, Planverfahren) und leiten ggf. Hochbaumaßnahmen und die Erweiterung von Kabelkanalanlagen ein. Die Streckenaufnahme (Aufmaß, Erfassen von Bodenklassen, Oberflächen, Bauhindernissen) liefert die Unterlagen für den Bauanschlag und für die Bestellung von Kabel und Bauzeug.

Das Herstellen von TFFk-Anlagen wird von der DBP lt. Kabelauslegungsvertrag der → Deutschen Fernkabelgesellschaft (DFKG) übertragen. Diese steht zur DBP in einem Hauptunternehmer-Verhältnis, das in den »Besonderen Vertragsbedingungen« »Fernkabelnetz« und den »Zusätzlichen Technischen Vorschriften (ZTV)« »Fernkabelnetz« geregelt ist. Die DFKG bedient sich für Verlegeleistungen und Erdarbeiten nach beschränkter Ausschreibung der Tiefbauunternehmer, die als Nebenunternehmer der DBP tätig werden. Ihr Einsatz richtet sich nach der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) und den ZTV »Fernmeldeleitungsnetz« (FBO Teil 18). Die Bauanschläge, von der DFKG für möglichst große Bauabschnitte je Verrechnungstitel aufgestellt und von den OPDn geprüft, sind Voraussetzung für die endgültige Genehmigung der Bvh und Mittelbereitstellung durch das BPM. Das FTZ bestellt die Kabel für die einzelnen Bvh bei den Herstellerfirmen nach übertragungs- und verlegetechnischen Forderungen, zumeist mit Vorausermächtigung für das nächste Rechnungsjahr, die OPDn bestellen das von der DBP beizustellende Fernmeldebauzeug. Im Interesse eines zügigen Ablaufs der vielfach zeitlich ineinandergreifenden Bvh ist ein Abstimmen der Terminpläne für Verlegung, Montage, Ausgleich, Hochbaumaßnahmen und Beilauf zwischen FTZ, DFKG und OPDn unerläßlich. Die Durchführung eines TFFk-Bauvorhabens erstreckt sich auf → Kabelverlegung (Erdkabel und/oder Einziehen der Röhrenkabel); → Kabelmontage für Spleißstellen und Muffen, auch für transistorisierte Verstärkermuffen; Montage der Kabelabschlußeinrichtungen; Herstellen der → Planunterlagen; TF-Nebensprechausgleich (für symmetrische Grundleitungen) und pneumatische Ausrüstung (Druckgasüberwachung). Es ist zweckmäßig, → Flußkreuzungen und die Überwindung größerer Hindernisse vor allgemeinem Verlegebeginn durchzuführen. Das FTZ erteilt der DFKG die Aufträge für die Einzelmaßnahmen des Bvh nacheinander, sobald deren Ausführung heransteht, nach den jeweils gültigen Preisunterlagen. Baubeobachter der DBP beobachten und bescheinigen laufend die Arbeitnehmerleistungen auf ihre ordnungsmäßige Ausführung. Die fertiggestellte Anlage wird elektrisch von der zuständigen Fernkabelmeßstelle, pneumatisch vom zuständigen Prüfbeamten für Träger-Frequenz-Technik und dem Meßbeamten abgenommen. Das FTZ setzt die ggf. getrennten Fristen für die im allgemeinen 3jährige Gewährleistung fest und entläßt daraus die DFKG erst, wenn sie alle von ihr zu vertretenden Mängel an der Anlage beseitigt hat. Mittelverwalter und zentrale Stelle der Rechnungslegung für alle TFFk-Bvh ist die OPD Köln. Die Evidenzbuchhaltung des FTZ beobachtet die zweckgebundene und zeitgerechte Verwendung der Mittel.

Knacke

Fernkabel bis 1945. Von 1905 ab wurden in USA Kabel größerer Länge unter Ausnutzung des von Pupin angegebenen Verfahrens zur Verminderung der Leitungsdämpfung ausgelegt. In Deutschland 1912 mit Bau des ersten pupinisierten Fernkabels Berlin–Köln (600 km) begonnen. Auf erstem Teil der Versuchsstrecke (Berlin–Hannover) für künftige Kabelplanungen wesentliche Erfahrungen gesammelt. Trotz erheblicher Mehrkosten auf ganzer Strecke vierzügiger Kabelkanal gebaut, Kabel als Röhrenkabel eingezogen. Kabel als Rheinlandkabel in die Geschichte des Deutschen Fernkabelbaues eingegangen. Auf Strecke Berlin–Hannover Kabel mit 52 Doppeladern verlegt mit 12 Viererseilen in Dieselhorst-Martin-Verseilung (DM-VS), Leiter 3,0 mm Kupfer (Cu) und 14 DM-VS, Leiter 2,0 mm Cu. Elektrische Eigenschaften so berechnet, daß betriebsfähige Leiter von 3,0 mm eine Sprechweite von rd. 800 km, 2,0-mm-Leiter von rd. 450 km hatten.

Herstellungslängen zunächst 170 m, später 200 m, dadurch Einsparung von 17% der Aufwendungen bei Kabelschächten und Lötarbeiten. Außendurchmesser des Kabels auf 1. Linienabschnitt Berlin–Magdeburg 82 mm, auf 2. Linienabschnitt bis Hannover 72 mm.

1914 Abschnitt Berlin–Hannover der Kabelstrecke fertiggestellt, Restausbau wegen Rohstoff- und Arbeitskräftemangels erst nach Beendigung des ersten Weltkrieges wiederaufgenommen. Aufbau des Kabels auf nächster Teilstrecke Hannover–Dortmund wich erheblich von dem der ersten Strecke ab.

Kabeldurchmesser über Blei erhöhte sich auf 80 mm, jedoch durch Verwendung auch von dünneren Leitern mehr Doppeladern (DA) untergebracht. Dünnere Leiter mit 1,5 mm ⌀ als Paare im Kern des Kabels unter einem Bleimantel von 1,2 mm Dicke zusammengefaßt und für Telegrafenbetrieb und Meßzwecke bei Kabelstörungen verwendet. Über mit Papierband bewickelten Kernbleimantel als nächste Lage 10 Paare mit Leitern von 2,0 mm ⌀ (6 Paare Cu, 4 Aluminium [Al]); folgende Lage 12 DM-Viererseile mit 2,0 mm Leitern, nächste (äußere) Lage 15 DM-Viererseile mit 3,0 mm Leitern (12 Viererseile [VS] Cu, 3 VS Al). Paare und DM-VS mit Leitern aus Al dienten Versuchszwecken.

Bleimantel des Kabels aus reinem Blei von 4,0 mm Dicke, 1921 Strecke Hannover–Dortmund betriebsfertig.

Fortsetzung in zwei Zweiglinien nach Köln und Düsseldorf; neuer Kabelaufbau:

145 paariges (p) Kabel mit bleimantelgeschütztem Kern aus 7 Paaren 1,5-mm-Cu-Leiter, 1. Lage 7 DM-VS 3,0-mm-Cu-Leiter. In 2. Lage 7 DM-VS 2,0-mm-Cu-Leiter und 14 DM-VS 1,4 mm-Cu-Leiter in Achterverseilung. Äußere Lage 41 DM-VS

0,9 mm Cu-Leiter. Benutzung der 1,4- und 0,9-mm-DA durch inzwischen zur praktischen Verwendung geeigneten Fernsprechverstärker möglich geworden.

Erstes Versuchs-Kabel mit DM-VS nur aus Leitern von 0,9 und 1,4 mm ∅ wurde 174 p Zweigkabel von Mühlheim (Ruhr) nach Duisburg.

Aufbau:

Kern: 1 DM-VS 1,4 mm Cu
1. Lage: 7 DM-VS 1,4 mm Cu
2. Lage: 13 DM-VS 1,4 mm Cu
3. Lage: 30 DM-VS 0,9 mm Cu
4. Lage: 36 DM-VS 0,9 mm Cu

Damit Projekt »Rheinlandkabel« zum Abschluß gebracht. Verlegung auf Strecke Dortmund–Köln war erste Aufgabe der neugegründeten → Deutschen Fernkabel-Gesellschaft (DFKG).

Weiterentwicklung aufgrund der beim 174 p Rheinlandkabel gewonnenen Erfahrungen führte zu sog. »Normalfernkabeln«. Erste Grundform (A) 98 p Normalfernkabel. Aufbau:

Kern: 1 DM-VS 0,9 mm Cu
1. Lage: 7 DM-VS 1,4 mm Cu
2. Lage: 13 DM-VS 1,4 mm Cu
3. Lage: 28 DM-VS 0,9 mm Cu
Papier-Luftraumisolierung

Für Kabellinien mit besonders großem Adernbedarf erhielt Kabelausführungsform 4. Lage mit 34 DM-VS 0,9 mm Cu. Auf diese Weise entstand zweite Grundform des Normalfernkabels, Form B, mit 166 Doppeladern.

Formen A und B des Fernkabelnetzes waren für die Hauptlinien des Fernverkehrs bestimmt, bei denen großer Adernbedarf schon bei der Auslegung vorhanden oder später zu erwarten war. Für Fernkabellinien, bei denen Gesprächsverkehr Auslegung eines 98 p Kabels nicht rechtfertigte, für Zweiglinien, Querverbindungen, Ausläufer und Verbindungen im Randgebiet des Netzes zwei weitere Formen C und D der Normalfernkabel geschaffen.

Aufbau der Form C (52 p):

Kern: 1 DM-VS 0,9 mm Cu
1. Lage: 7 DM-VS 1,4 mm Cu
2. Lage: 18 DM-VS 0,9 mm Cu

Die zweite Form, das D-Kabel (58p), enthält als Abänderung in der 2. Lage 5 DM-VS 1,4 mm und 16 DM-VS 0,9 mm in Achterverseilung. Querschnitt der Achter entspricht dabei dem der benachbarten DM-Vierer mit 1,4-mm-Leitern. Leiter der Fernkabel (Fk) waren anfänglich mit zwei Lagen Papier isoliert, die locker mit entgegengesetzter Drallrichtung um Leiter gewickelt waren. Um größere Gleichmäßigkeit der Betriebskapazität zu erreichen, wurde sog. »Kordelader« eingeführt, bei der fest um den Leiter Papierkordel in offener Wendel gewickelt ist, die erforderlichen Abstand des Leiters von wendelförmig über der Kordel in geschlossener Lage aufgebrachten Papierband gleichmäßig hält. Diese Leiterisolierung bei allen späteren Fk mit Papierisolierung mit Erfolg verwendet.

Bis 1925 Fernkabel nur zum kleinen Teil zur Verminderung des Nebensprechens mit → Kondensatorausgleich versehen, weil man erst Erfahrungen über Wirksamkeit der Ausgleichmittel sammeln wollte. 1925 Ausgleichverfahren so entwickelt, daß es auf Neubaustrecken angewandt werden konnte; von 1927 bis 1929 Ausgleicharbeiten an alten, nicht ausgeglichenen Fernkabeln nachgeholt.

Auf längeren Strecken des Rheinlandkabels versuchsweise amerikanisches Kreuzungsverfahren zum Ausgleich der Nebensprechkopplungen erprobt, die durch Kapazitätsunterschiede zwischen den Sprechkreisen der Leitungen hervorgerufen werden. Hierbei durch Messung Werte der Kapazitätsunterschiede in den einzelnen Kabelstücken vor Zusammenschaltung auf Baustrecke ermittelt und Adern dann so miteinander verbunden, daß Kapazitätsunterschiede zwischen den einzelnen Abschnitten des Kreuzungsfeldes sich so gut wie möglich gegenseitig aufheben. Verfahren zeigt jedoch Nachteile. In Deutschland für Ausgleich Verfahren entwickelt, bei dem Kapazitätsunterschiede des ganzen Spulenfeldes durch Hinzufügen von Kondensatoren mit Kapazitätswerten passender Größe ausgeglichen werden. Kondensatoren anfänglich in besondere Kasten, ähnlich den Spulenkasten, eingebaut, später in besonderen Kondensatormuffen untergebracht.

Auf ersten Strecken zunächst schwere → Pupinisierung durchgeführt. Mit dem kapazitiven Ausgleich gleichzeitig schwache Pupinisierung nachträglich an einem Teil der Viererseile vorgenommen. Im 166 p Fk wurden 20, im 98 p 12, im 52 p und 58 p 8 Viererseile schwach pupinisiert. Zunächst angewandte schwere Pupinisierung von 190/70 mH (Millihenry) für 1,4-mm-Leiter und 200/70 mH für 0,9-mm-Leiter (Spulenabstand 2 km) später geändert in mittelschwere Bespulung 140/56 mH für 1,4-mm- und 0,9-mm-Adern, um Grundfrequenz zu erhöhen. Bisher für Meßzwecke gebrauchter Kernvierer durch geeignete Bespulung (17 mH) für Rundfunkübertragung hergerichtet. Im allgemeinen 1,4-mm-Leiter für Zweidrahtverkehr, 0,9-mm-Leiter für Vierdrahtverkehr verwendet. Für Normalfernkabel A bis D danach ein bestimmtes Verhältnis von Zweidraht- zu Vierdrahtwegen, das nicht immer dem vorliegenden Bedarf entsprach. Deshalb Zahl der Kabeltypen erhöht, die mehr Zweidrahtwege im Verhältnis zu Vierdrahtwegen boten. Außerdem sollten elektrisch bessere und sichere Rundfunkwege geschaffen werden.

So entstanden die Normalfernkabel-Formen E bis H. E-Kabel war als Ersatz des A-Kabels gedacht.

130 p E-Kabel, Aufbau:

Kern: 1 DM-VS 1,4 mm; 2 PiMF 1,4 mm (PiMF = Paar in Metall-Folie)
1. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm
2. Lage: 18 DM-VS 1,4 mm
3. Lage: 33 DM-VS 0,9 mm

F-Kabel war Ersatz für B-Kabel.

196 p F-Kabel, Aufbau:
Kern: 1 DM-VS 1,4 mm; 2 PiMF 1,4 mm;
1. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm
2. Lage: 18 DM-VS 1,4 mm
3. Lage: 24 DM-VS 1,4 mm
4. Lage: 42 DM-VS 0,9 mm

Als Ersatz für C-Kabel zwei Kabelformen entwickelt, G-Kabel und H-Kabel. Beide Kabel enthalten über Kernbleimantel nur zwei weitere Lagen Viererseile.

Aufbau des 78 p Kabels, Form G:

Kern: 1 DM-VS 1,4 mm; 2 PiMF 1,4 mm
1. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm
2. Lage: 25 DM-VS 0,9 mm

Zu diesen Kabeln gehören u. a. Formen 41a und b, 45a, 50a, 68a, 80a, 87a, 97a, 98a, 108a, 109a, 130a und 208a.

Mit fortschreitender Ausdehnung des Fernkabelnetzes Leitungen mit größerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit geschaffen; führte wieder zur leichten Bespulung der 0,9-mm-Leiter und größerem Bedarf an dünnen Leitern. Hohe Grenzfrequenz ermöglichte auf leicht bespulten Vierdrahtleitungen — »L-Leitungen« — außer niederfrequentem Sprechband weiteres Gespräch mit Trägerfrequenz (L-System) zu übertragen. Zur Überbrückung größter Entfernungen im internationalen Verkehr Leitungen mit noch größerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die Weitestverkehrsleitungen aus 1,4-mm-Leitern, geschaffen; wurden mit einer sehr leichten Bespulung ausgestattet — »S-Leitungen« —; auf ihnen 1 Niederfrequenz-(NF-) und 3 Trägerfrequenz-(TF-)Gespräche (S-System) übertragen.

Verteiltabelle.

Zahl der DA	Verseilungsart	Zahl der Viererseile im Kern mit Bleimantel	Zahl der Paare im Kern mit Bleimantel	Zahl der Viererseile im Kern ohne Bleimantel	Zahl der Paare im Kern ohne Bleimantel	Zahl der Viererseile in der 1. Lage	2. Lage	3. Lage	4. Lage
50	DM	1 (0,9)	—	—	—	9 (0,9)	15 (0,9)	—	—
68	St Kernvierer DM	1 (1,4) MF	2 (1,4)	—	—	13 (1,5)	19 (1,5)	—	—
87	DM/St	1 (0,9)	—	—	—	6 (1,4)¹)	13 (1,4)	23 (1,4 St)	
41	DM	1 (0,9)	—	—	—	6 (1,4) 1 (1,4 P, MF)	13 (1,4)	—	—
45	DM	—	1 (1,1)	—	—	8 (1,05)	14 (1,05)	—	—
109	DM	—	—	1 (1,3)	—	7 (0,9)	9 (1,5)	16 (1,3)	21 (1,3) 1 (1,3 P, MF)
97	DM	—	1 (1,4)	—	—	7 (1,4)	13 (1,4)	28 (0,9)	—
41	DM	—	1 (1,4)	—	—	7 (1,4)	13 (1,4)	—	—
108	DM/St	1 (0,9)	—	—	—	7 (1,4)	18 (0,9)	28 (0,9 St)	—
80	DM	1 (1,55)	2 (1,55 MF)	—	—	12 (1,55)	26 (1,0)	—	—
130	DM	1 (1,4)	2 (1,4 MF)	—	—	12 (1,4)	18 (1,4)	33 (0,9)	—
98	DM	1 (0,9)	—	—	—	7 (1,4)	18 (1,4)	28 (0,9)	—
208	DM	1 (1,4)	2 (1,4 MF)	—	—	12 (1,4)	18 (1,4)	33 (0,9)	39 (0,9)

Bemerkung: DM-VS = Dieselhorst-Martin-Viererseil, St = Stern, MF = metallischer Schirm (Metallfolie), (1,4) = Leiterdurchmesser in mm.
¹) + 1 (1,4 P, MF).

Aufbau des 64 p Kabels, Form H:
Kern: 1 DM-VS 1,4 mm; 2 PiMF 1,4 mm;
1. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm
2. Lage: 18 DM-VS 1,4 mm

Gleichzeitig mit Normalfernkabeln oder etwas später zusätzliche Fernkabelformen geschaffen, die keine technische Weiterentwicklung darstellen und nur in kleinen Gesamtlängen zur Verlegung kamen. Aufbau durch Eigenart der Kabellinien, wo sie Verwendung fanden, bedingt; in der Hauptsache Kabel, die über die damalige Reichsgrenze hinausgingen und sich der Kabelform des Nachbarlandes anpassen mußten. Teilweise Verstärkerfelder außergewöhnlich groß, so daß dickere Leiter zum Erreichen der normalen Dämpfungswerte erforderlich waren, teilweise dienten Kabel zur Weiterführung von Seekabeln und teilweise war große Zahl von 0,9-mm-Adern zur Befriedigung des Bedarfs nahegelegener Großstädte notwendig. Kabel wurden nicht mehr mit großen Buchstaben (z. B. A) bezeichnet, sondern mit der Zahl der Doppeladern und angehängtem kleinen Buchstaben, der Form benannte (z. B. 98 a).

S-System nur versuchsweise zum Einsatz gekommen. Fernkabel jener Zeit enthielten Gemisch von mittelstark bespulten Zweidrahtleitungen, leicht bespulten Vierdrahtleitungen und sehr leicht bespulten Vierdrahtleitungen. Beide Gesprächsrichtungen konnten trotz erhöhter Anforderungen an Nebensprechfreiheit in einem einzigen Kabel untergebracht werden. Mit L-System konnte man zwar Kupferaufwand halbieren und Kabelkosten auf Hälfte herabsetzen, entscheidender Schritt zur Verbilligung der Sprechkreise war damit noch nicht getan. S-System erforderte wegen Beibehaltung der normalen Verstärkerabstände erhöhten Aufwand an Leitungskupfer, ist über Erprobung nicht hinausgekommen, weil inzwischen U-System mit breiterem Frequenzbereich und größerer Sprechkanalzahl kam.

Entscheidender Fortschritt begann beim Übergang vom Ein-Kabel-System mit Bespulung zum Zwei-Kabel-System ohne Bespulung. Wegfall der Bespulung

bedeutete Wegfall der einengenden Grenzfrequenz und damit Möglichkeit, Vielzahl von Trägerfrequenzkanälen auf Verseilelementen unterzubringen. Mit breiterer Ausnutzung des Übertragungsfrequenzbandes ansteigende Leitungsdämpfung erforderte jedoch Verkürzung der Verstärkerfelder, d. h. Vermehrung der Zwischenverstärker.

Durch unbemannte, fernüberwachte Verstärkerämter konnte Nachteil teilweise kompensiert werden. Auch Schwierigkeit der ungenügenden Linearität der Verstärker konnte gemeistert werden. Bezüglich des Fernnebensprechens kompensieren sich bei unbespulten Leitungen elektrische und magnetische Kopplungen weitgehend. Nahnebensprechen zwingt aber zu Aufteilung der beiden Gesprächsrichtungen auf zwei getrennte Kabel. Stärkere Ausnutzung der Leitungen durch Einführung der »K-Leitungen« (in kurzen Abständen bespulte Sternvierer) möglich. Außerdem TF-Grundleitungen durch Entspulen ausgesuchter DM-Viererseile in vorhandenen Niederfrequenzkabeln gewonnen. Leitungen im Frequenzbereich 12-108 kHz mit 12 Kanälen (U- oder 12-Band-System) belegt. Für weitere Steigerung der Zahl der Kanäle je Leitung war Fernnebensprechen begrenzender Faktor. Man ging daher zu besonderen (zunächst papierisolierten) Trägerfrequenzkabeln mit vielen symmetrischen Leitungen und guten Werten für das Fernnebensprechen über.

Mit Einführung des Trägerfrequenzbetriebes auf Fernkabeln begann neues Stadium der Kabelentwicklung. Fertigung mußte Weg suchen, die magnetischen Kopplungen, die beim niederfrequenten Betrieb unbedeutend sind, bei Trägerfrequenzbetrieb aber nicht außer acht gelassen werden durften, auf zulässiges Maß herabzusetzen. Erstes nach dieser Forderung hergestelltes Fernkabel ist Kabel der Form 218a.

Aufbau und Bespulung (Kabelquerschnitt → Niederfrequenz-Fernkabel):

Kern: 1 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
1. Lage: 2 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
4 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 26 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
4. Lage: 22 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
10 Paare 1,4 mm mit 3,2 mH
5. Lage: 38 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH

Einzelne Lagen wie üblich gegenläufig verseilt. Adernpaare für Weitestverkehrsleitungen so verteilt, daß zwischen je 2 derartigen Leitungen mindestens 2 VS 0,9 mm zur Schirmung eingelagert sind.

Kern-Bleimantel weggelassen, weil auf der gleichen Strecke, auf der das Kabel dieses Typs verlegt wurde, bereits Fk mit Kernbleimantel vorhanden waren.

Diese Kabelform für kapazitive Entkopplung der trägerfrequent ausgenutzten 0,9-mm-DA ungünstig, weil gegenläufige Lagen-Verseilung zu Überschneidung der verschiedenen Sprechrichtungen in den verschiedenen Lagen führt. Fabrikatorisch konnten keine besseren kapazitiven Kopplungswerte erzielt werden, und eine geschlossene Lagenschirmung war aus patentrechtlichen Gründen nicht möglich. Bei der weiteren Fertigung deshalb Lagen mit gleicher Drallrichtung so gefahren, daß Trennvierer der 3 oberen Kabellagen über die ganze Kabellänge sich deckten. Auf diese Weise blieb räumliche Trennung der beiden Vierdraht-Sprechrichtungen über ganze Kabellänge erhalten. Innerhalb der Lagen wurde Trennung der Viererseile verschiedener Gesprächsrichtung durch zwei sich diametral gegenüberliegende VS mit Zweidrahtbeschaltung erreicht. Aufbringung mehrerer Lagen mit gleichem Lagenschlag, wie sie bei diesem Kabeltyp gefordert war, machte Schwierigkeiten, weil notwendige große Verseilmaschinen nicht überall zur Verfügung standen.

Hochpaariges Fk mit 218 DA für besonders verkehrsreiche Strecken bestimmt. Für andere Hauptlinien Kabel der Form 92a entwickelt. Aufbau:

Kern: 1 DM-VS 0,9 mm unter Bleimantel mit 140/56 mH
1. Lage: 2 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
5 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 13 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 4 Paare 1,4 mm mit 3,2 mH
24 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH

Zwischen die 24 VS 0,9 mm in letzter Lage Adernpaare 1,4 mm so eingelegt, daß beide Sprechrichtungen durch 7, die Paare derselben Sprechrichtung durch 5 VS 0,9 mm voneinander getrennt sind.

Bis dahin die zu einem Vierdrahtsprechkreis gehörenden DA Viererseilen entnommen, die sich diametral in der Lage gegenüberlagen, bei Kabel-Weiterentwicklung von zwei diametral gegenüberliegenden Trennviererseilen oder Trennstegen ausgegangen und einzelne Vierdrahtleitungen aus einander entsprechenden DA von je zwei Viererseilen gebildet, die spiegelbildlich zu der durch die Trennvierer gelegten Gerade liegen. Vorteil dieser Beschaltung ist wesentlich leichtere Entkopplung der Vierdraht-VS am Trennsteg.

Außerdem durch Festlegung einer kleineren zulässigen Abweichung der Betriebskapazität vom Sollwert für spiegelbildlich liegenden VS bei der Herstellung der Kabel auf Kennzeichnung von Anfang und Ende der Kabellängen verzichtet; dies bedeutete Erleichterung bei Auslegearbeiten.

Unter diesen Gesichtspunkten entstanden Fk-Formen:

Fk-Form 99a.

Aufbau und Bespulung:

Kern: 1 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
1. Lage: 2 DM-VS 1,4 mm mit 3,2/12 mH
5 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 12 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
6 DM-VS 0,9 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 22 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
2 DM-VS 0,9 mm mit 140/56 mH

Fk-Form 89a.

Aufbau und Bespulung (Kabelquerschnitt → Niederfrequenz-Fernkabel):

Kern: 1 Paar unter Bleimantel 1,4 mm mit 12 mH
1. Lage: 12 St-VS 0,9 mm mit 140 mH
2. Lage: 13 St-VS 1,4 mm mit 140 mH
3. Lage: 19 St-VS 1,4 mm mit 140 mH

Fk-Form 139a.

Aufbau und Bespulung:
Wie bei Fk-Form 89a, zusätzlich eine 4. Lage mit 25 St-VS 1,4 mm mit 140 mH.

Kabelformen 89a und 139a entstanden aus Gründen der Anpassung an die Fk im südlichen Teil des deutschen Netzes.

Fk-Form 55a.

Aufbau und Bespulung:
Kern: 1 Paar unter Bleimantel 1,4 mm mit 12 mH
1. Lage: 2 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
6 DM-VS 1,4 mm mit 190/70 mH
2. Lage: 12 DM-VS 0,9 mm mit 50/20 mH
8 DM-VS 0,9 mm mit 200/70 mH

Spulenabstand s ≅ 2 km.

Fk-Form entstand hauptsächlich aufgrund der höheren Anforderungen durch den Rundfunk. Parallel mit Entwicklung der Kabelform 55a lief die eines Sonderkabels der Form 49b. Bei ihm die bei Herstellung von Seekabeln angewandte Technik der »Schalenkabel« verwendet. Kern bestand aus einem geschirmten Rundfunkpaar. Um diesen Kern, durch zweiten Schirm getrennt, zwei Schalenhälften gelegt, deren erste und zweite Lage gleichen Lagendrall hatten. Dadurch Trennung der Stromkreise in eine A- und B-Richtung über das ganze Kabel hinweg aufrechterhalten. S-Leitungen in Außenlage untergebracht, weil magnetische Kopplungen mit wachsender Entfernung der Leitungen voneinander in der letzten Verseillage am geringsten.

Aufbau und Bespulung:
Kern: 1 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
1. Lage: 10 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
2. Lage: 4 Paare 1,4 mm mit 3,2 mH
12 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH

Bedingt durch weitere starke Entwicklung des Rundfunks in der Folgezeit Kabel mit 4 Rundfunkpaaren hergestellt, was Änderung der Kabelformen notwendig machte. Als Hauptform der neuen Kabel Form 100b.

Aufbau und Bespulung:
Kern: 1 DM-VS unter Bleimantel 1,4 mm mit 140/56 mH
1. Lage: 4 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
4 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 15 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 4 Paare 1,4 mm mit 3,2 mH
26 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH

Das Kabel der Form 100a ist mit folgendem Aufbau verlegt worden:
1. Lage: 2 DM-VS 1,5 mm mit 177/63 mH
2. Lage: 10 DM-VS 1,3 mm mit 44/25 mH
3. Lage: 14 DM-VS 1,5 mm mit 177/63 mH
4. Lage: 4 DM-VS 1,3 mm mit 177/63 mH
10 DM-VS 1,3 mm unbespult
10 DM-VS 1,3 mm mit 44/25 mH

Das Kabel der Form 97a wurde in das Kabel der Form 97c abgeändert, bei dem der Bleimantel des Kernpaares durch eine Abschirmfolie ersetzt wurde.

Aufbau und Bespulung:
Kern: 1 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
1. Lage: 7 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 13 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 12 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
16 DM-VS 0,9 mm mit 140/56 mH

Als es möglich wurde, Patent über die Abschirmung entgegengesetzter Sprechrichtungen mitzubenutzen, konnte Aufbau der Kabel weiter verbessert werden. Es entstand ein neues Normalfernkabel der Formen 102a und b.

Aufbau und Bespulung des Fk-Form 102a (Kabelquerschnitt → Niederfrequenz-Fernkabel):
Kern: 1 DM-VS unter Bleimantel 1,4 mm mit 140/56 mH
1. Lage: 4 PiMF 1,4 mm mit 12 mH
4 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
2. Lage: 16 DM-VS 1,4 mm mit 140/56 mH
3. Lage: 4 Paare 1,4 mm mit 3,2 mH
22 DM-VS 0,9 mm mit 30/12 mH
4 DM-VS 0,9 mm mit 140/56 mH

Kabel hatte verschiedene Lagen-Drallrichtungen, 2 geschlossene Lagenschirme und Trennstege in den beiden äußeren Lagen. Metallschirm (zwischen Papierlagen) zwischen erster und zweiter und zweiter und dritter Lage schirmt einzelne Lagen kapazitiv gegeneinander ab, so daß Möglichkeit vierdrahtmäßiger Ausnutzung aller Leitungen in jeder Lage gegeben ist. Aufbau und Bespulung des Fk-Form 102b:

Bei Form 102b fehlt Kernbleimantel; ist aus Gründen der Bleiersparnis durch geschlossenen Metallschirm ersetzt. Leiter des Kernviererseils sind dafür mit → Tietgenschutz versehen, um bei Kabelstörung und Durchfeuchtung der Isolierung Meßader oder Sprechverbindung zur Verfügung zu haben. Der runde Beilauf mit innen metallisierter Papierbewicklung als Trennsteg bei Form 102a ist durch flachen metallischen Trennsteg ersetzt. Sorgfältige Auswahl der Drallängen bei Paar- und Viererverseilung sorgen für ausreichende magnetische Entkopplung. Bespulung ist die gleiche wie bei Form 102a.

Vor und während des 2. Weltkrieges zwangen Rohstoffschwierigkeiten dazu, Kupferleiter z. T. durch Aluminiumleiter zu ersetzen. Mit Rücksicht auf vorhandenes Fk-Netz und bestehende Verstärkerabstände mußten Leiterdurchmesser so gewählt werden, daß sich gleiche kilometrische Leitungs-Dämpfungswerte bei Adern mit Al-Leiter wie bei Adern mit Cu-Leiter ergaben. Anstelle der 0,9-mm-Cu-Leiter traten 1,15-mm-Al-Leiter und anstelle der 1,4-mm-Cu-Leiter 1,8-mm-Al-Leiter. Bisherige Werte für Betriebskapazität wurden beibehalten.

Als Übergangsform zunächst das 114 p Fk gebaut.

Fk-Form 114a (b)

Aufbau und Bespulung (Kabelquerschnitt → Niederfrequenz-Fernkabel):

Kern: 4 PiMF 1,4 mm Cu (1,8 mm Al) mit 12 mH
1. Lage: 10 DM-VS 0,9 mm Cu (1,15 Al) mit 30/12 mH
4 DM-VS 0,9 mm Cu (1,15 mm Al) mit 140/56 mH
2. Lage: 12 DM-VS 1,4 mm Cu (1,8 mm Al) mit 140/56 mH
2 Paare 1,4 mm Cu (1,8 mm Al), unbespult
3. Lage: 28 DM-VS 0,9 mm Cu (1,15 mm Al) mit 30/12 mH

Kabel anfänglich mit Kupferleitern als Form 114a, später vollständig mit Aluminiumleitern hergestellt (Form 114b). Größerer Durchmesser der Aluminiumleiter hatte größeren Kabeldurchmesser zur Folge — Seelendurchmesser des Kabels mit Aluminiumleitern 65,0 mm gegenüber 52,5 mm beim Kabel mit Kupferleitern —, damit war auch Bleibedarf für Kabelmantel um etwa 40% erhöht. Gewichte beider unbewehrten Kabeltypen unterschieden sich wie folgt: Kabel mit Kupferleiter wog (1,8 kg Cu + 3,9 kg Pb) 5,7 kg/m, Kabel mit Aluminiumleiter (0,5 kg Al + 6,0 kg Pb) 6,5 kg/m.

Papiertrense mit aufgewickeltem verzinktem Eisendraht und Aluminiumumband inmitten der 4 Aderpaare des Kernes hat den Zweck, Schirme der Aderpaare metallisch miteinander zu verbinden. Kernbleimantel fehlte auch bei dieser Kabelform aus Bleiersparnisgründen; dafür hatten zwei der vier geschirmten Paare Tietgenschutz. Da besondere kapazitive Abschirmung der Lagen gegeneinander Durchmesser des Kabels weiter vergrößert und damit Bleiverbrauch für Kabelmantel gesteigert hätten, hat man Lagenschirme weggelassen und dafür 1,4-mm-Cu-VS (bzw. 1,8-mm-Al-VS) in der zweiten Lage untergebracht, wo sie »Schirm« zwischen 1. und 3. Lage bilden. Sämtliche als leichtbespulte Leitungen zu benutzenden Viererseile der 3. Lage durch zwei diametral liegende metallische Trennstege in zwei Sprechrichtungen unterteilt.

Viererseile mit 1,4 mm Cu bzw. 1,8 mm Al beim 114 p Kabel nicht mehr für Vierdrahtverbindungen benutzt, daher keine kapazitive Abschirmung zwischen verschiedenen Sprechrichtungen und gegen Lagen mit Adern 0,9 mm Cu bzw. 1,15 mm Al mehr erforderlich. Die als Weitestverkehrsleitungen dienenden Paare später (siehe Fk-Form 112a) aus Kupfer hergestellt, um mit Hilfe des geringeren Leiterdurchmessers Betriebskapazität auf Wert 35,5 nF bringen zu können. Dabei zu berücksichtigen, daß diese Weitestverkehrs-Paare 1,4 mm Cu in einer Lage mit VS 1,15 mm Al untergebracht wurden.

Aus der Fk-Form 114b entstand die Fk-Form 112a.

Aufbau:

Kern: 4 PiMF 1,8 mm Al mit 12 mH
1. Lage: 10 DM-VS 1,15 mm Al mit 30/12 mH
4 DM-VS 1,15 mm Al mit 140/56 mH
2. Lage: 14 DM-VS 1,8 mm Al mit 140/56 mH
3. Lage: 4 Paare 1,4 mm Cu mit 3,2 mH
24 DM-VS 1,15 mm Al mit 30/12 mH

Bei dieser Kabelform die bei der Form 114b unbespult gelassenen Paare durch gewöhnliche VS ersetzt. Außerdem vier S-Paare mit 1,4-mm-Cu-Leitern für den Weitestverkehr aufgenommen.

Auch bei Form 112a fehlen Lagenschirme aus bereits erörterten Gründen.

Für größere Verkehrsbedürfnisse aus der Form 114a die Fk-Form 162a entwickelt:

Aufbau der gleiche wie beim 114 p Kabel, zusätzlich einer weiteren Lage DM-VS mit Adern 1,4 mm Cu, die für Zweidraht-Betrieb gedacht waren.

Aus dem Vorbild der Fk-Form 102b entstand Kabel der Form Fk 103a.

Aufbau (Kabelquerschnitt → Niederfrequenz-Fernkabel):

Kern: 3 PiMF 1,4 mm Cu mit 12 mH
1. Lage: 8 DM-VS 1,4 mm Cu mit 140/56 mH
2. Lage: 18 DM-VS 0,9 mm Cu (für 30/12 mH vorgesehen gewesen)
4 Paare 1,4 mm Cu (für 3,2 mH vorgesehen gewesen)
3. Lage: 22 DM-VS 1,4 mm Cu mit 140/56 mH

Die geschirmten Paare im Kern sind mit Tietgenschutz versehen. Die 4 Paare 1,4 mm waren als S-Leitungen für den Weitestverkehr gedacht. Kabel hat Lagenschirme und Trennstege in den Lagen.

Durch zusätzliche 4. Lage mit DM-VS von 1,4-mm-Leitern, die mittelschwer bespult wurden, entstand für erhöhte Verkehrsbedürfnisse Kabel der Form Fk 163a.

In den letzten Kriegsjahren vor 1945 als »Sparausführung« des 112 p Kabels Kabelform Fk 63a bzw. Fk 63b entstanden.

Aufbau Fk 63b (a):

Kern: 3 PiMF 1,4 mm Cu (1,8 mm Al), 1 PiMF hat bei Fk 63a Tietgenschutz
1. Lage: 10 DM-VS 1,4 mm Cu (1,8 mm Al)
2. Lage: 18 DM-VS 0,9 mm Cu (1,15 mm Al) dazwischen auf den Umfang verteilt
4 Paare 1,4 mm Cu (1,8 mm Al)

Metallische Trennstege weggefallen, die Vierdrahtsprechrichtungen durch zwei sich gegenüberliegende VS voneinander getrennt, die zweidrahtmäßig beschaltet wurden.

Die Fernkabelformen 66a; 66b.

Zuletzt beschriebene Kabel gestatten, bespulte Verseilelemente zusätzlich trägerfrequent auszunutzen. Inzwischen entwickelte »Breitbandkabel«, bestehend aus einem Koaxialpaar im Kern und darüber einer Lage mit Viererseilen und Paaren (z. B. dem sogenannten Beipack), ergaben Möglichkeit der trägerfrequenten Verwendung von völlig unbespulten Verseilelementen. Die verwendeten Koaxialpaare der Abmessungen 5/18 mm übertrugen starke Bündel träger-

frequenter Gespräche. Für die Übertragung kleinerer Gesprächsbündel aber in größerer Zahl war zweckmäßig ein Fernkabel ohne »Breitbandkern«, aber mit größerer Zahl von unbespulten Verseilelementen für trägerfrequente Gesprächsübertragungen — »U-Leitungen«. Versuche ergaben, daß U-Leitungen sich grundsätzlich für Sprech- und Hörrichtung der Vierdrahtsprechkreise in einem Kabel unterbringen lassen, allerdings nur, wenn hochwertige elektromagnetische Schirme die A- und B-Richtung der Leitungen trennen. Nach diesem Grundsatz entstand Fernkabel der Form 66 a.

Aufbau und Bespulung:

1. Lage: 5 St-VS 1,2 mm Cu, unbespult
2. Lage: 12 DM-VS 1,15 mm Al mit 30/12 mH
   4 Paare 1,4 mm Cu mit 3,2 mH
3. Lage: 5 St-VS 1,2 mm Cu, unbespult
   8 DM-VS 1,8 mm Al mit 140/56 mH
   2 PiMF 1,4 mm Cu mit 12 mH

Über 1. Lage ist elektromagnetischer Lagenschirm aufgebracht, der aus mehreren Metallschichten besteht. Je 5 Sternviererseile für A- und B-Sprechrichtung der U-Leitungen sind außer durch Lagenschirm durch DM-Viererseile der 2. Lage getrennt.

Technische Schwierigkeiten zur Erreichung genügend hoher Nebensprechdämpfung beim Aufbau des Kabels können umgangen werden, wenn Trägerfrequenzkanäle der beiden Sprechrichtungen in zwei getrennten Kabeln, je eines für die A- und B-Richtung, untergebracht werden. Hierfür Kabel der Form Fk 66 b entwickelt.

Aufbau und Bespulung:

Kern: 1 PiMF 1,8 mm Al mit 12 mH
1. Lage: 6 St-VS 1,2 mm Cu, unbespult
2. Lage: 12 DM-VS 1,15 mm Al mit 30/12 mH
   2 Paare 1,4 mm Cu mit 3,2 mH
3. Lage: 4 St-VS 1,2 mm Cu, unbespult
   8 DM-VS 1,8 mm Al mit 140/56 mH
   2 Stämme eines St-VS 1,8 mm Al mit 3,2 mH
   1 PiMF 1,4 mm Cu mit 12 mH

Bisher dargestellte Kabelformen stellen die wesentliche Entwicklung der »symmetrischen« Fernkabel dar. Forderung, geeignete Leitungen für Übertragung von Fernsehdarbietungen in einer Frequenzbandbreite von zunächst etwa 2 MHz zu schaffen und Vielfachausnutzung von Leitungen mittels Trägerstrombetrieb zu ermöglichen, führte Mitte der 30er Jahre zur Entwicklung der Kabel für die Übertragung breiter Frequenzbänder, den sog. Breitbandkabeln. Nach dem damaligen Stand der Leiter-Isolier-Technik konnten über symmetrische Leitungen, zu denen die als Paare, Sternvierer oder DM-Vierer verseilten Aderngruppen der vorstehend beschriebenen Kabel rechnen, keine wesentlich breiten Frequenzbänder übertragen werden, während das unsymmetrische Koaxialpaar der Breitbandkabel gerade hierfür Möglichkeit bot. Heute werden auf den symmetrischen TF-Kabelleitungen Frequenz-Bänder bis 550 kHz übertragen.

Aufbau der Breitbandkabel:

Breitbandkabel (heute als Koaxialkabel bezeichnet) enthielten als Kern »Breitbandleitung« (Koaxialpaar), eine konzentrische Koaxialleitung, daher auch der Name konzentrische Leitung — bestehend aus Mittelleiter (heute Innenleiter genannt) (zuerst aus Kupfer, in den letzten Kriegsjahren Al-Leiter von 4,5 mm Durchmesser mit aufgewalzter Kupferhaut von 0,25 mm Dicke) und Außenleiter als Rückleiter in Form eines besonders geformten Kupferrohres von 18 bzw. 19,5 mm innerem Durchmesser.

Papier-Luftraumisolierung der früheren Kabel konnte wegen der großen Ableitungsverluste bei höheren Frequenzen nicht mehr beibehalten werden; deshalb Luftraumisolierung (niedrigste Dielektrizitätskonstante) angewandt. Für Abstützung des Mittelleiters gegen Rückleiter neue Isolierstoffe entwickelt, zunächst Frequenta und Styroflex. Styroflex (gerecktes Polystyrol) in Form von Kordeln und Bändern benutzt, die wendelförmig um Mittelleiter liegen. Frequentascheiben in Dicke von 5 mm in 60 mm Abstand auf Mittelleiter aufgebracht. Heute für Koaxialleiter aufgesteckte oder aufgespritzte Scheiben aus Polyäthylen (PE) benutzt. Über Breitbandkern als »Beipack« Paar-, Stern- oder DM-Verseilelemente mit 0,9-, 1,2- oder 1,4-mm-Kupferleitern oder 1,15- bzw. 1,8-mm-Al-Leitern angeordnet, die bespult und unbespult betrieben wurden.

Unbespult blieben Stern-VS mit 1,2-mm-Cu- oder 1,55-mm-Al-Leitern für trägerfrequente Ausnutzung der Stämme im Frequenzbereich 12–60 kHz. Übertragen wurden mittels V 12-System 12 trägerfrequent betriebene Sprech-Kanäle mit vom Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance (CCIF) empfohlenen Sprach-Frequenzband von 300–3400 Hz.

Erstes Kabel war 23paarig mit 2 PiMF 1,4 mm Cu für Rundfunkzwecke und 10 DM-VS 1,4 mm Cu (Form 23a und b). DM-VS mittelschwer bespult und zweidrahtmäßig betrieben. Für beide Gesprächs-Übertragungsrichtungen des Koaxialpaares getrennte Kabel verlegt. Daneben 37p Kabel mit »Breitbandkern« geschaffen (Form 37a); enthielt noch 18 DM-VS 0,9 mm Cu, deren beide Vierdraht-Sprechrichtungen durch metallische Stege getrennt sind. Leitungen wurden als »L-Leitungen« betrieben. Koaxialpaare im Frequenzbereich 90–690 kHz, der für Fernsehen nicht benutzt wurde, für 200 Fernsprechkanäle in Vierdrahtschaltung mit Trägerabstand von 3 kHz und Sprach-Frequenzband von 300–2700 Hz je Kanal verwendet.

Bei nächsten Fk-Formen 21a und b über dem Außenleiter des Koaxialpaares Eisenbänder zwischen Papierlagen aufgebracht. Bleimantel über Außenleiter wie bei der Fk-Form 23b kam nicht mehr zur Anwendung.

Über dem Koaxialpaar befanden sich 4 PiMF 1,4 mm Cu für Rundfunkzwecke und 8 DM-VS 1,4 mm Cu. In Folgezeit weitere Verbesserung der Breitbandkabel durch neue Art des Koaxialpaares mit doppelter Isolierung aus Styroflexkordel und Styroflexbändern

und Außenleiter aus zwei halbrohrförmig gebogenen 0,35 mm dicken Kupferbändern. Kupferhalbbänder in regelmäßigen Abständen (18 mm) mit Querrillen, sog. Sicken, versehen. Kabelform deshalb als Sickenkabel bezeichnet. Sickenbänder ohne Drall in Längsrichtung mit gegeneinander versetzten Sicken aneinandergelegt. Zum Überdecken der Längsfugen zwischen den aneinanderstoßenden Kanten der beiden Kupferbandhalbrohre zwei Bänder aus legiertem Aluminium (Legalbänder) in offener Überlappung darüber gewickelt, darauf eine Lage Papier und über dieser als sog. Stützwendel Legalband in offener Wendel; darüber Papierpolster.

Auch Breitbandkabel mit Scheibenisolierung weiterentwickelt. Außenleiter eine den Innenleiter in gleichmäßigem Abstand umgebende Hülle aus einem 0,35 mm dicken rohrförmig gebogenen durchgehenden Kupferband. Frequentascheiben in Ausbuchtungen des Rohrleiters in Abständen von 60 mm angeordnet, dort durch Kupferring festgehalten. Beiderseits neben Ausbuchtungen in den rohrförmigen Leiter Einschnürungen eingepreßt. Ränder des Kupferbandes so ausgeführt, daß nach Formung zum Rohr zwischen je zwei Frequentascheiben Überlappung stattfindet, die in der Mitte wechselt. In Mitte des Kupferbandes an jeder Stelle, an der Frequentascheibe sitzt, Längsschlitz ausgestanzt. Zwischen Schlitzen senkrecht zur Rohrachse Versteifungsrippen eingepreßt. Über Außenleiter neben mehreren Lagen Deckpapier zwei Lagen metallisiertes Papier aufgebracht.

Unter Verwendung dieser Weiterentwicklungen 27p Breitband-Fernkabel entstanden.

Fernkabel Form 27d/e enthielt über Koaxialpaar 2 Paare aus 1,8 mm Aluminium als Rundfunkleitungen, 6 Sternviererseile 1,2 mm Cu als U-Leitungen, 4 DM-Viererseile 1,15 mm Al zur Verwendung als L-Leitungen und 2 Sternviererseile 1,4 mm Cu für S-Leitungen.

Schirmung der Rundfunk-(Rf-)Paare weggelassen, weil die zu beiden Seiten benachbarten U-Leitungen mit Frequenzband oberhalb des Übertragungsbereichs der Rf-Paare betrieben wurden. U- und S-Leitungen zur Vermeidung kapazitiver Nachbarkopplungen durch DM-Viererseile getrennt.

Die Fk-Form 27a/b enthielt über Koaxialpaar 6 Stern-Viererseile 1,2 mm Cu, 6 DM-Viererseile 1,15 mm Al und 2 Paare 1,8 mm Al.

Daneben entstanden die Fk-Formen 27f/g, bei denen Kupfer durch Aluminium ersetzt war. Mittelleiter des Koaxialpaares aus 4,5 mm dicken Al-Leiter, der Kupferhülle von 0,25 mm Wanddicke besitzt (Sparleiter). Außenleiter (19,5 mm lichte Weite) ebenfalls aus Aluminium, und zwar auf geradlinigem Teil entweder aus einem einzigen, rohrförmig durchgehenden Aluminiumband von 0,5 mm Dicke oder aus zwei 0,5 mm dicken, halbrohrförmig gebogenen Bändern aus Aluminium, die mit gegeneinander versetzten Sicken versehen waren, um biegsames Gebilde zu erreichen.

Um feststellen zu können, ob auch 2 Koaxialpaare für Gegenrichtungsbetrieb in einem Kabel störungsfrei möglich sind, Fernkabelform 52d versuchsweise geschaffen. Beide Breitbandkerne je für sich mit magnetischem Schirm umgeben. Um runde Kabelform zu erzielen, zwei Bündel von VS und Paaren gewissermaßen als selbständige Kabel in den Querschnitt eingelagert. Zwickel mit Viererseilen ausgefüllt, die Kupferleiter enthalten.

Aufbau:

Kern: 1 DM-VS 1,4 mm Cu

Lage: 2 Koaxialpaare
und 2 Bündel, je enthaltend
2 PiMF 1,4 mm und 5 DM-VS 1,4 mm

Jedes Bündel mit metallisiertem Papier und Kupferbandwendel umgeben.

In Zwickeln je 3 DM-VS 1,4 mm.

Über die ersten Breitbandkabel neben den 200 Ferngesprächen im Bereich von 90–690 kHz im Bereich von 800–1300 kHz ein Fernsehsprechband übertragen, bei dem sich die beiden Gesprächspartner bei dem Gespräch sehen konnten. Fernsehsprechen fiel später weg; dafür im Bereich von 90–1020 kHz 300 Fernsprechkanäle untergebracht.

Von dieser Möglichkeit ab 1951 auf den noch verbliebenen Breitbandkabelstrecken — die Strecke Berlin–Leipzig–München mußte auf alliierten Befehl aufgenommen und der UdSSR ausgeliefert werden — Gebrauch gemacht. Um Beipack-Leitungen der verlegten Breitbandkabel mit je 12 Kanälen ausnutzen zu können, bespulte Beipackleitungen wieder entspult.

Um auf niederpaarigen Kabeln mit Hilfe der Trägerfrequenz stärkere Bündel von Sprechkreisen bei großen Verstärkerabständen zu übertragen »engbespulte« oder »in kurzen Abständen bespulte« Trägerfrequenzfernkabel entwickelt. Hierbei papierisolierte Stern-VS mit 1,0 mH und die styroflexisolierte Stern-VS mit 1,75 mH-Spulen belastet. Bei styroflexisolierten Leitungen 1,2 mm Cu Verstärkerfeldlängen bis 120 km bei Grenzfrequenz von 90 kHz erzielt. Sie können als Vorläufer der eigentlichen (unbespulten) Trägerfrequenzfernkabel betrachtet werden.

Aufbau der engbespulten TF-Fernkabel. Jedes engbespulte TF-Fk enthält 4 VS in Sternverseilung. Praktisch in Betrieb gegangen sind zwei Ausführungsarten:

8p mit 4 papierisolierten Stern-VS mit 1,2 mm Cu-Leitern oder mit 1,55 mm Al-Leitern.

(Bespulung je Stamm 1,0 mH bei 425 m Spulenabstand.)

8p mit 4 styroflexisolierten Stern-VS mit 0,9-mm- bzw. 1,2-mm-Cu-Leitern oder mit 1,15- bzw. 1,55-mm-Al-Leitern.

(Bespulung je Stamm 1,75 mH bei 284 m Spulenabstand.)

Literatur: Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Juni 1925, A. Krauskopf, Das deutsche Fernkabelnetz — Archiv für Post und Telegraphie, 59. Jahrgang, 1931, A. Mentz, Die Entwicklung des deutschen Fernkabelnetzes in den Jahren 1925 bis 1930 — Jahrbuch des Elektr. Fernmeldewesens 1940, K. Herz u. E. Burmeister, Die neuen Fernkabelformen der Deutschen Reichspost —

Jahrbuch des Elektrischen Fernmeldewesens, 1937, G. Wuckel, Breitbandkabel — Jahrbuch des Elektrischen Fernmeldewesens 1938, W. Glitsch und K. Wagner, Austauschstoffe auf dem Gebiet der Kabel und Leitungen in der Fernmeldetechnik unter Berücksichtigung der Aufgaben des Vierjahresplanes — EFD, Heft 14, Oktober 1929, K. Dohmen, Auswirkung des neuen Pupinisierungssystems mit erhöhter Grenzfrequenz auf die Bauart der Fernkabel — EFD, Heft 15, Januar 1930, K. Dohmen, Die neuen deutschen Normalfernkabel — EFD, 57. Folge, April 1941, K. Dohmen, Kabel und Spulen im Fernkabelnetz — EFD, Heft 33, Oktober 1933, A. Mentz, Unterhaltung der Fernkabellinien — EFD, Heft 31, Januar 1933, K. Dohmen, Form und Einrichtung der Pupinspulenkasten im deutschen Fernkabelnetz — EFD, Heft 23 (1931), Th. Mantzel, DFKG, Planung für das deutsche Fernkabelnetz — EFD, 57. Folge, April 1941, K. Herz u. G. Pleuger, Bau der Fernkabellinien — Archiv für Post und Telegraphie, Jahrgang 1877, Wohlfarth, Der Bau der unterirdischen Tel-Linie von Berlin nach Halle — F & G-Rundschau, Heft 40, 1955, H. J. Hilgendorff, Kunststoffe im Aufbau von Kabeln und Leitungen. *Knebel*

Fernkabel, Weiterentwicklung nach 1945. Altes Fernkabelnetz hatte aus schneller übertragungstechnischer Entwicklung heraus ziemliche Vielgestaltigkeit, die nicht nur den laufenden Betrieb nachteilig beeinflußte, sondern sich auch übertragungstechnisch ungünstig auswirkte. Nach 1945 zu dem Richtung und Umfang des Fernverkehrs grundlegend geändert. Altes Fernkabelnetz war sternförmig auf Berlin ausgerichtet; jetzt in Verkehrsfluß, der vornehmlich nord-südwärts oder umgekehrt gerichtet; neue Verkehrsschwerpunkte. Durch Umschwenken bestehender Linien und durch Kunstgriffe in der Ausnutzung der Leitungen nur geringe Abhilfe möglich; außerdem waren die meisten Kabel voll beschaltet und zur Aufnahme des zu erwartenden anwachsenden Verkehrs nicht mehr in der Lage. — Nach allgemeinen Erfahrungen Verdoppelung des Leitungsbedarfs in 10 Jahren. Bei Übergang vom Warte- zum wartezeitlosen Verkehr außerdem weitere Zunahme des Leitungsbedarfs; hierfür für den Weitverkehr der Faktor 1,75, für den Bezirksverkehr der Faktor 2,5 zugrunde gelegt.

Geographische Lage Deutschlands als Durchgangsland im Herzen Europas bedingte Berücksichtigung eines nicht unbeträchtlichen Auslandsverkehrs. Deutsche Bundespost entschloß sich zum Ausbau eines großzügig geplanten Weitverkehrsnetzes, das entsprechend den Empfehlungen des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) aus trägerfrequent nutzbaren Leitungen sehr großer Übertragungsgeschwindigkeit mit wirksamem Sprach-Frequenzband von 300–3400 Hz je Verbindung besteht.

Für höhere Frequenzausnutzung (über 250 kHz) papierisolierte Leiter bei Trägerfrequenz-Fernkabeln (TFFk) nicht geeignet. Bei der Leitungsdämpfung überwiegt in diesem Falle Ableitungsdämpfung vor der Widerstandsdämpfung, weil sie linear mit der Frequenz ansteigt, während Widerstandsdämpfung nur mit der Wurzel aus der Frequenz zunimmt. Papier als Isoliermaterial für Verseilelemente von Kabeln, die mit hohen Frequenzen genutzt werden sollen, nicht mehr brauchbar, weil Verlustwinkel tang δ für Papier mit der Frequenz stark ansteigt. Die linear mit der Frequenz sich erhöhende Ableitungsdämpfung wird bei höheren Frequenzen dadurch unbrauchbar groß. Die Ableitung ist in ihrer Größe nun auch noch wesentlich temperaturabhängig, so daß durch unterschiedlichen Frequenzgang in Entzerrung und Pegelhaltung langer Kabelstrecken Schwierigkeiten gegeben sind. Dagegen hat Styroflexisolierung wesentliche Vorteile. Wegen niedrigerer relativ wirksamer Dielektrizitätskonstante ε (Styroflex-Hohlraum-Isolierung = 1,3 gegenüber Papier-Hohlraum-Isolierung = 1,4) vermindert sich Kapazität der Stämme von 26 nF/km auf 22 nF/km. Der Leiterdurchmesser dabei von 1,2 mm auf 1,3 mm erhöht, so daß bei Erhöhung des Wellenwiderstandes um rd. 10% Widerstandsdämpfung um rd. 30% sinkt. Ableitungsdämpfung wegen des sehr kleinen Verlustwinkels (tang $\delta = 1$ bis 2×10^{-4}) vernachlässigbar. Gewinn in Widerstands- und Ableitungsdämpfung zusammen infolge der Erhöhung der Leiterdurchmesser von 1,2 auf 1,3 mm ermöglicht, bei Ausnutzung bis zu 550 kHz bei Styroflexisolierung praktisch gleiche Leitungsdämpfung wie bei papierisolierten Kabeln bis 250 kHz. Forderungen für Nebensprechdämpfung bei styroflexisolierten Kabeln schärfer als bei papierisolierten Kabeln. Bei gleichen Abmessungen der Verseilelemente bringt styroflexisolierter Sternvierer rd. 18% Dämpfungsgewinn gegenüber dem papierisolierten Vierer.

Es entstanden nach diesen Erkenntnissen eine Reihe neuer → Trägerfrequenz- und → Koaxialfernkabel.

Literatur: VDE 0816/6. 64, Bestimmungen für Außenkabel für Fernmeldeanlagen — VDE 0209/6. 65, Bestimmungen für Isolierhüllen und Mäntel aus thermoplastischem Kunststoff für isolierte Leitungen und Kabel — VDE 0472/6. 65, Leitsätze für die Durchführung von Prüfungen an isolierten Leitungen und Kabeln — »Hütte« des Ingenieurs Taschenbuch, IV B Fernmeldetechnik 1962 — Ehlers/Lau, Kabel-Herstellung 1956 — Jahrbuch des Elektrischen Fernmeldewesens 1952, H. Düll, Der Aufbau des Fernkabelnetzes in Westdeutschland — Jahrbuch des Elektrischen Fernmeldewesens 1953, H. Kurpiun, Erfahrungen mit neuen Werkstoffen in der Kabeltechnik — Fernmeldetechnische Zeitschrift, Jahrgang 3, Heft 3, März 1950, H. Griem u. W. Zerbel, Planung eines neuen Trägerfrequenz-Fernkabelnetzes für den Weitverkehr — W. Wolff, Übertragung von Trägerfrequenzströmen auf symmetrischen Kabelleitungen, 1950 — Entwicklungsberichte der Siemens & Halske AG., 15. Jahrgang, 2. Folge, August 1952, H. F. Mayer, Einige Fortschritte auf dem Gebiete der Fernsprechtechnik — Entwicklungsberichte der S & H AG., 14. Jahrgang, 1. Folge, Januar 1951, H. F. Mayer u. E. Hölzler, Einige Entwicklungstendenzen in der Übertragung von Nachrichten — Entwicklungsberichte der S & H AG., 18. Jahrgang, 4. Folge, Dezember 1955, K. Barthel, Fernsehübertragung auf Kabelstrecken — Entwicklungsberichte der S & H AG., 16. Jahrgang, 3. Folge, Dezember 1953, F. Bath u. W. v. Werther, Planungsgrundlagen für Trägerfrequenz-Nachrichtenverbindungen auf Kabeln — Entwicklungsberichte der S & H AG., Leichsenring, Neuartige Kabelmäntel, 17. Jahrgang, 2. Folge, September 1954 — F & G.-Rundschau, Heft 35, Oktober 1952, W. Bundorf, Die Herstellung von Styroflex — K. Andresen und H. Brandes, Über einen neuen bleilosen Kabelmantel, VDE-Fachberichte, 15. Band, 1951 — Bericht über Professoren-Konferenz im FTZ 1953, Düll, Zur Frage der Übertragungseigenschaften moderner Weitverkehrskabel — K. Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Kleine Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Band 51, Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar 1959 — K. Knebel, Fernsprech- und Telegrafenkabel, einschl. der Seekabel, Kleine Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Band 51, Verlag Erich Herzog, Goslar 1966 — I. Artbauer, Kabel und Leitungen, Stuttgart, Berliner Union, Berlin, VEB Technik 1961 — G. Krahmer, Hochfrequenzkabel, Verlag Technik, Berlin 1952. *Knebel*

Fernkabelleitungen, elektrische Eigenschaften.

1. Verseilelemente für Niederfrequenz-Ausnutzung.

Die bestimmenden Leitungseigenschaften sind der Widerstand und die Kapazität, hinzu kommt die

Induktivität der Spule und der Spulenabstand. Bespulung mit 80 mH bzw. 80/40 mH seit 1951, vorher Bespulung mit 140 mH bzw. 140/56 mH z. T. mit 30/12 mH.

Leiterdurchmesser mm	Verseilart	Leitung	Spuleninduktivität mH	bei f = 800 Hz mNp/km	(Z) Ω	Grenzfrequenz kHz
0,9	Sternvierer	Stamm	80	24	1 220	4,6
	Dieselhorst-Martin (DM)-Vierer	Stamm	80	24	1 220	4,6
	DM-Vierer	Phantom	40	22	680	5,2
1,4	Sternvierer	Stamm	80	11	1 170	4,5
	DM-Vierer	Stamm	80	12	1 170	4,5
	DM-Vierer	Phantom	40	11	650	5,0

Eigenschaften von Pupinleitungen (Spulenabstand 1,7 km).

2. Symmetrischer Trägerfrequenz(TF)-Sternvierer für Trägerfrequenz-Ausnutzung.

Die Übertragungseigenschaften des Stammes im benutzten Frequenzbereich werden durch den Widerstand, die Kapazität und die Induktivität der Leitung und deren frequenzabhängige Veränderung bestimmt. Auch die Ableitung hat an der oberen Grenze des Frequenzbereichs einen merklichen Einfluß.

Leiterdurchmesser mm	Isolierung	Betriebskapazität C nF/km	Höchste übertragene Frequenz kHz	Leitungs-Dämpfung (bei +10°C) bei höchst. üb. Frequenz mNp/km	Realteil des Wellenwiderstandes Z Ω
0,9	Papier	34	108	350	146
1,2	Papier	26,5	252	340	172
1,3	Styroflex	22	552	340	188

3. Koaxial-Paare.

Eigenschaft	2,6/9,5 mm	Breitbandkabel 5/18 mm	1,2/4,4 mm
Wellenwiderstand ...	75	75	75
Leitungs-Dämpfung bei 10°C (Np/km)			
für 1 MHz	0,27	0,15	0,60
2,5 MHz	0,43	0,23	
4 MHz	0,54	0,30	

Um Reflexionen zu vermeiden, ist große Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes über die ganze Länge erforderlich (Kontrolle durch Impulsmesser).

Knebel

Fernkennzeichen. Das F. ermöglicht am Zielort die Unterscheidung von Ortsverbindungen und ortsmäßig arbeitenden Fernverbindungen (vSWFD) einerseits und Verbindungen im Selbstwählferndienst (SWFD) und von der FernVStHand andererseits. Es gestattet damit für die fernmäßig eingestellten Verbindungen eine erweiterte und u. U. abweichende Kennzeichengabe; z. B. wird Aufschalten ermöglicht. Das F. wird von kommenden Übertragungen mit 2 Dr-Ausgang (TFUe-k 2 Dr, WUe-k 2 Dr, GaUe 4 Dr/2 Dr, GUe-g 4 Dr), von entsprechenden Einrichtungen der FernVStHand (z. B. Gabelanschaltesatz der FernVStHand F 62) und bei ZIG 2 Dr/2 Dr vom Verzoner (VZR) als Minus an der b-Ader während der Wahl angeboten. Es wird niederohmig aufgenommen von OFLW und LW mit IKZ 50 während der Einerwahl, von Hinweisübertragungen 2 Dr und von Anpassungsübertragungen für Sondernetze. Hochohmig wird es abgetastet von den nebenstellenseitigen Durchwahlübertragungen, von der WUe-g für orts- und fernmäßige Einstellung und von der Sperrübertragung für Sonderdienste. Bei niederohmiger Abtastung des F. wird die kommende Übertragung mit 2 Dr-Ausgang von Durchgangsverkehr auf Endverkehr eingestellt. Bei Übertragungen mit Übergangskennzeichen (ÜKZ 50) erlaubt es das F., im gleichen Ortsnetz mit IKZ 50, OFLW und LW fernmäßig und mit RKZ-LW ortsmäßig zu arbeiten. Dafür ist Voraussetzung, daß die b-Ader bei allen Gruppenwählern erdfrei ist.

Bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl bewirkt die durch das F. veranlaßte fernmäßige Einstellung, daß das Wahlendezeichen gesendet wird.

Für orts- und fernmäßige Einstellung über abgeriegelte Leitungen stehen besondere Wechselstromübertragungen zur Verfügung, bei denen das F. als Nachimpuls mit definiertem zeitlichem Abstand nach der ersten über diese Strecke laufenden Wählzeichenserie von der WUe-g zur WUe-k gesendet wird. Die WUe-k legt dann das F. bei den folgenden Wählserien nur an, wenn dieser F.-Nachimpuls eingegangen ist.

Altehage

Fernkonferenznetz der DB. Im Fernsprechgroßnetz kann aus jedem Verbindungsbündel je eine Verbindung zu einem F. zusammengeschaltet werden. An dieses F. sind die 16 Direktionssitze sowie das Bundesverkehrsministerium in Bonn und das Bundesbahn-Zentralamt in Minden angeschlossen. Von jeder dieser 18 Anschlußstellen aus kann eine F. mit den anderen 17 angeschlossenen Orten abgehalten werden. Um an jedem dieser Orte einem größeren Personenkreis Zugang zum F. zu ermöglichen, erfolgt die Wiedergabe über Mikrofonlautsprecher. Über einen besonderen Wortmeldezusatz kann sich jede angeschlossene Stelle durch Aussenden einer Frequenzkombination bei der konferenzleitenden Stelle melden. Die Wortmeldung erscheint auf einem Lampentableau.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1953.

Fernleitung → Fernmeldefernleitung.

Fernleitungskabel. In der Anfangszeit der Verkabelung von Fernmeldeleitungen wurden die Kabel für den Sprechverkehr von Ort zu Ort, mit Ausnahme des weiten Überlandverkehrs (siehe unter → Fernkabel), allgemein als F. bezeichnet. Nach dem Verwendungszweck wurden unterschieden Fernleitungs-

zwischenkabel, die als Zwischenstück in eine sonst oberirdische Linie eingefügt waren, Fernleitungsendkabel, die am Ende einer Fernleitung (z. B. im Weichbild eines Ortes) für das Einführen der Leitungen in die Vermittlungsstelle verwendet wurden, und Fernleitungsbezirkskabel, die zwei oder mehrere Orte eines nicht im Ortsverkehrsbereich, aber doch innerhalb eines engeren, in betriebstechnischer Hinsicht besonders zusammengefaßten Verkehrsgebietes liegenden Bezirks miteinander verbanden (Schnellverkehrsnetze). Nach den damaligen Planungsrichtlinien für F. wurde jede Kabelteilstrecke nach dem gerade bekannten Leitungsbedarf für sich geplant. Der Kabelaufbau und die Leiterdurchmesser wechselten innerhalb kurzer Abschnitte. Die Adernvorräte waren gering bemessen. Wegen der unbekannten Kopplungsbedingungen bei der Vielzahl der Kabelaufbauformen mußten in den Kabelwerken für wenige km Bestellänge besondere Versuchslängen gefertigt werden. Eine dauernde Maschinenumstellung und eine dadurch bedingte Fertigungserschwernis sowie eine Erhöhung der Lieferfristen waren die Folge. Außerdem ergaben sich durch den wechselnden Aufbau unübersichtliche Schaltungen in den Lötstellen und ungünstige Übertragungsverhältnisse für die langen, zahlreiche Aufbauformen durchlaufende Leitungen. Für Instandsetzungen mußte eine Vielzahl von Ersatzlängen bereitgehalten werden. Die Verwendung solcher auf Spezialverhältnisse zugeschnittener Kabel an anderer Stelle nach einer Wiederaufnahme war fast unmöglich. Um die Nachteile zu beseitigen, gab das Reichspostzentralamt im Jahre 1942 neue »Richtlinien für die Planung der Bezirks- und Netzgruppenkabel« heraus. Der Begriff »F.« wurde durch die Begriffe → Bezirkskabel und → Netzgruppenkabel ersetzt. *Knebel*

Fernleitungsübertrager (FlÜ) wegen einer früheren Bauform auch Ringübertrager genannt, sind → Übertrager, die die Amtseinrichtungen gegen die Leitungen abschließen. Man unterscheidet je nach Verwendungszweck F. für NF- und TF-Leitungen (NFlÜ bzw. TFlÜ). Beide Ausführungsformen haben in erster Linie die Aufgabe, Leitung und Amtseinrichtung galvanisch voneinander zu trennen, um die Amtseinrichtungen vor Überspannungen von der Leitungsseite her zu schützen (Hochspannungsschutz). Ferner ermöglicht die Einschaltung von F. zwischen Leitung und Amtseinrichtung die Anpassung der meist unterschiedlichen Wellenwiderstände; ebenso lassen sich auch Leitungen unterschiedlichen Wellenwiderstands zur Vermeidung von Reflexionen mittels F. zusammenschalten.

F. gestatten ferner die Phantomschaltung von Leitungen (Vierer- und Achterbildung). NFlÜ werden auch wegen ihrer Sperrwirkung im TF-Bereich in NF-Leitungen zur Verringerung des doppelten Nahnebensprechens eingesetzt, das über die im gleichen Kabel geführten NF-Leitungen die TF-Einrichtungen beeinflussen kann.

Fernlinie → Fernmeldelinie.

Fernmeldeamt → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernmeldeanlagen → Technische Richtlinien für Fernmeldeanlagen mit leitungsgerichtetem Hochfrequenzbetrieb.

Fernmeldeanlagen, genehmigungsfreie → genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen.

Fernmeldeanlagen, genehmigungspflichtige → genehmigungspflichtige Fernmeldeanlagen.

Fernmeldeanlagengesetz (FAG) → Gesetz über Fernmeldeanlagen.

Fernmeldebauabteilung, -bauamt und -baubezirk → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernmeldebauordnung (FBO), Vorschriftenwerk der DBP, das Planung, Bau und Unterhaltung von Fernmeldeanlagen regelt, wobei Fragen des Aufgabenbereichs Linientechnik FBO/L und des Aufgabenbereichs Vermittlungs- und Übertragungstechnik FBO/VÜ in besonderen Vorschriftenreihen behandelt werden.

Gliederung der FBO/L:

Teil	1	Ortsnetzplanung
»	2	Bezirksnetzplanung
»	3	Auskundung und Wegesicherung
»	4	Vorbereiten und Durchführen von Bauvorhaben der Linientechnik
»	5	Linien aus Bodenmasten
»	6	Oberirdische Kabelanlagen
»	7	Blankdrahtleitungen
»	8	Bau von Teilnehmer-Endstellen
»	10	Kabelkanalanlagen
»	11	Unterirdische Kabelanlagen
»	12	Spleiß-, Muffen- und Abschlußtechnik für Kabel
»	13	Ausgleichs- und Bespulungstechnik
»	14	Erdungen und Schutz durch Sicherungen
»	15	Allgemeines über Starkstromschutz und Schutz gegen Starkstromübertritt
»	16	Schutz gegen Starkstrombeeinflussung und Korrosion
»	17	Unterhaltungsarbeiten an Fernmeldelinien
»	18	Vergabe von Bauleistungen
»	19	Ortsnetzpläne und -karteien
»	20	Fernnetzpläne und -karteien

Jeder Teil der FBO wird als Loseblatt-Sammlung herausgegeben, so daß eine Anpassung an die Entwicklung der Technik und die Änderung von Verwaltungsbestimmungen leicht durch Auswechseln der Blätter möglich ist. Einige Teile der FBO/L sind noch nicht im Druck erschienen.

Die in Vorbereitung befindliche Reihe der FBO/VÜ wird die Teile 30 bis 43 umfassen, die die Bauplanung Bauausführung und Bauunterlagen sowie Bauvorbereitung und Bauabschluß für alle Arten von bei

der DBP eingesetzten vermittlungs- und übertragungstechnischen Einrichtungen behandeln sollen. *Bath*

Fernmeldebautrupp → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernmeldebenutzungsrecht → Benutzungsrecht.

Fernmeldebenutzungsverhältnis → Benutzungsverhältnis.

Fernmeldeberatungsdienst, -beratungsstelle → Beratungsdienst für das Fernmeldewesen.

Fernmeldebezirk → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernmeldebezirksbauführer, -leiter → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernmeldebuchstelle → Fernsprechbuch-Verlagsstelle.

Fernmeldeeinrichtungen → Abnahmestelle für private Fernmeldeeinrichtungen, → Anmeldedienst für Fernmeldeeinrichtungen, → Antrag auf Herstellung von Fernmeldeeinrichtungen.

Fernmeldeeinrichtungen, private, im Sinne der Fernsprechordnung und der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen sind private → Nebenstellenanlagen, private → Zusatzeinrichtungen, → private Sondereinrichtungen und → Hilfsvorrichtungen sowie → Privatfernmeldeanlagen. F. werden von der DBP aufgrund fernmelderechtlicher Bestimmungen abgenommen oder geprüft. Für diese Arbeiten sind bei den Fernmeldeämtern die → Abnahmestellen für private Fernmeldeeinrichtungen zuständig.

Fernmeldefernleitung; Begriff für alle Fernmeldeleitungen, die den Bereich eines Ortsnetzes (ON) des Fernsprechdienstes verlassen; hierzu gehören:

1. Fernsprechleitungen (Leitungen mit Fernsprechbandbreite)

1.1. Leitungen des öffentlichen Fernverkehrs

1.1.1. voll- oder halbautomatisch betriebene Fernsprechleitungen

1.1.2. handbediente Fernsprechleitungen

1.2. Dienstleitungen

1.3. Fernwirkleitungen

1.4. Mietleitungen

1.5. Bildleitungen

1.6. WT-Leitungen

2. Telegrafenleitungen (Binärleitungen = Leitungen, die nur für die Binärübertragung eingerichtet sind)

2.1. Telegrammleitungen

2.2. Telexleitungen

2.3. Dienstleitungen (einschl. Fernwirkleitungen über Telegrafenkanäle)

2.4. Mietleitungen (nach der Telegrafenordnung überlassene T-Leitungen)

3. Breitbandleitungen (überlassene Stromwege zur Daten- und Faksimileübertragung mit größerer Bandbreite als Fernsprechbandbreite)

4. Tonleitungen (Tn-Leitungen)

5. Fernsehleitungen (TV-Leitungen)

Literatur: H. Cassens, Fernmeldefernleitungen, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1968, Fachverlag Schiele und Schön, Berlin. *Knebel*

Fernmeldegebührenkonto → Fernmelderechnungsdienst.

Fernmeldegeheimnis. Das F. hat die Verpflichtung zum Gegenstand, Nachrichten, die fernmeldemäßig übermittelt werden, geheimzuhalten.

Es ist geschützt:

verfassungsrechtlich durch Art. 10 Abs. 1 GG,

fernmelderechtlich durch §§ 10ff des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) und

strafrechtlich durch § 355 StGB, § 18 FAG (→ Fernmeldestrafrecht).

Für den internationalen Fernmeldeverkehr hat die Pflicht zur Wahrung des F. in Art. 35 Internationaler Fernmeldevertrag (IFV) (Montreux 1965) Ausdruck gefunden.

1. Inhalt und Grenzen des F. Da das F. in den seinem Schutz dienenden Bestimmungen tatbestandsmäßig entweder überhaupt nicht (Art. 10 Abs. 1 GG) oder nur unzureichend (§ 355 StGB, § 10 Abs. 1 FAG) präzisiert ist, fehlt es an einer umfassenden und abschließenden Legaldefinition dieses Begriffs. Immerhin enthalten sowohl § 10 FAG als auch § 355 StGB genügend Hinweise, um den Inhalt des F. hinreichend festzulegen. Hiernach erstreckt sich der Schutz des F. sowohl auf den Inhalt der übermittelten Nachricht als auch auf die näheren Umstände, unter denen der Verkehr abgewickelt worden ist, und insbesondere darauf, ob und zwischen welchen Personen ein derartiger Verkehr stattgefunden hat (§ 10 Abs. 1 Satz 3 FAG). Untersagt ist nach § 355 StGB weiterhin, Telegramme zu verfälschen, zu unterdrücken oder in anderen als den im Gesetz vorgesehenen Fällen zu öffnen. Verboten ist endlich, anderen Personen wissentlich derartige Handlungen zu gestatten oder ihnen dabei wissentlich Hilfe zu leisten.

Immanente Grenzen des F. ergeben sich aus der Notwendigkeit, eine reibungslose Abwicklung des Fernmeldeverkehrs sicherzustellen. Betriebsbedingte Maßnahmen, wie die Ersatzzustellung von Telegrammen, liegen daher außerhalb des Bereichs, in dem das F. seine Wirksamkeit entfaltet. Es handelt sich demzufolge um keine Ausnahmen vom F., da hierunter nur Maßnahmen fallen, die das Recht auf Wahrung des F. beeinträchtigen.

2. Kreis der zur Wahrung des F. verpflichteten Personen. Zur Wahrung des F. sind verpflichtet: 2.1. Alle der DBP angehörenden Personen (§ 10 Abs. 1 Satz 1 FAG) ohne Rücksicht darauf, ob sie mit der Abwicklung des Fernmeldeverkehrs unmittelbar

Befassung haben oder nur gelegentlich der Wahrnehmung anderer Dienstgeschäfte Kenntnis von Tatsachen erhalten, die dem Schutz des F. unterliegen. Die Pflicht zur Wahrung des F. besteht auch gegenüber anderen Angehörigen der DBP. 2.2. Personen, die eine zwar der DBP nicht gehörende, aber jedermann zur Benutzung offenstehende, d. h. dem öffentlichen Verkehr dienende Fernmeldeanlagen (FMA) bedienen oder beaufsichtigen (§ 10 Abs. 2 FAG). Zu diesem Personenkreis gehören die mit der Bedienung der auf deutschen Schiffen errichteten Funkanlagen (Seefunkstellen) beauftragten Funkoffiziere, da über die Seefunkstellen auch der private Nachrichtenverkehr von Besatzung und Passagieren abgewickelt wird (→ Seefunkordnung), sowie die Angehörigen der DB, soweit sie mit der Beförderung von Telegrammen von Reisenden Befassung haben (→ Private Fernmeldeanlagen unter 1.1.2.). 2.3. Personen, die auf Grund einer fernmelderechtlichen Genehmigung (§ 2 FAG) eine nichtbehördliche Funkempfangsanlage betreiben hinsichtlich der Nachrichten, die von einer öffentlichen Zwecken dienenden Funksendeanlage übermittelt werden und die für die private Funkempfangsanlage nicht bestimmt sind (§ 11 FAG). Diese Bestimmung bezieht sich insbesondere auf die Besitzer von Ton- und Fernsehrundfunkempfangsanlagen und auf Funkamateure und soll den Funkverkehr der Polizei, der DB, der Elektrizitätsversorgungsunternehmen usw. schützen.

3. Kreis der durch das F. geschützten Personen. Geschützt wird jeder, der an einem Fernmeldeverkehr beteiligt ist, d. h. beim Fernsprechverkehr der Anrufer und der Angerufene, beim Telegrammverkehr der Absender und der Empfänger. Der Schutz entfällt nicht dadurch, daß für den Nachrichtenaustausch ein Dritter als Gebührenschuldner in Frage kommt. Wird ein Fernsprechanschluß von einem anderen als dem Teilnehmer mitbenutzt (§ 15 Abs. 1 und 2 FeO), so genießt der Benutzer auch gegenüber dem Teilnehmer den Schutz des F.

4. Ausnahmen vom F. Um zu verhindern, daß das Grundrecht des Art. 10 zu Zwecken mißbraucht wird, die von der Rechtsordnung mißbilligt werden, steht es unter »Gesetzesvorbehalt«, d. h., Ausnahmen von der verfassungsrechtlichen Garantie des F. sind zulässig. Für die Ausnahmen bedarf es eines Gesetzes im formellen Sinne, das allgemein und nicht nur für einen Einzelfall gilt, das das einzuschränkende Grundrecht unter Angabe des Artikels nennt und es nicht in seinem Wesensgehalt antastet (Art. 19 Abs. 1 und 2 GG). Die Ausnahmen sollen in erster Linie der Staatssicherheit und der Verbrechensbekämpfung dienen, doch gibt es auch Einschränkungen, für die andere Gesichtspunkte maßgebend sind.

4.1. Ausnahmen aus Gründen der Staatssicherheit und der Verbrechensbekämpfung. 4.1.1. Verwirkung des Grundrechts des Art. 10 GG. Das Grundrecht des Art. 10 verwirkt, wer es zum Kampf gegen die freiheitliche demokratische Grundordnung mißbraucht (Art. 18 GG). Die Verwirkung und ihr Ausmaß in sachlicher und zeitlicher Beziehung werden vom Bundesverfassungsgericht ausgesprochen. Hierbei kann das Gericht dem Betroffenen genau bezeichnete Beschränkungen auferlegen, z. B. die Pflicht zur Duldung der Überwachung seines Fernmeldeverkehrs durch die Polizei. Insoweit bedarf diese zur Durchführung dieser Maßnahme keiner besonderen gesetzlichen Grundlage. 4.1.2. Pflicht zur Anzeige drohender Verbrechen. § 138 StGB verpflichtet jeden Staatsbürger zur Anzeige drohender Verbrechen und stellt das Unterlassen unter Strafe. Sind bestimmte, in § 138 StGB namentlich aufgezählte strafbare Handlungen geplant, so ist jeder, der hiervon glaubhaft erfährt, zur Anzeige verpflichtet, solange die Straftat noch nicht ausgeführt ist oder ihr Erfolg noch abgewendet werden kann. Die Pflicht, von anderen drohende Gefahren abzuwenden, geht insoweit der Verpflichtung zur Wahrnehmung des F. vor. 4.1.3. Beschlagnahme von Telegrammen im Rahmen der StPO. Telegramme, die sich noch im Gewahrsam der DBP oder der in § 13 FAG genannten Stellen befinden, können in einem strafgerichtlichen Ermittlungsverfahren beschlagnahmt werden, wenn sie entweder unmittelbar an den Beschuldigten gerichtet sind, d. h. seine Anschrift tragen, oder Tatsachen vorliegen, aus denen zu schließen ist, daß sie von dem Beschuldigten herrühren oder für ihn bestimmt sind (§ 99 StPO). Zur Beschlagnahme sind der Richter und, falls Gefahr im Verzug, auch die Staatsanwaltschaft befugt, doch tritt die Beschlagnahmeanordnung der Staatsanwaltschaft automatisch außer Kraft, wenn sie nicht binnen drei Tagen richterlich bestätigt wird (§ 100 Abs. 2 StPO). Die Hilfsbeamten der Staatsanwaltschaft (Polizei, § 152 des Gerichtsverfassungsgesetzes [GVG]) sind zu Telegrammbeschlagnahmen nicht berechtigt. Da die Beschlagnahme begrifflich das Vorhandensein eines körperlichen Gegenstandes voraussetzt, ist es unzulässig, die DBP im Rahmen des § 99 StPO zum Abhören von Gesprächen zu verpflichten. Die Durchführung der Beschlagnahmeanordnung liegt ausschließlich in den Händen der Dienststellen der DBP. Weder der Richter noch von ihm beauftragte Angehörige der Polizei können in den Diensträumen der DBP Handlungen, die der Beschlagnahme im Rahmen des § 99 StPO dienen, ausführen. 4.1.4. Auskunftspflicht der DBP im Rahmen des FAG. Nach § 12 FAG kann in strafgerichtlichen Untersuchungen der Richter und — bei Gefahr im Verzug — auch die Staatsanwaltschaft von der DBP Auskunft über einen bereits abgewickelten Fernmeldeverkehr verlangen. Auch nach dieser Bestimmung kann das Abhören eines Fernsprechverkehrs von der DBP nicht gefordert werden. 4.1.5. Überwachungsmaßnahmen im Rahmen des Gesetzes zu Art. 10 GG. Das Gesetz zur Beschränkung des Brief-, Post- und Fernmeldegeheimnisses (Gesetz zu Art. 10 GG — G 10 —) vom 13. 8. 1968 (BGBl. I S. 949) erweitert gegenüber dem bisher geltenden Recht den Kreis der zu Beschlagnahmeanordnungen und Auskunftsersuchen berechtigten Stellen, gibt diesen sowie dem Richter und der Staatsanwaltschaft die Befugnis, das Abhören von Telefongesprächen und das Mitlesen von Fernschreiben anzuordnen und läßt neben der Überwachung einzelner Personen (Individualüberwachung) auch die nicht

auf bestimmte Personen bezogene Überwachung von Fernmeldeverkehrsbeziehungen zu.

Zu Eingriffen in das F. sind — neben dem Richter und der Staatsanwaltschaft — nunmehr auch die obersten Landesbehörden und der vom Bundeskanzler gemäß § 5 Abs. 1 G 10 beauftragte Bundesminister (Bundesminister des Innern) berechtigt, um drohende Gefahren für die freiheitliche demokratische Grundordnung oder den Bestand der Sicherheit des Bundes oder eines Landes einschließlich der Sicherheit der in der BRD stationierten Truppen der nichtdeutschen Vertragsstaaten des Nordatlantikvertrages abzuwehren. Insoweit sind Eingriffe in das F. durch die vorstehend genannten Stellen zulässig, wenn tatsächliche Anhaltspunkte für den Verdacht bestehen, daß jemand die in § 2 Abs. 1 G 10 aufgeführten Straftaten plant, begeht oder begangen hat und die Erforschung des Sachverhalts auf andere Weise aussichtslos oder wesentlich erschwert ist.

Als neue Überwachungsmaßnahme — neben der Auskunft und der Beschlagnahme — sieht das G 10 das Mitlesen des Fernschreibverkehrs und das Abhören des Fernmeldeverkehrs — einschließlich der Aufnahme auf einen Tonträger — vor (§ 1 Abs. 1). Das Mitlesen und das Mithören wird durch die in der Überwachungsanordnung bezeichneten Stellen (Bundesamt für Verfassungsschutz, Verfassungsschutzbehörden der Länder, Amt für Sicherheit der Bundeswehr, Bundesnachrichtendienst) vorgenommen. Aufgabe der DBP im Rahmen des G 10 ist es lediglich, die Durchführung dieser Maßnahmen zu ermöglichen, d. h. insbesondere die hierfür notwendigen Leitungen zu schalten.

Das Recht, den Fernmeldeverkehr zu überwachen und ihn auf einen Tonträger aufzunehmen, wird durch die gemäß Art. 2 G 10 in die StPO neu eingefügten §§ 100a und 100b auch dem Richter und — bei Gefahr im Verzug — der Staatsanwaltschaft zugestanden. Anordnungen dieser Art dürfen ergehen, wenn bestimmte Tatsachen den Verdacht begründen, daß jemand als Täter oder Teilnehmer die in § 100a StPO aufgeführten Straftaten begangen oder in Fällen, in denen der Versuch strafbar ist, zu begehen versucht oder durch eine mit Strafe bedrohte Handlung vorbereitet hat, und wenn die Erforschung des Sachverhalts oder die Ermittlung des Aufenthaltsortes des Beschuldigten auf andere Weise aussichtslos ist oder wesentlich erschwert sein würde. Aufgrund der Anordnung hat die DBP dem Richter, der Staatsanwaltschaft und deren im Polizeidienst tätigen Hilfsbeamten (§ 152 GVG) das Abhören des Fernsprechverkehrs und das Mitlesen des Fernschreibverkehrs zu ermöglichen (§ 100b Abs. 3 StPO). Ist die Anordnung von der Staatsanwaltschaft ergangen, so tritt sie außer Kraft, wenn sie nicht binnen drei Tagen von dem Richter bestätigt worden ist (§ 100b Abs. 1 StPO). Die dem Richter und der Staatsanwaltschaft nach § 99 StPO (Telegrammbeschlagnahme) und § 12 FAG (Auskunftserteilung) zustehenden Rechte sind unberührt geblieben (§ 10 Abs. 2 G 10).

Im allgemeinen richten sich die Eingriffe in das F. gegen Einzelpersonen. Vorgesehen ist jedoch auch die Überwachung von Fernmeldeverkehrsbeziehungen, worunter der Nachrichtenaustausch mit einem fremden Staat zu verstehen ist. Anordnungen dieser Art dürfen nur von dem vom Bundeskanzler beauftragten Bundesminister mit Zustimmung des aus fünf Bundestagsabgeordneten bestehenden Gremiums erlassen werden und sind nur zulässig zur Sammlung von Nachrichten über Sachverhalte, deren Kenntnis notwendig ist, um die Gefahr eines bewaffneten Angriffs auf die BDR rechtzeitig zu erkennen und einer solchen Gefahr zu begegnen (§ 3 Abs. 1 G 10).

Anordnungen, die Beschränkungen des F. zum Gegenstand haben, sind der DBP schriftlich mitzuteilen. In ihr sind Art, Umfang und Dauer der Maßnahme zu bestimmen und die zur Überwachung berechtigte Stelle anzugeben (§ 5 Abs. 2 G 10). Bei der Überwachung von Einzelpersonen muß die Anordnung denjenigen bezeichnen, gegen den sich die Beschränkungsmaßnahme richtet (§ 6 Abs. 1 G 10). Bezieht sich die Anordnung auf Telegramme, so dürfen diese dem Postverkehr nicht entzogen werden; vielmehr ist der zur Einsichtnahme berechtigten Stelle lediglich eine Abschrift des Telegramms zu übergeben (§ 8 G 10).

Die von der DBP im Rahmen des G 10 erbrachten Dienstleistungen sind von den Stellen abzugelten, die zur Durchführung der Beschränkungsmaßnahmen ermächtigt worden sind (§ 11 G 10).

4.2. Ausnahmen aus anderen Gründen als denen der Staatssicherheit und der Verbrechensbekämpfung. 4.2.1. Sonderbestimmungen für den See- und Luftverkehr. Bei FMA, die sich an Bord eines Fahrzeuges für Seefahrt oder Luftfahrt befinden, besteht für denjenigen, der die Anlage bedient oder beaufsichtigt, die Pflicht zur Wahrung des F. nicht gegenüber dem Führer des Fahrzeugs oder seinem Stellvertreter (§ 10 Abs. 3 FAG). Außerdem kann der Führer eines deutschen Fahrzeugs für See- oder Luftfahrt aus nautischen Gründen von den Personen, die eine auf dem Fahrzeug befindliche Funkanlage bedienen oder beaufsichtigen, verlangen, daß Nachrichten aufgenommen und ihm mitgeteilt werden, die nicht für die Funkanlage bestimmt sind (§ 14 Abs. 1 FAG). Das Recht, Nachrichten, die von einer auf dem Fahrzeug befindlichen Funkanlage empfangen oder abgesandt werden, Dritten mitzuteilen, hat der Führer des Fahrzeuges dann, wenn die Nachrichten erkennen lassen, daß einem Fahrzeug oder Menschenleben Gefahr droht und die Mitteilung zu dem Zweck erfolgt, um die Gefahr abzuwenden (§ 14 Abs. 2 FAG). 4.2.2. Ausnahmen vom F. im Rahmen der Konkursordnung. Nach § 121 Konkursordnung (KO) ist die DBP verpflichtet, auf Anordnung des Konkursgerichtes alle für den Gemeinschuldner eingehenden Telegramme dem Konkursverwalter auszuhändigen, der zu ihrer Öffnung berechtigt ist.

5. Entbindung der DBP und ihres Personals von der Pflicht zur Wahrung des F. Auskunft über einen Fernmeldeverkehr kann die DBP von sich aus dann erteilen, wenn der Absender oder der Empfänger eines Telegramms oder einer der an einem Gespräch Beteiligten die DBP von der Pflicht zur

Wahrung des F. entbindet. Der Zustimmung beider Benutzer bedarf es nicht.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 44 ff; ders. Gibt es übergesetzliche Ausnahmen vom Post- und Fernmeldegeheimnis? Jahrbuch des Postwesens, 1956/57, S. 35 — Bardua in »Bonner Kommentar zum GG« Art. 10; Lengning (Hrsg.), Post- und Fernmeldegeheimnis, 3. Aufl. *Aubert*

Fernmeldehandwerkerprüfung → Fernmeldelehrlinge.

Fernmeldehoheit. Unter F. versteht man das dem Bund gem. § 1 Abs. 1 des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) zustehende ausschließliche Recht, FMA, nämlich Telegrafenanlagen für die Vermittlung von Nachrichten, Fernsprechanlagen und Funkanlagen zu errichten und zu betreiben. Hierbei zählen zu den Funkanlagen alle elektrischen Sende- und elektrischen Empfangseinrichtungen, bei denen die Übermittlung oder der Empfang von Nachrichten, Zeichen, Bildern oder Tönen ohne Verbindungsleitungen oder unter Verwendung elektrischer, an einem Leiter entlang geführter Schwingungen stattfinden kann. Ein mit Hilfe von Funkanlagen abgewickelter Fernmeldeverkehr liegt nach dem FAG somit auch dann vor, wenn die hierfür benutzten elektromagnetischen Wellen sich nicht im freien Raum ausbreiten, sondern einer künstlichen Führung unterliegen (Hochfrequenztelegrafie und -telefonie).

Die F. gehört zu den Staatshoheiten, und wie bei jedem dieser Rechte unterscheidet man zwischen dem Träger und demjenigen, der das Recht ausübt. Träger der F. ist der Bund, während die Ausübung des Rechts in den Händen des BPMin liegt (§ 1 Abs. 2, erster Halbsatz FAG). Lediglich für Anlagen, die zur Verteidigung des Bundes bestimmt sind, wird die F. vom Bundesminister der Verteidigung ausgeübt (§ 1 Abs. 2, zweiter Halbsatz FAG), d. h., dieser ist berechtigt, im Rahmen seiner Zuständigkeit selbst FMA zu errichten und zu betreiben.

Die F. des Bundes erstreckt sich auch auf die technische Seite des Ton- und Fernsehrundfunks (Urteil des Bundesverfassungsgerichtes vom 28. 2. 1961). Die diesem Zweck dienenden Sender bedürfen daher, soweit sie nicht von der DBP selbst errichtet oder betrieben werden, einer fernmelderechtlichen Genehmigung nach § 2 FAG. Das gleiche gilt für die Ton- und Fernsehrundfunkempfangsanlagen, da es sich bei ihnen ebenfalls um Fernmeldeanlagen (FMA) i. S. des § 1 FAG handelt. Die durch Art. 5 GG garantierte Informationsfreiheit entbindet nicht von der Pflicht, die gesetzlichen Vorschriften einzuhalten, denen jene Einrichtungen unterliegen, die zur Einholung der Information benutzt werden. Die Frage, ob die Rundfunkgebühr der DBP als Genehmigungsgebühr oder den Rundfunkanstalten als Anstaltsnutzungsgebühr zusteht (so — für Bayern — Bundesverwaltungsgericht), hat nichts mit der Genehmigungspflicht der Rundfunkempfangsanlagen zu tun. Hierfür ist allein entscheidend, ob diese zu den FMA i. S. des § 1 FAG gehören.

Für die Handhabung der F. durch den BPMin gibt § 2 des Postverwaltungsgesetzes Hinweise. Hiernach ist der BPMin dafür verantwortlich, daß die DBP nach den Grundsätzen der Politik der BRD, insbesondere der Verkehrs-, Wirtschafts-, Finanz- und Sozialpolitik verwaltet wird. Er muß außerdem den Interessen der deutschen Volkswirtschaft Rechnung tragen und hat die Entwicklung der verschiedenen Nachrichtenzweige innerhalb der DBP miteinander in Einklang zu bringen. Endlich umfaßt die Ausübung der F. auch die Verpflichtung, die Anlagen der DBP in gutem Zustand zu erhalten und technisch und betrieblich den Anforderungen des Verkehrs entsprechend weiter zu entwickeln und zu vervollkommnen.

Als Staatshoheitsrecht endet die F. des Bundes an den Grenzen der BRD. Innerhalb dieses Bereiches ist es jedoch ohne Bedeutung, ob die FMA unter der Erde oder in der Luft betrieben werden. Auch Funkanlagen in Bergwerken oder in Luftfahrzeugen bedürfen der Genehmigung durch den BPMin.

Eine Ausdehnung der F. über die Staatsgrenzen hinaus enthält § 4 FAG. Hiernach bedürfen FMA auf deutschen Fahrzeugen für Seefahrt, Binnenschiffahrt oder Luftfahrt der Genehmigung nach § 2 FAG auch dann, wenn sich die Fahrzeuge außerhalb des deutschen Hoheitsgebiets aufhalten (→ Private Fernmeldeanlagen unter 2.1). Auf Fahrzeuge für Seefahrt, Binnenschiffahrt und Luftfahrt, die nicht die deutsche Nationalität besitzen, erstreckt sich die deutsche F. insoweit, als der BPMin Anordnungen über den Betrieb — nicht die Errichtung — von FMA auf diesen Fahrzeugen innerhalb des deutschen Hoheitsgebiets erlassen kann (§ 5 FAG; private → Fernmeldeanlagen unter 2.4). *Aubert*

Fernmeldekabel, ein der elektrischen Nachrichtenübermittlung dienendes Leitungsgebilde (mit Ausnahme des Weitverkehr-Hohlleiters) aus einer flexiblen Fernmeldeleitung mit symmetrischer oder koaxialer Anordnung der Leiter oder einem Bündel solcher Leitungen mit den äußeren Merkmalen jedes Kabels — große Länge im Verhältnis zu den Querschnittsabmessungen —, bei dem die Leiter mit einer isolierenden Hülle umgeben sind und das gegen mechanische Beschädigungen, Feuchtigkeit und Korrosion geschützt ist.

Elektrische Grundforderung: Übertragung von elektrischen Zeichen mit einem Minimum an Verzerrung und äußeren Störungen auf eine gewünschte Entfernung.

Mechanische Grundforderung: Ausreichende Biegbarkeit, Zug- und Druckfestigkeit.

Unterscheidung der F.:

nach U n t e r b r i n g u n g s o r t in

1. Innenkabel als Aufteilungskabel, Schaltkabel und Installationskabel,

2. Außenkabel als Erd-, Röhren-, Luft-, Fluß- und See-Kabel

nach A u s n u t z u n g d e r K a b e l s t r o m k r e i s e in Niederfrequenz-, Trägerfrequenz- und Hochfrequenz-Kabel

nach v e r w e n d e t e n I s o l i e r s t o f f e n für die Kabelleiter in Papier- und Kunststoff-Kabel nach v e r w e n d e t e m K a b e l m a n t e l - M a t e r i a l in Bleimantel-, Aluminiummantel-, Stahlwellmantel-, Kunststoffmantel- und Schichtenmantel-Kabel

nach Verwendungszweck in Telegrafen-, Fernsprech-, Rundfunk- und Fernseh-Kabel, Signal- und Meßkabel, Bergwerkskabel (→ Fertigung von F.).

Knebel

Fernmeldekabelmeßordnung ist für den Kabelmeßdienst bestimmt, um ihm eine Anleitung über vorzunehmende Messungen zu geben. In ihr sind für die vom Kabelmeßdienst benutzten Meßverfahren und Meßgeräte sowie die theoretischen Grundlagen hierzu, ferner Art und Umfang der in Frage kommenden Messungen beschrieben. Die z. Z. noch bearbeitete F. gliedert sich nach ihrer Fertigstellung in folgende Teile:

Teil I Gleichstrommessungen.
Teil II Wechselstrom- und Impulslehre.
Teil III Wechselstrommeßverfahren und -meßgeräte.
Teil IV Starkstrombeeinflussung und Korrosion.
Teil V Pneumatische Meßverfahren und -meßgeräte.
Teil VI Abnahme-, Gewährleistungs- und Untersuchungsmessungen an Fernmeldekabeln (Meßpläne, Pflichtwerte, Verwaltungsvorschriften).

Die F. enthält bis zu ihrer endgültigen Gestaltung noch Teile aus der früher verfaßten Telegrafenmeßordnung der DBP. Folgende Teile der Telegrafenmeßordnung haben bis zur Fertigstellung der F. noch Gültigkeit:

Teil I Gleichstrommessungen an Fernmeldekabeln
Teil II Wechselstromlehre.

Die Teile »Wechselstrommeßverfahren und -meßgeräte« und »Pneumatische Meßverfahren und -meßgeräte« der F. sind z. Z. bereits fertiggestellt. Die Herausgabe dieser Teile war besonders dringend, weil in den letzten Jahren neuartige Wechselstrommeßgeräte (insbesondere Impulsmeßgeräte) sowie — durch die Druckgasfüllung von Orts- und Fernkabeln (→ Druckgasüberwachung) — pneumatische Meßverfahren und -meßgeräte entwickelt werden mußten, über die nach ihrer Einführung im Kabelmeßdienst nur einzelne Beschreibungen bestanden. Eine Zusammenfassung in besonderen Dienstwerken stand jedoch noch aus.

Prillwitz

Fernmeldekleinlampe → Fernmeldelampe.

Fernmeldelampe, auch Fernmeldekleinlampe und Fernsprechlampe genannt, wird in Geräten der Fernmeldetechnik zur optischen Anzeige von Betriebszuständen, vor allem an handbedienten Abfragestellen und Vermittlungsplätzen z. B. als Anruf-, Schluß-, Aufmerksamkeits-, Belegungs-, Dränge-, Kontroll- und Prüflampe verwendet. Zur besseren Unterscheidung ihrer Aufgabe werden die → Lampenfassungen mit farbigen → Leuchtblenden (Lampenkappen oder Bezeichnungsstreifen) abgedeckt. In Einrichtungen der Deutschen Bundespost sind F. mit Stecksockel T5,5 und T6,8 und mit Bajonettsockel B7s gebräuchlich (s. Bild 1). Fernmeldelampen T5,5 werden dann bevorzugt, wenn viele Lampen auf begrenztem Raum untergebracht werden sollen.

Von F. wird eine mittlere Lebensdauer von 1000 Brennstunden gefordert. Der Leuchtkörper besteht aus Wolframdraht. Der mit zunehmender Erwärmung steigende elektrische Widerstand ist bei der Entwicklung von Schaltungen, in denen Lampen besonders mit Relais in gemeinsamen Stromkreisen liegen,

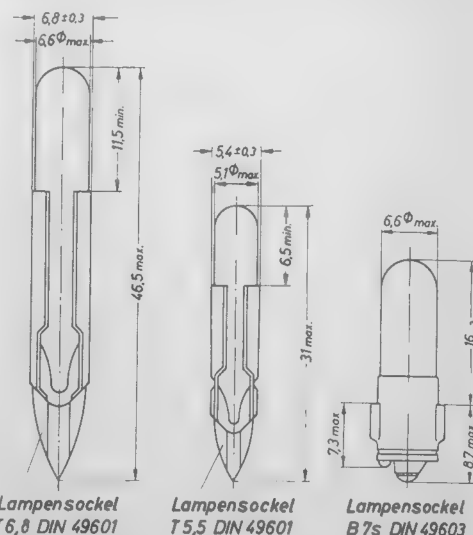


Bild 1. Fernmeldelampen mit Lampensockel T 6,8 T 5,5, B 7s.

zu beachten, weil der Widerstand brennender F. bis zum zehnfachen Wert des Kaltwiderstandes steigt. In Nachrichtengeräten der DBP werden besonders die in der Übersicht aufgeführten Lampentypen verwendet:

Sockel	Nennspannung in Volt	Nennstrom in mA
T 6,8	12	50
	24	25
	60	20
	60	40
T 5,5	12	50
	24	20
	60	20
B 7s	6	100
	12	50
	24	25
	60	20

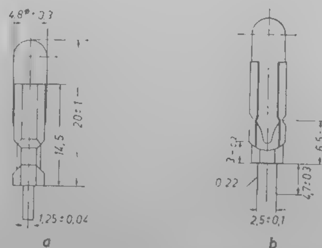


Bild 2. Liliputlampe für gedruckte Schaltung.

Für gedruckte Schaltungen wurden Fernmeldekleinlampen mit besonders kleinen Abmessungen entwickelt, die entweder ohne eigene Fassung unmittelbar auf der Leiterplatte angelötet oder in besondere dafür geschaffene Kleinst-Steckfassungen aufrecht stehend oder liegend eingesetzt werden können (s. Bild 2). *Gänsler*

Fernmeldelehrlinge sind Nachwuchskräfte für den einfachen und mittleren fernmeldetechnischen Dienst der DBP. Sie werden in posteigenen Lehrlingsausbildungsstätten eines → Ausbildungsamts (Fernmeldeamt) nach der Ausbildungsordnung für F. der DBP in $3^1/_2$ jähriger Lehrzeit zu Fernmeldehandwerkern herangebildet. Lehrherr ist der Amtsvorsteher des Ausbildungsamts. Die Lehre schließt mit der Fernmeldehandwerkerprüfung ab. Das Prüfungszeugnis ist dem Gesellenzeugnis für das Fernmeldemechanikerhandwerk gleichgestellt.

Fernmeldeleitungsrecht. Unter F. versteht man diejenigen Bestimmungen, die die DBP berechtigen, öffentliche → Verkehrswege, → Bahngelände und → Privatgelände zur Unterbringung ihrer FMA zu benutzen.

Fernmeldelinie wird hinsichtlich des Verwendungszwecks unterschieden nach 1. Verbindungslinie, 2. Anschlußlinie; beide können Kabel-, Funk- oder Blankdrahtlinien sein.

1.1. Verbindungslinien verbinden Vermittlungs- und Übertragungsstellen mit- oder untereinander oder mit ausländischen Fernmeldenetzen (zu den Übertragungsstellen zählen auch Rundfunksendestellen und feste Funkstellen für bewegliche Funkdienste).

1.2. Linien, die sowohl Verbindungslinie wie Anschlußlinie sind, werden als Verbindungslinie bezeichnet.

1.3. Bei Linien, die überwiegend oder nach dem Netzaufbau eindeutig dem Fernsprechnetz zuzurechnen sind, wird nach Orts- und Fernlinien unterschieden.

1.3.1. Ortslinien sind Linien der Fernsprechortsnetze; dazu gehören auch Linien, die zwei Fernsprechortsnetze verbinden, zwischen denen Gespräche gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt werden.

1.3.2. Fernlinien sind Kabel- und Funklinien zwischen verschiedenen Fernsprechortsnetzen, soweit sie nicht (nach 1.3.1) als Ortslinien gelten. Hierzu gehören auch Linien, in denen sowohl Orts- als auch Fernlinien geführt werden.

2.1. Anschlußlinien dienen dem Anschluß von Endeinrichtungen an die Knoten- oder Endpunkte der Verbindungslinien oder verbinden solche Endeinrichtungen unmittelbar miteinander.

2.2. Zu den Endeinrichtungen gehören: Hauptanschlüsse, Nebenstellenanlagen, Privatfernmeldeanlagen, Rundfunkstudios, Rundfunkteilnehmereinrichtungen.

3. Künftig gibt es im Fernsprechnetz: Fernverbindungskabel (FVk), Fernanschlußkabel (FAsk), Ortsverbindungskabel (OVk) und Ortsanschlußkabel (OAsk) und entsprechende Richtfunklinien.

Die Bezeichnungen Fernkabel und Bezirkskabel fallen künftig weg. *Knebel*

Fernmeldemaste sind hölzerne Bauelemente bestimmter Abmessung und Beschaffenheit für den oberirdischen Linienbau. Die Nenngröße bezeichnet Länge u. Fußdurchmesser, z. B. 6 × 15. Die Fuß- u. Zopfdurchmesserbestimmung erfolgt durch Umfangmessung mit Bandmaß. Festlegen des Fußdurchmessers 1,5 m über dem Mastfußende. Überschießende Bruchteile eines Zentimeters bleiben unberücksichtigt, z. B. ermittelter Durchmesser 16,7 cm = Fußdurchmesser 16. Der Nutzzug an der Mastspitze und der Richtwert des Festgehalts für die Tränkung sind genormt in der DIN 48350. Von den zugelassenen → Holzarten für F. dürfen Stammabschnitte (an den Wurzelbereich anschließende Stammteile) und Mittelstücke verwendet werden. Vorschriften über Fällzeit und Behandlung nach dem Fällen sollen Rohholzqualität verbürgen. Bearbeitung: Rinde, Bast u. jüngster Jahrring müssen vor der Holzschutzbehandlung entfernt sein (Ausnahme Boucherie-Verfahren). Zopfende (= Mastspitze) ist dachförmig abzuschrägen. Das Fußende ist rechtwinklig zur Stammachse abzuschneiden, die Schnittränder sind zu brechen. Zugelassene Fehler an F.: → Drehwuchs, → Astdicke. Krümmungen sind nur in einer Richtung möglich, wobei die Mittellinie des Mastes von der geraden Verbindungslinie des Mittelpunktes am Zopfende mit dem Mittelpunkt an der Erdaustrittsstelle an keiner Stelle um mehr als den halben Mastdurchmesser an dieser Stelle abweichen darf. Unzulässige Fehler: Fäulnis, Bohr- und Fluglöcher von Insekten nach dem Schälen, Spaltrisse wegen unsachgemäßer Fällung, Querrisse, bei Teeröltränkung starker → Bläuepilz-Befall. *Wefers*

Fernmeldenetz dient zur Übermittlung von Nachrichten zwischen beliebigen Teilnehmern oder Benutzern dieses Netzes. Es besteht i. allg. aus den Sende- und Empfangseinrichtungen, den Vermittlungsanlagen und den verbindenden Stromkreisen. Charakteristisch für ein F. ist, daß die verbindenden Stromkreise von allen Teilnehmern des Netzes benutzt werden können. Starre Verbindungen zwischen paarweise einander zugeordneten Sende- und Empfangsgeräten bilden noch kein F. Das gilt auch, wenn die nebeneinander bestehenden Verbindungen in großer Anzahl vorhanden sind. Die Nachrichten können direkt oder mit Zwischenumsetzung oder Zwischenspeicherung vom Sender zum Empfänger übertragen werden. Die Verbindungen zwischen den Teilnehmern werden je nach der Betriebsart des F. manuell, halb- oder vollautomatisch hergestellt. Es wird weiter unterteilt nach der Art der verwendeten Endgeräte bzw. der übermittelten Nachrichten in Fernsprech-, Fernschreib-, Daten-, Bild-, Rundfunk- und Fernsehübertragungsnetze sowie in Fernmeß-, Fernsteuer-, Alarm- und Warnleitungsnetze. Unter diesen gibt es F., die von allen benutzt werden können, d. h. in

denen jedermann Teilnehmer werden kann. Sie heißen öffentliche Netze, z. B. öffentliches Fernsprechnetz oder öffentliches Fernschreibnetz. Im Gegensatz dazu spricht man von privaten oder nicht öffentlichen F., wenn diese für einen begrenzten Kreis, z. B. ein Unternehmen oder eine Behörde, eingerichtet sind. Öffentliche und private F. bestehen u. a. aus Leitungen, die in den Kabellinien eines Ortsnetzes, in Trägerfrequenz-Kabellinien oder in Richtfunklinien geführt sein können. Da diese Linien verzweigt sind und zwischen ihnen ungezählte Durchschaltungen und Abzweigungen von Leitungen bestehen, werden sie selbst als Netze bezeichnet, z. B. Ortskabelnetz, Trägerfrequenz-Kabelnetz, Richtfunknetz usw. Ein F. kann sich auf ein Grundstück, eine Gemeinde, ein Gebiet oder ein Land erstrecken. Öffentliche F. werden über die Ländergrenzen hinweg mit den Netzen anderer Länder verbunden. *Socher*

Fernmeldepraktikanten → Praktikanten.

Fernmelderechnung. Mit der F. gibt die DBP dem Teilnehmer am Fernmeldeverkehr oder einem von diesem benannten Rechnungsempfänger regelmäßig bekannt, welche Höhe der Schuldbetrag auf dem Fernmeldegebührenkonto jeweils nach Abschluß des Kontos erreicht hat. Mit Einführung des Lochkartenverfahrens kamen für F. neue Formblätter von einheitlich 102 mm Höhe zur Anwendung, die — entsprechend den Möglichkeiten der Tabelliermaschine — eine Aufschlüsselung des Rechnungsbetrages in 7 Rechnungsposten gestatten. Die Breite der Rechnungen ist unterschiedlich, je nachdem es sich um eine F. mit anhängender Fernmeldegebührenkontokarte (für Barzahlung) oder um eine F. mit anhängender Fernmeldegebührenüberweisung (für Überweiser und Abbucher) handelt. Die Formblätter für die verschiedenen Zahlungsarten unterscheiden sich neben Druckanordnung und Format auch in der Papierfarbe. Im Jahre 1966 wurde in Anlehnung an das Klarschriftleseverfahren für Zahlkarten (HASTRA) wiederum eine neue F. entworfen, bei der jedoch Fernmeldegebühren-Kontokarte und Fernmeldegebührenüberweisung eine formblattmäßige Angleichung erfahren haben. Der zur Begleichung der Rechnung benutzte Teil des Formblatts hat im mittleren Teil eine Lesezeile, in der die Betragsangabe, das Gutschriftkonto, die Fernmeldegebührenkontonummer, Prüfzahl u. dgl. zu stehen kommen. Die Angaben in dieser Zeile sind maschinell mit Hilfe eines Klarschriftlesers lesbar. Die gelesenen Daten können automatisch z. B. auf ein Magnetband übertragen werden. Als Vorteile dieses Formblattes sind zu erwähnen: Es kann sowohl im manuellen als auch im automatischen Buchungsverfahren verwendet werden; das Feld für die Anschrift entspricht den Bedingungen der Postordnung. Der Rechnungsbetrag läßt sich entsprechend den Möglichkeiten der EDV-Anl auf eine größere Zahl von Rechnungsposten (z. B. 12) aufschlüsseln. Die Fernmelderechnungen werden turnusmäßig (z. Z. für jede Absendegruppe monatlich) zentral im Rechenzentrum geschrieben und (über die Buchungsstellen) an die Fernmelderechnungsstellen (FRSt) versandt.

Daneben gibt es F., die in der FRSt aufgestellt werden: Ersatzrechnungen für maschinell erstellte, als fehlerhaft erkannte F., und Schlußrechnungen für aufgehobene oder in den Bereich einer anderen FRSt verlegte Anschlüsse, sofern sie nicht mittels einer Lochkarte vom Rechenzentrum abgefordert werden.

Zum Versand werden seit Einführung des Lochkartenverfahrens die F. in Fensterbriefumschläge verpackt. Seit 1966 kommen dafür in zunehmendem Maße Kuvertiermaschinen zum Einsatz; sie gestatten auch das maschinelle Beifügen von Beilagen im selben Arbeitsgang. Die Absenderangabe befand sich zunächst auf dem Umschlag; zur Erleichterung der maschinellen Kuvertierung hat man die Absenderangabe auf der F. so placiert, daß sie im Fenster des Umschlags sichtbar wird und damit nur noch einheitliche Umschläge vorzuhalten sind. Die F. ist ein Leistungsbescheid im Sinne § 3 des Verwaltungsvollstreckungsgesetzes. Gegen eine F. kann innerhalb eines Monats beim zuständigen Fernmeldeamt Widerspruch eingelegt werden, nachdem das Bundesverwaltungsgericht am 16. Februar 1968 entschieden hat, daß für Streitigkeiten über Fernmeldegebühren nicht mehr der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten, sondern der Verwaltungsrechtsweg gegeben ist. Der Widerspruch gegen die F. hat gemäß § 80 Abs. 2 Nr. 1 der Verwaltungsgerichtsordnung keine aufschiebende Wirkung. Enthält eine F. aus der vorausgegangenen F. (Hauptrechnung) einen Schuldvortrag, der aus einem nicht gestundeten Zahlungsrückstand herrührt, so wird die abzusendende F. zur »Nachtragsrechnung« erklärt. Das bedingt, daß die mit ihr erhobenen Forderungen, wenn sie nach Ablauf der → Zahlfrist nicht (ausreichend) beglichen worden sind, ohne weitere Mahnung zu einer Vollstreckungsanordnung führen. Die Fristenabläufe für Folgemaßnahmen einer nicht beglichenen Nachtragsrechnung unterscheiden sich also von denen einer nicht beglichenen Hauptrechnung. *Breidt*

Fernmelderechnungsdienst (bei der DBP). Die DBP erhebt für die Erfüllung ihrer Aufgaben im Fernmeldewesen Gebühren (G) und Kosten. Daraus ergeben sich für den F. die wichtigsten Aufgaben: Das Erfassen von fälligen Forderungen, die von den am Fernmeldewesen dauernd Beteiligten im Kontoverfahren zu erheben oder bei öffentlichen Sprechstellen bar vereinnahmt sind (Errechnen der Gebühren, Sammeln der Belege), das Anrechnen der im Kontoverfahren zu erhebenden Gebühren (Erstellen und Versenden der Fernmelderechnungen). Das Überwachen der Fernmeldegebührenkonten (K) auf fristgerechten, richtigen Zahlungseingang sowie das Einleiten von Folgemaßnahmen bei Gebührenrückständen. Außerdem gehören das Verrechnen der Einnahmen und Erstellen von Zahlenmaterial für Statistiken zu den Aufgaben des F. Mit Einführung des Bringverfahrens im F. (1923) entstand die Notwendigkeit, für jeden Teilnehmer (Tln) laufend Konto zu führen und die Konten in bestimmten Zeitabständen abzuschließen. Diese K wurden bis zur Umstellung des F. auf das Lochkartenverfahren bei der Fernmelderechnungsstelle (FRSt) in Taschen

(Briefumschlägen) geführt, in welche die für den Tln bestimmten Belege (Lastzettel) hineingelegt wurden. Seit Beendigung der Umstellung auf das maschinelle Verfahren mittels Lochkarten im Jahre 1960 werden alle K zentral bei der jeweils zuständigen Buchungsstelle für Fernmeldegebühren (Bg) geführt. Jedes K ist einmal monatlich möglichst immer am gleichen Tage abzuschließen. Jedes K ist mit einer 12stelligen Fernmeldegebührenkontonummer, die die Ortsnetzkennzahl und die Rufnummer der Beschaltungseinheit enthält, bezeichnet. Tln, deren Hauptanschlüsse keine durch die jeweilige Beschaltungseinheit bestimmte Rufnummer haben (z. B. Großsammelanschlüsse, Anschlüsse zu Nebenstellenanlagen mit Durchwahl) erhalten als Bestandteil der F-Gebührenkontonummer eine Rechnungsnummer; sie beginnt in der Regel mit 9. Um eine gleichmäßige Auslastung der mit Aufgaben des F. betrauten Dienststellen zu erzielen, wurde schon vor 1930 eine gleitende Rechnungsabsendung eingeführt. Die heute üblichen Gruppenpläne sehen bis zu 20 Absendetage (u. Absendegruppen) vor. Nachdem die kleinen, verwaltungsmäßig den Postämtern unterstellten Fernmelderechnungsstellen aufgehoben sind, ist bei jedem Fernmeldeamt (FA) mit dem Aufgabenbereich Teilnehmerdienste eine → Fernmelderechnungsstelle eingerichtet. Es sind verschiedene Arten von G zu errechnen und anzurechnen: Laufende G sind G für Fernsprech-, Telex- und Datexteilnehmereinrichtungen, überlassene Telegrafenleitungen, Privatfernmeldeanlagen und die Funkgebühren. Zu den Gesprächsgebühren gehören die G für Fernsprechverbindungen (Orts-, Selbstwählfern- und handvermittelter Fernverkehr) für Telex- und Datexverbindungen. Daneben kommen bisweilen Telegramm- (gestundet), Einrichtungs- und Änderungsgebühren, G für Leistungen des Fernsprechauftragsdienstes, Mahn-, Pfändungs-, Sperr- und Schreibgebühren, Zinsen und Ersatzbeträge für kleine Schäden, G für gebührenpflichtige Druckzeilen in amtlichen Tln-Verzeichnissen und Zustellgebühren für nicht abgeholte amtliche Tln-Verzeichnisse auf. Im Zuge der Rationalisierung gelangten frühzeitig die Mittel der elektronischen → Datenverarbeitung im F. zur Anwendung.

Literatur: H. Nemitz, Der Fernmelderechnungsdienst bei der DBP, Bd. 48 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar 1962. *Breidt*

Fernmelderechnungsstelle. Bei jedem Fernmeldeamt (FA) mit dem Aufgabenbereich Teilnehmerdienst eingerichtete Dienststelle, die die für die Teilnehmer (Tln) in allen Ortsnetzen des FA-Bereiches anfallenden (dezentralen) Aufgaben des Fernmelderechnungsdienstes (FRD) wahrzunehmen hat. Entsprechend diesen Aufgaben, die fälligen Gebühren (G) und Kosten zu erfassen, anzurechnen und den Zahlungseingang zu sichern, wurden die Tätigkeiten einer Reihe von Gebührenplätzen zugeteilt: 1. Gebührenplatz L/S, 2. Gebührenplatz O, 3. Gebührenplatz Fe/Tx, 4. Sperr- und Stundungsplatz, 5. Handrechnungsplatz.

Zu 1.: Berechnung der laufenden G, der Einrichtungs- und Änderungsgebühren und der Ersatzbeträge für kleinere Schäden. Zu diesem Zweck führt der G-Platz L/S eine Fernmeldegebührenkartei, aus der zu ersehen ist, von welchen Tln und von welchem Zeitpunkt an laufende G erhoben werden müssen. Bei Änderungen des Betrages ist die entsprechende Änderung des im Rechenzentrum geführten Datenbestandes zu veranlassen. Bei jeder Neueinrichtung oder Übertragung und unter bestimmten Voraussetzungen auch bei Änderung der laufenden G ist dem Tln eine »Aufstellung über die Fernmeldeeinrichtung« zu übersenden. Als Arbeitsgrundlage für die Berechnung der Einrichtungs- und Änderungsgebühren dient das Blatt 6 des Bauauftragsblocks.

Zu 2.: Der G-Platz O sorgt für das Ablesen der Gebührenzähler; die periodische Ablesung der Zählerstände einer bestimmten Absendegruppe beginnt etwa am 6. Tage vor dem Absendetag der Fernmelderechnung. In der Regel geschieht die Ablesung durch Fotografieren mit einem eigens für diesen Zweck entwickelten Fotogerät oder durch Aufschreiben in einen Zählerstandsnachweis. Der für die Berechnung der G für Gespräche im Orts- u. Selbstwählferndienst benötigte Multiplikator (Pfennig/Impuls) ist im sog. Teilnehmerschlüssel enthalten, der schon von der Anmeldestelle in den Bauauftrag geschrieben wird.

Zu 3.: Diesem G-Platz obliegt die Bearbeitung der Gebührenbelege für im handvermittelten Ferndienst hergestellte Fernsprech- u. Telexverbindungen und für gestundete Telegrammgebühren. Die Beamtinnen legen die Belege in Sammeltaschen ein, die nur für diejenigen Tln vorgehalten werden, für die erfahrungsgemäß Belege aufkommen. Zum Abschließen der Fernmelderechnung werden die auf den Belegen niedergeschriebenen Beträge — getrennt nach Gebühren des handvermittelten Ferndienstes u. gestundete G für Telegramme — in geeignete Rechenmaschinen eingetastet, aufaddiert und — solange noch keine (unmittelbare) Ausgabe von maschinell verarbeitbaren Datenträgern vorhanden ist — die für jedes Konto ausgeworfenen Endsummen in eine Zeichenlochkarte (KA 33 bei Fernsprechteilnehmerkonto, KA 34 bei Telexteilnehmerkonto) mit Graphitstift eingestrichelt.

Zu 4.: Die DBP mahnt ihre Fernmelde-Tln (gebührenpflichtig), wenn sie ihre Fernmelderechnungen nicht fristgerecht (voll) beglichen haben. Am Sperr- u. Stundungsplatz werden die im Rechenzentrum nach den Kontounterlagen maschinell geschriebenen → Mahnungen daraufhin geprüft, welche Mahnungen tatsächlich abzusenden sind. Wenn am 4. Arbeitstag nach Ablauf der mit der Mahnung gewährten weiteren Zahlfrist keine oder keine ausreichende Zahlung vorliegt, erteilt der Sperrplatz den Sperrauftrag anhand der ihm von der Buchungsstelle zugeleiteten Liste der Zahlungsrückstände. Für die Aufhebung der Sperre (aus Gründen des Zahlungsverzuges) gibt ebenfalls der Sperrplatz den Auftrag. Die Bearbeitung der Stundungsanträge, Verzugszinsenberechnung und die Anfertigung von Tilgungsplänen über Einrichtungskosten (Tln-eigener Nebenstellenanlagen) obliegen ebenfalls diesem Platz. Als sehr aussagefähige Unterlage über den Zahlungswillen der Tln besteht eine Sperrkartei.

Zu 5.: Der Handrechnungsplatz bearbeitet → Fernmelderechnungen, die nur mit Schwierigkeiten vom Rechenzentrum maschinell geschrieben werden können. Er führt auch die erforderlichen Soll-Zusammenstellungen und Soll-Berichtigungsnachweise.

Die Vereinigung der Gebührenplätze L/S und O gewährleistet insbesondere bei Einsatz von Buchungsmaschinen einen beschleunigten Belegumlauf innerhalb der F.. Es ist beabsichtigt unter Hinzunahme der Aufgaben des Sperr- und Stundungsplatzes sogenannte Karteiplätze zu schaffen.

Literatur: H. Nemitz, Der Fernmelderechnungsdienst bei der DBP, Bd. 48 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar 1962. *Breidt*

Fernmelderecht. Unter F. versteht man den Inbegriff derjenigen gesetzlichen Bestimmungen, die das Fernmeldewesen der BRD in rechtlicher Beziehung regeln. Die fernmelderechtlichen Gesetze und Verordnungen haben in erster Linie die Aufgabe, die sich aus der Fernmeldehoheit des Bundes ergebenden Rechte und Pflichten näher zu umreißen und die Voraussetzungen für die Benutzung der Einrichtungen des Fernmeldewesens festzulegen. Die Bestimmungen über den Inhalt, Umfang und strafrechtlichen Schutz der → Fernmeldehoheit sind im Gesetz über Fernmeldeanlagen (FAG) enthalten, während sich das → Benutzungsrecht vornehmlich in den → Benutzungsverordnungen, zum Teil aber auch im FAG (→ Zulassungszwang, → Fernmeldegeheimnis) findet. Zum F. gehören weiterhin das → Fernmeldeleitungsrecht, das in der Hauptsache im → Telegrafenwegegesetz geregelt ist und das der DBP die Unterbringung ihrer Fernmeldeanlagen (FMA) auch außerhalb der in ihrem Eigentum stehenden Liegenschaften ermöglichen soll, sowie das → Kollisionsrecht, das sich mit der rechtlichen Seite der Verhütung bzw. Folgebeseitigung von Beeinträchtigungen befaßt, die durch das Zusammentreffen von FMA mit anderen Anlagen — vornehmlich Starkstromanlagen — entstehen. Systematisch stellt das F. einen Zweig des Verwaltungsrechts dar und gehört damit, von wenigen Ausnahmen abgesehen, dem öffentlichen Recht an. Hieran ändert auch nichts die Tatsache, daß für die Geltendmachung einer Anzahl von Ansprüchen, die ihre Grundlage im F. finden, der → Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet ist.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., Hamburg-Berlin 1962 — Neugebauer, Fernmelderecht mit Rundfunkrecht, Berlin 1929. *Aubert*

Fernmeldesatellit. Ein Satellit für die Übertragung von Nachrichtensignalen, bisher immer zwischen Funkstellen auf der Erde. Es werden unterschieden passive (→ Echo) und aktive F. Aktive F. (z. B. → INTELSAT-Satelliten) sind mit Empfangs- und Sendeeinrichtungen ausgerüstet. Das einfallende Signal wird verstärkt und auf einer anderen Frequenz wieder abgestrahlt. Nach ersten Versuchen mit F. mit eingebauten Magnetbändern und passiven F. folgten 1962/64 die bahnbrechenden F.-Versuchsprogramme → TELSTAR, → RELAY und → SYNCOM. Kommerzielle Anwendung der F. ab 1964 mit INTELSAT-Satelliten nach Einrichtung der Organisation des → INTELSAT. Weitere Versuchs-F. der NASA 1966/69 (→ ATS). Die UdSSR richtete sich ab 1965 ein eigenes F.-System ein (→ MOLNIJA). F. des INTELSAT-Systems haben heute eine große wirtschaftliche Bedeutung für Fernsprech-, Telegrafie-, Daten- und Fernsehübertragungen erlangt.

Literatur: K. W. Gatland, Telecommunication Satellites, Iliffe Book Limited, London 1964.

Fernmelde-Schaltplatten → Fernsprech-Anlagen der EVU.

Fernmeldeschnüre (Fertigung). 4 Arten von F. sind gebräuchlich: 1. Anschlußschnüre zur Verbindung von Anschlußdose und Fernsprecher, 2. Geräteschnüre zur Verbindung des Handapparates mit Fernsprecher, 3. Vermittlungsschnüre (Stöpselschnüre) für Vermittlungsschränke und 4. Hebdrehwählerschnüre. Alle F. müssen im Betrieb leicht bewegbar sein. Angesichts der kurzen Längen spielt elektrischer Widerstand keine Rolle. Bei der Fertigung werden Schnurkörper in möglichst großen Längen hergestellt. Es müssen aus diesen die Einzelschnüre ausgestaltet werden. Anschlußschnüre erhalten Drahtlitzenleiter mit 18 blanken Kupferdrähten von 0,1 mm ⌀ (Querschnitt 0,14 mm²). Die drei anderen Schnurarten haben Lahnlitzenleiter. Ein dünnes blankes Kupferband von 0,3 × 0,02 mm, um einen Textilfaden gesponnen, bildet den Lahnfaden. Meistens werden 21 Lahnfäden zum Lahnlitzenleiter verseilt. Die neue gewendelte Handapparateschnur besitzt Lahnlitzenleiter mit 7 Lahnfäden. Über diesen Litzenleiter wird mit einer Schneckenpresse eine Polyvinylchlorid-(PVC-)Hülle gepreßt. Die erforderlichen Schnuradern werden sodann miteinander verseilt. Während früher die Litzenleiter mit Seide umsponnen wurden und nur bei Verwendung in feuchten Räumen Gummiisolierung üblich war, erhalten jetzt nur die Lahnlitzenleiter der Vermittlungs- und Hebdrehwählerschnüre Isolierung aus 2 Lagen aufgesponnener Kunstseide und Perlonumflechtung. Anschluß- und Geräteschnüre erhalten PVC-isolierte Adern. Bei einer älteren Handapparateschnur und bei Hebdrehwählerschnüren werden die Adern offen verseilt (ohne PVC-Mantel). Während früher F. Textilaußenumflechtung hatten, die wasserdurchlässig war, werden seit etwa 10 Jahren Anschlußschnüre, jetzt auch gewendelte Geräteschnüre mit geschmeidiger PVC-Hülle, umpreßt. Farbe des PVC-Mantels wird der Farbe des Fernsprechgehäuses angepaßt. Die früher für Aderisolierung und Ummantelung von F. verwendete Gummihülle hatte infolge geringer Alterungsbeständigkeit nur kurze Lebensdauer. Daher wurden die Gummihüllen durch Hüllen aus weichen PVC-Mischungen ersetzt. Bei der Ausgestaltung der F. werden die Schnurkörper auf vorgeschriebene Länge geschnitten. (180 mm kürzeste Hebdrehwählerschnur, bis zu 6000 mm Anschlußschnur.) Sodann wird der Mantel abgesetzt. Die Adern werden auf erforderliche Länge geschnitten und, soweit nötig, abgebunden und mit Kabelschuhen oder Ösen versehen. Die textilisolierten Adern der Hebdrehwählerschnüre werden abgebunden. Entsprechend

den unterschiedlichen Aderzahlen und der dem Aufbau der Anschlußeinrichtungen angepaßten unterschiedlichen Ausgestaltung der beiden Schnurenden gibt es viele Typen der 4 Schnurarten.

Literatur: Vorschriften für Schnüre für Fernmeldeanlagen, VDE 0814/7. 62, VDE-Verlag Berlin (soll neu bearbeitet werden).

Leichsenring

Fernmeldeschulamt Darmstadt (FSA) hat die Aufgabe, im Geschäftsbereich der DBP zentrale Lehrgänge für die Aus- und Fortbildung des Personals im Fernmeldewesen durchzuführen. Es besteht als selbständiges Amt seit dem 2. 1. 1961. Sein Amtsvorsteher (Beamter der Laufbahn des höheren fernmeldetechnischen Dienstes) hat als Leiter einer unteren Bundesbehörde alle verwaltungsmäßigen Zuständigkeiten wie die Amtsvorsteher aller anderen → Ämter des Fernmeldewesens. Dem FSA unterstehen die Lehrstätten in Darmstadt und Kleinheubach, bei denen → Dozenten und → Lehrbeamte den Unterricht erteilen. Daneben werden beim FSA Verwaltungs- und Laborkräfte beschäftigt. Das FSA untersteht der Dienstaufsicht und Weisungsbefugnis des → Fernmeldetechnischen Zentralamts in Darmstadt.

Fernmeldeschulen sind Sonderstellen der OPDn. Sie unterstehen der Dienstaufsicht der Ausbildungsreferenten und sind für die Durchführung bezirklicher und bei geschäftsführenden OPDn auch überbezirklicher → Aus- und Fortbildungslehrgänge oder lehrgangsähnlicher Unterweisungen zuständig. Der Leiter (Beamter des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes) der F. ist für den Lehrbetrieb verantwortlich.

Fernmeldeschutzschalter dienen — wie Rücklötauslöser und Umkehrauslöser — zum Absichern von Einzelstromkreisen in Nachrichtenanlagen. Zur Abschaltung des Stromes wird ein kombiniertes thermisch-magnetisches System verwendet. Die thermische Auslösung in Form eines Bimetallstreifens schaltet Stromstärken über den Nennwert nach einer bestimmten Zeit ab, z. B. bei der doppelten Nennstromstärke innerhalb von 40 Sekunden (s. Bild 1).

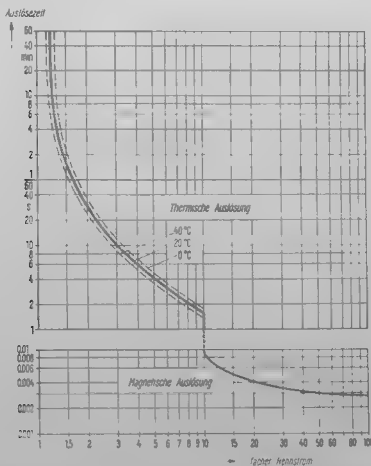


Bild 1.
Auslösekennlinie des kombinierten Fernmeldeschutzschalters.

Der magnetische Auslöser schaltet beim 11fachen Nennstrom in etwa 6 ms ab (Kurzschlußauslösung). — Für Relaisstromkreise werden Schutzschalter bevorzugt, die nur ein schnell arbeitendes elektro-magnetisches Auslösesystem enthalten. Die Auslösung wird schon bei 1,5facher Nennstromstärke wirksam. Kombinierte Schutzschalter eignen sich besonders zum Absichern von Stromkreisen, in denen kurzzeitig verhältnismäßig hohe Stromspitzen auftreten.

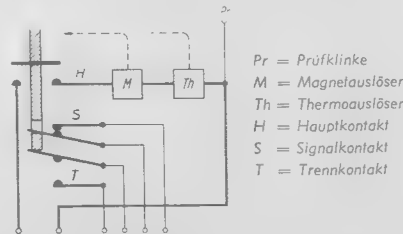


Bild 2. Schaltung des kombinierten Fernmeldeschutzschalters.

Bild 2 zeigt die grundsätzliche Schaltung eines kombinierten Schutzschalters. Im Hauptstromkreis liegen der Hauptkontakt, die Magnetspule des elektromagnetischen Auslösers und die Thermowicklung des Bimetallauslösers in Reihe. Die Hilfskontakte — Signalkontakt (gibt Alarm) und Trennkontakt

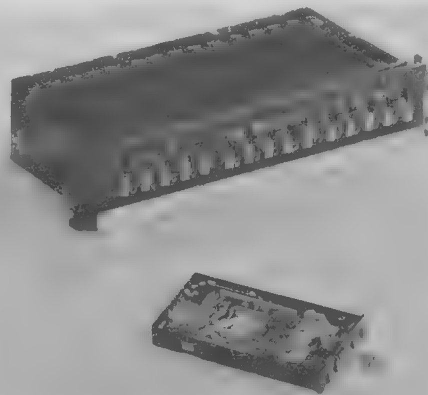


Bild 3. Fernmeldeschutzschalter und 15teiliger Schalterstreifen.

(trennt beispielsweise Belegungsstromkreis des geschützten Schaltgliedes auf) — sind vom Hauptstromkreis unabhängig. Die Prüfbuchse ist unmittelbar mit dem Hauptstromkreis verbunden. Über diese Buchse können die Auslösesysteme des Schalters mit Hilfe des Prüfgerätes für F. mit einem bestimmten, einstellbaren Strom belastet werden.

Der Schaltzustand des Schutzschalters ist an einer farbig markierten Schaltstange zu erkennen (eingedrückt: Betriebszustand — herausgesprungen: elektrisch ausgelöst, Alarm — Mittelstellung: von Hand ausgelöst, ohne Alarm). Die elektrische Auslösung ist auch dann sichergestellt, wenn die Schaltstange mit der Hand eingedrückt festgehalten wird.

Mehrere F. werden zu Schaltstreifen vereinigt. Bild 3 zeigt eine 15teilige Einheit, die mit ihrer Länge von 200 mm dem Einbaumaß von Mehrfachbauteilen für Klinkenfelder und zugleich den äußeren Abmessungen eines 15teiligen Feinsicherungsstreifens entspricht.

Die Kennwerte gebräuchlicher F. sind in der nachstehenden Übersicht angegeben:

	Nennstrom A	Auslösestrom thermisch A	Auslösestrom magnetisch A	Kennfarbe
Auslösung thermisch + magnetisch	0,1	0,2	1,1	rot
	0,16	0,3	1,76	orange
	0,3	0,6	3,3	schwarz
	0,4	0,8	4,4	braun
	0,5	1,0	5,5	weiß
	0,8	1,6	8,8	grau
	1,0	2,0	11,0	rot
	1,6	3,2	17,6	orange
	2,0	4,0	22,0	blau
	3,0	6,0	33,0	schwarz
Auslösung magnetisch	0,1		0,15	rot
	0,2		0,3	blau
	0,4		0,6	braun
	0,8		1,2	grau
	2,0		3,0	blau
	4,0		6,0	braun

Gänsler

Fernmeldeschutzschalterprüfgerät → Prüfgerät für Fernmeldeschutzschalter.

Fernmeldestrafrecht. Gesetzliche Bestimmungen strafrechtlicher, strafprozessualer und polizeirechtlicher Art, die sich auf das Fernmeldewesen beziehen, finden sich z. T. in den fernmelderechtlichen Gesetzen selbst, z. T. im StGB und in der StPO.

1. Materielles Strafrecht.

1.1. Im Rahmen fernmelderechtlicher Gesetze.

1.1.1. Strafrechtlicher Schutz der → Fernmeldehoheit. Strafrechtlich werden die dem Bund zustehende Fernmeldehoheit und ihre Ausübung durch den BPMin durch die §§15, 16 FAG geschützt. Insoweit kommen folgende Straftatbestände in Betracht. 1.1.1.1. Errichten und Betreiben einer Fernmeldeanlage (FMA) entgegen den Bestimmungen des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG). Nach §15 Abs. 1 und 3 FAG ist das Errichten und Betreiben einer FMA entgegen den Bestimmungen des FAG unter Strafe gestellt. Bei vorsätzlichem Handeln kann auf Gefängnis oder Geldstrafe erkannt werden; auch ist bereits der Versuch strafbar. Bei Fahrlässigkeit ist lediglich Geldstrafe vorgesehen. Außerdem bedarf es in diesem Falle eines Antrages der DBP. Errichtet ist eine FMA dann, wenn sie »derartig vollständig hergestellt und derartig fertig ist, daß sie zur Erfüllung ihres Zweckes geeignet ist«. Betrieben wird eine FMA dann, wenn sie zur Übermittlung von Nachrichten oder von Gesprächen oder — bei Funkanlagen — zum Aussenden oder zum Empfang von elektrischen Wellen benutzt wird. Entgegen den Bestimmungen des FAG wird eine FMA dann errichtet oder betrieben, wenn es entweder an der nach § 2 FAG erforderlichen Genehmigung fehlt, oder — bei genehmigungsfreien FMA — sich die Anlage nicht mehr innerhalb der durch § 3 FAG festgelegten Grenzen hält, sie z. B. für einen Nachrichtenaustausch benutzt wird, der über den »inneren Betrieb« der Behörde, Transportanstalt usw. hinausgeht. 1.1.1.2. Errichten und Betreiben einer FMA unter Verletzung der der Genehmigung beigefügten Auflagen. Strafbar macht sich auch, wer vorsätzlich oder fahrlässig eine genehmigungspflichtige FMA unter Verletzung von »Verleihungsbedingungen« errichtet, ändert oder betreibt (§15 Abs. 2a). Im Gegensatz zu §15 Abs. 1 FAG (vgl. vorstehend) handelt es sich hier um Fälle, bei denen die FMA zwar genehmigt ist, der Inhaber der Anlage sich aber nicht an die der Genehmigung beigefügten Auflagen hält, z. B. Funknachrichten von Behörden abhört, die für seine Anlage nicht bestimmt sind (Polizeifunk u. a.). 1.1.1.3. Nichtbefolgung von Anordnungen der DBP nach Fortfall der Genehmigung. Dieser Straftatbestand, der durch § 15 Abs. 2b) FAG geregelt wird, bezieht sich auf Verstöße gegen Anordnungen der DBP, die diese trifft, um das Außerbetriebsetzen einer nicht mehr genehmigten FMA sicherzustellen. 1.1.1.4. Behinderung der DBP an der Ausübung ihrer Überwachungsrechte. Das der DBP nach § 6 FAG zustehende Recht, genehmigungspflichtige FMA auf Einhaltung der Genehmigungsbedingungen und genehmigungsfreie Anlagen daraufhin zu überwachen, ob sich ihre Errichtung und ihr Betrieb innerhalb der gesetzlichen Grenzen halten, wird durch § 16 FAG strafrechtlich geschützt. Unter Strafe gestellt ist sowohl die Verhinderung oder Störung von Überwachungsmaßnahmen als auch die Verweigerung oder unrichtige Erteilung von Auskünften durch den Inhaber der FMA bei der Durchführung der Überwachung § 16 FAG ist Antrags-. delikt; antragsberechtigt ist die DBP. 1.1.2. Notzeichenmißbrauch. Strafbar ist nach § 17 der Mißbrauch eines Notzeichens, das für Funkanlagen bei Not oder Gefahr in der Seefahrt, Binnenschiffahrt, Luftfahrt oder bei Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs vorgesehen ist. Hierunter fallen vor allem die in der »Vollzugsordnung für den Funkdienst« (VOFunk) festgelegten Notzeichen für See- und Luftfahrzeuge (SOS, MAY-DAY). Mißbräuchliche Benutzung liegt dann vor, wenn das Zeichen gesendet wird, ohne daß die Voraussetzungen dafür vorliegen. 1.1.3. Schutz des → Fernmeldegeheimnisses. Das Fernmeldegeheimnis ist strafrechtlich in erster Linie durch § 355 StGB geschützt (vgl. nachstehend unter 1.2.2.). Das FAG enthält in § 18 lediglich eine ergänzende Bestimmung, die sich auf die Personen bezieht, die nach § 11 FAG zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses verpflichtet sind (→ Fernmeldegeheimnis unter 2.3.). Empfangen diese mit ihrer Funkanlage Nachrichten, die von einer öffentlichen Zwecken dienenden FMA übermittelt werden und für ihre Funkanlage nicht bestimmt sind, so machen sie sich strafbar, wenn sie den Inhalt oder

auch nur die Tatsache des Empfangs anderen mitteilen. 1.1.4. Verhinderung oder Störung des Betriebes von Funkanlagen. Nach § 19 Abs. 1 FAG wird bestraft, wer in der Absicht, den Betrieb einer Funkanlage zu verhindern oder zu stören, elektrische Arbeit verwendet oder für die Anlage bestimmte elektrische Arbeit entzieht, wenn die Verhinderung oder Störung eingetreten ist. Dient die gestörte Funkanlage nichtöffentlichen Zwecken, wird die Tat nur auf Antrag verfolgt. § 19 FAG ergänzt die Bestimmungen des StGB über den Schutz von FMA (vgl. nachstehend unter 1.2.1.) und bildet in folgenden Fällen, die von §§ 316b, 317 StGB nicht erfaßt werden, die Grundlage für eine Bestrafung: 1.1.4.1. Wenn es sich bei der gestörten Funkanlage um eine nicht öffentlichen Zwecken dienende FMA (Ton- oder Fernsehrundfunkempfangsanlage, Amateurfunkstation) handelt, oder 1.1.4.2. wenn der Betrieb einer Funkanlage nicht durch Entziehung, sondern durch Verwendung elektrischer Arbeit (Störsender) verhindert oder gestört wird. Da § 19 FAG als Voraussetzung für die Bestrafung einen von der Handlung getrennten äußeren Erfolg verlangt — Eintritt der Verhinderung oder Störung —, gehört er zur Gruppe der Erfolgsdelikte. 1.1.5. Einziehung. § 20 FAG, der sich mit der Einziehung von FMA bei Verstößen gegen § 15 FAG befaßt und unter bestimmten Voraussetzungen eine Einziehung zwingend vorschrieb, ist durch Art. 134 des Einführungsgesetzes zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. 5. 1968 (BGBl. I S. 503) geändert worden und hat nunmehr folgenden Wortlaut: »Fernmeldeanlagen, auf die sich eine Straftat nach § 15 bezieht, können eingezogen werden.« Die Einziehung ist somit künftig stets in das Ermessen des Richters gestellt. 1.1.6. Verstöße gegen das Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten (HfrGerG). Durch Art. 135 des Einführungsgesetzes zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. 5. 1968 (BGBl. I S. 503) ist § 8 HfrGerG dahingehend geändert worden, daß das Betreiben von Hochfrequenzgeräten im Sinne des § 1 Abs. 1 des Gesetzes ohne Genehmigung nicht mehr eine Übertretung, sondern nur noch eine Ordnungswidrigkeit darstellt. Verstöße können mit einer Geldbuße bis zu 10000,— DM geahndet und die Geräte, auf die sich die Ordnungswidrigkeit bezieht, eingezogen werden. Die für die Verfolgung der Ordnungswidrigkeit zuständige Verwaltungsbehörde ist die OPD. Die Geldbußen werden zur Postkasse vereinnahmt.

1.2. Materielles Strafrecht im Rahmen des StGB. 1.2.1. Strafrechtlicher Schutz der FMA. Nach § 316b StGB wird bestraft, wer den Betrieb der Post dadurch verhindert oder stört, daß er eine dem Betrieb dienende Sache zerstört, beschädigt, beseitigt, verändert oder unbrauchbar macht oder die für den Betrieb bestimmte elektrische Kraft entzieht, wobei auch der Versuch strafbar ist. § 316b schützt somit nicht nur FMA, sondern sämtliche, dem Betrieb der DBP dienende »Sachen«, somit auch Werkstätten nebst ihrem Zubehör, im Fernmeldebaudienst eingesetzte Kraftfahrzeuge u. a. Voraussetzung für die Anwendbarkeit des § 316 b ist allerdings, daß durch den rechtswidrigen Eingriff der »Betrieb der DBP«, d. h. die Abwicklung des Dienstes, verhindert oder gestört wird. Die Zerstörung, Beschädigung usw. von FMA oder einzelner ihrer Bestandteile stellt nur dann eine Verhinderung oder Störung des Betriebes dar, wenn die Nachrichtenübermittlung durch den Eingriff beeinträchtigt wird.

Ergänzt wird § 316b durch § 317. Hiernach wird auch derjenige bestraft, der den Betrieb einer öffentlichen Zwecken dienenden FMA dadurch verhindert oder gefährdet, daß er eine dem Betrieb dienende Sache zerstört, beseitigt, verändert oder unbrauchbar macht oder die für den Betrieb bestimmte elektrische Kraft entzieht. § 317 ist gegenüber § 316 b insoweit enger, als er sich nur auf den Schutz von FMA und nicht auf den anderer, dem Betrieb der DBP dienender Sachen bezieht. Andererseits werden durch § 317 alle »öffentlichen Zwecken« dienende FMA geschützt, somit nicht nur die FMA der DBP, sondern auch diejenigen, die unmittelbar oder mittelbar der Allgemeinheit zugute kommen (Polizei, Elektrizitätsversorgungsunternehmen u. a.). Voraussetzung für eine Bestrafung nach § 317 ist auch nicht, daß der »Betrieb der DBP« verhindert oder gestört wird, vielmehr reicht die bloße Gefährdung des Betriebes einer einzelnen FMA aus. Auch genügt für § 317 Fahrlässigkeit, während § 316b Vorsatz verlangt. 1.2.2. Strafrechtlicher Schutz des Fernmeldegeheimnisses. Soweit der strafrechtliche Schutz des Fernmeldegeheimnisses im StGB geregelt ist, ist § 355 einschlägig, der die Verfälschung oder Unterdrückung von Telegrammen sowie die rechtswidrige Unterrichtung Dritter über den Inhalt von Telegrammen und Ferngesprächen unter Strafe stellt. Bestraft wird auch, wer einem anderen wissentlich eine dieser Handlungen gestattet oder ihm dabei wissentlich Hilfe leistet. Als Täter im Rahmen des § 355 kommen nur Angehörige der DBP in Betracht oder Personen, die mit der Beaufsichtigung oder Bedienung einer öffentlichen Zwecken dienenden Telegrafenanstalt betraut sind.

2. Strafprozeßrecht.

2.1. Eingriffe in das Fernmeldegeheimnis. Mit Eingriffen in das Fernmeldegeheimnis im Rahmen der StPO in Form der Beschlagnahme von Telegrammen sowie des Abhörens des Fernsprechverkehrs und des Mitlesens des Fernschreibverkehrs befassen sich die §§ 99 bis 101 b StPO (→ Fernmeldegeheimnis unter 4.1.3. und 4.1.5.).

2.2. Durchsuchung. Nach § 104 StPO ist bei einer Strafverfolgung die Durchsuchung einer Wohnung, eines Geschäftsraumes oder eines befriedeten Besitztums zur Nachtzeit nur bei Verfolgung auf frischer Tat, bei Gefahr im Verzug oder zwecks Wiederergreifung eines entwichenen Gefangenen zulässig. Eine Ergänzung dieser Bestimmung enthält § 21 Abs. 1 FAG, der — unter dem Gesichtspunkt der »Gefahr im Verzug« — eine Durchsuchung zur Nachtzeit stets dann für zulässig erklärt, wenn sich in den Räumen oder auf dem Besitztum eine Funkanlage befindet und der begründete Verdacht besteht, daß bei ihrer Errichtung oder ihrem Betrieb eine nach § 15 FAG strafbare Handlung (vgl. vorstehend unter 1.1.1.1.) begangen wird oder begangen worden ist.

3. Polizeirecht. § 22 FAG gehört rechtssystematisch zum Polizeirecht. Er bestimmt, daß die Polizei unbefugt errichtete, geänderte oder unbefugt betriebene FMA außer Betrieb zu setzen oder zu beseitigen hat, wobei es einer vorherigen Androhung nicht bedarf. Hiernach ist die Polizei in diesen Fällen zum Einschreiten nicht nur berechtigt, sondern verpflichtet, und zwar unter dem Gesichtspunkt einer ihr durch Gesetz auferlegten Pflicht zur Amtshilfe.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 227 ff. *Aubert*

Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ).

Geschichtliche Entwicklung. Sie beginnt 1859 mit der Gründung der preußischen Telegrafenschule in Berlin, die neben der wissenschaftlichen Ausbildung der Telegrafenbeamten auch wichtige technische und betriebliche Aufgaben zu erfüllen hatte. Als Vorläufer des FTZ sind insbesondere das Telegrafentechnische Reichsamt (TRA), das Reichspostzentralamt (RPZ), die Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost (RPF) und das Post- und Fernmeldetechnische Zentralamt (PFZ) zu nennen. Das TRA wurde 1919 in Berlin zur Entlastung des damaligen Reichspostministeriums (RPM) aus dem Telegrafenversuchsamt, dem Telegrafenapparateamt, dem Fernsprechlinienbüro und dem Funkbetriebsamt gebildet. Das neue Amt wurde mit der Wahrnehmung umfassender zentraler, jedoch nichtministerieller Aufgaben aus dem Telegrafen-, Fernsprech- und Funkwesen betraut und erhielt, wie seinerzeit die → Oberpostdirektionen, den Status einer höheren Reichsbehörde (heute → Mittelbehörde). Das Telegrafenversuchsamt (zuvor Ingenieurbüro des Reichspostamts), das Telegrafenapparateamt und das Fernsprechlinienbüro waren bis dahin Dienststellen des RPM gewesen, das Funkbetriebsamt ein dem RPM unmittelbar unterstelltes selbständiges Amt. Das TRA wurde 1928 in Reichspostzentralamt umbenannt. Gleichzeitig wurden dem RPZ zentrale Aufgaben aus dem Postwesen zugeteilt. Die geschichtliche Entwicklung bis 1928 sowie die Aufgabenstellung und Gliederung des RPZ sind im Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929, unter »Telegraphentechnisches Reichsamt« näher aufgezeichnet. Die RPF wurde 1937 mit Sitz in Berlin als fernmeldetechnische Mittelbehörde eingerichtet. Ihr wurden zunächst die umfangreichen Arbeiten aus dem Bereich des Fernsehens, die bis dahin beim RPZ gelegen hatten, und später weitere artverwandte Aufgaben aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik übertragen. Das RPZ und die RPF stellten ihre Arbeiten 1945 bei Kriegsende ein. In ihrer Nachfolge wurde 1947 beim Zusammenschluß der britischen und amerikanischen Besatzungszonen das PFZ in Frankfurt am Main gegründet. Seine Aufgaben wurden am 19. 3. 1949 auf das FTZ und das → Posttechnische Zentralamt (PTZ) spartenweise aufgeteilt. Beide Ämter haben seitdem ihren Sitz in Darmstadt.

Stellung und Unterbringung. Im Verwaltungsaufbau der DBP, die nach Art. 87 Abs. 1 des Grundgesetzes in bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsbau geführt wird, untersteht das FTZ unmittelbar dem → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM). Es ist als mittlere Bundesbehörde den OPDn gleichgestellt, unterscheidet sich von den OPDn aber generell dadurch, daß sich sein räumlicher Zuständigkeitsbereich, wie der des BPM, auf das gesamte Bundespostgebiet erstreckt. In letzter Zeit wird von verschiedenen Seiten jedoch darauf hingewiesen, daß dem FTZ aufgrund seiner zentralen Aufgaben und Zuständigkeiten, der großen Bedeutung und seines Wirkungsbereichs (Reichweite des Handelns) im Rahmen des Behördenaufbaus der DBP der Rang einer Bundesoberbehörde zukommen könne.

Das FTZ ist nahezu geschlossen in Darmstadt auf einem ehemaligen Kasernengelände und in vier außenliegenden Mietgebäuden untergebracht. Die Kasernen wurden soweit möglich für die technisch-wissenschaftlichen Arbeiten umgebaut. Neue Laboratoriumsbauten, ein Verwaltungsgebäude, Antennenanlagen und andere technische Einrichtungen wurden zusätzlich auf dem FTZ-Gelände erstellt. Bei der ständigen Ausweitung der Arbeiten und dem Hinzukommen neuer Aufgaben reichen die vorhandenen Bauten jedoch nicht aus, um alle Stellen des FTZ sachgerecht unterzubringen. Geplant sind Neubauten für das → Forschungsinstitut des FTZ und die zentrale Versuchswerkstatt des FTZ, einige Erweiterungsbauten sowie ein großes Wohnheim für das dem FTZ z.Z. unterstellte → Fernmeldeschulamt Darmstadt. Im Raum Leeheim — 15 km von Darmstadt entfernt — besitzt das FTZ große Antennen-Meßgelände für Forschungs- und Versuchszwecke. Daneben bestehen noch kleine Meßstellen des FTZ auf dem Predigtstuhl bei Bad Reichenhall, in Kranzbach (Oberbayern), Hambach (Weinstraße) und andere. Eine größere Außenstelle des FTZ mit drei Forschungsgruppen befindet sich in Berlin in einem Teil des ehemaligen RPZ-Dienstgebäudes. In München besteht ein Dauerprüflabor des FTZ, das sich vornehmlich mit Einzelaufgaben aus der Kontaktphysik befaßt.

Aufgaben. Das FTZ hat nach der → Zuständigkeitsordnung für das Fernsprech-, Telegrafen- und Funkwesen im allgemeinen innerhalb der vom BPM erlassenen Vorschriften alle außerhalb des eigentlichen Geschäftskreises des BPM liegenden Aufgaben der allgemeinen Verwaltung, des Betriebs, der Entwicklung, Planung und Bauführung sowie der Technik, die einheitlich für das ganze Bundesgebiet geregelt werden müssen, zu behandeln. Es hat sie durch eigene Forschung, Untersuchungen und praktische Tätigkeit zu fördern, das Beschaffungswesen zusammenzufassen und die OPDn zu beraten. Das BPM trifft im Rahmen seiner Leitungsaufgaben u. a. grundsätzliche Entscheidungen über die betriebliche und technische Weiterentwicklung sowie über die Benutzungsbedingungen und Gebühren im Fernmeldewesen. Das FTZ beobachtet hierzu den technischen und technologischen Fortschritt, stellt der Industrie Entwicklungsaufgaben und schlägt dem BPM, soweit ihm nicht selbst die Entscheidungsfreiheit zusteht, die jeweils optimale Lösung zur allgemeinen Einführung vor. Seine Vor- und Zuarbeit für das BPM umfaßt die Behandlung

und Förderung von Betrieb, Technik und Verwaltung im weitesten Sinn. Es hat dabei die Entwicklungen im In- und Ausland zu beobachten, Erfahrungen und Erkenntnisse zu sammeln und auszuweiten, Anregungen aufzugreifen, Ermittlungen anzustellen, Erprobungen und Prüfungen durchzuführen. Die Lösungen oder Lösungsvorschläge des FTZ schließen allgemein eine Vielzahl wissenschaftlicher Einzeluntersuchungen und vorbereitender technischer, betrieblicher, verkehrsmäßiger, verwaltungsmäßiger und vor allem wirtschaftlicher Überlegungen ein. Das FTZ sorgt für Modernisierung, Typisierung und Normung der Bauformen, erarbeitet einheitliche Planungsrichtlinien für alle fernmeldetechnischen Investitionsbereiche und beschafft selbst zentral in großem Umfang Fernmeldeeinrichtungen und -geräte. Diese Aufgaben haben sowohl eine große betriebswirtschaftliche als auch volkswirtschaftliche Bedeutung. Das FTZ befaßt sich nicht mit der Entwicklung und Herstellung industriereifer Produkte. Die DBP überläßt die Entwicklung der Fernmeldegeräte vom Prototyp bis zur Fertigungsreife ausschließlich der Industrie. Im FTZ werden lediglich zur Durchführung von Forschungsaufgaben oder für Zwecke der Entwicklungssteuerung vereinzelt Labormuster hergestellt. Für die von der Fernmeldeindustrie zu liefernden Fernmeldegegenstände erarbeitet das FTZ die Pflichtenhefte und Lieferbedingungen. Es schafft weiter die Grundlagen für die Durchführung der Güteprüfung dieser Gegenstände, steuert fachlich die Güteprüfstellen in den OPD-Bezirken, berät sie und prüft in der Zentralen Güteprüfstelle in besonderen Fällen die vertragsgemäße Ausführung von Gegenständen nach. Wichtige zentrale Aufgaben erfüllt das FTZ mit der Strukturplanung für die Fernmeldenetze, der überbezirklichen Koordinierung des Netzausbaus und der Entwicklung von Verfahren und Richtlinien zur optimalen Beschaltung der Fernmeldeeinrichtungen. Die Verkehrstheorie bietet in Verbindung mit der elektronischen Datenverarbeitung große Möglichkeiten zur Verbesserung der Netzstruktur und Rationalisierung des Netzausbaus. Das FTZ besitzt mehrere moderne hochleistungsfähige elektronische Datenverarbeitungsanlagen, die für Aufgaben der Betriebslenkung im Fernmeldewesen und der Optimierung der Fernmeldenetze sowie für wissenschaftliche Aufgaben eingesetzt werden. An konkreten Einzelbauvorhaben der Vermittlungs-, Übertragungs-, Funk- oder Linientechnik ist das FTZ beteiligt, wenn diese überbezirkliche Bedeutung haben oder technische Besonderheiten (Einzellösungen, neue Techniken) aufweisen. Es ist vor allem Sache des FTZ, die technische Entwicklung in diesen Bereichen zu steuern, technisch-betriebliche Normen zu setzen und die OPDn durch Herausgabe von Vorschriften und Richtlinien allgemein in den Stand zu versetzen, ihre bezirklichen Führungsaufgaben im Bereich von Planung, Bau und Betrieb selbständig zu erfüllen. Eine Hauptaufgabe des FTZ ist die betriebs- und verwaltungstechnische Rationalisierung. Es erledigt in diesem Rahmen überbezirkliche betriebswirtschaftliche und arbeitswissenschaftliche Aufgaben, entwickelt fernmeldetechnische Norm- und Typengebäude sowie Fernmeldetypentürme in Stahlbeton. Eine weitere zentrale hochbautechnische Aufgabe ist für das FTZ der Funkturmbau. Zentrale Aufgaben sind dem FTZ auch in der Aus- und Fortbildung von Dienstkräften des Fernmeldewesens sowie in Erfindungs-, Patent- und Dokumentationsangelegenheiten übertragen; diese werden vom FTZ gemeinsam für das Post- und das Fernmeldewesen wahrgenommen. Als zentrale Aufgaben mit hoheitlichen Befugnissen sind z. B. die Verwaltung und Zuteilung der Funkfrequenzen sowie der Schutz der Funkdienste gegen Störungen zu nennen.

Das FTZ arbeitet in zahlreichen nationalen und internationalen Fachgremien mit, in denen Angehörige des FTZ die Vertretung der DBP hinsichtlich technischer und betrieblicher Fernmeldebelange weitgehend wahrnehmen. Sie sind z. B. in den Studienkommissionen und Arbeitsgruppen des Internationalen Beratenden Ausschusses für den Telegrafen- und Fernsprechdienst (CCITT), des Internationalen Beratenden Ausschusses für den Funkdienst (CCIR), der Europäischen Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen (→ CEPT) und der → Europäischen Rundfunkunion (IUR) tätig. In diesen Gremien werden die Grundlagen weltweiter Zusammenarbeit im Fernmeldewesen geschaffen, Normen für die verschiedenen internationalen technischen Systeme und Betriebsformen festgelegt und die Richtungen für die Entwicklung neuer Techniken angegeben. Das FTZ wirkt so an der Lösung internationaler technischer und betrieblicher Fernmeldeprobleme mit. Es liefert dazu Fachstudien und stellt mehrere Vorsitzer für Studienkommissionen und Arbeitsgruppen. Sein Beitrag zur erfolgreichen Arbeit der → Internationalen Fernmelde-Union (UIT) ist nennenswert und wird international anerkannt. In gleicher Weise ist das FTZ durch seine Angehörigen in den einschlägigen in- und ausländischen technisch-wissenschaftlichen Organisationen und Normenausschüssen vertreten (IEC, VDE usw.).

Dem FTZ obliegen ferner Aufgaben, die im Zusammenhang mit den Förderungsmaßnahmen der Bundesregierung für die Entwicklungsländer stehen. Das FTZ leistet bei solchen Projekten technische Hilfe und begutachtet die Projekte. Ihm obliegt die zentrale fachliche Betreuung der Postangehörigen, die als sachverständige Fernmeldeexperten im Rahmen von bi- und multilateralen Förderungsmaßnahmen in Entwicklungsländern tätig sind. Es betreut ausländische Führungskräfte und Praktikanten bei Studienaufenthalten in der BRD. Forschungsaufgaben werden im → Forschungsinstitut des FTZ, das eine Hauptabteilung des FTZ bildet, in solchen Bereichen wahrgenommen, in denen der DBP als alleiniger Trägerin des staatlichen Fernmeldeleitungsnetzes und der Funkhoheit spezifische Aufgaben gestellt sind. Auf das FTZ kommen ständig neue technische und betriebliche Aufgaben zu. U.a. führt insbesondere die schnelle Entwicklung im Bereich der Elektronik zu neuen Betriebsmitteln und Anwendungsmöglichkeiten. Diese Entwicklung ist u. a. gekennzeichnet durch die Erprobung quasi-elektronischer Vermittlungssysteme und die Einführung des → Datel-(Data-

Telecommunications-)Dienstes. Die quasi-elektronischen Vermittlungssysteme bieten erweiterte betriebliche Möglichkeiten und sind sehr raumsparend. Sie werden auf längere Sicht als Einheitstechnik die bisherige Standardtechnik ersetzen. Der Datel-Dienst soll die wirtschaftliche Ausnutzung der elektronischen Datenverarbeitung als bedeutendes Organisationsmittel der Zukunft fördern. In diesem Dienst wurde vom FTZ das → Datex-(Data-Exchange-)Netz entwickelt. Es ermöglicht den Verkehr beliebiger elektronischer Datenverarbeitungsanlagen miteinander bei viermal so hoher Übertragungsgeschwindigkeit wie im herkömmlichen → Telex-(Telegraph-Exchange-)Netz. Das FTZ beschäftigt sich auch intensiv mit den Problemen der modernen Zeitmultiplextechnik, die in den Bereichen der Vermittlungstechnik, der drahtgebundenen und drahtlosen Übertragungstechnik und der Linientechnik zu Strukturänderungen führen kann, die in ihrem Ausmaß heute noch nicht übersehbar sind. Gleiches gilt für neue Aufgaben und technische Probleme, die sich aus der Planung, dem Aufbau und dem Betrieb eines weltweiten kommerziellen Satelliten-Fernmeldesystems ergeben. Auch in klassischen Arbeitsbereichen, wie in der Linientechnik, gibt es ständig Neu- und Weiterentwicklungen. So wird beispielsweise die Technik der Bauausführung durch Einführung leichter, kunststoffisolierter Kabel mit Kunststoffmantel durch lötfreie Adernverbindungen und durch flexible Kunststoff-Kabelkanäle unter dem Straßenpflaster verbessert und verbilligt.

Als besonderer Aufgabenbereich des FTZ ist seine zentrale Zuständigkeit für die Beschaffung von vielen Gegenständen des Fernmeldewesens wegen ihrer großen betriebs- und volkswirtschaftlichen Bedeutung und fiskalischen Verantwortung zu nennen. Die Beschaffung der dem Fernmeldewesen eigentümlichen, weitgehend nicht marktgängigen Gegenstände ist eine sowohl ordnungspolitisch als auch vergaberechtlich sehr wichtige Aufgabe. Ein weiteres Charakteristikum der fernmeldetechnischen Bedarfsdeckung liegt (zum Teil als Folge der besonderen postalischen Bedarfsstruktur) darin, daß die fernmeldetechnischen Teilmärkte auf der Anbieterseite öfter nur aus wenigen Unternehmen bestehen, die Marktform des Oligopols also nicht selten ist. Das FTZ besitzt die Ermächtigung zur Feststellung von Selbstkostenpreisen im Rahmen des öffentlichen Preisrechts. Das Vergabevolumen der zentralen Beschaffung für die Fernmeldedienste belief sich in den letzten Jahren beim FTZ — je nach Haushaltslage der DBP — auf etwa jährlich 1,0 bis 1,5 Milliarden DM.

Personal und Organisation. Das FTZ hatte 1949 rund 800 Bedienstete; Anfang 1968 waren es rund 1900 Arbeitskräfte, darunter etwa 240 mit wissenschaftlicher Vorbildung und etwa 600 Ingenieure. Diese Zunahme liegt in der Ausweitung vieler Aufgaben und dem Hinzukommen neuer Aufgaben begründet. Das FTZ ist damit über den früher einmal vorgesehenen Rahmen hinausgewachsen. Aus dem starken Aufgabenzuwachs und dem technischen Fortschritt sind beim FTZ Folgerungen hinsichtlich der Aufbauorganisation (→ Organisation) und Aufgabenverteilung zu ziehen. 1968 wurde das FTZ in vier Hauptabteilungen (HAbt) (→ Abteilungen) umgestaltet. Mit dieser Umgliederung wurde ein wesentlicher erster Schritt getan, um die Aufbauorganisation des FTZ den gegenwärtigen und künftigen Bedürfnissen, die von der stürmischen Entwicklung in der Nachrichtentechnik und den daraus entstehenden neuen Betriebs- und Verwaltungsformen anzupassen.

Das FTZ wird von einem → Präsidenten (Pr) geleitet, der rangmäßig den Präsidenten der größten Oberpostdirektionen gleichgestellt ist. Er vertritt die DBP gerichtlich und außergerichtlich und ist Dienstvorgesetzter der Angehörigen des FTZ. Sein ständiger Vertreter ist der Vizepräsident (VPr), der dem Pr unterstützend zur Seite steht. Der VPr ist von der Leitung einer HAbt freigestellt. Der Pr überträgt dem VPr Angelegenheiten aus seinem Funktionsbereich für dauernd, soweit nicht die Aufgaben des Pr als Dienstvorgesetzter betroffen sind.

Die Leitung des FTZ mit seinen vielfältigen technischen, technisch-wissenschaftlichen und ökonomischen Aufgaben ist äußerst schwierig. Für den Präsidenten des FTZ ist es eine nahezu unlösbare Aufgabe, für seine Leitungsentscheidungen sich allein noch ein geschlossenes Bild von der gesamten Nachrichtentechnik sowie dem technischen und betrieblichen Geschehen in allen nationalen und internationalen Fernmeldebereichen zu verschaffen. Dem Präsidenten ist daher in der wissenschaftlichen Betriebsführung eine Gruppe »Technisch-wissenschaftliche Vorschau« (TWV) als Stabsstelle beigegeben. Ihre Aufgabe ist es, bei Entscheidungen oder Zuständigkeiten, die dem Präsidenten vorbehalten sind, aus zentraler Sicht die Ausgangslage zu analysieren, die Entwicklung zu beurteilen und vorauszuschätzen oder anzuregen und geeignete Wege zu ermitteln, auf welchen die Nachrichtentechnik der DBP wirtschaftlich fundiert vorangetrieben werden kann. Die Gruppe TWV sammelt hierzu Informationen aus dem FTZ, aus nationalen und internationalen Quellen, die für die technische, verkehrsmäßige und betriebliche Entwicklung des Fernmeldewesens von Bedeutung sind, bereitet sie auf, wertet sie aus und stellt sie gegebenenfalls den technischen Fachabteilungen, mit denen sie ausschließlich gegenseitigen informatorischen Verkehr pflegt, zur Verfügung. Die Gruppe steht auch den Hauptabteilungsleitern (HAbtL) für ihre Leitungsaufgaben zur Verfügung. Sie übernimmt aber keine Fachaufgaben der technischen Fachabteilungen, deren Zuständigkeiten und Verantwortung durch die Einrichtung der Stabsstelle ungeschmälert bleiben.

Dem Präsidenten sind ferner die Abteilung (Abt) »Verwaltung« (Vw) und das Referat »Öffentlichkeitsarbeit« unmittelbar unterstellt. Die Abt Vw nimmt im wesentlichen Aufgaben der inneren Verwaltung des FTZ wahr, wie Personal-, Haushalts-, Liegenschafts-, Bauverwaltungs- und Rechtsangelegenheiten. Außerdem sind ihr auch einige technische Aufgaben, wie Hoch- und Wohnungsbau, Funkturmbau, Technik

und Ausstattung der Laboratorien, übertragen. Der Abt Vw sind die → Sonderstellen »Innerer Dienst« (Kanzlei, Hausverwaltung, Fernsprechvermittlung, Fernschreibstelle), Zeichen- und Fotostelle, Anweisungsstelle und Zentrale Versuchswerkstatt zugeteilt. Dem VPr untersteht unmittelbar das Referat »Organisation, Personalbemessung und Dienstpostenbewertung«.

Die vier HAbt sind dem Pr unmittelbar unterstellt. Die Hauptabteilungsleiter (HAbtL) sind von der Leitung einer Abt oder eines Forschungsbereichs freigestellt. Den HAbtL fällt bei ihren Leitungsfunktionen insbesondere die Festlegung von Zielsetzungen, die Behandlung langfristiger Probleme, die Aufstellung allgemeiner Grundsätze sowie die Anregung von Lösungen bei grundlegenden Fragen zu. Die HAbt A, B und C sind in Abteilungen, diese weiter in Referate, die HAbt D ist in Forschungsbereiche, diese weiter in Forschungsgruppen wie folgt gegliedert:

A — Drahtgebundene Fernmeldetechnik

A 1 — Vermittlungstechnik I (vornehmlich Entwicklungssteuerung und Erprobung, Bauelemente und Bauteile) mit 6 Referaten und den Sonderstellen »Zentrallabor für Bauelemente und Bauteile«, »Dauerprüflabor München«

A 2 — Vermittlungstechnik II (vornehmlich Planung, Aufbau, technischer Betrieb, Fernmeldestromversorgung und Technik der Teilnehmereinrichtungen) mit 6 Referaten

A 3 — Drahtgebundene Übertragungstechnik mit 8 Referaten

A 4 — Linientechnik, Sicherungs- und Sonderaufgaben mit 6 Referaten

B — Fernmeldedienste, Beschaffung, betriebswirtschaftliche Angelegenheiten

B 1 — Fernmeldedienste, internationale Angelegenheiten, Aus- und Fortbildung mit 7 Referaten

B 2 — Beschaffung mit 7 Referaten und der Sonderstelle »Zentrale Auftragsbuchhaltung«

B 3 — Betriebswirtschaftliche Angelegenheiten, Fernmeldezeug- und Werkstättenwesen mit 6 Referaten und der Sonderstelle »Zentrale Güteprüfstelle«

C — Fernmeldenetze, Funk

C 1 — Fernmeldenetze mit 4 Referaten und den Sonderstellen »Zentrales Schaltbüro«, »Abrechnungsbüro« und »Betrieb der Rechenanlagen«

C 2 — Funktechnik (ohne Aufgaben C 3 und C 4) mit 6 Referaten

C 3 — Richtfunk, Technik der beweglichen Landfunkdienste mit 6 Referaten

C 4 — Erde-Weltraum-Funk, Funkverwaltung mit 5 Referaten

D — Forschungsinstitut des FTZ

D 1 — Allgemeine Nachrichtentechnik mit 3 Forschungsgruppen

D 2 — Übertragungsverfahren mit 3 Forschungsgruppen

D 3 — Wellenausbreitung mit 3 Forschungsgruppen

D 4 — Festkörperelektronik mit 3 Forschungsgruppen

D 5 — Höchstfrequenztechnik mit 4 Forschungsgruppen.

Zur HAbt D gehört ferner die Zentralstelle der DBP für Dokumentation und Information mit 3 Gruppen sowie den Sonderstellen »Bücherei« und »Druckschriftenverwaltung und -vertrieb«.

Die tragende Einheit im organisatorischen Aufbau des FTZ ist das → Referat. Fallen in einem Referat Dienstgeschäfte in einem solchen Umfang an, daß der Referent nicht mehr selbst schöpferisch tätig werden oder die von den → Sachbearbeitern vorgelegten Entwürfe, Ausarbeitungen usw. nicht mehr ausreichend durch eigene Sachverhaltsanalyse und Abwägen der Entscheidungsgrundlagen überprüfen kann, werden Funktionen des Referenten auf einen Hilfsreferenten delegiert oder das Referat geteilt. Hilfsreferenten sind wie die anderen Führungskräfte in aufsteigender Linie Beamte des höheren Dienstes. Sie haben dem Referenten für einen genau abzugrenzenden Bereich die eingehende Sachverhaltsanalyse abzunehmen. Der Referent kann sich dann auf die Beurteilung aus der Gesamtsicht beschränken. In den von den Sachbearbeitern verwalteten Sachbereichen werden im allgemeinen in sich geschlossene Aufgaben oder Aufgabengruppen zusammengefaßt. Für die Zusammenfassung ist neben der fachlichen Zusammengehörigkeit der Aufgaben eine möglichst gleichmäßige Auslastung der einzelnen Sachbearbeiter ausschlaggebend. Die Sachbearbeiter sind Beamte des gehobenen Dienstes oder — in geringer Zahl — vergleichbare Angestellte. Für einfache technische und Verwaltungsarbeiten werden → Mitarbeiter beschäftigt.

Literatur: R. Tietz, »Das Fernmeldetechnische Zentralamt, Aufgaben, Stellung und Organisation«, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Nr. 1/1968, Josef Keller Verlag, 8130 Starnberg — R. Tietz, »Das Fernmeldetechnische Zentralamt, Umgliederung in vier Hauptabteilungen«, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Nr. 9/1968, Josef Keller Verlag, 8130 Starnberg.

R. Tietz

Fernmeldetürme aus Stahlbeton. In der ersten Hälfte der 50er Jahre wurden erstmalig von der Deutschen Bundespost Fernmeldetürme in Stahlbetonbauweise an mehreren Stellen im Bundesgebiet errichtet. Sie

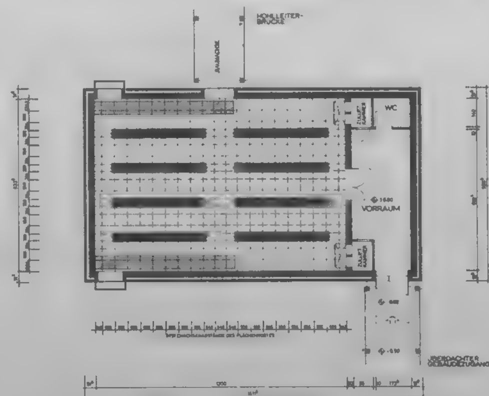


Bild 1. Typengebäude für Richtfunk Fu III, III a.

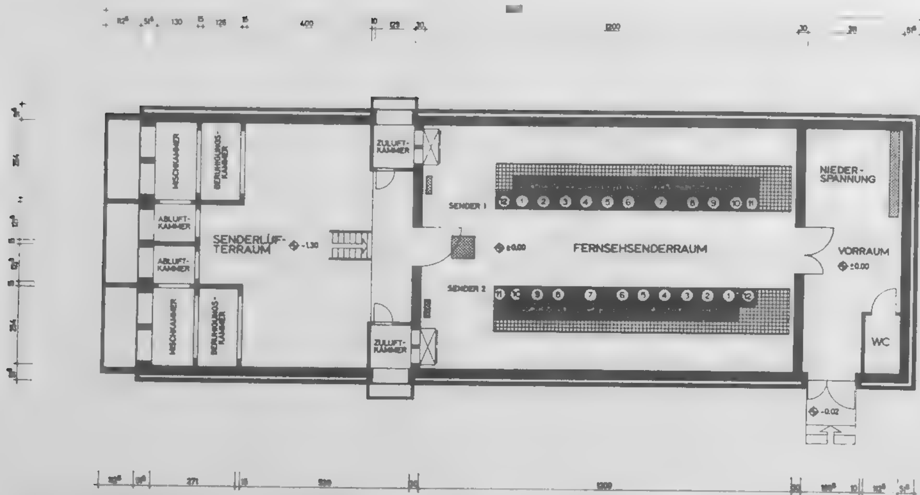


Bild 2. Typengebäude Fu IV a für 10/1-kW-Fernsehsender Bereich IV/V. Senderaufstellung: Sender 1 = 2. TV-Programm, Sender 2 = 3. TV-Programm. 1 0,2-kW-Bildsender 2, 2 2-kW-Leistungsverstärker Bild 2, 3 Kontrollgestell, 4 0,2-kW-Bildsender 1, 5 2-kW-Leistungsverstärker Bild 1, 6 10-kW-Leistungsverstärker Bild, 7 Bild-Ton-Weiche, 8 1-kW-Tonsender, 9 0,4-kW-Tonsender 1, 10 0,4-kW-Tonsender 2, 11 Niederspannungsverteilung, 12 Dia-Geber (DBP).

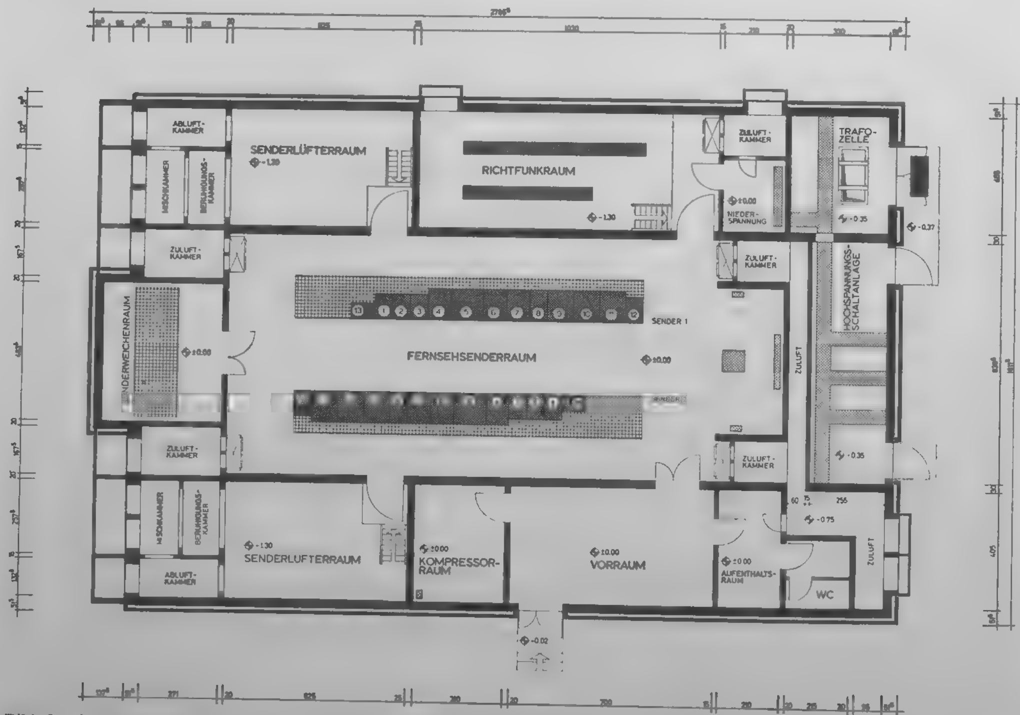


Bild 3. Typengebäude Fu IV c für 20/2-kW-Fernsehsender Bereich IV/V. Senderaufstellung: Sender 1 = 2. TV-Programm, Sender 2 = 3. TV-Programm. 1 Kontrollgestell, 2 20-W-Bildsender 1, 3 20-W-Bildsender 2, 4 10-kW-Klystron Bild 1, 5 Ausgangsgestell, 6 10-kW-Klystron Bild 2, 7 2-kW-Klystron Ton, 8 2 × 2-W-Tonsender, 9 10-kW-Stromversorgung Bild 1, 10 10-kW-Stromversorgung Bild 2, 11 10-kW-Stromversorgung Ton, 12 Zentrale Niederspannungsverteilung, 13 Dia-Geber (DBP).

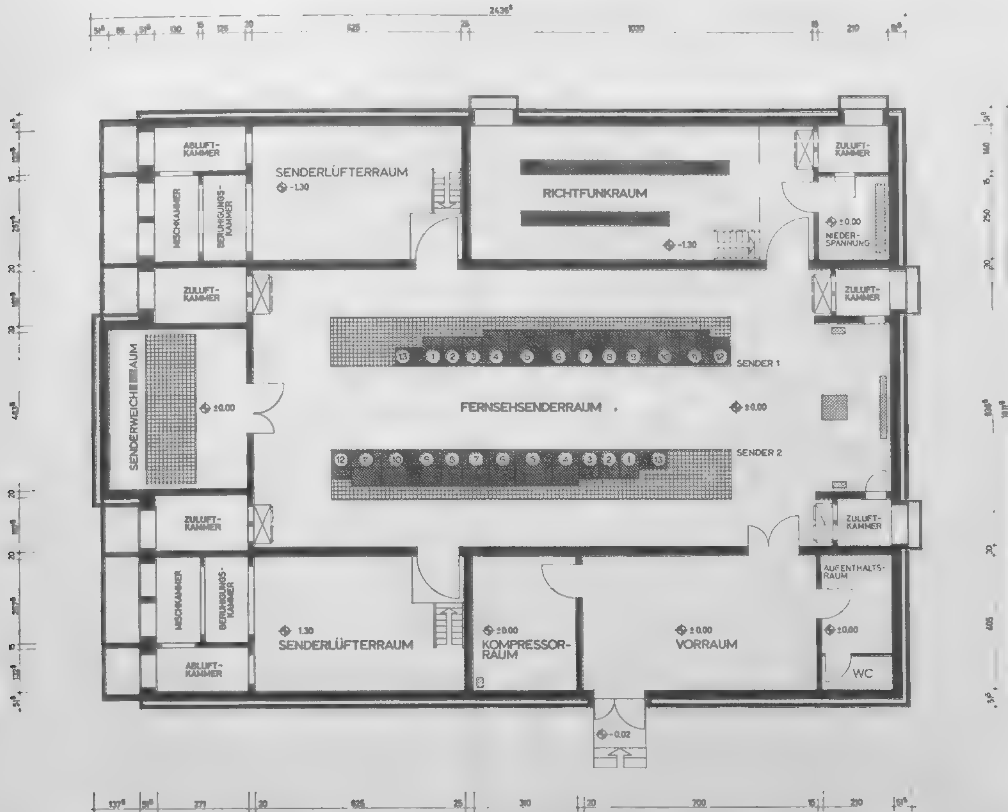


Bild 4. Typengebäude Fu IV b für 20/2-kW-Fernsehsender Bereich IV/V. Senderaufstellung: Sender 1 = 2. TV-Programm, Sender 2 = 3. TV-Programm. 1 Kontrollgestell, 2 20-W-Bildsender 1, 3 20-W-Bildsender 2, 4 10-kW-Klystron Bild 1, 5 Ausgangsgestell, 6 10-kW-Klystron Bild 2, 7 2-kW-Klystron Ton, 8 2×2-W-Tonsender, 9 10-kW-Stromversorgung Bild 1, 10 10-kW-Stromversorgung Bild 2, 11 10-kW-Stromversorgung Ton, 12 Zentrale Niederspannungsverteilung, 13 Dia-Geber (DBP).

dienen vorwiegend der drahtlosen Weitverkehrstechnik (Richtfunk) und in zweiter Linie auch anderen Funkdiensten. Ihre zylindrische Schaftform mit relativ großem Durchmesser gestattete es, den oberen Turmteil, in dem die kreisringförmigen Antennenplattformen eingespannt sind, für die Aufstellung von Richtfunkgestellen auszubauen. Diese Türme besitzen 4 bis 5 übereinander angeordnete Plattformen, welche zur Aufstellung der Richtfunkantennen dienen → (Funkübertragungsstelle).

Durch den seinerzeit nicht vorauszusehenden schwunghaften Ausbau des Richtfunknetzes im Bundesgebiet waren diese Turmtypen in ihrer Belegungskapazität schnell erschöpft.

Es galt also, die in der Folgezeit zu bauenden Richtfunkstellen für wesentlich größere Antennen- und Gestellaufstellungsflächen zu konzipieren. Man ging dazu über, für das Aufstellen der Geräte Typengebäude für Richtfunk (Typ Fu III, III a) (Bild 1) zu bauen und für die Aufstellung der dazugehörigen Richtfunkantennen reine Antennenträger in Form von Antennen-Tragwerken aus Stahl (Abgespannte Stahlgitter- oder Stahlrohrmaste und Stahlgittertürme) und Stahlbetontürme zu errichten. In Anlehnung an die bauliche Funktion der Stahl-Bauwerke bestanden auch die Stahlbetontürme im wesentlichen aus dem Turmschaft und den Antennenplattformen. Im Schaft waren die Leitergänge und die Kabelleitern für die Energiekabel und für die Hohlleiterzüge untergebracht. War außer der Richtfunkanlage eine → Fernsehsendeanlage am gleichen Ort unterzubringen, so wurde die Fernsehsendeantenne (→ Fernsehsendeantennenanlage) im Turmkopf eingespannt und die Fernsehsendegeräte selbst, je nach Senderleistung, in einem Typengebäude für Fernsehen (Typ Fu IVa, Bild 2, IVb, Bild 4, oder IVc, Bild 3) untergebracht. Diese reinen Antennenträger konnten selbstverständlich auch Antennen für andere Funkdienste aufnehmen (z. B. UKW, öbL usw.).

Die laufende Weiterentwicklung der Richtfunkübertragungstechnik ließ jedoch im Laufe der Zeit bald erkennen, daß die bislang gebauten Richtfunkstellen

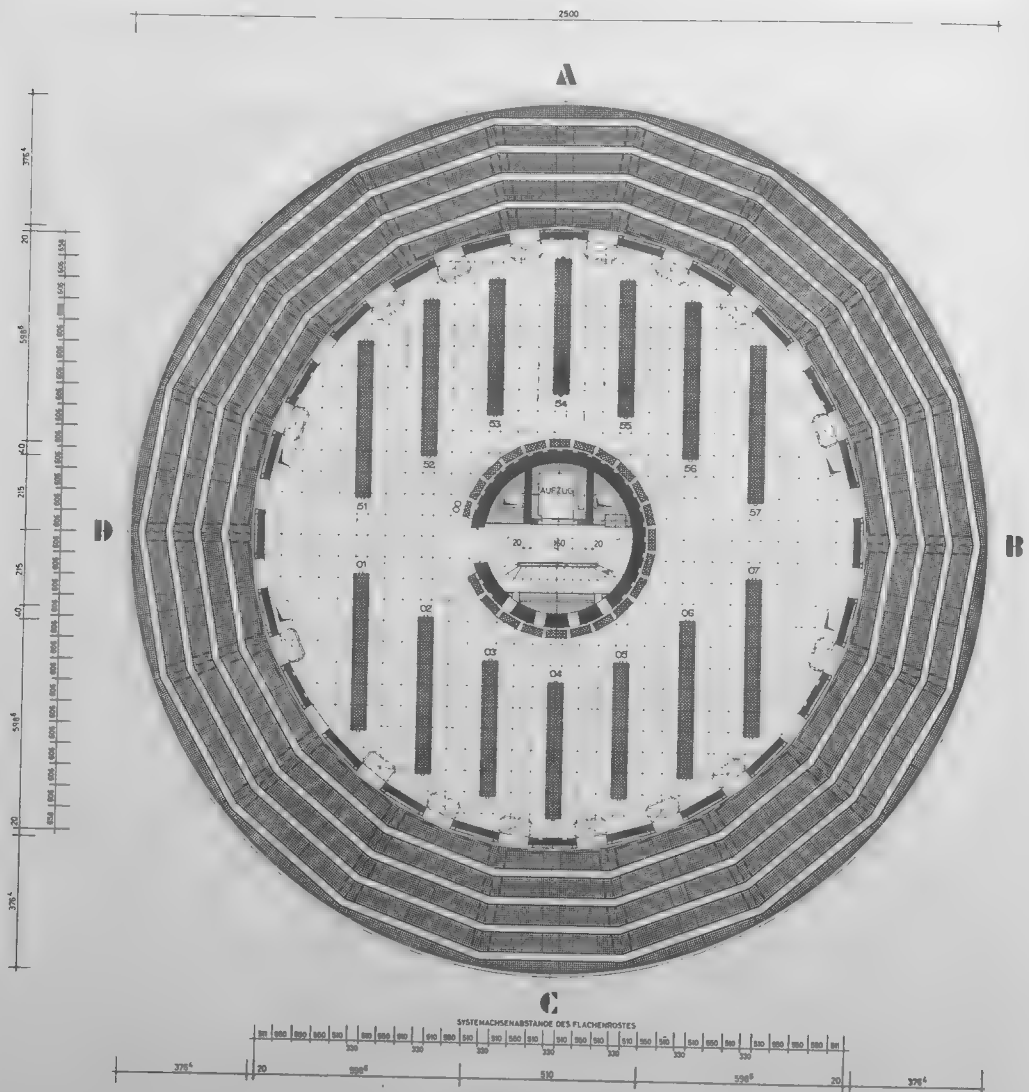


Bild 5. Grundriß des Richtfunkdienstraumes in der Turmkanzel.

(Antennenträger einschl. der dazugehörigen Funk-Typengebäude) in ihrer hochbaulichen Konzeption für den Aufbau von Richtfunkanlagen in den höheren Frequenzbereichen (6-, 8-, 10- und 11-GHz-Bereiche) nicht oder nur unzureichend geeignet sind.

Bei Richtfunkstellen für Geräte der Frequenzbereiche bis etwa 4000 MHz sind nämlich die Antennenträger den Betriebsgebäuden so zugeordnet, daß die Antennen durch lange Energieleiterzuführungen mit den Richtfunkgestellen verbunden sind. Da aber die Übertragungsdämpfung und -güte von der Hohlleiterlänge wesentlich beeinflußt wird, muß diese so kurz wie irgend möglich gehalten werden. Um diese Forderungen zu erfüllen, war man bestrebt, das Betriebsgebäude möglichst nahe dem Antennenträger zu erstellen; dem ist aber aus bodenmechanischen und Sicherheitsgründen Grenzen gesetzt. Der Mindestabstand zwischen Turm oder Mast und dem Gebäude ist in erster Linie abhängig von der Bodenpressung und dem Reibungswinkel des Baugrundes, sowie des Turmfundamentdurchmessers und der Fundamentsohlentiefe.

Da aber mit zunehmender Frequenz und bei gleichen Hohlleiterlängen die Übertragungsdämpfung steigt und eine Verkürzung der Energieleiterlängen aus vorgenannten Gründen nicht mehr möglich ist, stellte sich von selbst die Aufgabe, für Richtfunksysteme in den höheren Frequenzbereichen Antennenträger zu bauen, die es gestatten, die Richtfunkgeräte möglichst nahe an die Antennen heranzubringen.

Aus dieser Aufgabenstellung heraus wurden Stahlbeton-Typentürme mit hochliegenden Betriebsräumen entwickelt.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Funkdienste (Richtfunk, Fernsehen, öffentlicher beweglicher Landfunk [öbL], UKW, Funkrufdienste und Sonderdienste), die für die Belegung des Antennenträgers in Frage kommen, wurden 3 Typentürme entwickelt, die sich hauptsächlich in der Gesamthöhe und in den Höhen der einzelnen Antennenplattformen, sowie den daraus resultierenden Schaftabmessungen unterscheiden. In der Turmkanzel sind der Richtfunkbetriebsraum und das Untergeschoß für Lüftungsmaschinen und Aufenthaltszwecke untergebracht. Der Richtfunkraum (Bild 5) ist nach oben durch eine Stahlträgerdecke, an welcher der Richtfunkflächenrost abgehängt ist, abgegrenzt; auf dieser mit Gitterrosten abgedeckten Montagedecke liegen die Fort- und Umluftkanäle für die Geräte- und Raumlüftung.

Die Turmkanzel ist nach unten und oben durch die Hauptantennenplattformen (25 m Außendurchmesser), welche die verschiedenen Richtfunkantennen aufnehmen, begrenzt.

Diese Fernmeldetürme besitzen folgende Typenbezeichnungen:

FMT 1 Nennhöhe = +50 m über Terrain (Belegung mit Rifu und UKW bzw. öbL)

FMT 2 Nennhöhe = +75 m über Terrain (Belegung mit Rifu, UKW und öbL)

FMT 3 Nennhöhe = +40 m über Terrain (Belegung mit Rifu, UKW, öbL und Fernsehen)

Bei den Typen FMT 1 und FMT 2 ist die Aufnahme einer Fernsehsendeantenne konstruktiv und statisch möglich. Bei den Typentürmen wurden folgende Begriffsbestimmungen festgelegt:

Fußpunkt = OK Eingangspodest (± 0,00 m)

Nennhöhe = OK untere Antennenplattform (Mindesthöhe für die Aufstellung von Richtfunkantennen)

Schafthöhe = OK Stahlbetonkonstruktion

Trägerhöhe = OK des in den Turmkopf eingespannten Stahlgitter- bzw. Stahlrohrträgers (Mindesthöhe und Fußpunkt der Fernsehsendeantenne)

Turmhöhe = OK Antennenspitze (Höhe über alles)

Die Türme sind ausnahmslos mit Aufzügen (Tragfähigkeit = 500 kp) ausgerüstet und stellen in betrieblicher und technischer Hinsicht ein Optimum dar.

Die gesamte Stromversorgung für die fernmelde- und maschinentechnischen Anlagen im Turm ist in einem Typen-Maschinengebäude (Typ Fu I. 5) untergebracht.

Wird außer dem Richtfunk noch Fernsehen betrieben, so steht der TV-Sender in einem Typengebäude für Fernsehen (Typ Fu IVa, Typ Fu IVb — je nach Senderleistung).

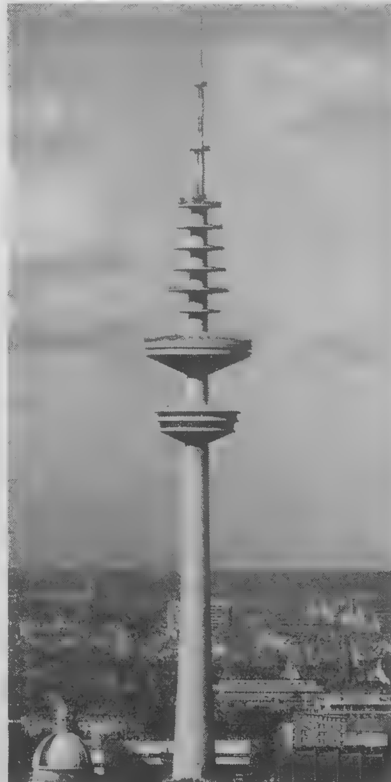


Bild 6. Heinrich-Hertz-Turm in Hamburg.

In Stadtgebieten müssen diese Türme jedoch den örtlichen Gegebenheiten angepaßt werden. Als Beispiel sei der im Jahre 1969 dem Betrieb übergebene Hamburger Fernmeldeturm (Heinrich-Hertz-Turm, Bild 6) angeführt, der eine Turmhöhe von 271,50 m und eine Nennhöhe von 166,50 m besitzt und auf einem Kreisringfundament gegründet ist.

Literatur: W. Drechsel, Turmbauwerke, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, Berlin — W. Pieckert, Der neue Berliner Fernmeldeturm, Der Bauingenieur, Jg. 39 Heft 1/64 — W. Thaler, Planung und Typisierung von Fernmeldetürmen aus Stahlbeton, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 16, 1965. *Thaler*

Fernmeldezeugämter und Fernmeldezentralzeugämter. Einem Fernmeldezeugamt (FZA) obliegt Beschaffen, Lagern, Instandsetzen und Überholen von Fernmeldezeug (FZ) sowie Versenden von FZ an

Bedarfs-Stellen (Stn). Versorgungsbezirk eines FZA umfaßt geschlossene Gebiete mehrerer Ämter des Fernmeldewesens. Anzahl und Lage der FZÄ und ihre Versorgungsbezirke werden vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) nach wirtschaftlichen und verkehrsgeographischen Gesichtspunkten festgelegt. In Zuständigkeit eines Fernmeldezentralzeugamtes (FZZA) liegt Überholen, Instandsetzen und Ändern von bestimmten fernmeldetechnischen Apparaten, Geräten und Einrichtungen sowie Beschaffen und Lagern von bestimmten Gegenständen bzw. Gegenstandsgruppen, sofern diese Aufgaben für das Bundesgebiet aus wirtschaftlichen Gründen zentral durchzuführen sind. Versorgungsbezirk der FZZÄ umfaßt alle FZÄ. Bedarfs-Stn werden nur in Ausnahmefällen beliefert. Anzahl, Lage und Aufgaben der FZZÄ werden vom BPM bestimmt. FZÄ und FZZÄ gliedern sich in folgende Aufgabenbereiche: 1. Verwaltung (Z 1); hierzu gehören Amtszimmer, Organisations- und Betriebswirtschafts-Stn, Personal-St, Amtsfürsorge, Hausverwaltung und Maschinentechnik (Eingliederung wahlweise). 2. Haushalt (Z 2); setzt sich zusammen aus Haushalts- und Buchungs-St. bzw. Leitbuchungs-St, Anweisungs-St, Hauptkasse oder Zweigkasse. 3. Lagerwirtschaft (Z 3); unterteilt in Beschaffungs-Stn, Lager und Versand, Kraftfahr-St, und 4. Technik (Z 4); Technische St, Prüffelder (nur bei FZZÄ), Bezirkswerkstatt Fernmeldewesen (F) (nur bei FZÄ), Zentralwerkstatt F (nur bei FZZÄ). Für die Erfüllung von Sonderaufgaben können zusätzlich die Dienststellen Güteprüfung, Technische Entwicklung mit Versuchswerkstatt und Karteilisten-St eingerichtet werden. Weitere Einzelheiten sind in »Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von FZÄ und FZZÄ sowie für die Bewertung der Amtsleitungen (OrgRichtl FZÄ/FZZÄ)« festgelegt.

Wigand/Dewitz

Fernmessen → Fernwirken.

Fernmeß- und Fernwirk-Funkanlagen → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Fernmeßtechnik, Informationskomponente der Fernwirktechnik, besteht in der Kombination örtlicher Meßeinrichtungen für elektrische oder nichtelektrische Größen mit Fernübertragungsverfahren der Fernmeldetechnik nach einer Zentralstelle zu deren meßtechnischer Information über Betriebszustand oder Störungsvorgänge im Versorgungsnetz. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist die großräumige Elektrizitätsversorgung im Verbundbetrieb. Sie dient auch der zentralen meßtechnischen Überwachung von Großraum-Wasserversorgungsanlagen, von Fernleitungen (pipelines) der Öl- und Gasversorgung u. ä. Die Anpassungsglieder der örtlichen Meßeinrichtungen an die Übertragungsmittel werden allgemein als Meßwertgeber bzw. Meßwertumformer bezeichnet. Je nach Aufgabe stehen folgende Fernmeßverfahren zur Wahl:

1. Kontinuierliche Meßwertübertragung mit Gleichstrom über galvanisch durchgeschaltete Leitungen. Vorteil: Geringer Geräteaufwand, weil für den Meßwertempfang nur Drehspulinstrumente erforderlich sind; ausrüstbar mit einstellbaren Grenzkontakten. Nachteil: Nur bei eingeprägtem Gleichstrom (s. 1.4.) unabhängig von Widerstandsänderungen des Übertragungsweges; keine Mehrfach-Übertragung und keine Benutzung hochspannungsbeeinflußter Leitungen möglich; beschränkte Reichweite (normal 15 bis 20 km, höchstens 50 km).

Als Geber bzw. Meßwertumformer dienen:

1.1. für Wechselstrom oder Wechselspannung: Meßgleichrichter,

1.2. für Ausschlagwinkel: Potentiometerwiderstand oder Ringrohrwiderstand gekuppelt mit örtlichem Meßgerät,

1.3. für Drehzahlen: Tachogenerator am örtlichen Meßgerät,

1.4. für alle Meßgrößen, die in ein Drehmoment, eine Gleichspannung oder einen Gleichstrom umsetzbar sind: Meßwertumformer nach dem Kompensationsprinzip mit selbsttätigem, elektronischem Abgleich eines proportionalen eingeprägten Ausgangsgleichstromes gegen die Eingangsgröße. Vorteil: hohe Genauigkeit, unabhängig von Widerstandsänderungen im Ausgangskreis, kleine Einstellzeit, ohne Rückwirkung auf den primären Meßkreis, Stromrichtung im Ausgangkreis stimmt mit Energierichtung der Eingangsgrößen überein, daher Summen- u. Differenzbildung möglich. Auf Grund dieser Eigenschaften besonders geeignet als Vorumformer für alle weiteren Verfahren.

2. Kontinuierliche Meßwertübertragung mit Frequenzverfahren.

Vorteil: Mehrfachübertragung durch Wechselstrom-Telegrafie-(WT-) und Trägerfrequenz für Hochspannungsleitungen (TfH-Technik) auch über beeinflußte (abgeriegelte) Leitungen möglich, große Reichweite.

Nachteil: beträchtlicher Geräteaufwand.

2.1. Impulsfrequenz-Verfahren:

Meßwertumformung durch Kombination des Kompensationsprinzips von 1.4. mit nachgeschaltetem elektronischem Spannungs/Frequenz-Umsetzer zur Erzeugung von Impulsen mit meßwertproportionaler Folgefrequenz (5 bis 15/sec). Rückumformung am Empfangsort durch Kondensatorenschaltung, deren Ladestrom der Impulsfrequenz proportional ist und mit Drehspulinstrument im Meßbereich der Primärgröße angezeigt wird. Summen- oder Differenzbildung durch Parallelschaltung der Ladeströme auf Summenanzeiger möglich. Auf gleicher Übertragungsleitung bis zu 18 Meßwerte durch Impulstastung von Tonfrequenzen im Abstand von 120 Hz gleichzeitig übertragbar; weitere Übernahme der Trägerfrequenz (TF) durch Hochfrequenz-(HF-)Träger möglich.

2.2. Frequenz-Variationsverfahren:

Meßwert-Vorumformung in Gleichstrom wie bei 2.1. nach Kompensationsprinzip. Dieser meßwertproportionale Gleichstrom dient zur Vormagnetisierung der Abstimmdrossel im Resonanzkreis eines Oszillators und damit zur Erzeugung einer Ausgangsfrequenz

proportional dem primären Meßwert. Rückumformung am Empfangsort durch selbsttätige elektronische Abstimmung auf die übertragene Frequenz, entsprechend der Geberschaltung über den Vormagnetisierungsstrom der Abstimmdrossel, der mit Drehspulmeßwerk im Meßbereich der Primärgröße angezeigt wird.

Vorteil gegenüber 2.1.: erhöhte Genauigkeit und sehr kurze Einstellzeit (bis 80 msec).

Nachteil: gleichzeitig übertragbare Meßwerte (je ca. 400 Hz erforderlich) begrenzt durch Gesamtbandbreite des Übertragungskanals.

3. Diskontinuierliche Meßwertübertragung in Analogwerten:

Vorteil: wie 2., jedoch erhöhte Ausnutzungsmöglichkeit der Übertragungskanäle.

3.1. Anwahlverfahren für nur zeitweise oder in besonderen Situationen interessierende Meßwerte. Technik und Bauelemente übernommen aus der Selbstanschlußtechnik im Fernsprech- bzw. Fernschreibverkehr, also mit Drehwählern, Relaisschaltungen, deren elektronischem Ersatz und Hilfseinrichtungen wie Tastenanwahl usw. Übertragungsmethode nach 1. oder 2.

3.2. Zyklische Meßwertübertragung. Vorteil: gute Leitungsausnutzung. Dazu wegen sehr kurzer Einstellzeit Frequenzvariationsverfahren besonders geeignet. Jeder im Zyklus übertragene Meßwert braucht einen eigenen Vorumformer nach Kompensationsverfahren, deren Ausgangsgleichströme zyklisch durch den elektronischen Taktschalter auf den gemeinsamen Frequenzgenerator geschaltet werden. Empfangsseitig ist der Frequenzumsetzer in proportionalen Drehspul-Gleichströmen ebenfalls gemeinsam. Verteilung der Drehspul-Gleichströme auf die zugeordneten Drehspul-Anzeigeinstrumente erfolgt durch elektronischen Schalter in erzwungenem Synchronismus mit Geberverteiler. Da die Verbindung des jeweiligen Gebers mit zugehörigem Empfangsinstrument sehr kurzzeitig ist und erst nach Durchlauf des Zyklus wiederholt wird, ist während der Übertragungspause (ca. 0,5 sec bei Zyklus von 20 Werten) die Meßwertspeicherung für eine laufende Anzeige nötig. Anwendung bei »Rapidzyklischem Verfahren« von BBC sowie »Zeitmultiplex-Verfahren« von Siemens.

4. Zyklische Meßwertübertragung in Digitalwerten. Vorteil: Leitungsbelegung mit großer Meßwertanzahl möglich; bestgeeignetes Verfahren für Einsatz von Meßwertdruckern und Prozeßrechnern.

4.1. Puls-Code-Verfahren, universell einsetzbar (z. B. ZMPC Zeitmultiplex-Puls-Code-Verfahren von Siemens).

Wie bei 3.2. je Übertragungswert eigener Vorumformer mit Gleichstromausgang erforderlich. Zyklische Aufschaltung der Vorumformer auf einen gemeinsamen Analog/Digital-Umsetzer, der Eingangswerte in proportionale Impulszahlen verwandelt, diese in den Binärkode umsetzt und damit über eine zwischengeschaltete Kontrollstufe den Sendemodulator für beliebige Telegrafie-Kanäle tasten kann.

4.2. Skalenstrecken-Umsetzer (Digizet von Siemens) dient zur Analog/Digital-Umformung von Meßwerten bei geringeren Ansprüchen an Genauigkeit und Übertragungsgeschwindigkeit, aber mit wesentlich geringerem Geräteaufwand.

Prinzip: Lichtzeiger eines analog anzeigenden Schalttafelinstrumentes überstreicht gleichzeitig einen Spiegelraster gleicher Teilung wie die Analogskale und zerhackt bei Ausschaltung des Meßwerkes den reflektierten Lichtstrahl in eine ausschlagproportionale Lichtimpulszahl, die durch die Fotozelle in elektrische Impulse umgesetzt wird. Analoganzeige, ihr entsprechender Digitalwert und dessen Speicherung also in einem Instrument vereinigt. Zur Speisung von Druckern oder Rechnern sind zusätzlich Code-Umsetzer erforderlich. *Eberhard*

Fernplatz. Als F. wird in handbedienten → Fernvermittlungsstellen der Arbeitsplatz bezeichnet, an dem Fernverbindungen von Hand (→ Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst) hergestellt werden. F. erhalten die Möglichkeit, Anrufe von Teilnehmern oder anderen Fernvermittlungsstellen abzufragen und die gewünschten Verbindungen mit Hilfe von → Schnurpaaren oder Verbindungssätzen herzustellen. F. mit Schnurpaaren werden in der Regel als Fernschränke, schnurlose Fernplätze oder Ferntische ausgeführt.

Näheres über Ausstattung, Art und Aufgabe der Bedienungsmittel von Fernschränken: handbediente Fernvermittlungsstelle F 57; von Ferntischen: handbediente Fernvermittlungsstelle F 62, → Bemessung der Tätigkeiten.

Fernplatzansteuerung ist der Begriff für die Zugänglichkeit zu Fernplätzen (FPl) im Fernwählnetz, und zwar für die Ansteuerung eines FPl oder einer FPl-Gruppe durch eine Vermittlungskraft mit der (bundeseinheitlichen) Rufnummer ZH 00, wobei Z und H die Kennziffern der FernVSt bedeuten. Mit zunehmender Automatisierung und dadurch bedingter Aufhebung der FernVStHand hat die Fernplatzansteuerung nur noch für Sonderfälle Bedeutung.

Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen. Über die mit → Zweifrequenz-Codewahl betriebenen internationalen Fernwahlleitungen können nicht nur die Teilnehmer des Ziellandes angewählt, sondern auch die Fernplätze der internationalen handbedienten Auslandskopfvermittlungsstellen (AuslKopfVStHand) angesteuert werden. Dafür sind die Zweifrequenz-Kombinationen Code 11 und Code 12 in Verbindung mit der vorangestellten Sprachkennziffer (s) vorgesehen. Die Fernplätze, die mit Codewahlleitungen zusammenarbeiten, erhalten zu diesem Zweck eine 15teilige Wähltastatur, die entweder — wie in der → schnurlosen Fernvermittlungsstelle F62 — die gesamte Wählinformation stets codiert aussendet oder Codezeichen nur dann abgibt, wenn im Klinkenfeld eine Codewahlleitung gesteckt wurde und der → Zahlengeber selbsttätig von Impulszeichengabe auf Codezeichengabe umgeschaltet hat.

Die sich bietenden Möglichkeiten der F. sind dem vereinfachten Übersichtsplan (s. Bild) zu entnehmen.

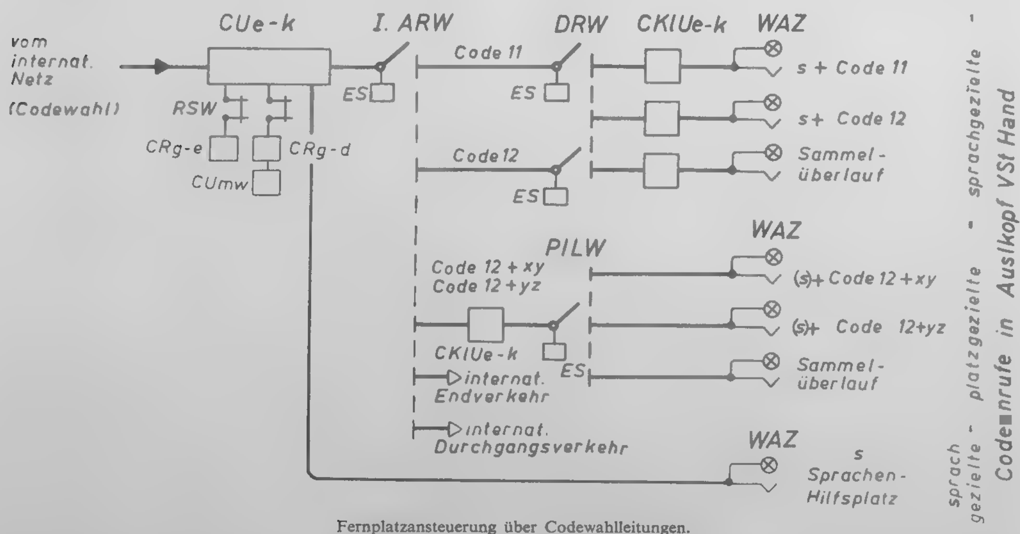
Mit Code 11 werden Ankunftsplätze angesteuert, wenn ankommende und durchgehende Verbindungen im Sofortdienst hergestellt werden sollen. Über Code 12 werden Fernplätze, die für das Vormerken besonderer Gesprächsverbindungen zuständig sind, erreicht. Mit Code 12 und nachfolgender Platznummer xy oder Platzgruppennummer yz können bestimmte, für die Abwicklung von Gesprächen mit besonderer Behandlung zuständige Fernplätze oder Platzgruppen angerufen werden. Bei platz- und gruppengezielten Anrufen über Code 12 + xy und Code 12 + yz wird die mitgewählte Sprachkennziffer s jedoch nicht ausgewertet.

Darüber hinaus ist vorgesehen, in der handbedienten Kopfvermittlungsstelle des Gegenlandes eine dolmetschende Hilfsvermittlungskraft dann herbeirufen zu können, wenn der Teilnehmer unmittelbar ohne Mitwirkung einer Vermittlungskraft im Ankunftsland

Mit zunehmender Automatisierung und der dadurch bedingten Aufhebung der Fern VSt Hand hat die Fernplatzansteuerung nur noch für Sonderfälle Bedeutung, wie sie vorstehend aufgeführt sind.

Literatur: H. Pausch, Die CCI-Codewahl für den internationalen Fernsprechweitverkehr. Nachrichtentechnische Zeitschrift, Bd. 6 (1960), S. 277 — H. Pausch, Die Vermittlungseinrichtungen für internationale Fernsprechleitungen mit CCI-Codewahl. Der Fernmelde-Ingenieur, Bd. 15 (1961), Heft 11 — W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2.

Gänsler



Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen.

gewählt wurde, bei der Gesprächsankündigung sich jedoch Verständigungsschwierigkeiten ergeben. In diesem Falle wird von der Vermittlungskraft des Abgangslandes durch Legen des Rufschalters ein Zeichen, das im Ankunftsland zum Eintreten in die Verbindung auffordert, ausgesendet. Solche Anrufe fordern am Sprachenhilfsplatz durch flackerndes Leuchten der Anruflampe sprachgezielt zum unverzüglichen Eintreten auf.

Um die sprachgezielten Code 11-, Code 12- und Hilfsplatzanrufe richtig leiten zu können, zeigen die sprachkundigen Vermittlungskräfte durch Drücken von Sprachentasten mit einem Sprachenzuteilungszeichen an, für welche Sprache sie sich für zuständig erklären. (Über Aufgabe und Bildung des auf Codewahlleitungen außerdem benötigten Code 15-Zeichens → Nummernendetaste.)

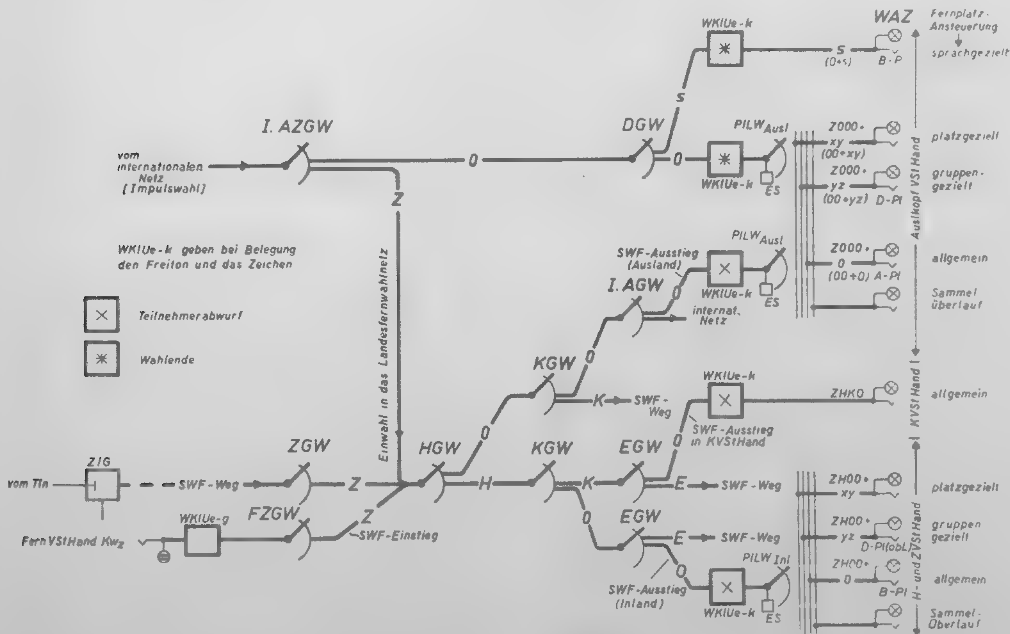
Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz. Handbediente Fernvermittlungsstellen können im →Landesfernwahlnetz miteinander so verbunden werden, als bestünde zwischen ihnen ein eigenes, für den Teilnehmer nicht zugängliches Netz. Zu diesem Zweck sind im Landesfernwahlnetz an Orten von Zentral- und Hauptvermittlungsstellen (ZVSt und HVSt) Ausstiege unter der Kennzahl ZHOO (s. Bild, S. 459) bereitgestellt. Außerdem können handbediente Fernvermittlungsstellen an Orten von Knotenvermittlungsstellen (KVStHand), die aus besonderen Gründen noch bestehen bleiben sollen, unter ZHKO angesteuert werden. Das Anrufen von handbedienten Fernvermittlungsstellen über solche Ausstiegsleitungen wird als F. bezeichnet. Um die Anrufe sofort bestimmten Plätzen oder Platzgruppen zuleiten zu können, kann durch das anschließende Wählen einer zweistelligen Zahl xy (ein bestimmter Fernplatz) oder yz (eine bestimmte Platzgruppe) gerufen werden. Mit ZHOO + xy wird mithin platzgezielt der Fernplatz xy in der handbedienten Vermittlungsstelle ZHOO angesteuert und mit ZHOO + yz gruppengezielt die Platzgruppe yz für besondere Aufgaben. Weiter besteht die Möglichkeit der allgemeinen

Fernplatzansteuerung durch Wählen von ZHOO + O. In diesem Falle kann dämpfungsfrei weiterverbunden werden, wenn z. B. über das Selbstwählnetz bei Störungen der Zielort von der fernen Vermittlungsstelle nicht erreicht werden kann.

Das Auswählen der einzelnen Fernplätze und Platzgruppen ist Aufgabe des besonders zu diesem Zweck entwickelten Platzleitungswählers (PlLW), der von einem zentralen Einstellsatz (ES) gesteuert den markierten Fernplatz oder die markierte Platzgruppe erreicht. Jedem markierten Ausgang können deshalb beliebig viele Schritte zugeteilt werden, die in Einzelschrittsteuerung dann ausgesucht werden, wenn der markierte Ausgang selbst besetzt ist. Gezielte Anrufe zu nicht mehr besetzten Plätzen oder Platzgruppen laufen auf Sammelplätze über. Platzleitungswähler werden zwischen → Klinkenübertragung und → Anrufzeichen eingefügt.

Zählimpulsgeber (ZIG) zum sofortigen Auslösen der Fernverbindung. Den von den Wählern außerdem zurückgegebenen akustischen Besetztton hört der Teilnehmer nicht. Dafür erhält er den Besetztton aus dem Zählimpulsgeber.

Um zwischen echtem Besetztsein — gassen- und teilnehmerbesetzt — und dem Abwerfen von unerwünschten Verbindungen sprachlich besser unterscheiden zu können, wird das bei Platzansteuerung zurückgegebene Besetztrückmeldezeichen als »Teilnehmerabwurf« bezeichnet. Mit ihm ist der — für den Teilnehmer jedoch nicht hörbare — akustische Freiton gekoppelt. Da Vermittlungskräfte hinter dem Zählimpulsgeber in das Landesfernwahlnetz einsteigen, werden die vom Fernplatz aufgebauten Verbindungen weder durch das Teilnehmerabwurfzeichen noch durch das Besetztrückmeldezeichen selbsttätig ausgelöst. Die Vermittlungskräfte



Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz.

In Auslandskopfvermittlungsstellen (AuslKopfVStHand) wird sinngemäß verfahren. Die Auslandsfernplätze werden dann platzgezielt unter ZOOO + xy, gruppengezielt unter ZHOO + yz und allgemein unter ZHOO + O erreicht.

Um den Teilnehmern diesen Ausstieg aus dem Landesfernwahlnetz zu verwehren, geben die für Platzansteuerung verwendeten Anrufübertragungen (WKlUe-k) beim Belegen das Rückwärtszeichen (→ Besetztrückmeldung). Dieses Zeichen wird auch von den Wählern bei »gassenbesetzt« und »teilnehmerbesetzt« zurückgegeben. Es veranlaßt den

hören mithin den Freiton, sofern ein freier Zugang zum Fernplatz gefunden wird, und den fernen Besetztton in Gassen- und Teilnehmerbesetztfällen.

Zwischenstaatliche handbediente Fernvermittlungsstellen, die über Impulswahlleitungen in das Landesfernwahlnetz einwählen, können die für sie zuständige handbediente Auslandskopfvermittlungsstelle (AuslKopfVStHand) gezielt und allgemein in der im Bild 1 gezeigten Weise durch Wählen von OO + xy, OO + yz oder OO + O über Dienstgruppenwähler (DGW) ansteuern. Die dann belegten Anruf-Übertragungen geben das Zeichen → Wahlende

und den Freiton. Die Ansteuerung von Inlands-Fernvermittlungsstellen über das Landesfernwahlnetz ist jedoch nicht möglich, weil das Teilnehmerabwurfzeichen auch solche Verbindungen auslöst.

Das Verfahren der F. im Landesfernwahlnetz ist nicht systemgebunden und anwendbar in Verbindung mit handbedienten Vermittlungsstellen F36, F57 und F62.

Bei der → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen wird sinngemäß verfahren.

Literatur: W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2. *Gänsler*

Fernplatzarten. Es gibt folgende F. bzw. Fernplätze mit besonderer Verkehrszuordnung:

A-Plätze, auch Meldefernplätze genannt, an denen die Gesprächsanmeldungen vom Anrufer aufgenommen und möglichst auch sofort hergestellt werden (→ Vorwärtsaufbau). Diese Plätze sind mit → Meldeanrufzeichen und mit einem Fernleitungsvielfachfeld versehen.

B-Plätze, an denen von anderen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung ankommende Verbindungen sofort weiterverbunden werden; diese Plätze haben Fern- oder Wählanrufzeichen und ein Fernleitungsvielfachfeld.

A/B-Plätze als Kombination von A- und B-Plätzen, an denen im abgehenden und ankommenden Verkehr gearbeitet wird. Mehrere dieser Plätze bilden eine Gruppe, z.B. die A-Gruppe usw.

D-Plätze, von denen die Gespräche im → Rückwärtsaufbau hergestellt werden (heute meist als A/D-Plätze geschaltet und betrieben).

Allplätze, die die Funktion der A-, B- und D-Plätze wahrnehmen.

Überleitplätze, von denen Kabelgespräche über einen Funkweg weiterverbunden werden, z.B. im öffentlichen beweglichen Landfunkdienst, im Internationalen Rheinfunkdienst, im Überseedienst (→ Europa- und Überseefunk).

Ö-Plätze, an denen von öffentlichen Sprechstellen und öffentlichen Münzfernsprechern ausgehende Gespräche hergestellt werden, meist als A/D-Plätze betrieben (heute sind eigene Ö-Plätze nicht mehr gebräuchlich).

XP-Plätze, an denen nicht sofort herstellbare → V-Gespräche und außerdem → XP-Gespräche hergestellt werden, meist als A/D-Plätze betrieben.

Sprachenhilfsplätze für den → Auslandsferndienst, wenn vom Ausland eine Sprachenhilfe angefordert wird; die Sprachenhilfe wird in der Praxis von A/D-Plätzen geleistet. *Trommer*

Fernplatzherbeiruf. Bei Verbindungen, die an Fernplätzen von Hand hergestellt werden, besteht für Anrufer und Angerufene die Möglichkeit, die Vermittlungskraft zum Eintreten in diese Verbindung — z.B. bei schlechter Verständigung — aufzufordern. Das Zeichen F. — auch als Platz- oder Schrankherbeiruf bezeichnet — wird vom Teilnehmer durch Wählen einer beliebigen Ziffer, z.B. der Ziffer »0«, erzeugt und zum Fernplatz hin gegeben. Während der Nummernschalter abläuft, leuchtet am Fernplatz die Schlußlampe stetig und fordert die Vermittlungskraft zum Eintreten in die Verbindung auf. Das Zeichen F. kann mehrmals hintereinander gesendet werden.

Fernplatzunterlagen. Alle Fernplätze bei Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand) sollen für den Fernsprechinlandsdienst und → Auslandsferndienst so mit den entsprechenden Platzunterlagen ausgerüstet sein, daß jede → Vermittlungskraft möglichst jede Verbindung selbständig aufbauen oder bei bestimmten → Gesprächsarten gezielt weiterleiten kann. Fernsprechinlandsdienst. Hier hat jeder Fernplatz eine Haupt-F., in der alle Ortsnetze (ON) in alphabetischer Reihenfolge mit Angabe der Ortsnetzkennzahl enthalten sind. Außerdem ist symbolisiert, ob der Teilnehmer und die Vermittlungskraft im Selbstwählferndienst bzw. im halbautomatischen Dienst (→ Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst) unmittelbar wählen können. Die für das verlangte ON zuständige → Ankunftsvermittlungsstelle ist von der Vermittlungskraft aus der Ortsnetzkennzahl unmittelbar, ggf. mit Hilfe eines Verzeichnisses der FernVStHand, ableitbar. Regelwidrige Unterstellungen sind mit Angabe einer besonderen Leitzahl dargestellt (→ Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen). Sonstige örtliche Abweichungen sind in einer Neben-F. angegeben. Die Haupt-F. wird zentral vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) hergestellt. Auslandsferndienst. Jeder Fernplatz hat eine vom FTZ hergestellte zentrale F., in der etwa 10000 ON bzw. Orte des Auslands aufgenommen sind, die je Land in sich in alphabetischer Reihenfolge eingeordnet sind. Aus dieser F. sind alle Angaben über Leitwege, Ortsnetzkennzahlen und Vorwahlziffern zu entnehmen. Nach dieser F. können auch Auskünfte über den vollautomatischen Dienst erteilt werden. Die F. ist für alle Plätze gleich. Der Kopf dieser F. muß je Land einmalig bei den AuslandsFernVStlHand ausgefüllt werden, da die für jedes Land je AuslandsFernVStHand zuständige Auslandskopfvermittlungsstelle verschieden sein kann. *Trommer*

Fernplatz F 62 → Ferntisch F 62.

Fernprüfschrank F 36 wird in → Fernvermittlungsstellen F 36, handbediente (FernVStHand F 36) anstelle von → Klinkenumschaltern zum Prüfen, Messen und Entstören von Leitungen verwendet. Die zu messenden Leitungen des Anruf- und Verbindungsfeldes der Fernschränke sind im Klinkenfeld des neben dem F. aufzustellenden Vorprüfschrankes wiederholt. Der F. schaltet sich auf die zu messenden Leitungen parallel auf, nicht über Trennklinken, wie beim Klinkenumschalter. Das Bild zeigt eine Prüfschrankanlage, bestehend aus 3 Prüf- und 3 Vorprüfschränken.

Am F. können übertragungstechnische Messungen und Gleichstrommessungen ausgeführt werden. Zum Beispiel wird geprüft, ob das Entdämpfungskennzeichen angelegt wird und die schaltbare Verlängerungsleitung Vl_d (→ Fernvermittlungs-



Prüfschrankanlage F 36 mit 3 Vorprüfplätzen und Kabelschrank.

stelle F 36, handbediente [FernVStHand F 36]) richtig geschaltet wird. Auch kann der Wert der Vl_d selbst gemessen werden. Grundsätzlich ist es möglich, die Leitungen mit und ohne Belegung zu prüfen.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954 — A. Mattern, Neue Prüfeinrichtungen für Fernämter 36. Fernmeldetechnische Zeitschrift (FTZ), 1952, Heft 6.

Fernprüfübertragung. Die F. hat ähnliche Aufgaben wie die → Gleichstromprüfübertragung. Sie ist vielfach geschaltet, so daß sie wahlweise von mehreren Prüftischen (PrT) belegt werden kann. Die F. setzt die Schleifenimpulse vom PrT in Erdimpulse um, sendet die für die Entsperrung des ferngesteuerten Prüfplatzes (FPrPl) erforderlichen Entsperrimpulse und bringt die ankommenden Gleichstromzeichen am PrT als Lampensignal zur Anzeige.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 4/68, S. 95.

Fernregelung, Teilgebiet der → Fernwirktechnik, bestehend in der Fernübertragung der Führungsgrößen, d. h. der Differenz zwischen Soll- und Istwerten örtlicher Regelanlagen von einer Zentralstelle aus. Dies kann geschehen: entweder durch direkte Übertragung der Führungsgröße oder durch Fernsteuerung des Sollwertsteller-Antriebes am fernbedienten Regler durch Übertragung des Sollwertes. (Bei Reglern mit fest vorgegebenem Regelprogramm genügt eine Fernsteuerung für den Beginn des Regelungsablaufes.)

Beispiel: Inbetriebnahme eines Maschinensatzes eines fernbedienten Wasserkraftwerkes zur Stützung der Energieversorgung: das Fernsteuer-Kommando der Zentralstelle bewirkt den Anlauf des Aggregates durch die Öffnung des Haupteinlaßschiebers. Der Drehzahlregler beeinflußt die Beaufschlagung der Turbine bis zur netzsynchronen Drehzahl; dann die Erregung des Generators durch den Spannungsregler auf die Gleichheit mit der Netzspannung und die selbsttätige Parallelschaltung durch ein örtliches automatisches Parallelschaltgerät. Fernübertragener Sollwert für die geforderte Leistungsübernahme beeinflußt die Beaufschlagung der Turbine und die Generatorerregung.

Fernregister haben in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 die Aufgabe, die am Fernplatz F 62 getastete Wählinformation stellengerecht in einen Vollspeicher aufzunehmen und ganz oder teilweise wieder auszugeben (siehe Übersichtsplan zu → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62). Das F. erfragt bei dem überzentralen Umwerter (Umw) die benötigten Leitweg- und Sonderaussagen und stellt die internen Richtungswahlstufen ein. Auch gibt F. die für die Einstellung der weiteren in der Verbindung liegenden Wähler benötigten Schaltkennzeichen aus. Währenddessen müssen die einlaufenden Rückwärtszeichen empfangen und ausgewertet werden. F. erfüllt damit dieselben Aufgaben wie die im gleichen Netzknoten liegenden Register des → Fernwählsystems 62.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim, Mittelfranken, S. 128.

Fernrichtungstaste → Verbindungsaufbau in der FernVStHand F 62.

Fernrohrpost. F.-Anlagen wurden ursprünglich als Stadtrohrpostanlagen zur Beförderung von Telegrammen errichtet. Es entstanden in zahlreichen Großstädten ausgedehnte, meist sternförmig aufgebaute F.-Netze, die das Telegrafenamt mit den über das ganze Stadtgebiet verteilten Postämtern verbinden. In einigen Städten wurden diese Anlagen auch zur Beförderung besonders eiliger Brief- und Luftpostsendungen verwendet.

Das Fördergut wird durch strömende Luft bewegt (pneumatisches Förderprinzip → Hausrohrpost). Um bei den großen Rohrlängen annehmbare Verkehrsleistungen zu erreichen, sind Stadtrohrpostanlagen für Büchsengeschwindigkeiten von 18...20 m/s ausgelegt. Beträgt die Entfernung zwischen zwei Stationen mehr als 6 km, so unterteilt man die Fahrstrecke in Abschnitte und baut Zwischenstationen ein. Die Luftversorgung wird so bemessen, daß in einem Streckenabschnitt zwischen zwei Stationen bis zu zehn Büchsen gleichzeitig fahren können.

Das Fahrrohr aus Stahl oder Kunststoff hat einen lichten Durchmesser von 65 mm. Die verwendeten Büchsen (Bild 1) bestehen aus einem einseitig geschlossenen Aluminiumrohrkörper, dessen offenes Ende man mit einer weit übergreifenden Kappe abdeckt. Am anderen Ende der Büchse sind entweder geschlitzte Leder-Treibmanschetten oder häufiger Abdichtungsringe befestigt. Es gibt Büchsen mit Nutzräumen von 170 und 230 mm Länge, jeweils bei 47 mm Durchmesser. Erstere lassen Rohrbogen mit 1,5 m, letztere mit 2,0 m Radius zu.

Einrohrwendebetrieb (→Rohrpostdirektsysteme) bleibt meist auf Strecken beschränkt, an denen nur zwei Stationen beteiligt sind. Bei drei oder mehr Stationen an einer Strecke überwiegt der Doppelrohrbetrieb (→ Rohrpostdirektsysteme). Er verlangt zugleich eine Steuerung, die jede der gleichzeitig im Rohr befindlichen Büchsen an ihrer Zielstation ausschleust.



Bild 1. Stadtrohrpostbüchse (rechts die Treibscheiben, links die das Aluminiumrohr abdeckende Kappe).

Das durch Tastendruck eingegebene Zielkennzeichen reichen Speicherwähler von Abschnitt zu Abschnitt weiter. Sobald die Büchse eine Station erreicht, prüft die Relaissteuerung, ob sie den Empfänger auf Durchfahrt oder Ausschleusung stellen muß. Die ausfahrende Büchse betätigt einen Kontakt und löscht das gespeicherte Zielkennzeichen. Da die Büchsen im Rohr mit einer Geschwindigkeit von 18...20 m/s fahren, werden sie bei der Einfahrt in die Station pneumatisch — schonend und geräuscharm — gebremst.

Empfänger und Sender sind in einem Stationsgehäuse vereint (Bild 2). Die Pultplatte enthält alle Bedienungs- und Kontrollmittel (Büchsenzähler, Betriebsdruckmesser, Stationswähltasten, Kontrollampen) sowie die Senderöffnung. Ankommende Büchsen rollen in die an der Gehäusevorderseite eingelassene Mulde. Der Empfänger gestattet sowohl Saugluft- als auch Druckluftbetrieb.

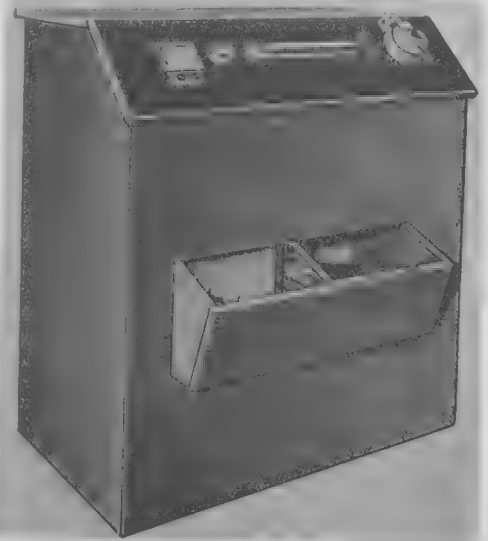


Bild 2. Stationsgehäuse einer Stadtrohrpostanlage.

Zur Luftversorgung erhält jeder Streckenabschnitt ein Gebläse, das sich automatisch ein- und ausschaltet, wenn eine Büchse in den Abschnitt einfährt oder ihn verläßt. Für die Erzeugung des Förderluftstroms werden neuerdings nur noch luftgekühlte Rotationsverdichter verwendet. Sie arbeiten bei Saugluftbetrieb mit einem Unterdruck bis zu 8000 mm WS, bei Druckluftbetrieb mit einem Überdruck bis zu 4000 mm WS. Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit könnte sich als Kondenswasser in den Fahrrohren niederschlagen, wenn die Rohrleitungen im Erdreich verlegt sind und die Luft sich in ihnen unter die Außentemperatur abkühlt. Dem Gebläse wird deshalb ein Luftentfeuchter zum Trocknen der Luft vorgeschaltet.

Darüber hinaus wurde 1967 in Hamburg eine Großrohrpostanlage in Betrieb genommen, die Fahrrohre von 450 mm Innendurchmesser aus Asbest-Zement (Eternit) besitzt, in denen sich mit Rädern an den Stirnseiten versehene Transportbüchsen von 1,60 m Länge, 350 mm Innendurchmesser und rund 100 kg Gewicht mit 10 m/s Geschwindigkeit bei einem Fassungsvermögen von 2000 Standardbriefen auf

Teilstrecken von je rund 2 km Länge bewegen. Die Beförderungszeit zwischen den angeschlossenen Ämtern gegenüber der bei Kfz-Transport verhält sich wie 1 zu 7. Rohrbogen auf der Fahrstrecke müssen einen Mindestradius von 9 m besitzen.

Literatur: S. Heinze, Rohrpostanlagen, ihre Technik, Anwendung und Wartung. Kl. Fachbuchreihe für das Post- und Fernmeldewesen, Bd. 40, Verlag Erich Herzog, Goslar 1956 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — G. Heck, J. Frerichs und W. Eske, Die Hamburger Großrohrpost I, II, Verlag f. angew. Wissenschaften GmbH, Baden-Baden, 1965 u. 1969 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Gänsler

Fernschalteinrichtungen in Feuermeldeanlagen dienen nach Eingang der Feuermeldung bis zum Eintreffen der Mannschaften am Einsatzort zum Auslösen gefahrmindernder Schaltmaßnahmen. Hierzu gehören z. B. Abschaltung von Teilen des Starkstromnetzes, Schließung oder Umsteuerung von Ventilen, Beeinflussen von Verkehrswegen.

Fernschaltgerät. Das F. ist ein dem Fernschreibapparat eingebautes oder als getrenntes Aggregat beigeordnetes Bedienungsgerät für den Verbindungsauf- und -abbau. Es enthält Anruf- und Schlußtaste mit optischer Anzeige des Verbindungszustandes und ggf. — für Wählsysteme mit Nummernschalterwahl — den Nummernschalter. Kennzeichnung der einzelnen Verbindungszustände → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik (Bild 3). Das F. schaltet den Motor des Fernschreibers ein und aus. Ein übertragungstechnischer Abschluß der Anschlußleitung ist nur bei Doppelstrombetrieb (→ Tastung) zwingend erforderlich, bei Einfachstrombetrieb greift die Linienspannung in der Regel über das F. hindurch bis zum Fernschreibapparat (Empfangsmagnet/Sendekontakt). Bei neueren F. wird die indirekte Tastung auch bei Einfachstrombetrieb angewandt, um den Einfluß des Fernschreibers auf die → Verzerrung auszuschließen.

Wichtigste Sonderausführungen sind:

Das F. mit Lokalzusatz. Es enthält das Netzgerät, um den Fernschreiber während des lokalen Betriebszustandes mit Tastspannung zu versorgen. Der lokale Betriebszustand wird durch die Betätigung der Lokal-Betriebstaste (LT) eingeleitet. Der Lokalbetrieb ermöglicht dem Teilnehmer, Nachrichten intern, also ohne Inanspruchnahme der Vermittlungseinrichtungen, z.B. auf einem Lochstreifen (→ Lochstreifengeräte) herzustellen. Ein während dieser Zeit eintreffender Anruf wird akustisch und optisch signalisiert und spätestens nach 3 s zur Endstelle durchgeschaltet. Der Lokalbetrieb wird zuvor zwangsweise unterbrochen.

Das F. D 200. Es wird im → Datexnetz für 4 Draht/Doppelstrombetriebsweise eingesetzt. Es enthält stets einen Lokalzusatz. Beim Drücken der Lt1 entspricht bei einem ankommenden Anruf der Betriebsablauf dem beim F. mit Lokalzusatz.

F. sendet bei ankommendem Anruf nach dem Freizeichen die Anschlußkennung, das ist die Rufnummer in Form von Nummerschalterimpulsen, zur rufenden Endstelle zurück. Dort erfolgt Aufzeichnung durch Rollenzähler. Durchschaltung der Schreibadern zur Endeinrichtung erst nach Aussendung bzw. Empfang der Anschlußkennung. Anschlußkennung ist als neutrales Identifizierungsmittel notwendig, weil im Datexnetz kein einheitlicher Code und keine einheitliche Schrittgeschwindigkeit vorgeschrieben sind. Als Endgeräte können angeschlossen werden:

Fernschreibapparate in 2 Draht- und 4 Drahtschaltung, letztere in Einfach- oder Doppelstrombetriebsweise, und alle Endgeräte, die der CCITT-Empfehlung V 24 entsprechen. Im F. D 200 sind Prüftasten vorgesehen, die es gestatten, die Anschlußleitungen zu schleifen und ein externes Prüfgerät (Wechselsender 200 Bd, Verzerrungsmesser nach dem Integrationsprinzip) anzuschalten. Die Zuständigkeit der DBP für Unterhaltung und Entstörung reicht bis zur Schnittstelle, die durch die über Steckerleisten geführte Verbindung zwischen F. und Endeinrichtung gebildet wird.

Literatur: Schiweck/Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 1. Teil, Erich Herzog, Goslar 1962; Datel-Merkblatt der Deutschen Bundespost.

Jendra

Fernschrank F 36. Einplätziger Vermittlungsschrank mit zweidrähtig durchschaltenden Schnurpaaren für → handbediente Fernvermittlungsstellen F 36 (FernVStHand F 36). Art und schaltungstechnische Einfügung der für den Verbindungsaufbau benötigten Schaltmittel zeigt der Grundschaltplan eines Fernplatzes F 36 in Bild 1. Da es bei dieser eng mit End-

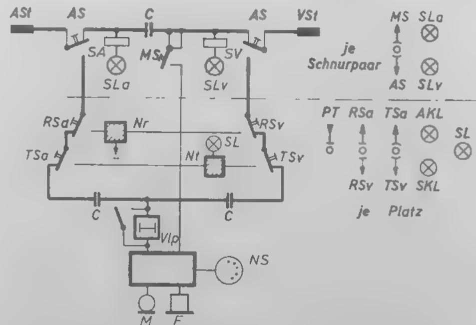


Bild 1. Grundschaltplan des Fernschranks F 36.

verstärkern zusammenarbeitenden Technik entscheidend darauf ankommt, das Gleichgewicht an den Gabeln in allen Phasen des Verbindungsaufbaues zu erhalten, werden die Klinkenübertragungen der endverstärkten Leitungen (→ Gabelverstärkerklinkenübertragung) im Ruhezustand mit einem Leerlaufnetzwerk abgeschlossen. Im Fernplatz übernehmen den Leitungsabschluß das Rufnetzwerk N_R während des Rufens und das Trennetzwerk N_T bei gelegtem Trennschalter. Zur Sicherung des Gabelgleichgewichtes sorgen ferner eine schaltbare Platz-Verlängerungsleitung (Vlp) sowie die auf 600 Ohm

beim Abfragen, 10000 Ohm beim Mitsprechen und 60000 Ohm beim Mithören selbsttätig umschaltende Abfrageschaltung (Bild 2). Zur Prüfung der Schnurpaar- und Platzschaltung F36 und der Gabelverstärkerklinkenübertragungen stehen das → Fernschrankprüfgerät F36 und die → Schnurprüfeinrichtung F36 zur Verfügung.

Die Schaltung des Fernschranks F 36/50 ist an die Impulskennzeichen des → Orts-Wählsystems 50 angepaßt. Insbesondere besteht die Aufgabe, das → Flackerschlußzeichen in ein Dauerschlußzeichen umzuwandeln, um die → Gesprächszeitmesser bei Gesprächsschluß eindeutig stillzusetzen. — Steckbare Ausführungen des Systems F36 (Fernschrank F 36 st, mit kleinerem Klinkenfeld Fernschrank F 36 a st) wurden für bewegbaren Einsatz geschaffen.

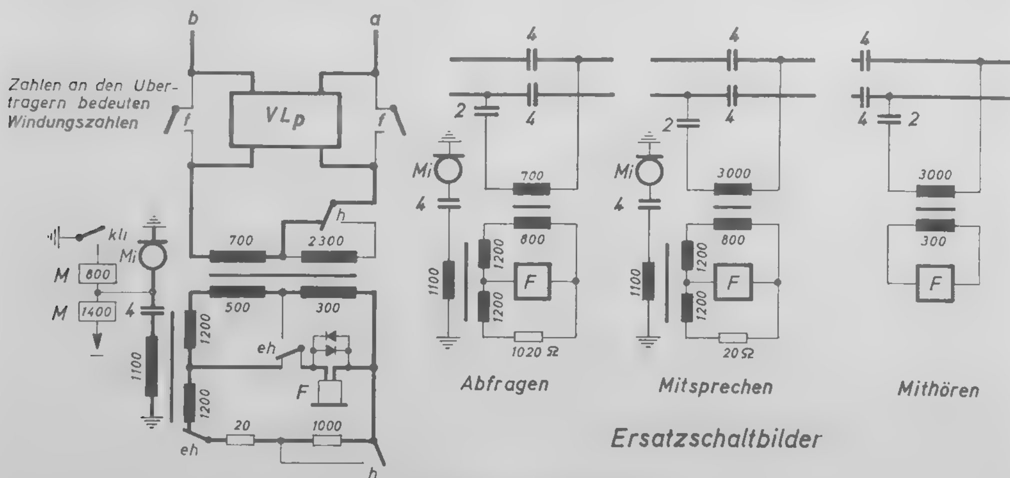


Bild 2. Abfrageschaltung des Fernschranks F36.

Für FernVStHand mit großem Klinkenfeld wurde die Fernschrankschaltung F36 in dreiplätzige Fernschränke mit großen Baumaßen — den Fernschrank F38 (siehe auch Bild 1 zu → Klinkenfeld) — eingesetzt.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Fernschrank F 36ast, F 36st, F 36/50, F 38 → Fernschrank F 36.

Fernschrank F 57. Ein Fernvermittlungsschrank für Vierdraht-Durchschaltung, der in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F57 (FernVStHand F57) verwendet wird. Bild 1 zeigt den doppelplätzigen F. mit Bedienungsfeld und dem Klinkenfeld. Zum Zurückführen der Schnüre dienen → Schnuraufroller anstelle von Schnurgewichten. Für Leitunterlagen und Dienstbehelfe ist ein in der Tischplatte des zweiplätzigen F. eingelassener, abdeckbarer Karteitrog vorhanden. Die Bedienungsmittel werden nicht — wie bei Fernschränken älterer Bauart — einzeln in das Bedienungsfeld eingebaut, sondern zu steckbaren Einschüben zusammengefaßt und in das um 20° geneigte Bedienungsfeld eingesetzt. Vorteil dieser Bauweise ist, daß bei Störungen die Einschübe leicht ausgewechselt werden können und der Fernplatz stets voll einsatzfähig bleibt. Es ist zu unterscheiden zwischen dem Ruf- und Trennschaltereinschub, dem Nummernschaltereinschub und dem Schnurpaareinschub. Die Anordnung im Bedienungsfeld zeigt Bild 2. Der Ruf- und Trennschaltereinschub enthält den Rufschalter und Trennschalter für die Abfrage- und Verbindungsseite (RSa/RSv und TSa/TSv), die Platzschlußlampe SL, die Dienstanruflampe (DAL) und die Dienstabfragetaste (DAT). Der ebenfalls nur einmal vorhandene Nummernschaltereinschub enthält den Nummernschalter (NS) und die Magnetleuchttaste mit der → Nummernendetaste (NET) und der Nummernendelampe (NEL). Anstelle eines Nummernschalters kann auch eine Zahlengebertastatur eingebaut werden. Es können bis zu 11 Schnurpaareinschübe eingesetzt werden. Es ist zu unterscheiden zwischen Schnurpaareinschüben mit und ohne Gesprächszeitmesser (GZM) und Einschüben mit → Durchruftaste (DT). Jeder Einschub enthält zwei sechspolige Stöpselschnüre (ASt und VSt) mit Schnuraufrollern, die Schlußlampen für die Abfrage- und Verbindungsseite (SLa und SLv), einen Abfrage-/Mithörschalter (AS/MS) und bei Bedarf den Gesprächszeitmesser (GZM) mit der Magnet-Anschaltetaste (AnT). Bei Durchrufschnurpaaren wird anstelle des Gesprächszeitmessers die Durchruftaste (DT) eingesetzt.

Wie alle Fernschränke der Schnurtechnik enthält auch der F. im senkrechten Teil das in das Anruf- und Verbindungsfeld unterteilte → Klinkenfeld, die

Anruf- und Schlußkontrollampe (AKL und SKL), den zur Platzschaltung gehörenden → Abfrageverstärker für Vierdrahtfernplätze sowie die Anschalteklinke für das Sprechzeug und eine Steckerleiste für das Fernschrankprüfgerät.

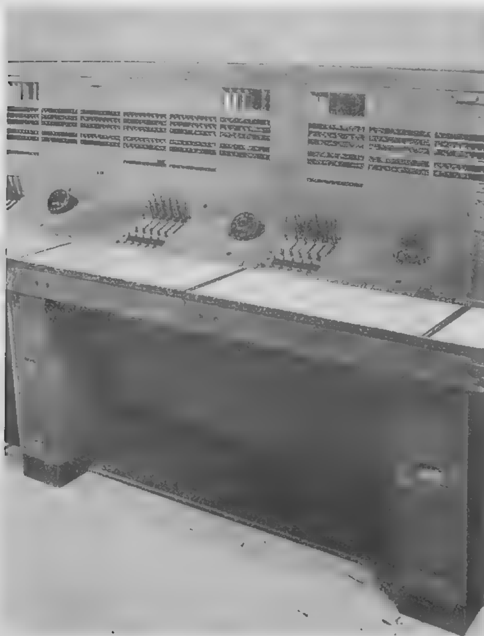


Bild 1. Ausstattung des Fernschranks F 57.

Um den Aufwand für die Zuführung zum Verbindungsfeld möglichst klein zu halten, werden F. wie andere Fernschränke mit Schnurtechnik in möglichst langen Reihen aufgestellt, und zwar so, daß das Licht seitlich einfällt, am günstigsten von links nach rechts.

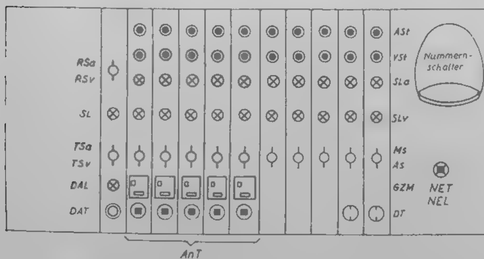


Bild 2. Bedienungsfeld des Fernschranks F 57.

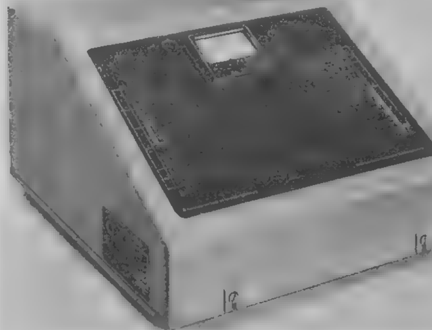
Für den bewegbaren Einsatz wurden Fernschränke F 57 st als einplätzige F. mit Verkabelung über 30polige Federleisten und für den Anschluß 30poliger Steckerkabel geschaffen. In der Schaltung und Art der Bedienungsmittel besteht jedoch kein Unterschied zu den F. für ortsfesten Aufbau.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — H. Rjosk, Fernamt Hannover nach der Bauart F57. Siemens-Zeitschrift, Bd. 36 (1962), Heft 9, S. 681 — W. Gänsler, Die handbedienten Vermittlungsstellen (FernVSt-Hand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2 — H. Holste und G. Kleinesudeik, Die handbediente Fernvermittlungsstelle mit Fernplatzschaltung F57 (FernVStHand F57). Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, Ausgabe B, Bd. 20 (1967), Heft 9, S. 243.

Fernschrank F 57st → Fernschrank F 57.

Fernschrankprüfgerät F 36. Für handbediente → Fernvermittlungsstellen F 36 wurden das Fernschrankprüfgerät G für Gleichstrommessungen und das Fernschrankprüfgerät W für Wechselstrommessungen eingeführt. Sie entsprechen in Aufgabenstellung, Prüfprogramm und Bedienungsweise im Grundsatz dem → Fernschrankprüfgerät F 57, jedoch mit dem Unterschied, daß für F 57-Vermittlungen beide Prüfgeräte zu einem einzigen Gerät vereinigt wurden.

Fernschrankprüfgerät F 57 (Prüfgerät 82). Mit dem abgebildeten tragbaren F. (s. Bild) kann die Schaltung der → Fernschränke F 57 zuverlässig und



Fernschrankprüfgerät F 57.

schnell auf das Einhalten der Pflichtenheftswerte geprüft werden. Mit dem linken Prüfwahlschalter (Stellung 1 bis 10) können die Gleichstromprüfungen, mit dem rechten Wahlschalter (Stellung 11 bis 21) die Wechselstromprüfungen mit 800 Hz (Pegel 0 N und 1 N) vorgenommen werden. Bei der Entwicklung wurde größter Wert auf einfache Bedienung durch nicht besonders geschultes Personal und ohne Prüfvorschriften gelegt. Das F. liefert für jede der 42 ausführbaren Prüfungen eine eindeutige Aussage (»gut« oder »schlecht«). In Verbindung mit einem → Fernmeldemeßkoffer können außerdem Messungen mit frei wählbaren Pegelwerten und Frequenzen vorgenommen werden. Das F. wird über eine 30adrige Prüfschnur mit einer

Prüffederleiste im Fernplatz verbunden. Die zu prüfenden Schnurpaare werden in entsprechende Klinken im Prüfgerät gesteckt. Vor Beginn der Prüfung muß das F. geeicht werden. Die Reihenfolge der Prüfungen ist beliebig.

In den Stellungen 1 bis 21 der beiden Prüfwahlschalter kann auf folgende Hauptprüfungen eingestellt werden:

Gleichstrom-Prüfungen

1. Schaltkennzeichen des Nummernschalters, 2. → Nummernendetaste und Nummernendelampe, 3. Mikrofonspeisung, 4. Prüfung der Frittwiderstände, 5. Isolation der Sprechadern untereinander, 6. Isolation der Sprechadern gegen Erde, 7. Abgehender Ruf, 8. Auswertung der Schlußzeichen, 9. Anschaltung des → Gesprächszeitmessers, 10. Gleichlauf aller Gesprächszeitmesser.

Wechselstrom-Prüfungen

11. Durchgangsdämpfung der Sprechpfade, 12. Betriebsdämpfung Mikrofon-Schnurpaar, 13. Betriebsdämpfung Schnurpaar-Hörer, 14. Betriebsdämpfung Mikrofon-Ausgang zur Betriebsbeobachtung, 15. Betriebsdämpfung Schnurpaar-Ausgang zur Betriebsbeobachtung, 16. Einfügungsdämpfung bei »Mitsprechen« und »Mithören«, 17. Übergangsdämpfung zwischen zwei Sprechpfaden bei Mithören, 18. Rückhördämpfung, 19. Symmetriedämpfung des Fernplatzes, 20. Wirksamkeit des Gehörschutzgleichrichters, 21. Nebensprechdämpfung der Schnurpaare untereinander.

Während mit Gleichstrom vor allem der richtige Ablauf von Schaltvorgängen, das richtige Aussenden und Auswerten von Schaltkennzeichen geprüft und die Isolation gemessen wird (das Ergebnis wird an zwei Lampen und an einem Meßinstrument angezeigt), werden mit Wechselstrom die übertragungstechnischen Eigenschaften des Fernplatzes — insbesondere die einwandfreie Arbeitsweise des → Abfrageverstärkers für Vierdrahtfernplätze — geprüft. Das Prüfergebnis wird ausschließlich von einem Meßinstrument angezeigt. Stets wird der jeweilige Prüfwert des Fernschrankes mit einem vorgegebenen Pflichtwert verglichen. Vom Instrument wird nur die Abweichung angezeigt. Für die Prüfwerte mit ±-Abweichung gilt ein blauer Skalenbereich; für die Prüfwerte, deren Pflichtwert einen oberen oder unteren Grenzwert darstellen, ein brauner Skalenbereich. Der Bereich der zu erfassenden Dämpfungswerte liegt zwischen 0,03 N und 9 N.

Das F. ist auch den → F57st-Anlagen beigegeben, da es im bewegbaren Einsatz auf ein schnelles und zuverlässiges Prüfen der aufgebauten Fernplätze F57st besonders ankommt. Angezeigte Fehler können mit dem F. schnell eingegrenzt werden.

Literatur: FTZ-Beschreibung Nr. 276 092 B1 Prüfgerät Nr. 82 zum Prüfen der Fernschränke in F57-Technik — DeTeWe: Informationen über einige für die Deutsche Bundespost entwickelte Geräte (Prüfgeräte — Meßgeräte), 4. Auflage 1968, DeTeWe, 1 Berlin 36, Wrangelstr. 100.

Fernschreibapparat. Unter diese Apparatgattung fallen alle Geräte, die im modernen Fernschreibbetrieb benutzt werden: → Fernschreibmaschinen (Blatt- und Streifendrucker), Lochstreifensender, Lochstreifenempfänger (als Einzelgeräte oder als Anbaugeräte) und Handlocher (Lochstreifenstanzer). Bis vor kurzer Zeit handelte es sich bei diesen Geräten um Apparate für eine Übertragungsgeschwindigkeit von 50 Baud. Mit der Einführung der Datenübertragungstechnik kann man zu den F. auch eine gewisse Anzahl von Datenendgeräten (→ elektronische Datenverarbeitung) rechnen, die mit höheren Übertragungsgeschwindigkeiten arbeiten.

Fernschreiber ist die Kurzbezeichnung für Fernschreibmaschine.

Fernschreib-Fernplatz. Der F. dient zur Herstellung von Auslandsverbindungen einschließlich Transitverbindungen im → Telexdienst. Die heute übliche Bezeichnung ist Telexplatz (TxPl). Der Tln erreicht den TxPl über meist fünfstellige, nach Zielland unterschiedliche Rufnummern. Nach dem Aussenden der Platzkennung kann der Anrufer fernschriftlich die Anmeldung übermitteln. Die Bedienungsperson am TxPl stellt die Verbindung je nach Technik des Ziellandes durch unmittelbares Anwählen des Verlangten (vollautomatisch) oder mit Hilfe eines ausländischen TxPl (manuell) her. Die Auslösung der Verbindung erfolgt durch Schlußzeichengabe eines der beiden Telex-Tln. Das Verbindungsende wird am TxPl durch eine Schlußlampe angezeigt. Die gebührenpflichtige Verbindungsdauer erfaßt ein Gesprächszeitmesser (GZM), der bei Schlußzeichen automatisch stillgesetzt wird.

Die Anruf- und Verbindungsorgane wie Klinken, Stecker und Schnüre früherer Ausführungsformen sind bei modernen TxPl durch Wähler oder wählerähnliche Aggregate ersetzt. Dadurch wurde ein schnellerer Verbindungsaufbau und eine weitgehende Sicherheit gegen Fehlbedienung erzielt. Aufbau und Technik heute im Telexnetz eingesetzter TxPl:

1. Der TxPl 53 ist ein Vermittlungsplatz für abgehenden drahtgebundenen Verkehr. Er enthält die Drucktasten zur Steuerung der in besonderen Gestellen aufgebauten Relais- und Wählereinrichtungen, die Codetasten zur Aussendung häufig benutzter Codetexte (z.B. occ, nc, der; s. unter CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik), den GZM und die Anzeigelampen zur Betriebszustandsanzeige. Zwei Fernschreibapparate (FS) ohne Tastatur (→ Blattdrucker) und eine Tastatur, die den FS wahlweise zugeschaltet werden kann, bilden die Organe zur Verständigung mit den Tln. Richtungsgebundene Anrufrelaissätze (ARS) mit Verbindungsanrufsucher (VAS) bilden die Anruforgane, Verbindungssätze (VS, je Platz max. 10 VS) mit Verbindungsrichtungswählern (VRW) die Verbindungsorgane (VAS und VRW = 200teilige EMD-Wähler). Die Schalteinrichtungen zur Verbindungsabwicklung sind im Bedienungssatz (BS) zusammengefaßt, der vom Bedienungsplatz (BPl) aus gesteuert wird. Je nach der Verkehrsbelastung können mehrere Tx53-Plätze zu einer Platzgruppe zusammengefaßt werden. Jede Gruppe kann max. 10 Richtungen aufnehmen.

Eine Gruppierung der Schaltglieder zeigt Bild 1. Bei Anruf prüft der ARS, ob eine Leitung und ein BS frei sind. Er belegt über den VAS einen platzgebundenen VS, markiert die Richtung am VRW, der eine freie Leitung vorbereitend belegt. Der Tln erhält automatisch den Meldetext. Ist die Leitung oder der BS zunächst nicht frei, so wird der Anruf ins Wartefeld (WF) geschaltet und der Tln erhält den Wartetext. Die Zuteilung aus dem WF zum TxPl erfolgt selbsttätig und wartezeitgerecht.

Nach dem Empfang der Verbindungsanmeldung belegt die Platzbedienung eine Auslandsleitung und stellt die Verbindung her. Es wird → Tastaturwahl angewandt. Die Umsetzung der Fernschreibzeichen in die Nummernschalterimpulse erfolgt im Wählimpulsgeber (WIG). Nach dem Freizeichenempfang vom Ausland wird die Verbindung automatisch durchgeschaltet. Sie wird eingeleitet mit Kennungsaustausch und Übermittlung von Datum und Uhrzeit. Mit der automatischen Verbindungsdurchschaltung wird auch der GZM automatisch gestartet. Die Platzbedienung kann die Verbindung mitlesen (Beobachtung der Verbindung) und gleichzeitig die nächste Verbindung über einen zweiten FS herstellen. Die Zeichen für die automatische Textsendung (MTG, CTG, WTG usw.) liefert der → zentrale Zeichengeber.

2. Mux-Telexplatz (Mux-TxPl): TxPl für abgehenden und ankommenden Telexverkehr über (Funk-)Muxeinrichtungen (→ Mux). Äußere Form und Bedienungselemente ähneln dem TxPl 53. Folgende Abweichungen bestehen:

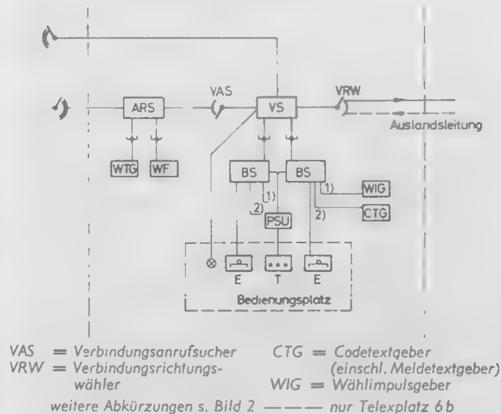


Bild 1. Telexplatz Tx 53 (ähnlich Tx 6 b).

Die Anruforgane mit ARS, Wartefeld (WF) und Codesendern für Melde-, Wartetext usw. sind besonderem, den Verbindungsplätzen (VPl) vorgeschaltetem Meldeplatz (MPl) zugeordnet. Der VPl enthält neben 2 FS und einer Tastatur die Bedienungselemente für 2 BS und 4 leitungsgebundene (und damit richtungsgebundene) VS. Der Abruf des An-

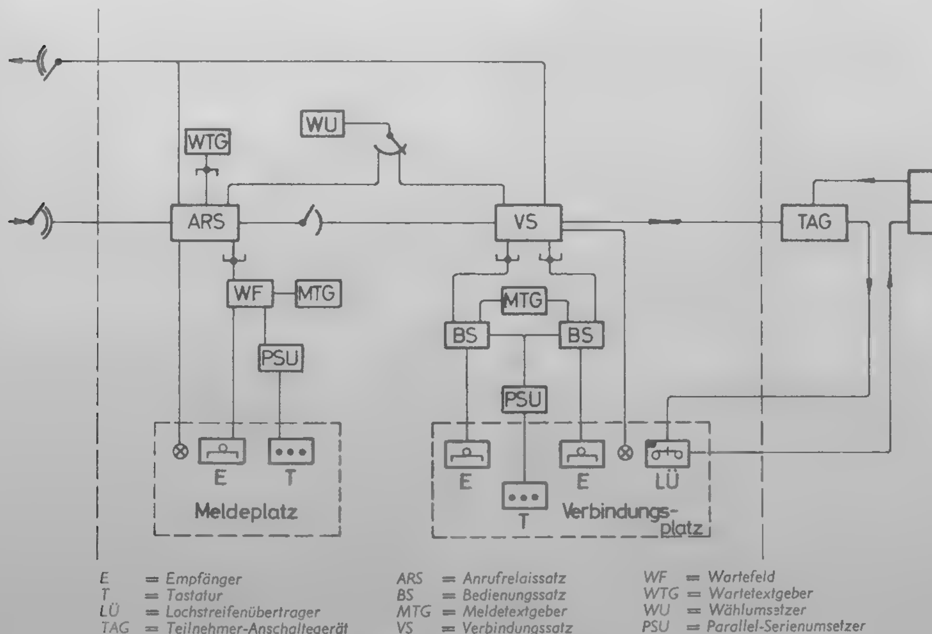


Bild 2. Mux-Telexplatz.

rufers aus WF und die Weiterschaltung zu bestimmten VS geschieht manuell mittels Drucktasten.

Die Gruppierung der Schaltglieder zeigt Bild 2. Die Entgegennahme der Anmeldung erfolgt nur am MPl. Danach wird der Anruf zum VPl (VS) weitergeschaltet oder, falls kein FS frei ist, wird er manuell ins WF zurückgegeben. Die Verbindungsherstellung am VPl entspricht den Vorgängen am TxPl Tx 53, jedoch fehlt die automatische Durchschaltung. Außerdem kann die Wählinformation nicht in die NS-Wahl umgesetzt werden, weil über die Muxeinrichtungen nur Tastaturwahl möglich ist. Der GZM-Start erfolgt manuell. Die Fortschalteimpulse für den GZM in einer Mux-Übertragungseinrichtung hängen von den Übertragungsbedingungen der Mux-Verbindung ab. Zu ihrer Kontrolle wird ein zur Mux-Technik gehörender Lochstreifenübertrager (s. unter Lochstreifengeräte) neben dem VPl aufgebaut.

Der TxPl 6 b ist ein Vermittlungsplatz für abgehenden und ankommenden Telexverkehr über Draht- und Funkwege (Mux). Die Verbindungsorgane gleichen denen des TxPl 53; die Anruf- und Bedienungsorgane denen des Mux-TxPl, jedoch fehlt ein besonderer MPl. Jeder VPl ist mit 6 VS ausgerüstet. Jede Platzgruppe erreicht max. 14 Richtungen. Durch eine 2. Platzgruppe mit oder ohne Übergriffsmöglichkeiten in den Richtungen der 1. Platzgruppe ist eine Anpassung an das Verkehrsangebot möglich. Die Gruppierung der Schaltglieder ist Bild 1 ähnlich. Bei einem Anruf erhält der Tln Wartetext, und der Anruf wird ggf. im WF gespeichert. Der Abruf aus WF erfolgt wie bei Mux-TxPl manuell, jedoch wartezeitgerecht. Der Meldetext wird nach Rufübernahme (Platzkennung, Datum, Uhrzeit) automatisch gesendet. Nach der Meldung wird durch die Verbindungsrichtungstaste über VRW eine freie Leitung der gewünschten Richtung dem TxPl zugeschaltet. Die Ausgabe der Wählinformation erfolgt je nach Gegebenheit mit Tastatur oder Nummernschalter, Kennungsaustausch nach Freizeichen und Durchschaltung manuell. Eingeschaltet und stillgesetzt wird der GZM wie beim Mux-TxPl. Die Fortschalteimpulse werden von einem zentralen Zeittaktgeber, bei Mux-Verbindungen aus dem Mux-Kanal gegeben.

Literatur: Schiweck, Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 2. Teil, Erich Herzog, Goslar — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Schiele & Schön GmbH, Berlin — Roßberg Korta, Fernschreibvermittlungstechnik, Oldenbourg, München.

Jendra

Fernschreib-Handvermittlungstechnik. Als Vorläufer der modernen F. sind in gewissem Sinne die alten Linien- und Klinkenumschalter anzusehen, die bereits in den ersten Jahren der allgemeinen öffentlichen Telegrafie bekannt wurden. Auch die ersten Einrichtungen für zusammengefaßten Betrieb (→ Konzentratoranlagen) fand man schon zu Beginn dieses Jahrhunderts vor. Verbindungen im heutigen Sinne wurden damit allerdings nicht hergestellt. Die Einrichtungen dienten vor allem dem Betrieb mit Morse- und Klopferapparaten sowie Summern. Die damals betriebenen → Reihen- und → Mehrfachapparate eigneten sich auch nicht für einen Vermittlungsbetrieb. Die Entwicklung änderte sich mit der Umstellung des Telegrammdienstes auf die → Fernschreibmaschine im Jahre 1926. Zu derselben Zeit entstanden die ersten Sonderfernschreibnetze für Industrieunternehmen, Banken, Luftverkehrsgesellschaften, Polizeiverwaltungen, Eisenbahnen, Wetterdienst usw. Mit relativ wenig Leitungen konnte ein beträchtlicher Fernschreibverkehr bewältigt werden. Es handelte sich fast ausschließlich um handbediente oder halbautomatische Vermittlungsschränke bzw. Einrichtungen, die nach dem Vorbild der Fernsprecheinrichtungen arbeiteten, also überwiegend um Glühlampenschränke mit Schnurvermittlung. Diese Geräte wurden laufend verbessert und durch Zusatzeinrichtungen, z. B. für → Konferenzschaltungen oder → Rundschreibbetrieb, erweitert. Kleinere Anlagen erhielten die Drucktastentechnik. Gegenwärtig gibt es Vermittlungsschränke mit einer Anschlußkapazität mit bis zu mehreren Hundert Teilnehmern bzw. Anschlußstellen. Auch die Architektur der Schränke hat verschiedene Wandlungen durchgemacht; die jetzige Formschönheit dürfte kaum zu übertreffen sein. Zu diesen Vermittlungseinrichtungen gehören ferner Gestelle mit den Teilnehmer-Anschlußschienen, Konferenzschienen, Sammelschienen für den Rundschreibbetrieb sowie die Stromversorgungstechnik und die Apparate zum Prüfen, Messen und Einregeln der Leitungen. Größere Vermittlungszentralen weisen mehrere Schränke auf, weil jede Vermittlungsperson nur eine beschränkte Anzahl von Teilnehmern bedienen kann.

Eine besondere Entwicklungsgruppe stellen die ortsveränderlichen HV-Anlagen dar. Schnellste Aufstellung ist infolge Verwendung von lösbaren Verbindungen (Steckerverbindungen) möglich. Daher die Bezeichnung »Steckeranlagen«. *Schiweck*

Fernschreibkanal → Telegrafenkanal.

Fernschreibleistung → Zeichengeschwindigkeit.

Fernschreibmaschine. Andere Bezeichnungen: Start-Stop-Apparat, Geh-Steh-Apparat, Springschreiber, Fernschreiber. Wichtigster Endapparat der modernen Fernschreibtechnik (Telegrafie) und Datenübertragungstechnik. Wird als Streifendrucker und Blattdrucker (allgemein übliche Bezeichnung: Streifenschreiber, Blattschreiber) gebaut. Um 1914 erstmalig entwickelt. Elektrische und mechanische Entwicklungsgrundlage. In den Folgejahren ständig verbessert. Gegenwärtig Spitzenerzeugnis der Feinwerktechnik. Zwischenzeitlich nach 1945 nur Bau von mechanischen Fernschreibern mit einer Zeichengeschwindigkeit bis zu max. 100 bis 120 Baud (Bild 1). Übergang zur schnellen Datenübertragungstechnik erfordert Umstellung auf elektronische Prinzipien. Entwicklung und Fertigung von F. in Deutschland, Frankreich, England, Italien, Japan, Schweiz, UdSSR, USA. Entwicklung bis zur Serienfertigung dauert etwa 5 bis 10 Jahre. F. arbeiten nach dem Digitalverfahren und bestimmten Codes, die international festgelegt werden. Siehe auch CCITT-Empfehlungen für Fernschreibapparate (Bild 2).

Die Mechanik und Kinematik der F. ist äußerst verwickelt, um so mehr, als die Bewegungszeiten sehr kurz bemessen sind (wenige ms) und infolgedessen die Getriebegeschwindigkeiten und -beschleunigungen sehr große Werte annehmen. Jede F. besteht aus 5 Hauptteilen: Antrieb, Tastenwerk mit Sender, Empfänger, Übersetzer, Drucker. Beim Anschlag

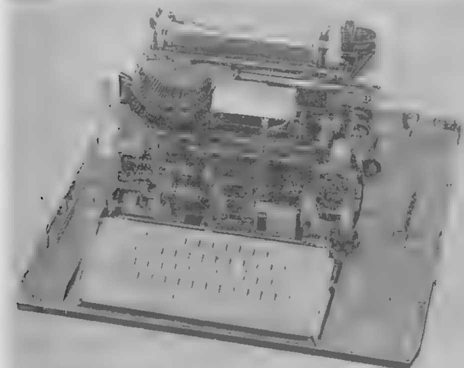


Bild 1. Blattdrucker 100 von Siemens AG, Innenansicht.

einer Taste bzw. eines Alphabetzeichens werden 5 »Sendewählschienen« eingestellt und damit das Zeichen codiert sowie kurz danach der Sender freigegeben, der eine dem Codezeichen entsprechende Schrittkombination aussendet. Der zugleich angelaufene Empfänger der fernen (und gewöhnlich auch der eigenen) F. tastet mit Hilfe eines Verteilers die Schritte ab und stellt einen Speichermechanismus, bestehend aus Hebeln und 5 »Empfangswählschienen«, ein, der die Kennstellungen der Sendewählschienen wiedergibt, wobei für jedes Codezeichen ein Einschnitt der gezahnten Schienen eingestellt wird. Den gezahnten Empfangswählschienen werden hierauf sämtliche Typenhebelzugstäbe, die mit den vorgenannten den »Übersetzer« bilden, angeboten, aber jeweils nur der jener Kennstellung entsprechende Typenzugstab kann in den Einschnitt einfallen und bewirkt mit dem Druckmechanismus zusammen die

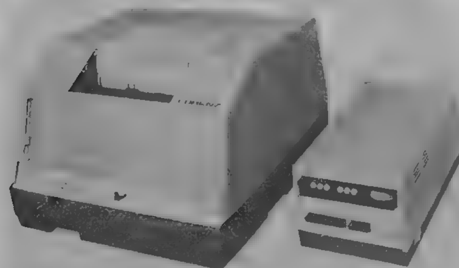


Bild 2. Blattdruckempfänger von SEL für eine Zeichengeschwindigkeit bis zu 240 Baud in teilelektronischer Bauart.

Wiedergabe (den Abdruck) des zutreffenden Alphabetzeichens. Damit ist die Übertragung beendet. Aus Gründen der Zeitersparnis überlappen sich bestimmte Vorgänge im F. Während der Speicherung, des Übersetzungs- und Druckvorgangs sowie des Papiervorschubs kann bereits ein weiteres Codezeichen empfangen werden, so daß sich eine kontinuierliche Zeichenübertragung ergibt. Eine mit der → Schrittgeschwindigkeit von 50 Baud und mit 1,5fachem Stoppschritt arbeitende F. erreicht eine maximale Zeichengeschwindigkeit von 400 Z/min. Die elektrische Fernschreibmaschine ist eine Weiterentwicklung des → Tastenschnelltelegrafen. Streifendrucker. Doppelstrombetrieb. Start-Stop-Fernschreibmaschine. Schrittgeschwindigkeit 50 Baud (45,5 Bd). Der gegenwärtig nicht mehr gefertigte Apparat ist ehemals von der Firma Siemens AG in großen Stückzahlen gebaut worden. Der Apparat weist nur nockengesteuerte Kontakte, Relais, Schaltmagnete, ruhende Schaltelemente (Kondensatoren, Widerstände) und wenige elektrisch-mechanische Auslösemechanismen auf. Schnell bewegte mechanische Getriebeteile sind nicht vorhanden. Lediglich das Tastenwerk mit den Sendecodewählschienen ist als mechanischer Bauteil im üblichen Sinne anzusehen. Dagegen bestehen Sende-, Empfangs- (Abtast-) und Übersetzerverteiler aus Nocken-Kontaktverteilern. Die wichtigsten Apparatteile führen nur Drehbewegungen aus. Kinematisch äußerst vorteilhaft konstruiertes Gerät. Wegen der Vielzahl der F.-Konstruktionen und Sonderausführungen wird auf das Schrifttum verwiesen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Fernschreibmeßplatz 62 (FsMPl) ist ein pultförmiger, mit Meßgeräten und Bedienungselementen ausgestatteter Meßplatz zum Prüfen und Messen von Fernschreibeinrichtungen. Der F. ist in 3 Ausbaustufen einsetzbar, und zwar als:

A-Platz für Vermittlungsstellen (VSt) mittlerer Größe. Er enthält die Grundausrüstung, den Fs-Verzerrungsmesser, den Fs-Sendermesser, den Fs-Meßverzerrer, den Fs-Drehzahlfehlermesser, das Anschaltefeld für 10 Meßleitungen und das Bedienungsfeld. Die zum Messen benötigte Fernschreibmaschine ist neben dem FsMPl aufgestellt. Der A-Platz ist für eine Bedienungsperson ausgelegt.

Zweiteiliger AB-Platz für größere VSt. Dieser enthält im B-Teil Wählimpulszeitmesser, Leitungsprüfer, ein weiteres Bedienungsfeld (wie der A-Platz) und ein 2. Bedienungsfeld für die automatische Prüfeinrichtung (→ Telexprüfeinrichtungen, APrE) und eine 2. Fernschreibmaschine. Am AB-Platz können 2 Meß- oder Beobachtungsvorgänge gleichzeitig ausgeführt werden.

Dreiteiliger ABC-Platz für sehr große VSt. Er enthält im C-Teil die gleichen Einrichtungen wie der A-Platz. Er kann durch diese Ausrüstung von 2 Meßkräften gleichzeitig bedient werden.

Der A-Platz kann für Messungen im → Datexnetz durch Zusatzgeräte wie den D-Zusatz, ein → Fernschaltgerät für Datex, ein Fs-Meßsender für 200 Baud erweitert werden. Der F. kann über das → Telex-

oder Telegrafenwählnetz angerufen werden (4 Anruforgane mit Wartemöglichkeit), oder Prüfling wird über vorgenannte Netze vom FsMPl aus angewählt. Die unmittelbare Anschaltung der Anschluß- und Verbindungsleitungen über ein 10teiliges Meßleitungsvielfach ist möglich.

Literatur: H. Baumann und A. Meier, Meßplätze in Fernschreib-Wählvermittlungen, Siemens-Zeitschrift, Heft 1, 1968.

Jendra

Fernschreibnetz ist ein durch Vermittlungsstellen gekennzeichnetes Leitungsnetz, das zum Austausch von Fernschreibnachrichten dient. An F. sind bestimmte Gruppen von Fernschreibteilnehmern angeschlossen. F. können in Sonderfällen aus festgeschalteten Leitungen bestehen (→ Fernschreibsondernetze). Ein öffentliches F. ist das → Telexnetz.

Fernschreibnetz der DB, Selbstwählnetz mit etwa 900 Anschlüssen für die Übermittlung von Bahndienstfernschreiben. Am Sitz jeder Bundesbahndirektion befindet sich eine Wählanlage in Hunderter- oder Tausenderbauart. An diese Wählanlage sind die Teilnehmer des ganzen Direktionsbezirkes als Orts- oder Fernteilnehmer angeschlossen. Die Technik entspricht bis auf die nicht notwendige Gebührenermittlung dem TW-(Telegrafenwähl-)System 39 des Telexnetzes. Als Übertragungstechnik werden amplitudenmodulierte Systeme (ältere Technik) WT (Wechselstromtelegrafie) 8, WT 18, WT 24 und frequenzmodulierte Systeme WT 100 eingesetzt. Kürzere Verbindungen werden auch als DWT (Doppeltonwechselstromtelegrafie) betrieben. Das Netz, das mit Blattschreibern betrieben wird, gleicht in seinem Aufbau und seiner Kennzahlgebung dem Großnetz der → Bahnselbstanschlußanlagen.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1954 1961 und 1964.

Fernschreibsammelschaltung der DB. Der größte Teil der Bahndienstfernschreiben ist an mehrere Empfänger gerichtet. Um ein wiederholtes Schreiben dieser Telegramme zu vermeiden, gibt es bei jeder Fernschreibwählanlage mindestens eine F., die es jedem Teilnehmer ermöglicht, durch Wählen von Zahlen Sammelschaltungen an bis zu 5 beliebige andere Teilnehmer (auch Teilnehmer anderer Wählanlagen) aufzubauen und Fernschreiben an diese 5 Teilnehmer gleichzeitig abzusetzen. Zu Beginn und Ende der Übermittlung werden die Namengeber vollautomatisch ausgetauscht.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1959.

Fernschreibsondernetz. F. sind alle → Fernschreibnetze, die nicht in die Dienstleistung der Deutschen Bundespost einbezogen sind, wie z. B. Telexnetz, Telegrammnetz. F. werden beispielsweise von der Deutschen Bundesbahn, der Polizeiverwaltung, dem Deutschen Wetterdienst, dem Flugsicherungsdienst, den Fluggesellschaften, dem Vereinigten Wirtschaftsdienst u. a. betrieben. Die F. sind an kein festes Netzschema gebunden. Sie werden nach Zweckmäßigkeitsgründen gestaltet. Daher ist auch die Technik nicht einheitlich. Die Skala reicht von kleinen und großen Handvermittlungseinrichtungen über Wählvermittlungsanlagen bis zu modernsten Computer-Vermittlungen. F. gab es bereits vor der Einführung des Telexnetzes. Die ersten F. entstanden Mitte der zwanziger Jahre. Vom F. wird mithin gesprochen, wenn mehrere Telegrafenleitungen (→ Dateldienste) für einen Benutzer vorhanden sind und sie zu Fernschreibzwecken miteinander verknüpft sind. Die Verknüpfung kann durch posteigene Knoteneinrichtungen in den Gebäuden der DBP oder durch private Einrichtungen bei den Endstellen der Leitungen vorgenommen werden.

Es wird unterschieden in: 1. Knotenbetrieb. Die Leitungen sind über eine Knoteneinrichtung miteinander verbunden. Durch Selektion können möglicherweise die Endeinrichtungen bestimmter Endstellen der verknoteten Leitungen an- oder abgeschaltet werden. Konferenzbetrieb: Hierbei können bestimmte oder alle Endstellen abwechselnd senden oder empfangen. Die gesendeten Nachrichten werden von allen beteiligten Endstellen empfangen. Rundsendebetrieb ohne Quittungsgabe: Nur bestimmte einzelne Endstellen können Nachrichten aussenden, die von den anderen Endstellen empfangen werden. Rundsendebetrieb mit Quittungsgabe: Dabei können die Empfangsstellen nacheinander auf Aufforderung der Sendestelle den Empfang bestätigen. 1.1. Ein Sonderfall eines Knotenbetriebes liegt vor, wenn Leitungen über Zwischenstellen in der Art verbunden sind, daß jeweils eine zu- und eine weiterführende Leitung über private Einrichtungen bei den Endstellen zusammengeschaltet sind.

2. Vermittlungsbetrieb: Mit Hilfe handbedienter oder automatischer Einrichtungen können Leitungen in der Weise miteinander verbunden werden, daß wahlweise bestimmte Endstellen Nachrichten austauschen können. Die Leitungen werden handbedient, halbautomatisch oder vollautomatisch vermittelt (circuit switching). Die Nachrichten werden gleichzeitig gesendet und empfangen. Eine Rückmeldung zeigt dem rufenden Anschluß an, ob die Verbindung einwandfrei hergestellt ist. Der Austausch von Nachrichten während derselben Verbindung und ein Dialog sind möglich. Dies wird »Durchschalteverfahren« genannt. Wenn die Nachrichten zwischen den Endstellen so übermittelt werden, daß nicht die Leitungen miteinander verbunden werden, sondern die Nachrichten zwischengespeichert und in Abhängigkeit von einer Adressierung geleitet und weitergesendet werden, wird von Nachrichtenvermittlung (message switching) oder Teilstreckenverfahren gesprochen. Auch die Bezeichnung Speichervermittlung ist üblich; vor allem im Zusammenhang mit der Verbindung von Lochstreifen als Speichermedium. Die Vermittlung kann handbedient, halbautomatisch oder vollautomatisch geschehen. Datenverarbeitungsanlagen lassen sich als vollautomatische Nachrichtenvermittlungen einsetzen. Außer der Zwischenspeicherung können Geschwindigkeits- und Codeumsetzungen vorgenommen werden. F. stellen eine Form privater Datennetze dar. Die Auslegung der F. bestimmt der Benutzer nach seinen Bedürfnissen, dem Verkehrsaufkommen,

der Verkehrsaufteilung usw. Die Bemessung des Netzes und die Technik der Einrichtungen bei den Endstellen sind seine Angelegenheit. Von der DBP werden die Leitungen und ggf. Knoteneinrichtungen auf Antrag überlassen. Die Lage und die Anzahl der posteigenen Knoteneinrichtungen werden von der DBP nach den zweckmäßigsten und übertragungstechnisch günstigsten Schaltmöglichkeiten und unter Berücksichtigung der räumlichen und technischen Gegebenheiten in ihren Betriebsstellen festgelegt. F. können mit überlassenen Telegrafenleitungen für 50, 100 oder 200 bit/s bzw. Baud betrieben werden. Am häufigsten ist die Verwendung von Fernschreibmaschinen mit 50 Baud, die mit dem

1. Durchschaltevermittlungen
Handvermittlung (mit Schnüren bzw Tasten)
Halbautomatische Vermittlung (mit Schnüren bzw Tasten)
Vollautomatische Vermittlung

2. Teilstreckenvermittlungen
Manuelle Vermittlung (mit geschnittenen Lochstreifen)
Halbautomatische Vermittlung
Vollautomatische Vermittlung

3. Knoteneinrichtungen
Rundschreibeinrichtung ohne Quittungsgabe
Rundschreibeinrichtung mit Quittungsgabe
Konferenzeinrichtung
Ferngesteuerte Rundschreib- bzw. Konferenzeinrichtung (RsE bzw. KE mit Zeichenerkenner)

4. Sonstige Darstellungen
TÜSt
Telegrafie-Leitungsumschaltung
Endstelle
entzerrende Ue
Darstellung ohne Angabe der Betriebsart, nur für Planungen, falls endgültige Technik noch nicht bekannt ist.

Weitere Darstellungen werden in den Netzplänen besonders erläutert.

Schaltkurzzeichen für Netzpläne der T-Sondernetze.

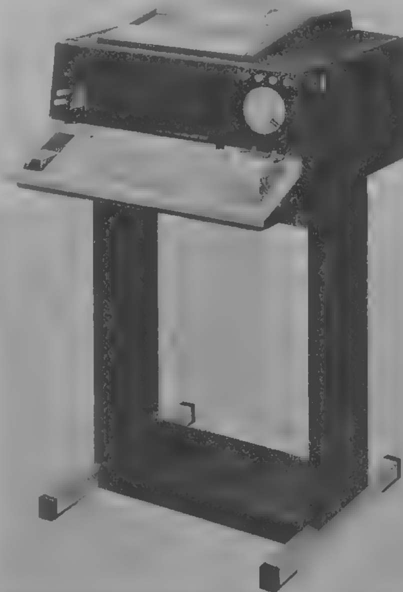
→ Telegrafenalphabet Nr. 2 arbeiten. Die stetige Betriebsbereitschaft ist ein Merkmal der Netze. Knoten- und Vermittlungseinrichtungen können gemeinsam in einem F. vorkommen. Die Inhaber von F. lassen sich wie folgt einteilen: Organe der öffentlichen Sicherheit, Behörden (allgemein), Flugsicherungsstellen, Wetterdienste, Rundfunkgesellschaften, Verkehrsunternehmen, insbesondere Fluggesellschaften, Presseunternehmen, Industrie- und Handelsunternehmen, Kreditinstitute, Ölgesellschaften, andere Großunternehmen. Es bestehen etwa 50 F., die rund 3000 Telegrafenleitungen, darunter auch Auslandsleitungen, umfassen.

Für jedes F. wird durch Dienststellen der DBP ein Netzplan aufgestellt. Die verwendeten Symbole zeigt das Bild.

Telegrafenleitungen in F. werden mit folgenden Buchstabengruppen bezeichnet: TGP = Überlassene Telegrafenleitungen als Standleitungen (Punkt-zu-Punkt-Betrieb); Leitungen nach bzw. zwischen Teilstreckenvermittlungen oder Datenverarbeitungsanlagen usw.; TXP = Überlassene Telegrafenleitungen nach bzw. zwischen Hand- und Wählvermittlungen oder Knoteneinrichtungen. TWP = Überlassene Telegrafenleitungen zum Fernwirken. Für jedes F. ist eine Netzkontrollstelle festgelegt. Sie hat für die Einhaltung der geforderten Übertragungsgüte, die Zusammenarbeit der Dienststellen der DBP untereinander und mit dem Benutzer und alle anderen erforderlichen Maßnahmen Sorge zu tragen. Überlassene Telegrafenleitungen dürfen zum Austausch persönlicher und geschäftlicher Nachrichten des Inhabers benutzt werden. Die Nachrichtenübermittlung für Dritte ist verboten. Auch darf die Benutzung der überlassenen Telegrafenleitungen Dritten weder gegen Bezahlung noch unentgeltlich gestattet werden. Übergänge zwischen verschiedenen F. werden in Ausnahmefällen genehmigt. Die unmittelbare Verbindung von F. mit öffentlichen Netzen ist untersagt.

W. Tietz/Schiweck

Fernschreibstelle. Raum mit einer oder mit mehreren Fernschreibmaschinen, in dem der Fernschreibverkehr einer Behörde, einer Firma oder eines Privatmannes abgewickelt wird. Er kann auch eine Fernschreib-



Blattdrucker 100 von Siemens AG auf Konsole.

Nebenstelleneinrichtung oder eine Fernschreib-Vermittlungsanlage für interne Zwecke enthalten. Größere derartige Einrichtungen sind gewöhnlich in besonderen Räumen untergebracht. An den Bedienungsplätzen (s. Bild) solcher »Zentralen beim Teilnehmer« (ZbT) werden auch Konferenz- und Rundschreibverbindungen hergestellt.

Fernschreibteilnehmer. Person, die mit einem oder mit mehreren Fernschreibapparaten am Fernschreibverkehr teilnimmt und dazu an ein Fernschreibnetz angeschlossen ist oder an fest geschalteten Verbindungsleitungen arbeitet. F. kann auch eine Behörde oder eine Firma sein. Die Namen der an öffentliche Fernschreibnetze angeschlossenen F. sind in Teilnehmer-Fernschreibverzeichnissen (z. B. Amtl. Verzeichnis der Telexteilnehmer in der Bundesrepublik Deutschland) aufgeführt. Ebenso gibt es Verzeichnisse der in privaten Fernschreibnetzen zusammengefaßten Fernschreibteilnehmer (Haftung → Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigung).

Fernschreibteilnehmerverhältnis → Telegrafenordnung.

Fernschreibverkehr. F. ist der mit Hilfe von Fernschreibapparaten in den entsprechenden Fernschreibnetzen stattfindende Informationsaustausch. In weitestem Sinne gehören dazu vor allem Telexverkehr, F. in Sondernetzen, aber auch der allgemeine Telegrammverkehr.

Fernschreibvermittlungstechnik. Darunter fallen alle handbedienten, halbautomatischen und vollautomatischen technischen Einrichtungen sowie Geräte, mit deren Hilfe Fernschreibverbindungen hergestellt, gemessen und kontrolliert werden können.
Kennzeichen der handbedienten Einrichtungen (s. Fernschreib-Handvermittlungstechnik) ist der Schrankaufbau und die meist optischen Geräte für die Signalgaben. Bei den halbautomatischen Anlagen übernimmt der Fernschreibteilnehmer bereits einen Teil des Verbindungsaufbaues, so daß die Vermittlungsperson nur noch die Verbindung zu vollenden und bestimmten Überwachungs- oder Kontrollfunktionen (z. B. Gebührenfeststellung) zu übernehmen hat. Vollautomatische Verbindungen werden unmittelbar vom Teilnehmer nach Wahl mittels eines Nummernschalters (Wahlscheibe) oder mit Hilfe der Tastatur des Fernschreibapparates hergestellt. Erst im Falle von Störungen greift auf Anforderungen hin Personal ein, um den Störungsursachen nachzugehen. Den schnellsten Verbindungsaufbau und -abbau gewährleistet ein Vermittlungssystem mit Selbstwahl. Es erfordert in der Regel wegen des Sofortverkehrs (Verkehrsangebot der → Hauptverkehrsstunde) starke Leitungsbündel, um die durch Besetztfälle bedingten Verluste klein halten zu können. Der vorstehend gekennzeichneten Vermittlungstechnik liegt — betrieblich gesehen — das »Durchschaltverfahren« zugrunde (→ Durchschalt-Vermittlungssysteme). Hierbei hat ein Fs-Teilnehmer unmittelbaren Nachrichtenaustausch mit einem anderen.
Im Gegensatz dazu steht das sog. → »Teilstreckenverfahren«, bei dem ein Fernschreiben oder ein Telegramm streckenweise, d. h. durch Kopplung einer Teilstrecke der Fernschreibverbindung an die andere, übermittelt wird. Das anzusteuernde Ziel wird jeweils den Angaben im Kopf des Fernschreibens entnommen. Das ist stets zu Beginn einer (folgenden) Teilstrecke erforderlich und das Hauptkennzeichen dieses Übermittlungsverfahrens. Der Ursprungsteilnehmer hat in diesem Falle keinen unmittelbaren Kontakt mit dem anzusteuernden. Er hat auch keinen Einfluß auf die Übermittlungszeit. Das Teilstreckenverfahren ist sehr leitungsökonomisch. Es ist im Grunde genommen schon sehr alt, denn die frühere Umtelegrafierung von Telegrammen bedeutet ebenfalls ein Teilstreckenverfahren. *Schiweck*

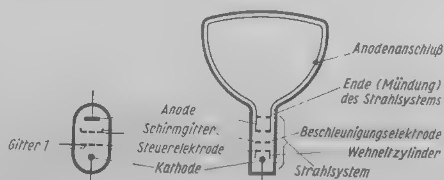
Fernschreibwählvermittlungstechnik. Teil der → Fernschreibvermittlungstechnik. Gekennzeichnet durch die Verwendung von Wähleinrichtungen (Wählern, Schaltwählern, Computern), die von einer Person oder durch Speicherglieder (Lochstreifen, Tonbänder, Kernspeicher u. ä.) gesteuert werden können. Anwendungen: → Telexdienst, Gentexdienst, → Fernschreibsondernetze.

Fernschreibzeichen → Telegrafierzeichen.

Fernschreibzeichensender, elektronischer → Zeichengeber TW 39.

Fernsehanlagen für die Schiffsführung. Die ständig wachsenden Schiffsgrößen erlauben dem Kapitän von der Kommandobrücke aus keinen Einblick in den Raum vor und hinter dem Schiff. Daher werden auf vielen großen Schiffen vorn und hinten Kameras mit geeignetem Blickwinkel eingebaut, die auf ein Sichtgerät auf der Brücke geschaltet werden können. Bedingt durch die Trägheit der Aufnahme- und Wiedergaberöhren kann man mit F. bei Regen und Schneetreiben oft mehr sehen als mit den Augen.

Fernsehbildröhre. Unter F. versteht man eine nach dem Prinzip der → Braunschen Röhre arbeitende Elektronenstrahlröhre zur Wiedergabe eines mit den Mitteln des → Fernsehens übertragenen Bildes. Der zum Schreiben des Bildes nötige Elektronenstrahl



Vergleich zwischen einer Verstärker-Tetrode und einer Fernsehbildröhre in bezug auf die Elektroden.

wird im Strahlsystem erzeugt, dessen Aufbau und Wirkungsweise mit der normalen Elektronenröhre vergleichbar sind (s. Bild). Die Kathode liefert einen Elektronenstrom, dessen Stärke durch die Steuer-Elektrode, den Wehneltzylinder, im Maße der Bildhelligkeit beeinflußt wird. Beschleunigungselektrode und Anode verleihen den Elektronen eine außerordentlich hohe Geschwindigkeit. Durch eine Elektronensammellinse, früher magnetisch, heute

ausschließlich statisch, werden die Elektronen zu einem sehr dünnen Elektronenstrahl gebündelt (Focussierung). Im Gegensatz zur Elektronenröhre werden die Elektronen nicht von der Anode aufgefangen, sondern fliegen durch eine Öffnung derselben hindurch zu dem auf der Innenseite der Vorderfront der Bildröhre aufgebrachten Leuchtschirm. Dieser liegt auf dem Potential der Anode (+ 16 bis 20 kV) und besteht aus einer dünnen Schicht von Kristallphosphoren in einer Mischung, welche beim Auftreffen von Elektronen ein möglichst weißes Licht aussendet. Auf der Rückseite der Leuchtschicht befindet sich eine aufgedampfte dünne Aluminiumfolie. Diese verhindert, daß das Licht des angeregten Leuchtpunktes in das Innere der Bildröhre strahlt und damit den übrigen Bildschirm aufhellt. Sie bewirkt vielmehr, daß alles Licht in Richtung zum Beschauer reflektiert wird. Gleichzeitig erlaubt die Aluminisierung die Verwendung eines geraden Strahlsystems ohne sogenannte Ionenfalle. Der Aufprall schädlicher Ionen auf die Leuchtschicht muß verhindert werden, da sie eine vorzeitige Alterung der Leuchtphosphore in der Bildschirmmitte bewirken würde.

Vor Einführung der Aluminiumschicht, welche von Ionen nicht durchschlagen wird, war es üblich, das Strahlsystem so abzuknicken, daß der von der Katode kommende Elektronenstrahl und die durch Gasreste noch vorhandenen Ionen auf die Seitenwand und nicht auf die Öffnung des Anodensystems zielen (Ionenfalle). Der Ionenfallenmagnet lenkt die Elektronen so ab, daß sie das Strahlsystem durch die Anodenöffnung verlassen können, während die Ionen infolge ihrer größeren Masse kaum von diesem Magneten abgelenkt werden und auf die Seitenwand der Anode aufprallen. Der Elektronenstrahl muß nach Verlassen des Strahlsystems waagerecht und senkrecht so abgelenkt werden, daß er entsprechend dem Verfahren des → Fernsehens ein rechteckiges Bildfeld überschreibt, → Ablenktechnik. Eine kompliziertere Sonderform nach demselben Prinzip stellt die → Farbbildwiedergaberöhre dar. *Stierhof*

Fernsehbildsender. Der Teil des Fernsehsenders, in dem das Fernseh-Signalgemisch aus dem Videobereich aufbereitet, verstärkt, dem Hochfrequenz-(HF-)Träger aufmoduliert und dieser Träger auf die erforderliche Leistung verstärkt wird, stellt den F. dar. Grundsätzlich gehört zu diesem Bildsender auch die Bildtonweiche, mit der die Ausgänge von Bildsender und Tonsender zusammengeführt werden.

In dem vereinfachten Blockschaltbild (Bild 1) eines Fernsehsenders (Bild- und Tonsender) ist das Prinzip der getrennten HF-Leistungsverstärker für Bild und Ton dargestellt. Für kleinere Leistungen des Bildsenders, wie z. B. 2 kW, können Bild und Ton auch über einen gemeinsamen HF-Leistungsverstärker gegeben werden (Bild 2). Hierbei wird als Koppelglied ein 3-dB-Koppler verwendet.

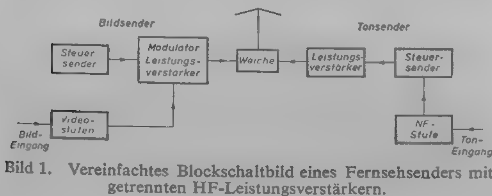


Bild 1. Vereinfachtes Blockschaltbild eines Fernsehsenders mit getrennten HF-Leistungsverstärkern.

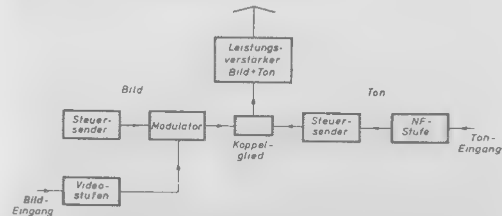


Bild 2. Vereinfachtes Blockschaltbild eines Fernsehsenders mit einem gemeinsamen HF-Leistungsverstärker.

Nach der Röhrenbestückung des HF-Leistungsverstärkers wird zwischen Tetrodensendern und Klystronsendern unterschieden.

Die Tetroden in Metallkeramik-Ausführung sind luftgekühlt und geben eine Leistung von 2 oder 10 kW ab. Für die Leistung 20 kW werden zwei Tetrodenverstärker zusammengeschaltet. Die Tetroden werden in Topfkreisen betrieben, die mit Schiebern oder Klappen abgestimmt werden.

Als Klystron sind bei den Bildsendern Vier-Kammer-Klystrons eingesetzt, die mit Luft oder mit Luft und Wasser gekühlt werden und eine Leistung von 10 kW abgeben. Für 20 kW Leistung werden die Verstärker wie bei den Tetroden zusammengeschaltet. Die neuen Klystrontypen sind auch wie die Tetrode im Frequenzbereich IV/V verwendbar.

Den schematischen Aufbau eines solchen Klystrons mit permanentmagnetischer Fokussierung zeigt das Bild 3.

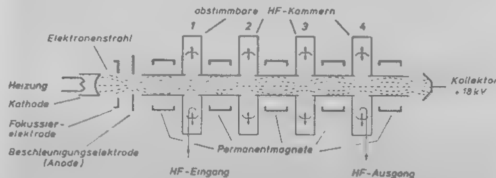


Bild 3. Schematischer Aufbau eines 4-Kammer-Klystrons.

Der Vorteil des Klystrons gegenüber der Tetrode ist u. a. die längere Lebensdauer und die wesentlich größere Verstärkung.

Wie in der Tabelle 1 angegeben, werden Tetroden- und auch Klystronsender in der Endfrequenz oder in der Zwischenfrequenz (ZF) 38,9 MHz moduliert.

Bei den sogenannten ZF-Sendern wird nach der Modulation der ZF bei sehr niedrigen Leistungen die Endfrequenz durch Mischung mit einem Hilfsträger gewonnen. Das Restseitenbandfilter ist für die niedrige ZF ausgelegt und braucht bei Frequenzwechsel des Senders nicht mehr umgestimmt zu werden.

Eine weitere Unterscheidung der Sendertypen liegt in der Ausgangsleistung der modulierten Stufe, die bei Tetrodensendern der früheren Typen noch 2 kW be-

Tabelle. Typen der Fernsehbildsender (2. und 3. Programm).

Röhrenbestückung der Endstufen	Tetrode							Klystron					
Frequenz der modulierten Stufe	Endfrequenz				ZF			Endfrequenz		ZF			
Leistung am Ausgang der modulierten Stufe oder der Vorstufe, ca. (W)	200	2000			50	160	200	30	50	0,2	20	40	50
Hersteller	Siem.		SEL	R & S	R & S	SEL	Siem.	R & S	Tfk.	SEL	Tfk.	SEL	R & S
Leistungstypen (kW) (Synchronspitzen-Leistung)	20 10	20 10 2	2	2	2	20 10 2	20 10 2	20	20 10	10 2	20 10 2	20	20 10
Sender in der Fertigung	ausgelaufen				neu			ausgelaufen		neu		aus-ge-laufen	neu

trug. Bei Klystronsendern und bei den ZF-Sendern liegen diese Leistungen wesentlich tiefer. Bei Modulation einer Stufe hoher Leistung muß auch das nachfolgende Restseitenbandfilter für die hohe Durchgangsleistung bemessen werden. Das Filter ist dann meist mit der Bildtonweiche vereint als sogenannte Filterweiche.

Die Modulation einer sehr niedrigen Leistung wurde erst bei den ZF-Sendern ermöglicht. Das Fernseh-Signalgemisch braucht hier bis zum Modulator nur gering verstärkt zu werden. Außerdem kann ein Teil der Signalaufbereitung in der ZF durchgeführt werden. In den ZF-Stufen kann auch das ZF-Ausgangssignal eines Ballempfängers eingespeist werden, um so die Demodulation und Modulation in der Programmzuführung für den Sender zu sparen.

Die in der Tabelle angegebene Ausgangsleistung der modulierten Stufe stimmt nur für 200 W und mehr mit der Leistung des Modulators überein. Bei niedrigerer Leistungsangabe ist dies die Leistung des Verstärkers nach dem Modulator oder ggf. die Leistung des Mischers.

Von den sich in den Daten der Tabelle unterscheidenden Bildsendertypen ist als Beispiel in Bild 4

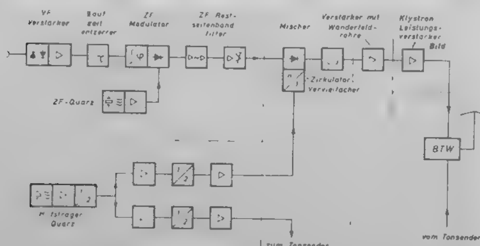
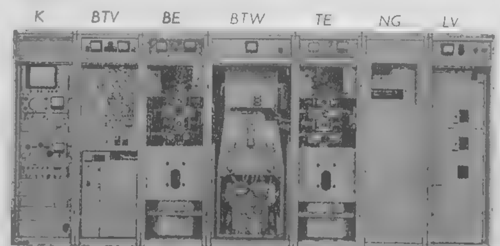


Bild 4. Blockschaltbild eines Fernsehbildsenders mit Modulation der ZF und mit Klystronleistungsverstärker.

das Blockschaltbild eines Senders dargestellt. Das mit 1 V_{ss} zugeführte Fernseh-Signalgemisch wird in den Eingangsstufen verstärkt, der Austastwert durch Tastung konstant gehalten und die Laufzeit entzerrt, dann das Signal der Amplitude der ZF negativ aufmoduliert. Das modulierte Signal wird im Restseitenbandfilter auf die zulässige Bandbreite beschnitten. Der folgende ZF-Verstärker enthält die Entzerrung für die Nichtlinearität des Klystronleistungsverstärkers. Im Mischer wird aus einem für Bild und Ton gemeinsam erzeugten Hilfsträger und der modulierten ZF die Endfrequenz gewonnen. Bis hierher sind alle Stufen des Senders mit Transistoren bestückt. Im anschließenden Wanderfeldröhren-Verstärker wird das HF-Signal von etwa 0,2 W auf etwa 20 W verstärkt und auf den Eingang des 10-kW-Klystronverstärkers gegeben. Die anschließende Bildtonweiche ist aus breitbandigen 3-dB-Kopplern aufgebaut.

Bild 5 zeigt die Frontansicht eines solchen 10-kW-Fernsehsenders mit Kontrollgestell und mit geöffneten Türen.



K: Kontrollgestell, BTV: Bildtonvorstufe, BE: Bildklystronverstärker, BTW: Bildtonweiche, TE: Tonklystronverstärker, NG: Hochspannungsnetzgerät, LV: Leitungsverteiler.

Bild 5. Frontansicht eines Fernsehsenders mit Modulation der ZF und mit Klystronleistungsverstärkern (Werkfoto SEL).

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit des Senders können zweite Vorstufen als passive Reserve aufgestellt und für die Endstufen eine aktive Reserve durch Rückschaltung oder Funktionswechsel gewonnen werden. Bei dem letzteren dient die Tonendstufe als Reserve für die Bildendstufe, oder eine Endstufe verstärkt in der Reserveschaltung das Bild- und Tonsignal gemeinsam. Eine weitere Möglichkeit der Reserve ist ein kompletter zweiter Fernsehsender als passive Reserve. Letzteres bietet sich bei den mit der neuen Technik vereinfachten und verkürzten Sendern an und hat den Vorteil einer einfachen und betriebssicheren Umschaltautomatik.

Die Übertragungseigenschaften des F. und damit auch die Pegel des Ausgangssignals müssen den Bedingungen der Pflichtenhefte für Fernsehsender der DBP oder der Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands (ARD) entsprechen. Diese Bedingungen sind für das Farbfernsehen neu festgelegt worden.

Literatur: J. Kniestedt, Technik der Fernsehsender im Frequenzbereich IV/V. Technische Handbücherei, Bd. 43 (Doppelband 123 S.) Fachverlag Schiele & Schön, GmbH, Berlin — J. Kniestedt, Übertragungsbedingungen für Farbfernsehsender und Änderungen an den Schwarzweiß-Fernsehsendern für das Farbfernsehen. Fernmelde-Prax., 44 (1967), Heft 14.

Kniestedt

Fernsehbildstörungen können häufig unmittelbar aus dem fehlerbehafteten Bild gedeutet werden. So lassen sich Mängel in der Empfangsanlage als Bildfehler erkennen. Die von außen herrührenden Störungen werden als Bildstörungen festgestellt. Farbbildstörungen als Farbmoiré können auftreten, wenn die Frequenz der HF-Energie einer Störquelle fast mit der Frequenz des Farbhilfsträgers übereinstimmt und nahezu die gleiche Spannungsamplitude am Farbfernsehempfängereingang hat. Bildfehler und Bildstörungen können in manchen Fällen einander sehr ähnlich sein, so daß erst eine Fehlersuche in der Empfangsanlage oder eine Störungsermittlung (Ermitteln der fremden Störquelle) Aufschluß über die Ursachen des fehlerhaften Bildes gibt.

Bild 1 bis 8: Bildfehler aus der Empfangsanlage.

Bild 9 und 10: Durch Reflexion gestörte Bilder.

Bild 11 bis 17: Durch Witterungseinflüsse gestörte Bilder.



Bild 3. Schwarze Bildränder entstehen durch unzureichende Ablenkspannungen und sind auf verbrauchte Röhren oder Unterspannung im Lichtnetz zurückzuführen.



Bild 1. Zerreißen des Bildes kann durch Unterbrechung in der Antennenzuführung oder im Empfänger verursacht werden.

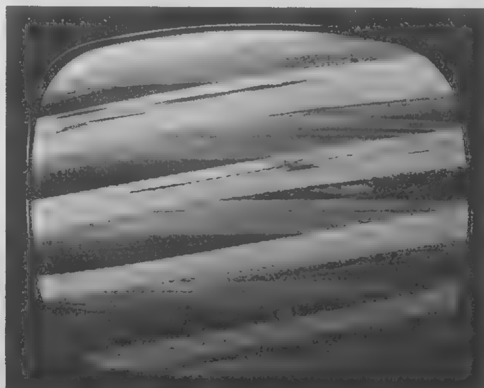


Bild 4. Kippen des Bildes ist auf Ausfall der Zeilensynchronisation im Empfänger zurückzuführen.

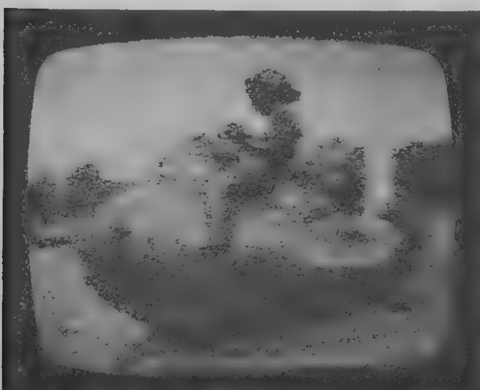


Bild 2. Grieß oder Schnee im Bild entsteht durch zu geringe Antennenspannung oder Fehler im Empfänger.

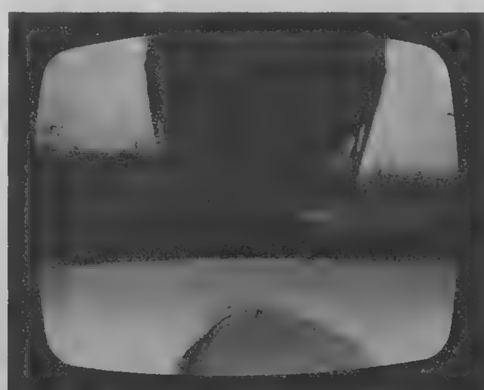


Bild 5. Durchlaufen des Bildes nach oben oder unten wird durch Ausfall der Bildsynchronisation im Empfänger verursacht.

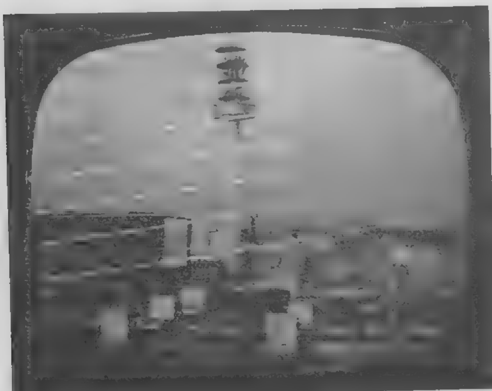


Bild 6. Schräge weiße Striche entstehen durch ungenügende Verdunkelung des Zeilenrücklaufs.



Bild 9. Mehrfachbilder entstehen durch Reflexionen und sind durch Wahl einer geeigneten Empfangsantenne und deren günstigste Ausrichtung zu beseitigen oder zu vermindern.

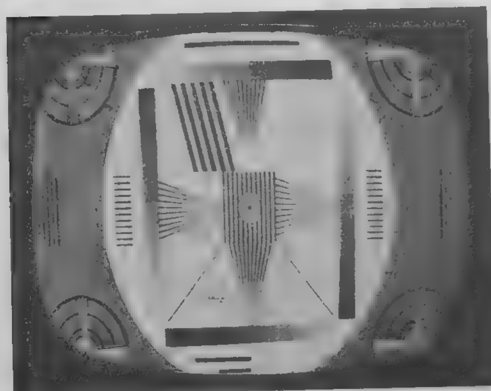


Bild 7. Bildverzerrungen zeigen Empfänger, bei denen die Bildablenkspannung nicht den ordnungsgemäßen Verlauf hat.

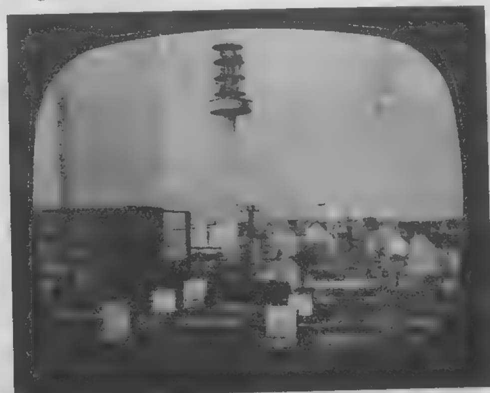


Bild 10. Senkrechte dunkle Streifen zum Teil mit Mehrfachbildern verbunden sind Wiederholungen des Zeilenaustastimpulses infolge Reflexionen über größere Entfernungen. Abhilfe wie unter 9.



Bild 8. Veränderliche Bildverzerrungen entstehen im Empfänger durch Einkopplung der Lichtnetzspannung in die Zeilenablenkung.

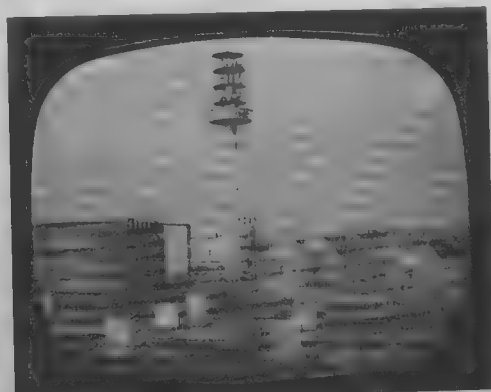


Bild 11. Auf der gesamten Bildfläche waagerechte, nach oben oder unten wandernde, schmale Streifen treten im allgemeinen nur durch wetterbedingte Überreichweiten auf und verschwinden mit Änderung der Wetterlage.

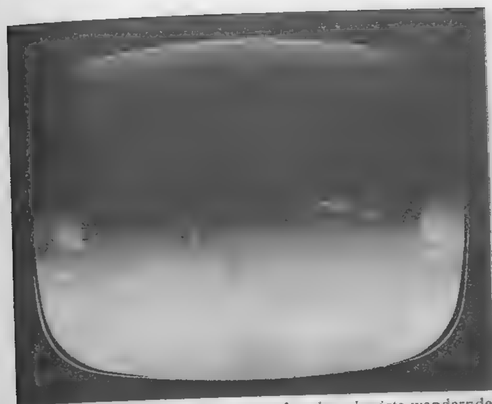


Bild 12. Waagerechter, breiter, auf- oder abwärts wandernder Streifen entsteht im Empfänger durch Einkopplung der Lichtnetzspannung in das Bildsignal.



Bild 15. Breite, waagerechte, schwarze oder in sich gemusterte, nach oben oder unten wandernde Streifen werden verursacht durch störende Hochfrequenzgeräte.



Bild 13. Waagerechte, unterbrochene Striche entstehen durch störende elektrische Geräte, Maschinen und Anlagen.



Bild 16. Waagerecht über das Fernsehbild laufende, dunkle und helle, kurze Striche werden hervorgerufen von Zündfunken in Kraftfahrzeugen.

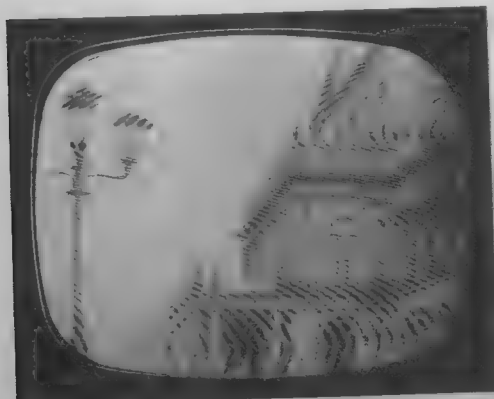


Bild 14. Auf dem gesamten Bildschirm in der Richtung wechselnde Schrägstreifen oder Moiré werden erzeugt durch Oszillatorausstrahlungen von UKW- und Fernsehempfängern.



Bild 17. Einzelne oder mehrere, senkrechte oder schräge, nach links oder rechts wandernde Kordelstreifen werden erzeugt durch fehlerhafte Fernsehgeräte (Barkhausen-Kurz-Schwingungen).

Kuning

Fernsehdrahtfunk → Drahtfunk.

Fernsehempfänger. Als F. sind alle Einrichtungen zu verstehen, welche geeignet sind, die von Fernsehsendern ausgestrahlten, nach den Methoden der gebräuchlichen Fernsehverfahren (→ Fernsehen) aufgebauten Signale zu empfangen und einem mehr oder weniger großen Zuschauerkreis optisch als Bild und akustisch als Begleitton wiederzugeben. Vom Prinzip der Bildwiedergabe her unterscheidet man Projektions- und Direktsichtgeräte. Erstere, heute nur für Spezialzwecke in Anwendung, gliedern sich wiederum in zwei Gruppen. Ein Verfahren schreibt in bekannter Weise ein Fernsehbild auf einer kleinen, außerordentlich lichtstarken Elektrodenstrahlbildröhre. Dieses Bild wird optisch vergrößert auf eine Projektionswand geworfen. Der Mangel des Verfahrens, die relativ geringe Leuchtdichte des projizierten Bildes, wird durch lichtstarke Optik (Schmidt-Spiegelsystem) und eine Projektionswand hoher Reflexionsfähigkeit, jedoch kleinen Reflexionswinkels, gemildert. Wirkliche Großprojektion ermöglicht das Eidophorverfahren. Ein mit dem Helligkeitssignal modulierter Elektronenstrahl trifft in üblicher Horizontal- und Vertikalablenkung auf eine ständig erneuerte Flüssigkeitsschicht. Der in dieser Schicht entstehende plastische Momentanzustand wird durch Schlierenprojektion vermittels einer beliebig starken Projektionslichtquelle als Fernsehbild im Großformat abgebildet.

Die weitaus überwiegende Anzahl aller heute betriebenen Empfänger, insbesondere die Masse der Heimgeräte, arbeitet nach dem Direktsichtverfahren. Das auf dem Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre (→ Fernsehbildröhre) geschriebene Bild wird unmittelbar ohne weitere Umformung betrachtet. Dieses Direktsichtbild erlaubt unter Berücksichtigung eines günstigen Betrachtungsabstandes und -winkels (→ Bildgüte) eine relativ kleine mit der Bildgröße wachsende Anzahl von Zuschauerplätzen. Von kleinsten, tragbaren Empfängern mit postkartengroßem Bild bis zu dem zur Zeit größten in Europa gebräuchlichen Bildformat mit 65 cm Bild-Diagonale, existiert eine Vielzahl von Gerätevarianten unterschiedlicher Bildgrößen.

Im allgemeinen müssen F. für den Empfänger einer einzigen Sendernorm (→ Fernsehnorm) geeignet sein. Einige Länder sind gezwungen, Mehrnormen-Empfänger zu verwenden.

Beispiel: Belgien, wo bereits von jeher im VHF-Bereich 4-Normen-Empfänger erforderlich waren. Der Wunsch, die Sendungen der Nachbarländer direkt zu empfangen, hatte zu den beiden ursprünglichen belgischen Normen C und F, entstanden als Kompromißanlehnung an B (CCIR 625 Zeilen) und Norm E (Frankreich 819 Zeilen), den Einbau von B und E selbst erforderlich gemacht. Die Einführung einer 625-Zeilen-UHF-Norm mit gewissen Bandbreite- und Modulationsunterschieden für den europäischen Bereich, zwingt auch Frankreich und England zu 2-Normen-Geräten, insbesondere weil Farbsendungen nur in 625-Zeilen-Norm gesendet werden. Die schaltungstechnischen Vorkehrungen und Umschalteeinrichtungen für die Verarbeitung mehrerer Normen machen solche Geräte kompliziert und teuer.

Ein allgemeines Funktionsschema eines Schwarz-Weiß-Empfängers, welches auch die Grundlage für → Farbempfänger darstellt, zeigt Bild 1. Die in den einzelnen Stufen früher ausschließlich verwendeten

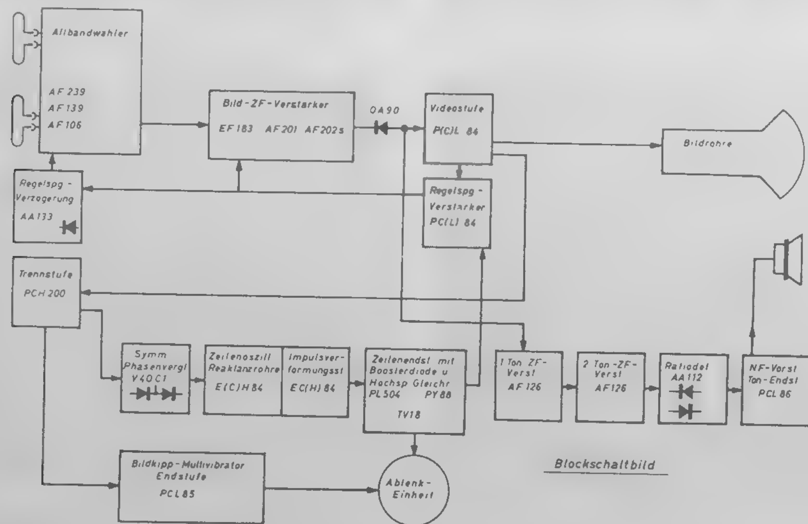


Bild 1. Blockschaltbild eines Fernsehempfängers.

Elektronenröhren werden neuerdings in wachsendem Maße durch Halbleiterbauelemente, d.h. Transistoren, Dioden, ersetzt. Vorteile: lange Lebensdauer, kleiner Raumbedarf, geringer Leistungsverbrauch und damit geringer Wärmeumsatz im Gerät.

In neuester Zeit bahnt sich eine Entwicklung an, eine Anzahl von Halbleiterelementen mit ihren zugehörigen Bauteilen zu sogenannten → integrierten Schaltkreisen zusammenzufassen. Vorteil: extreme Verkleinerung und Vereinfachung des ganzen Aufbaues.

Das von der Antenne empfangene Hochfrequenz-Signal gelangt über das meist gebräuchliche symmetrische Bandkabel mit einem Wellenwiderstand von 240 Ω oder besser über ein asymmetrisches Koaxialkabel (60 Ω) an den Empfängereingang. Der → Kanalwähler (Tuner) gibt das aus dem Hochfrequenzbereich in den Zwischenfrequenzbereich transponierte Signal an den Zwischenfrequenzverstärker weiter. Trägerfrequenz der Bildinformation = 38,9 MHz, Trägerfrequenz des Tones = 33,4 MHz. Der Zwischenfrequenzverstärker arbeitet durchschnittlich mit drei Verstärkerstufen, jedoch sind auch Ausführungen mit zwei oder vier Stufen gebräuchlich. Der Zwischenfrequenzverstärker hat die Aufgaben:

1. der Signalverstärkung (im angeführten Beispiel ca. 70 dB) bei der systembedingten Bandbreite,

2. der Erreichung eines bestimmten Amplitudenfrequenzganges innerhalb des Übertragungsbereiches (Nyquistcharakteristik → Fernsehen) und Amplitudenverhältnisses von Bildträger zu Tonträger unter Einhaltung bestimmter Bedingungen für die Gruppenlaufzeit,

3. der Einhaltung des erforderlichen Amplitudenfrequenzganges außerhalb des Übertragungsbereiches zur Sicherstellung ausreichender Nachbarkanal- und Fernabselektion,

4. eine automatische Verstärkungsregelung zu erreichen.

Bild 2 zeigt eine charakteristische Durchlaßkurve.

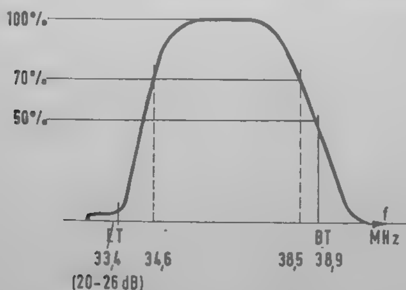


Bild 2. Durchlaßkurve eines Zwischenfrequenzverstärkers.

Der dem Zwischenfrequenzverstärker nachgeschaltete Richtleiter (Diode) demoduliert einerseits das Zwischenfrequenzbildträgersignal und erzeugt durch additive Mischung von Bild- und Tonträger (Differenzträger oder Intercarrierverfahren) die eigentliche Tonzwischenfrequenz von 5,5 MHz in der Norm B Diese wiederum wird nach Verstärkung meist in einem Verhältnisdemodulator (→ Ratiodetektor) demoduliert. Ein meist zweistufiger Niederfrequenzverstärker speist den Lautsprecher. Das nach der Demodulation vorhandene Signal (Videosignal), bestehend aus dem eigentlichen Bildinhaltssignal, den Austastlücken und den Synchronimpulsen (BAS) wird im Videoverstärker verstärkt und der Katode der Bildröhre zugeführt. Der Videoverstärker arbeitet meist in Gleichstromkopplung zur exakten → Schwarzwerthaltung und stellt damit einen Breitbandverstärker dar mit einem Übertragungsbereich von 0 bis ca. 5 MHz. Schaltungen ohne Gleichstromübertragung machen von der Wiedereinführung des Gleichstromwertes durch geeignete Klemmschaltung Gebrauch.

Das Videosignal wird außerdem einem Regelspannungsverstärker zugeführt, welcher gleichzeitig die Zeilenrücklaufimpulse als getastete Versorgungsspannung erhält. Hierdurch wird erreicht, daß die automatische Verstärkungsregelung von Kanalwähler und Zwischenfrequenzverstärker nur von der Amplitude des Zeilensynchronimpulses abhängt und nicht von dem in seinem Gleichstrommittelwert ständig wechselnden Bildinhalt. Das Videosignal gelangt weiterhin zum Amplitudensieb (Trennstufe), welches die Impulse für die Synchronisierung der Ablenkschaltungen zur Führung des Elektronenstrahles abtrennt. Die Horizontalablenkschaltung liefert gleichzeitig die Hochspannung von 16 bis 20 kV für die Fernsehbildröhre.

Notwendige Bedienungselemente eines Schwarz-Weiß-Fernsehempfängers sind die Sendereinstellung (→ Kanalwähler), Kontrast und Grundhelligkeitseinstellung für die Bildwiedergabe (→ Bildgüte) und der Lautstärkeregler für die Tonwiedergabe. Bei den meisten Empfängern ist die Möglichkeit gegeben, die wichtigsten Einstellungen über eine ansteckbare Fernbedienungseinrichtung vorzunehmen. *Stierhof*

Fernsehempfänger, Sicherheitsbestimmungen. Bei F. kommen zu den elektrischen Sicherheitsbestimmungen nach VDE 0860 H bzw. IEC zwei wichtige Vorschriften:

1. Schutz gegen Implosionen der Bildröhre. Der auf der großen Oberfläche der Bildröhre lastende atmosphärische Druck kann bei Glasbruch erhebliche Gefahren durch umhergeschleuderte Splitter auslösen. Während früher fast ausschließlich Schutzscheiben aus Sicherheitsglas vor dem Bildschirm angebracht waren, wird heute meist durch konstruktive Maßnahmen — Einspannen der Randzone zwischen Bildschirm und Konus in eine Metallarmierung — ein wirksamer Implosionsschutz erreicht. Die Prüfmethoden, wie z. B. die Kugelfallprobe, sollen international festgelegt werden.

2. Vermeidung von Röntgenstrahlen. Elektronenstrahlen mit einer Beschleunigungsspannung von mehr als 20 kV können Röntgenstrahlen auslösen. Die theoretische Möglichkeit besteht also bei Farbfernsehempfängern, wo die Bildröhre, aber auch

Verstärkerröhren und Vakuumgleichrichter mit 25 kV arbeiten. Durch Verwendung geeigneter Glassorten und Abschirmmaßnahmen muß nach VDE 0860 H der an der Oberfläche eines Empfängers meßbare Strahlenwert < 0,5 mr/h sein. Die praktisch erzielbaren Werte liegen jedoch wesentlich unter dieser Zulässigkeitsgrenze. *Stierhof*

Fernsehempfänger, Störerscheinungen. Im F. kann als Tonstörung das Intercarriergeräusch auftreten. Ursache kann im Empfänger selbst durch schlechte Begrenzungseigenschaften, in der Antennenanlage durch Verschiebung des Trägerverhältnisses, gelegentlich auch in Kleinumsetzern liegen. Eine bis zu einem gewissen Grad unvermeidliche Störung im Fernsehempfänger ist das sogenannte Cross-Colour, ein Farbflimmern an scharfen Kanten, hauptsächlich aber im 4,4-MHz-Bereich von Testbildern, welches durch die in den Farbartverstärker fallenden Anteile des Videospektrums entsteht. Bei fehlerhaftem Abgleich des Empfängers kann diese Störung unzulässig stark sein.

Eine weitere Störung, die Moiréstörung, deren Ursache im Empfänger zu suchen ist, entsteht durch Einstrahlung von Oberwellen der Zwischenfrequenz auf den eigenen Empfängereingang (→ Fernsehbildstörung).

Fernsehempfänger, Störschutzbestimmungen. F. müssen strenge Störschutzbestimmungen genügen, um gegenseitige und Störungen anderer Funkdienste auszuschließen. Unterschiedliche nationale Bestimmungen (VDE 0872 — SEV — Semko usw.) werden mehr und mehr international vereinheitlicht (IEC — CISPR).

Fernsehempfänger müssen eine diesbezügliche → FTZ-Prüf-Nummer tragen. Einhaltung der Störschutzbestimmungen muß entweder durch → VDE-Prüfstelle oder durch vom FTZ überwachte, firmeneigene Meßplätze garantiert werden. Protokolle von Messungen nach VDE 0876 und 0877 über 3‰ der produzierten Geräte sind vorzulegen.

Fernsehempfänger, Stromversorgung. Es ist üblich, die Röhren von Fernsehempfängern in Serienheizung mit entsprechenden Vorwiderständen direkt vom Netz zu betreiben. Im Zuge der Transistorisierung wird für die noch verbleibenden Röhren die Serienheizung unzweckmäßig. Die Anodenspannung wird üblicherweise durch Einweggleichrichter, früher Röhren oder Selengleichrichter, heute ausschließlich durch Siliziumgleichrichter, gewonnen. Große Elektrolytkondensatoren bis 400 μF sind erforderlich, um die bei Einweggleichrichtung verbleibende Wechselstromkomponente auszusieben. Der Nachteil der ohne Zwischenschaltung eines Transformators betriebenen Schaltungen ist der an Netzspannung liegende Chassisaufbau. Besondere Beachtung der Sicherheitsbestimmungen bei F. ist erforderlich. Zur Versorgung von Transistoren, insbesondere in Farbfernsehgeräten, sind eigene Niederspannungsnetzteile teilweise mit elektronischer Spannungsstabilisierung gebräuchlich.

Fernsehen. 1. Unter F. werden Verfahren zur Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe stehender und bewegter Bilder sowie Szenen mit Hilfe elektronischer und nachrichtentechnischer Mittel (Draht, Funk) verstanden. Es wird unterschieden in Schwarzweiß-F., das nur die Leuchtdichteverteilung (Grauwerte) einer Bildvorlage wiedergibt, und Farb-F., das außer der Leuchtdichte- auch die Farbinformation der Bildvorlage überträgt.

Eine Fernsehübertragungskette wird in drei Abschnitte gegliedert: in die optisch-elektrische Transformation der Bildinformation in elektrische Signale, in die Übertragung der elektrischen Signale vom Bildgeber zum Empfänger und in die elektrisch-optische Rücktransformation der elektrischen Signale zu einem Bild.

Eine Fernsehaufnahme erfolgt im → Fernsehstudio mit Hilfe von → Fernsehkameras bei life-Übertragungen oder mittels Dia- und Filmabtaster (→ Dia-, Film-Übertragungsanlage). Im Prinzip wird bei der Aufnahme das zu übertragende Bild in Flächenelemente (Bildelemente) zerlegt, deren mittlere Leuchtdichte einzeln nacheinander die Amplitude eines elektrischen Signals steuern (Bildsignal, B-Signal). Die Abtastung der einzelnen Flächenelemente und ihre synchrone Wiedergabe auf dem Bildschirm des Empfängers erfolgt bei allen gebräuchlichen Fernsehsystemen zeilenweise von links nach rechts, am oberen Bildrand beginnend (Anzahl der je Sekunde übertragenen Zeilen ist die Horizontal-Frequenz, Anzahl der je Sekunde übertragenen Bilder ergibt die Bildfrequenz oder die Bildfolgefrequenz). Andere Abtastverfahren, wie die Spiralabtastung, werden in Spezialfällen außerhalb des Bereiches des öffentlichen F. angewendet oder haben, wie die Geschwindigkeitsabtastung, nur noch historisches Interesse.

Die Zuordnung der optischen zu den elektrischen Signalwerten wie auch Form und Folge der für den synchronen Ablauf des Abtastvorgangs bei Aufnahme und Wiedergabe zusätzlich eingetasteten Horizontal- und Vertikal-Synchron- und Ausgleichsimpulse sind in → Fernsehnormen festgelegt.

Die zur Übertragung eines Bildsignals benötigte Frequenz-Bandbreite hängt ab von der Anzahl der Bildelemente, die sich aus der gewählten Zeilenzahl z und dem Verhältnis von Bildbreite b zur Bildhöhe h ergibt, weiter von der Bildfolgefrequenz f_B, die zur Erzielung eines flimmerfreien und kontinuierlich bewegten Bildes erforderlich ist, und schließlich von den prozentualen Anteilen der für Horizontal- und Vertikal-Rücklauf des schreibenden Elektronenstrahls erforderlichen Horizontal- und Vertikal-Austastung H bzw. V an der gesamten Bilddauer.

$$B = \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{h} \cdot z^2 \cdot f_B \cdot \frac{1-V}{1-H}.$$

Diese Bandbreite wird in praktischen Fernsehsystemen um einen Faktor zwischen 0,5 und 1 vermindert, wobei eine geringe, für die Bildqualität

unerhebliche Einbuße an Horizontalauflösung in Kauf genommen wird (Kellfaktor K).

$$B_{red} = K \cdot B .$$

Zur Verminderung des Bildflimmerns wird das Zeilensprungverfahren angewendet, das heißt: bei dem 1. Halbbild werden nur die ungeraden (1. 3. ...) Zeilen, im 2. Halbbild die geraden (2. 4. ...) Zeilen übertragen (Anzahl der je Sekunde übertragenen Halbbilder ergibt die Vertikal-Frequenz).

Das Verfahren erlaubt zwar gegenüber der Zweiseitenbandübertragung eine Einsparung von Übertragungsbandbreite, gibt aber bei hohen Modulationsgraden Anlaß zu Quadraturverzerrungen (→ Fernsehsignal-Verzerrungen). Die durch die Nyquist-Charakteristik bedingte Ungleichheit der Laufzeit für hohe und tiefe Modulationsfrequenzen wird durch Phasenvorentzerrung im Sender und Phasenkorrekturen im Empfänger ausgeglichen. Ein Richtleiter demoduliert am Ausgang des Emp-

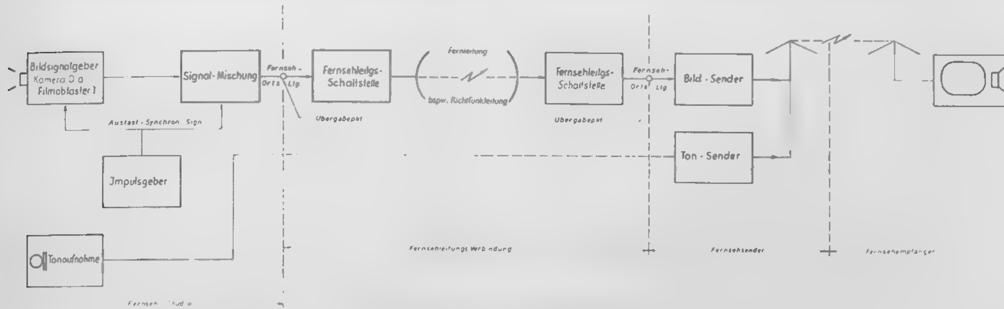


Bild 1. Schema einer Fernsehübertragung.

fänger-ZF-Verstärkers den Bildträger und bildet gleichzeitig durch additive Mischung zwischen Bild- und Tonträger die Ton-ZF (Differenzträger-Verfahren), aus der in einem Frequenzdiskriminator das Tonsignal zurückgewonnen wird. Das demodulierte Bildsignal steuert am Wehnelt-Zylinder der → Bildwiedergaberöhre die Stromdichte eines Elektronenstrahls, der im Takt der im Amplitudensieb aus dem Signalgemisch abgeleiteten → Synchronsignale über die Fläche des Bildschirms geführt wird und die Phosphorschicht des Schirms zur Emission von Lichtstrahlung anregt. Der Unter-

2. Das Fernsehsignalgemisch (Video-Signal, BAS-Signal), bestehend aus dem Bildsignal (B-Signal) mit Austastlücken (→ Austastsignal) für den Horizontal- und Vertikal-Rücklauf und den → Synchronsignalen, wird, wie auch das Tonsignal, vom Studio über das Verteilernetz mit Kabel- und Richtfunkverbindungen den Fernsehsendern (→ Fernsehsendeanlage) zugeleitet. Hierbei sind im allgemeinen mehrfache Frequenzumsetzungen des Signalgemisches unter Anwendung verschiedener Modulationsverfahren (heute vor allem Zweiseitenband- und Restseitenband-Amplitudenmodulation sowie Frequenzmodulation) eingeschaltet (Bild 1).

Die Abstrahlung des Fernsehsignals am Sender erfolgt mit Positiv- oder Negativ-Amplitudenmodulation (mit dem Modulationssignal wachsende bzw. abnehmende Trägeramplitude) in Restseitenbandübertragung. Hierbei wird ein Seitenband des Trägers in voller Bandbreite, das andere nur für den Bereich tiefer Modulationsfrequenzen, z. B. bis 0,75 MHz, abgestrahlt. Für das Tonsignal wird im allgemeinen ein eigener Sender (Fernseh-Tonsender) bei gemeinsamer Antenne mit dem → Fernseh-Bildsender eingesetzt. Eine Ausnahme bilden die → Fernsehkanalumsetzer. Der Tonträger weicht in seiner Frequenz um den Bild-/Tonträgerabstand von der des Bildträgers ab und wird meistens frequenzmoduliert, einzelne Systeme verwenden jedoch auch Amplitudenmodulation (→ Fernsehnormen, Tabelle I).

Der Amplitudenfrequenzgang des → Fernseh-Empfängers zeigt im Bereich der im Restseitenband übertragenen tiefen Modulationsfrequenzen einen linear ansteigenden Verlauf (Nyquist-Charakteristik) (Bild 2), so daß die Summe der Seitenbandlinien für jede Modulationsfrequenz konstant ist.

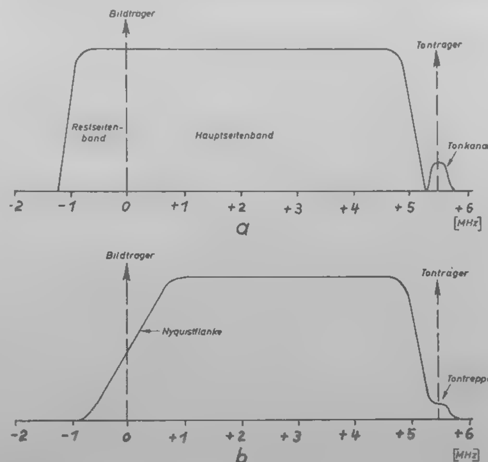
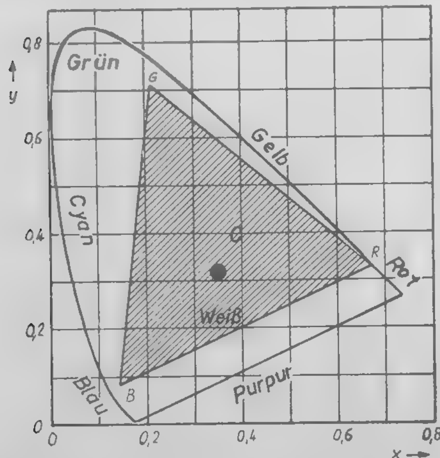


Bild 2. Frequenzgänge im Sender (a) und Empfänger (b) bei Restseitenbandübertragung mit Nyquist-Flanke.

schied verschiedener Leuchtdichten der Bildfläche wird als Kontrast bezeichnet. Helligkeit ist die im Auge des Betrachters von einer bestimmten Leuchtdichte ausgelöste subjektive Empfindung. Die nichtlineare Abhängigkeit der Leuchtdichte auf dem Bildschirm von der Steuerspannung der Röhre verursacht einen Gradationsfehler, der durch Vorentzerrung des Bildsignals im Kameraverstärker (Gammavorentzerrung) ausgeglichen werden muß.



Reine Spektralfarben liegen auf der hufeisenförmigen Umrandung der Farbfläche, Weiß in der Mitte (C = Normallichtart C). Dreieck R G B überdeckt alle Farbarten, die durch additive Mischung aus den Farbarten R, G, B abzuleiten sind.

Bild 3. DIN-Farbtafel mit Farbarten der Phosphore einer Farbbildröhre (*R*, *G*, *B*).

3. Beim Farb-F. ist außer der Leuchtdichteinformation, die in gleicher Weise wie beim Schwarzweiß-F. übertragen wird, noch die Information über die Farbart zu übertragen. Jede Farbe ist durch drei voneinander unabhängige Bestimmungsgrößen gekennzeichnet:

a. Leuchtdichte, vom Betrachter als Helligkeit der Farbe empfunden,

b. Farbton, definiert durch den Spektralbereich des emittierten oder remittierten Lichtes,

c. Farbsättigung als Maß für die Mischung der reinen Spektralfarbe mit Weiß. Farbton und Farbsättigung bestimmen die Farbart.

Nach den Gesetzen der Farbmetrik ist das mit diesen Bestimmungsgrößen definierte 3dimensionale Bezugssystem in andere, linear davon abhängige Koordinatensysteme zu transformieren. Gebräuchlich ist die Darstellung in einem räumlichen System, dessen Achsen die Farbwerte Rot, Grün und Blau sind. Eine Farbe ist damit durch die absoluten Leuchtdichten ihres Lichtes im roten, grünen und blauen Spektralbereich gekennzeichnet. Eine 2dimensionale Darstellung der Farbart ergibt sich durch Bezug auf die absolute Leuchtdichtensumme 1 (Farbtafel, Bild 3). Helligkeits- und Farbwahrnehmungen werden vom menschlichen Auge in unterschiedlichen Sinneszellen verarbeitet. Das Auflösungsvermögen für Helligkeitsstrukturen (Stäbchen-Sehen) ist um den Faktor 3 bis 5 höher als das für Farbstrukturen (Zäpfchen-Sehen). Daher benutzen moderne Farbfernsehverfahren (NTSC, SECAM und PAL) die Technik der Koordinatentransformation (Matrizierung), um trotz der verdreifachten Informationsmenge einer Farbbildvorlage gegenüber dem Schwarzweißbild mit der gleichen Übertragungsbandbreite auszukommen. Die Notwendigkeit hierzu ergibt sich aus der Forderung gegenseitiger Austauschbarkeit von Schwarzweiß- und Farbfernseh-Signalen für beide Empfängerarten (Kompatibilität = Wiedergabe von Farbsignalen auf Schwarzweiß-Empfängern, Rekompatibilität = Wiedergabe von Schwarzweiß-Signalen auf Farbempfängern).

Die Technik der Farbfernsehaufnahme geht von den 3 Farbauszügen für Rot, Grün und Blau der Vorlage aus, die mit Hilfe dichroitischer Spiegel und Farbfilter gewonnen werden. Jeder Auszug wird nach der gleichen Methode wie beim Schwarzweiß-F. abgetastet und liefert je ein Farbwertsignal (*R*, *G* und *B*). Da das Helligkeitsempfinden für gleich starke Leuchtdichten im roten, grünen und blauen Spektralbereich sich wie 0,30 : 0,59 : 0,11 verhält, ergibt eine Addition der 3 Farbwertsignale in diesem Verhältnis ein Leuchtdichtesignal *Y*, das der Verteilung der Grauwerte über der Bildfläche entspricht:

$$Y = 0{,}30\,R + 0{,}59\,G + 0{,}11\,B\,.$$

Dieses mit einem normalen Schwarzweiß-Bildsignal identische und in gleicher Bandbreite übertragene *Y*-Signal ist Grundbestandteil jedes Farbbildsignals (FBA-Signal), unabhängig von dem verwendeten Farbübertragungssystem.

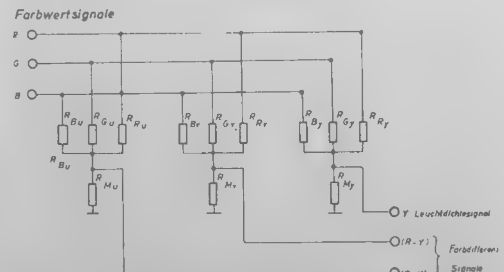
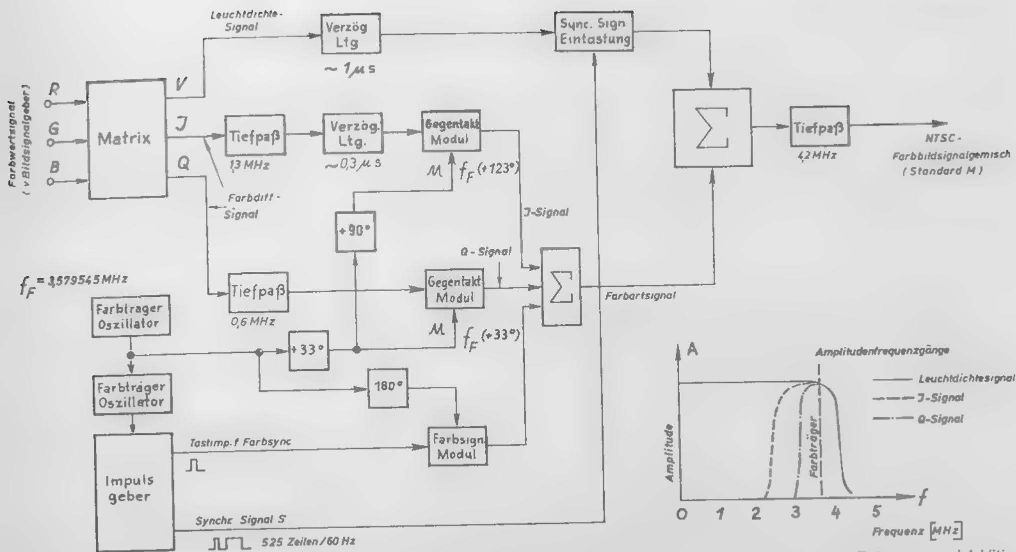


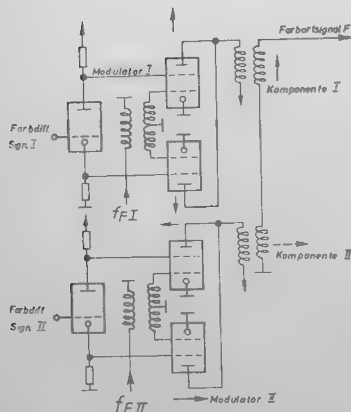
Bild 4. Prinzip einer Matrixschaltung zur Transformierung der Farbwertsignale *R*, *G*, *B* in Leuchtdichte- (*Y*) und Farbdifferenzsignale $(R-Y)$, $(B-Y)$ [s. S. 484].

Im gleichen Kanal wird bei allen heute praktizierten Verfahren die zusätzlich erforderliche 2parametrige Farbinformation unter Benutzung eines Hilfsträgers (Farbträger) im oberen Drittel des Videobandes übertragen. Die Bandbreite dieses Farbartsignals kann aus augenphysiologischen Gründen auf $^1/_3$ bis $^1/_5$ gegenüber dem Leuchtdichtesignal reduziert werden. Leuchtdichtesignal, Farbartsignal und Synchronsignal ergeben das Farbbildsignalgemisch (FBAS-Signal) (Bild 5a).



Aus den Farbwertsignalen R, G, B werden Leuchtdichtesignal Y sowie die Farbdifferenzsignale I und Q abgeleitet, die nach Trägerung und Addition das Farbartsignal liefern.

Bild 5a. Prinzip eines NTSC-Farbcoders.



Bezeichnung bzw. Kennwert	N T S C	P A L
Farbdiff Sign I	J-Signal	(R-Y)-Signal (V-Signal)
Farbdiff. Sign. II	Q-Signal	(B-Y)-Signal (U-Signal)
Farbträger Phase f_F I	+ 123°	± 90° (zeilenweise wechselnd)
Farbträger Phase f_F II	+ 33	0° (Bezugsphase in beiden Systemen)
Zeiger-Diagramm für Farbart-signale (Übertragung der gleichen Farbart in beiden Systemen)	Farbartsign. F; J-Komp (I); 90°; φ; 33°; Q-Komp (II); (B-Y); Bezugsachse	(R-Y)-Komp; Farbartsignal F (1,3. Zeile); φ; -φ; Bezugsachse; (B-Y)-Komp; Farbartsignal F (2,4. Zeile)
Gleichungen für Farbartsignal	$F = Q\cos(\omega_F t + 33°) + J\sin(\omega_F t + 33°)$ $= (F)e^{j(\omega_F t + \gamma + 33°)}$ $(F) = \sqrt{Q^2 + J^2}$; $\gamma = \arg J/Q$	$F, F = (B-Y)\cos\omega_F t \pm (R-Y)\sin\omega_F t$ $= (F)e^{j(\omega_F t \pm \varphi)}$ $(F) = \sqrt{(B-Y)^2 + (R-Y)^2}$; $\varphi = \arg\frac{R-Y}{B-Y}$

Zwei Gegentakt-Modulatoren mit 90° gegeneinander phasenverschobenen Trägern liefern die Komponenten des Farbartsignals.

Bild 5b. Prinzip eines Farbmodulators für Quadratmodulation (NTSC und PAL).

Das Verfahren der simultanen Übertragung von Leuchtdichte und Farbart im gleichen Kanal (constant-luminance-Prinzip) erfüllt die Kompatibilitätsforderung bei geringster gegenseitiger Beeinflussung der Signalkomponenten. Restfehler sind Farbträger-Moiré, hervorgerufen durch den Farbträger bei Schwarzweiß-Empfang, und Leuchtdichteübersprechen (cross-colour), hervorgerufen durch Komponenten des Leuchtdichtesignals im Frequenzbereich des Farbartsignals beim Farbempfang.

Das Farbartsignal wird mit Hilfe der aus den Farbwertsignalen $R\,G\,B$ nach den Gleichungen

$$R - Y = \quad 0{,}7 \cdot R - 0{,}59 \cdot G - 0{,}11 \cdot B$$

und $$B - Y = -0{,}3 \cdot R - 0{,}59 \cdot G + 0{,}89 \cdot B$$

in Matrixschaltungen (Bild 4) abgeleiteten Farbdifferenzsignale durch Modulation des Farbträgers gewonnen. Das hierbei angewendete Modulationsverfahren ist bei den heutigen Farbfernsehsystemen NTSC, PAL und SECAM als einziges unterschiedlich (Farbcodierung).

(burst) übertragen (→ Fernsehnormen). Zur Vermeidung von Farbübersprechen zwischen den beiden Farbdifferenzsignalen bei der späteren Synchrondemodulation im Empfänger (→ Fernsehsignal-Verzerrungen) muß hierbei eine der beiden Komponenten soweit in der Bandbreite begrenzt werden, daß sie mit ihren beiden Seitenbändern noch im verfügbaren Frequenzband zu übertragen ist (Grenzfrequenz des Farbdifferenzsignals = Differenz zwischen oberer Eckfrequenz des Übertragungskanals und Farbträgerfrequenz) (Bild 5d).

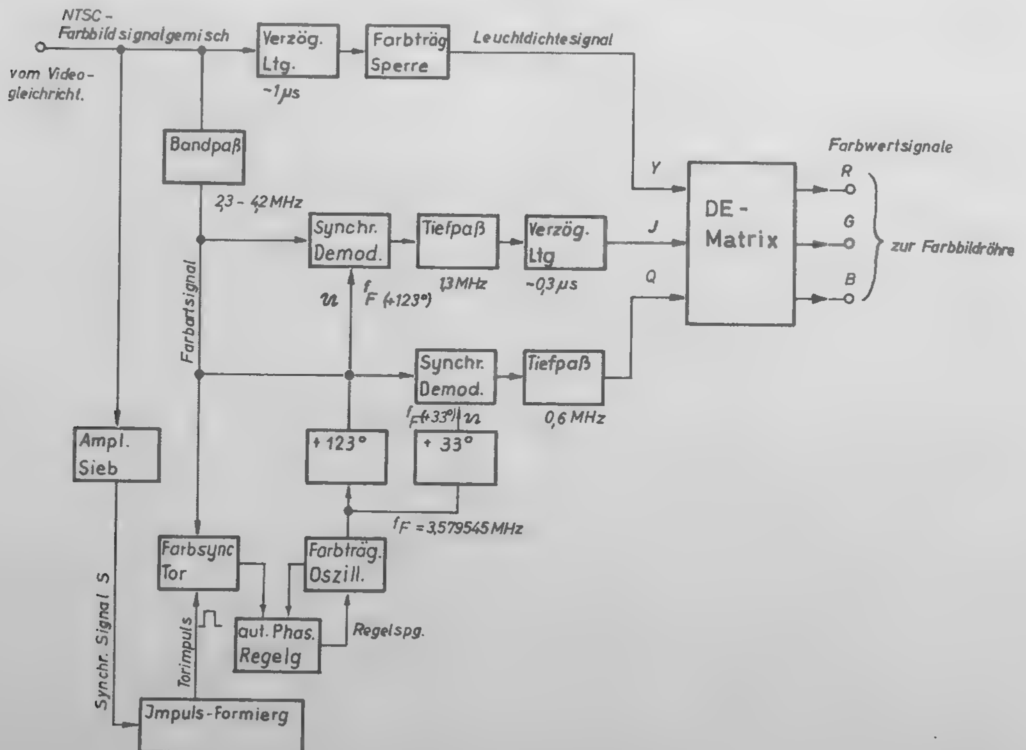


Bild 5c. Prinzip eines NTSC-Farbdecoders.

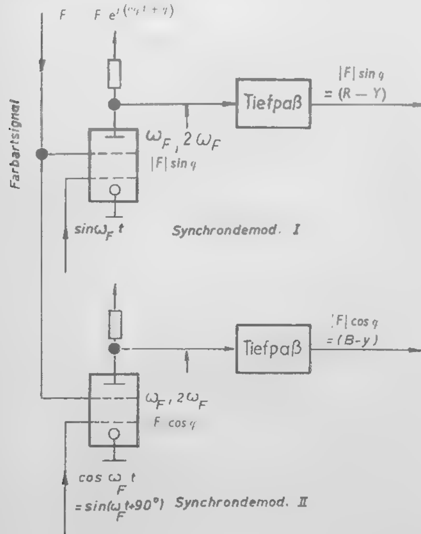
A. NTSC (National Television Standard Committee). Zwei um 90° gegeneinander phasenverschobene Komponenten des Farbträgers werden mit je einem der Farbdifferenzsignal ein Gegentakt-Modulatoren (Trägerunterdrückung) amplitudenmoduliert (Bild 5a). Ihre Summe ist der Farbartzeiger, dessen Amplitude die Farbsättigung und dessen Phasenlage den Farbton definiert (Farbmodulation, Quadraturmodulation) (Bild 5b). Als Phasenbezug wird am Anfang jeder Zeile ein Farbsynchronsignal

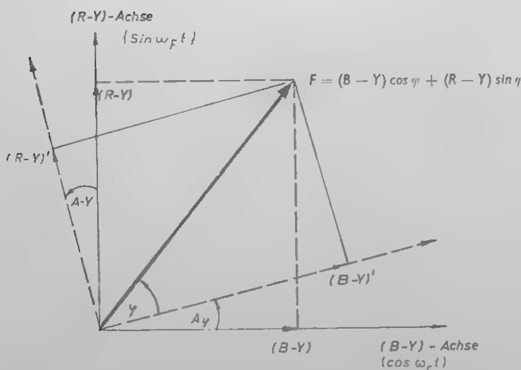
Als Farbdifferenzsignale werden daher lineare Kombinationen der $(R - Y)$- und $(B - Y)$-Signale verwendet, von denen eine im wesentlichen die Farben erfaßt, für die das Auge nur ein relativ geringes Detail-Auflösungsvermögen aufweist (Q-Komponente = Quadrat-Komponente). Die andere Kombination (I-Komponente = In-Phase-Komponente) kann dann in ihren höheren Frequenzanteilen nach dem Einseitenbandverfahren übertragen werden und liefert die Information für Farben, die eine höhere Auf-

lösung erfordern. Die Ableitung der modifizierten Farbdifferenzsignale I und Q erfolgt nach den Gleichungen

$$I = -0{,}27\,(B - Y) + 0{,}74\,(R - Y),$$
$$Q = 0{,}41\,(B - Y) + 0{,}48\,(R - Y).$$

Prinzipschaltungen für NTSC-Farbcoder und -Farbdecoder, Bild 5a bzw. 5c.



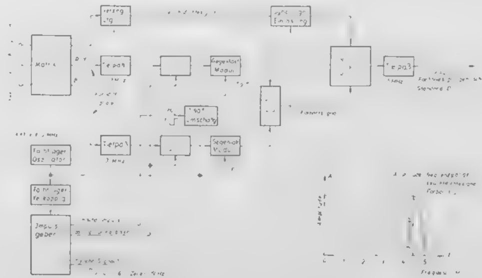


Multiplikative Mischung des Farbartsignals mit dem Farbträger liefern im unteren Seitenband die Farbdifferenzsignale (R—Y) und (B—Y), wenn Mischträger und Modulationsachsen gleiche Phasenlage aufweisen. Phasendrehung des Mischträgers bewirkt Amplitudenfehler der Farbdifferenzsignale (R—Y)' und (B—Y)'.

Bild 5d. Prinzip eines Doppel-Synchrondemodulators.

B. PAL (Phase Alternation Line),

wie NTSC, jedoch zeilenweise Umschaltung der Polarität eines der Farbdifferenzsignale. Durch vektorielle Addition der Farbartzeiger aufeinanderfolgender Zeilen (unter Verwendung einer Ultraschall-Verzögerungsleitung, Bild 6d) werden bei NTSC mögliche Farbtonverfälschungen durch Fehler im Phasenbezug zwischen Farbart- und Farbsynchronsignal (diff. Phase, Farbübersprechen durch lineare Verzerrungen im Übertragungskanal), (→ Fernsehsignal-Verzerrungen) eliminiert, daher ist unmittelbare Verwendung der Farb-



Durch zeilenweise Umschaltung der Trägerphase im (R—Y)-Modulator um 180° werden abwechselnd Farbartzeiger erzeugt, die zueinander spiegelbildlich in bezug auf die (B—Y)-Achse liegen.

Bild 6a. Prinzip eines PAL-Farbcoders.

differenzsignale $U = 0{,}493\,(B - Y)$ und $V = 0{,}877\,(R - Y)$ mit der für ausreichende Auflösung erforderlichen Bandbreite möglich (U-Signal, V-Signal). Synchronisation des Umschalttaktes in Aufnahme und Wiedergabe durch zeilenweise wechselnde Phasenlage des Farbsynchronsignals (Bild 6a bis 6g).

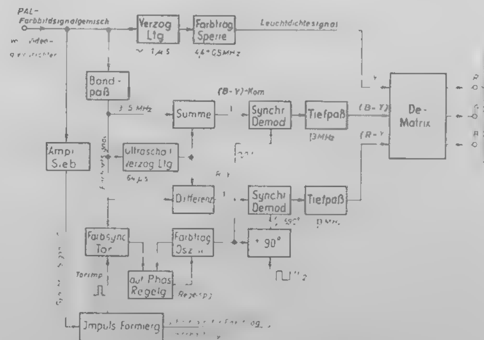
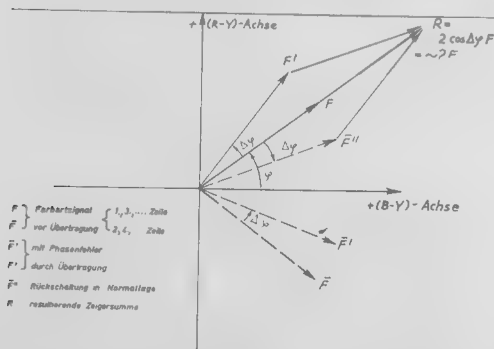


Bild 6b. Prinzip eines PAL-Farbdecoders.

C. SECAM (sequentielle couleur à mémoire).

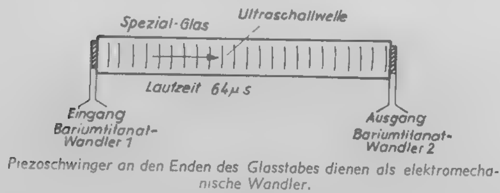
Die Farbdifferenzsignale werden zeilenweise abwechselnd mit frequenzmoduliertem Träger übertragen (Synchronisation des Umschaltetaktes in Aufnahme und Wiedergabe durch Kennimpulse während der Bildaustastung). Aus Gründen ausreichenden Störabstandes in der Farbwiedergabe wird video- und trägerfrequente Preemphase angewendet.

Im Empfänger wird das jeweils fehlende Farbdifferenzsignal durch Wiederholung der Farbinformation aus der vorhergehenden Zeile ersetzt (Bild 7a, b).



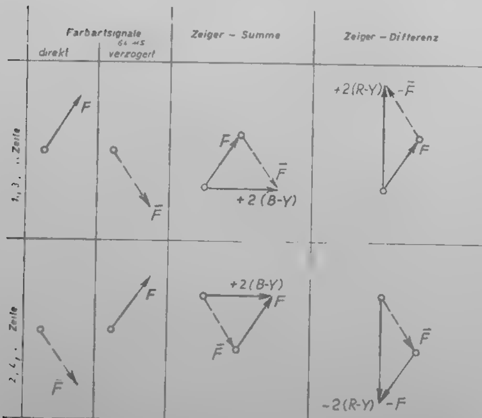
Farbartzeiger F und gespiegelter Zeiger F̄ erfahren in der Übertragung gleiche Phasendrehung nach F' bzw. F̄'. Erneute Spiegelung von F̄' nach F'' und vektorielle Addition mit F' liefert die Resultierende R mit gleicher Phase wie F, jedoch um den Cosinus des Fehlwinkels verkürzt.

Bild 6c. Kompensation von Phasenfehlern im übertragenen PAL-Farbartsignal.



Piezoschwinger an den Enden des Glasstabes dienen als elektromechanische Wandler.

Bild 6d. Ultraschall-Verzögerungsleitung.



Eine Ultraschall-Verzögerungsleitung in Verbindung mit Summen- bzw. Differenzverstärkern ergibt einen Laufzeitdemodulator, der die Komponenten des Farbsignals voneinander trennt und damit gegenseitiges Übersprechen verhindert.

Bild 6e. Laufzeitdemodulator.

Vorteil: Unempfindlichkeit gegen lineare und nichtlineare Verzerrungen im Übertragungsweg. Nachteil: höhere Empfindlichkeit gegen Rauschen, keine simultane Übertragung beider Farbdifferenzsignale, daher geringere Vertikal-Farbauflösung.

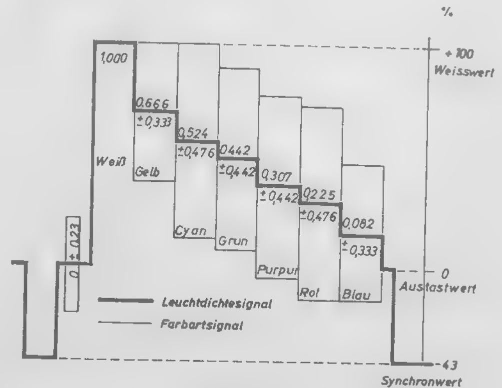


Bild 6f.
PAL-Farbbildsignalgemisch, Farbbalken mit 100 % Farbsättigung.

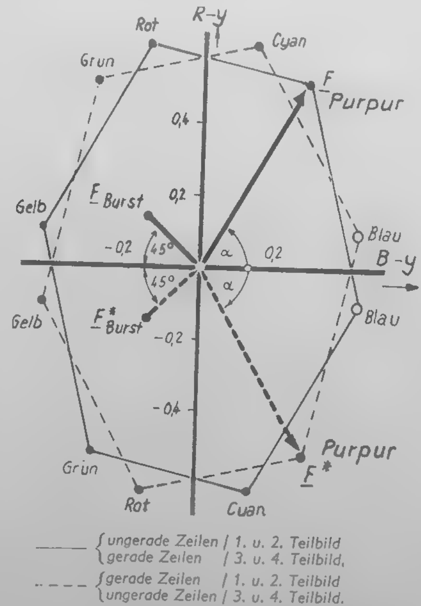
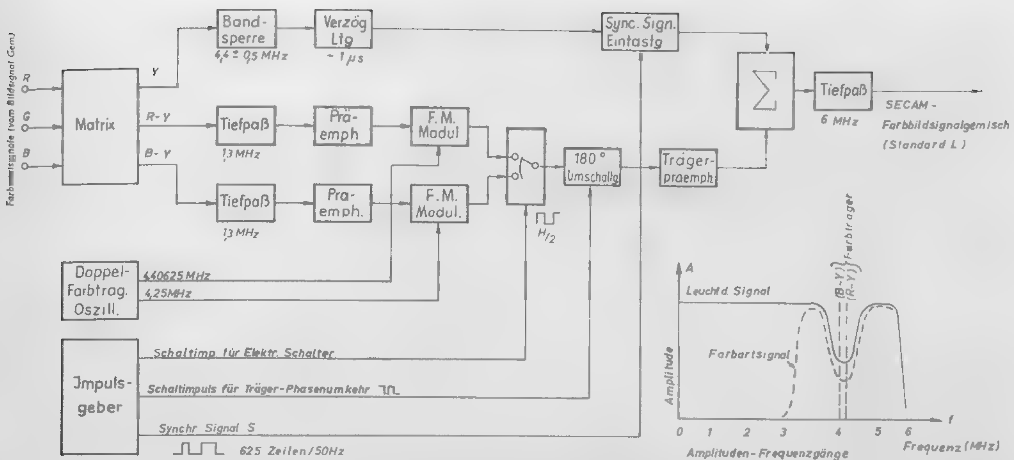


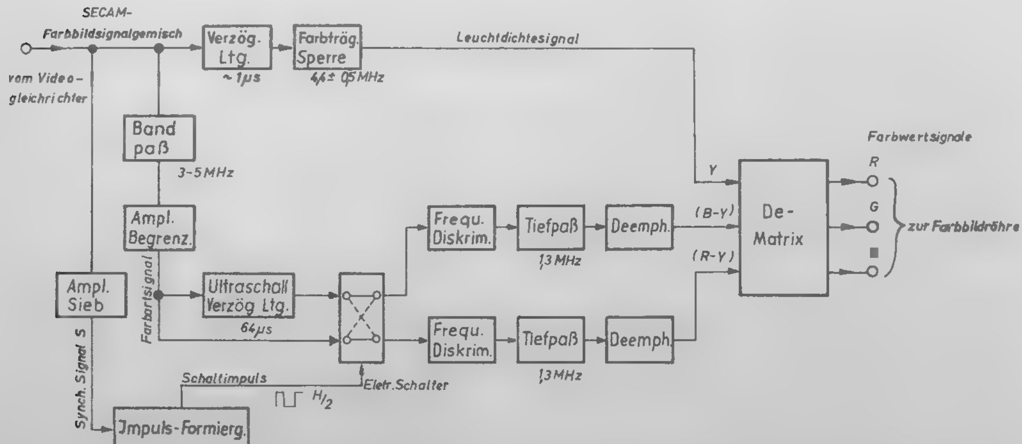
Bild 6g. PAL-Farbartzeiger für Farbbalkensignal.

Zur Verminderung der Störwirkung durch den Farbträger beim kompatiblen Schwarzweiß-Empfang (Farbträger-Moiré) werden bei NTSC und PAL Horizontal- und Farbträgerfrequenz f_H bzw. f_F miteinander verkoppelt (Bild 8).



Aus den Farbdifferenzsignalen abgeleitete frequenzmodulierte Trägersignale werden zeilenweise abwechselnd zum Leuchtdichtesignal Y hinzugefügt.

Bild 7a. Prinzip eines SECAM-Farbcoders.



Nach Sortierung der zeilenweise wechselnden (R — Y)- bzw. (B — Y)-Komponente des Farbartsignals durch Doppel-Elektronenschalter ergibt die Demodulation in Diskriminatoren die Farbdifferenzsignale.

Bild 7b. Prinzip eines SECAM-Farbdecoders.

A. NTSC: $f_F = (2n - 1)\frac{f_H}{2}$ (Halbzeilenoffset)
mit $n = 228$, $f_H = 15734{,}25$ Hz
wird: $f_F = 3{,}579545$ MHz.

B. PAL: $f_F = (4n - 1)\frac{f_H}{4} + \frac{f_V}{2}$
(Viertelzeilenoffset)
mit $n = 284$, $f_H = 15625$, $f_V = 50$ Hz
(Vertikal-Frequenz)
wird: $f_F = 4{,}433618$ MHz.

Eine Verkopplung des frequenzmodulierten SECAM-Farbartsignals mit der Horizontal-Frequenz ist nicht möglich. Zur Verbesserung der kompatiblen Wiedergabe wird daher eine Umschaltung der Trägerphase um 180° in jeder 3. Zeile und in jedem 2. Halbbild vorgenommen.

Die Empfangstechnik für Farbübertragungen weist für die HF-, ZF- und Tonstufen weitgehende Übereinstimmung mit dem Schwarzweiß-Empfang auf. Ergänzend erhält der → Farbfernsehempfänger einen Farbdemodulator, der das vom Leuchtdichtesignal nach der Bildgleichrichtung getrennte träger-

frequente Farbartsignal auf die Farbdifferenzsignale zurückführt. Hierzu werden bei NTSC und PAL Synchrondemodulatoren (Bild 5d), bei SECAM Frequenzdiskriminatoren verwendet (Bild 5c, 6b, 6c, 6e, 7b).

Leuchtdichtesignal Y und Farbdifferenzsignale $(R-Y)$, $(B-Y)$ werden zur Steuerung einer → Farbbildwiedergaberöhre entweder direkt oder über eine Dematrixschaltung zur Rückgewinnung der Farbwertsignale $R\ G\ B$ benutzt. Die Farbbildröhre enthält drei ineinandergeschaltelte Raster von rot, grün

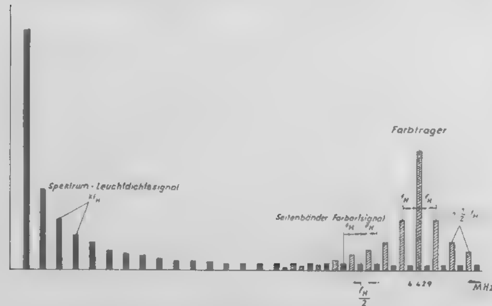


Bild 8. Spektrale Verkämmung von Leuchtdichte- und Farbartsignal im NTSC-Farbbild-Signalgemisch.

und blau leuchtenden Phosphorpunkten (Maskenröhre) bzw. Phosphorstreifen (Lawrenceröhre, apple-tube, chromatron u. ä.), die von je einem in seiner Stromdichte von dem zugehörigen Farbwertsignal gesteuerten Elektronenstrahl überschrieben und angeregt werden. Ablenkung und Synchronisierung des 3fach-Elektronenstrahls erfolgen im Prinzip nach den gleichen Methoden, die auch in der Schwarzweiß-Technik angewendet werden.

Literatur: DIN 45060. Fernsehtechnik, Begriffe, Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin, Beuth-Vertr. GmbH, Dez. 1967 — DIN 45061. Farbfernsehtechnik, Begriffe, Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin, Beuth-Vertr. GmbH, Nov. 1962 — W. Dillenburger, Einführung in die deutsche Fernsehtechnik, 2. Aufl., Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1953 — F. Kerkhof, Fernsehen, Einführung in die physikalischen u. technischen Grundlagen der Fernsehtechnik, Eindhoven, N. V. Philips Gloielampen Fabriken — F. Kirschstein und G. Krawinkel, Fernsehtechnik, S. Hirzel-Verl., Stuttgart 1952 — D. G. Fink, Television engineering, McGraw-Hill Book Comp. Inc; N. Y., Toronto, London 1952 — G. M. Glasford, Fundamentals of television engineering, McGraw-Hill Book Comp. Inc., N. Y., Toronto, London 1955 — M. S. Kiver, Color television fundamentals, McGraw-Hill Book Comp. Inc., N. Y., Toronto, London 1955 — E. E., McIlwain, C. E. Dean, Principles of color television, John Wiley a. sons, Inc., N. Y., Chapman a. Hall, Lim., London 1956 — D. G. Fink, Color television standards, McGraw-Hill Book Comp. Inc., N. Y., Toronto, London 1955 — J. W. Wentworth, Color television engineering, McGraw-Hill Book Comp. Inc., N. Y., Toronto, London 1955 — W. Bruch, Farbfernsehsysteme — Überblick über das NTSC-, SECAM- und PAL-System, Telefunken-Ztg. 36 (1963), H. 1, S. 70–88 — W. Bruch, Das PAL-Farbfernsehen — Prinzipielle Grundlagen der Modulation und Demodulation. Nachrichtentechn. Z. 17 (1964), H. 3, S. 109–121 — N. Mayer, Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis. Verl. f. Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde 1967 — H. Schönfelder, Farbfernsehen, Bd. I: Aufgaben und Lösungswege, Bd. II: Abtastung und Codierung, Justus von Liebig Verl., Darmstadt 1965 — W. Bruch, Farbfernseh-Systeme: NTSC, PAL, SECAM Funkschau, H. 23 (1964) — W. Bruch, Die Kenndaten des PAL-Farbfernsehsignals. Funkschau 38 (1966), H. 21 — P. Cassagne und M. Sauvanet, Le système de télévision en couleurs SECAM en comparison avec le système NTSC. Ann. Radioélectr. 16 (1961), S. 109–121 — H. de France, P. Cassagne, G. Melchior, Characteristics of the SECAM television system. Electronic Engng. 35 (1963), S. 578–581.

Jaeschke

Fernsehen (Geschichte) → Geschichte des Fernmeldewesens.

Fernseh-Funkanlagen des nöbL → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Fernsehkamera ist ein Bildaufnahmegerät, das mit Hilfe einer → Bildaufnahmeröhre ein Bildsignal erzeugt (s. Bild). Die zu übertragende Szene wird mittels eines Objektivs auf die Photoschicht der Bildaufnahmeröhre abgebildet. Der Abbildungsmaßstab ist durch Objektive verschiedener Brennweite, die meist auf einem Objektivrevolver angeordnet sind, in Stufen oder durch ein Objektiv veränderlicher Brennweite (Varioptik, Gummilinse) stufenlos wählbar. Die F. ist ortsbeweglich und nach allen Richtungen einstellbar auf das Kamerastativ oder einen Stativwagen (Dolly) aufgesetzt. Über das Kamerakabel (z. B. bis 300 m lang) ist die F. mit dem Kameraverstärker verbunden und bildet mit diesem den Kamerazug (camera chain). Im Kameraverstärker erfolgt die Weiterverarbeitung des von der Kamera erzeugten Bildsignals (B) durch Verstärkung auf den Normpegel, Austastung zur Bildung des Bildsignals mit Austastung (BA), Signalkorrekturen (Gradationsregelung, Störsignalkompensation, Apertur-Korrektur). An Hand des Fernsehbildes am Bildkontrollempfänger und des Oszillogramms des Bildsignals im Elektronenstrahloszillographen des Bildkontrollgerätes überwacht und regelt ein Techniker die Funktion der Bildaufnahmeröhre in der F. und des Kameraverstärkers, so daß sich der die F. bedienende



Fernsehkamera.
Image-Orthikon-Kamera mit Varioptik (Fernseh GmbH).

Kameramann auf die Bildführung konzentrieren kann. Der elektronische Sucher der Kamera, ein kleiner Fernsehempfänger, dem das Ausgangssignal des Kameraverstärkers über das Kamerakabel zugeführt wird, zeigt dem Kameramann das von ihm aufgenommene Bild so, wie es die Fernsehteilnehmer in den Heimempfängern sehen. Der Kameramann steht mit dem Techniker am Kamera-Verstärkergerät

durch die Verständigungseinrichtung in Sprechverbindung. Diese wird ergänzt durch Signalisierungseinrichtungen mit verschiedenfarbigen Lämpchen an der Kamera und am Kameraverstärker.

Eine Farb.-F. enthält in der Regel drei Bildaufnahmeröhren, welche je ein Farbwertsignal (R, G, B) aus den mit Hilfe von Lichtteilern mit dichroitischen Spiegeln oder Prismen und Farbfiltern auf ihren Photoschichten entworfenen Farbauszügen liefern. Die Deckung der drei auf der Farbbildröhre wiedergegebenen Farbauszüge erfordert hohe Genauigkeit und Konstanz der Größe und Lage der Farbauszüge auf den Photoschichten der Bildaufnahmeröhren und der drei Abtastraster (Rasterdeckung). Um die Anforderungen an die Rasterdeckung zu verringern, können eine eigene Aufnahmeröhre zur Erzeugung des Leuchtdichtesignals mit voller Bandbreite und zwei oder drei Aufnahmeröhren zur Erzeugung von Farbwertsignalen kleinerer Bandbreite vorgesehen sein (YRB-Kamera mit drei, YRGB-Kamera mit vier Aufnahmeröhren). Versuche, zur Herabsetzung der Röhrenzahl mehrere Farbwertsignale aus einer Aufnahmeröhre zu gewinnen, haben bis jetzt zu keinem vollwertigen Ergebnis geführt, wenn man von dem klassischen, nur mehr in Sonderfällen angewendeten sequentiellen Verfahren absieht, bei welchem mittels einer rotierenden Filterscheibe die Farbauszüge nacheinander auf einer Aufnahmeröhre entworfen werden. *v. Gregor*

Fernsehleitung → Fernsehübertragungstechnik → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Fernsehleitungsentzerrer → Fernsehübertragungstechnik.

Fernsehleitungsnetz, -Sternnetz → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Fernseh-Meßtechnik. Die F. umfaßt folgende Meßaufgaben: Übertragungseigenschaften von Videoverstärkern, Amplituden-Frequenzcharakteristik und Impulsverhalten (lineare Verzerrungen), Linearität der Amplituden-Kennlinie (nichtlineare Verzerrungen, differentielle Verstärkung, differentielle Phase), ferner Rastergeometrie (Linearität der Ablenkung). Spezielle Generatoren zur Erzeugung der größtenteils international genormten Meß-Signale: Der Sägezahngenerator liefert eine zeilenfrequente, vom Schwarzwert zum Weißwert sägezahnförmig ansteigende Spannung mit verschiedenen Mittelwerten zur Linearitäts-Messung. Dem Sägezahn ist eine HF-Schwingung (1 ... 6 MHz oder Farbträgerfrequenz 4,43 MHz) überlagert, deren Amplitudenänderung im Aussteuerbereich ein Maß für die Nichtlinearität (differentielle Verstärkung) ist. Der Video-Wobbelgeber erzeugt Sinus-Signale im Frequenzbereich 0,5 bis 7,5 MHz mit einer Wobbelfrequenz von 50 Hz zur Messung des Amplituden-Frequenzganges. Der Rechteck-Impulsgenerator erzeugt horizontal- und vertikalfrequente symmetrische Rechteck-Impulse mit 50 Hz, 15 kHz und 250 kHz Folgefrequenz mit definierter Steig- und Fallzeit (100 nsec) zur Messung von Dachschrägen, Rauschen und Überschwingen. Generatoren für Rechteckimpulse, 2T-sin²-Impulse und 20T-sin²-Impulse (mit 4,43 MHz geträgert) sind in einem 2T/20T-Puls-Sprung-Generator zusammengefaßt und erlauben die Messung des Amplituden-Frequenzganges, der Laufzeitverzerrung und des Einschwingverhaltens an Hand von Formverzerrungen der Meß-Signale, die in Beziehung zu subjektiven Bildverschlechterungen stehen.

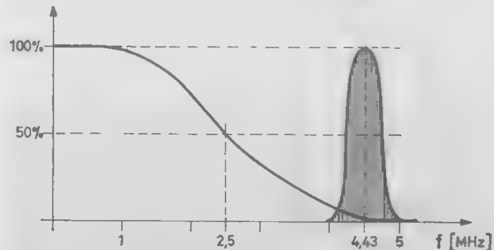


Bild 1. Frequenzspektrum des 2 T- und des 20 T-sin²-Impulses.

Das Frequenzspektrum der 2 T- und 20 T-sin²-Impulse (T = Bildpunktdauer = 100 msec) erfaßt den Bereich von 0 bis 5 MHz und enthält keine Frequenzen oberhalb 5 MHz (Bild 1). Die Frequenzcharakteristik des 2T-sin²-Impulses fällt nach einer Cosinusfunktion vom Maximalwert bei der Frequenz Null bis auf Null bei 5 MHz ab. Bei 2,5 MHz wird die halbe Maximalamplitude erreicht. Das 20T-Signal besteht aus einem geträgerten 20T-sin²-Impuls (Trägerfrequenz = Farbträgerfrequenz = 4,43 MHz), dem ein 20T-sin²-Impuls mit solcher Amplitude überlagert ist, daß die Grundlinie des Summensignals mit der Null-Linie zusammenfällt.

Der Abfall bei 4,43 MHz kann unmittelbar an der Verkleinerung des 20T-sin²-Impulses und an der Durchbiegung der Grundlinie abgelesen werden. Ein Laufzeitfehler macht sich durch unsymmetrische Verbiegung der Grund-Linie bemerkbar, da die beiden Komponenten des 20T-sin²-Signals unterschiedliche Laufzeiten haben.

Gittergeber erzeugen elektronisch ein Liniengitter (14 horizontale und 19 vertikale weiße Linien auf schwarzem Grund) oder ein Punktgitter in den Schnittpunkten der Linien im Abbildungsfeld von Bildröhren zur Messung der Ablenklinearität, der Bildgeometrie und der Randschärfe.

Die meßtechnische Auswertung der Meß-Signale nach ihrem Durchgang durch das Meßobjekt erfolgt mittels Video-Oszillographen, welche diesem Spezialzweck angepaßt sind. Die Zeilenablenkung ist mit Horizontal- oder Vertikalfrequenz synchronisiert. Zur genauen Beobachtung eines Teiles der Zeilen- bzw. Rasterperiode kann ggf. die Zeilenablenkung über Zeile bzw. Bild verschiebbar auseinandergezogen werden (Zeilen-Selektor, Lupenoszillogramm). Zusätzliche Meßgeräte im Farbfernsehen: Farbbalkengeber erzeugt elektronisch Farbartsignale der drei Grundfarben, von drei Mischfarben

und ein Schwarz- und Weiß-Signal, nach der Leuchtdichte geordnet (Weiß, Gelb, Cyan, Grün, Purpur, Rot, Blau, Schwarz) mit 100% des Weißwertes für das Weiß-Signal und 75 oder 100% für die Farbsignale. Das Vektorskop zeigt die Farbsignale in der komplexen Ebene und liefert eine gleichzeitige Anzeige von Amplitude und Phasenlage.

Das Pegel-Vektor-Oszilloskop liefert wahlweise ein Pegel- oder ein Vektor-Oszillogramm. Die zugehörigen Skalen werden gleichzeitig umgeschaltet. Bei fehlendem Farbsynchronsignal (Schwarz-Weiß-Signal) erfolgt die Umschaltung auf Pegelmessung automatisch. Der betriebsmäßigen Kontrolle dienen Testbilder (Bild 2 und 3) zur raschen Beurteilung der Bildqualität (Auflösung, Gradation, Bildgeometrie). Unabhängig von Bildgebern erzeugt der Testbildgeber elektronisch ein Testbild zur raschen Prüfung. Testbilder (Dias) für Schwarz-Weiß- und Farbfernsehen. Bildmonitoren mit vorgeschriebenen Eigenschaften (Klasse I) zur Bildkontrolle, Signalmonitoren (Oszillografen) zur Einstellung und Kontrolle der Signalpegel im Studio. Prüfzeilenverfahren (→ Fernsehübertragungsgüte auf Leitungen) zur laufenden Messung während der Sendung. Spezial-Meßgeräte für → Magnetband-Aufzeichnungsanlagen: Multifrequenz-Sinusgeber erzeugt zeilenfrequent Weißimpulse und Sinussignale (1, 2, 3, 4, 5 MHz) mit je 11% H Dauer. Treppengenerator liefert ein zehnstufiges Treppensignal zur Kontrolle der Gradation.

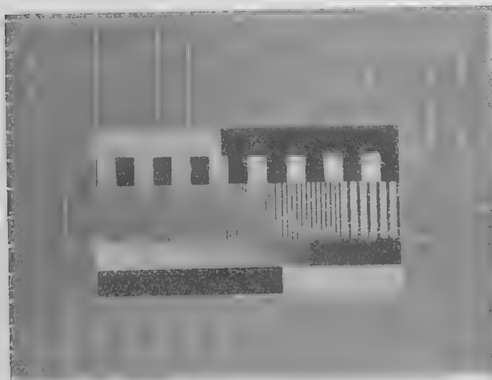


Bild 2.

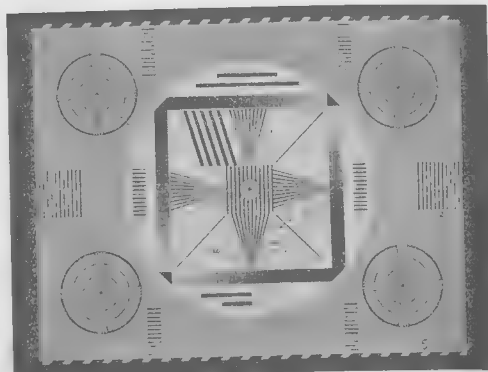


Bild 3.

Literatur: J. Müller, Stand der Normung von Prüf- und Meßverfahren für die Fernseh-Übertragungs-Technik (nach einem Vortrag, gehalten auf der dritten Jahrestagung der Fernsehtechnischen Gesellschaft in Hamburg, 1955), Techn. Hausmitt. NWDR, 7 (1955), S. 209—216.

v. Gregor

Fernsehnorm (Fernsehstandard). Festlegung der Übertragungsparameter für ein Fernsehsystem (Tab. I, II, III) (→ Fernsehen).

Tabelle I. Kennwerte der Fernsehnormen B, G, L, M nach C.C.I.R.-Report 308, 310, 407 (Oslo, 1966).

Lfd. Nr.	System-Parameter	Standard M*) (USA.)	Standard G und B (Deutschland)	Standard L (Frankreich)
1.	Zeilenzahl	525	625	625
2.	Bildfolgefrequenz (Hz)	60 (59,54)	50	50
3.	Zeilensprung-Verhältnis	2:1	2:1	2:1
4.	Teilbild-Folgefrequenz (Hz)	30 (29,97)	25	25
5.	Horizontal-Frequenz (Hz)	15750 (15734,264)	15625	15625
6.	Bildseitenverhältnis	4:3	4:3	4:3
7.	Abtastschema		von links nach rechts von oben nach unten	
8.	Pegel des Signalgemisches		s. Tabelle II	
9.	Exponent der Gradations-Vorentzerrung	~0,45	~0,4	~0,5
10.	Videofrequente Bandbreite (MHz) = Bandbreite des Hauptseitenbandes bei Abstrahlung = Bandbreite des Leuchtdichtesignals bei Farbübertragung	4,2	5,0	6.0

noch: Tabelle I. Kennwerte der Fernsehnormen B, G, L, M nach C.C.I.R.-Report 308, 310, 407 (Oslo, 1966).

Lfd. Nr.	System-Parameter	Standard M*) (USA.)	Standard G und B (Deutschland)	Standard L (Frankreich)
11.	Horizontal-Synchronisierung		s. Tabelle III	
12.	Vertikal-Synchronisierung		s. Tabelle III	
13.	Farbübertragungssystem	NTSC	PAL	SECAM
14.	Leuchtdichtesignal		$y = 0{,}30\,R + 0{,}59\,G + 0{,}11\,B$	
15.	Farbdifferenzsignale	$J = -0{,}27\,(B-Y) + 0{,}74\,(R-Y)$ $Q = 0{,}42\,(B-Y) + 0{,}48\,(R-Y)$	$U = 0{,}493\,(B-Y)$ $V = 0{,}887\,(R-Y)$	$D_B = 1{,}5\,(B-Y)$ $D_R = -1{,}9\,(R-Y)$
16.	Videofrequente Preemphase des Farbdifferenzsignals	keine	keine	$g_V = \dfrac{1 + j\,\frac{f_V}{f_1}}{1 + j\,\frac{f_V}{3 f_1}}$ f_V: Modulations-Frequenz $f_1 = 85$ kHz
17.	Farbträgerfrequenz (unmoduliert) (MHz)	f_F 3,579 · 545 ± 10 Hz	f_F = 4,433 · 618,75 ± 5 Hz	$f_B = 4{,}250000 \pm 0{,}002$ f_R 4,406250 ± 0,002
18.	Modulationsart des Farbträgers	Quadratur-Modulation	Quadratur-Modulation	Frequenz-Modulation
19.	Gleichung für das Farbbildsignal für tiefe Frequenzen der Farbdifferenzsignale	$M = Y + Q \sin(2\pi f_F t + 33^0) + J \cos(2\pi f_F t + 33^0)$	$M = Y + U \sin 2\pi f_F t \pm V \cos 2\pi f_F t$ (Zeilenweise alternierendes Vorzeichen für V-Komponente)	$M = Y + A \cos 2\pi f t$
20.	Farbträgeramplitude	$C = \sqrt{J^2 + Q^2}$	$C = \sqrt{V^2 + U^2}$	$A = 0{,}114\ g_F$
21.	Trägerfrequente Preemphase der Farbdifferenzsignale	keine	keine	$g_F = \dfrac{1 + j\,\frac{16 f}{f_0}}{1 + j\,\frac{1{,}26 f}{f_0}}$
22.	Frequenz des modulierten Farbträgers	—	—	$f = f_B + D_B\,\Delta f_B$ oder: $f_R + D_R\,\Delta f_R$ zeilenweise wechselnd
23.	Frequenzhub für den Farbträger	—	—	$\Delta f_B = 230$ kHz $\Delta f_R = 280$ kHz
24.	Bandbreite der Farbträger-Seitenbänder (MHz)	$3{,}58\ {}^{+\,0{,}62}_{-\,1{,}30}$	$4{,}43\ {}^{+\,0{,}57}_{-\,1{,}30}$	$4{,}25\ {}^{+\,0{,}50}_{-\,0{,}35}$ für D_B $4{,}40\ {}^{+\,0{,}35}_{-\,0{,}50}$ für D_R
25.	Farbträger-Synchronisierung	Farbsynchronsignal (8 Perioden des Farbträgers auf der hinteren Schwarzschulter) s. Bild 1c	Farbsynchronsignal (10 Perioden des Farbträgers auf der hinteren Schwarzschulter) s. Bild 1d	—
26.	Synchronisierung der Umschaltung der Farbdifferenzsignale	—	Phasenlage des Farbsynchronsignals zeilenweise alternierend +135° +225° s. Bild 1a	Kennsignale mit Farbträgerfrequenz während der Vertikal-austastung s. Bild 1b
27.	Amplitude des Farbsynchronsignals (Spitze/Spitze-Wert)	3/7 des Weißwertes im videofrequenten Signalpegel = Austastwert	3/7 des Weißwertes im videofrequenten Signalpegel = Austastwert	—
28.	Kanal-Bandbreite bei Abstrahlung (MHz)	6,0	Standard G: 8,0 Standard B: 7,0	8,0
29.	Bild-/Tonträgerabstand (MHz)	4,5	5,5	6,5
30.	Bandbreite des Restseitenbandes bei Abstrahlung (MHz)	0,75	0,75	1,25
31.	Modulationsart des Bildträgers	A 5 C neg. Modulation (AM, Restseitenband)		A 5 C pos. Modulation (AM, Restseitenband)
32.	Modulationsart des Tonträgers	F 3 (FM) ± 25 kHz 75 μs Preemphase	F 3 (FM) ± 50 kHz 50 μs Preemphase	A 3 (AM) keine Preemphase
33.	Restträger (%)	10—15 für Weißwert	10—12,5 für Weißwert	6 für Synchronwert
34.	Verhältnis Bild-/Tonleistung des Senders	5—10	10	8

*) eingeklammerte Zahlen bei der Synchron-Norm im System M gelten für Farbübertragungen.

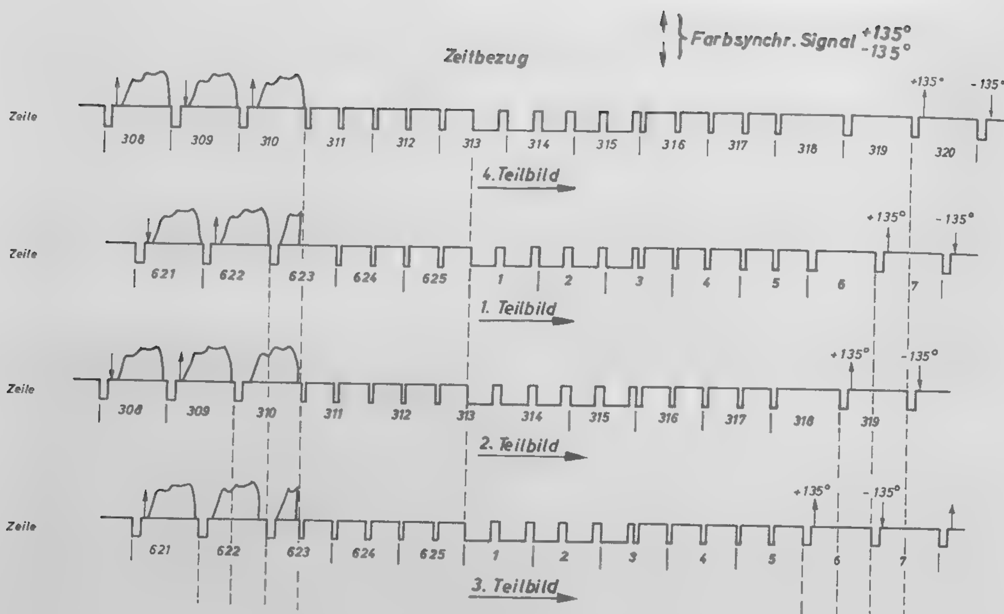


Bild 1a. Vertikal-Austastlücke für PAL-System.

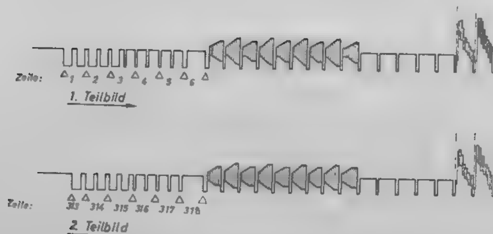


Bild 1b. Kennsignale für Umschaltung der Farbdiff. Signale in der Vert. Austastlücke beim SECAM-System.

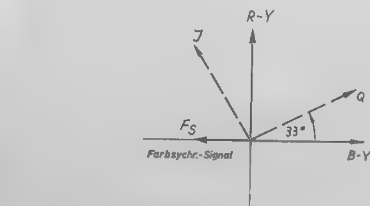


Bild 1c. Phasenlage von Farbart-Kompon. u. Farbsynchron-Signal bei NTSC.

Tabelle II. Video-Signalpegel (hierzu Bild 2, S. 493).

Maß-angabe der Abbildung	Bezeichnung	Standard L	Standard GBM
	1. Videofrequente Signalpegel		
A	Weißwert (%)	100	
B	Schwarzwert (%)	30 — 37,8	
C	Austastwert (%)	30	
D	Synchronwert (%)	0	
E	SS-Ampl. des Farbsynchronsignals (%)	—	30 ± 3

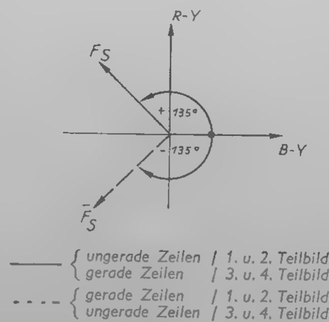


Bild 1d. Phasenlage des Farbsynchron-Signals bei PAL.

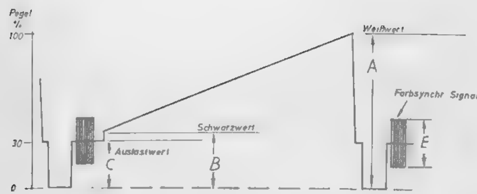


Bild 2. Video-Signalpegel.

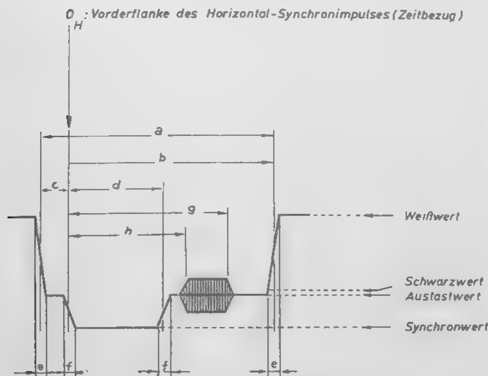
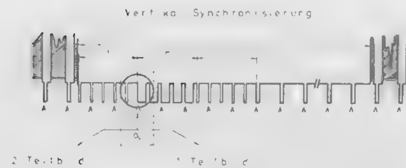
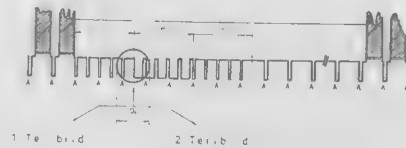


Bild 3a. Horizontal-Synchronisierung.





O_V Vorderflanke des Vertikal-Synchronimpulses (Zeitbezug)

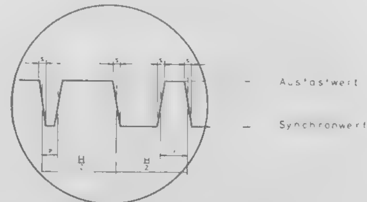


Bild 3b. Vertikal-Synchronisierung.

Tabelle III. Normdaten der Horizontal- und Vertikal-Synchronisierung.

Maßangabe der Abbildung	Bezeichnung	Standard M*)	Standard G, B, L	
	Bilddauer V (µs) Zeilendauer H (µs)	16,667 (16,683) 63,5 (63,56)	20 64	
a	Horizontal-Austastimpuls (µs)	11,2 —11,4	12 ±0,3	Bild 3a
b	Zeit von Vorderflanke des Horizontal-Synchronimpulses (O_H) bis Hinterflanke des Horizontal-Austastimpulses (µs)	8,9 —10,2	10,5	
c	Vordere Austastschulter (µs)	1,27— 2,54	1,5±0,3	
d	Horizontal-Synchronimpuls (µs)	4,19— 5,7	0,3±0,1	
e	Anstiegs- und Abfallzeit des Horizontal-Austastimpulses (µs)	≦ 0,64	0,3±0,1	
f	Anstiegs- und Abfallzeit des Horizontal-Synchronimpulses (µs)	≦ 0,25	0,2±0,1	
g	Beginn des Farbsynchronsignals (µs)	0,2 ± 0,3 } 8 Perioden	5,6±0,1 } 10±1 Perioden	
h	Ende des Farbsynchronsignals (µs)	8,0	7,85+0,3	
j	Vertikal-Austastimpuls (µs)	(19°/₀21) H + 10,7	25 H + 12 ± 0,3	Bild 3b
k	Anstiegs- und Abfallzeit des Vertikal-Austastimpulses (µs)	≦ 6,34	0,3±0,1	
l	Dauer der vorderen Ausgleichsimpulsfolge	3 H	2,5 H	
m	Dauer der Vertikal-Synchronimpulsfolgen	3 H	2,5 H	
n	Dauer der hinteren Ausgleichsimpulsfolge	3 H	2,5 H	
p	Ausgleichsimpuls (µs)	2,29— 2,54	2,35±0,1	
r	Intervall zwischen den Vertikal-Synchronimpulsen (µs)	3,8 — 5,6	4,7 ±0,2	
s	Anstiegs- u. Abfallzeit d. Impulse in der Vertikal-Impulsfolge (µs)	≦ 0,25	0,2 ±0,1	

*) Zahlen in Klammern gelten für Farbübertragungen.

Jaeschke

Fernseh-Normwandlung ist die Umsetzung eines Fernsehsignals aus einer Norm in eine in Zeilenzahl und Bildfrequenz abweichende andere Norm.

Ein Fernseh-Normwandler besteht aus einer großen Zahl von Speicherelementen, in denen die Information des angelieferten Signals eingeschrieben und entsprechend der Synchronisiernorm des abgegebenen Bildsignals abgefragt wird.

1. Optischer Normwandler: Als Speicher dient der nachleuchtende Schirm einer Bildröhre, dessen Bild von einer Kamera in der neuen Norm abgetastet wird. Der Speichereffekt der Fernsehaufnahmeröhre

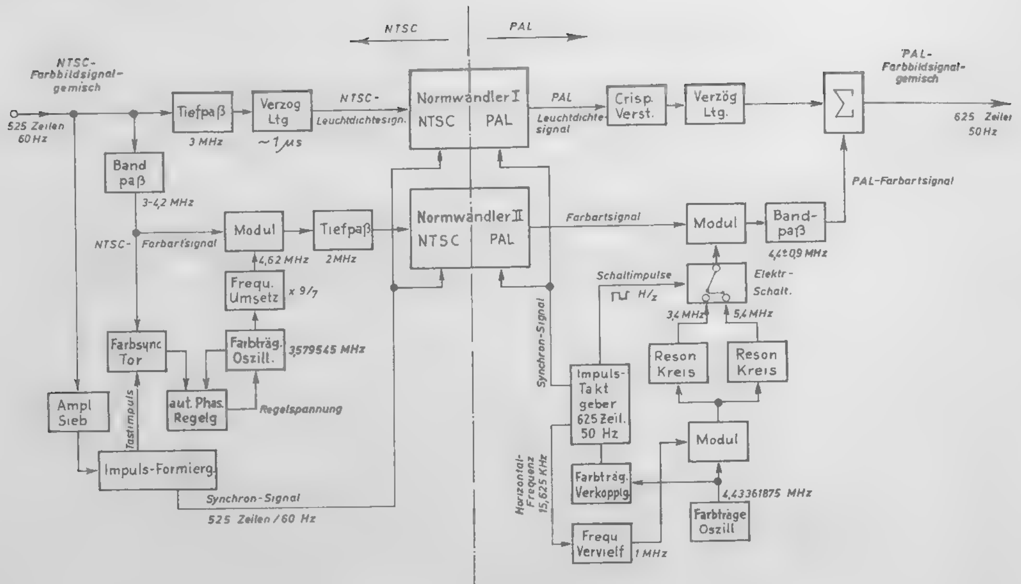


Bild 1. Prinzip eines NTSC/PAL-Farbnormwandlers.

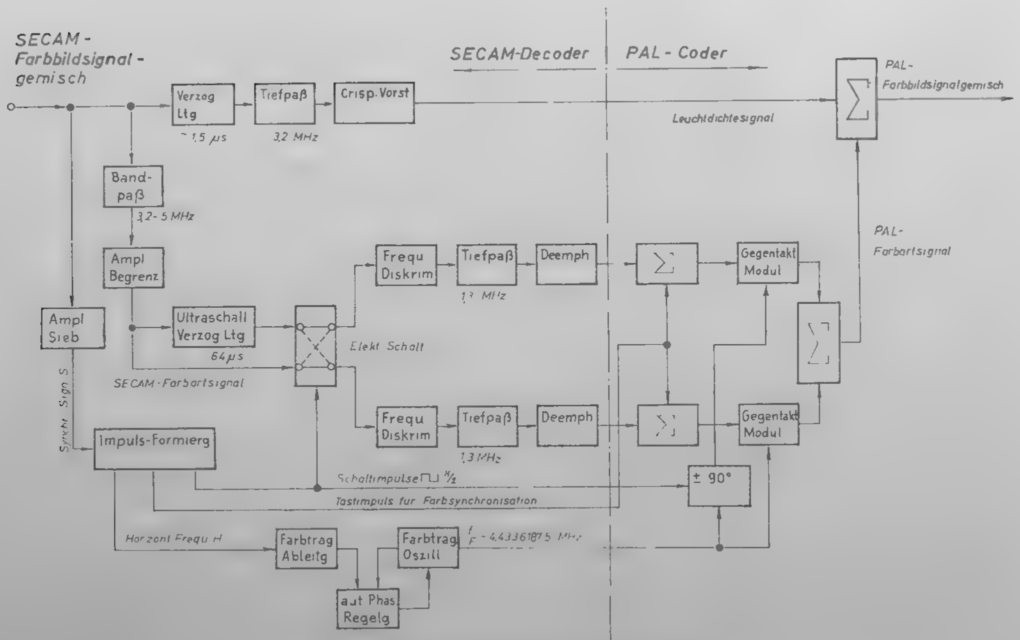


Bild 2. Prinzip eines SECAM/PAL-Transcoders.

leistet hierbei einen zusätzlichen Beitrag zur gesamten Speicherdauer.

2. Elektronische Normwandler verwenden statische und/oder dynamische Speicheranordnungen in Form von Kapazitätselementen und Ultraschall-Verzögerungsleitungen. Aufsprechen und Abfragen erfolgt durch elektronische Schalter, die jedem Speicherelement zugeordnet sind. Zukünftige Entwicklungen werden Elemente der Digital- und Computertechnik verwenden.

Farbnormwandler müssen außer der Synchronisiernorm auch die Farbcodierung des angelieferten Signals umsetzen. Beispiel: Farbnormwandlung NTSC/525-Zeilen / 60 Hz (USA-Norm) in PAL / 625-Zeilen/50 Hz (europäische PAL-Norm), Bild 1.

Reihenfolge der Verfahrensschritte: 1. Trennung von Leuchtdichte- und Farbartsignal, 2. Normwandlung des Leuchtdichtesignals (Normwandler I), 3. Umsetzung des Farbartsignals in eine Nichtoffset-Lage mit niedriger Trägerfrequenz. Dieses Signal erzeugt bei der Wiedergabe auf einem Bildschirm ein Muster äquidistanter vertikaler Streifen, deren Ablage von einer mittleren Vertikalen die Phase (Farbton) und deren Kontrast die Amplitude (Farbsättigung) des Farbträgers anzeigt, 4. Normwandlung des vertikalen Streifenmusters (Normwandler II), wobei sich automatisch eine Interpolation zwischen den Phasen- und Amplitudenwerten benachbarter Zeilen ergibt, 5. Umsetzung des abgetasteten trägerfrequenten Signals mit zeilenweise wechselnder Mischfrequenz, so daß ein nachfolgender Bandpaß abwechselnd das obere bzw. das untere Seitenband des Mischproduktes überträgt (PAL-Farbartsignal), 6. Addition zum normgewandelten Leuchtdichtesignal liefert ein PAL-Farbbildsignal.

Farbnormwandlungen, bei denen nur die Farbcodierung, nicht aber die Synchronisiernorm verändert wird, werden als Transcodierung bezeichnet. Beispiel: SECAM/PAL-Transcodierung, Bild 2.

Eine Frequenzweiche trennt Leuchtdichte- und Farbartsignal. Ausgleich des Bandbreitenverlustes (geringere Auflösung) im Leuchtdichtesignal durch Crispening-Technik. (Signalflanken werden durch Zusatz des 2. Differenzialquotienten $\frac{d^2 y}{d t^2}$ versteilert).

Umcodierung des Farbartsignals in konventioneller SECAM-Demodulation bzw. PAL-Modulation. PAL-Farbträgerfrequenz in fester Verkopplung abgeleitet aus SECAM-Synchronisierung.

Literatur: E. R. Rout, R. E. Davies, Electronic standards conversion for transatlantic color television, J. SMPTE, 77 (1968), S. 12–16 — P. Rainger, An all electronic field-store television standards converter, E. B. U.-Rev., (1967), Part A, Technical Nr. 103 — F. Jaeschke, Methoden zur Farbnormwandlung NTSC-PAL zwischen Fernsehnormen unterschiedlicher Vertikalfrequenz, Nachrichtentechn. Z. 21 (1968), 4 S. 177–181 — F. Jaeschke, H. Wendt, Ein Transcoder zur Umsetzung von SECAM-Farbfernsehsignalen in das PAL-System, Radio Mentor, 34 (1968) 7 S. 494–498.

Jaeschke

Fernsehsendeanlage. Die F. wird mit dem Fernseh-Signalgemisch im Videobereich und dem zugehörigen Tonsignal im Niederfrequenz-(NF-)Bereich gespeist und strahlt beide Signale im Hochfrequenz-(HF-) Bereich über die Antenne ab (→ Tonrundfunksender mit Frequenzmodulation).

Zur F. gehören:

Fernsehsender (→ Fernsehbildsender und → Fernsehtonsender)
→ Fernsehsendeantennenanlage
→ Fernsehsender-Kontrolleinrichtung
→ Fernsehsender-Zusatzeinrichtungen.

Technisch wird zwischen dem Fernsehsender, der mit einem Modulator ausgerüstet ist, und dem → Fernsehumsetzer unterschieden, der mit einem Empfangsteil und ohne Modulator arbeitet.

Bei der Planung der Sendernetze werden die Sender in Grundnetzsender (im Stockholmer Frequenzplan 1961 enthalten) und Füllsender (zusätzlich zum Stockholmer Plan) aufgeteilt. Als Füllsender werden abhängig von der Leistung sowohl Sender als auch Umsetzer verwendet.

Die Fernsehsender der DBP werden in einheitlichen Betriebsgebäuden (Typengebäude), und zwar gemeinsam für das 2. und 3. Programm, aufgebaut.

Die für alle deutschen Sendertypen und -fabrikate passenden Gebäude enthalten im wesentlichen den Senderaum, Lüfterraum, Niederspannungsraum und Kompressorraum.

Die Sender werden jeweils über einen Netzspannungsregler und einen Trennschalter mit 220/380 V gespeist. Die Leistungsaufnahme liegt zwischen etwa 40 kVA bei 2-kW-Sendern und 150 kVA bei 20-kW-Sendern.

Die vom Fernsehsender abgegebene HF-Leistung wird über die HF-Energieleitung der Antenne zugeführt.

Kniestedt

Fernsehsendeantennenanlage. Die Antennenanlage eines Fernsehsenders besteht aus der Hochfrequenz-(HF-)Energieleitung und der Antenne selbst. Im weiteren Sinne ist hierzu auch der Antennenträger (Mast oder Turm) zu rechnen, auf dessen Spitze der Antennenschaft gesetzt wird, an dem wiederum die Antennenfelder befestigt werden.

Die freistehenden Antennenträger werden als Turm und die mit Pardunen abgespannten Antennenträger als Mast bezeichnet. Die Masten werden in Stahl als Gitter- oder als Rohrmantel-Konstruktion errichtet. Bei den Türmen wird unterschieden zwischen Stahlgitter- und Betonturm. Der Betonturm kann als Fernmeldeturm mit Betriebsgeschossen im Turmschaft oder als reiner Antennenträger ohne Betriebsgeschosse errrichtet werden.

Die auf den Antennenträger montierten Schäfte für die Fernsehantenne werden als Stahlgitter- oder als Vollwandkonstruktion mit 4-, 5- oder 6eckigem Querschnitt gefertigt. Bei den Antennen mit selbsttragenden Fiberglaszylindern ist kein Stahlschaft erforderlich, da die Felder am Fiberglaszylinder befestigt werden.

Die Antennen für den Frequenzbereich IV/V werden aus einzelnen Antennenfeldern (Achter- oder Sechzehnerfelder) zu Ebenen entsprechend dem Schaftquerschnitt zusammengestellt und dann in mehreren Ebenen übereinander angeordnet. Ein Achterfeld besteht aus vier und ein Sechzehnerfeld aus acht Ganzwellendipolen übereinander. Einschließlich des durch die Rückwand des Feldes gebildeten Reflektors

beträgt die Zahl der Ganzwellendipole acht bzw. sechzehn. Den Aufbau einer solchen Antenne in offener Bauweise an einem Stahlschaft zeigt das Bild. Hier sind vier mit Fiberglaswannen verkleidete Sechzehnerfelder übereinander angeordnet, so daß sich für diese Rundstrahlantenne ein Leistungsgewinn von 25 (14 dB) ergibt.

Für die von der Planung des Sendernetzes festgelegten Daten, wie Strahlungsbereich und -leistung der Sendeanlage, müssen verschiedene Typen von Antennen gebaut werden. Durch die Zahl der Ebenen kann der Leistungsgewinn entsprechend den Forderungen der Netzplanung festgelegt werden.

Die Ausgangsleistung des Senders wird über die HF-Energieleitung der Antenne zugeführt. Als HF-Energieleitung im Antennenträger werden koaxiale Kabel oder rechteckige Hohlleiter eingesetzt. Da bei höherer Frequenz die Dämpfung der Kabel steigt und die des Hohlleiters sinkt, ist bei größerer Länge der HF-Energieleitung die Verwendung eines Hohlleiters zweckmäßig.



Fernsehantenne für Bereich IV/V, offene Bauweise. (Werkfoto SEL)

Hohlleiter werden stets simultan für zwei Fernsehprogramme betrieben. Bei getrennten Antennen ist dann der Hohlleiter unten und oben mit einer Hohlleiterweiche ausgerüstet. Wird auch die Antenne simultan betrieben, so werden die Hohlleiterenden, d. h. die Übergänge auf das koaxiale Kabel, breitbandig ausgelegt und unten eine Simultan-(Zweisender- oder Einkabel-)Weiche aufgestellt. Eine solche Weiche wird auch verwendet, wenn die Antenne zusammen mit dem Kabel simultan betrieben wird.
Kniestedt

Fernsehsender-Kontrolleinrichtung. Für die Kontrolle des Fernseh-Signalgemisches sind im Bildsender am Eingang, an den Ausgängen der wichtigsten Stufen, wie z. B. des Modulators, und am Ausgang des Bildsenders Kontrollpunkte vorgesehen. Die Kontrollsignale werden von den Videostufen direkt und von den Zwischenfrequenz- und Hochfrequenzstufen über einen Demodulator auf ein Bildgerät und einen Oszillographen geschaltet. Diese Geräte und der für die Umschaltung zwischen den Kontrollpunkten erforderliche Kontrollwahlschalter sind in dem Kontrollgestell eingebaut, das zum Fernsehsender gehört (→ Fernsehbildsender, Bild 5). Hier ist das Kontrollgestell links vom Sender aufgestellt.

Für die Demodulation des Signals am Ausgang des Bildsenders ist im Kontrollgestell ein AM-Demodulator für das Bild mit einem Differenzträgerdemodulator für den Ton eingebaut, der zusammen mit dem Bildkontrollgerät und einer Tonwiedergabeeinrichtung die Funktion eines Fernsehempfängers für die Kontrolle des Senders erfüllen soll, aber in den Übertragungsbedingungen wesentlich enger toleriert ist. Der Demodulator wird nach der Nyquistflanke in der Durchlaßcharakteristik im Bereich um den Bildträger als Nyquistdemodulator bezeichnet.

Das Ausgangssignal des Tonsenders kann über den Demodulator für den Differenzträger 5,5 MHz im Nyquistdemodulator kontrolliert werden. Dieser Träger bildet sich als Differenz zwischen dem Bildträger und dem Tonträger. Für die vom Bildträger unabhängige Kontrolle und Messung des Tonsignals gehört zum Fernsehsender noch ein Hubmesser oder FM-Demodulator.
Kniestedt

Fernsehsender-Meßeinrichtung. Für die Einmessung und Überprüfung der Übertragungseigenschaften eines Fernsehsenders werden folgende Meßgeräte benötigt:

Videostörspannungsmesser, Videoskop, Meßoszillograph, Seitenbandmeßzusatz, Bedienfeld, Videoprüfsignalgenerator, Verzerrungsmeßgerät für Farbhilfsträger.

Mit dem Videostörspannungsmesser wird am Senderausgang über den Nyquistdemodulator der Anteil der Störspannung im Fernseh-Signalgemisch gemessen. Das Videoskop dient zur Messung (Wobbelung) der Amplitudencharakteristik der Videostufen und mit Hilfe des Seitenbandmeßzusatzes und eines Demodulators der Charakteristik einschließlich der Zwischenfrequenz- und Hochfrequenzstufen sowie des gesamten Bildsenders einschließlich Bildtonweiche. Mit dem Meßoszillographen können die verschiedenen für die Messung der Übertragungseigenschaften des Bildsenders festgelegten Meßsignale und deren Veränderung innerhalb des Senders geprüft und gemessen werden. Die Meßsignale zusammen mit dem Synchron- und Austastsignal werden im Videoprüfsignalgenerator erzeugt und mit 1 V_{ss} auf den Videoeingang des Senders gegeben.

Das Verzerrungsmeßgerät für den Farbhilfsträger 4,33 MHz dient zur Messung der von der Aussteuerung abhängigen Amplituden- und Phasenverzerrungen bei dieser Frequenz im Bildsender.

Zusätzlich zu den vorstehenden Geräten werden noch für Messungen am Bildsender benötigt:

Hochfrequenzleistungsmesser, Frequenzmesser, Vi-

deomeßsender, Gruppenlaufzeitmeßgerät, selektives Hochfrequenz-Voltmeter, Polyskop für die Messung von Weichen.

Die einzelnen Meßverfahren für das Fernseh-Signalgemisch sind in DIN 45 053, Blatt 7, »Messungen der Güte der Nutzaussendung von Fernseh-Bildsendern«, festgelegt.

Für die Messungen am Tonsender dienen folgende Geräte:

NF-Pegelsender, breitbandiger NF-Pegelmesser, Verzerrungsmeßplatz für Rundfunkleitungen, Geräuschspannungsmesser.

Der Pegelsender und Pegelmesser für die Messung des Amplitudenganges des Tonsenders und der Vorverzerrung müssen für den Frequenzbereich 40 Hz bis 15 000 Hz ausgelegt sein. Der Verzerrungsmeßplatz besteht aus einem klirrarmen NF-Pegelsender und einem Verzerrungsmesser für Rundfunkleitungen. Beide Geräte sind für die Messung der von der Aussteuerung abhängigen Verzerrungen, und zwar Klirrfaktoren und Differenztonfaktoren, bei festgelegten Frequenzen eingerichtet. Mit dem Geräuschspannungsmesser werden die Fremdspannung und die Geräuschspannung im Ausgangssignal des Tonsenders gemessen.

Für die aufgeführten Messungen am Tonsender wird das NF-Signal vom Ausgang des FM-Demodulators abgenommen, der am Tonsenderausgang angeschlossen ist.

Für die Messung der Leistung und der Frequenz des Tonsenders werden die gleichen Geräte wie beim Bildsender verwendet.

Literatur: J. Kniestedt, Messungen an Fernsehsendern, Fernmeldepraxis, 43 (1966), Heft 23 und 24; 44 (1967), Heft 4.

Kniestedt

Fernsehsendernetzplanung → Sendernetzplanung.

Fernsehsender-Zusatzeinrichtungen. Für den Betrieb eines Fernsehsenders werden noch folgende Zusatzgeräte verwendet:

Dia-Geber
ggf. elektronischer Testbildgeber
Fernsehleitungsendgerät
Netzspannungsregler
Verteilertafel mit Trennschalter.

Der bei jedem Fernsehsender aufgestellte Dia-Geber ist mit einer Fernsehkamera (Vidikon), einem Dia-Projektor und einem Generator für das Synchron- und Austastsignal ausgerüstet. Es können mehrere Dias eingelegt und durch Fernsteuerung das zu übertragende Dia ausgewählt werden; z. B. das Erkennungsdia für den Sender. Der Dia-Geber enthält eine Umschaltautomatik, die beim Ausfall des durchgeschleiften Programmsignals das Ausgangssignal des Dia-Gebers auf den Sendereingang schaltet.

In den hauptsächlich an Sternpunkten des Modulationsleitungsnetzes aufgestellten elektronischen Testbildgebern wird das zur Kontrolle der Übertragungseigenschaften und der Abstimmung von Sendern und Empfängern dienende Testbild elektronisch erzeugt. Das Gerät enthält also keine optischen Einrichtungen. Die Signale des elektronischen Testbildes sind wesentlich genauer und konstanter als die Signale des Dia-Gebers.

Das Fernsehleitungsendgerät wird vor den Eingang des Senders geschaltet und soll das Fernseh-Signalgemisch so verbessern, daß es in der hierfür festgelegten Toleranz liegt. Dazu gehört die Entzerrung für den Amplitudengang, die Entbrummung und die Verstärkung sowie die Pegelhaltung. Zweckmäßig sollte dieses Gerät auch sprunghafte Pegeländerungen vom Sender fernhalten.

Die Netzspannungsregler werden in die Stromzuführung der Sender eingeschaltet und sollen die Spannung auf ± 1 % bei Schwankungen von −15 % bis +10 % ausregeln. Die Regler arbeiten bei dem hohen Leistungsbedarf von bis zu 50 kVA je Phase mechanisch.

In der Stromzuführung wird zwischen dem Regler und dem Sender eine Verteilertafel mit einem abschließbaren Trennschalter für die gesamte Leistung des Senders montiert.

Literatur: → Fernsehbildsender. *Kniestedt*

Fernseh-Signalgemisch → Fernsehen 2.

Fernsehsignal-Verzerrungen entstehen durch Fehler im Amplituden- und Phasen-(Gruppenlaufzeit-)Frequenzgang (lineare Verzerrungen) sowie durch Amplituden- bzw. Phasenfehler in der Aussteuerungskennlinie eines Übertragungsvierpols (nichtlineare Verzerrungen).

Lineare Verzerrungen.

1. Amplitudenfrequenzgang: Anhebung der hochfrequenten gegenüber den niederfrequenten Amplituden ergibt Überschwingen im Signalsprung und eine reliefartig erscheinende Struktur der Bildwiedergabe (Plastikeffekt). Absenkung der hochfrequenten Anteile führt zu Verschleifungen der Sprungkanten und unscharfer Bildwiedergabe (Bild 2b u. c). Fahneneffekte treten auf bei Amplitudenabweichungen in niedrigen bis mittleren Frequenzlagen (Dachschräge bei Impulsübertragung).

2. Fehler im Phasen-(Gruppenlaufzeit-)Frequenzgang geben Anlaß zu Asymmetrien im Einschwingvorgang eines Signalsprungs, die sich im Bild als Streifenstrukturen vor bzw. hinter vertikalen Bildkanten äußern (Bild 2d u. e) (ansteigender bzw. abfallender Verlauf des Gruppenlaufzeit-Frequenzganges).

3. Verzerrungen trägerfrequenter Signale.

3.1. Quadraturverzerrungen treten auf bei trägerfrequenten Übertragungen mit Amplitudenmodulation, wenn im Übertragungskanal ein in bezug auf den Träger asymmetrischer Amplitudenfrequenzgang vorliegt. Der Fehler wächst mit dem Modulationsgrad und führt im Bild zur Verfälschung des Tastverhältnisses eines äquidistanten Schwarzweiß-Streifenmusters (Schriftwiedergabe). Bei Negativ-Amplitudenmodulation erscheinen die schwarzen gegenüber den weißen Streifen verbreitert (Bild 1b).

In NTSC-Farbübertragungen verursacht ein bezüglich der Farbträgerfrequenz asymmetrischer Amplitudenfrequenzgang Farbstreifen an vertikalen Farbkanten. Das SECAM-System ist gegenüber diesen Fehlern weniger, das PAL-System völlig unempfindlich.

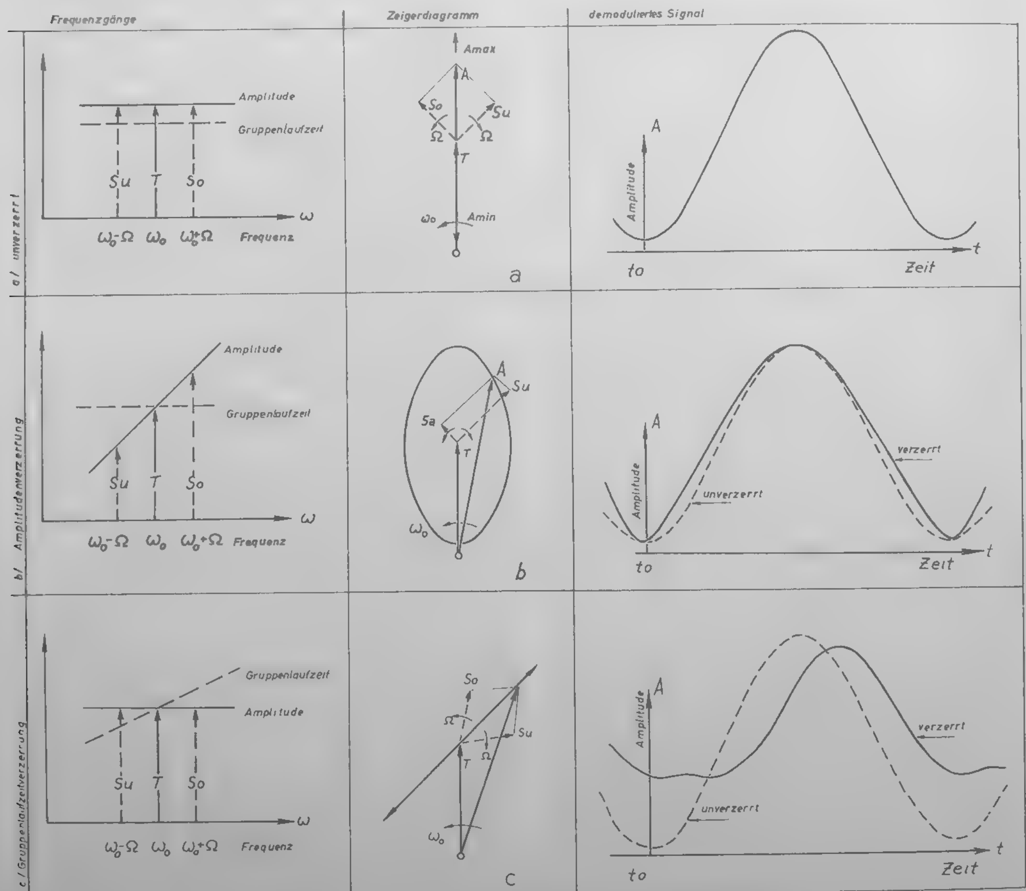
3.2. Asymmetrischer Gruppenlaufzeitgang bewirkt Drehung der Modulationsachse gegenüber der Trägerphase und führt zu Abflachungen im Weißwert sowie Flankenverschleifung und Überschwingen im Signalsprung (Bild 1c). Bei Drehungswinkeln der Modulationsachse über 90° tritt im demodulierten Signal Polaritätsumkehr ein.

Für Farbübertragungen gilt bei asymmetrischem Gruppenlaufzeit-Frequenzgang im Farbartkanal das gleiche wie unter 3.1.

Nichtlineare Verzerrungen.

1. Differentielle Verstärkungsfehler werden verursacht durch ungleiche Steilheit der Amplituden-Aussteuerungskennlinie eines Übertragungsvierpols und geben bei Farbübertragungssystemen mit Quadraturmodulation (NTSC, PAL) Anlaß zu Verfälschungen der Farbsättigung.

2. Differentielle Phasenfehler entstehen, wenn ein Übertragungsvierpol in Abhängigkeit von der Lage des Arbeitspunktes auf seiner Amplitudenaussteuerungskennlinie unterschiedliche Phasendrehung (bzw. Gruppenlaufzeit) aufweist. Bei Farbübertragungen nach dem NTSC-Verfahren werden hierdurch Farbtonverfälschungen hervorgerufen. Die Systeme PAL und SECAM sind gegen Fehler der differentiellen Phase unempfindlich.



T · Träger, Su · unteres Seitenband, So — oberes Seitenband, ω_0 = Trägerfrequenz, Ω = Modulationsfrequenz, A = resultierende Amplitude nach der Demodulation.

Bild 1. Einfluß des Amplituden- (b) und Gruppenlaufzeit- (c) Frequenzganges bei amplitudenmodulierter Trägerfrequenzübertragung mit sinusförmiger Modulation (a) (Quadraturverzerrungen).

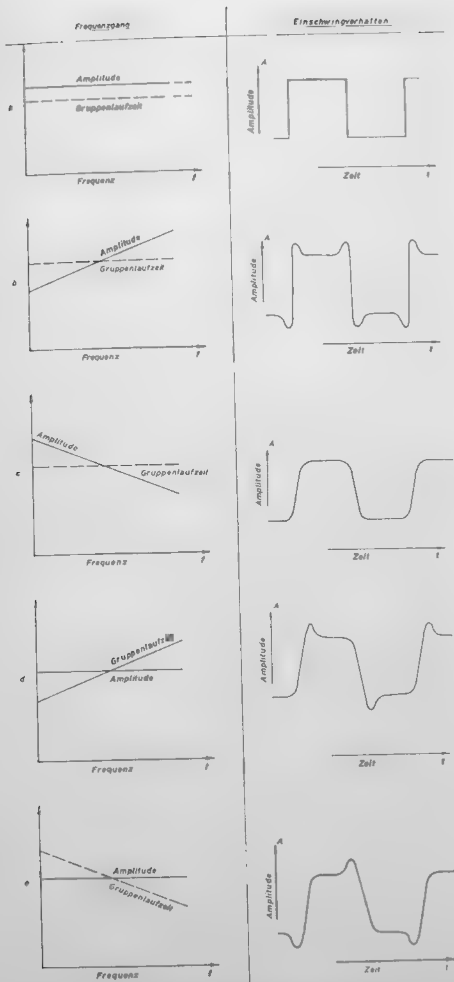


Bild 2a–e. Verzerrungen im Einschwingvorgang durch Fehler im Amplituden- und Phasen-(Gruppenlaufzeit-)Frequenzgang.

Literatur: K. W. Wagner, Über den Zusammenhang von Amplituden- und Phasenverzerrungen, A. E. Ü. 1, 1947, S. 17–28 — K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtentechnik, S. Hirzel Verl., Stuttgart 1949. *Jaeschke*

Fernsehstudio ist die räumliche Zusammenfassung der für die Programmproduktion des Fernseh-Rundfunks benötigten Einrichtungen bis zur Bereitstellung eines normgerechten videofrequenten Signalgemisches sowie des zugehörigen Tonsignals in festen Gebäuden. Im engeren Sinne sind es die Räume mit den Einrichtungen zur Aufnahme von Bild und Ton. Hinzu kommen die technischen Räume für Bild- und Tonregie,' Steuerung der Studio-Beleuchtung, für → Bildabtastgeräte für Film und Dia und → Bildaufzeichnungsgeräte. Jeder Bildsignalquelle ist ein Bildkontrollgerät zugeordnet, das aus einem Bildkontrollempfänger zur Beurteilung der Bildqualität und einem Elektronenstrahloszillographen zur Überwachung und Einstellung der Signalpegel besteht. Die Szene wird in der Regel von mehreren Fernsehkameras mit verschiedener Einstellung aufgenommen. Im Bild ist nur eine Kamera dargestellt. Im Regieraum, der in der Regel neben dem Studio angeordnet ist und in dieses Einblick durch ein schalldichtes Fenster gewährt, verfolgt der Bildregisseur den Produktionsablauf an Hand der Kamerabilder auf Bildkontrollempfängern (Vorschau-Monitoren).

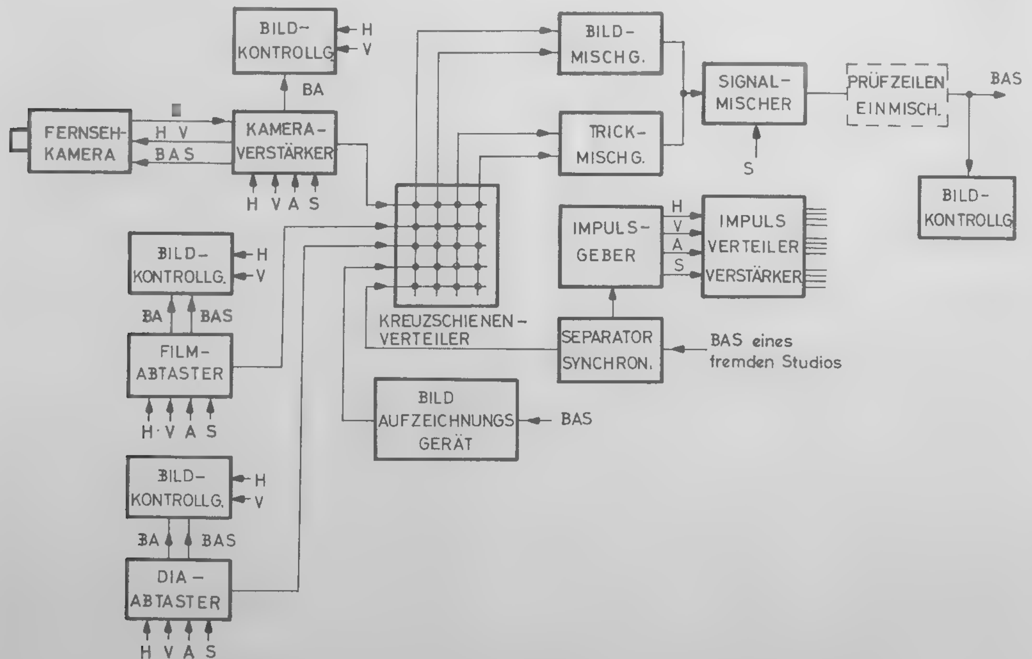
Zur Bildregie werden auch die Videoleitungen von den Bildabtastgeräten, den Bildaufzeichnungsgeräten und von Bildsignalgebern außerhalb des Studios, z. B. aus anderen Studios oder von → Übertragungswagen, herangeführt und ebenfalls auf Bildkontrollempfängern wiedergegeben, so daß deren Bildsignale in den Produktionsablauf eingeblendet werden können. Die Auswahl und die Durchwahl der Videoleitungen wird durch fernbediente Kreuzschienenverteiler und Bildsignal-Verteilerverstärker vorgenommen. Am Bildmischgerät des Regieplatzes wird das Programm aus den von den verschiedenen Bildsignalgebern angebotenen Bildsignalen zusammengestellt. Die Umschaltung erfolgt entweder durch harten Schnitt (in der Vertikalaustastlücke) oder allmählich durch Überblenden (X-, Y-Überblendung). Besondere Effekte werden durch Trickmischgerät (z. B. rollender Schnitt, Schrifteneinblendung, Doppelbilder) erzielt.

Die Synchronisierung erfolgt zentral durch → Impulsgeber (Taktgeber), von denen die Impulse über Impulsverteiler den Studiogeräten zugeleitet werden. Im Farb-F. ist in der Regel jedem Farbsignalgeber ein Coder (Encoder) zugeordnet, der aus vom Farbbildsignalgeber erzeugten Signalen (z. B. den drei Farbwertsignalen R, G, B) das normgemäße Farbbildsignalgemisch (FBAS, Leuchtdichtesignal Y und trägerfrequente Farbdifferenzsignale U, V) bildet, das über eine Videoleitung wie das BA-Signal in Schwarz-Weiß-Studios übertragen werden kann. Voraussetzung sind kleine differentielle Amplituden- und Phasenfehler; die Geräte müssen »farbtüchtig« sein.

Zur Synchronisierung zwischen räumlich entfernten Studios (oder Studio und Ü-Wagen) wird mit dem aus dem ankommenden Fremdsignal in einem Separator abgetrennten Synchronsignal der örtliche Impulsgeber im Synchronisator synchronisiert. Zur Fernsynchronisierung kann eine Steuerfrequenz im Frequenzbereich von Tonrundfunkleitungen über diese übertragen werden, welche die Impulsgeber in den Studios synchronisiert. Um den Leitungsaufwand für die Verteilung der verschiedenen Synchronisierimpulse in F., insbesondere in Farb-F., zu verringern, kann die Synchronisierinformation zu einem Signal (FASK) zusammengefaßt werden, das über eine einzige Videoleitung übertragen werden kann. Einrichtungen zur Impulsregenerierung, zur Verzögerung und Vorverlegung der Synchronisierimpulse zum Ausgleich der verschieden langen Leitungen zwischen den Bildsignalgebern und den Bildmisch-

geräten sind weitere für die Synchronisierung von Fernsehstudios erforderliche Hilfsgeräte.

Im Studio wird in der Regel das Bildsignal mit Austastung (BA-Signal) verteilt und verarbeitet. Die Ergänzung des BA-Signals zu einem vollständigen Bildsignalgemisch erfolgt erst im Ausgang des Studios im Signalmischer. Im Prüfzeileneinmischgerät können schließlich dem Ausgangssignal der F. Meßsignale während einiger Zeilenperioden in der Nähe der Vertikal-Austastlücke hinzugefügt werden (Prüfzeile). Das abgehende Bildsignalgemisch wird schließlich mittels eines Bildkontrollgerätes (Endkontrolle) überprüft.



Vereinfachtes Blockschaltbild der videotechnischen Ausrüstung eines Schwarz-Weiß-Fernsehstudios.

Die Technik der Erzeugung und unmittelbaren (videofrequenten) Übertragung des Bildsignals einschließlich des Austastsignals und des Synchronsignals ist Gegenstand der → Videofrequenztechnik.

v. Gregor

Fernsehtelefon → Geschichte des Fernmeldewesens unter 4.1. Neuentwicklungen sind im Gange.

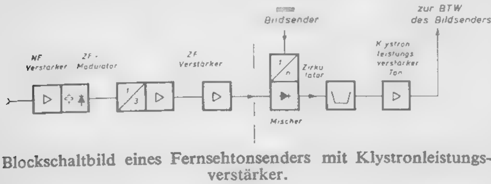
Fernsehtonsender. Im zum Fernsehsender gehörenden Tonsender mit $^1/_{10}$ der Leistung des Bildsenders wird das Tonsignal aufbereitet und der Frequenz des Tonträgers oder einer Hilfsfrequenz, z. B. der Zwischenfrequenz (ZF) 33,4 MHz, aufmoduliert. Zur Aufbereitung des bei der Modulationszuführung über Richtfunk mit dem Pegel + 6 dB auf den Tonsender gegebenen Signals gehört die Verstärkung und die Vorverzerrung (→ Preemphase). Diese Amplituden-Vorverzerrung von 50 µs soll das durch die Frequenzmodulation bedingte Absinken des Signal-Energieanteils in der Hochfrequenz bei höheren Modulationsfrequenzen und die damit verbundene Verringerung des Störspannungsabstandes bei diesen Frequenzen ausgleichen. Im Fernsehempfänger wird diese Verzerrung durch die Nachentzerrung (Deemphase) wieder aufgehoben.

Beim Tonsender wird wie bei frequenzmodulierten Sendern anderer Wellenbereiche ein freischwingender Oszillator frequenzmoduliert und die Endfrequenz durch anschließende Vervielfachung oder Mischung gewonnen. Das Konzept der Mischung hat den Vorteil, daß der zu modulierende Oszillator fest abgestimmt ist. Entsprechend dem Faktor der Vervielfachung muß der Frequenzhub bei der Modulation niedriger liegen. Bei 35% Aussteuerung beträgt der Hub bei der Endfrequenz 10 kHz (Meßhub).

Die Frequenz des freischwingenden Oszillators muß für die Einhaltung der Frequenztoleranz mit einer Quarzfrequenz verglichen und automatisch nachgestimmt werden.

Bei dem im Bild gezeigten Blockschaltbild des Tonsenders wird ein Quarzoszillator in einer besonderen Schaltung direkt frequenzmoduliert. Hierbei erübrigt sich die Nachstimmung.

Von dem vorstehend beschriebenen Tonsender zeigt das Foto (→ Fernsehbildsender, Bild 5) die Frontansicht zusammen mit dem Bildsender.



Blockschaltbild eines Fernsehtonsenders mit Klystronleistungsverstärker.

Die Bedingungen für die Übertragungseigenschaften des Tonsenders sind in den Pflichtheften für Fernsehsender mit angegeben. *Kniestedt*

Fernsehübertragung → Rundfunkübertragung.

Fernsehübertragungsgüte auf Leitungen. Eine optimale Übertragung des FBAS-Signals (Bild 1) verlangt die Festlegung einer Reihe von Güteparametern. CCIR empfiehlt bei internationalen Verbindungen Richtwerte, die auf einem hypothetischen Bezugsstromkreis für Fernsehleitungen einzuhalten sind.

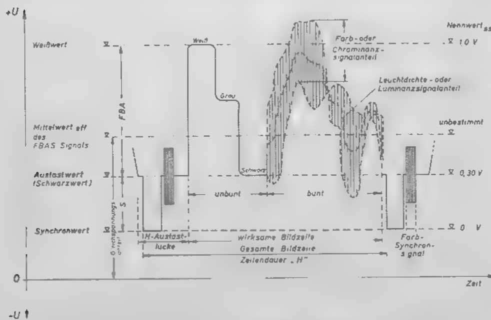


Bild 1. Zusammengesetztes Farbfernsehsignal — FBAS — (Farb-Bild-Austast-Synchron) — Signal nach PAL-System.

Dieser Bezugsstromkreis ist 2500 km lang und enthält drei Modulationsabschnitte, d. h., an den Endpunkten und an zwei Punkten, die die gesamte Leitung in drei Abschnitte gleicher Länge teilen, soll das Signal unmoduliert in Videolage vorliegen. Die empfohlenen Werte sind aus der Tabelle zu ersehen.

In der ersten Spalte stehen die gültigen Toleranzempfehlungen des CCIR, während die zweite Spalte eingeengte Toleranzen enthält, die unter Berücksichtigung der Farbfernseh-Übertragungen mit hinreichender Qualität angestrebt sind. Sie sind teilweise in Ländern, die schon längere Zeit Farbfernsehen eingeführt haben, bereits empfohlen worden. Zu einigen Parametern in der Tabelle sind folgende Bemerkungen angebracht:

Zu 2. Bei Störgeräuschen sind → weißes Rauschen, periodische und impulsförmige Störungen zu unterscheiden. Es machen sich das weiße Rauschen bei zu hohem Wert durch »Schnee«, periodische Störungen durch Moiré im Bild bemerkbar. Bei Rauschen ist der bewertete Signal-Geräuschabstand definiert als Verhältnis der maximalen Bildsignalamplitude (FBAS-Signal) zum Effektivwert der Rauschamplituden im Frequenzbereich 10 kHz bis zur oberen Grenzfrequenz (bei der in der BRD verwendeten G-Norm: 5 MHz). Die untere Grenze soll das Eingehen von Netzbrummen und mikrofonischen Geräuschen in der Messung verhindern. Das menschliche Auge bewertet das weiße Rauschen ungleichmäßig in Abhängigkeit von der Frequenz, und zwar so, daß die Rauschleistung bei höheren Frequenzen subjektiv weniger intensiv wahrgenommen wird. Deshalb wird zur Bestimmung des Signal-Geräuschabstandes mit einem Rauschbewertungsfilter, das zu hohen Frequenzen hin die Rauschanteile nach einer vereinbarten Vorschrift bedämpft, gemessen.

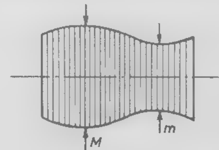


Bild 2.
Abgesiebte HF aus Prüfsignal Nr. 3 nach nichtlinearer Verzerrung.

Zu 3. Nichtlineare Verzerrungen verändern die Gradation und führen bei Farbbildern zu Farbsignalfehlern. Die Nichtlinearitäten werden bei TV-Übertragung nicht — wie in anderen Techniken (TF-Technik, Akustik usw.) — durch Bestimmung von Klirrprodukten angegeben, weil der Einfluß von nichtlinearen Verzerrungen auf das Fernsehbild subjektiv nicht in gleicher Größenordnung wahrgenommen wird wie beispielsweise bei Musik. Im Bildbereich wird die Abweichung der durch das FBAS-Signal ausgesteuerten Kennlinie von einer idealen linearen Kennlinie bestimmt. Ermittelt wird das Verhältnis der maximalen zur minimalen Amplitude $\left(\frac{M}{m}\right)$ einer von einem Sägezahn (Bild 2) abgesiebten HF, nachdem der Sägezahn mit dieser HF überlagert das zu messende System durchlaufen hat (Bild 3). Die Nichtlinearität im Bildbereich wird z. B. in der Form $\left(1 - \frac{m}{M}\right) \cdot 100$ in % angegeben. Zur einwandfreien Synchronisation des Bildes am Emp-

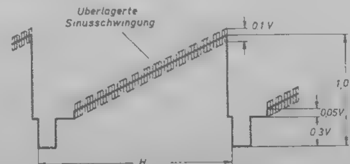


Bild 3. CCI-Prüfsignal Nr. 3 mit HF-Schwingung (Sägezahn).

fänger darf die empfangene Synchronamplitude bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Je nach Bildinhalt (Extrem: Schwarz und Weiß) wird durch

Tabelle.

Güteparameter für CCI-Bezugsstromkreis	Gültige Werte	Vorgeschlagene Werte für Farb-TV-Übertragung
Toleranzen an Videoschaltpunkten		
Rückflußdämpfung an 75 Ohm	24 dB	30 dB
Nicht zum Signal gehörende Gleichstromkomponente	500 mW	100 mW
Toleranzen für TV-Übertragung		
1. Restdämpfung a_R	0 dB ± 1 dB	0 dB ± 0,5 dB[1])
Schwankung der a_R		
1.1. über kurze Zeit (z. B. 1 s)	< ± 0,3 dB	< ± 0,2 dB
1.2. über längere Zeit (z. B. 1 h)	< ± 1,0 dB	< ± 0,5 dB
1.3. über einen Tag	< ± 1,0 dB	< ± 0,5 dB
2. Störspannungen bei Norm G		
2.1. Geräuschabstand über 99 % der Zeit	> 52 dB	> 54 dB
2.2. periodische Störer	> 50 dB (zwischen 1 kHz und 5 MHz)	> 55 dB (zwischen 0,3 kHz und 5 MHz)
2.3. Netz-Brumm	> 30 dB	> 35 dB
3. Nichtlineare Verzerrungen		
3.1. im Bildbereich		Normalpegel / 3 dB Überpegel
3.11. differential gain[2])	± 10 %	± 5 % / ± 10 %
3.12. differential phase[3])	—[4])	± 4 Grad / ± 8 Grad
3.2. im Synchronbereich Änderung der Synchronimpulsamplituden Sa und S_b (s. Bild 6)	0,21 V_{ss} bis 0,33 V_{ss}	0,285 V_{ss} bis 0,315 V_{ss}
4. Lineare Verzerrungen		
4.1. Messung mit Zeitfunktionen		
4.11. Halbbilddauer Dachschräge bei Prüfsignal Nr. 1	< ± 10 %	< ± 6 %
4.12. Zeilendauer Fahnen und Überschwingen bei Prüfsignal Nr. 2 (Steigzeit 2 T)	< ± 5 %	< ± 1 %
4.13. Sehr kurze Dauer Überschwingen bei Prüfsignal Nr. 2 (Steigzeit T)	< 13 %	< 7 %
4.2. Messung mit Frequenzfunktionen		

	MHz	0,2	1 4	4,5	5	0,2 4,43	5
4.21. Dämpfungstoleranz der Amplitude	dB	∓ 1	∓ 1 stetig zunehmend bis ∓ 2	— 2,25 + 3	— 2,5 + 4	∓ 1 konstant ∓ 1	stetig auf — 1,5 + 2
4.22. Gruppenlaufzeittoleranz	μs	± 0,1	± 0,1 stetig zunehmend bis ± 0,35		± 0,5	± 0,1 konstant ± 0,1	± 0,15

[1]) Für den Farbträger: Abweichung der a_R bezogen auf a_R eines horizontalfrequenten Rechtecksignals ± 1 dB für 99 % der Zeit (gemessen z. B. mit Prüfsignal Nr. 2 mit eingefügter Farbträgerschwingung, in Raum A).

[2]) Gemeint ist das Verstärkungsverhältnis der einem Sägezahn überlagerten Farbträgeramplitude zwischen Vollaussteuerung und Austastwert (Burstlage).

[3]) Gemeint ist die Differenz der Phasendrehungen der einem Sägezahn überlagerten Farbträgerfrequenz zwischen Vollaussteuerung und Austastwert (Burstlage).

[4]) Bisher nicht toleriert.

Änderung des Gleichspannungsmittelwertes bei nichtgeklemmten Signal der Arbeitspunkt der Aussteuerungskennlinie um etwa 0,4 V verschoben. Diese Änderung wird bei der Messung berücksichtigt durch Verwendung der Prüfsignale Nr. 3a und 3b (Bild 4), die jeweils verschiedene Gleichspannungsmittelwerte aufweisen.

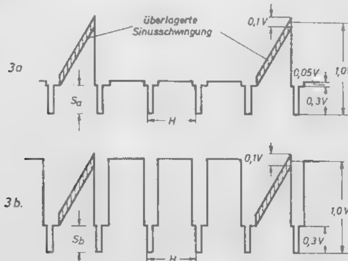


Bild 4.
CCI-Prüfsignale Nr. 3a und 3b mit überlagerter HF-Schwingung.

Zu 5. Bei Beurteilung der linearen Verzerrungen werden Messungen mit Zeitfunktionen und Frequenzfunktionen unterschieden. Messungen mit Zeitfunktionen (z. B. Rechtecke) sind deshalb sinnvoll, weil im Fernsehbild an scharfen vertikalen, Kanten (z. B. Schwarz/Weiß-Sprung) charakteristische Verzerrungen besonders wahrnehmbar sind. Es werden Einschwingverhalten und Dachschrägen von Rechtecken ermittelt, die mit 50 Hz (Bildwechselfrequenz,

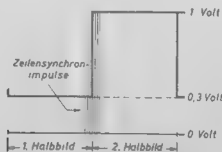


Bild 5. CCI-Prüfsignal Nr. 1.

Prüfsignal Nr. 1, Bild 5) und 15,625 kHz (Zeilenfrequenz, Prüfsignal Nr. 2, Bild 6) über die zu messende Übertragungsstrecke gegeben werden. Im nationalen Netz sind auf den einzelnen Leitungsabschnitten wesentlich bessere Werte, als die Tabelle enthält, zu

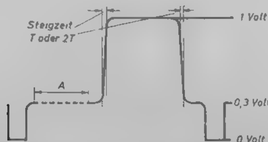


Bild 6. CCI-Prüfsignal Nr. 2.
(Bei A soll ggf. eine hochfrequente Schwingung eingefügt werden.
Steigzeit $T = \frac{1}{2f_c}$, mit f_c = höchste Nachrichtenfrequenz).

fordern, damit bei Zusammenschaltung zu einer Leitungsverbindung die dafür zugelassenen Werte eingehalten werden. Den Übertragungstechnikern der DBP kommt die Aufgabe zu, die Gesamttoleranz auf die verschiedenen Abschnitte sinnvoll zu verteilen.

Eine Hilfe bietet hierzu die Aufstellung gewisser Additionsgesetze der einzelnen Parameter.

Prüfzeilenverfahren. Die vom CCIR empfohlenen Verfahren der Einmessung sind teilweise zu zeitaufwendig. Die Zeiten aber, in denen auf den Leitungen kein Programm liegt, die also Messungen nach den beschriebenen Verfahren ermöglichen, werden immer kürzer. So war zu überlegen, in welcher Weise während einer Programmübertragung Gütebeobachtung und Messung der Leitung möglich sind. In der Vertikalaustastlücke liegen zwischen den Nachtrabanten (Ausgleichsimpulse) und dem Beginn des Bildinhalts einige nichtbenutzte Zeilen. In die 17. bis 24. bzw. 330. bis 337. Zeile jedes Halbbildes können Prüfzeilensignale eingefügt werden. Die ersten beiden Zeilenpaare sollen nach einer CCIR-Empfehlung der Belegung mit Prüfsignalen für den internationalen Programmaustausch vorbehalten bleiben, während die übrigen Zeilen für nationale Zwecke benutzt werden können. CCIR empfiehlt vorläufig für die Kontrolle einiger Schwarz-Weiß-Parameter die Zeile nach Bild 7. Sie enthält einen Weißbalken als Bezugssignal,

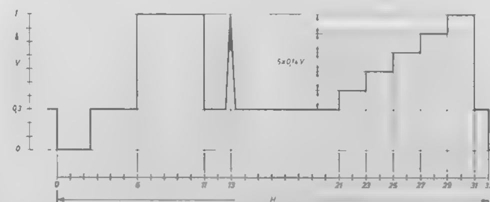


Bild 7. Prüfzeile nach CCIR.

anschließend einen sin²-Impuls und eine Graustufen-Treppe. Mit der Treppe lassen sich überschlägig nichtlineare Verzerrungen bestimmen, während der sin²-Impuls zur Qualitätskontrolle einer gesamten Übertragungskette (z. B. Studio für Empfänger) dient. Man legt dazu Gütefaktoren bis bestimmte subjektive Bildbeurteilungen fest, wofür Toleranzschemata gefertigt werden, mit deren Hilfe der empfangene Impuls ausgewertet wird.

Um auch Farbtüchtigkeit von Leitungen beobachten zu können, soll dieses Signal um einen mit Farbträgerfrequenz geträgerten 20T-Impuls und durch Überlagerung der Treppe mit Farbträgerschwingung erweitert werden. Für die Messung bestimmter Übergangsparameter einer TV-Leitung benutzt die DBP modifizierte Prüfsignale. Diese Signale sind automatisch auswertbar und deshalb im Aufbau unkompliziert. Es werden zwei Prüfzeilen auf ein Zeilenpaar (je Halbbild eine) nach Bild 8 verwendet. Die erste Zeile dient der Bestimmung von linearen Amplitudenverzerrungen bezogen auf den Weißbalken bei vier verschiedenen Frequenzen. Die zweite Zeile ermöglicht die Bestimmung nichtlinearer Verzerrungen (z. B. differential gain).

Um auch in den Sendepausen die Qualität der Übertragung schnell übersehen zu können, legt man zu bestimmten Zeiten ein geeignetes Testbild auf, das

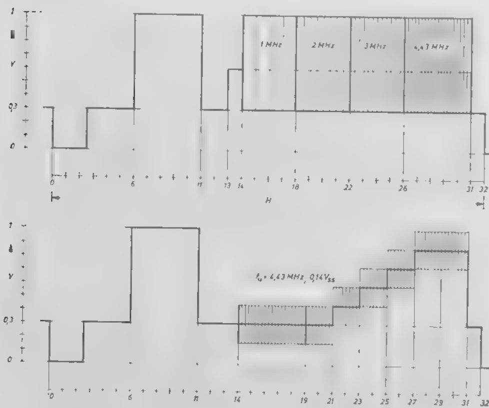


Bild 8. Bei der DBP verwendete Prüfzeilensignale.

eine Reihe von Beurteilungsmerkmalen aufweist, die nicht nur der Leitungskontrolle dienen, sondern auch zur Beobachtung von Sender und Empfänger benutzt werden.

Literatur: CCIR Doc. of the XIth Plenary Assembly Oslo 1966, Vol. V. Recommendation 420—1; 421—1 und 451 — J. Müller, Die Eigenschaften von Fernsehleitungen und deren Messung. Der Fernmeldeingenieur 1956, Heft 9 — M. Lange, Neue Meßsignale für den Fernseh-Übertragungsbetrieb der Deutschen Bundespost, radio mentor 1967, Heft 12, S. 937 ... 940. *Zedler*

Fernsehübertragungstechnik.

Für die Übertragung von TV-Signalen sind vom CCIR folgende Festlegungen für Video-Punkte getroffen worden:

Die Impedanz soll am Ein- und Ausgang unsymmetrisch zur Erde 75 Ohm (Rückflußdämpfung siehe Tabelle → Fernsehübertragungsgüte) betragen. Die Polarität des TV-Signals ist positiv, wenn bei Übergang von Schwarz auf Weiß die Spannung steigt. Die Gleichspannungskomponente mitzuführen, bleibt freigestellt. Die Größen der Amplituden siehe → Fernsehübertragungsgüte (Bild 1).

1. Technik der TV-Übertragung auf Ortsleitungen (Ol). Die Ol sind, da die Tn/TV-Schaltstellen am Ort der betreffenden Rundfunkanstalt gelegen sind, in der Regel nur einige Kilometer lang. Auf kurzen Strecken ist aus wirtschaftlichen Erwägungen bei fester Einrichtung eine Kabelführung einer Richtfunklinie vorzuziehen. Richtfunkstrecken sind im Nahbereich bei mobilem Einsatz vorteilhaft, wenn für Reportagen Zubringerleitungen aufzubauen sind.

Bei sehr kurzen Verbindungen (bis zu einigen 100 m), die in beliebigen Anlagen (z. B. Verbindung Kabelsystemendgerät zu Richtfunkgerätegestell, Verbindung Richtfunkendgerät zu TV-Sender, Zuführung zum Postübergabepunkt u. a. m.) immer auftreten, wird der Bildinhalt videofrequent geführt. Übertrifft dabei die Länge des Videofrequenz-(VF-)Kabels 10 m, so sind, um einwandfreie Übertragung sicherzustellen, Leitungsentzerrer einzufügen. Diese Entzerrer sind z. B. Vierpole nach dem Prinzip des Bodefilters, sie werden für verschiedene Längen umschaltbar gefertigt, wobei lediglich reelle Widerstände variiert werden. Brummstörungen werden durch Einfügung einer Brummdrossel in die Leitung kompensiert. Bei größeren Längen (ab ca. 1000 m) bereitet die Entzerrung von Dämpfung und Phase bei VF-Übertragung Schwierigkeiten. Man geht deshalb zur Trägerfrequenzübertragung über. Werden Kabel verlegt, die ausschließlich der TV-Übertragung dienen, kann der Träger so gelegt werden, daß die Frequenzabhängigkeit von Dämpfung und Phase fast linear verläuft.

In Deutschland ist eine Trägerfrequenz von 21 MHz üblich. Das Signal wird in Zweiseitenband-Amplitudenmodulation übertragen, so daß der Übertragungsbereich bei 5 MHz breitem Bildsignal zwischen 16 und 26 MHz liegt. Es ergeben sich einfache Filter- und Modulationsschaltungen und eine einfache Entzerrung der Kabeldämpfung. Diese Übertragungstechnik wird mit den TV-21-Systemen verwirklicht. Bis 1968 wurde die Entwicklungsstufe TV-21-c eingesetzt. Es ist ein farbtüchtiges Röhrensystem mit 4,5 km Verstärkerfeldlänge bei CCI-Tube 2,6/9,5 mm, bei Serienschaltung von 5 Verstärkerfeldern werden enge Toleranzen eingehalten. Seit 1968 wird eine neue Entwicklung, das TV-21-d-System, eingerichtet, dieses System ist transistorisiert (dadurch geringer Raumbedarf), Verstärkerabstand 3,5 km auf CCI-Tube, Leistungsverstärker können in Kabelmuffen untergebracht werden. Das System erfüllt hohe Qualitätsforderungen auf Strecken mit bis zu 10 Verstärkerfeldern. Die Stromversorgung erfolgt über Fernspeisung aus einem Gerät, das eine Strecke mit 9 Zwischenverstärkern einschließlich der Endgeräte betreibt. Das System zeichnet sich ferner durch große Betriebssicherheit und Wartungsfreiheit aus. Während der signalfreien Zeit wird der TF-Pegel automatisch auf den festgelegten Wert geregelt, womit Pegelfehler selbsttätig korrigiert werden. Ein Speicher verhindert während der Übertragungszeit eine Pegeländerung. Dadurch kann auf einen zusätzlichen Piloten verzichtet werden. Die temperaturabhängige Kabeldämpfung wird durch selbsttätig arbeitende Korrekturglieder (Heißleiter) ausgeglichen.

2. Technik der TV-Übertragung auf Fernleitungen (Fl). Auf der Fl-Seite kann die TV-Information über Kabel oder über Richtfunk geführt werden. Da die Entfernungen zumeist erheblich sind, ist eine AM-Zweiseitenbandmodulation mit dem verhältnismäßig geringen Verstärkerabstand bei Kabelübertragungen nicht vertretbar. In der Regel wird dasselbe Kabel auch noch für Fernsprechübertragung ausgenutzt werden müssen. Das Fernsehsignal wird amplitudenmoduliert nach dem Restseitenbandverfahren (mit Nyquistflanke) übertragen, dabei bereitet aber die Stabilisierung des breiten Frequenzbandes wegen der auftretenden Effekte (Temperatureinflüsse, charakteristische Verzerrungen usw.) erhebliche Schwierigkeiten. Bei der DBP sind deshalb gegenwärtig keine TV-Fl-Führungen über Kanal eingesetzt, die Fernsehübertragung erfolgt auf der Fl-Seite ausschließlich über → Richtfunk, im interkontinentalen Verkehr über Satelliten; → Erdefunkstelle.

3. TV-Begleitton. Der Ton zum Fernsehbild wird bei Ol auf getrennten Tonstromwegen, bei den Fl bei Richtfunkübertragung im System geführt.

4. Fernsehleitungsverzweigungseinrichtung. Das Schalten und die Verzweigung kann in der Videolage oder in einer modulierten Zwischenfrequenz (ZF) erfolgen. Als VF-Schaltfeld dient die Filterkreuzschiene. In einem solchen Schaltfeld müssen die Ein- und Ausgangsimpedanzen exakt 75 Ohm betragen, dazu werden Filter vor den Kreuzungspunkten eingefügt, die durch Kompensation der Eingangskapazität des Schaltmittels die Einhaltung der tolerierten Reflexionsdämpfung sicherstellen. Zur Verzweigung werden Trennverstärker vorgesehen, um gegenseitige Beeinflussungen auszuschließen.

Sollen TV-Fl miteinander verbunden werden, so ist es nicht immer zweckmäßig, videofrequent zu schalten, weil jede Demod./Mod. die Signalqualität ungünstig beeinflußt. Für diesen Fall (z. B. Durchschaltung von TV-Vtl auf das TV-Mod-Netz → Ton- und Fernsehleitungsnetz) werden ZF-Schaltfelder eingesetzt (Zwischenfrequenz bei → Richtfunksystemen).

Literatur: CCIR Doc. of the XIth Plenary Assembly Oslo 1966, Vol. V, Rec. 421—1 — H. J. Schmidt, Das System TV-21-c für Fernsehortsnetze, F & G Rundschau 1962, Heft 48, S. 34—49 — W. v. Gutenberg und E. Kügler, Modulation von Fernsehsignalen für gemeinsame Übertragung von Fernsprechen und Fernsehen auf Kabeln, NTZ 1964, Heft 7, S. 325 ... 331.

Zedler

Fernsehumlenksender. Wenn im Bereich einer Versorgungslücke alle Fernsehkanäle bereits belegt sind und so das Füllsendersignal auf der Empfangs- oder Sendeseite gestört werden könnte, besteht die Möglichkeit, das Bezugssendersignal ohne Umsetzung in das Versorgungsgebiet umzulenken. Passive Umlenksender reflektieren das Empfangssignal, aktive Umlenksender verstärken das Signal und senden es in den Versorgungsbereich aus. Mit beiden Umlenksendertypen sind nur kleinste Versorgungslücken zu schließen, weil beim passiven Umlenken die Empfangssignalenergie sehr gering ist und daher auch nur eine kleine Leistung reflektiert werden kann und beim aktiven Umlenken die Selbsterregung bzw. Selbststörung die Ausgangsleistung früh begrenzt.

Fernsehumsetzer sind Fernsehrundfunksender. Letztere können in Grundnetzsender und Füllsender unterteilt werden. Die Füllsender sollen die Versorgungslücken im Sendebereich der Grundnetzsender schließen. Sie können Fernsehrundfunksender mit oder ohne Kanalumsetzung sein. Zu den Fernsehversorgungsmitteln gehören außerdem die → Großgemeinschaftsantennenanlagen.

Die F. übertragen Fernsehkanalsignale in den Frequenzbereichen I, III, IV und V. Über eine an exponierter Stelle errichtete Empfangsantennenanlage wird das Fernsehkanalsignal des Bezugssenders empfangen, im HF-Eingangsverstärker vorverstärkt, zur Vermeidung von Gleichkanalstörungen im Versorgungsbereich direkt oder über eine Zwischenfrequenz (ZF) — Bild 1 — in einen anderen Fernsehkanal umgesetzt, verstärkt und über die Sendeantennenanlage in das zu versorgende Gebiet abgestrahlt. Fernsehsignal und Tonsignal werden i. allg. gemeinsam übertragen; jedoch können sie auch im ZF-Teil aufgeteilt, getrennt verstärkt und getrennt oder wieder zusammengefaßt ausgesendet werden.

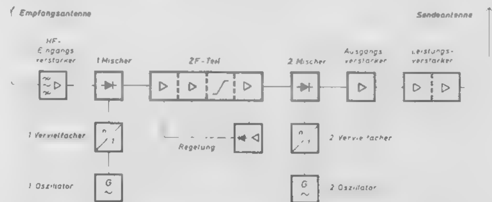


Bild 1. Blockschaltbild eines ZF-Fernsehumsetzers.

Die ZF liegt bei den meisten F. im Bereich von 32 MHz bis 40 MHz (Norm-ZF: Bildträger bei 38,9 MHz, Tonträger bei 33,4 MHz). In der ZF-Lage kann man das Fernsehkanalsignal günstig entzerren, automatisch ausregeln, verstärken und die Hauptselektivität erzeugen. Daher setzen die meisten F., besonders im UHF-Bereich, über die ZF um. Berücksichtigt man bei den Oszillatorquarzen einen Frequenzversatz, so können die F. auch mit Frequenzoffset betrieben werden.

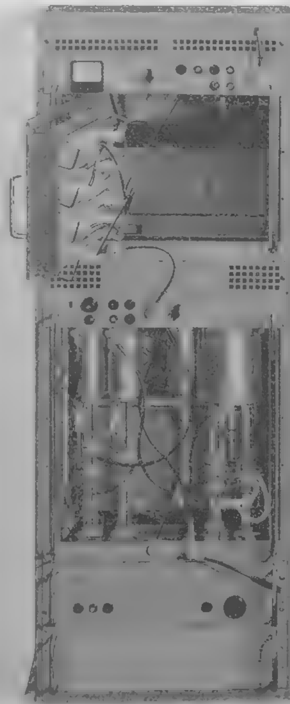


Bild 2. Prototyp eines 10-W-Fernsehumsetzers (UHF-Bereich), Vorstufen transistorisiert, Gestellschrankausführung.

Der Umsetzerteil bis einschließlich Ausgangsverstärker kann transistorisiert werden, während das Signal anschließend in Leistungsverstärkern auf die Ausgangsleistung verstärkt wird.

Als Leistungsröhren bieten sich Normalröhren, Koaxialröhren, Wanderfeldröhren und Klystrons an.

Ausgangsleistungen von F. nach Pflichtenheft können sein: 10 mW, 100 mW, 1 W, 10 W, (20 W), 100 W, (200 W, 400 W), 1 kW. Die Ausgangsleistung kann, dem Versorgungsbereich angepaßt, auch niedriger eingestellt werden. Durch den Gewinn der Sendeantennen ergeben sich entsprechend höhere Strahlungsleistungen. Die Baugruppen und Einschübe der F. sind bei Montage im Freien oder in nicht klimatisierten Betriebsräumen in wetterfesten Gehäusen und bei Aufstellung in klimatisierten Betriebsräumen in einem Gestellschrank untergebracht (Bild 2).

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit können zwei F. zu einer Reserveanlage zusammengeschaltet werden. Der Reserveumsetzer übernimmt automatisch oder von Hand umgeschaltet den Betrieb, wenn der im

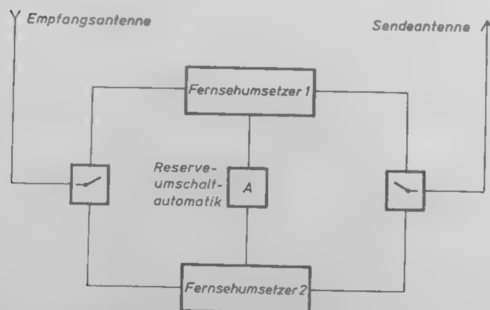


Bild 3. Blockschaltbild der passiven Reserveschaltung zweier Fernsehumsetzer.

Betrieb befindliche Umsetzer ausfällt. Es bestehen die Möglichkeiten, die Reserve aktiv, passiv (Bild 3), gemischt oder als Rückschaltereserve zu schalten.

Literatur: Fernsehumsetzeranlage. *Heydel*

Fernsehumsetzer, Anlage. Die F. (s. Bild) soll möglichst in der Nähe ihres Versorgungsbereichs, jedoch auch in freier Sicht zum Bezugssender errichtet werden. Daher wählt man die Standorte meistens auf einem Berg nahe des zu versorgenden Gebietes aus; auch vorhandene Gebäude können mitbenutzt werden.

Die Antennen zum Empfangen und Senden werden mit einer Antennenhalterung an dem Antennenträger befestigt. Als Antennenträger — Antennenmaste — dienen Maste aus Stahlrohren, Stahlgitter, Beton oder Holz. HF-Kabel leiten das Fernsehkanalsignal von der Empfangsantenne zum Fernsehumsetzer und von dort dann zur Sendeantenne. Die Fernsehumsetzer können im Freien, d. h. am Mast oder an einem Montagegestell, angebracht werden. Üblicherweise sind sie jedoch in genormten Betriebskabinen (Typengebäuden) aufgestellt.



Fernsehumsetzer.

Literatur: H. Hügli, Fernseh-Frequenzumsetzer, Techn. Mitt. PTT Bern, 42 (1964), Heft 5, S. 193–205 — J. Heydel, Technik der Fernseh-Frequenzumsetzer im Frequenzbereich IV/V (470 bis 790 MHz). Fernmeldepraxis 42 (1965), Heft 11 — W. Strößenreuther, Farbtüchtige Fernseh-Frequenzumsetzer nach dem Baukastenprinzip für die Frequenzbereiche I, II, IV und V. Rundfunktechn. Mitt. 8 (1964), Heft 4, S. 245–249 — J. Heydel und N. Vogt, Fernsehumsetzer. Technische Handbücherei im Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1968. *Heydel*

Fernsehumsetzer, Antennenanlagen. Als Empfangs- und Sendeantennen für F. verwendet man je nach Frequenzbereich, Ausgangsleistung, Montagemöglichkeit, gefordertem Antennendiagramm und ggf. besonderen Voraussetzungen Yagiantennen oder Einheitsfelder (Vierer-, Achter- oder Sechzehnerfelder). Während als Empfangsantenne meistens eine Antenne ausreicht, muß das erforderliche Sendeantennendiagramm oft durch Kombination der Diagramme mehrer Einzelantennen zusammengesetzt werden. Das Sendesignal wird über einen Verteiler auf die Einzelantennen aufgeteilt. Das Antennenkabel ist i. allg. ein Koaxialkabel. Das Sendeantennenkabel hat wegen der dann kleineren Kabeldämpfung meistens einen größeren Durchmesser.

Zumeist werden von einem Standort aus mehrere Programme abgestrahlt. Sollen aus bestimmten Gründen zwei Programme über eine A. ausgesendet werden, kann man die entsprechenden Sendesignale

in einer Sendeantennenweiche im Betriebsraum zusammenfassen und gemeinsam zur Antenne leiten.

Für A. für Fernsehumlenksender gilt das Vorstehende auch. *Heydel*

Fernsehumsetzer, Meßtechnik. Die M. der F. entspricht im Prinzip der Fernsehsender-M. Damit man den gesamten F. einschließlich HF-Eingangsverstärker messen kann, muß das Meßsignal in der HF-Lage erzeugt und zum Eingang des F. geleitet werden (Fernsehsender: VF-Lage). Zum Messen der F. ist daher ein Fernsehkanalmeßsender, ein Fernsehsender kleiner Ausgangsleistung, erforderlich, oder das HF-Signal muß durch zwei oder drei HF-Sinusschwingungen nachgebildet werden. Die Pegel der Sinusschwingungen errechnen sich aus den Fernsehsignalverhältnissen und betragen:

Träger-schwingung	Während des Synchron-impulses	Während der Bilddauer	
	Neben-aussendung	Kreuz-modulation	Linearität
Bildträger	0 dB	– 7,5 dB	–3 bis –20 dB
Tonträger	–10 dB	–10 dB	–10 dB
Seitenschwingung	—	–16 dB	–30 dB

Synchronwert = 0 dB, Eingangsspannung im Bereich von 0,5 mV bis 10 mV.

Da die gemeinsame Übertragung von Fernseh- und Tonsignal angestrebt wird, muß die Kreuzmodulationsbedingung streng eingehalten werden. 54 dB Kreuzmodulationsabstand garantieren ein störungsfreies Bild. Alle anderen von der Linearität des F. abhängigen Forderungen werden daneben gut eingehalten. Die F. sind sowohl für die Übertragung von Schwarzweiß- als auch von Farbfernsehsignalen geeignet. Die strengen Linearitätsbedingungen erübrigen in der Regel ein Messen des Tonsignals.

Die wichtigsten Betriebsmessungen werden mit einer F.-Meßeinrichtung gemessen, mit der Leistung, Durchlaßcharakteristik, Anpassung, Eingangs- und Ausgangssignal kontrolliert werden können. Dazu kommt noch eine Frequenzmeßeinrichtung. Mit diesen zwei Meßgeräten lassen sich die zum Betrieb der Umsetzer wichtigsten Betriebswerte prüfen. Alle anderen Werte können bei Bedarf nachgemessen werden. *Heydel*

Fernsehverbindungskabel (TVVk) enthalten neben Melde- und Steuerleitungen usw. nur Fernseh-(TV-) Leitungen (Koaxialpaare). Als F. mit wenig oder ohne Tonleitungen kommen in der Regel in Betracht die Kabelformen: Koaxialortskabel (KxOk) 10p, KxOk 54p, KxOk 62p. Als F. mit ausreichenden Tonleitungen finden Verwendung die Formen: KxOk 8p, KxOk 30p, KxOk 52p (→ Bezirkskabel).

Fernspeisung ist die Stromversorgung von Fernmeldegeräten über Leitungen der zugehörigen Fernmeldelinie mit Gleich- oder Wechselstrom. Die Leitungen können gleichzeitig Fernmeldeleitungen sein. Die der F. dienenden Geräte sind Bestandteile der Fernmeldeanlage. Sie gelten dabei als Stromversorgungsteile im Sinne der VDE-Bestimmungen 0804. Je nach den Schaltungsmerkmalen des Fernspeisekreises und den darin angewendeten Speiseverfahren unterscheidet man 1. nach der Schaltungsart: die Parallel- und die Serien-F., 2. nach der Art der Fernspeisespannung: die Wechselstrom- und die Gleichstrom-F., 3. nach der Anzahl der fernspeisenden Stellen: die Einseiten- und die Zweiseiten-F., und 4. nach der Art der Energiezuführung: die Eigen- und Fremd-F. Speziell ermöglicht die F. die Zuführung elektrischer Leistung aus speisenden End- oder Zwischenverstärkerstellen über die TF-Kabel zu benachbarten Zwischenstellen. Die TF-Übertragungsleitungen werden in der Regel gleichzeitig als Fernspeiseleitung mit verwendet (Eigen-F.). In TF-Kabeln der Form 17a mit 16 symmetrischen TF-Leitungen V120 und 1 Koaxial-Leitung V1260 wird die Versorgungsleistung für die Zwischenstellen V120 auf der Grundleitung V1260 mit übertragen (Fremd-F.). In Koaxial-Kabeln mit mehreren Koaxial-Leitern wird nur die Eigen-F. angewendet. Fernspeisende End- und Zwischenstellen bilden mit den von ihnen ferngespeisten Zwischenstellen einen Fernspeisekreis oder Fernspeiseabschnitt. Im deutschen TF-Netz werden die in der Regel unbemannten Zwischenstellen nur aus einer Richtung, also nur von einer End- oder Zwischenstelle aus ferngespeist (Einseiten-F.). Das Fernspeisefeld ist dann identisch mit dem Verstärkerfeld (→ TF-Systeme, Leitungsverstärker). An seinen Enden werden TF-Signalleistung und Versorgungsleistung über Fernspeiseweichen in Senderichtung zusammengeschaltet, in Empfangsrichtung wieder getrennt. Das Schema einer TF-Kabelstrecke mit mehreren Fernspeisekreisen zeigt Bild 1. Zwischenverstärker in Röhrenschaltung werden bei einer Streckenleistung über 2 kW allgemein mit Wechselstrom, Transistorverstärker in Unterflurstellen wegen ihrer geringen Leistungsaufnahme grundsätzlich mit Gleichstrom ferngespeist.

Die Wechselstrom-F.-Leistung (Bild 2) wird in den gespeisten Stellen der Fernspeiseleitung parallel entnommen. Die Fernspeisespannung wird hierfür von Feld zu Feld konstant gehalten (Parallel-F.). In der speisenden Stelle wird eine aus der örtlichen Stromversorgungsanlage unterbrechungsfreie, auf ± 2 % konstant gehaltene Wechselspannung 220 V/ 50 Hz auf die Fernspeisespannung 2 × 750 V (bei Röhren-Systemen V2700 = 2 × 1000 V) transformiert. Die Spannung wird über Trennweichen an die Koaxial-Innenleiter angeschaltet, deren Außenleiter in den Verstärkerstellen geerdet sind. Eine auf Normallast eingeregelte Stromüberwachung in der speisenden Stelle schaltet die Fernspeisespannung bei Überlast, z. B. bei einem Kabel-Kurzschluß, oder Unterlast, z. B. bei einem Kabelleiter-Bruch, ab. Durch den Ausfall der Fernspeisespannung werden in den gespeisten Zwischenstellen die Stromversorgungsgeräte der Verstärkerstelle automatisch auf die Versorgungsspannung des örtlich öffentlichen Netzes umgeschaltet. Nach Wiederkehr der eingeregelten Fernspeise-Sollspannung werden die ferngespeisten Stellen mit bis zu 30 sec gestaffelter Verzögerungszeit nacheinander automatisch auf die

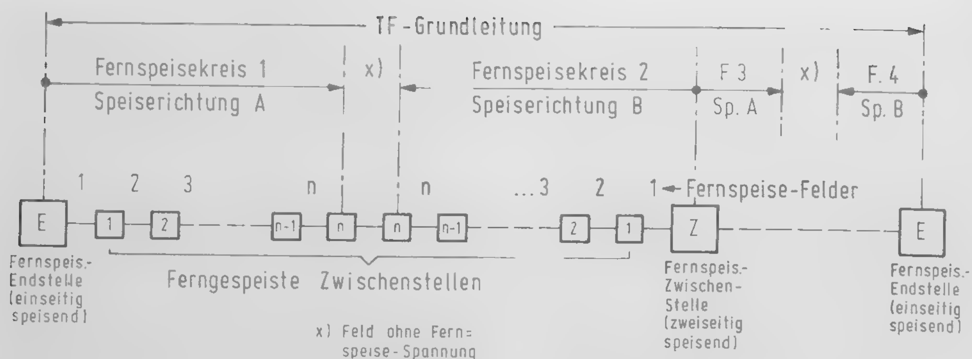


Bild 1. Schema einer TF-Grundleitung mit Fernspeisung.

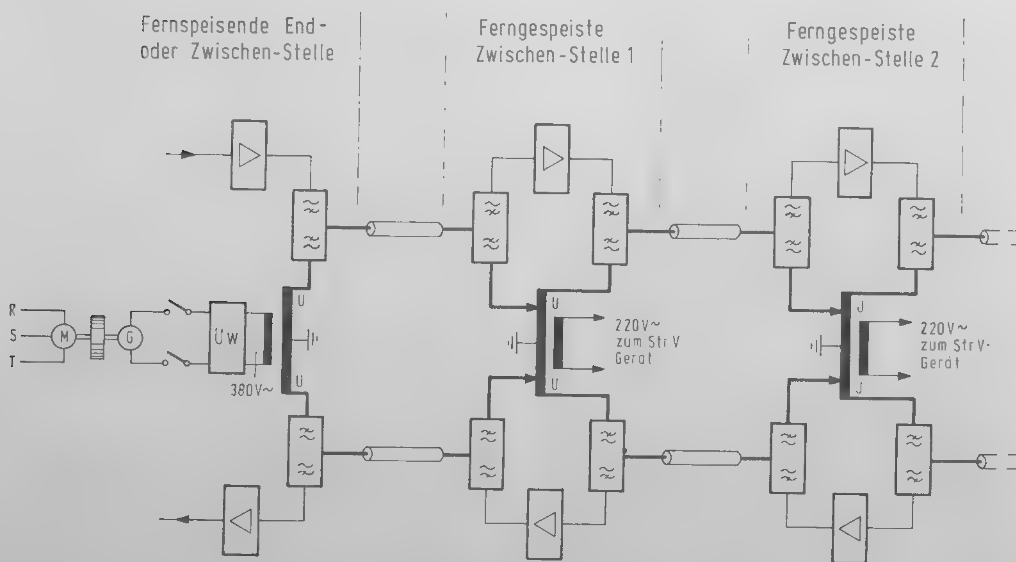


Bild 2. Prinzip der Wechselstrom-Fernspeisung.

Fernspeisung zurückgeschaltet. Die Fernspeisegeräte sind in Fernspeisegestellen, die Umschalteinrichtungen und die Ortsspeisegeräte in Ortsspeisegestellen untergebracht.

Mit der Gleichstrom-F. (Bild 3) können etwa bis zu 12 hintereinanderliegende Zwischenstellen ferngespeist werden. Ihre Verstärker liegen in der Fernspeiseleitung in Serie (Serien-F.). Diese Betriebsweise ergibt bei der geringen Leistungsaufnahme der Transistoren der Verstärker den geringsten Aufwand an Fernspeiseeinrichtungen. Fernspeisegeräte und Trennweichen der speisenden Stelle werden im Leitungsverstärker-Gestell (→ TF-Systeme, Leitungsverstärker), die Trennweichen und F.-Schaltelemente der gespeisten Stellen in den Unterflur-Verstärkern untergebracht. Das Fernspeisegerät formt die auf ± 2% konstante unterbrechungsfreie Wechselspannung 220 V/50 Hz der örtlichen Stromversorgungs-Anlage in die Fernspeise-Gleichspannung um. Der Fernspeisestrom wird über eine Regeleinrich-

tung unabhängig von der Streckenlast konstant gehalten. Er beträgt für die Verstärker V300, V960 oder V2700, 40 mA, 60 mA, 90 mA. Seine Welligkeit liegt im Frequenzbereich unter 1 kHz unter 1 %, über 1 kHz unter 1 ‰. Bei plötzlichen Laständerungen, verursacht durch Kurzschluß oder Unterbrechung im Kabel, wird die schnell ansteigende Fernspeisespannung auf einen unter der Mindest-Ansprechgrenze der Spannungsableiter in den Verstärkern liegenden Höchstwert elektronisch begrenzt und anschließend automatisch auf den gegen Berührung ungefährlichen Wert von 30 V reduziert. Bei wieder zur Transistor-Betriebsspannung soweit gemindert, daß die Transistoren nicht gefährdet werden (→ Seekabelspeisung). *Wichmann*

Fernspeisegestell (FspG) → Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel.

Fernsprechamt → Ämter des Fernmeldewesens.

Fernsprechanlagen der EVU. Nach dem Gesetz über Fernmeldeanlagen (FAG vom 14. 1. 1928) muß an Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) die Befugnis zur Errichtung und zum Betreiben von Fern-

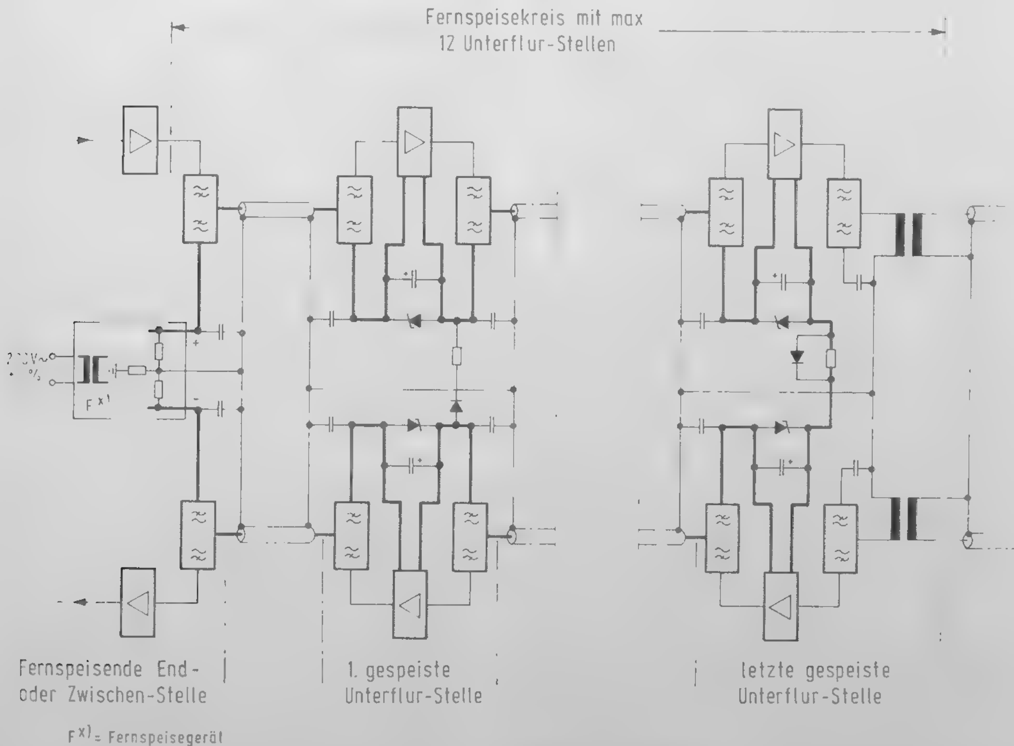


Bild 3. Prinzip der Gleichstrom-Fernspeisung.

betriebsfähigem Fernspeisekreis wird die Fernspeisespannung automatisch auf ihren Betriebswert hochgeregelt.

Die Innenleiter der Koaxialpaare werden auf der Gesamtlänge des Fernspeisekreises galvanisch und erdfrei durchverbunden (Schwebepotential der Fernspeisespannung). Dadurch werden Beeinflussungsspannungen auf den Übertragungskreis durch technischen Wechselstrom klein gehalten. Durch Blitzschlag in den Innenleiter induzierte zu hohe Spannungen werden in den Überspannungs-Ableitern am Ein- und Ausgang der Verstärkerschaltung und durch eine hohe Kapazität und eine Zenerdiode parallel meldeanlagen für den eigenen Betrieb erteilt werden, soweit nicht Betriebsinteressen der DBP entgegenstehen. Solche für den inneren Dienst eines EVU erforderlichen Fernsprechanlagen sind genehmigungspflichtige Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnl). Die Bedingungen der Genehmigung sind grundsätzlich in der »Verordnung über Privatfernmeldeanlagen« vom 1. 12. 1942 festgelegt. Die Einhaltung der Vorschriften dieser Verordnung sowie der Auflagen der Genehmigung werden von der DBP überwacht.

Die Fernsprech-Anlagen der EVU bestehen aus den zahlreichen, mittels trägerfrequenter oder niederfrequenter Einrichtungen betriebenen Betriebsleitungen

sowie den Vermittlungseinrichtungen, die im wesentlichen ebensolche technischen Schaltmittel benutzen wie NStAnl. Die Verwaltungs- und Betriebsstellen der EVU betreiben infolge ihrer Verflechtung mit der Öffentlichkeit jedoch auch zahlreiche Sprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes, die im allgemeinen in NStAnl zusammengefaßt sind. Eine scharfe Trennung der Sprechstellen der Betriebsfernsprech- und

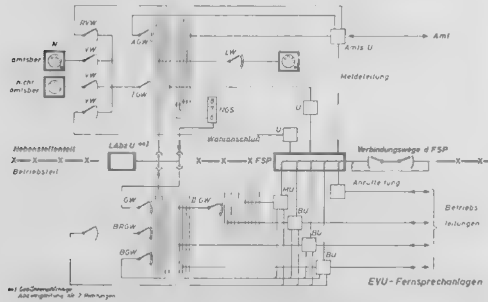


Bild 1. EVU-Fernsprechanlagen.

der NStAnl würde dazu führen, daß zahlreiche Arbeitsplätze mit 2 Fernsprechern bzw. Zweiwegefernsprechern ausgerüstet werden müßten (Zweischleifenanlagen). Um solche betrieblich und wirtschaftlich häufig unzweckmäßigen Regelungen zu vermeiden, wurden 1950 vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen »Richtlinien für die technische Gestaltung der Verbindung der Vermittlungseinrichtungen für die NStAnl und die Privatfernmeldeanlagen« erlassen. Hiernach ist es zulässig, daß sämtliche Sprechstellen ausschließlich auf der »NSt-Seite« angeschlossen werden. Eine PrivFmAnl der EVU besteht dann nur aus den Betriebsleitungen, der zugehörigen Vermittlungseinrichtung sowie dem Anteil der Fernmeldeschaltplatte, der mit Zugängen zum Betriebsnetz beschaltet ist. Der Verkehrsfluß von der jeweiligen NStAnl zu der PrivFmAnl und umgekehrt ist über Abzweigleitungen geführt (Bild 1). Eine Folge dieser Regelung ist, daß EVU-Anlagen von der Bestimmung der Fernsprechordnung, nach der Abzweigleitungen nicht miteinander verbunden werden dürfen, ausgenommen sind.

Ein Merkmal der EVU-Anlagen ist, daß zu zahlreichen abgesetzten Betriebsstellen für Störungsfälle oder zur gelegentlichen Befehlsübermittlung Betriebsleitungen vorgesehen sein müssen, deren Verkehrsaufkommen im allgemeinen jedoch sehr gering ist. Dies wirkt sich dahin aus, daß der Verkehr, der über die gebührenpflichtigen Abzweigleitungen (Abzw.) fließt, nur in sehr geringem Verhältnis zur Zahl der Betriebsleitungen steht. Durch besondere Schaltglieder darf daher bei EVU-Anlagen die Zahl der gebührenpflichtigen Abzw. auf das dem Verkehrsfluß entsprechende Mindestmaß herabgesetzt werden (reduzierte Abzw.). Es wird z. B. durch solche Schaltglieder (LAbzÜ) erreicht, daß die für den Verkehr von NStAnl zur Betriebsanl. geschaltete Abzweigleitung gesperrt wird, solange ein Gespräch von Betriebsanl. zur NStAnl besteht. Sind solche Schaltglieder vorhanden, gelten die 2 genannten Verkehrswege als 1 gebührenpflichtige Abzw. Dabei kann auch der von einem nachgeordneten Betriebsgruppenwähler (BGW) in mehrere Richtungen fließende Verkehr in eine Abzw. zusammengefaßt werden. Die Richtungsauswahl wird erreicht durch Netzgruppenschalter (NGS), die nach Auswerten der Belegung die nachfolgende GW-Stufe einstellen und mit weiteren zunächst eingespeicherten Ziffern den Verbindungsaufbau steuern.

NGS können sowohl auf der NSt-Seite wie auch auf der Betriebsseite der verbundenen Anlagen eingesetzt sein.

Das ist von besonderem Wert für die Leitweglenkung bei Weitverkehrsverbindungen.

Die EVU-Anlagen eines weiträumigen Versorgungsnetzes bilden eine zusammenhängende PrivFmAnl und sind durch ihre miteinander vermaschten Betriebsfernleitungen zugleich Fernvermittlungsstellen, die entweder als Endanlagen nur Endverkehr, z. T. an noch nachgeordnete Anlagen (NA), sowie den internen Verkehr zwischen den angeschlossenen Sprechstellen vermitteln oder als Knotenanlagen (KA) auch den meist 4drähtig betriebenen Durchwahlverkehr vermitteln. Mehrere KA bilden eine Netzgruppe, die wieder in einem übergeordneten Netz zusammengefaßt sein können (Bild 2). In den Netzgruppen der EVU bestehen zwischen den KA aus den obengenannten Gründen nur wenige Verbindungsleitungen. Ist z. B. der Verbindungsweg von KA 74 nach KA 72 in Bild 2 belegt, so können die NGS die Information

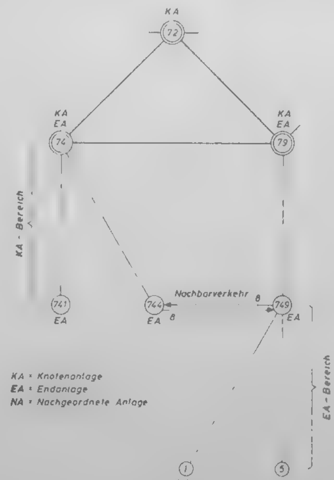


Bild 2. Teil einer Netzgruppe.

»72« so auswerten, daß der Verbindungsweg zum KA 79 belegt und von dort die Verbindung nach KA 72 hergestellt wird. Hierdurch wird die Sicherheit für das Erreichen eines Zieles erhöht und die Ausnutzung der Verbindungsleitungen gesteigert. Ferner sind, wo Sicherheitsgründe dafür sprechen, zwischen den EA direkte Verbindungen geschaltet.

Wenn in Gefahrenfällen wichtige Verbindungen dem automatischen Verkehr entzogen werden müssen, können sie ausschließlich von der Fernmeldeschaltplatte bedient werden. Bei der Fernmeldeschaltplatte werden sowohl die über Amtsleitungen und aus der NStAnl als auch die aus dem Betriebsnetz ankommenden Anrufe abgefragt. Der aus der NStAnl in das Betriebsnetz (ohne Amtsverkehr) und umgekehrt fließende Verkehr wird jedoch stets nur über die Abzw. vermittelt. Hinsichtlich des Aufbaues dieser sog. verbundenen Anlagen wird nichts dagegen eingewendet, wenn Batterie-, Ruf- und Signalmaschine, sowie andere Hilfsvorrichtungen gemeinsam sind. Auch können Wähler- und Übertragungen für beide Anlagen in gemeinsamen Gestellen untergebracht werden, wenn sie übersichtlich gegeneinander abgegrenzt sind. Die Abzweigleitungen müssen zur klaren Erfassung der Gebühren stets über Trennstreifen geführt werden. Werden neue Anlagen in Koppelfeldtechnik ausgeführt, so muß der NSt-Teil und der Betriebsteil eigene zentrale Einrichtungen (Markierer) haben, damit jeder Anlagenteil für sich betriebsfähig bleibt.

Literatur: Richtlinien für die technische Gestaltung der Verb. der Verm.-Einrichtungen für die NStAnl und die PrivFmAnl. Ausg. 1966 der VDEW — E. Halama, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1968 — E. Abt u. G. Finsterwalder, ESK-Fernsprechanlagen für private Betriebsnetze, Siemens-Zeitschrift 8, 1964.— A. Lindhorst u. H. Westphal, Fernsprechanlagen u. Fernwähleinrichtungen für EVU. Siemens-Zeitschrift 30, 1956. *H. Fischer*

Fernsprechansagedienst. A-Aufträge mit Auskünften gleichen Inhalts, wie dienstbereiten Apotheken und Ärzten, Zugverbindungen und Uhrzeitangaben, führten zu einer Überlastung der Fernsprechauftragsdienst- und Fernsprechauskunftsstellen.

Die häufige Inanspruchnahme führte zu einer einseitigen Teilnehmerschaltung und damit zu den organisierten Ansagediensten. Sie kommen einem öffentlichen Bedürfnis entgegen. Gleiche Anfragen nach ständig oder wenigstens in gewissen Zeitspannen gleichlautenden Antworten wurden in den verschiedenen Arten der Ansagen mit hierfür getrennten Rufnummern festgelegt. Ein Ansagedienst wird nur zugelassen, wenn sich neben dem Bedürfnis der Öffentlichkeit im Jahr mindestens 12000 Anrufe in dem Zulassungsbereich ergeben.

Die Ansagetextlänge darf 5 min einschließlich der An- und Absage nicht überschreiten.

Die zugelassenen Ansagedienste sind in dem Amtlichen Verzeichnis der Ortsnetzkennzahlen (AVON) für den zuständigen Knotenvermittlungsstellenbereich aufgeführt. Die für ein Ortsnetz (ON) zugelassenen Ansagedienste sind gegen Ortsgesprächsgebühr zu erreichen; die übrigen können gegen Ferngebühren über den Kennzahlenweg angewählt werden.

Ansagedienste der Rufnummerngruppe 116 und eine oder mehrere Folgenummern sind für alle Fernsprechteilnehmer erreichbar.

Ansagedienste der Rufnummerngruppe 115 und eine oder mehrere Folgenummern haben nur örtliche Bedeutung und werden nach strenger Prüfung des Bedürfnisses zugelassen.

Der Textinhalt der Ansagedienste wird von den zuständigen Stellen, bei einigen Diensten durch die → Deutsche Postreklame GmbH, geliefert.

Zwischen der DBP und den Textlieferanten sind Verträge über die Zeitpunkte des Textwechsels, Textlänge, Hinweise im Text auf Ursprung oder Gewährleistung, pünktliche Lieferung der Texte und die finanziellen Leistungen für die Textlieferungen sowie die Abrechnung geschlossen worden.

Der Ansagedienst »Zeitansage« wird von der DBP selbst durchgeführt. Die Zeitansagegeräte werden von zwei im Parallelkontaktverfahren arbeitenden Hauptuhren gesteuert, die von Hand nach dem täglichen Zeitvergleich mit dem 1000 Hz — Normalfrequenznetz — geregelt werden. Zeitweilige Abweichungen von $\pm$ 1 s/Tag können auftreten. *Lange*

Fernsprechansagegeräte. F. sind Schallspeichergeräte mit magnetischem Tonträger, die eine aufgenommene Ansage (Sprache oder Musik) pausenlos wiedergeben können. Bei der Deutschen Bundespost sind je nach Anwendung F. mit kurzer Ansagedauer (zwischen 2 und 4 Sekunden) und solche mit einer Ansagedauer bis 7,5 Minuten in Betrieb. Die ersteren, die als Kurzansagegeräte bezeichnet werden, sind für die Wiedergabe sehr kurzer Teilnehmerhinweise (→ Hinweisansagen) eingesetzt. Als Tonträger wird ein Magnetband verwendet, das ringförmig auf ein rotierendes Tonrad aufgespannt ist. Ein feststehender Tonkopf tastet die Magnetspur ab. Die entstehende Tonkopfspannung wird in einem Röhrenverstärker auf die erforderliche Ausgangsspannung verstärkt. Die F. mit einer Ansagedauer bis 7,5 Minuten sind im → Fernsprechansagedienst für die Wiedergabe der Fernsprechansagen eingesetzt. Als Tonträger wird eine beidseitig mit einer Magnetfolie überzogene, kreisförmige Platte verwendet, in die auf jeder Seite eine am Rand beginnende spiralförmige Rille geprägt ist. Ein an einem Tonarm befestigter, nur 0,3 mm breiter Tonkopf wird in die Rille geführt und tastet die am Rillengrund befindliche Magnetspur bei rotierender Platte ab. Die entstehende Tonkopfspannung von wenigen µV wird in einem eingebauten Röhrenverstärker auf die erforderliche Ausgangsspannung verstärkt. Die Kontrolle erfolgt durch einen eingebauten Aussteuerungsanzeiger. Der Tonarm hebt sich nach Beendigung einer Ansage von der Platte automatisch ab und setzt am Plattenrand wieder auf. Ausgelöst wird dieser Vorgang durch einen vom Tonarm betätigten Endkontakt. Dieser muß bei jedem Plattenwechsel von Hand auf die jeweilige Ansagelänge eingestellt werden.

Bei der DBP sind F. in Gestellbauweise (als FAG 54 bezeichnet) und in tragbarer Ausführung (als A I 17 und A I 22 bezeichnet) in Betrieb. Das tragbare Gerät besitzt zusätzlich einen eingebauten Aufnahmeverstärker mit Mikrofonanschluß und dient auch zum Aufnehmen der Ansagen auf die Magnettonplatten. Eine neuere Ausführung des F. (als FAG 68 bezeichnet) arbeitet mit einer rillenlosen Magnettonplatte, die bessere Wiedergabeeigenschaften besitzt. Der Tonarm wird durch ein spielfreies Getriebe geführt und setzt bei Betätigen eines Endkontaktes ebenfalls selbsttätig

an den Plattenanfang zurück. Die Magnettonplatte wird mittels eines eingebauten Aufnahmeverstärkers bespielt. Gleichzeitg wird eine auf der Platte befindliche alte Ansage gelöscht. Das Ende der Ansage wird durch den Endkontakt fixiert. Alle Funktionen, wie Start, Stopp, Wiedergabe und Aufnahme, sind fernsteuerbar.

F., an die unmittelbar → Ansageübertragungen angeschlossen werden sollen, müssen einen Quellwiderstand von < 3 Ohm haben. Dieser Wert ergibt sich aus der Forderung nach einer Nebensprechdämpfung von wenigstens 6 Np zwischen zwei beliebigen an das F. angeschlossenen Übertragungen. Die Verkopplung der Ansageübertragungen untereinander kommt durch Spannungsteilung zwischen dem Abschlußwiderstand der Übertragung (600 Ohm, annähernd reell) und dem Quellwiderstand des F. zustande. *Wilke*

Fernsprechanschlußkabel (Ask) dienen zum Anschließen der Teilnehmer-Sprechstellen an die Vermittlungsstelle (VSt); mit Hauptkabel (Hk) werden die Ask zwischen den Kabelverzweigern (KVz) oder deren zugehörigen Verzweigungspunkten und der Vermittlungsstelle bezeichnet; Verzweigungskabel (Vzk) sind die Ask zwischen Endeinrichtungen (Endverzweiger) und Kabelüberführungen einerseits und KVz bzw. Linienverzweigern (LVz) oder deren zugehörigen Verzweigungspunkten andererseits oder zwischen Endeinrichtungen und der VSt; durch Querkabel (Qk) werden gleichartige Verzweigungseinrichtungen unmittelbar unter Umgehung des Hauptverteilers (HVt) miteinander verbunden oder werden Verzweigungseinrichtungen an HVt anderer Anschlußbereiche angeschlossen. Als Anschlußkabel werden Kabel mit 0,4-mm-, 0,6-mm- und 0,8-mm-Cu-Leitern in Stern-(St-)III-Verseilung (→ Anschlußkabel mit Papierisolierung) oder Polyäthylen-Ortskabel (PE-Kabel) in Bündelverseilung (→ Anschlußkabel mit Polyäthylen-(PE-)Isolierung und Bündelverseilung) verwendet. Ursprünglich wurden paarverseilte Ortskabel (Ok) verwendet; dann auf Sternverseilung umgestellt, weil bei gleichen elektrischen Eigenschaften und gleicher Sprechkreiszahl die Kabel in Sternverseilung etwa 20% dünner und entsprechend billiger wurden als in Paarverseilung. Für Sprechstellen im Umkreis bis 3,5 km Baulänge von der VSt werden Ask mit 0,4-mm-Leitern benutzt; übriges Anschlußnetz mit Ask mit 0,6-mm-Leitern. Leiterdurchmesser der Querkabel richtet sich nach Leiterdurchmesser der Hk und Vzk. Anschlußleitungen werden nur dann in Luftkabeln geführt, wenn schwierige Geländeverhältnisse vorliegen, die hohe Mehrkosten für Erdverkabelung erfordern würden, wenn Gebiete auszubauen sind, deren Fernsprechentwicklung noch nicht abzusehen ist, und wenn Freileitungslinien mit mehr als 6 im Endausbau erforderlichen Doppeladern (DA) verkabelt werden sollen, die nicht Bedingungen für unterirdische Verlegung erfüllen. *Knebel*

Fernsprechapparate. F. sind die bei den Teilnehmern des öffentlichen Fernsprechnetzes aufgestellten Endgeräte. Apparate, die die Weitervermittlung von Gesprächen ermöglichen, fallen unter den Begriff der → Nebenstellenanlagen. Die F. haben zusätzlich die Aufgabe, den Verbindungsaufbau über die zugehörige Ortsvermittlungsstelle zu bewirken. Hierzu senden sie entweder Impulse durch Unterbrechen des Schleifenstromes der Anschlußleitung mittels des von dem Nummernschalter (NrS) gesteuerten nsi-Kontaktes (Impulswahlapparate) oder Codezeichen, die durch Drücken von Tasten der Zifferntastatur (Tastwahlapparate) ausgelöst werden.

Der F. muß ferner, während der Handapparat aufgelegt ist und kein Schleifenstrom fließt, von der OVSt gerufen werden können. Dies geschieht mittels 50 Hz-Wechselstroms über die vor den Gabelumschaltekontakten (GU) liegende, für Gleichstrom undurchlässige Verbindung über den Kondensator C 1 (Bild 1) und den Wechselstromwecker. Da die gesendeten und empfangenen elektrischen Sprechschwingungen über dieselbe Anschlußleitung (Asl) geführt werden, enthält der Fernsprechapparat eine Gabelschaltung (Brückenschaltung), die die beiden Sprechrichtungen trennt bzw. zusammenfaßt (Bild 1). Durch die Brückenschaltung wird im Fernsprechapparat auch eine hohe → Rückhördämpfung durch eine gute Anpassung des Sprechapparates an die Anschlußleitung erreicht.

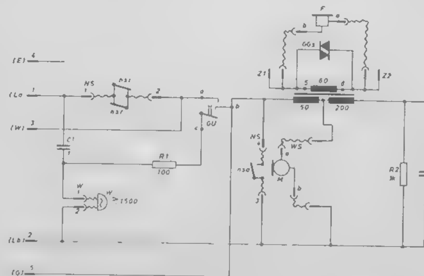


Bild 1. Schaltschema des Fernsprechapparates.

Das Mikrofon benötigt für die Umwandlung der Sprech- in elektrische Schwingungen eine Gleichstromspeisung. Diese kann entweder einer beim Fernsprechapparat aufgestellten ortsfesten Batterie entnommen werden oder über die Anschlußleitung aus der zentralen Batterie der Ortsvermittlungsstelle dem Mikrofon des FeAp zugeführt werden. Im ersten Fall handelt es sich um OB-Apparate und »OB-Betrieb«, im letzteren Fall um ZB-Apparate und → ZB-Betrieb. Die nachfolgende Beschreibung behandelt nur die neuen, ab etwa 1961 bei der DBP eingeführten Fernsprechapparate.

Zum Zwecke der Brückenbildung ist die Primärwicklung des Übertragers (Induktionsspule) in zwei Wicklungshälften zu 50 Ohm und 200 Ohm aufgeteilt. Der eine Zweig der Brücke wird dann durch die Wicklung 200 Ohm und den Widerstand R zu 1000 Ohm sowie den parallel geschalteten Kondensator C gebildet und hat die Aufgabe, den Scheinwiderstand der Asl (den anderen Brückenzweig) nachzubilden. Dieser wird durch den Abschluß der Asl durch den Orts-Leitungsübertrager (des I. GW) in der Orts-

vermittlungsstelle sowie die Speiserelais mit einem Mittelwert des Scheinwiderstandes von $Z = 600\,\Omega$ und dem von der Länge der Asl abhängigen ohmschen Widerstand der Asl, sowie deren Kapazität bestimmt. Das Mikrofon stellt eine Wechselstromquelle dar, die in den Diagonalzweig der Brückenschaltung eingefügt ist (s. Ersatzschaltbild der Apparateschaltung, Bild 2).

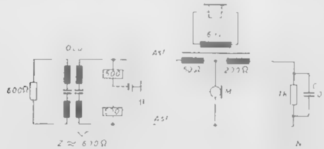


Bild 2. Ersatzschaltbild der Apparateschaltung.

Hierdurch wird erreicht, daß die Rückwirkung des Sprechwechselstromes auf den Fernhörer gering ist (hohe Rückhördämpfung), weil sich die Induktionswirkung der 2 Primärwicklungen bei gleicher Amperewindungszahl auf die sekundäre Seite des Übertragers aufhebt. Voraussetzung hierzu ist, daß der Gleichstromwiderstand der Asl zwischen etwa 300 bis $1000\,\Omega$ liegt. Eine vollständige Unterdrückung der Rückwirkung des Mikrofons auf den Fernhörer ist jedoch auch nicht erwünscht, weil sonst der Eindruck entstünde, daß die Asl stromlos ist. Bei sehr kurzen und bei längeren Asl muß die Fehlanpassung der Gabelschaltung jedoch berichtigt werden. Im ersten Fall wird daher in die Verbinderdose eine Verlängerungsleitung mit einem Widerstand von 260 Ohm eingefügt. Bei der Asl $\geqq$ 1000 Ohm wird ein FeAp mit einer zusätzlichen steckbaren Nachbildung (Nz) eingesetzt, die das Gabelgleichgewicht für den veränderten Scheinwiderstand der längeren Anschlußleitung wieder verbessert (Bild 3).

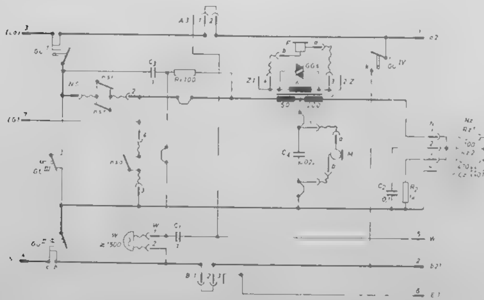


Bild 3. Schaltschema der Fehlanpassungs-Berichtigung der Gabelschaltung (FeAp 613).

Die ab 1963 bei der DBP eingeführten Standardapparate der Serie FeAp 61 für Hauptanschlüsse bis $1000\,\Omega$ Widerstand der Asl haben die Bezeichnung FeAp 611, die FeAp mit veränderbarer Nachbildung die Bezeichnung FeAp 613 bis 616. Bei letzteren werden die Sprechadern so über den Gabelumschalte-(GU-)Kontakt geführt, daß ein zweiter Sprechapparat (A2) betrieben werden kann. Bei Aufheben des Handapparates des ersten Apparates (A1), wird die Asl auf den ersten FeAp geschaltet und dabei gleichzeitig die zum A2 weiterführende Leitung durch GU IV kurzgeschlossen, um unberechtigtes Mithören auszuschließen (Bild 3).

Stehen A1 und A2 in getrennten Räumen, so muß die Benutzung der Asl durch den A2 bei A1 durch ein Schauzeichen gekennzeichnet sein. Die FeAp 615 und 616 haben zusätzlich dieses Sz. Es wird zwischen die Steckerstifte B 1, 2 eingefügt. Die FeAp-Typen 611, 613 und 615 sind für Hauptstellen ohne Nebenstellen zu verwenden. Für Nebenstellenanlagen müssen sie je mit einem zusätzlichen Erdungskontakt ausgerüstet werden. Hierdurch ergeben sich die Typen 612, 614 und 616. Die genannten Typen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Übersicht über die Typen der FeAp 61

Type	Ausstattung				hauptsächl. Verwendung
	Erdtaste	ver-änderb. Nach-bildung	Schau-zeichen	GU-Kontakt für Um-schal-tung A2 auf A1	
611	—	—	—	—	H bei Asl ≦ 1000, N ohne Erdtaste, A2
613	—	+	—	+	H bei Asl ≧ 1000 als A1,
615	—	+	+	+	als A1, bei Hauptstellen kl, WNSt Anl zu Besetztanzeige des H.
612	+	—	—	—	wie oben, in
614	+	+	—	+	NStAnl mit
616	+	+	+	+	Erdtaste

Um im Leitungsnetz infolge von Gewittern oder bei Umschaltungen auftretende Knackgeräusche vom Ohr fernzuhalten, werden bei sämtlichen FeAp parallel zur Sekundärwicklung des Übertragers bzw. zur Hörkapsel Gehörschutzgleichrichter (GGs) eingebaut, die Spannungsspitzen über etwa 1 V unwirksam machen.

Die Sprechschaltung ist in den FeAp auf einer Leiterplatte montiert, die bei den FeAp 611/612 an vier Steckzungen bzw. bei den FeAp 613 bis 616 an sieben Steckzungen für den Steckerkörper der Apparatschnur endet. Die sieben Steckzungen der FeAp 613 bis 616 sind im gegebenen Anwendungsfall auch für die Aufnahme der 4-adrigen Steckerkörper geeignet. Die Leiterplatte selbst ermöglicht zahlreiche weitere Steckverbindungen, um sie für Sonderfälle, wie z. B. den Einsatz in starkstromgefährdeten Gebieten, in Nebenstellanlagen mit Direktruf usw., nach einfachem Umstecken der Steckerkörper einsetzen zu können.

Der FeAp 616 wird für die Steuerung von Modems in einer Sonderausführung mit Datentaste statt des Schauzeichens geliefert.

Hinsichtlich des Aufbaues von Verbindungen über die Vermittlungseinrichtungen hat die DBP drei verschie-

dene Verfahren und hierzu drei verschiedene Ausführungsformen von FeAp:

1. Impulsgabe durch Schleifenunterbrechung. Sie wird durch den Nummernschalterimpulskontakt (nsi) des NrS gesteuert, der den Schleifenstrom bei Ablauf des NrS im Verhältnis von 1,6 : 1 (62 ms Unterbrechung, 38 ms Schleifenschluß [Sollwerte]) unterbricht. Um ein sicheres Einstellen der Wähler in der OVSt zu erzwingen, muß vor dem Beginn einer neuen Impulsreihe mindestens während 200 ms (Spatium) der Zustand »Schleifenschluß« eingestellt werden. Dies wird erreicht durch den Abstand der Ziffer »1« vom Fingeranschlag des NrS. Bei den meisten NrS beginnt bei deren Rücklauf die Schleifenunterbrechung durch nsi sofort. Bis zu »1« erfolgen dabei 3 Unterbrechungen, von denen stets die letzten 2 durch den nsr-Kontakt (s. Bild 1 und 3) überbrückt werden. Vor der beginnenden neuen Impulsreihe wird hierdurch das Spatium erreicht.

2. Tastenwahl nach dem Dioden-Erdverfahren. Sie ist z. Z. nur für Nebenstellenanlagen zugelassen. Im Zusammenspiel mit der Empfangseinrichtung der NStAnl ermöglicht sie eine einfache und billige Steuermöglichkeit mittels der Tastatur des FeAp.

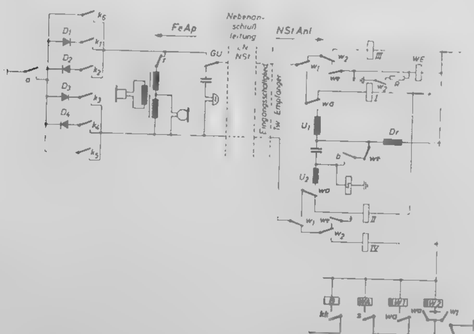


Bild 4. Tastenwahl nach dem Dioden-Erdverfahren.

Durch das Anlegen von Plusspannung und, nach etwa 6 msec, von Minusspannung an die a- und b-Ader, die je nach der getasteten Ziffer über bestimmte Dioden (Bild 4) geerdet wurden, können 16 verschiedene Zustände durch die Coderelais I bis IV gebildet werden. Hieraus entnimmt die Empfangseinrichtung der NStAnl die eingetastete Ziffer.

Der Vorgang spielt sich folgendermaßen ab: Nach Abheben des Handapparates wird der Gabelumschalte-(GU-)Kontakt betätigt. Durch das Eingangsschaltglied der NStAnl werden die a- und b-Ader der Nebenanschlußleitung zur Empfangsschaltung durchgeschaltet, wobei Kontakt kk schließt. Hierdurch zieht das Beginnrelais B an. B bringt durch b das Schleifenrelais S. Dadurch werden durch s nacheinander die Rel. WA, W1 und W2 gebracht. Der Tln. erhält über $\ddot{U}_1$ und $\ddot{U}_2$ den Wählton, S hält sich nun über die Tln-Schleife. Dann werden je nach der Ziffer, die zu einer Taste gehört, mittels der Kontakte k1 bis k6 entweder die direkte Erdung oder die Erdung über die Dioden D1, D2 bzw. D3, D4 für die a- und b-Ader vorbereitet. Sodann wird r geöffnet und anschließend der Kontakt a geschlossen. Die Zeit zwischen Öffnen von r und Schließen von a (Tastenumschlagzeit (t_{Um})) darf höchstens 5 ms betragen. Der Umschlag erfolgt daher unabhängig von der Bewegung der Taste durch konstruktive Mittel. Die Unterbrechung der Schleife durch r und das anschließende Erden der a- und b-Ader durch Kontakt a haben zur Folge, daß in der Empfangsschaltung S abfällt und hierdurch Wa (wa). Verzögert fallen dann auch W1 und danach W2 ab. Die Abfallzeiten dieser Relais bestimmen dabei die Prüfzeit, die erforderlich ist, um die getastete Ziffer zu ermitteln.

Durch Abfall von wa wird + Potential über die Code-Relais I und II an die a- und b-Ader gelegt.

Beispielsweise würde bei der Kombination k_1, k_4 die Diode D_1 sperren, die Diode D_4 jedoch über Kontakt a, Erde, Verbindung herstellen, so daß nur das Rel. II anziehen kann. Nach Ablauf der Verzögerungszeit von W1 (etwa 6 msec) wird über die Code-Relais III und IV — Potential an die a- und b-Ader gelegt. Hierdurch kann bei der angenommenen Kombination k_1, k_4 nur das Rel. III anziehen. Nach Ablauf der Verzögerungszeit von W2 gehen die Kontakte w 2 in die Ruhelage zurück. Hierdurch werden die Relais III (bzw. IV) wieder stromlos. Andererseits wird das Ende der Tastenbetätigung im FeAp noch durch das Wahlenderelais (WE) überprüft. Erst wenn durch die in die Ruhelage zurückkehrende Taste die Kontakte a und somit auch r wieder in die Ausgangslage zurückgekehrt sind, fällt WE ab und das Startrelais S kann erneut anziehen (Bild 5).

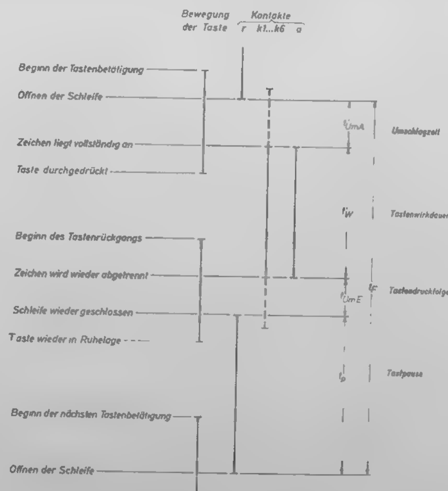
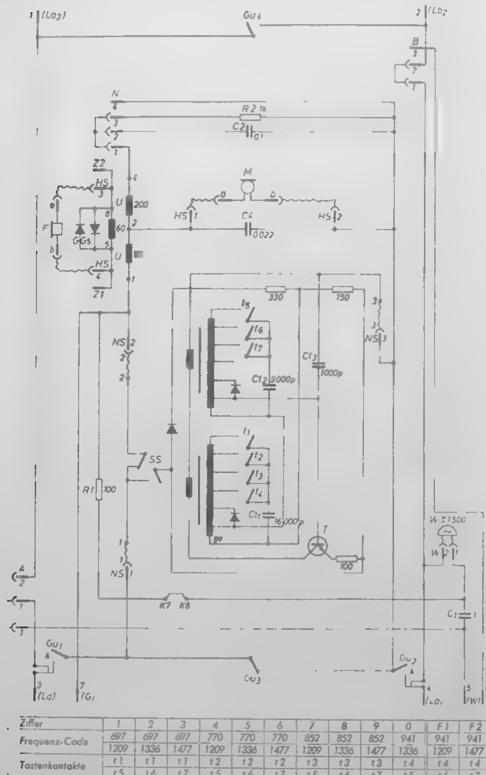


Bild 5. Ablauf einer Tastenbetätigung.

3. Tastenwahl nach dem Mehrfrequenzcodeverfahren (MFC). Nach diesem Verfahren werden die neuen OVSt der DBP nach dem System EWS gesteuert. Es gibt mehrere Verfahren, durch Zu-

ordnung von Frequenzen zu Ziffern im Sprechbereich Wähl-Informationen abzusetzen. International durchgesetzt hat sich im wesentlichen das auch von der DBP angewendete MFC-Verfahren, Es werden hierbei zwei Frequenzgruppen mit je 4 verschiedenen Frequenzen verwendet (697 Hz, 770 Hz. 852 Hz, 941 Hz und 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, 1633 Hz). Hiervon werden zur möglichst fehlerfreien Identifizierung im Empfänger der OVSt je Ziffer stets gleichzeitig zwei verwendet, die verschiedenen Gruppen entstammen (2 × 1 aus 4). Da hierbei jedoch 16 Kombinationsmöglichkeiten entstehen, für 10 Ziffern sowie 2 Funktionstasten jedoch 12 Komb. genügen, wird die achte Frequenz (1633 Hz) nicht verwendet.

Das Prinzip der Apparatschaltung für die Tastenwahl nach dem Mehrfrequenzverfahren ist in Bild 6 dargestellt.



Ziffer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	F 1	F 2
Frequenz-Code	697	697	697	770	770	770	852	852	852	941	941	941
	1209	1336	1477	1209	1336	1477	1209	1336	1477	1336	1209	1477
Tastenkontakte	t1	t1	t1	t2	t2	t2	t3	t3	t3	t4	t4	t4
	t5	t6	t7	t5	t6	t7	t5	t6	t7	t5	t6	t7

Bild 6. Prinzipielles Schaltschema für Tastenwahl.

Durch Abheben des Handapparates werden die Gabelumschaltekontakte GU betätigt. Beim Drücken einer Taste werden durch die Kontakte SS die Sprechschaltung abgeschaltet und unmittelbar danach die Schwingkreise, die durch die Übertragerwicklungen Üt^1 und den Kondensator Ct^1 sowie Üt^2 und Ct^2 gebildet werden, an die Asl geschaltet. Durch konstruktive Mittel wird beim Umschalten von SS erzwungen, daß unabhängig von der Geschwindigkeit der Tastenbetätigung zwischen Öffnen der Schleife und Anschaltung der Schwingkreise an die a- und b-Ader eine Unterbrechung von etwa 10 msec entsteht (Schlüsselzeichen). Die verschiedenen Tastenkontakte t^1 bis t^7 geben dabei die in der Tabelle zu Bild 6 angegebenen Frequenzen frei, die über den Transistor T und den Stabilisierungswiderstand R 120 auf die a/b-Adern gelangen.

Hinsichtlich des Verwendungszweckes werden die FeAp 61 als Tischapparate (FeTAp) und als Wandapparate (FeWAp) geliefert, der Tischapparat 611 auch mit eingebautem → Gebührenanzeiger (FeTAp, GbAnz). In diesem Fall hat er eine veränderbare Nachbildung für Asl bis 1200 Ω Schleifenwiderstand. Sie unterscheiden sich von den älteren Fernsprechapparatetypen (W 48, 49 a) neben den äußeren Merkmalen der Form, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit durch den verkürzten und leichteren Handapparat mit erheblichem Lautstärkengewinn, die universale Verwendung der einzelnen Typen durch einfaches Umstecken von Steckverbindern auf der Leiterplatte, gewendelte Schnur, Verwendung von Paladium-Silberkontakten und Ersatz der Kontaktleiste für das Schalten von Zusatzeinrichtungen (außer dem Anschluß für 2te Hörer) durch das Herausführen der Anschaltklemmen über → Verbinderdosen an → Anschaltdosen. Ferner kann die Lautstärke des Weckers vom Tln selbst geregelt werden. Durch die Klarsichtwählscheibe bleiben die Ziffern auch während der Wahl sichtbar. *H. Fischer*

Fernsprechapparate (Dosen). Unter D. werden im Fernsprechnetz die Verbindungsgeräte verstanden, mit denen die verschiedenen Typen der Fernsprechapparate im allgemeinen an das Innenleitungsnetz der Hausinstallation angeschlossen werden. Die einfachste Form der Verbindung erfolgt in der Verbinderdose (VDo). Die Apparateschnur endet bei modernen → FeAp der Typen 611/612 in einem 4-poligen Steckverbinderkörper. Dieser wird in der Dose auf 4 Steckzungen aufgeschoben, frühere Bezeichnung »Steckverbinderdose« (SvDo), an denen die a/b-Ader der Anschlußleitung, die W-Ader für den zweiten Wecker und der Erdungsleiter enden. Für die FeAp 613 bis 616 wird die Verbinderdose in 7-poliger Ausführung geliefert, weil bei diesen FeAp für den Anschluß eines nachgeschalteten zweiten FeAp (A 2) die von der OVSt kommenden Sprechadern (1a/1b) über die Gabelumschaltekontakte (GU) wieder aus dem Apparat (A 1) heraus (Adern a_2/b_2) zu dem A 2 geführt werden. Ferner wird neben der W- und E-Ader eine Ader zum Steuern eines Vorsatz-Gebührenanzeigers herausgeführt (G). Die Verbinderdose wird in Aufputz- und Unterputzausführung (Ap, Up) geliefert. Die Klemmendose ist ein Vorläufer der VDo. Vor der Entwicklung der Steckverbinder endete die Apparateschnur in Kabelschuhen, die in der Klemmendose mit den Adern des Kabelnetzes verbunden wurden. Sie hat im übrigen gleiche Funktion wie die VDo. Es gibt 4- und 8 polige Klemmendosen für FeAp. Sie hat zusätzlich eine Auf-

trennmöglichkeit für die 1a/1b bzw. a_2/b_2-Adern. Anschlußdosen sind die Steckdosen des Fernmeldenetzes für tragbare FeAp. Sie sind nach der Fernsprechordnung → Zusatzeinrichtungen. Die ADo werden 4-polig und 7- (8-)polig geliefert. Eine achte hinzugefügte Steckverbinderzunge dient als Reserve und wird im allgemeinen nicht beschaltet. Die Apparateschnur der FeAp 611/612 bzw. 613 bis 616 ist netzseitig für tragbare FeAp entsprechend mit einem 4- bzw. 7-poligen Stecker ausgerüstet. ADo sind zugelassen für Hauptstellen ohne Nebenstellen (N), für N, die mit einfachen Sprechapparaten mit oder ohne Erd-Tasten ausgerüstet sind und in Nebenstellenanlagen für die Abfragestelle, soweit sie aus einfachen Sprechapparaten besteht.

ADo können auch wie zweite Sprechapparate (A 2) geschaltet werden. Für den Fall, daß der FeAp nicht mit der ADo verbunden ist, muß stets ein gebührenpflichtiger Wecker mit der ADo verbunden sein, um den ankommenden Ruf sicherzustellen. Die Gesamtheit der parallel geschalteten ADo wird als Dosenanlage bezeichnet. Die Zahl der ADo ist dabei nicht beschränkt, Die Dosenanlage soll sich jedoch nur auf ein Gebäude erstrecken.

Anschaltdosen: Unter diesen Begriff fallen ADo, wenn sie für den Anschluß von Zusatzeinrichtungen (Z) an das Fernmeldenetz verwendet werden. Nach neueren Gesichtspunkten sollen Zusatzeinrichtungen zur Erleichterung der Fehlereingrenzung und Entstörung nicht mehr fest mit dem zugehörigen Fernsprechapparat verbunden werden. Solche Z werden daher nur noch über Anschaltdosen, die neben die VDo des zugehörigen FeAp oder dessen ADo gesetzt werden, mit dem FeAp verbunden. Da es Zusatzeinrichtungen gibt, die unverwechselbar dem FeAp vor- oder nachgeschaltet werden müssen, haben die Steckerkörper der Zuleitungen von Z Profilstecker und ADo sowie Anschalt-Do eine Schlüsselführung, die das Einführen nicht passender Steckerkörper verhindert. Die ADo werden in Auf- und Unterputzausführung geliefert. Sämtliche Einsatzteile der Unterputzausführung VDo und ADo passen in Leerdosen nach DIN 49073.

Die von der DBP geführten Dosen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Verbinderdosen		Anschluß-/Anschalt- dosen
4-polig	VDo 4ap up	ADo 4ap up
7-polig	VDo 7ap up	ADo 8ap up

Bei jeder Dose besteht die Möglichkeit, bei Bedarf eine Verlängerungsleitung (Vl) einzusetzen.

Literatur: ADA VI 3 A, § 8; FeGV IV. TechnVerwAnw § 14.

H. Fischer

Fernsprechapparate (Hilfsvorrichtungen). H. sollen die Benutzung der Fernsprechapparate erleichtern. Sie werden nur mechanisch (nicht elektrisch) mit dem FeAp verbunden und dürfen nur angebracht werden, wenn sie von der DBP zugelassen sind. Solche Hilfsvorrichtungen sind z. B. das Telefon-Sperrschloß, das in die Fingerlochscheibe eingesetzt wird und die unbefugte abgehende Benutzung verhindert, oder ein Stativ, das den Handapparat des FeAp während eines Gespräches hält, damit der Benutzer beide Hände frei bekommt usw. Andere, nicht zugelassene Hilfsvorrichtungen dürfen auch bei privaten Sprechstellen nicht angebracht werden. Die Verwendung zugelassener Hilfsvorrichtungen ist weder gebührennoch anzeigepflichtig. Werden nichtzugelassene H. benutzt, so kann die DBP, wenn solche H. nicht fristgerecht beseitigt werden, die Anschlüsse sperren oder aufheben. Die H. werden vom FTZ zugelassen und im Verzeichnis der Hilfsvorrichtungen jährlich im Amtsblatt des BPM veröffentlicht.

Fernsprechapparate, tragbare. Tragbare FeAp werden in Dosenanlagen (→ Fernsprechapparate, Dosen für) verwendet. Hierzu wird die Apparateschnur eines normalen FeTAp 611 mit einem 4-poligen Stecker für ADo 4 ausgerüstet. Bei Anschlußleitungen über 1000 Ω, ferner wenn bei der Dosenanlage private Zusatzeinrichtungen verwendet werden, werden FeTAp 613 mit 7-poligen Steckern für ADo 7 eingesetzt. Für Entstörungs- und Prüfzwecke werden als tragbare FeAp der Prüfhandapparat (Handapparat) sowie der Streckenfernsprecher verwendet.

Fernsprechapparate (zweite Hörer) [z. H.]. Diese sind Zusatzeinrichtungen für Fernsprechapparate, die einer zweiten Person die Möglichkeit bieten, ein Gespräch mitzuhören. Sie können insbesondere aber auch dazu verwendet werden, ein Gespräch mit beiden Ohren zu hören, da hierdurch eine erhebliche Verbesserung der Lautstärke und der Verständlichkeit erzielt werden kann, indem die Hörmuschel des Handapparates des FeAp und der z. H. an je ein Ohr gehalten werden. Z. H. enthalten in einem 2teiligen Gehäuse einen elektrodynamischen Wandler. Das elektrodynamische System des z. H. ist jedoch im Vergleich zu der des Handapparates des FeAp hochohmig ausgeführt, um die dem letzteren zufließende Energie möglichst wenig zu schwächen. Die Einfügungsdämpfung des z. H. darf 0,05 N nicht überschreiten. Der kopfseitige Teil des Gehäuses der z. H. ist im allgemeinen durch einen gewölbten Rand der Ohrform so angepaßt, daß der z. H. auf das Ohr aufgesetzt werden kann. Z. H. werden bei den FeAp 61 mittels einer Verbindungsschnur mit verriegelbarem Stecker unmittelbar an hierfür neben der Einführung der Apparateschnur vorgesehene Steckzungen aufgesteckt. Diese Steckzungen (Z 1, Z 2) sind der Hörkapsel des FeAp (s. d.) parallel geschaltet.

Fernsprechauftragsdienst (FeAD). Die DBP unterhält in Ortsnetzen (ON), in denen das Bedürfnis besteht, einen FeAD. Er beantwortet Anrufe für abwesende oder verhinderte Teilnehmer, gibt den Anrufern kurze Mitteilungen bekannt und nimmt kurze Nachrichten für den abwesenden Teilnehmer entgegen.

Fernsprechteilnehmer können durch den FeAD geweckt werden.

Die für ein ON zuständige FeAD-Stelle wird von der OPD festgelegt.

Der Teilnehmer erreicht sie über die Rufnummer 0114, Teilnehmer des ON am Sitze der FeAD-Stelle über die Rufnummer 114. Die Anwahl ist gebührenpflichtig nach Fernsprechgebührenvorschrift IX.

Alle FeAD-Stellen müssen über den Kennzahlenweg und 114 gegen Ferngebühren nach der Fernsprechgebührenvorschrift X B anwählbar sein und sind ununterbrochen dienstbereit.

Die Auftragserteilungen müssen durch Rückruf bestätigt werden. Auftraggeber, die mit der FeAD-Stelle ein Dauerkennwort vereinbart haben, können Auftragserteilungen von jedem beliebigen Anschluß aus ohne Rückrufbestätigung durchführen.

Dauerkennwort. Wünscht ein Auftraggeber von einem beliebigen Anschluß aus Aufträge für seinen eigenen Anschluß zu erteilen, so muß mit der für den eigenen Anschluß zuständigen Fernsprechauftragsdienststelle (FeAD-Stelle) ein Dauerkennwort vereinbart werden. Im Falle der fernmündlichen Vereinbarung muß der Antrag beim Anruf des betr. Anschlusses bestätigt werden.

Das Dauerkennwort gilt zunächst für ein Jahr, seine Gültigkeitsdauer kann von Jahr zu Jahr verlängert werden.

Es darf innerhalb einer FeAD-Stelle nur einmal vorhanden sein und ist gebührenpflichtig nach Fernsprechgebührenvorschrift XII, 7.

Bei der Nachfrage über eingegangene Anrufe und Nachrichten hat es zusätzlich die Wertigkeit eines von Fall zu Fall vereinbarten Kennwortes.

Kennwort. Um zu verhüten, daß Unberechtigte die Nachrichten usw. entgegennehmen, kann bei der Erteilung eines Auftrages von Fall zu Fall ein Kennwort vereinbart werden. Die Nachrichten und Aufzeichnungen werden bei der Nachfrage nur demjenigen übermittelt, der das Kennwort nennt. Für einen von einem Teilnehmeranschluß ausgehenden Auftrag können nicht gleichzeitig mehrere Kennwörter vereinbart werden. Wünscht ein Teilnehmer von einem beliebigen Anschluß aus Aufträge für seinen eigenen Anschluß zu erteilen, so muß ein Dauerkennwort vereinbart werden.

A-Auftrag. Hierbei nimmt der Fernsprechauftragsdienst (FeAD) für den Auftraggeber die Anrufe entgegen, vermerkt auf Antrag Namen und Rufnummern der Anrufer, übermittelt ggf. eine kurze Mitteilung an die Anrufer und nimmt kurze Nachrichten für den Auftraggeber entgegen.

Der Teilnehmeranschluß wird über eine Fernsprechauftragsdienst-(FeAD-)Bescheidleitung zur FeAD-Stelle parallel geschaltet. Diese Schaltung wird als Parallelrufschaltung ausgeführt, d.h. der Ruf kommt bei der Teilnehmersprechstelle und dem FeAD-Platz an. Der in die Verbindung zuerst eintretende Teil — Teilnehmer oder FeAD-Kraft — schaltet den anderen Teil für die Gesprächsverbindung ab.

Für die Nachfrage über eingegangene Anrufe und Nachrichten wird dem A-Teilnehmer eine Rufnummer bei der Auftragserteilung bekanntgegeben. Die Rufnummer ist über eine FeAD-Bescheidleitung geschaltet, so daß der Anruf in der Platzgruppe mit der zugehörigen FeAD-Platzunterlage eingeht.

Bei der Nachfrage werden dem Auftraggeber nur einmal die gesammelten Anrufe und Nachrichten bekanntgegeben.

B-Auftrag. Der Fernsprechauftragsdienst (FeAD) ruft bestimmte Teilnehmer an und übermittelt ihnen auftragsgemäß eine kurze Nachricht.

Die Ausführung kann sich der B-Auftraggeber fernmündlich melden lassen.

Für den B-Auftrag werden die Gesprächsgebühren nach Fernsprechgebührenvorschrift berechnet, wie wenn der Auftraggeber das Gespräch nach Zeit und Zone des Ursprungsortsnetzes zum Bestimmungsortsnetz selbst geführt hätte.

C-Auftrag. Der Auftraggeber wird fernmündlich zu einer von ihm bestimmten Zeit geweckt. In der Zeit von 23.00 bis 05.40 Uhr werden Weckaufträge mit Ausführungszeiten nur für alle 20 min (00′, 20′, 40′) und für die Zeit von 05.50 bis 22.50 Uhr nur für alle 10 min (00′, 10′, 20′, 30′, 40′, 50′) entgegengenommen. Mit Abweichungen in der Weckausführung von $\pm$ 10 min muß in der Zeit von 23.00 bis 05.40 Uhr und zwischen 05.50 und 22.50 Uhr von $\pm$ 5 min zu der angegebenen Weckzeit gerechnet werden.

Der Weckauftrag wird ausgeführt, indem nach Anwahl und Meldung des Teilnehmers die Zeitansage zugeschaltet wird.

Daueraufträge. Es sind Aufträge, die fortlaufend länger als 24 Stunden ausgeführt oder durch die täglich zu wiederholende Leistungen verlangt werden oder bei denen dieselbe Leistung mehrmals zu bestimmten oder auch unregelmäßigen Zeiten auszuführen ist. Dabei sind Unterbrechungen bis zu 48 Stunden zulässig — zu den gesetzlichen Feiertagen ausnahmsweise auch länger: Ostern ab Gründonnerstag, Pfingsten ab Pfingstsamstag und Weihnachten ab Heiligabend bis zum Ende des Tages nach dem zweiten Feiertag.

FeAD-Meldeleitung. Die Meldeleitungen mit den Rufnummern 0114 bzw. 114 werden innerhalb einer FeAD-Stelle über alle Plätze durch den Anlaßverteilwähler in zyklischer Reihenfolge aufgeteilt. Die Meldeleitungsbündel sind keiner bestimmten Platzgruppe zugeordnet.

FeAD-Bescheidleitung. Die FeAD-Bescheidleitungen sind besondere Leitungen, die die Anrufe der für einen A-Auftrag umgeschalteten Anschlüsse zur FeAD-Stelle umleiten. Sie werden gebündelt an die FeAD-Stelle herangeführt, damit die Anrufe bei den Platzgruppen eintreffen, an welchen sich die für die A-Aufträge erforderlichen Unterlagen und Karteien befinden.

FeAD-Fernschaltung. Nach einer vorbereiteten Einschleifung der für einen A-Auftrag erforderlichen FeAD-Teilnehmerschaltung in die Teilnehmerleitung des A-Auftraggebers kann die FeAD-Platzkraft über das Prüfnetz die An- und Abschaltung des Teilnehmeranschlusses des A-Auftraggebers durchführen. Die

vorbereitende Einschleifung der FeAD-Teilnehmerschaltung muß innerhalb der Ortsvermittlungsstelle durchgeführt werden. Die An- und Abschaltung für einen A-Auftrag kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt von der FeAD-Stelle aus durchgeführt werden. Für die An- und Abschaltung wird zusammengefaßt eine Schaltgebühr erhoben. (Es ist beabsichtigt, die Schaltgebühren für die Dauer einer Auftragserteilung zu pauschalieren.)

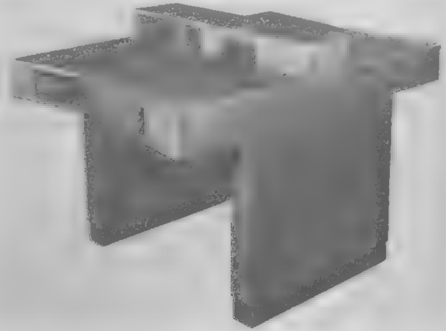
FeAD-Nachfrage. Der A-Auftraggeber fragt über eingegangene Anrufe und über von den Anrufern hinterlassene Nachrichten in der FeAD-Stelle nach. Bei der Auftragserteilung wird ihm eine Rufnummer bekanntgegeben, die über eine FeAD-Bescheidleitung in die Platzgruppe seiner Auftragsunterlage geschaltet ist. Anrufe und Nachrichten werden nur auf ein vereinbartes Kennwort oder Dauerkennwort hin sofort bekanntgegeben. Liegt kein solches Wort vor, dann erfolgt die Bekanntgabe nur im Rückruf für den Anschluß des A-Auftraggebers. Bei einem vereinbarten Dauer- oder Kennwort kann die Nachfrage von jedem Fernsprechanschluß ausgeführt werden. Die Anwahl der FeAD-Stelle für eine Nachfrage ist gebührenpflichtig (→ verlangter Teilnehmeranschluß auf Fernsprechauftragsdienst). *Lange*

Fernsprechauftragsdienst (FeAD) - Schaltübertragung. Die F. stellt das Bindeglied zwischen dem FeAD-Platz und dem Gleichstromwählprüfnetz dar, über das die FeAD-Fernschaltungen durchgeführt werden. Für die An- bzw. Abschaltung der vorbereitend geschalteten → FeAD-Teilnehmerschaltung werden aus der F. die erforderlichen Zeichen auf den FeAD-Schaltwähler in der Ortsvermittlungsstelle gegeben.

Fernsprechauftragsdienst (FeAD) - Schaltwähler. Der F. ist in jedem kombinierten FeAD-Gestellrahmen in der OVSt einmal vorhanden. Er wird über einen Prüfwähler des Gleichstromwählprüfnetzes erreicht und durch zwei Impulsserien auf die vorbereitete FeAD-Teilnehmerschaltung (FeAD-TS) eingestellt. Durch Gleichstromzeichen aus der FeAD-Schaltübertragung erfolgt die An- bzw. Abschaltung der angesteuerten FeAD-TS. Während des Fernschaltevorganges erhält die Bedienungsperson am FeAD-Platz verschiedene Hörtöne, die anzeigen, ob die Fernschaltung beim richtigen Teilnehmer durchgeführt wurde und ob die Schaltung erfolgreich war.

Fernsprechauftragsdienst-Teilnehmerschaltung (FeAD-TS). Der FeAD wird bei der DBP mit Parallelruf durchgeführt, d. h. jeder Anruf für den auf FeAD geschalteten Teilnehmer wird sowohl zum Teilnehmer als auch zum FeAD-Platz weitergeleitet und an beiden Seiten entsprechend signalisiert. Die Aufgabe, den Anruf zur FeAD-Stelle zu melden und gleichzeitig den Teilnehmer zu rufen, wird in der F. wahrgenommen. Durch eine Schaltungsanordnung in der F. wird sichergestellt, daß der zuerst das Gespräch übernehmende Teil die Leitung zum anderen Teil abtrennt. Zusätzlich wird in der F. die vom FeAD-Platz ferngesteuerte An- bzw. Abschaltung des Teilnehmers ermöglicht.

Fernsprechauftragsdienst-Tisch (FeAD-Tisch). Ein FeAD-Tisch besteht aus 2 FeAD-Plätzen. In einer Bedienungsplatte sind alle für die Betriebsweise des FeAD-Platzes erforderlichen Bedienungselemente eingebaut. Anruflampen zeigen die Art des Anrufes an, während an dem Warteschauzeichen die



FeAD-Tisch.

Auslastung der Stelle zu erkennen ist. Über Umlege-Magnettasten und den → Platzanrufsucher können ankommende Gespräche zu anderen Platzgruppen weitergeleitet werden.

Fernsprechauskunftsdienst. Die DBP gibt auf Anfrage Rufnummern von Fernsprechteilnehmern und Ortsnetzkennzahlen (ONKz) des Selbstwählferndienstes bekannt; darüber hinaus erteilt sie einfache Auskünfte über allgemeine Fragen des Fernmeldedienstes. Die Anfragen werden in den Fernsprechauskunftsstellen bearbeitet.

Die Fernsprechteilnehmer des Ortsnetzes (ON) am Sitz der Fernsprechauskunftsstelle erreichen die Fernsprechauskunftsstelle — Inland — über 118, die übrigen Teilnehmer über 0118. Die Fernsprechauskunftsstelle — Ausland — ist über 00118 anzuwählen. Diese Anrufe des Auskunftsdienstes sind gebührenfrei. Für den innerdienstlichen Verkehr müssen alle Fernsprechauskunftsstellen über ONKz — 118 — anwählbar sein. Dieser Weg steht auch den Teilnehmern offen, hierbei werden die Gebühren nach der Fernsprechgebührenvorschrift X B berechnet.

Die Inlandsauskünfte werden ausschließlich anhand der Amtlichen Fernsprechbücher (AFeB) und des Amtlichen Verz. der ONKz (AVON) erteilt.

Die Auslandsauskünfte über Teilnehmerrufnummern und Länder — bzw. ONKz — werden nach den Fernsprechbüchern der ausländischen Verwaltungen erteilt. In Verkehrsbeziehungen mit vollautomatischem Fernsprechdienst ermittelt die Auskunftskraft die Rufnummer bei der für den Verlangten zuständigen Auskunftsstelle.

Kann eine Rufnummer nach den Unterlagen nicht ermittelt werden, so ist der Auskunftssuchende, wenn nach dem verlangten ON noch kein vollautomatischer Fernsprechdienst eingerichtet ist, an die Auslandsvermittlungsstelle mit Handbedienung mit dem Hinweis der Gesprächsanmeldung ohne Ruf-

nummer zu verweisen. Auskünfte in vollautomatischen Verkehrsbeziehungen sind gebührenfrei; die übrigen werden nach dem Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst berechnet, wenn die Rufnummer nicht ermittelt werden konnte und im fernen Land nachgefragt werden mußte.

Auskunftsstellen werden ohne Rücksicht auf die Stellung der örtlichen Vermittlungsstelle im Fernnetz eingerichtet. Sie können für den Bereich eines oder mehrerer ON, u. U. auch nur für Teile eines ON, für einen oder mehrere Knotenvermittlungsstellen und für einen oder mehrere Hauptvermittlungsstellenbereiche eingerichtet werden. Ihr Einzugsbereich soll in der Regel — beim Vorliegen der technischen Voraussetzungen — innerhalb des Bereiches des für das ON am Sitze der Auskunftsstelle zuständigen amtlichen Fernsprechbuches liegen, in dem auch mehrere Auskunftsstellen eingerichtet werden können.

Auslandsauskunftsstellen befinden sich nur am Sitze der Auslandskopfvermittlungsstellen Düsseldorf, Frankfurt am Main, Hamburg, München und Stuttgart.

Auskünfte über Rufnummern. Die Rufnummern namentlich bezeichneter Fernsprechteilnehmer werden ausschließlich nach dem AFeB bekanntgegeben. Der Auskunftssuchende hat außer dem Namen noch Angaben über Beruf, Geschäftsbezeichnung, Straße usw. zu machen, damit der Eintrag des Verlangten gefunden werden kann. Das Branchenverzeichnis zum AFeB, die Branchen- und die örtlichen Fernsprechbücher gehören nicht zu den amtlichen Unterlagen und werden in den Fernsprechauskunftsstellen nicht ausgelegt.

Auskünfte über Namen und Wohnung eines Fernsprechteilnehmers und über Anschlüsse in der Nachbarschaft gehören nicht zum Aufgabenbereich des Auskunftsdienstes. Verlangt ein Auskunftssuchender nach Bekanntgabe der Rufnummer aufgrund der Namensangabe zur völligen Klarstellung auch noch die Wohnung des Teilnehmers, so ist in diesem Falle die Auskunft zu erteilen. Auskunftsersuchen nach dem Namen eines mit der Rufnummer bezeichneten Teilnehmers werden nicht erteilt. Gibt der Auskunftssuchende jedoch an, daß bei Anwahl einer ihm bekannten Rufnummer die Hinweisansage gehört wurde, so ist die neue Rufnummer bei der Fernsprechentstörungsstelle — in besonderen Fällen bei der Anmeldestelle — zu ermitteln und mit dem Namen des Teilnehmers bekanntzugeben.

Ist der Teilnehmeranschluß wegen Störung oder Nichtausführung einer Verlegung nicht erreichbar, so muß die Anschrift des Teilnehmers bekanntgegeben werden. Ersuchen von Behörden, Namen und Anschrift bekanntzugeben, ist im Rahmen der Amtshilfe nachzukommen.

Auskünfte allgemeiner Art über den Fernsprechdienst. Auskünfte über Gebührenfragen, Dienststellen des Post- und Fernmeldedienstes und über allg. Angelegenheiten des Fernmeldedienstes werden nach den den örtlichen Gegebenheiten entsprechenden Unterlagen erteilt.

Auskünfte besonderer Art über den Fernsprechdienst. Auskünfte über Anschlüsse bei Messen, Großveranstaltungen und Tagungen, Schiffsanschlüsse während der Anlegezeit, Schausteller, Wanderzirkus usw. werden nach Sonderkarteien erteilt. Für Berufszweige, die unter einem Unterstichwort im AFeB aufgeführt sind, werden in den Auskunftsstellen keine Sonderkarteien geführt.

Auskunftsunterlage. Die → Schuppenkartei wird in Form von Mikrokarten als Mikrokartei zusammengefaßt und an jedem Auskunftsplatz mit → Mikrolesegerät ausgelegt.

Aufgrund des Mikrokartenverzeichnisses entnimmt die Auskunftskraft (AK) eine Mikrokarte (MK) und stellt nach den Koordinatenwerten des Leitbildes die für die Sucharbeit erforderliche Planette des AFeB im Mikrolesegerät ein. Die Gültigkeit der Rufnummer und des Teilnehmereintrages sowie den Betriebszustand des Anschlusses kann die AK aus den zwischen den Einträgen eingeschobenen Hinweistextkarten erkennen. Die aktuellste Auskunftserteilung wird durch die Kombination dieser Hinweistextkarten mit dem internationalen Hinweiston und den Hinweisansagen I, II und III erreicht (→ Fernsprechhinweisdienst).

Die Auskunftsunterlage wird nach einem Versendeplan innerhalb von z. Z. 8 Wochen im Bundesgebiet von einer Auskunftsstelle zur anderen gegeben. Die → Fernsprechbuch-Verlagsstellen fertigen zu den Mikrokartensätzen für die Auskunftsplätze ihres eigenen Bereiches zusätzlich wöchentlich für jede Auskunftsstelle des Bundesgebietes einen Mikrokartensatz, um Rückfragen bei fernen Auskunftsstellen zu vermeiden.

Jede Fernsprechbuch-Verlagsstelle fertigt für die Auskunftsplätze des eigenen Bereiches täglich eine Tagesmikrokarte. Darin sind die Änderungen an Teilnehmereinträgen enthalten, die in der wöchentlichen Mikroaufnahme der Schuppenkartei nicht eingearbeitet werden konnten. Sie wird als Mikrokartenstreifen in dem Mikrolesegerät unter den Koordinatenwerten I—V im hinteren Teil des Kreuzschlittens eingelegt.

Rufnummernänderungen und wichtige Neuanschlüsse, die auch in der Tagesmikrokarte nicht erfaßt werden konnten, werden fernmündlich der zuständigen Auskunftsstelle übermittelt. Diese Änderungen werden an einer Sichttafel im Betriebsraum bekanntgegeben und sind von allen Auskunftsplätzen aus einsehbar.

Auskunfts-A-Platz. A-Plätze sind die Eingangsgruppe der Kurzrufnummern 118 und 0118. Sie sind mit Mikrolesegeräten und der Mikrokartei des Bundesgebietes ausgestattet. Der Mikrokartensatz des eigenen Buchbereiches und anderer Bereiche, deren ON auf diese Auskunftsstelle abgestützt sind, ist bis zu einer Woche, die Sätze der übrigen Buchbereiche sind dem Versendeplan entsprechend bis zu 8 Wochen alt.

Auskunfts-A-/A1-Platz. In jeder A-Platzgruppe wird ein A-Platz zugleich als A1-Platz betrieben. Er erhält neben dem bis zu acht Tage alten Mikro-

kartensatz des eigenen Fernsprechbuchbereiches die Mikrokarten aller Amtlichen Fernsprechbücher des Bundesgebietes nach dem neuesten Berichtigungsstand, die ebenfalls bis zu acht Tage alt sind.

In der Eingangsgruppe ist er als A-Platz an dem Zyklus der Anrufverteilung beteiligt. Weitergeschaltete Anrufe werden dem A1-Platz bevorrechtigt zugewiesen. Der kombinierte Platz kann vom Aufsichtsplatz aus als reiner A-, reiner A1- oder A-/A1-Platz geschaltet werden. In jeder Auskunftsstelle werden zwei A-/A1-Plätze eingebaut, jedoch nur ein Platz mit der neuesten Auskunftsunterlage ausgestattet.

Auskunfts-B-Platz. Am B-Platz werden Auskünfte besonderer Art und schwierige Auskünfte allgemeiner Art erteilt. Konnten die hierzu erforderlichen Unterlagen auf Mikrokarten aufgenommen werden, so sind die B-Plätze mit Mikrolesegeräten ausgestattet. Sie sind nur über eine Weiterschalteeinrichtung aus der A-Platzgruppe zu erreichen und möglichst mit A-Plätzen zu kombinieren. Sie können wahlweise vom Aufsichtsplatz als A- oder B-Platz einer der beiden Platzgruppen fest zugeordnet werden. Eine Bevorrechtigung des A- oder B-Anrufes bei einem kombinierten A-/B-Platz ist nicht gegeben.

Auskunfts-D-Platz. Er wird als Aufsichtsstelle für bis zu 60 Auskunftsplätzen eingerichtet; bei mehr als 60 Plätzen werden zwei D-Plätze eingerichtet. Sie sind über getrennte Weiterschalteeinrichtungen von allen Auskunftsplätzen zu erreichen und können auch über eine normale Teilnehmerrufnummer erreicht werden.

Für jeden Auskunftsplatz ist ein Platzbesetzungsschauzeichen, ein Einschalteschauzeichen, ein Überwachungsschauzeichen, je Warteanrufsucher ein Wartefeldschauzeichen und die optische Anzeige der Abschaltung eingebaut. Der Betriebszustand aller Auskunftsplätze kann somit am Aufsichtsplatz überblickt werden.

Auslandsauskunftsplatz. Für den ankommenden Auslandsauskunftsverkehr werden Auskunfts-A-Plätze mit A1-Platz-Auskunftsunterlagen eingesetzt.

Für den abgehenden Auslandsauskunftsverkehr werden die von den ausländischen Verwaltungen zur Verfügung gestellten Fernsprechbücher an besonderen Plätzen, die nach den örtlichen Gegebenheiten eingerichtet werden, ausgelegt.

In den Auskunftsstellen am Sitze der Auslandskopfvermittlungsstelle mit Handbedienung sind diese Plätze auch über eine besondere Weiterschalteeinrichtung von der Inlandsauskunftsstelle her zu erreichen.

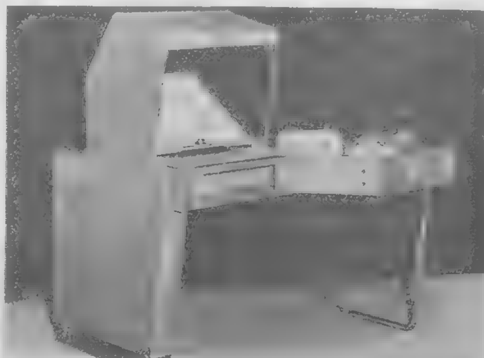
Kombinierte Auskunfts-A-/Fernsprechauftragsdienst-(FeAD-)Plätze. In jeder Auskunftsstelle werden mindestens vier kombinierte Plätze innerhalb einer FeAD-Platzgruppe aufgebaut. Die Mikrolesegeräte werden den Eckplätzen der Vierer- bzw. Sechser-FeAD-Platzgruppe zugeteilt.

Sie können wahlweise am Aufsichtsplatz als reine Auskunfts-A-Plätze, reine FeAD-Plätze oder Überlaufplätze geschaltet werden.

Ist in der Auskunfts- und FeAD-Stelle noch ein reiner Auskunfts-A-Platz besetzt, so werden die FeAD-Anrufe an den Überlaufplätzen bevorrechtigt ausgespeichert. Ist noch ein reiner FeAD-Platz in der FeAD-Platzgruppe besetzt, so werden die Auskunftsanrufe an den Überlaufplätzen bevorrechtigt ausgespeichert. *Lange*

Fernsprechauskunftsplatz. Das Bild zeigt den bei der DBP verwendeten F. mit Mikrolesegerät.

Das für alle Platzgruppen einer Fernsprechauskunftsstelle einheitlich in jedem F. eingebaute Bedienungsfeld zeigt an Lampen die Art des Anrufes, gestattet über Umlege-Magnettasten die Weiterschaltung von



Fernsprechauskunftsplatz.

Gesprächen und gibt an einer Wartelampe Auskunft über die Auslastung der Platzgruppe in der Fernsprechauskunftsstelle. Außerdem können alle F. abgehende Gespräche führen und mit einer Verbindungsauslösetaste zwischen ankommenden und abgehenden Gesprächen beliebig oft wechseln. *Kailing*

Fernsprechbuch. Aufgrund internationaler Vereinbarungen werden jährlich Verzeichnisse der Fernsprechteilnehmer — amtliche Fernsprechbücher (AFeB) — als Hilfsmittel für den Fernsprechdienst herausgegeben. Die Geltungsbereiche der AFeB umfassen jeweils den Bezirk einer Oberpostdirektion, in einigen Fällen auch Teile davon. In einem AFeB sind alle im Geltungsbereich vorhandenen Orte mit Fernsprechanschluß aufgeführt. Die Einträge der Teilnehmer sind in der Regel unter dem Ort, nach dem ein → Ortsnetz (ON) benannt ist, zusammengefaßt. Unter dem Namen eines Ortes mit Fernsprechanschluß wird auf das betreffende ON hingewiesen, an das die Fernsprechanschlüsse dieses Ortes angeschlossen sind; vorhandene öffentliche Sprechstellen werden angegeben. Die AFeB enthalten redaktionelle und allgemeine Angaben über Lieferung, Abgabepreis, Bestellung und Werbeanzeigen sowie Erläuterungen der wichtigsten Verwaltungsbestimmungen und Hinweise auf den Fernsprechdienst. Für jeden Hauptanschluß wird das AFeB, in dem das ON des Anschlusses aufgeführt ist, gebührenfrei geliefert. Das Buch bleibt Eigentum der DBP; es wird umgetauscht, wenn die neue Ausgabe erscheint. Darüber hinaus können AFeB gegen Entrichtung des Abgabepreises käuflich

erworben werden. Veraltete Fernsprechbücher sollen nicht benutzt werden. Die Einträge der Teilnehmer dürfen nur die für das Auffinden der Rufnummern erforderlichen Angaben enthalten; werbende Angaben sind nicht zugelassen. Im Haupteintrag sind für jeden Hauptanschluß bis zu drei aufeinanderfolgende Druckzeilen gebührenfrei. Jeder Eintrag beginnt mit dem — fettgedruckten — Suchwort, wie Familienname, Firmenname, Behördenbezeichnung oder Vereinsname u. a. Neben der Rufnummer können unter Verwendung von Abkürzungen noch Vornamen, Adelsbezeichnungen, Vorsatzwörter zum Familiennamen, Titel und akademische Grade, Berufs- oder Geschäftsbezeichnungen sowie die Lage der Sprechstelle angegeben werden. Mehrere Hauptanschlüsse eines Teilnehmers in einem ON werden im allgemeinen in einem Haupteintrag und unter einem Suchwort zusammengefaßt. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit der Einträge werden nach Möglichkeit Suchwörter, die zu einem einheitlichen Dachbegriff zusammengefaßt werden können, wie z. B. Apotheken, Gaststätten, Stadtverwaltungen u. ä., unter einem dafür vorgesehenen Stichwort eingetragen. Statt des Teilnehmers kann ein anderer, dem der Hauptanschluß zur ständigen Benutzung überlassen ist, eingetragen werden. Unter bestimmten Voraussetzungen werden auch Nebeneinträge (Einträge unter einem vom Haupteintrag abweichenden Suchwort) aufgenommen. Derartige Nebeneinträge sowie über den gebührenfreien Eintrag hinausgehende Mehrzeilen im Haupteintrag sind gebührenpflichtig. Die Zeilengebühr richtet sich nach der Auflagenhöhe und wird für jede Ausgabe neu erhoben. Sämtliche Einträge sind nach den Regeln für die alphabetische Ordnung (ABC-Regeln) des Fachnormenausschusses Bürowesen im Deutschen Normenausschuß geordnet. Zur Erleichterung des Suchvorgangs werden im AFeB Suchhilfen verwendet. Im Kopfrand einer AFeB-Seite werden die Namen der auf dieser Seite aufgeführten ON angegeben; außerdem werden die Namen von Orten mit Fernsprechanschluß aufgenommen, wenn diese an erster oder letzter Stelle einer Seite stehen. Das erste und letzte auf 3 Buchstaben abgekürzte Suchwort der Seite wird neben dem Ortsnetznamen aufgeführt, wenn auf einer Seite nur Einträge eines ON verzeichnet sind. Umfassen die Teilnehmereinträge mehr als 30 Seiten, wird der Name des ON zusätzlich am äußersten rechten Blattrand als Negativblock gedruckt. Die ABC-Folge der Einträge kann bei größeren ON durch Trennkästchen mit den Anfangsbuchstaben des Alphabets unterteilt werden.

Während innerhalb der Einträge jegliche Werbung unzulässig ist, werden die AFeB als solche der Werbung nutzbar gemacht. So betreibt die DBP eine begrenzte Eigenwerbung, die sich mit der Aufklärung über Aufgaben und Einrichtungen des Post- und Fernmeldewesens befaßt. Das alleinige Recht für Fremdwerbung hat die DBP jedoch der → Deutschen Postreklame GmbH übertragen. Grundlage dieses Übereinkommens ist der »Vertrag über die Ausnutzung der Einrichtungen der Deutschen Bundespost für Werbezwecke«. Im AFeB stehen für die Aufnahme von Werbeanzeigen die Umschlagseiten, Fußrandleisten, Seitenrandleisten, in begrenztem Umfang z. Z. noch die Kopfrandleisten und, soweit vorhanden, die Trennkästchen der ABC-Folge zur Verfügung.

Den AFeB werden Branchen-Fernsprechbücher beigebunden, welche die Einträge der Fernsprechteilnehmer aus Industrie, Handel, Gewerbe, Handwerk und freien Berufen alphabetisch nach Branchen und innerhalb der Branchen nach Ortsnetzen geordnet enthalten. Es können unbeschränkt Werbeanzeigen unter anderen Suchwörtern (Branchen) zugelassen werden. Hinsichtlich der Größe der Anzeigen — bis zur vollen Satzspiegelausnutzung — bestehen keine Beschränkungen. Die Branchen-Fernsprechbücher werden auf farbigem Papier gedruckt. Bei AFeB sehr großen Umfangs wird, um die Handhabung zu erleichtern, das Branchen-Fernsprechbuch in einem besonderen Band aufgelegt. Darüber hinaus gibt die Deutsche Postreklame GmbH z. T. in Verbindung mit Verlegern örtliche F. nach den amtlichen Unterlagen heraus. Dieses sind Teilnehmerverzeichnisse in Buch- oder Heftform, die jeweils nur einen Teilbereich eines AFeB umfassen. Der Geltungsbereich kann sich über ein oder mehrere ON erstrecken. Jeder Fernsprechteilnehmer wird einmal kostenfrei im örtlichen F. aufgeführt. Gegen Entgelt können Werbeanzeigen und werbliche Hervorhebungen aufgenommen werden. Die örtlichen F. erscheinen ebenfalls jährlich. Zur Erhöhung der Aktualität der Einträge werden sie stets 6 Monate nach der Ausgabe des in dem jeweiligen Geltungsbereich aufliegenden AFeB herausgegeben.

Mit den Arbeiten für die Fassung der Einträge in die Teilnehmerverzeichnisse und mit der Bearbeitung aller für Zwecke des Fernmeldedienstes benötigten Verzeichnisse ist bei jedem Fernmeldeamt mit Teilnehmerdiensten eine Fernmeldebuchstelle betraut; unter bestimmten Voraussetzungen ist diese Stelle mit einer → Fernsprechbuch-Verlagsstelle vereinigt.

Langer

Fernsprechbuch-Verlagsstelle. Die Aufgaben des Fernmeldebuchdienstes umfassen die Bearbeitung und Herausgabe aller für Zwecke des Fernmeldedienstes und für die Fernsprechauskunft benötigten Verzeichnisse sowie die Zusammenarbeit mit der → Deutschen Postreklame GmbH (DPR). Bei jedem Fernmeldeamt (FA) mit dem Aufgabenbereich »Teilnehmerdienste« ist eine Fernmeldebuchstelle (Bu) eingerichtet. Die Bu formuliert die Einträge für die amtlichen Unterlagen, wobei sie mit den Fernsprechteilnehmern Kontakt hält. Für die redaktionelle Bearbeitung der amtlichen Fernsprechbücher (AFeB), die laufende Führung und den Umbruch der Schuppenkartei sowie die Herstellung der Mikrofilme für Fernsprechauskunftszwecke ist jeweils innerhalb eines AFeB-Geltungsbereichs (d. h. u. U. mehrerer Fernmeldeamtsbereiche) bei der Bu mit dem umfangreichsten Änderungsdienst die F. eingerichtet. Zur Zeit bestehen im Bereich der DBP 28 F. Die Auflagenhöhe eines Fernsprechbuches setzt die F. nach den Angaben der Bu (Fernmeldeamtsbereiche) fest.

Fernsprechdichte → Hauptanschlußdichte.

Fernsprechdienst → Vollzugsordnung für den Fernsprechdienst.

Fernsprecheichkreis. Eine Fernsprechverbindung besteht grundsätzlich aus dem Sendesystem (Fernsprechapparat mit Mikrophon, Anschlußleitung und Endvermittlungsstelle), der Fernleitung und dem Empfangssystem (Endvermittlungsstelle, Anschlußleitung und Fernsprechapparat mit Fernhörer). Man unterscheidet deshalb Sendebezugsdämpfung, Empfangsbezugsdämpfung und Bezugsdämpfung der ganzen Fernsprechverbindung.

Auch der F. besteht aus drei Teilen: aus dem Eichkreissender, dem Eichkreisempfänger und aus einer zwischen beiden liegenden Eichleitung. Alle drei Teile sind verzerrungsfrei. Die elektroakustischen Übertragungsfaktoren für Eichkreissender und Eichkreisempfänger sind genau festgelegt und werden bei der Eichung auf die vorgeschriebenen Werte eingeregelt. Eichkreissender und Eichkreisempfänger haben dann selbst die Bezugsdämpfungen 0 Np.

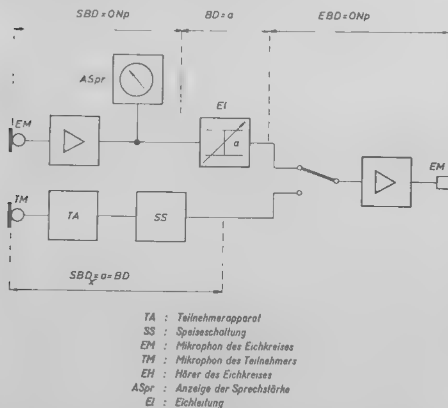


Bild 1. Messen der Sendebezugsdämpfung SBDx.

Bild 1 zeigt die Schaltung zum Messen der Sendebezugsdämpfung (SBD). Ein Sprecher spricht mit genau festgelegter und gleichbleibender Schallstärke, die ständig mit Hilfe eines Sprechstärkeanzeigers überwacht wird, abwechselnd in das Mikrophon des Eichkreises und in das des zu prüfenden Fernsprechapparates. In Deutschland wird hierbei im allgemeinen der Prüfsatz: »Hamburg, Berlin, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund« gesprochen. Die Dämpfung der Eichleitung wird hierbei so eingeregelt, daß der Hörer am Fernhörer des Eichkreises den Text in beiden Stellungen des Umschalters mit gleicher Lautheit hört. Der Übertragungsfaktor des gemessenen Sendesystems ist also in diesem Fall kleiner als der des Eichkreissendesystems und die an der Eichleitung eingestellte Dämpfung ist gleich der gesuchten Sendebezugsdämpfung (SBD).

Bild 2 zeigt die entsprechende Schaltung zum Messen der Empfangsbezugsdämpfung (EBD). Auch hier muß mit Hilfe der Eichleitung auf gleiche Lautheit in den beiden Schalterstellungen eingeregelt werden.

In gleicher Weise (Bild 3) wird auch die Bezugsdämpfung (BD) einer ganzen Fernsprechverbindung gemessen. Bei diesem Verfahren, d. h. beim Vergleich von Lautheiten, können leicht Ungenauigkeiten

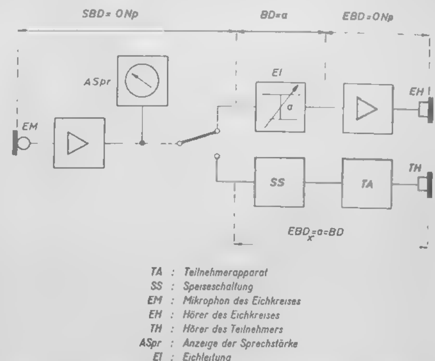


Bild 2. Messen der Empfangsbezugsdämpfung EBD.

durch subjektive Meßfehler auftreten. Man verbessert die Ergebnisse, wenn die Messungen mehrmals und durch mehrere Versuchspersonen durchgeführt werden. Aus den einzelnen Meßwerten müssen dann Mittelwerte gebildet werden.

Die subjektiven Meßfehler werden bei dem von K. Braun entwickelten o b j e k t i v e n B e z u g s d ä m p f u n g s - M e ß p l a t z vermieden. Der Sprecher beim Fernsprecheichkreis wird hier durch einen elektrischen Sendeteil zusammen mit einem künstlichen Mund nachgebildet. Der Sendeteil erzeugt einen Heulton,

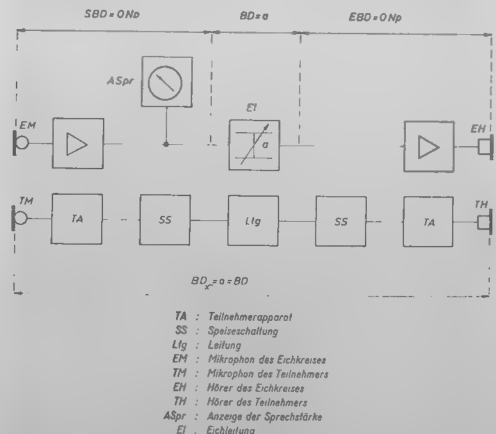


Bild 3.
Messen der Bezugsdämpfung BD einer Fernsprechverbindung.

der die Frequenzen von 200 bis 4000 Hz und zurück periodisch einmal je Sekunde durchläuft. Seine Ausgangsspannung entspricht etwa dem mittleren Sprachpegel am Ausgang des Sendesystems eines Fernsprecheichkreises. Der künstliche Mund bildet den Mund des Sprechers akustisch nach. Er besteht aus einem Laut-

sprechersystem, dessen Schallaustrittsöffnung so gestaltet ist, daß das Schallfeld vor dem künstlichen Mund dem vor einem natürlichen Mund ähnlich ist. Die richtige Lage des unter Prüfung stehenden Mikrophons zum künstlichen Mund wird durch eine Einspannvorrichtung bewirkt, der die Maße des vom CCITT vorgeschriebenen Normalkopfes zugrunde liegen.

Der Vorgang beim Abhören und Vergleichen der Lautheiten über Fernsprecheichkreis wird beim objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatz durch ein künstliches Ohr zusammen mit einem elektrischen Empfangsteil ausgeübt. Das künstliche Ohr besteht aus einer Ohrkammer, die das äußere Ohr eines Menschen akustisch nachbildet, und aus einem Kondensatormikrophon, das an der Stelle des Trommelfells eines natürlichen Ohres sitzt. Es genügt, die Hörmuschel des Handapparates einfach auf das künstliche Ohr zu legen, um eine ausreichend genaue akustische Kopplung zwischen beiden Geräten zu erreichen. Die vom Schall im Kondensatormikrophon erzeugten Wechselspannungen werden dem elektrischen Empfangsteil zugeführt und gleichgerichtet. Die Skala des Anzeigeinstruments ist in Neper bzw. in Dezibel geeicht und zeigt deshalb die Bezugsdämpfung unmittelbar an.

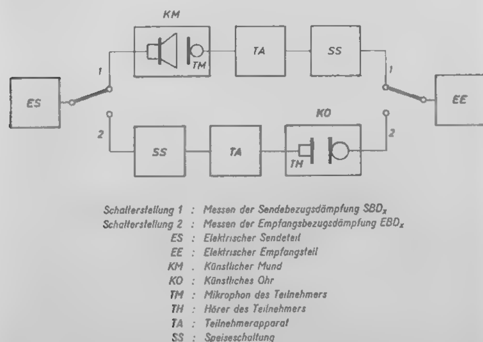


Bild 4. Aufbau des objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatzes.

Bild 4 zeigt den Aufbau eines objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatzes. Aus ihm geht auch die grundsätzliche Wirkungsweise bei den verschiedenen Messungen hervor (→ Bezugsdämpfungs-Meßplatz, objektiver). *Haak*

Fernsprecheinrichtungen in Feuermeldeanlagen werden betrieben:

1. für den Sprechverkehr Vermittlungsstelle–Feuerwache zur Führung von Gesprächen aller Art,

2. für den Sprechverkehr Vermittlungsstelle–Feuerwache zur Durchgabe von Gefahrenmeldungen (mit Dokumentationseinrichtung zur Tonaufzeichnung),

3. für den Sprechverkehr Feuerwache–Feuerwache zur Weitergabe einer Gefahrenmeldung (mit Dokumentationseinrichtung zur Tonaufzeichnung) und für Revisionsgespräche,

4. für den Sprechverkehr Meldungsgeber–Feuerwache bei Revisionsarbeiten.

Alle Gespräche werden über die entsprechenden Organe der Abfrageeinrichtung geführt. Funkgespräche von Einsatzwagen können ebenfalls über die Abfrageeinrichtung vermittelt bzw. geführt werden. Gelegentlich werden auch direkte Fernsprecheinrichtungen zwischen Feuerwache und Polizei benötigt.

Fernsprechentstörungsstelle wird an zentral gelegener Stelle eingerichtet. Ihr Gebiet soll mehrere Fernsprechanschlußbereiche umfassen. Es gibt F. mit einigen tausend bis zu solchen mit mehreren hunderttausend → Sprechstellen. F. müssen aus betrieblichen Gründen mit einem → Wählprüfnetz ausgestattet sein. Hauptaufgabe der Fernsprechentstörung ist die Störungsermittlung, das Beseitigen von Störungen und das Instandhalten der Fernsprech-Teilnehmereinrichtungen sowie das Bedienen der Hauptverteiler. Der Aufgabengliederung nach werden unterschieden: → Störungsannahme zur Entgegennahme von Anfragen sowie Meldungen über Störungen und → Mängel; Karteiplatz zum Bearbeiten der Bauauftragsblätter und Führen der Störungskarten; → Prüfplatz zur meßtechnischen Bearbeitung von Störungsmeldungen und zum Abnahmeprüfen; → Leitplatz zum Einsetzen der Entstörer und Überwachen der Störungsbeseitigung; Entstörer zum Beseitigen von Fehlern sowie zum Instandhalten der Sprechstelleneinrichtungen, Münzfernsprecher, Wählsterneinrichtungen u. ä.; Schaltkräfte für das Bedienen und Beschalten der Hauptverteiler einschließlich des Bedienens von Stromversorgungsanlagen der Vermittlungsstellen.

Kleine F. mit bis zu drei Arbeitsplätzen für die Störungsermittlung werden mit → Allplätzen ausgestattet. Hier verrichtet jede Kraft alle für die Störungsermittlung anfallenden Aufgaben. In mittleren F. wird für die Störungsannahme, die Prüfplatztätigkeit und die Karteiführung je eine besondere Platzgruppe geschaffen. Die Arbeiten werden an → Störungsannahme- bzw. → Prüftischen verrichtet. Bei großen F. wird die Prüfplatzgruppe weiter untergliedert, und zwar in die Tätigkeitsgruppen Störungsprüfen, Messen, Abnahmeprüfen und Leiten. Die mit dem Leiten betrauten Kräfte erhalten Arbeitstische, die keine Meßeinrichtung enthalten. In sehr großen F. können weitere Unterteilungen der genannten Gruppen entsprechend der Aufgabenzuteilung vorgenommen werden. *Harbarth*

Fernsprech-Fernvermittlung → Fernvermittlungsstelle, → Vierdraht-Feldvermittlung.

Fernsprechformfaktor der Spannung, des Stromes → Geräuschspannung.

Fernsprechgebührenvorschriften sind als Anlage 3 der Fernsprechordnung beigegeben. Gliederung F. (FeGV): FeGV I Hauptanschlüsse; FeGV II Nebenstellenanlagen; FeGV III Sprechapparate besonderer Art; FeGV IV Zusatzeinrichtungen; FeGV V Querverbindungen und Abzweigleitungen; FeGV VI Höherwertige und besonders kostspielige Leitungen;

FeGV VII Herstellung und Änderung von Teilnehmereinrichtungen; FeGV VIII Verlängerung der Mindestüberlassungsdauer usw.; FeGV IX Ortsgespräche; FeGV X Ferngespräche, A. Handvermittelter Ferndienst, B. Selbstwählferndienst; FeGV XI Besondere Gesprächsverbindungen; FeGV XII Fernsprechauftragsdienst; Aufgabe von Telegrammen; FeGV XIII Amtliches Fernsprechbuch; FeGV XIV Dienstverlängerung bei Vermittlungsstellen und Unfallmeldedienst (entfällt demnächst); FeGV XV Besondere Leistungen. Dazu gehören die Verwaltungsanweisungen zu den F.

Fernsprechglättungsfaktor → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Fernsprechhäuschen. In F., die im allgemeinen im Freien auf Straßen und Plätzen stehen, werden Sprechstellen eingerichtet, die jedermann gestatten, am Fernsprechverkehr teilzunehmen und abgehende Gespräche zu führen. Sie bestehen aus korrosionsgeschütztem Stahlblech in Verbindung mit 5 bis 6 mm starkem Dickglas mit einem Dach aus glasfaserverstärktem Polyesterharz. Die Tür ist als Einschwenktür, die tangential um einen Kugellagerring nach rechts oder links eingeschwenkt (Bild 1) werden kann, oder als Drehtür mit Links- bzw. Rechtsanschlag ausgebildet. Die Befestigungsplatte — mit Fernsprechbuchablage und Aschenbecher — dient zum Anbringen von Orts- oder Fernwahlmünzfernsprechern. Das Starkstrominstallationskabel ist von einer vierpoligen Verteilerdose über ein 6-A-Sicherungselement und von dort getrennt durch Stahlpanzerrohre hinter die Münzerbefestigungsplatte bzw. an die Beleuchtungseinrichtung geführt. Für die Fernmeldeinstallation sind ein Stahlpanzerrohr und im Schutzschrank ein Endverzweiger EVzi 57a eingebaut. Der Schutzschrank, der gleichzeitig als Ge-



Bild 1. Fernsprechhäuschen.



Bild 2. Fernsprechhäuschen mit Briefkasten und Wertzeichengebern: »Stummes Postamt«.

päckablage dient, ermöglicht die Unterbringung eines Starkstrom-Endverschlusses und einer Schaltuhr für die Beleuchtung. Manchmal sind Briefkästen und Münzwertzeichengeber (stumme Postämter) (Bild 2) oder vereinzelt auch Kabel- oder Linienverzweiger mit dem F. kombiniert. *Stegmann*

Fernsprechhinweisdienst. Der Betriebszustand eines Fernsprechanschlusses kann nicht mehr nur mit den Signaltönen »Freiton« oder »Besetztton« ausgedrückt werden. Der Freiton wurde auch dann gegeben, wenn z. B. irrtümlich eine freie Rufnummer gewählt wurde, der Besetztton, wenn ein Anschluß gestört oder gesperrt war. Darüber hinaus wurde der Besetztton auch bei besetzten Leitungen und bei der Wahl freier Ziffern gesendet.

Die falsche Deutung der Frei- oder Besetztsignaltöne führte auch im Auslandsverkehr zu Schwierigkeiten, so daß die Einführung eines weiteren Hinweistones (Tonfolge) empfohlen wurde.

Der neue Hinweiston ist eine Folge von drei dicht aufeinanderfolgenden Signaltönen unterschiedlicher Höhe von jeweils etwa $^1/_3$ s Dauer (950 Hz = etwa zweigestrichenes »h«, 1400 Hz = etwa zweigestrichenes »fis« und 1800 Hz = etwa dreigestrichenes »b«).

Verbindungen, die auf die Hinweistöne mit oder ohne anschließende Hinweisansage stoßen, sind gebührenfrei.

In Ortsnetzen (ON) mit mehr als 800 Hauptanschlüssen wird der Hinweiston durch drei Hinweisansagen ergänzt:

Hinweisansage I. »Kein Anschluß unter dieser Nummer.«

Unter dieser Rufnummer hat noch nie ein Anschluß bestanden oder der unter dieser Nummer bisherige Anschluß wurde aufgehoben oder eine derartige Rufnummer oder Ortsnetzkennzahl gibt es nicht.

Hinweisansage II. »Bitte rufen Sie die Auskunft an.«

Die bisherige Rufnummer des gewünschten Anschlusses wird geändert. Sie muß von Amts wegen aufgrund einer Ortsnetzerweiterung oder der Verlegung der technischen Einrichtungen des Teilnehmers geändert werden.

Über die neue Rufnummer bzw. den Betriebszustand des Teilnehmeranschlusses an der bisherigen Stelle oder der künftigen Stelle kann der Anrufer bei der Auskunftsstelle Näheres erfahren.

Kann ein Anschluß mit Rufnummernänderung nicht sogleich verlegt werden, so wird die bisherige Rufnummer, die auf die Hinweisansage II geschaltet ist, spätestens nach drei Monaten auf die Hinweisansage I umgeschaltet, wenn bis zu diesem Zeitpunkt der Anschluß an der neuen Stelle nicht eingerichtet werden konnte.

Hinweisansage III. »Dieser Anschluß ist vorübergehend nicht erreichbar.«

Er ist gestört oder kann bereits im Amtlichen Fernsprechbuch verzeichnet, aber noch nicht in Betrieb genommen sein; er kann auf Antrag (während der Urlaubszeit oder weil der Teilnehmer nicht gestört sein möchte) oder von Amts wegen gesperrt sein (z. B. Zahlungsversäumnis).

In kleinen ON werden für alle die unter den Hinweisansagen I bis III genannten Betriebsfälle nur die Hinweistöne (tüt-tüt-tüt) gesendet. In jedem Falle muß die Auskunft angerufen werden, die nähere Erläuterungen über den Betriebszustand des Anschlusses geben kann. *Lange*

Fernsprechkabel, Kabel für den Fernsprechbetrieb. Im engeren Sinn versteht man hierunter die Außenkabel für die Fernmeldeanlagen der DBP. Hierzu gehören: Ortskabel, Bezirkskabel, Fernkabel einschließlich der Trägerfrequenz- und Koaxialkabel. Die DBP unterscheidet bei Außenkabeln

1. die Kabelform; hierunter versteht man die Querschnittsform, die sich aus Art und Ordnung der Verseilelemente, also dem Aufbau der Kabelseele ergibt. Bei verschiedenen Kabeln gleicher Art mit gleicher Doppeladerzahl wird die Kabelform, soweit sie in die Bezeichnung mit aufgenommen wird, durch einen kleinen Buchstaben zum Ausdruck gebracht (z. B. 17a);

2. die Kabelausführung; die Verlegungsart und der dadurch bedingte Kabelschutz aus Schutzhüllen und Bewehrung bestimmen folgende Kabelausführungen:

Röhrenkabel,
Erdkabel,
Flußkabel,
Luftkabel,
Seekabel;

gekennzeichnet wird die Kabelausführung bei Orts- und Bezirkskabeln durch ein Kurzzeichen, bei Fernkabeln im allgemeinen durch eine Kennziffer;

3. die Kabelart; sie unterscheidet die Fernsprech-Außenkabel nach dem Verwendungszweck;

4. Kurzzeichen für Außenkabel: (siehe Schlußbemerkung)

A-	=	Außenkabel
Al	=	Aluminium
Ask	=	Anschlußkabel
AtBzk	=	Aufteilungs-Bezirkskabel
AtFk	=	Aufteilungs-Fernkabel
AtOk	=	Aufteilungs-Ortskabel
b	=	Bewehrung
Bzk	=	Bezirkskabel
c	=	äußere Schutzhülle aus Jute und zähflüssiger Masse
Cu	=	Kupfer
DA	=	Doppelader
DM	=	Dieselhorst-Martin-Verseilung
E	=	Schutzhülle mit eingebetteter Schicht aus Kunststoff (Korrosionsschutz)
Fk	=	Fernkabel
Fk (S)	=	Fernkabel-Sonderform
Hk	=	Hauptkabel
ib	=	Induktionsschutz-Bewehrung
(K)	=	Schirm aus Kupferband
Kst	=	Kunststoff
Kx-AtFk	=	Koaxial-Aufteilungs-Fernkabel
KxFk	=	Koaxial-Fernkabel

KxOk = Koaxial-Ortskabel
KxP = Koaxialpaar
L = Glatter Aluminiummantel
LD = Aluminiummantel mit Dehnungselementen (gewellter Al-Mantel)
Lks = Luftkabel selbsttragend
LksT = Luftkabel selbsttragend mit Tragseil
M = Bleimantel
Mz = Bleimantel mit Erhärtungszusatz
NF = Niederfrequenz
NFVk = Niederfrequenz-Verbindungskabel
P = trockene Papierisolierung
P = Paar ungeschirmt
p = paarig
PE = Polyäthylen
PiMF = Paar in Metallfolie (geschirmtes Paar für Rundfunk)
PVC = Polyvinylchlorid
Qk = Querkabel
Rf = Rundfunk
Rfk = Rundfunkkabel
St = Stamm
St = Sternverseilung für Fernkabel
St I = Sternverseilung für Ortsverbindungs- und Bezirkskabel
St III = Sternverseilung für Ortskabel
TF = Trägerfrequenz
TF-AtBzk = Trägerfrequenz-Aufteilungs-Bezirkskabel
TF-AtFk = Trägerfrequenz-Aufteilungs-Fernkabel
TFBzk = Trägerfrequenz-Bezirkskabel
TF-St = Trägerfrequenz-Sternverseilung
TFFk = Trägerfrequenz-Fernkabel
TFVk = Trägerfrequenz-Verbindungskabel
Ti = Tietgenschutz (Doppellack-Auftrag)
TnVk = Ton-Verbindungskabel
TVVk = Fernseh-Verbindungskabel
V = Vierer
VS = Viererseil (als Verseilelement)
Vzk = Verzweigungskabel
W = Stahlwellmantel
Y = Isolierhülle oder Mantel oder Schutzhülle in Form eines Mantels aus PVC
Yv = Schutzhülle in Form eines verstärkten Mantels aus PVC
2Y = Isolierhülle oder Mantel oder Schutzhülle in Form eines Mantels aus PE
2Yv = Schutzhülle in Form eines verstärkten Mantels aus PE
02Y = Isolierhülle aus Zell-Polyäthylen

5. Kabelausführungen für Orts-, Bezirks- und Fernkabel:

Kurzzeichen[1]) bei Orts- und Bezirkskabeln	Kabelausführung	Kennziffer bei Fernkabeln
	Röhrenkabel	
PM	mit Bleimantel (M) ohne Schutzhülle	1
PMz	mit Erhärtungszusatz (z), ohne Schutzhülle	1
PMb	mit innerer Schutzhülle und Bewehrung (b)	2
PWE 2Y	mit Stahlwellmantel (W) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Erdkabel	1 W
PWE 2Yv	und verstärkter (v) Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y) für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel oder zum Einzug in Kunststoffrohre für Flußkreuzungen	1 W
PLE 2Y	mit glattem Aluminiummantel (L)[2]) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Erdkabel	1 L
PLE 2Yv	und verstärkter (v) Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y) für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel oder zum Einzug in Kunststoffrohre für Flußkreuzungen.	1 L
PLEib 2Y	und Induktionsschutz-Bewehrung (ib) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Erdkabel	
PLDe 2Y	mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen (LD)[2]) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Erdkabel	1 LD
PLDE 2Yv	mit verstärkter (v) Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y) für erhöhte mechanische Beanspruchung, z. B. als Brückenkabel	1 LD
A-2Y(K)2Y	mit Kunststoffmantel (2Y) aus Polyäthylen, mit Schirm aus längsumlegtem Kupferband (K) und Leiter mit Voll-Polyäthylenisolierung (2Y), auch als Erdkabel	
A-02Y(K)2Y	aus Polyäthylen, mit Schirm aus längsumlegtem Kupferband (K) und Leiter mit Zell-Polyäthylenisolierung (02Y), auch als Erdkabel	
	Erdkabel	
PM 2Y	mit Bleimantel (M) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y)	
PMbc	und innerer Schutzhülle, Bewehrung (b) und äußerer Schutzhülle (c), im allgemeinen Jute compoundiert	3
PWE 2Y	mit Stahlwellmantel (W) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Röhrenkabel	1 W
PLE 2Y	mit glattem Aluminiummantel (L)[2]) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Röhrenkabel	1 L
PLEib 2Y	und Induktionsschutz-Bewehrung (ib) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Röhrenkabel	
PLDE 2Y	mit Aluminiummantel mit Dehnungselementen (LD)[2]) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y), auch als Röhrenkabel	1 LD
A-2Y(K)2Y	mit Kunststoffmantel (2Y) aus Polyäthylen, mit Schirm aus längsumlegtem Kupferband (K) und Leiter mit Voll-Polyäthylenisolierung (2Y), auch als Röhrenkabel	
A-O2Y(K)2Y	aus Polyäthylen, mit Schirm aus längsumlegtem Kupferband (K) und Leiter mit Zell-Polyäthylenisolierung (O2Y) auch als Röhrenkabel	

Kurzzeichen[1]) bei Orts- und Bezirkskabeln	Kabelausführung	Kennziffer bei Fernkabeln
	Flußkabel	
	Diese Kabel dienen auch zum Einzug in längere Kunststoffrohre für Flußkreuzungen.	
PWE2Yb2Y	mit Stahlwellmantel (W) und Kunststoffhülle aus PE (2Y), Stahlflachdraht-Bewehrung (b) und Kunststoff-Außenhülle aus PE (2Y)	4 W
	Luftkabel	
LksT	mit Kunststoffmantel aus PE selbsttragend (s), mit Tragseil (T) und Leitern mit Voll-Polyäthylenisolierung.	

[1]) Siehe auch Kurzzeichen für Außenkabel (unter 4.)

[2]) Für Kabelstrecken mit Starkstrom-Beeinflussung, wenn die Kabel einen kleinen Reduktionsfaktor (rK) haben müssen.

6. Folgende F. werden nach Verwendungszweck unterschieden:

Kabelart und -form	Verwendung in der Linie
A. Ortskabel (Ok) mit Kupferleitern von 0,4 oder 0,6 oder 0,8 mm ⌀ in StIII-Verseilung oder mit Kupferleitern von 0,4 oder 0,6 mm ⌀ in Bündelverseilung	1. Anschlußkabel (Ask) als 1.1 Hauptkabel (Hk); mit Hk werden die Ask zwischen den Kabelverzweigern (KVz) oder deren zugehörigen Verzweigungspunkten und der Vermittlungsstelle (VSt) bezeichnet; 1.2 Verzweigungskabel (Vzk); Vzk sind die Ask zwischen Endeinrichtungen und KVz, bzw. Linienverzweigern (LVz) oder deren zugehörigen Verzweigungspunkten oder zwischen Endeinrichtungen und der VSt; 1.3 Querkabel (Qk); durch Qk werden gleichartige Verzweigungseinrichtungen unmittelbar miteinander verbunden oder werden den Verzweigungseinrichtungen an Hauptverteiler (HVt) anderer Anschlußbereiche angeschlossen; 2. Ortsverbindungskabel (OVk); OVk sind Ortskabel zur Verbindung der VSt eines Ortsnetzes (ON) oder zur Verbindung der Endvermittlungsstelle (EVSt) für den Selbstwählferndienst (SWFD), bzw. der handbedienten Fernvermittlungsstelle (FernVStHand) mit den am Ort befindlichen Ortsvermittlungsstellen (OVSt); ferner zur Verbindung von ON, zwischen denen gebührenmäßig Ortsverkehr besteht (siehe auch unter D 2); 3. Niederfrequenzverbindungskabel (NFVk) — alte Bezeichnung: Ortsfernkabel (OFk) — sind örtlich bedingte Kabel des Weitverkehrsnetzes (siehe auch unter D 3 und I 2).
B. Aufteilungs-Ortskabel (AtOk) mit Kupferleitern von 0,6 mm ⌀ in St-Verseilung	AtOk sind Aufteilungskabel, die von der Aufteilungsmuffe (AtM) eines Ok zur Trennleiste am HVt führen.
C. Koaxial-Ortskabel (KxOk) mit KxP 2,6/9,5 mm ⌀ und als Beipack P, PiMF, DM-VS oder StI-VS	1. Fernseh-Verbindungskabel (TVVk); TVVk sind örtliche Verbindungskabel für TV- und Musikübertragung, z. B. vom Studio zum TV-Sender, von Studio zu Studio, von Studio zu OVSt usw. (siehe auch unter G) 2. Trägerfrequenz-Verbindungskabel (TFVk); TFVk dienen örtlichen trägerfrequenten Sprechverbindungen, z. B. von VrSt zum Endamt (siehe auch unter K 2).
D. Bezirkskabel (Bzk) mit Kupferleitern von 0,8 oder 0,9 oder 1,2 oder 1,4 mm ⌀ in DM-Verseilung; mit Kupferleitern von 0,9 oder 1,2 mm ⌀ in StI-Verseilung; in Sonderfällen auch mit Kupferleitern 1,4 mm ⌀ als PiMF, 1,2 mm ⌀ als TF-St-VS	Bezirkskabel sind im wesentlichen Kabel zwischen EVSt und Knotenvermittlungsstelle (KVSt) oder zwischen KVSt und Hauptvermittlungsstelle (HVSt); werden unterschieden nach 1. Niederfrequenz-Bezirkskabel (NFBzk), das sind Kabel mit symmetrischen Verseilelementen, die entweder nur niederfrequent oder niederfrequent und trägerfrequent ausgenutzt werden; 2. Ortsverbindungskabel (OVk) (mit StI-VS) 3. Niederfrequenzverbindungskabel (NFVk).
E. Trägerfrequenz-Bezirkskabel (TFBzk) mit Kupferleitern von 1,2 mm ⌀ in TF-St-Verseilung	1. Trägerfrequenz-Bezirkskabel (TFBzk) 2. Trägerfrequenz-Verbindungskabel (TFVk); TFBzk und TFVk sind Kabel mit symmetrischen Verseilelementen, die nur trägerfrequent ausgenutzt werden;
F. Trägerfrequenz-Bezirkskabel mit Klein-Koaxialpaaren (KxBzk)	KxBzk sind Kabel mit Klein-Koaxialpaaren für trägerfrequente Ausnutzung neben einigen symmetrischen Verseilelementen für dienstliche Zwecke; (die Bezeichnung KxBzk wird bei der DBP nicht angewandt)
G. Rundfunkkabel (Rfk) mit Kupferleitern 0,9 oder 1,4 mm ⌀ als PiMF	Ton-Verbindungskabel (TnVk); sind nur für den Tonrundfunk und den Fernsehrundfunk benötigte Verbindungskabel a) zwischen je einer Betriebsstelle der DBP und der Rundfunkanstalten (Studios und Sender), b) zwischen zwei Betriebsstellen der Rundfunkanstalten, c) zwischen zwei Betriebsstellen der DBP (Verstärkerstelle (VrSt), Sender, Richtfunkstelle (RifuSt)). Verbindungskabel, die nur Ton- (und ggf. Melde-) Leitungen enthalten und daher in der Regel Paare in Metallfolie (PiMF) enthalten, werden mit Ton-Verbindungskabel (TnVk) bezeichnet; Verbindungskabel, die neben Melde-, Steuerleitungen usw. nur Fernseh- (TV) Leitungen (Koaxialpaare) enthalten, werden mit TVVk bezeichnet; Verbindungskabel, in denen sowohl TV-Leitungen (KxP) als auch Tonleitungen (PiMF) verlaufen, rechnen zu den TVVk (siehe auch unter C 1.)
H. Aufteilungs-Bezirkskabel (AtBzk) mit Kupferleitern 0,6 mm ⌀ in DM-Verseilung oder als PiMF	Aufteilungs-Bezirkskabel (AtBzk) sind Aufteilungskabel, die von der Aufteilungsmuffe eines Bzk zur Trennplatte (TP) oder Trennschiene (TS) im Kabelendgestell (KEG) einer Verstärkerstelle (VrSt), einer EVSt, KVSt oder HVSt führen und die Viererseile und Paare des Bzk aufteilen;

Kabelart und -form	Verwendung in der Linie
Trägerfrequenz-Aufteilungs-Bezirkskabel (TF-AtBzk) mit Kupferleitern 0,6 mm ⌀ in TF-St-Verseilung oder als PiMF; PE-Isolierung	TF-AtBzk sind Kabel zur Aufteilung der TF-St-Viererseile der Bzk, TFBzk (und TFFk) in einer VrSt, EVSt, KVSt, HVSt oder ZVSt, die von der Aufteilungsmuffe des Bzk (oder Fk) a) zum Endverschluß (TFFk-EVs) führen, bei papierisolierten TF-AtBzk, b) zur Trennplatte (TP) oder zur Trennschiene (TS) im KEG führen, bei polyäthylenisolierten TF-AtBzk.
I. Fernkabel (Fk)*) und Fernkabel-Sonderformen (Fk (S)) mit Kupferleitern von 0,9 oder 1,2 oder 1,4 mm ⌀ in DM- oder St-Verseilung *) Hierunter fallen auch die alten »Breitbandkabel«-formen und die »kurzbespulten« Fernkabelformen.	Unter den Begriff Fernkabel fallen die Kabel zwischen HVSt und ZVSt oder zwischen ZVSt, u. U. auch zwischen KVSt und HVSt. Die Fernkabel werden unterschieden nach: 1. Niederfrequenz-Fernkabel (Fk), das sind Kabel des Weitverkehrsnetzes mit symmetrischen Verseilelementen, die nur niederfrequent oder niederfrequent und trägerfrequent ausgenutzt werden. 2. Niederfrequenz-Verbindungskabel (NFVk) (früher mit Orts-Fernkabel (OFk) bezeichnet). NFVk sind örtlich bedingte Kabel des Weitverkehrsnetzes, z. B. a) Kabel zwischen einem Fernamt und örtlich davon getrennten VrSt mit niederfrequent genutzten symmetrischen Verseilelementen, b) Kabel zwischen örtlich bedingten VrSt oder zwischen örtlich bedingten VrSt und VSt mit niederfrequent oder niederfrequent und trägerfrequent genutzten symmetrischen Verseilelementen (hierunter fallen auch die früher als OFk bezeichneten Ortsfernkabel).
K. Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk) mit Kupferleitern von 1,2 mm oder 1,3 mm ⌀ in TF-St-Verseilung (als Ausnahme auch mit 1 KxP)	1. TFFk sind Kabel des Weitverkehrsnetzes, deren symmetrische Verseilelemente nur trägerfrequent ausgenutzt werden; sie können auch 1 koaxiales Paar enthalten. 2. Trägerfrequenz-Verbindungskabel (TFVk) sind örtlich bedingte Kabel des Weitverkehrsnetzes, z. B. örtlich bedingte Kabel zwischen VrSt oder zwischen VrSt und VSt mit a) nur trägerfrequent genutzten symmetrischen Verseilelementen (ggf. mit 1 koaxialen Paar), b) mehreren koaxialen Paaren.
L. Koaxial-Fernkabel (KxFk) mit KxP 1,15/4,2 (alte, nicht mehr benutzte Form) 1,2/4,4; 2,6/9,5 mm ⌀ und als Beipack, P oder St-VS	KxFk sind Kabel des Weitverkehrsnetzes, die mindestens 2 koaxiale Paare für TF-Ausnutzung enthalten; symmetrische Verseilelemente in einem solchen Kabel dienen dienstlichen Zwecken. 1. Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk) 2. Trägerfrequenz-Verbindungskabel (TFVk) 3. Trägerfrequenz-Bezirkskabel (TFBzk) (nur KxP 1,2/4,4)
M. Aufteilungs-Fernkabel (AtFk) mit Kupferleitern 0,9 oder 1,4 mm ⌀ in DM-Verseilung oder als PiMF; Papierisolierung	AtFk sind Aufteilungskabel, die von der AtM eines Fernkabels (oder Bzk) zum Endverschluß (Fk-EVs) einer VrSt, einer HVSt oder ZVSt (oder auch einer EVSt oder KVSt) führen.
N. Trägerfrequenz-Aufteilungs-Fernkabel (TF-AtFk) mit Kupferleitern von 0,6 (z. T. 0,5) mm ⌀ als TF-St-Vs; PE-Isolierung	TF-AtFk sind Aufteilungskabel, die von der Aufteilungsmuffe eines TF-Fernkabels zur TP oder TS im KEG einer VrSt, einer HVSt oder ZVSt führen.
O. Koaxial-Aufteilungs-Fernkabel (KX-AtFk) mit KxP 2,6/9,5 mm ⌀	Kx-AtFk sind Aufteilungskabel mit 1 koaxialem Paar, die von der AtM eines TF- oder KxFk zum Fernspeisungsweichen- oder Verstärkergestell einer VrSt, HVSt oder ZVSt führen.
P. Sonderkabel	Unter diesen Begriff fallen 1. Lk, das sind Luftkabel zum Aufhängen am Tragseil (werden bei der DBP nicht mehr verwandt); 2. LksT, das sind Luftkabel selbsttragend mit Stahl-Tragseil, das mit dem Luftkabel mittels eines Stegs fest verbunden ist; 3. Sk, das sind Seekabel; 4. Flußkabel; 5. Wattkabel; 6. Kabel mit gegen Starkstrom induktionsgeschütztem Aufbau; 7. Kabel mit blitzgeschütztem Aufbau.

Die Bezeichnungen Fernkabel und Bezirkskabel fallen künftig weg. Es gibt im Fernsprechnetz dann Fernverbindungskabel (FVk), Fernanschlußkabel (FAsk), Ortsverbindungskabel (OVk) und Ortsanschlußkabel OAsk). *Knebel*

Fernsprechkasten für die Streckenfernsprecher. Auf Bahnstrecken muß etwa alle 800 bis 1000 m die Möglichkeit bestehen, nach dem nächsten Bahnhof zu telefonieren. Je nach Bedeutung und Betriebsart der Strecke sind für diesen Zweck eine oder mehrere Fernsprechverbindungen in OB (Ortsbatterie)-Technik vorhanden. Diese Verbindungen enden in F. Für alle in einem F. eingeführten Fernsprechverbindungen ist nur ein OB-Fernsprecher 33 vorhanden, der wahlweise durch Schlüsselschalter auf die gewünschte Verbindung geschaltet werden kann. Durch Konstruktion und Schaltung des Schlüsselschalters wird erreicht, daß der OB 33 in der Ruhestellung immer in die Strecken-Fernsprechverbindung eingeschaltet ist. Alle Schlüsselschalter, Schutzübertrager und Steckdosen des OB 33 sind auf ein Wandbrett montiert. An die Steckdose kann ein tragbarer Fernsprecher OB 33 geschaltet werden. In F. werden auch → Signalfernsprecher untergebracht.

Fernsprechlampe → Fernmeldelampe.

Fernsprechlandanschluß von Schiffen → Schiffsfernsprechanlage.

Fernsprech-Nebenstellenanlage des öffentlichen Fernsprechnetzes → Nebenstellenanlage.

Fernsprechnetz, Fernmeldenetz, das zur Übermittlung von hörbaren Nachrichten zwischen beliebigen Teilnehmern oder Benutzern dieses Netzes dient. Es besteht i. allg. aus den Endeinrichtungen, den Vermittlungsanlagen und den verbindenden Stromkreisen. Verbindungen zwischen den Teilnehmern werden je nach der Betriebsart des F. manuell, halb- oder voll-

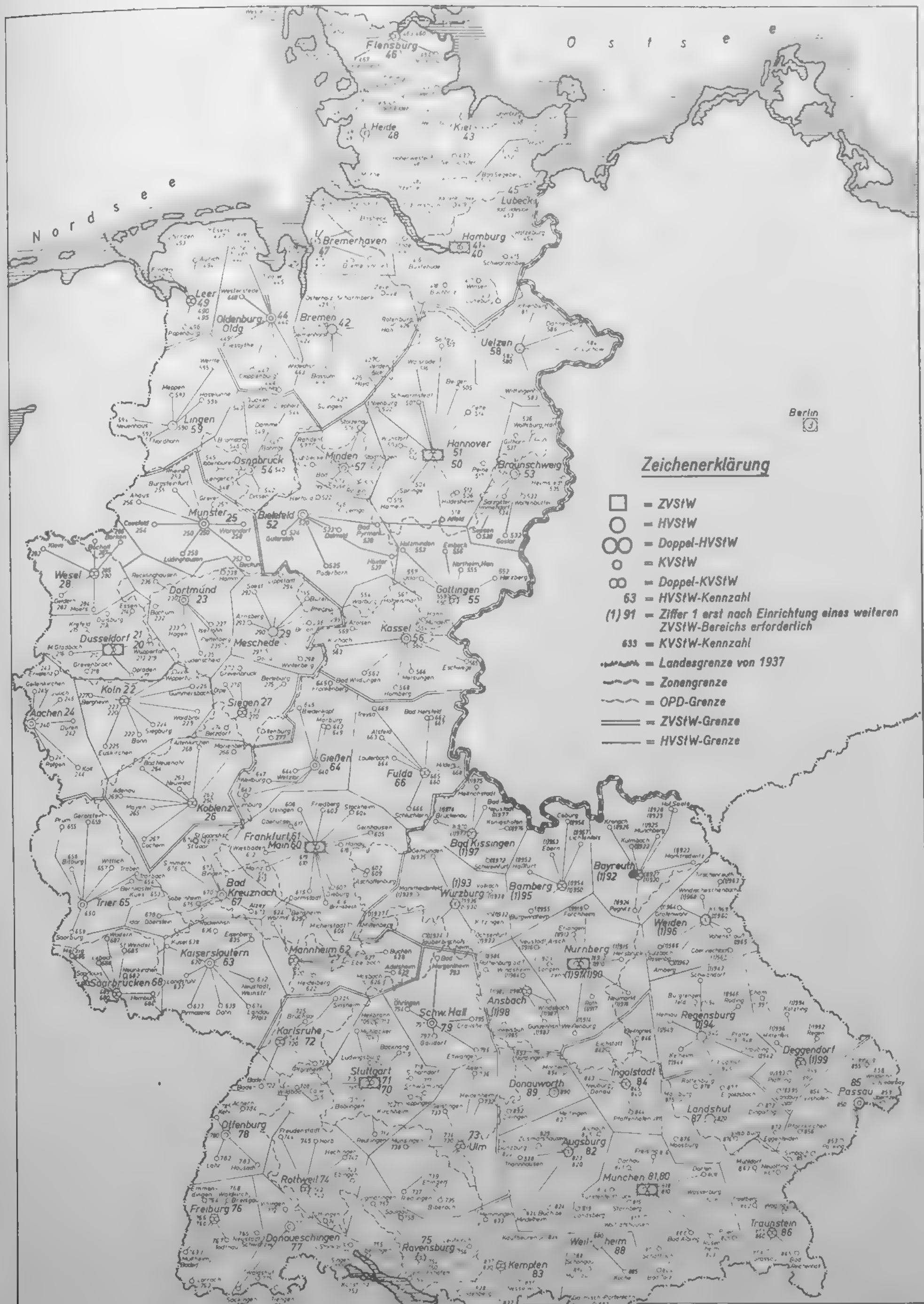


Bild 1. Übersichtsplan der HV- und ZV-Bereiche im SWFD-Netz.

automatisch hergestellt. F., die von jedermann benutzt werden können, oder in denen jedermann Teilnehmer werden kann, werden öffentliche F. genannt. Im Gegensatz dazu bezeichnet man F. als nicht öffentlich oder privat, wenn sie nur für einen begrenzten Kreis, z. B. ein Unternehmen, eingerichtet sind. Das öffentliche F. in der BRD wird von der DBP betrieben. Es umfaßt 3780 Ortsnetze (ON), die durch das Netz für den Selbstwählferndienst (SWFD) untereinander verbunden sind. In einigen Gegenden bestehen daneben z. Z. noch kleinere begrenzte Netze des → vereinfachten Selbstwählferndienstes (vSWFD). Das Netz für den SWFD ist vollautomatisch. Es ist ein → Hierarchisches Netz mit vier Netzebenen. Die Ebene der Zentralvermittlungsstellen (ZVSt) umfaßt

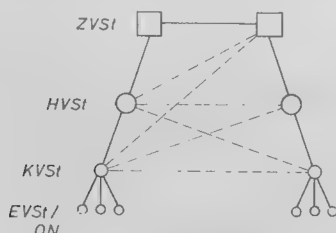


Bild 2. Netz des Selbstwählferndienstes.

acht ZVSt, die der Hauptvermittlungsstellen (HVSt) 63 HVSt, die der Knotenvermittlungsstellen (KVSt) 473 KVSt und die Ebene der Endvermittlungsstellen EVSt oder Ortsnetze 3780 ON. Die Bereichseinteilung und die Zuordnung der Kennzahlen sind in dem Übersichtsplan der HV- und ZV-Bereiche im SWFD-Netz (Bild 1) dargestellt. Zwischen den Fernvermittlungsstellen bestehen Kennzahlwege und Querwege (Bild 2). Die Querwege verlaufen zur Abkürzung der längeren Kennzahlwege quer durch die Netzebenen. Die Leitungsbündel der Querwege werden als hochbelastete Bündel mit einem Überlauf auf das jeweilige Kennzahlwegbündel betrieben. Diese Art der Verkehrslenkung wird ermöglicht durch besondere Einrichtungen für die Leitweglenkung, die aus Registern, Umwertern und Richtungswählern bestehen. Über das Netz des SWFD besteht ein Zugang nach den F. anderer Länder. Jedes Land der Erde besitzt ein den wirtschaftlichen Verhältnissen entsprechend ausgebautes öffentliches F. In vielen Ländern wird es von der Postverwaltung, in einigen Ländern von einer oder mehreren privaten Gesellschaften und in anderen gemischt von privaten und staatlichen Unternehmen betrieben. Die Verbindung zwischen den nationalen Netzen werden manuell, halb- oder vollautomatisch hergestellt. Das Comité Consultatif International des Communications Télégraphiques et Téléphoniques (CCITT) hat für die Erleichterung des halb- und vollautomatischen Auslandsverkehrs einen internationalen Numerierungsplan aufgestellt, nach dem jedem Land eine eigene ein- bis dreistellige → Länderkennzahl zugeteilt ist. Damit halb- und vollautomatische Verbindungen in guter Ausführung und bei zufriedenstellender Wirtschaftlichkeit hergestellt werden können, wurde ein internationaler → Leitwegplan geschaffen → öffentliches Fernsprechnetz.

Literatur: R. Führer, Landesfernwahl — G. Seelmann-Eggebert, Fernwahlsysteme in der Welt, CCITT Blaubuch, Bd. VI.

Socher

Fernsprechnetz für die elektrische Zugförderung. Zur Übermittlung eiliger Schaltbefehle zwischen den Kraftwerken, Befehlsstellen und Unterwerken betreibt die DB ein F. Da es sich hier um ein reines Kommandonetz mit nur kurzen Befehls- oder Meldegesprächen handelt, genügen dünne Bündel. Außerdem gibt es an jeder elektrifizierten Bahn eine Verbindung in Bezirkstechnik, in die jeder Bahnhof und über Schlüsselschalter jeder Fernsprechkasten eingeschaltet ist. Diese Bezirksverbindungen führen nach dem nächsten Unterwerk und dienen der Übermittlung von Meldungen und Schaltbefehlen bei Unterhaltungsarbeiten und Unregelmäßigkeiten. Im F. ist das Aufschalten auf besetzte Verbindungen durch bestimmte Stellen möglich.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1963.

Fernsprecher OB (Ortsbatterie) 33, Einsatz bei der DB. OB-Technik wird besonders für Verbindungen des eigentlichen Betriebsdienstes verwendet. Streckenfernsprechverbindungen und teilweise Bezirksfernsprechverbindungen werden mit F. betrieben.

Fernsprechordnung (FeO) vom 24. 11. 1939 (Amtsbl. S. 859 = BGBl. III 9026-1). Die FeO gehört zum → Benutzungsrecht und regelt die Rechtsbeziehungen zwischen der DBP und den Benutzern ihrer Anlagen auf dem Gebiet des Fernsprechwesens. Sie beruht auf § 4 des Gesetzes zur Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung vom 27. 2. 1934 (RGBl. I S. 130). Bestandteile der FeO sind die → Ausführungsbestimmungen vom 24. 11. 1939 (Amtsbl. S. 913 = BGBl. III 9026-1-1), die ihre Rechtsgrundlage ebenfalls in § 4 des Gesetzes vom 27. 2. 1934 finden, sowie die Anlagen 1 bis 3, die die Erklärung des Grundstückseigentümers (→ Privatgrund), die Gegenerklärung der DBP (→ Haftung der DBP) und die Fernsprechgebührenvorschriften zum Gegenstand haben. Die FeO besteht aus sechs Teilen, wovon der I. Teil (§§ 1 bis 29) das öffentliche Fernsprechnetz und der II. Teil (§§ 30 bis 40) die im Rahmen der FeO den Benutzern zur Verfügung gestellten Dienste behandelt. Der III. Teil (§ 41) befaßt sich mit der → Haftung der DBP, der IV. Teil (§ 42) mit den Gebühren, der V. Teil (§ 43) mit der Fernmeldevollmacht, und Teil VI (§§ 44 f) enthält Schlußbestimmungen.

Innerhalb des I. Teils hat der Abschnitt A die Ortsnetze und die öffentlichen Sprechstellen zum Gegenstand, der Abschnitt B die Teilnehmereinrichtungen und der Abschnitt C das Teilnehmerverhältnis (→ Benutzungsverhältnis) mit den beiden Unterabschnitten »Allgemeine Bestimmungen« und »Zusätzliche Bestimmungen für Nebenstellenanlagen«.

Den Bestimmungen der FeO über das Teilnehmerverhältnis (§§ 10 bis 21) und über die Haftung kommt Bedeutung über den Rahmen des Fernsprechdienstes zu, da sie auf zahlreiche andere Benutzungsverhältnisse

auf dem Gebiet des Fernmeldewesens für anwendbar erklärt worden sind (§§ 32, 32a der Telegrafenordnung [TO]; § 20 Abs. 2, § 26 der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen [PrivFmAnlV]). Im Rahmen der → Allgemeinen Dienstanweisungen trägt die FeO bzw. TO die Bezeichnung ADA VI, 3A bzw. ADA VI, 1.
Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 150 ff. *Aubert*

Fernsprechseekabel → Seekabelaufbau, → Seekabelnetz.

Fernsprechteilnehmer ist der Träger der Rechte und Pflichten eines Fernsprechteilnehmerverhältnisses gemäß § 10 Fernsprechordnung. Als Inhaber eines Hauptanschlusses ist der F. auch Inhaber der ggf. zum Hauptanschluß gehörenden Nebenanschlüsse und anderen Teile der Nebenstellenanlage (→ Teilnehmereinrichtung).

Fernsprechteilnehmerverhältnis → Benutzungsverhältnis, → Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen.

Fernsprech-Telegrammaufnahme → Telegrammaufnahnahmen.

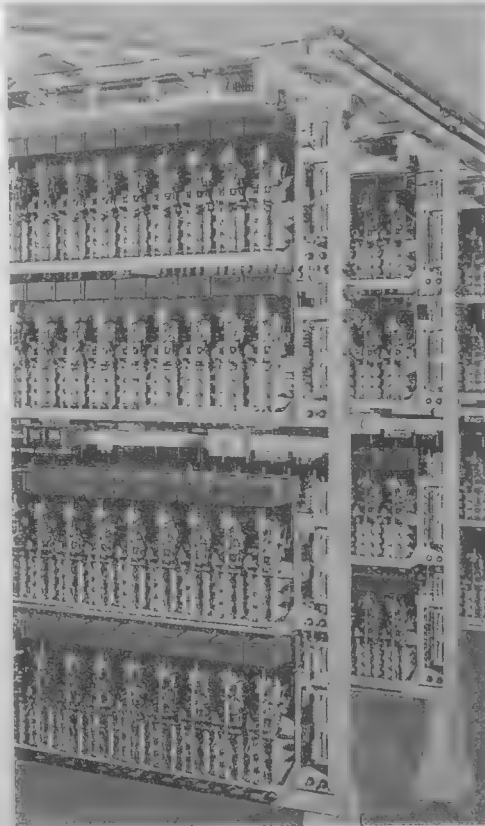
Fernsprechunterhaltungsbezirk (FeUBz). Es werden unterschieden: 1. FeUBz mit großer Kräftegruppe (> 16 Kräfte), neues Verfahren, 2. FeUBz mit nur 1 Beamten des mittleren technischen Fernmeldedienstes der DBP, altes Verfahren. Zu 1. Zu einem FeUBz eines Fernmeldeamts werden mehrere Ortsvermittlungsstellen und Fernvermittlungsstellen zusammengefaßt. Eine gemeinsame Kräftegruppe (> 16 mittlere Beamte) erledigt alle in den Vermittlungsstellen (VSt) anfallenden Arbeiten außer → Überholen von Hebdrehwählern und Drehwählern durch technische Bautrupps. Im F. werden im wesentlichen alle Arbeiten vom → Einsatzplatz UFe (EPl UFe) den Kräften mit Arbeitszetteln (Az) zugeteilt. Die Az enthalten Angaben über die zu bearbeitenden Einrichtungen und Aufzeichnungen von Betriebsdaten, Art und Lage von Fehlern, Erkennen von Fehlerschwerpunkten, Arbeitsaufwand. Kleinere VSt (< 1000 Anrufeinheiten (AE) im F. sind unbesetzt, größere VSt (> 3000 AE) erhalten eine Grundbesetzung.

Zu 2. Ein Beamter des mittleren Dienstes (Amtspfleger) nimmt den Pflegedienst (→ Entstören, technisches Überprüfen) in mehreren kleinen VSt und den Entstörungsdienst von Wählnebenstellen-Anlagen und ggf. Fernschreibern wahr. Das Entstören der Sprechstelleneinrichtung ist einem besonderen Beamten übertragen. Soweit die Prüftätigkeit nicht zu einem → Prüfbezirk zusammengefaßt ist, übernimmt der Sprechstellenentstörer auch das Prüfen der Einrichtungen in VSt des F. Das Bedienen der Signale obliegt in kleinen VSt einem → Betreuer. *Steinhoff*

Fernsprechverzweigungskabel dienen in unterirdischen Netzen dazu, die Fernsprechanschlußleitungen von den Linien- oder Kabelverzweigern oder, wo Verzweiger nicht benutzt werden, von den Verteilungspunkten der Hauptkabel aus auf die Endverzweiger oder Kabelaufführungen zu verteilen (→ Fernsprechkabel).

Fernsprechwählsysteme (vgl. auch → Kleinvermittlungsstellen) sind Wählsysteme der Ortsebene. In der Fernebene verwendet die DBP das → Fernwählsystem 62.

Fernsprechwählsystem 22. 1922 eingeführtes vollautomatisches Ortswählsystem, das als erstes in Deutschland in großem Umfang verwendet wurde. Einrichtungen des Systems sind nach ihrer schaltungstechnischen Anpassung an neuere Forderungen noch heute in Betrieb. Als Bauelemente werden Drehwähler in der Vorwahlstufe, Hebdrehwähler in den Gruppen- und der Leitungswahlstufe sowie Rundrelais 22 mit doppelten Silberkontakten benutzt.



Wählergestelle 22.

Jeweils 10 Wähler werden in waagerechten Rahmen zusammengefaßt, von denen je nach Ausführung 3–5 in einem offenen Gestell untergebracht werden können (s. Bild). Schaltungstechnische Besonderheiten des Systems sind:

1. Vom I. Gruppenwähler (I. GW) wird bei jeder Wahlserie über eine Steuerspannung auf der b-Ader das Umsteuern der nachfolgenden Schaltglieder von Heben auf Drehen (gesteuerte Wahl zur Freiwahl

bzw. Einerwahl beim Leitungswähler (LW) bewirkt (Fremdsteuerung).

2. Der Rufende wird aus dem I. GW, der Gerufene aus dem LW gespeist. Die beiderseitige gleichstrommäßige Abriegelung der Sprechadern erfordert eine Impulsumsetzung im I. GW, ermöglicht aber auch die Verwendung des Systems in großen Ortsnetzen bei großen Entfernungen zwischen I. GW und LW, sowie die Ausnutzung der Sprechadern für die Übertragung von Schaltkennzeichen.

3. Verbindungen werden nur vom Rufenden ausgelöst. Um Blockierungen zu vermeiden, ist eine Freischaltung möglich. Um unnötiges Drehen der Vorwähler zu vermeiden, werden diese abgeschaltet, wenn ihre Ausgänge besetzt sind.

4. In Ortsnetzen ohne handbediente Fernvermittlung werden Ortsfernleitungswähler (OFLW) verwendet, um Aufschaltungen auf Ortsverbindungen und ihr Trennen zu ermöglichen. Der Unterscheidung zwischen Orts- und Fernverbindung dient ein Fernkennzeichen, das nach den Wahlimpulsen von der ankommenden Übertragung angelegt wird. LW und OFLW werden zur Einsparung von Relaisstromkreisen mit Steuerschaltern, das sind 11- bzw. 16teilige Drehwähler, ausgerüstet. *Remer*

Fernsprechwählsystem 27. Weiterentwicklung des → Wählsystems 22. Es werden als neue Bauteile neben Rundrelais 26 mit senkrecht angeordneten Doppelkuppenkontakten, verbesserten Drehwählern → Hebdrehwähler 27, sog. Viereckwähler, verwendet.



Wählergestellrahmen 27.

Deren erheblich geringerer Raumbedarf ermöglicht eine neue Anordnung von 20 Wählern übereinander in einem Gestellrahmen und damit einen günstigeren Aufbau der Vermittlungsstellen (s. Bild). Wichtigste schaltungstechnische Neuerung ist die Einführung einer Eigensteuerung für die II. Gruppenwähler (II. GW) und Leitungswähler (LW) durch abfallverzögerte Relais anstelle der Fremdsteuerung vom I. GW. Für den II. GW werden statt 4 nur noch 3 Relais benötigt, die zusammen die Bauhöhe des Hebdrehwählers 27 besitzen. In den LW werden weiterhin Steuerschalter zur Einsparung von Relaisstromkreisen verwendet. Statt der Freischaltemöglichkeit des Systems 22 ist beim LW ein Blockadesignal eingeführt. Der Fernverkehr wird wie im System 22 über OFLW (Ortsfernleitungswähler) abgewickelt. *Remer*

Fernsprechwählsystem 29. Ortswählsystem, das weitgehend dem → System 27 entspricht. Die bisher verwendeten Rundrelais und kleinen Flachrelais werden durch das Flachrelais 29 ersetzt. Durch andere Kontaktbestückung der Relais sind die nur geringfügigen schaltungstechnischen Abweichungen vom System 27 bedingt.

Wichtigere Änderungen sind später mit der Beseitigung der Gruppenabschaltung im I. Vorwähler 31, wenn alle Ausgänge besetzt sind, und mit der Abschaffung der Ortsfernleitungswähler (OFLW) eingeführt worden. Die Leitungswähler (LW) mit nur ortsmäßiger Betriebsweise mußten dafür in ihrer Schaltkennzeichengabe von den alten Kennzeichen (AKZ) auf Regelkennzeichen (RKZ) umgestellt werden, um besondere Anpassungsübertragungen zu vermeiden. Fernverbindungen werden dann gegenüber Ortsverbindungen nicht mehr bevorzugt.

Fernsprechwählsystem 40. Weiterentwicklung des Wählsystems 29, von dem es sich durch Verbesserungen und Vereinfachungen der Wählerschaltungen unterscheidet, während die Bauteile (Flachrelais 28, Viereckwähler 27) sowie der Aufbau der Wähleinrichtungen unverändert bleiben. Verbesserungen werden erreicht durch symmetrische Speisung der Sprechstellen im I. Gruppenwähler und Leitungswähler, Verringerung der Dämpfung durch geänderte Abriegelung der Teilnehmerleitung und Erhöhung der Drehgeschwindigkeit der Gruppenwähler durch ein im Dreitakt arbeitendes Unterbrecherspiel zwischen Drehmagnet und Unterbrecherrelais. Im verbesserten Leitungswähler (LW 40) wird der Steuerschalter durch Relais ersetzt; der Wähler enthält insgesamt 9 Flachrelais. Ein besonderer Leitungswähler (LW 40/3) erlaubt die Durchwahl zu Gemeinschaftsanschlüssen.

Fernsprechwählsystem 50. Letztes bei der DBP eingeführtes Hebdrehwählersystem, das nach dem Krieg entwickelt wurde und sich vom Wählsystem 40 durch verschiedene betriebliche Verbesserungen und zusätzliche neue Leistungsmerkmale unterscheidet, um insbesondere den Erfordernissen des Selbstwählferndienstes gerecht werden zu können. Hierzu gehören u. a. die Impulskennzeichen (IKZ) auf der Fernnetzebene unter gleichzeitiger Beibehaltung der im reinen Ortsverkehr bisher verwendeten Gleich-

strom-Dauerzeichen, das Wahlendezeichen, um zentrale Einrichtungen frühzeitig freischalten zu können, die Besetztrückmeldung und die Mehrfachzählung während des Gesprächs. Die Impulskennzeichen bedingen vor allem neue Schaltungen für die Ortsfernleitungswähler (OFLW), die auch diese Kennzeichen aufnehmen bzw. als Rückwärtskennzeichen

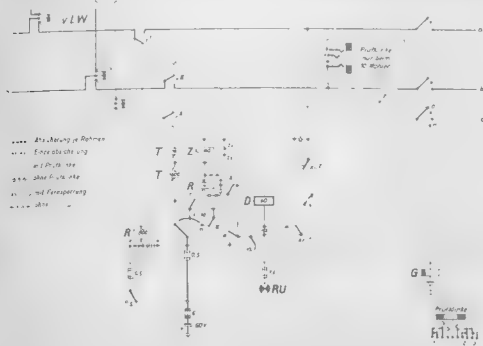


Bild 1. I. Vorwähler 50.

aussenden können, teilweise in Zusammenarbeit mit der ankommenden Übertragung. Das Wählsystem 50 arbeitet mit den Systemen älterer Art zusammen, ohne daß diese angepaßt werden mußten. Als Bauteile werden verbesserte Flachrelais 48 und geringfügig geänderte Wähler mit den bisher üblichen Schrittschaltwerken verwendet.

Der dem Fernsprechanschluß individuell zugeordnete **Vorwähler 50 (VW)** hat die Aufgabe, nach Abnehmen des Handapparates einen freien I. Gruppenwähler (GW) auszusuchen. Der VW enthält neben dem Drehwähler 2 Relais, von denen das R-Relais die Sprechadern überwacht. Es zieht bei Schleifenschluß an und läßt mit Hilfe des Relaisunterbrechers den Drehwähler an, der in freier Wahl einen belegungsfähigen I. GW sucht. Durch das T-Relais wird der Drehvorgang beendet, sobald ein freier I. GW gefunden ist, das R-Relais wird abgetrennt und die Sprechadern durchgeschaltet. Bei ankommenden Verbindungen wird das R-Relais ebenfalls durch das T-Relais von den Sprechadern abgeschaltet (Bild 1).

Um von einem Anschluß mehr als 10 I. GW erreichen zu können und damit bessere Bündelleistungen zu

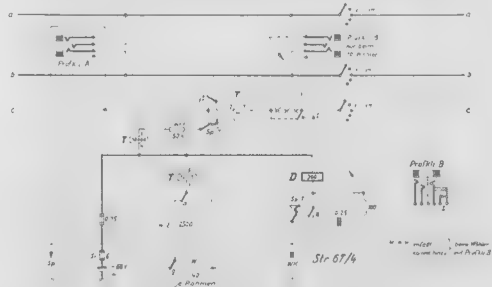


Bild 2. II. Vorwähler 50.

erzielen, wird dort, wo es wirtschaftlich ist, eine **doppelte Vorwahl** über I. und II. VW verwendet. Der II. VW enthält neben dem Drehwähler nur ein Relais (Bild 2). Er arbeitet mit **Voreinstellung**, d. h., er wird bereits vor einer Belegung auf einen

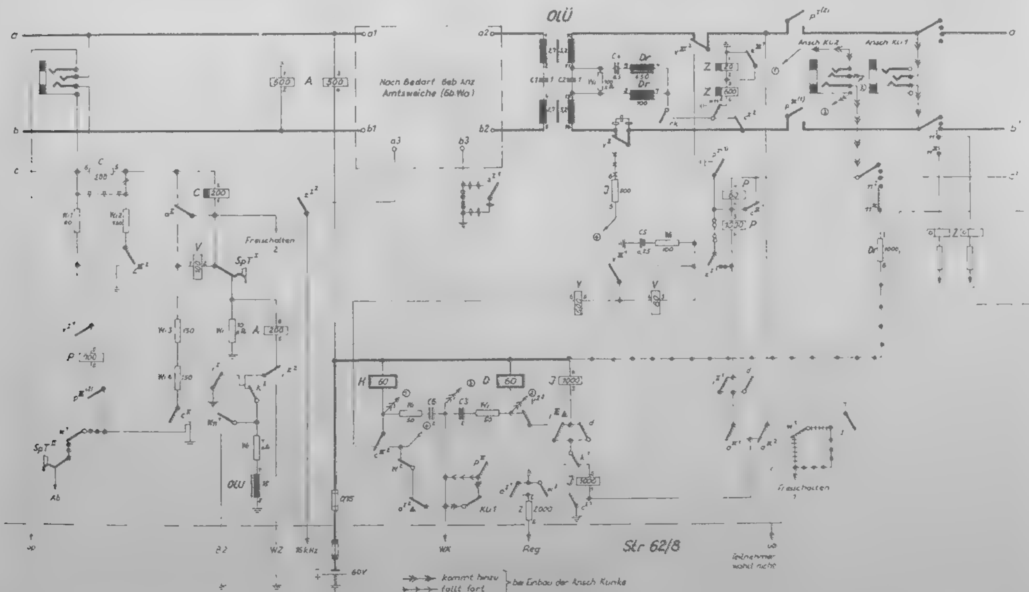


Bild 3. I. Gruppenwähler 50 a.

freien I. GW eingestellt, der jedoch erst beim Aufprüfen eines I. VW auf den II. VW belegt wird. Bis zu 20 II. VW können gleichzeitig auf denselben I. GW voreingestellt werden, sie werden bei dessen Belegung abgeworfen und stellen sich auf den nächsten freien I. GW ein.

Der I. Gruppenwähler 50 (I. GW) enthält neben dem Hebdrehwähler u. a. 6 Relais und ein Drossel-Kondensatorglied bzw. einen Ortsleitungsübertrager (OLÜ) bei I. GW 50a (Bild 3) zur Abriegelung des Speisestromkreises gegen den Übertragungsstromkreis.

Bei der Belegung sprechen die Relais A, C und I an. Das A-Relais dient der Aufnahme und Weitergabe der vom Teilnehmer gesendeten Impulsserien und als Speiserelais, das C-Relais als Belegungsrelais, während das I-Relais das Wählzeichen anschaltet und später als Unterbrecherrelais für den Dreh-Stromkreis arbeitet. Das A-Relais steuert den Hebmagneten, der das Einstellglied des Wählers in die gewünschte Dekade hebt. Gleichzeitig überwacht das Wahlbegleitrelais V mit einer Zeitschaltung die Impulsserie und veranlaßt die Freiwahl in der gewählten Dekade. Hierbei prüft das P-Relais die abgehenden c-Adern auf einen freien II. GW. Es zieht an, sobald der erste freie Wähler gefunden ist, setzt dabei den Drehmagneten still, schaltet die Sprechadern durch und sperrt den Wähler gegen andere Belegungen. Bei Wahl der nachfolgenden Ziffern gibt das A-Relais die Stromstöße als Erdimpulse auf der a-Ader weiter. Zur Zählung während des Gespräches bei abgehenden SWFD-Verbindungen wird das Z-Relais mit dem Richtungskontakt an die b-Ader angeschaltet und nimmt die einlaufenden Impulse auf, bei Ortsgesprächen wird das Z-Relais nach dem Gespräch an die b-Ader geschaltet und spricht auf die Zählspannung vom Leitungswähler

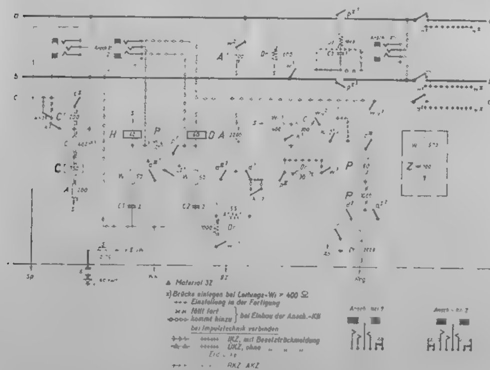


Bild 4. II./V. Gruppenwähler 50.

an, es bewirkt die Fortschaltung des Gesprächszählers und ggf. die Aussendung von 16 kHz-Impulsen über eine im Sprechstromkreis liegende Weiche zur Steuerung eines Gebührenanzeigers beim Teilnehmer. Das Auslösen des I. GW wie auch der VW wird durch Auftrennen der Teilnehmerschleife beim Auflegen des Handapparates veranlaßt.

Die II. Gruppenwähler 50 (II. GW) der zweiten und folgenden Gruppenwahlstufen unterscheiden sich nicht voneinander. Sie enthalten 3 Relais (Bild 4).

Beim Aufprüfen des I. GW sprechen das Belegungsrelais C und das auch als Steuerrelais (Wahlbegleitrelais) ausgenutzte Prüfrelais P an. Das A-Relais nimmt die Wahlimpulse (Erdimpulse auf der a-Ader) auf und steuert über den Hebmagneten das Einstellglied des Wählers in die gewünschte Dekade. Nach der Impulsserie fällt das P-Relais ab und leitet damit die Freiwahl ein. Es prüft die abgehenden c-Adern auf ein freies nachfolgendes Schaltglied, trennt dann den Drehstromkreis auf und schaltet die Sprechadern durch. Wenn kein freier Ausgang vorhanden ist, wird über die Wicklungen einer Drossel der Besetztton übertragen und gleichzeitig an die b-Ader Erde und an die a-Ader Spannung als Besetztrückmeldung angelegt. Die Auslösung wird vom I. GW durch Auftrennen der c-Ader eingeleitet.

Der Ortsfernleitungswähler 50 (OFLW) (Bild 5) ist für den ankommenden Orts- und Fernverkehr mit ihren Unterschieden in der Kennzeichengabe und der Aufschaltemöglichkeit geeignet. Die Schaltung umfaßt u. a. 11 Relais, lediglich in der Ausführung 50a für Zweieranschlußgruppen werden 12 Relais benötigt. Bei ankommendem Ortsverkehr spricht das Belegungsrelais C an und bereitet die weiteren Schaltvorgänge vor. Die Wahlimpulse werden vom Impulsrelais E aufgenommen und zur Steuerung des Hebmagneten weitergegeben. Im Zusammenspiel mit dem Steuerrelais V und dem Umsteuerrelais U wird am Ende der Impulsserie für die letzte Stromstoßreihe vom Heb- zum Drehmagneten umgeschaltet. Wenn der Wähler eingestellt ist, prüft das P-Relais nach einer gewissen Verzögerungszeit auf die VW-Schaltung des angewählten Teilnehmers auf und schaltet bei unbelegtem Anschluß die c-Ader niederohmig, das Schleifenüberwachungs- und Speiserelais A an die Sprechadern und veranlaßt die Aussendung des ersten Rufes und die Rückgabe des Freitones zum rufenden Teilnehmer. Beim Melden des Gerufenen zieht das A-Relais an und schaltet die Sprechadern durch, die Zählspannung an die b-Ader und markiert den Wähler als ortsbesetzt. Bei Sammelanschlüssen dreht der OFLW, wenn die erste Leitung besetzt ist, selbsttätig weiter, bis das P-Relais anziehen kann. Ist der Gerufene besetzt, erhält der Rufende den Besetztton. Die gleichzeitige Besetztrückmeldung wird im Ortsverkehr nicht ausgewertet.

Bei Fernverbindungen muß der OFLW noch mehrere zusätzliche Schaltkennzeichen aufnehmen bzw. zurückgeben. Unter anderem wird zu Beginn der Wahlimpulsserien vom letzten impulsumsetzenden Schaltglied der Fernnetzebene ein Fernkennzeichenimpuls auf die b-Ader gegeben. Zusammen mit der vom OFLW bei der Einerwahl angelegten Wahlendeerde wird daraus der Wahlendeimpuls geformt, der der Freischaltung nur beim Verbindungsaufbau benötigter, zentraler Einrichtungen der Fernnetzebene dient. Mit Hilfe des Kennzeichenrelais I wird

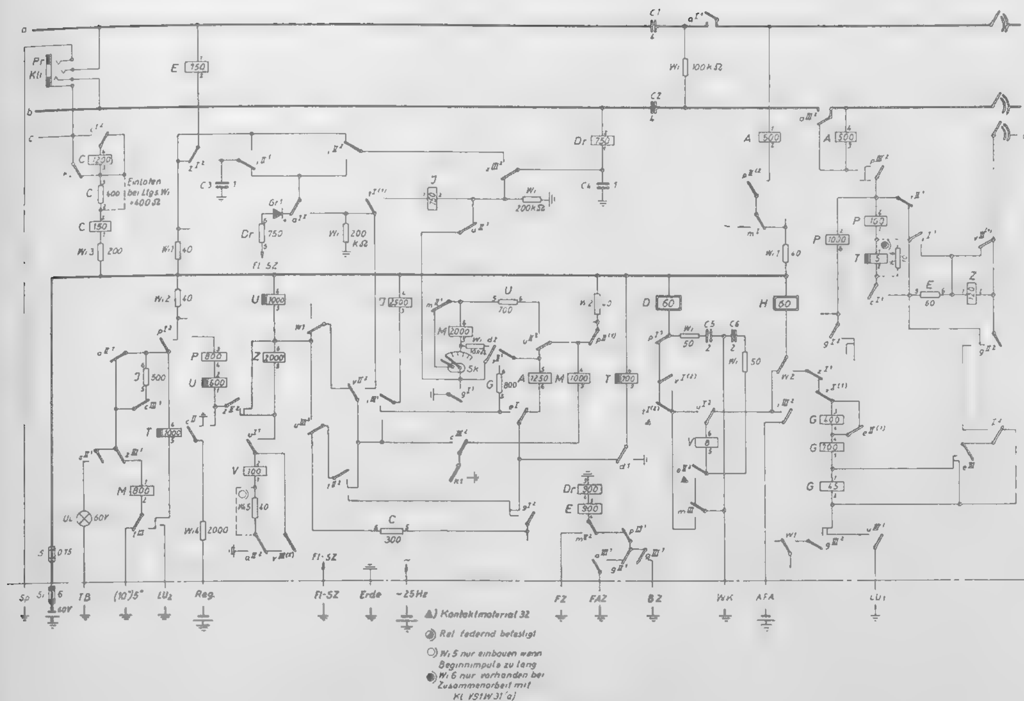


Bild 5. Ortsfernleitungswähler 50.

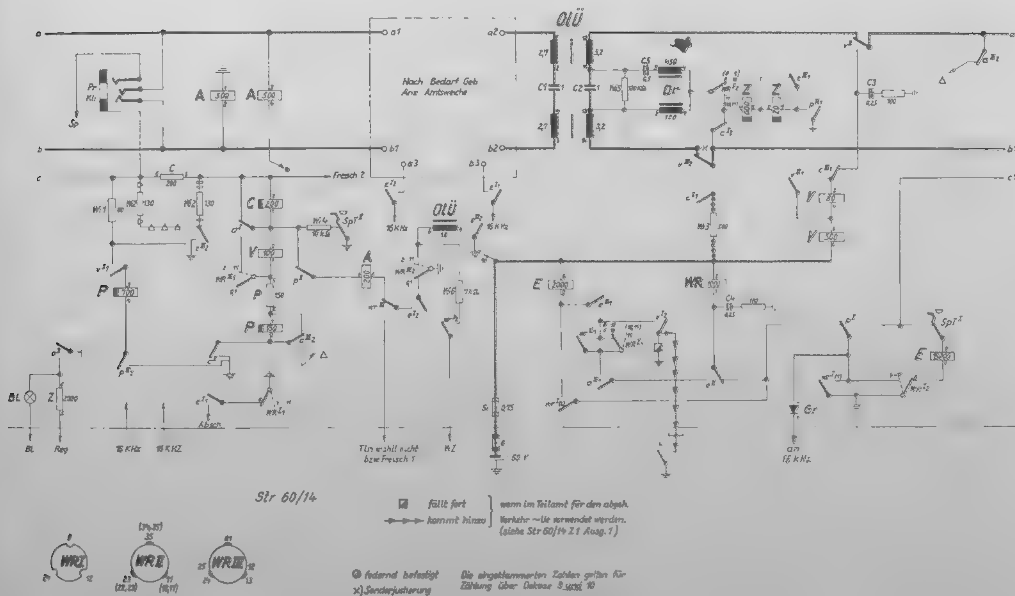


Bild 6. Stromstoßübertragung 50 a.

beim Melden des Gerufenen das Beginnzeichen als Impuls zurückgegeben und der Anschluß durch unmittelbare Erdung der c-Ader als fernbesetzt gekennzeichnet. Während bei ortsbesetzten Anschlüssen eine Fernamtsaufschaltung möglich ist, bei der dem sprechenden Teilnehmer ein handvermitteltes Ferngespräch angekündigt werden kann, ist bei fernbesetzten Anschlüssen nur ein Ausnahmefernamtsaufschalten möglich. Das Auslösen des OFLW wird durch Auftrennen der Teilnehmerschleifen beim Auflegen der Handapparate des Rufenden und Gerufenen veranlaßt.

In Teilvermittlungsstellen mit geringem Internverkehr werden anstelle der I. GW Stromstoßübertragungen 50 (StrUe) (Bild 6) verwendet, die mit WR an. Das A-Relais dient der Aufnahme und Weitergabe der Wahlimpulse und als Speiserelais, C ist das Belegungsrelais, V Verzögerungsrelais und P Hilfsrelais für Belegung, Zählung und Auslösung. Das Wählerrelais WR wird für die Mehrfachzählung während des Gespräches benötigt. Das Auslösen der StrUe wie auch der VW wird durch Auftrennen der Teilnehmerschleife beim Auflegen des Handapparates veranlaßt.

In Teilvermittlungsstellen mit großem Internverkehr werden anstelle von Stromstoßübertragungen Umsteuerwähler 50 (UW) für 2 Richtungen (UW 50/1) (Bild 7) verwendet oder, wenn eine weitere Richtung angesteuert werden soll, UW 50/2. UW 50/1 enthalten u. a. 2 Drehwähler und 10 Relais. Der erste Dreh-

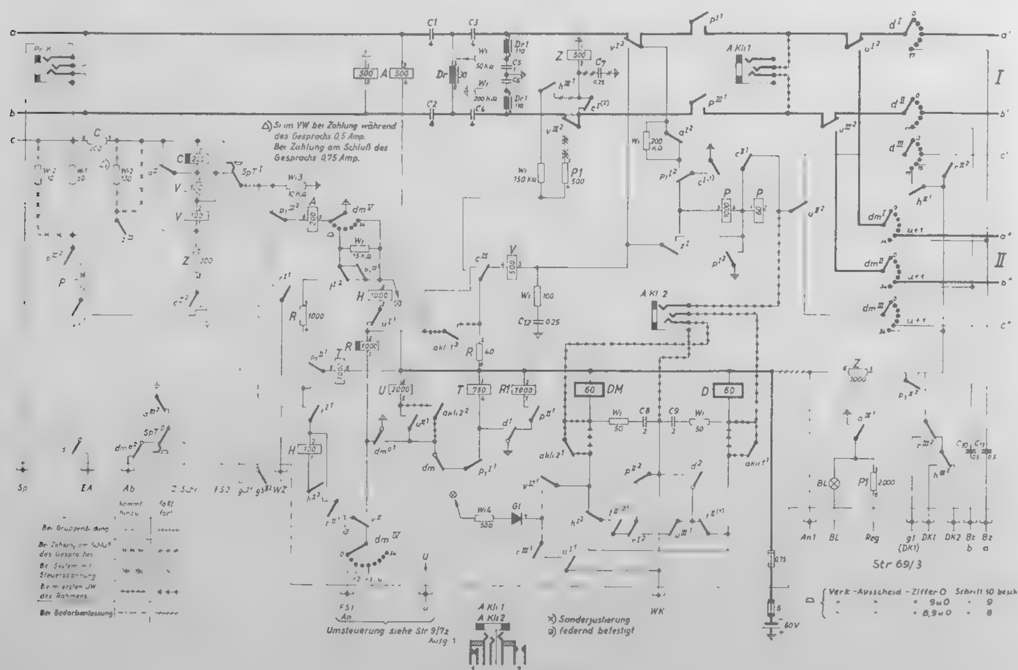


Bild 7. Umsteuerwähler 50/1.

I./II. Gruppenwählern (I./II. GW) in der Vollvermittlungsstelle fest gekoppelt sind. Die StrUe dienen im wesentlichen der Speisung der rufenden Sprechstelle, der Übermittlung des Wählzeichens, der Trennung des Speisestromkreises vom Übertragungsstromkreis, der Übertragung der Wahlimpulse und der Zählung sowie der Einleitung des Auslösens, während die reinen Wähleraufgaben der I. GW-Stufe von den I./II. GW, d. s. schaltungstechnisch II. GW, übernommen werden. StrUe enthalten u. a. 6 Relais und ein Wählerrelais. Im Ruhezustand ist das E-Relais über C im I./II. GW angezogen. Bei der Belegung sprechen die Relais A, C, V, P und wähler D sucht nach der Belegung eine freie Leitung zur Vollvermittlungsstelle. Die einlaufenden Wahlimpulse werden vom A-Relais als Erdimpulse an die folgenden Wahlstufen weitergegeben und dienen gleichzeitig der Einstellung des zweiten Drehwählers Dm im UW. Beim Aufbau einer Verbindung über die Hauptrichtung wird Dm nach der ersten, zweiten oder dritten Impulsserie abgetrennt. Bei Wahl der ein- bis dreiziffrigen Umsteuerkennzahl werden dagegen die a-, b-, c-Adern von D auf Dm umgeschaltet, die in der Hauptrichtung eingestellten Wähler freigegeben und von Dm eine freie Leitung der Umsteuerrichtung gesucht. Ist in der Hauptrichtung

keine freie Leitung vorhanden, so kann dennoch eine Verbindung in der Umsteuerrichtung aufgebaut werden. Sind alle Leitungen in der Umsteuerrichtung belegt, so kann die Verbindung auch über freie Leitungen zur Vollvermittlungsstelle als Umwegverbindung geführt werden.

Literatur: J. Abart, Das Fernsprechwählsystem 50 für den Ortsdienst FTZ 5 (1953) — R. Krause, Ortsämter mit Wählbetrieb E. Herzog, Goslar 1962. *Remer*

Fernsprechwählsystem 55. 1955 bei der DBP eingeführtes Orts-Wählsystem, das weitgehend bestimmt wird durch die Verwendung von → Edelmetall-Motordrehwählern (EMD-Wähler). Der Entwicklung lagen die gleichen Schaltkennzeichen und Bedingungen zugrunde wie dem → Fernsprechwählsystem 50, darüber hinaus wurden Verbesserungen der Übertragungs- und Betriebsgüte, der Vermittlungseigenschaften und des Aufwandes für die Unterhaltung angestrebt und erreicht.

Das F. ist ebenso wie alle bisherigen Hebdrehwählersysteme der Bundespost ein System mit direkt vom Nummernschalter des Teilnehmers gesteuerten Gruppen- und Leitungswählern. In der Vorwahlstufe werden jedoch Anrufsucher verwendet.

Sowohl für die Anrufsucher (AS) als auch für die Gruppenwähler (GW) sind fast immer vierarmige Motorwähler als 100teilige Wähler eingesetzt. In einzelnen Fällen können jedoch auch 200teilige Wähler, insbesondere als I. GW in großen Ortsnetzen und als AS in Vermittlungsstellen bis zu 1000 Anrufeinheiten, wirtschaftliche Vorteile bieten. Der Motorwähler wird sowohl in VollVSt als auch in TeilVSt mit und ohne Umsteuerung als Einheits-Wähler in allen Wahlstufen eingesetzt.

Bei Vollvermittlungsstellen fassen die AS den abgehenden Verkehr von 100 Teilnehmern zusammen. Zehn Schritte bleiben für die Beschaltung mit Sondereinrichtungen wie Zweieranschlüssen, Wählsternschaltern, Münzfernsprechern usw. frei. Die Grundlast wird über die ASg unmittelbar und der Spitzenverkehr über die I. und II. AS den I. GW zugeführt. Nur bei VSt bis zu 1000 Anrufeinheiten sowie bei Verkehrswerten über 9 Erlang in einzelnen Hundertergruppen ist die Einfügung von II. AS nicht wirtschaftlich. Bei Verkehrswerten von etwa 3 bis 4,8 Erlang ist in kleinen VSt ohne II. AS die Bildung von 200er-Gruppen mit Hilfe von 200teiligen ASg, die unmittelbar mit I. GW gekoppelt sind, vorteilhaft.

Die wirtschaftlichste Zahl der I. AS beträgt unabhängig vom Verkehrswert stets 5. Bei der Ermittlung der Zahl der II. AS ist zu berücksichtigen, daß die I. AS nur den Spitzenverkehr übernehmen. Die AS werden durch Anrufordner auf den rufenden Teilnehmer eingestellt.

Die normalen I. GW sind so ausgeführt, daß 109 Ausgänge mit abgehenden Leitungen beschaltet werden können. Die Gruppen 1—9 besitzen je 10 und die Gruppe 0 19 Ausgänge. Drei Schritte stehen für Prüfzwecke zur Verfügung. 200teilige I. GW mit 20 Ausgängen je Gruppe sind wirtschaftlich, wenn die Mehrkosten für die 200teiligen Wähler kleiner sind als die Einsparungen, die man im Verbindungskabelnetz und der II. GW-Stufe erzielen kann. Die Einsparungen an Leitungen betragen bei gemischten 20er-Bündeln gegenüber 10er-Bündeln etwa 20 %.

Die II. bis IV. GW haben in der Regel 10 × 10 Ausgänge. Für Sonderfälle steht eine Ausführung zur Verfügung, die gestattet, zwei 10er-Bündel zu einem 20er-Bündel zusammenzufassen. Diese können eingesetzt werden, wenn einzelne Gruppen nicht benötigt werden. Die 20er-Bündel können durch Umlöten eines Drahtes im Gestellrahmen jederzeit wieder in 10er-Bündel aufgeteilt werden (Bild 1).

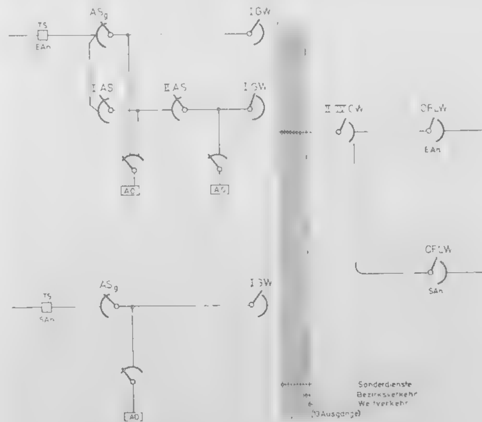


Bild 1. Übersichtsplan einer Vollvermittlungsstelle 55.

Bei den Leitungswählern unterscheidet man verschiedene Ausführungen, und zwar im wesentlichen Gruppen für Einzelanschlüsse und Gruppen für Einzel- und Sammelanschlüsse.

In Direktwahl-Systemen ist es zweckmäßig, durch Bildung von → Teilvermittlungsstellen die Vermittlungseinrichtungen zu dezentralisieren und dadurch erhebliche Kosten im Leitungsnetz einzusparen.

TeilVSt ohne Umsteuerung werden eingerichtet, wenn der Internverkehr nicht allzu groß und die Verbindungsleitungen zur VollVSt nicht sehr lang sind. In großen Ortsnetzen ist im allgemeinen der Internverkehr klein, so daß dort fast immer TeilVSt ohne Umsteuerung wirtschaftlich sind.

Der abgehende Verkehr wird in der Regel über I. AS, II. AS und Stromstoßübertragungen zur VollVSt geführt, wo I./II. GW die erste Impulsreihe aufnehmen. Aus schaltungs- und bautechnischen Gründen sind die II. AS und die Stromstoßübertragungen zu einer Einheit zusammengefaßt. Die AS werden mit Hilfe von Anrufordnern eingestellt. In kleineren TeilVSt bis zu einem Endausbau von etwa 300 Anrufeinheiten und bei Verkehrswerten einzelner Hundertergruppen über 15 Erlang kann es bei nicht allzu großen Entfernungen von der VollVSt

wirtschaftlich sein, die I. AS wegzulassen. In ankommender Richtung unterscheidet sich eine TeilVSt nicht von einer VollVSt (Bild 2).

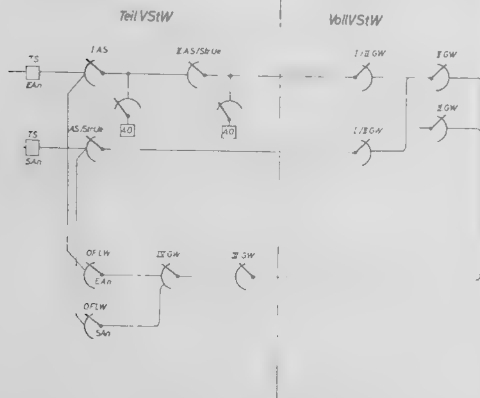


Bild 2. Übersichtsplan einer TeilVStW ohne Umsteuerung.

In TeilVSt mit Umsteuerung tritt anstelle der AS mit Stromstoßübertragungen ein Umsteuergruppenwähler (UGW). Bei der Belegung stellt sich der zum UGW gehörige Motorwähler auf eine freie Leitung zur Vollvermittlungsstelle ein und belegt dort den I./II. GW. Wird eine Rufnummer der TeilVSt gewählt, so läuft der Motorwähler zunächst auf einen Rastschritt, sobald der UGW die Kennzahl für interne Umsteuerung erhalten hat. Die nächste Ziffer stellt den Motorwähler in einer Gruppenwahl auf eine der internen Wählergruppen ein. Gegenüber der bisherigen Technik in Viereckwählerämtern mit Umsteuerwählern wird dadurch im Internverkehr eine Gruppenwahlstufe eingespart (Bild 3).

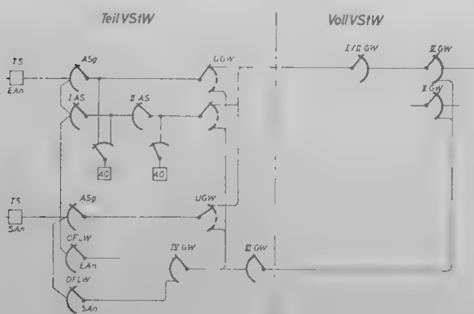


Bild 3. Übersichtsplan einer TeilVStW 55 mit Umsteuerung.

Mit Ausnahme der Schaltungen in der Vorwahlstufe haben die einzelnen Schaltglieder dieselben Aufgaben zu erfüllen wie die entsprechenden Schaltglieder des -> Fernsprechwählsystems 50. Die Schaltkennzeichen sind die gleichen. Unterschiede in den Schaltungen ergeben sich lediglich aus den Anforderungen, die der Motorwähler an den Stromverlauf stellt.

Die Teilnehmerschaltung für Einzelanschlüsse (TS) ist einerseits mit dem Hauptverteiler und einem Leitungswählerausgang und andererseits mit dem Anrufsuchervielfach verbunden. Sie stellt eine Weiche dar und besteht aus einem kleinen Doppelrelais.

Wenn ein Teilnehmer seinen Hörer abnimmt, um eine abgehende Verbindung herzustellen, spricht das R-Relais über die Teilnehmerschleife an. Ein Anrufsucher (AS) wird über den rI-Kontakt zum Drehen veranlaßt; er sucht die über den rII-Kontakt markierte TS auf, schaltet die a- und b-Adern zum ersten Gruppenwähler (I. GW) durch und legt an die c-Ader Erde an, so daß R über die 350-Ohm-Wicklung gehalten wird und T anspricht. Bei abgehenden Fernverbindungen wird der Anschluß

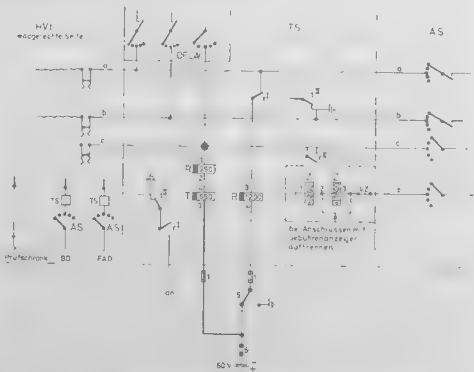


Bild 4. Teilnehmerschaltung für Einzelanschlüsse.

durch Anlegen direkter Erde an die c-Ader im I. GW ferngesperrt. Durch die t-Kontakte werden die a- und b-Adern potentialfrei geschaltet und die Anlassung des AS abgetrennt. Wenn der Teilnehmer nach Beendigung des Gesprächs den Hörer auflegt, wird die Erde von der c-Ader abgeschaltet, R- und T-Relais fallen ab und schalten die R 1200-Ohm-Wicklung wieder an die a- und Erde an die b-Ader. Über die z-Ader wird der Gesprächszähler durch Spannungsimpulse weitergeschaltet.

Bei ankommenden Verbindungen legt der Ortsfernleitungswähler (OFLW) an die c-Ader Erde, erregt dadurch das R- und T-Relais und sperrt bei Ortsverbindungen über 80 Ohm und bei Fernverbindungen durch direkte Erde den Anschluß gegen weitere Belegungen.

Für Betriebsumschaltungen sind nicht mehr Trennsteckverteiler im Wählersaal, sondern Schaltstreifen auf der waagerechten Seite des Hauptverteilers vorgesehen. Mit besonderen Steckern und Verbindungsschnüren können Teilnehmer gesperrt oder auf Auftragsdienst, Bescheiddienst und auf andere Einrich-

tungen wie Zählvergleichseinrichtung oder Prüfschrank geschaltet werden (Bild 4).

Während der Suchzeit des AS ist die TS gegen ankommende Belegungen nicht gesperrt; ankommende Verbindungen haben also Vorrang. Dies ist bei Einzelanschlüssen erwünscht, bei Sammelanschlüssen dagegen nicht. Deshalb wird bei Teilnehmerschaltung für Sammelanschlüsse die c-Ader sofort nach der Belegung der TS durch die abgehende Verbindung gesperrt. Eine ankommende Verbindung wird dann über die nächste freie Leitung zur Nebenstellenanlage geleitet. Zu diesem Zweck wird vom LW-Vielfach außer der c2-Ader auch die c1-Ader zur TS geführt. Durch einen r-Ruhekontakt wird die direkte Erde von der c1-Ader abgetrennt, sobald die TS abgehend belegt wird. Die c1-Ader der ersten Leitung eines Sammelanschlusses wird zusätzlich über 1000 Ohm mit Erde verbunden. Bei besetzter erster Leitung wird der OFLW über diese Erde zum Weiterdrehen veranlaßt. Die c1-Ader der letzten Leitung wird unmittelbar geerdet, damit der OFLW auch bei besetzter Leitung stillgesetzt wird. Bei den übrigen Leitungen genügt das Öffnen von r I, um die Teilnehmerschaltung als besetzt zu kennzeichnen. Die Funktionen der R- und T-Relais sind sonst dieselben wie bei der Teilnehmerschaltung für Einzelanschlüsse (Bild 5).

Ein Teil der AS der ersten Stufe, Anrufsucher für Grundverkehr (ASg) führt den Grundverkehr und verbindet die Anschlußleitungen unmittelbar mit den I. GW. Die Einstellung der AS wird durch Anrufordner (AO) gesteuert. Durch die

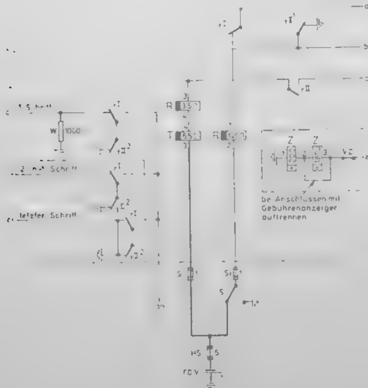


Bild 5. Teilnehmerschaltung für Sammelanschlüsse.

Zusammenfassung der Einstellaufgaben aller AS eines Gestellrahmens in AO wird eine wesentliche Einsparung an Schaltmitteln erzielt. Ein AS-Gestellrahmen besitzt zwei AO, von denen jeder der Hälfte der TS im Regelverkehr dient. Im Störungsfalle kann jeder der beiden AO von allen TS eines Gestellrahmens zum Einstellen eines AS veranlaßt werden. Die II. AS übernehmen den Verkehr der I. AS und leiten ihn dem I. GW zu. Die Schaltungen der ASg und II. AS sind gleich. Im Ruhezustand ist bei freien AS das Y-Relais über die 15 000-Ohm-Wicklung und den g-Kontakt der Abschaltung und das H-Relais über die 10 000-Ohm-Wicklung, dem Arm I des AO und Spannung vom I. GW erregt. Nimmt ein Teilnehmer den Hörer ab, dann spricht über die Anlaßleitung das D-Relais an, das mit dem d I 1-Kontakt das W-Relais unter Strom setzt. Die w-Kontakte legen über die IV-, V- und VI-Schaltarme des Wählers WK-Erde und die Funkenlöschung an den Motor des AS, der dann die TS, die durch Spannung an c markiert ist, sucht. Der Motor des AS läuft dabei mit m 1 und m 2 in Selbststeuerung. Sobald das schnelle Prüfrelais P die Spannung am c-Ast über den Schaltarm II des AO und den Schaltarm IV/VIII des AS findet, wird es erregt und schaltet mit dem p II 2-Kontakt beide Magnete des Motors parallel. Der Wähler wird nun im Bremsfeld der Magnete in gedämpften Schwingungen stillgesetzt. P bringt über p II 1 das Ph-Relais, das mit ph III 2 den Kurzschluß des Motorstromkreises übernimmt. Ph legt seine 340-Ohm-Wicklung ebenfalls an die c-Ader und hält sich außerdem über den ph I 2-Kontakt und seine 1800-Ohm-Wicklung.

Das C-Relais im AS und die Andruckmagnete ziehen über den ph I 3-Kontakt und den Schaltarm III an. Über die C 80-Ohm-Wicklung und den c II-Kontakt wird ein Haltestromkreis für das C-Relais geschlossen und gleichzeitig der I. GW belegt. Die Andruckmagnete schalten die Sprechadern und die c III 1- und c III 2-Kontakte die d- und z-Adern zum I. GW durch. Die Andruckmagnete halten sich über den 1800-Ohm-Widerstand und den c I 1-Kontakt.

Der AO muß vorbereitend auf den nächsten freien AS weiterdrehen. Durch den ph III 3-Kontakt wird das H-Relais abgeworfen. Dieses öffnet mit h III 1 den Anlaßstromkreis, so daß E, das nicht mehr kurzgeschlossen ist, ansprechen kann. Der e III 2-Kontakt schließt das D-Relais und e I 1 das P-Relais kurz, so daß diese abfallen. Nach D fällt das W- und das E-Relais wieder ab. Durch das Öffnen des e III 1-Kontaktes wird Ph zum Abfall gebracht, das über ph III 1 das E-Relais wieder einschaltet. Durch den e III 1-Kontakt wird der Motordrehwähler veranlaßt zu drehen, bis das P-Relais über den Schaltarm I auf einen freien I. GW anspricht und durch den p II 2-Kontakt den Wähler stillsetzt. Der p II 1-Kontakt bringt das H-Relais zum Ansprechen, das sich über die H 10000-Ohm-Wicklung hält. Gleichzeitig wird das P-Relais abgeworfen. Durch den h III 2-Kontakt wird das E-Relais abgetrennt, das verzögert abfällt und die Motorspulen ausschaltet. Der h III 1-Kontakt schaltet den Anlaßstromkreis wieder durch. Der AS wird ausgelöst, sobald im I. GW die c-Ader geöffnet wird. Es fallen dann das C-Relais und anschließend die Ad-Magnete im AS ab.

In jedem Gestellrahmen sind zwei AO eingebaut. Wenn zwei Teilnehmer gleichzeitig abheben, so arbeiten beide AO parallel. Jedoch nur einer der beiden AO übernimmt die Belegung des AS. Anschließend drehen die AO weiter und stellen sich erneut auf einen AS ein. Da die Wählerausgänge gegensinnig geschaltet sind, können sich die AO,

sofern noch mindestens zwei AS frei sind, nicht neuerdings auf denselben AS einstellen.

Wenn alle AS belegt sind, fallen die Abschalterelais ab. Diese sind über Gleichrichter, die zur Entkopplung dienen, an dem mit »ab« bezeichneten Punkt der AS angeschaltet. Über den g-Ruhekontakt wird H gebracht, das gegebenenfalls den Wähler des AO stillsetzt. Über die Klinken des AO und des AS kann mit einem geeigneten Prüfgerät der AO auf einem bestimmten AS und dieser auf den Prüfschritt eingestellt werden. Je nach der Anzahl der AS, die in einem Gestellrahmen eingebaut sind, wird ein 12-, 17- oder 26teiliger Wähler im AO erforderlich. Werden 200teilige ASg oder mehrere Hundertergruppen in demselben Gestellrahmen untergebracht, so müssen durch Zusatzrelais die AO entsprechend der Herkunft der Anlassung gesteuert werden. Unter Umständen sind AO mit Nacheinstellung erforderlich (Bild 6 u. 7).

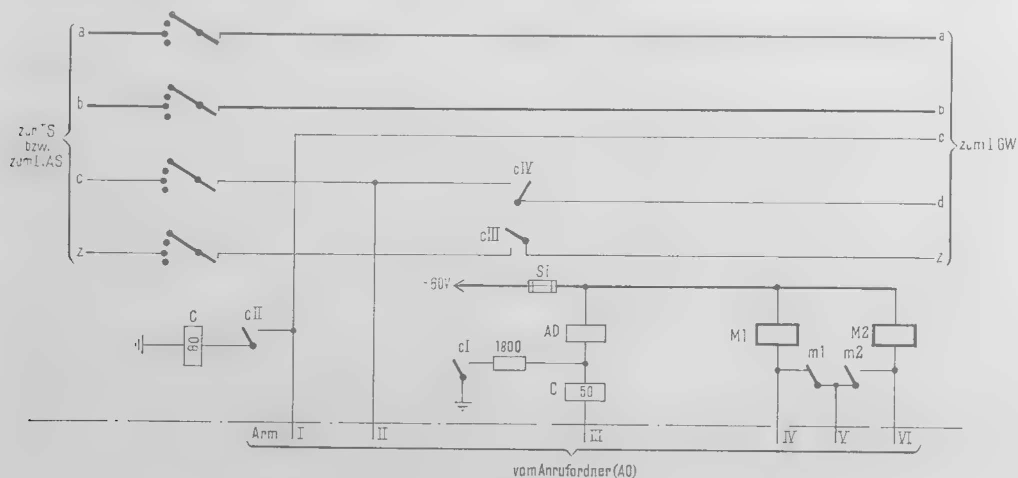


Bild 6. Anrufsucher 55.

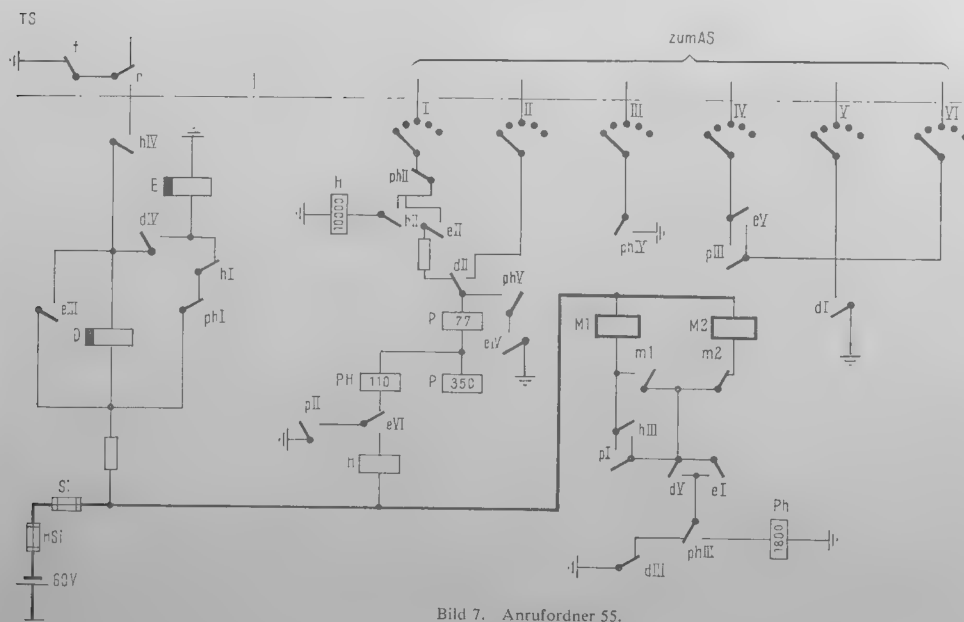


Bild 7. Anrufordner 55.

Die I. AS dürfen erst in Anspruch genommen werden, wenn alle ASg belegt sind. Es werden dann die Anschaltekontakte g geschlossen. Der I. AS wird wie ein ASg mit Hilfe des AO eingestellt. Zusätzlich hat er jedoch die Aufgabe, einen II. AS zum Aufsuchen des I. AS anzureizen und den Anlaßstromkreis nach dem Aufprüfen des II. AS wieder aufzutrennen.

Die Relais R und C werden vom AO gebracht. R hält sich über die Kontakte r I und c I 1, bis über den II. AS das T-Relais erregt wird, das sich mit seiner 1700-Ohm-Wicklung über den c III 2-Kontakt hält. R fällt dann ab und trennt den Anlaßstromkreis auf. C hält sich über den c II-Kontakt und die 10 000-Ohm-Wicklung an der c-Ader, die im II. AS zur d-Ader und zum I. GW durchgeschaltet ist und dort an Erde liegt. Wenn der II. AS früher auf den I. AS aufprüft

16-kHz-Zählimpulse zur Steuerung der Gebührenanzeiger sind vom I. GW nur dann abzugeben, wenn der Teilnehmer einen Gebührenanzeiger hat.

Der rufende Teilnehmer wird bei Ferngesprächen vom I. GW durch Anlegen von Erde an die d-Ader ferngesperrt.

Auf die Bedingung der Mehrfachzählung am Ende des Gespräches und auf eine Abgabe der Steuerspannung wird in der Grundausführung des I. GW verzichtet.

Bei der Belegung über die c-Ader spricht zunächst A, dann C an. A hält sich über die Teilnehmerschleife weiter. Über den a II 1-Kontakt und den Ortsleitungsübertrager (OlÜ) wird der Wählton zum Teilnehmer übertragen.

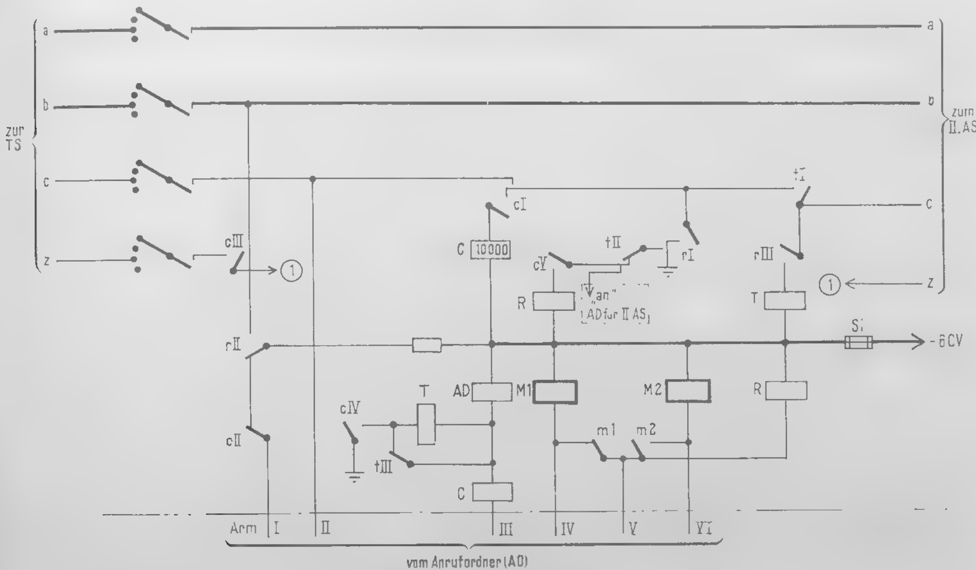


Bild 8. I. Anrufsucher 55.

als der I. AS auf die TS, bleibt R durch den AO zunächst noch erregt. R hält über den r III 1-Kontakt das A-Relais im I. GW angezogen, bis der I. AS durchgeschaltet hat. Wird der I. AS infolge einer Störung längere Zeit vom II. AS nicht gefunden, fällt R nach einer Verzögerungszeit von einigen Sekunden, die durch den Heißleiter Hl bedingt ist, ab. Da mit dem Öffnen des r I-Kontaktes auch die R- und T-Relais in der TS ausgeschaltet werden, wird verhindert, daß der Teilnehmer durch eine solche Störung blockiert wird (Bild 8).

Der I. Gruppenwähler 55 hat im wesentlichen dieselben Aufgaben zu erfüllen wie der I. GW 50. Zusätzlich wurde gefordert:

Über den Gruppenschritt 0 sollen möglichst viele Ausgänge zur Fernnetzebene erreicht werden.

Beim ersten Wählimpuls fällt A ab und V spricht an. Nach dem Wiederansprechen von A wird D erregt, das mit dem d II 1-Kontakt den Wählton abtrennt und mit dem d III 1-Kontakt den Motorstromkreis mit der Wk-Erde verbindet. Der Motor dreht den Wähler zum 2. Schritt, wo der Hauptrastkontakt hr den Motor stillsetzt. Beim Eintreffen des zweiten Impulses läuft der Motor wieder an, da durch den a I 1-Kontakt die Überbrückung der m-Kontakte aufgehoben wird. Der Motor läuft mit einer Geschwindigkeit von 155 bis 185 Schritten/s, bis der Zwischenrastkontakt zr betätigt wird und den Motor stillsetzt. Während der Pause läuft er dann vom Zwischenrastschritt zum Hauptrastschritt 2. In ähnlicher Weise wird er zu den folgenden Hauptrastschritten weitergeschaltet.

Nach Wahl der ersten Ziffer fällt V ab, und der Wähler sucht in Freiwahl eine freie Leitung. Die Ruheseite des v III 2-Kontaktes schaltet den Widerstand Dr 1000 und den Kondensator C 4 1 µF parallel zu den Magnetspulen; dadurch wird die Geschwindigkeit auf 125 bis 155 Schritte/s gebracht. Das D-Relais hält sich mit seiner 4000-Ohm-Wicklung über den Motorstromkreis, bis es nach dem Aufprüfen durch Kurzschluß verzögert abfällt. Sobald eine freie Leitung erreicht ist, spricht das schnelle Prüfrelais P in etwa 1 ms an, setzt mit p II 2 den Motor still und schaltet das Hilfsrelais Ph ein. Ph ist so dimensioniert, daß Doppelverbindungen unmöglich sind. Über ph- und d-Kontakte wird der Andruckmagnet erregt, der die a- und b-Schaltarme andrückt. Die Sprechadern sind dann zur nachfolgenden Wahlstufe durchgeschaltet. Sind alle Leitungen einer Gruppe belegt, können P und Ph nicht ansprechen, und der Wähler dreht auf den letzten Schritt der Gruppe. Hier wird er über den Nockenkontakt dn stillgesetzt. Der Teilnehmer erhält über den OlÜ den Besetztton. Solange D noch angezogen ist, wird Erde an den Durchdrehzähler gelegt, der um einen Schritt weiterdreht.

Wird durch Wahl von 9 oder 0 eine Fernverbindung aufgebaut, so spricht über den Schritt 1 dieser Gruppen, die gleichzeitig Hauptrastschritte sind, nach dem Abfall von V das F-Relais an, welches das Z-Relais für die Zählung während des Gesprächs an die b-Ader anschaltet und über f III 2 den rufenden Teilnehmer fernsperrt, d. h. die c-Ader bis zum LW-Vielfach direkt erdet und somit den Anschluß als fernbelegt kennzeichnet. F hält sich über seine 4000-Ohm-Wicklung.

Die Wahlimpulse für die nachfolgenden Wahlstufen werden vom A-Relais über den a I 1-Kontakt weitergegeben. Ist die Verbindung hergestellt und treffen die Zählimpulse als Spannungsimpulse vom Zählimpulsgeber ein, zieht das Z-Relais im Rhythmus dieser Impulse an und gibt sie über die z-Ader zum Teilnehmerzähler weiter. Gleichzeitig müssen die Gebührenanzeiger betätigt werden. Die hierzu erforderlichen 16-kHz-Impulse werden jedoch nur zu den Teilnehmern ausgesandt, die einen Gebührenanzeiger besitzen. Zu diesem Zweck erhalten diese Teilnehmer einen hochohmigen Zähler, so daß das G-Relais mit seiner 7000-Ohm-Wicklung ansprechen und mit seinem g II 2-Kontakt die Impulse zum Teilnehmer weitergeben kann. Hat der Teilnehmer keinen Gebührenanzeiger, bleibt die 1800-Ohm-Wicklung des Zählers kurzgeschlossen. Das G-Relais erhält dann Fehlstrom. Die G 800-Ohm-Wicklung hat nur wenige Amperewindungen und hilft durch Gegenerregung die Fehlstrombedingung zu erfüllen.

Bei Ortsgesprächen wird beim Auslösen gezählt. Legt der Teilnehmer den Hörer auf, fällt A ab, das C kurzschließt. V wird erregt, das mit seiner 600-Ohm-Wicklung prüft, ob eine Fangerde am a-Ast anliegt. Über

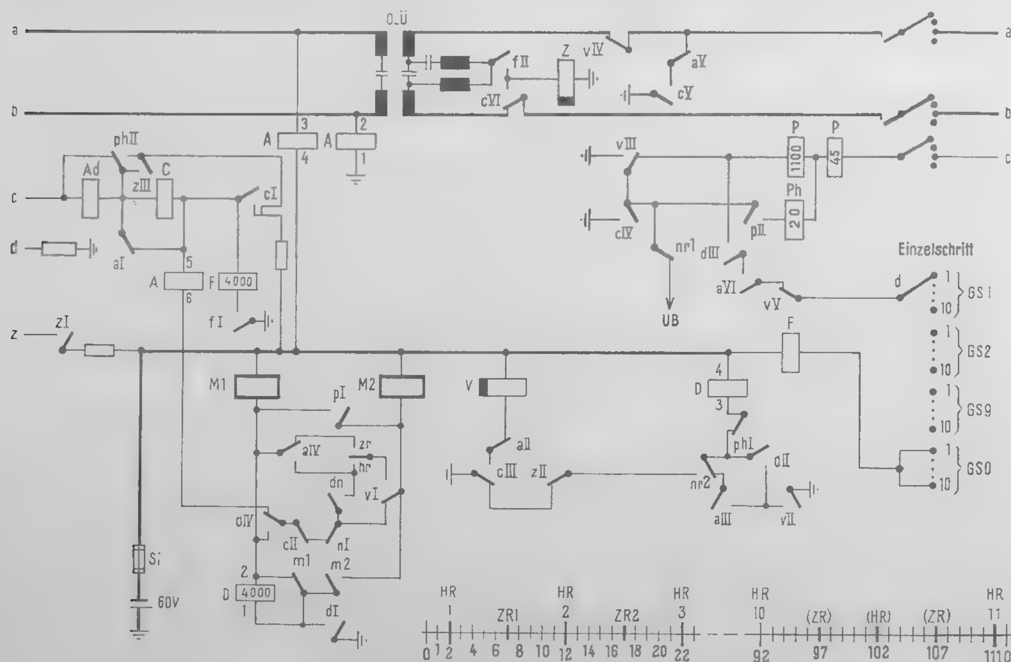


Bild 9. I. Gruppenwähler 55.

den c II 2-Kontakt und die Zählspannung im Leitungswähler spricht Z an. Nach C fallen V, Ph und Ad ab. Der Andrucksmagnet trennt die Sprechadern auf, so daß auch Z abfallen kann. Dadurch wird der Zählimpuls begrenzt. D 600 spricht an und setzt den Motor unter Strom. Dieser dreht, bis er durch das Schließen des Nullkontaktes nl 2 stillgesetzt wird. D fällt durch Kurzschluß der 4000-Ohm-Wicklung ebenfalls ab.

Für große Ortsnetze mit mehreren VollVSt, die durch ein Maschennetz miteinander verbunden sind, kann es wirtschaftlich sein, anstelle eines 100teiligen einen 200teiligen I. GW mit 10 × 20 Ausgängen zu verwenden. Die Schaltung ist im Prinzip ähnlich der vorher beschriebenen. Zwei Prüfrelais prüfen auf je zwei übereinanderliegende Ausgänge gleichzeitig und schalten durch (Bild 9).

Der II. Gruppenwähler 55 sucht aus zehn verschiedenen Gruppen, die durch die Ziffern 1 bis 0 bestimmt sind, eine freie Leitung aus. Beim normalen II. GW hat jede Gruppe zehn Ausgänge.

Die c-Ader muß einen Widerstand von 550 bis 650 Ohm haben, damit die Prüfrelais der vorhergehenden Wahlstufe einwandfrei aufprüfen und sperren können. Die Ph-Relais sind so ausgelegt, daß ein Doppelaufprüfen nicht möglich ist. Der Eingangswiderstand der c-Ader im II. GW muß dem vorgeschalteten Leitungswiderstand angepaßt werden. Wenn der Leitungswiderstand 400 Ohm überschreitet, sind in die c-Ader am Ausgang der Vermittlungsstelle Reichweitenübertragungen einzubauen.

Bei der Belegung spricht das C-Relais an. Der erste Wahlimpuls bringt das A-Relais und damit V. Nach dem Abfall von A spricht über den a I-Kontakt D an, das den Motorstromkreis unter Strom setzt. Der Motor dreht jedoch nicht, da über die Kontakte v III 2, hr und a III beide Magnetspulen unter Strom sind. Die Nullstellung des Wählers ist gleichzeitig Hauptraststellung. Während des zweiten Impulses dreht der Wähler zunächst auf Schritt 6 in die Zwischenrast und dann während der Impulspause auf Schritt 11 in die Hauptraststellung. Beim Eintreffen weiterer Impulse dreht der Wähler über die einzelnen Gruppen bis zur Hauptrast, die vor dem Leitungsbündel der gewählten Gruppe liegt. Nach Beendigung der Impulsreihe fällt V ab, und der Motor dreht in Freiwahl, bis der Wähler eine freie Leitung findet und P und Ph ansprechen. Der Motor wird durch den p II 2-Kontakt stillgesetzt. Der p II 1-Kontakt schaltet das Ph-Relais ein, wodurch die niederohmige Sperrung wirksam wird. D fällt anschließend durch Kurzschluß verzögert ab und schaltet die Motorspulen aus. Über ph- und d-Kontakte werden die Andruckmagnete des Wählers gebracht, die die Sprechadern durchschalten. Sie halten sich über die c-Ader. Kontakte des Ph-Relais schalten das A-Relais von den Sprechadern ab.

Sind alle Leitungen einer Gruppe besetzt, dann wird der Wähler auf dem nächsten Hauptrastschritt über hr 1 und a III stillgesetzt. Während der Freiwahl hatte A mit seiner 900-Ohm-Wicklung über den hr 2-Kontakt angesprochen. Der Teilnehmer erhält

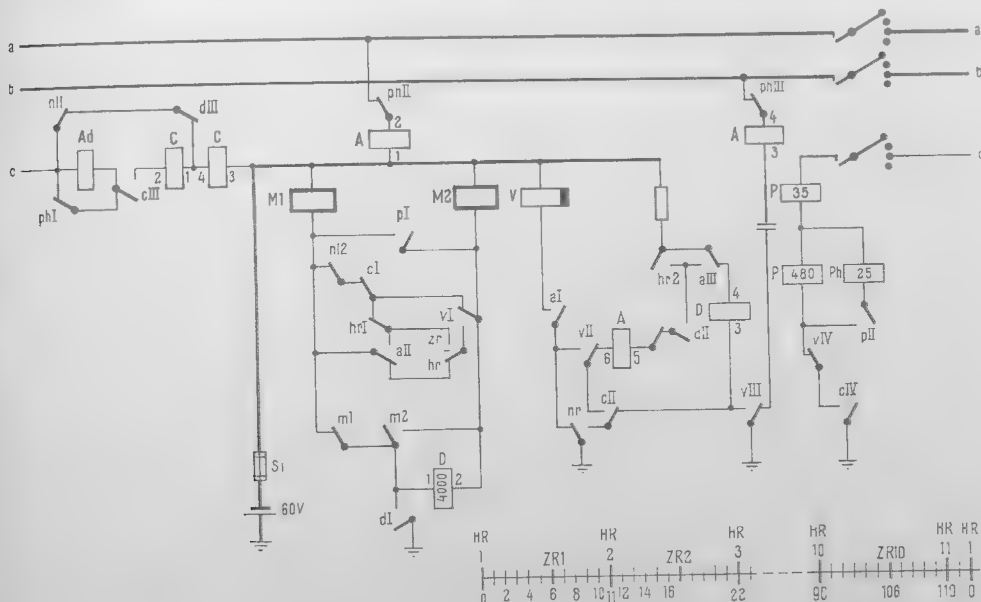


Bild 10. II./V. Gruppenwähler 55.

über die A-Wicklungen den Besetztton. Für die Rückauslösung im Ferndienst wird über den 4. Schaltarm Erde an die b-Ader gelegt. Der Besetztfall kann durch Durchdrehzähler erfaßt werden. Während der Prüfzeit wird ein anzugverzögertes hochohmiges Relais angelegt, das den Durchdrehzähler weiterschaltet.

Bei der Auslösung fallen C und die Andruckmagnete ab. Über den Kontakt c II 1 wird D erregt, das den Motor unter Strom setzt. Der Wähler dreht in die Nullstellung, in der D durch Kurzschluß der 4000-Ohm-Wicklung abfällt. Der GW kann nun neuerdings belegt werden (Bild 10).

In manchen Fällen kann es wirtschaftlich sein, zwei oder mehrere Gruppen mit je zehn Ausgängen in bereits vorher ein freier Ausgang gefunden wurde. Fünf Schritte vor der Hauptrast 4 ist das Vielfach wiederum geerdet.

Darüber spricht nun X an und hält sich über den v-Ruhekontakt. Sind alle Leitungen belegt, dreht der Wähler bis zur Hauptrast 4, um dort über die x-, hr- und v-Kontakte stillgesetzt zu werden. Wählt man eine nicht beschaltete Gruppe, z. B. 3, wird X ebenfalls während der Gruppeneinstellung gebracht. Es hält sich nun aber in der Hauptraststellung über die an das d-Vielfach angeschaltete Erde weiter. Wenn das V-Relais abfällt, bleiben beide Motormagnete unter Strom, bis das D-Relais abfällt, so daß der Wähler auf dem Hauptrastschritt

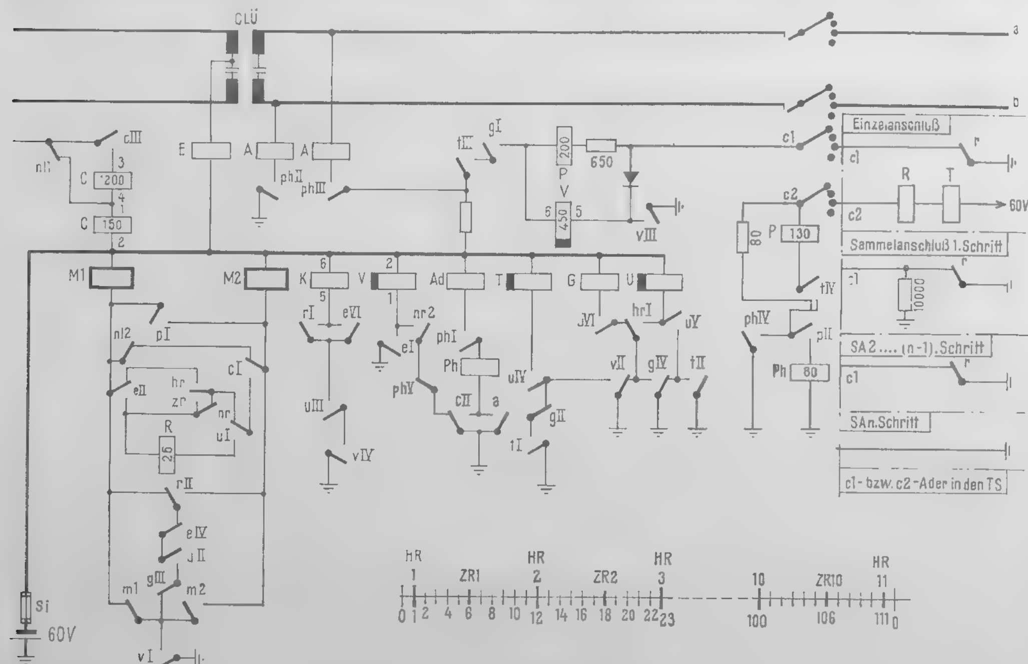


Bild 11. Ortsfernleitungswähler 55.

einem Bündel zusammenzufassen. Dies wird z. B. in der Regel der Fall sein, wenn ein II. GW 55 große Nebenstellenanlagen mit Durchwahl ansteuert, da dann aus wirtschaftlichen Gründen Bündel mit 20 oder mehr Leitungen verlangt werden, oder wenn von den zehn Gruppen nur ein Teil benötigt wird.

Für diese II. GW wird ein zusätzliches Relais verwendet. Hat die Gruppe 2 20 Ausgänge, so werden die Schritte 16 mit 20 der d-Ausgänge geerdet, ebenso wie der Hauptrastschritt der nicht beschaltbaren Gruppe 3. Während der Gruppenwahl spricht das X-Relais über den v-Arbeitskontakt an. Wird die beschaltete Gruppe 2 gewählt, so fällt nach Wahl der Ziffer 2 X ab, und der Wähler dreht in Freiwahl auch über die Hauptraststellung 3 hinweg, wenn nicht stehenbleibt. Der Teilnehmer erhält den Besetztton. Die Erdleitungen, welche die Unterteilung des Vielfachs in Gruppen bewirken, sind je Vielfach einmal angeschaltet. Die Gruppen können deshalb leicht geändert werden.

Für den I./II. GW, ankommend von den TeilVSt, ist eine GW-Schaltung vorgesehen, die wie der I. GW 19 Ausgänge in der Gruppe 0 hat. Mit Hilfe einer zweiten Nockenscheibe wird der Durchdrehschritt vom Hauptrastschritt unterschieden und auf diese Weise die Einsparung besonderer Hauptrastschritte zugunsten der Gruppe 0 ermöglicht.

In manchen Fällen ist es außerdem erforderlich, daß alle 10 Gruppen 20 Ausgänge haben. Dies ist z. B. der Fall, wenn I./II. GW, ankommend von

TeilVSt, parallel zu 200teiligen I. GW anzuordnen sind. Dafür werden achtarmige Wähler mit versetzten Schaltarmen verwendet. Mit Hilfe eines zweiten schnellen Prüfrelais werden zwei Ausgänge gleichzeitig ausgeprüft. Sind beide Leitungen frei, hat das P1-Relais Vorrang, da es mit einem p1-Kontakt die c2-Ader auftrennt. Der kleine Kondensator parallel zum p2-Kontakt sichert den einwandfreien Durchzug des P1-Relais. Das Ph-Relais schaltet den ankommenden Sprechweg über die Schaltarme zu der ausgewählten abgehenden Leitung durch. Die übrigen Funktionen sind dieselben wie beim 100teiligen II. GW.

Der Ortsfernleitungswähler 55 (OFLW) erfüllt schaltungstechnisch dieselben Bedingungen wie der OFLW 50. Die wesentlichen Unterschiede ergeben sich durch die Verwendung des Motorwählers anstelle des Viereckwählers, durch die Abriegelung der a- und b-Adern durch einen Übertrager statt durch Kondensatoren und durch Ersatz des gemeinsamen Langsamunterbrechers durch individuelle Schaltelemente im Leitungswähler (Bild 11).

Ortsverkehr bei Einzelanschlüssen. Bei der Belegung sprechen das C- und das H-Relais an. Beim ersten Wahlimpuls kommen das E- und anschließend das V-Relais, das den Motor unter Strom setzt. Der Wähler dreht während der Impulspause nach dem Öffnen des eII2-Kontaktes auf den 1. Schritt, der der Hauptraststellung 1 entspricht; dort wird er über den Hauptrastkontakt hr wieder stillgesetzt. Beim Eintreffen weiterer Impulse wird der Wähler über die Kontakte eIII2, eII2 und hr/zr auf die entsprechende Hauptraststellung gesteuert. Nach Beendigung der Gruppenimpulsserie fällt V verzögert ab. U spricht nach dem Öffnen des vI2-Kontaktes an.

Die Einerschritte werden mit Hilfe einer Taktschaltung ausgeführt. Als Taktrelais dient R. Beim ersten Einerimpuls sprechen V und T an. R wird nicht erregt, da die 2,6-Ohm-Wicklung zur 1000-Ohm-Wicklung gegensinnig eingeschaltet ist. Während der Impulszeit dreht der Wähler nicht, da der M2-Magnet über die R 2,6-Ohm-Wicklung ebenfalls erregt ist. Sobald das E-Relais abfällt, bleibt M1 unter Strom, während M2 stromlos wird. Der Wähler macht einen Schritt. Nachdem m2 geschlossen hat, kommt der Magnet M2 wieder unter Strom, so daß der Wähler wieder stehenbleibt. Bei Beginn des zweiten Impulses wird R erregt. Während der Impulspause läuft der Wähler wieder weiter. R hält sich über den rI1-Kontakt. Beim dritten Impuls wird R wieder abgeworfen. R ist am Ende des 1., 3., 5., 7. und 9. Impulses abgefallen und am Ende des 2., 4., 6., 8. und 10. Impulses angezogen.

Je nach der Zehnerziffer, die gewählt wurde, ist m1 oder m2 auf dem Hauptrastschritt geschlossen. Die Einzelschrittsteuerung beginnt entsprechend mit dem für den ersten oder für den zweiten Schritt geschilderten Vorgang. Nach Beendigung der Wahl für die Einerziffern bis zum Einsetzen des Prüfvorganges wird eine Verzögerungszeit von etwa 300 ms eingeschaltet, um zu vermeiden, daß bei unvollständiger Wahl ein Teilnehmer nach dem Auflegen des Hörers durch den Rufenden einen kurzen Ruf erhält. Diese Gefahr besteht vor allem für Teilnehmer, deren Rufnummern mit einer 1 enden.

Durch den eIII1-Kontakt wird nach Beendigung der Wahl V kurzgeschlossen, so daß es abfällt. Nach dem Öffnen des vI2-Kontaktes fallen auch H und gegebenenfalls R ab. Über den hII2-Kontakt wird dann G erregt. Bei freier TS spricht nun über den c1-Arm P an, das an den c2-Arm mit dem pII1-Kontakt Ph anlegt. Ph kommt unter Strom. Die ph-Kontakte schalten den Andruckmagneten und das R-Relais ein. Über rIII2 wird Rufstrom zum Teilnehmer gesandt. Dieser erste Ruf wird durch den Abfall von T begrenzt. T fällt ab, sobald die 320-Ohm-Wicklung nach Aufheizen des Heißleiters Hl durch den Nebenschluß so weit geschwächt wird, daß die Halte-Amperewindungen unterschritten werden. Durch den tI2-Kontakt wird auf den 5/10″-Ruf umgeschaltet. Sobald der Gerufene den Hörer abhebt, wird A und anschließend Z erregt. Die z-Kontakte schalten das Impulsrelais E von der a-Ader ab und die Zählspannung an die b-Ader. Über den zIII1-Kontakt spricht das H-Relais an, das den Haltekreis für die Ad-Magnete hochohmig schaltet. Durch den hII2-Kontakt wird das G-Relais abgeschaltet. Im Sprechzustand sind die Relais A, Z, H und C erregt.

Beim Auslösen wird vom vorhergehenden GW die c-Ader aufgetrennt. Dadurch fallen C und, sobald auch der Gerufene aufgelegt hat und A abgefallen ist, auch Ph, die Ad-Magnete, Z und H ab. V wird über die 650-Ohm-Wicklung erregt und dadurch der Motorstromkreis unter Strom gesetzt. Der Wähler dreht in die Ruhelage, in der er durch den nl2-Kontakt stillgesetzt wird. V fällt dann ab, da der Erregerstromkreis durch den nr1-Kontakt aufgetrennt wird.

Wenn jedoch der gerufene Teilnehmer den Hörer noch nicht aufgelegt hat, wird der OFLW über die aI1- und zII1-Kontakte weiter gehalten. Legt der Rufende den Hörer später auf als der Gerufene, kommt über den zII2-Kontakt das Blockadesignal nach 5 bis 10 Minuten. Ist der gerufene Teilnehmer besetzt, kann P nach der Einstellung des Wählers auf die gewünschte Leitung nicht ansprechen; T und U fallen ab und G bleibt angezogen. Der Teilnehmer erhält über den OlÜ den Besetztton.

Ortsverkehr bei Sammelanschlüssen. Wird ein Sammelanschluß gewählt, dessen erste Leitung frei ist, spielen sich die Prüfvorgänge in derselben Reihenfolge ab wie bei Einzelanschlüssen. Ist die erste Leitung jedoch besetzt, spricht V über die beiden Wicklungen mit 450 und 650 Ohm und den 40-Ohm-Widerstand W 7 an, während über den 1000-Ohm-Widerstand der TS das P-Relais nur Fehlstrom erhält. Dadurch wird der Wähler zum Weiterdrehen veranlaßt. Der Wähler dreht nun so lange, bis eine freie TS gefunden wird und P ansprechen kann. Auf der letzten Leitung des Sammel-

anschlusses ist direkte Erde angeschaltet, damit der Wähler auf dieser Leitung auf jeden Fall stillgesetzt wird. Ist auch diese Leitung besetzt, kann zwar P ansprechen, Ph jedoch nicht. Der Teilnehmer erhält den Besetztton.

Bei Anruf einer bestimmten Folgenummer (Einzelnachtanruf) bleibt der Wähler auf dem gewählten Anschluß stehen, und die Vorgänge spielen sich ab wie bei einem Einzelanschluß.

Bei Fernverbindungen wird während der Wahl von einer Übertragung für ankommenden Verkehr oder vom Fernamt an die b-Ader als → Fernkennzeichen Spannung angelegt. Während der Einerwahl legt der OFLW das F-Relais mit Erde als → Wahlendekennzeichen an die b-Ader. F spricht zeit von G. Der Anschluß, der von einem fernmäßig eingestellten Wähler angesteuert wird, wird durch Anlegen unmittelbarer Erde über den fIII1-Kontakt gegen Aufschalten geschützt (ferngesperrt).

Die Fernsperrung besteht auch während der Rufzeit. Dadurch wird vermieden, daß beim Aufschalten Rufstrom über die Fernleitung zur Fernbeamtin gelangen kann. Ist ein Anschluß ortsbesetzt, d. h. der c-Ast über 80 Ohm geerdet, kann sich die Fernbeamtin durch Wahl einer »1« aufschalten. Das E-Relais zieht an und legt über den eI2-Kontakt die G-Wicklungen an die c2-Ader. G fällt durch die Differentialwirkung der beiden Wicklungen ab; über den gII1-Kontakt ziehen R, A und die Ad-Magnete an. Die Fernbeamtin

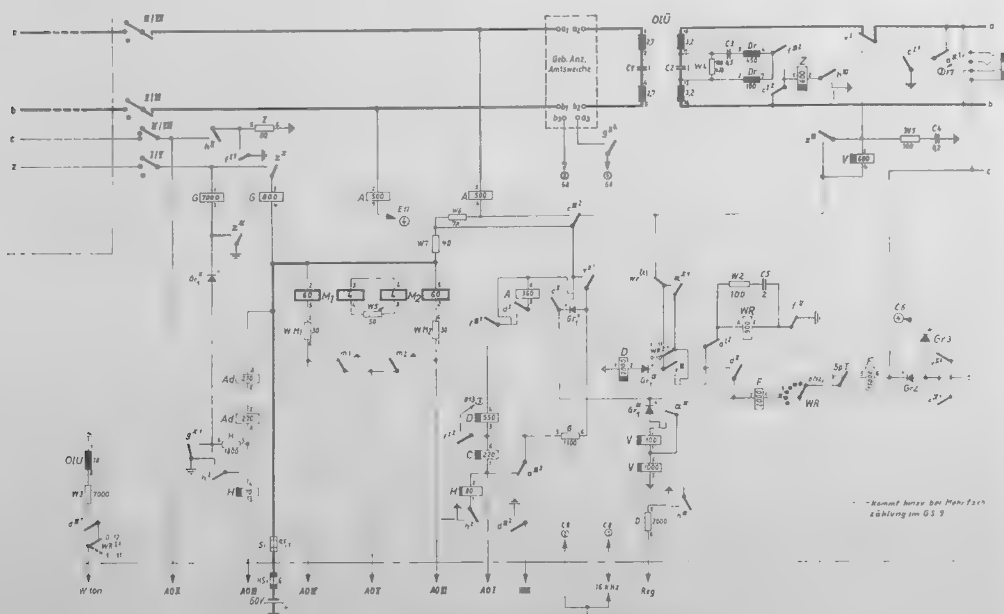


Bild 12. II. Anrufsucher mit Stromstoßübertragung 55.

über die Fernkennzeichenspannung an und hält sich intern über die F 2500-Ohm-Wicklung. Durch die fI2- und fIII2-Kontakte wird die geänderte rückwärtige Schaltkennzeichengabe vorbereitet.

Zwischen dem Wahlende- und dem Beginnzeichen muß ein Abstand von mehr als 500 ms sein, um ein Zusammenfließen der beiden Zeichen während der Übermittlung über die Fernleitung zu vermeiden. Die Schaltung ist deshalb so gestaltet, daß Z erst nach Beendigung des ersten Rufes durch den Abfall von T ansprechen kann. Das → Beginnzeichen wird als Erdimpuls über die Kontakte zI1 und gI2 an b gegeben, während die a-Ader an Spannung liegt. Die Impulszeit beträgt etwa 120 ms und ist bestimmt durch die Anzugzeit von H und die Abfall- ist nun auf die bestehende Verbindung aufgeschaltet. Die Teilnehmer und die Fernbeamtin hören den Aufschalteton. Leisten die Teilnehmer der Aufforderung der Beamtin, aufzulegen, Folge, so fallen die Relais in der TS ab, so daß P und anschließend Ph ansprechen können. Die Verbindung ist damit vom ferneingestellten Leitungswähler übernommen. Der Teilnehmer wird gerufen und die Verbindung ähnlich wie bei einem normalen Aufbau hergestellt.

Bevorzugte Plätze, z. B. für Überseeverkehr, sollen die Möglichkeit besitzen, sich auch auf ferngesperrte Anschlüsse aufzuschalten. Die Plätze erhalten zu diesem Zwecke einen 12teiligen Nummernschalter. Die Nachwahlimpulse beeinflussen über den eII1-Kontakt eine zentrale Abzähleinrichtung, die nach

12 Impulsen Spannung an die AFA-Leitung anlegt, so daß G durch Gegenerregung abfällt. Legt der gerufene Teilnehmer vorzeitig auf, so ist die Beamtin durch Wahl einer Ziffer, z. B. einer 0, in der Lage, nachzurufen. Über den eI1-Kontakt wird das T-Relais gebracht, das die Z 600-Ohm-Wicklung kurzschließt. Der zII2-Kontakt leitet den ersten und den Weiterruf ein.

Legt der gerufene Teilnehmer auf, fällt A ab, das über den aI2-Kontakt das → Flackerschlußzeichen, bestehend aus Erdimpulsen von 150 ms Dauer mit Pausen von 475 ms, an die b-Ader als Schlußzeichen anlegt. Will der Teilnehmer die Fern-b-Ader angelegt werden. Bei solchen Anschlüssen wird nach dem Aufprüfen unmittelbar Erde an die c2-Ader gelegt, so daß Z nicht ansprechen kann, nachdem A angezogen hat. Aufschalten und Nachrufen sind in diesem Falle nicht möglich.

Leitungswähler für Einzelanschlüsse. Wegen des hohen Aufwandes, der in der Teilnehmerschaltung und im OFLW für die Sammelanschlüsse erforderlich ist, erscheint es zweckmäßig, die Anschlüsse einer Vermittlungsstelle in Einzel- und Sammelanschlüsse zu unterteilen und in getrennten Hundertergruppen einzuordnen. Im OFLW für Einzelanschlüsse wird das schnelle Prüfrelais durch

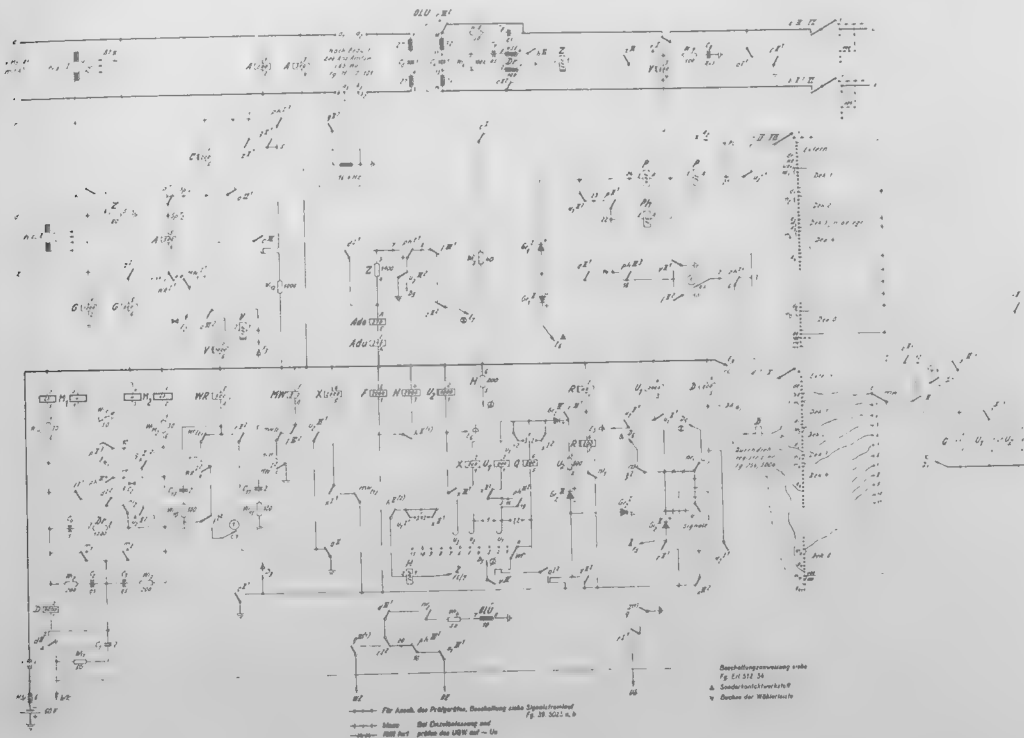


Bild 13. Umsteuergruppenwähler 55.

beamtin zum Eintreten in die Verbindung veranlassen, wählt er mehrmals 0. In diesem Falle wird ebenfalls das Flackerschlußzeichen an die b-Ader angelegt, das jedoch nur wirksam wird, während A abgefallen ist. In beiden Fällen leuchtet am Fernplatz eine Lampe auf. Das Schlußzeichen hat außerdem die Aufgabe, im SWF-Dienst eine verzögerte Rückauslösung im Zählimpulsgeber zu bewirken, um Dauerzählungen zu verhindern, wenn der Rufende den Hörer nicht aufgelegt hat.

Zählunterdrückung. Bei Wahl von Rufnummern, die auf Bescheid liegen, darf kein Beginnzeichen gegeben, also keine Zählspannung an die

ein Flachrelais ersetzt. Ferner ergeben sich durch den Wegfall der Bedingung des Sammeldrehens weitere schaltungstechnische Vereinfachungen.

Prüfleitungswähler. Um das Ansteuern der Anschlußleitungen vom Prüfschrank, insbesondere von zentralen Entstörungsstellen aus zu ermöglichen, wird je Hundertergruppe ein Prüfleitungswähler vorgesehen. Er wird in die Mischung der letzten GW so eingeordnet, daß er vom normalen Verkehr als letzter der Gruppe erreicht wird. Vom Prüfschrank aus wird er über Prüfgruppenwähler angesteuert. Die Schaltung erlaubt, die a- und b-Adern der Wählerausgänge galvanisch zum Prüf-

schrank zu verbinden, so daß von dort in derselben Weise gemessen werden kann, wie wenn die Leitung am Hauptverteiler zum Prüfschrank mit Prüfschnüren geschaltet werden würde. Besondere Klinken sind vorgesehen, um auch vom Gestell aus über diesen Wähler mit einem Prüfgerät die Teilnehmerschaltungen ansteuern und prüfen zu können.

II. AS-Stromstoßübertragung. In TeilVSt ohne Umsteuerung werden die Verbindungen zu Rufnummern des eigenen Bereichs über Wahlstufen der VollVSt aufgebaut. Die besonderen Aufgaben des I. GW, wie Speisung, Zählung usw., übernimmt eine Stromstoßübertragung in der TeilVSt, mit der über eine Verbindungsleitung in der VollVSt ein I./II. GW gekoppelt ist. Die Gruppenwahl obliegt dem I./II. GW. Aus schaltungstechnischen und konstruktiven Gründen ist es zweckmäßig, den AS mit der Stromstoßübertragung zu einer Einheit zusammenzufassen. Meistens ist es wirtschaftlich, den gesamten Verkehr über I. AS und II. AS zu leiten, so daß die Stromstoßübertragungen dann mit den II. AS zusammengeschaltet sind.

Im Ruhezustand hält sich über die c-Ader der Verbindungsleitung zur VollVSt und das C-Relais im I./II. GW das F-Relais. Bei der Belegung veranlaßt der AO den Motorwähler, über die AO IV-, V- und VI-Adern zu drehen und den I. AS aufzusuchen. Der AO prüft über die AO II-Ader auf den I. AS und setzt den Motorwähler still. Hierauf bringt er über AO III das H-Relais und die Andruckmagnete und über die AO I-Ader das D- und anschließend die A- und C-Relais. Das H-Relais hält sich über seine 80-Ohm-Wicklung und seinen hI-Kontakt, über den auch die Andruckmagnete erregt gehalten werden. Das F-Relais fällt ab, da seine 15 000-Ohm-Wicklung durch den cIII1-Kontakt kurzgeschlossen ist. D hält sich dann über seine 2000-Ohm-Wicklung und den dII-Kontakt und das A-Relais über die Teilnehmerschleife.

Der Teilnehmer hört nach dem Durchschalten der Sprechadern durch die Andruckarme den Wählton über den OIÜ. Die Wählimpulse werden vom A-Relais aufgenommen und über den aIII1-Kontakt zur VollVSt weitergegeben. Sobald der aII-Kontakt das erstemal öffnet, spricht V an und hält sich während der Impulsserie. Mit dem aI2-Kontakt wird das Wählerrelais WR schrittweise weitergeschaltet. Es hat die Aufgabe, bei Wahl der Verkehrsausscheidungsziffern 0 oder 9 das F-Relais wieder zu bringen, das mit dem fIII2-Kontakt das Z-Relais für die Zählung während des Gesprächs an die b-Ader legt und mit fI1 den Anschluß fernsperrt. fII trennt den Betätigungsstromkreis des Wählerrelais auf. Nach der ersten Wahlserie fällt das D-Relais ab, das mit dem dII-Kontakt ebenfalls den Stromkreis für WR auftrennt, so daß WR bei den folgenden Impulsserien nicht weiterschaltet. Die übrigen Aufgaben, wie Zählung, Fangen usw., sind ähnlich gelöst wie beim I. GW.

Sobald der Rufende nach Gesprächsende den Hörer auflegt, fällt das A-Relais ab, welches das C-Relais kurzschließt. V wird kurzzeitig erregt. Nach C



Bild 14. Gestellrahmen 55.



Bild 15. Vermittlungsstelle Fernsprechwählsystem 55.

fallen F, V und H ab. Die Andruckmagnete werden noch durch z- und g-Kontakte gehalten, damit die Gebührenanzeiger einen genügend langen 16-kHz-Impuls erhalten. Das Wählerrelais dreht nach dem Abfall von V mit Hilfe seiner eigenen Kontakte in die Ruhelage. Über den WR II-Kontakt spricht das F-Relais wieder an, das über den fIII1-Kontakt die AO I-Ader an Spannung legt. Das Schaltglied ist wieder belegungsfähig (Bild 12).

In TeilVSt mit Umsteuerung tritt an die Stelle der I. GW ein Umsteuergruppenwähler (UGW). Er besteht aus 14 Relais, 2 kleinen Wählerrelais und einem vierarmigen Motorwähler. Die 110 Schritte des Wählers sind nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten aufzuteilen. Der Richtung zur VollVSt wird man im allgemeinen 20 bis 40 Schritte und den internen Gruppen je 10 bis 20 Ausgänge zuteilen. Bei der Auswahl einer freien Leitung zur VollVSt arbeitet der UGW wie ein Mischwähler mit Nacheinstellung. Die internen Gruppen werden durch Markierung mit Hilfe eines kleinen Wählerrelais eingestellt. Der UGW wird von einem ASg oder II. AS über die c-Ader belegt. Es sprechen dann A, C, F, D, R, Q und gegebenenfalls U1 und X an. Der Wähler dreht nun von der Nullstellung aus in Freiwahl und sucht eine freie Leitung zur VollVSt. Das P-Relais spricht über die ausgewählte Leitung und das C-Relais des zugehörigen I./II. GW in der VollVSt an, setzt mit pII3 den Wähler still und schaltet das Ph-Relais ein. Über den phI1-Kontakt werden die Andruckmagnete für die Schaltarme der Sprechadern betätigt. Das D-Relais, dessen Ansprechwicklung durch die Betätigung des nr-Kontaktes stromlos wurde, hält sich noch mit seiner 4000-Ohm-Wicklung über den Motorstromkreis, bis es nach dem Stillsetzen des Wählers abfällt. Mit dem dIII2-Kontakt wird die WK-Erde abgeschaltet. Der Rufende erhält über den OlÜ den Wählton.

Die Wahlimpulsserien bringen das A-Relais bei jeder Schleifenunterbrechung zum Abfall. A stellt mit dem aI1-Kontakt die Wähler in der Vollvermittlungsstelle und mit dem aII-Kontakt das Wählerrelais WR im UGW ein. Mit Hilfe der wr-Kontaktbahn und der Rastrelais Q, U1, X und U2 werden die Umsteuerkennzahl und mit H die Ausscheidungsziffer für den Fernverkehr ermittelt. Durch den rIII2-Kontakt wird nach der Belegung die Sekundärseite des OlÜ so lange kurzgeschlossen, bis durch den Abfall von R angezeigt wird, daß die interne Umsteuerkennzahl nicht gewählt ist. Dadurch wird verhindert, daß Besetzttöne, die von einer Wahlstufe in der VollVSt kommen können, den Rufenden erreichen.

Dies ist erforderlich, da die Wahl einer internen Rufnummer immer noch erfolgreich sein kann, auch wenn ein Wähler in der VollVSt alle Ausgänge besetzt gefunden hat. Sobald R abfällt, erhält WR keine Impulse mehr, und die Verbindung wird über die VollVSt aufgebaut.

Wenn eine interne Verbindung gewählt wird, spricht U2 bei Wahl der Umsteuerkennzahl nach dem Abfall von V an und trennt mit dem u2I2-Kontakt die P- und Ph-Relais von der c-Ader ab, so daß sie abfallen. Die in der VollVSt eingestellten Wähler werden freigegeben. Außer V fallen auch das R-Relais und gegebenenfalls Q ab, während sich U1 mit der 2000-Ohm-Wicklung parallel zu U2 und X über den mw1-Ruhekontakt noch halten. Das D-Relais zieht über den u2I1-Kontakt, noch bevor R abgefallen ist, an und hält sich über seine 4000-Ohm-Wicklung. Der Wähler dreht bis zur Hauptraststellung HR, wo P und Q über die Schaltarme dI/V und mw ansprechen. D fällt ab. Beim ersten Impuls der nächsten Wahlserie wird MW um einen Schritt weitergeschaltet, so daß P und Q abfallen. Beim Öffnen des mw-Kontaktes fällt X ab. D spricht über den xII2-Kontakt an, und der Wähler dreht auf die Hauptrast 1 weiter, wo P und Q wieder ansprechen. Die Vorgänge beim Eintreffen weiterer Impulse verlaufen ähnlich. Am Ende der Impulsserie fallen V und, nachdem der vIII2-Kontakt geöffnet hat, auch U1 und U2 und damit P und Q ab. Der Wähler dreht nun in Freiwahl, bis er einen freien internen Wähler findet. Es sprechen dann über den c-Schaltarm P und Ph an, und D fällt durch Kurzschluß der 4000-Ohm-Wicklung ab. Durch den phI1-Kontakt werden die Andruckmagnete betätigt und die Sprechadern zur nachfolgenden Wahlstufe durchgeschaltet. Ist kein Wähler der ausgewählten Gruppe frei, dreht der Wähler des UGW bis zum Durchdrehschritt, wo über den U2 600-Ohm-Widerstand P und Ph ansprechen und den Wähler stillsetzen. Nach dem Abfall von D fallen auch P und Ph wieder ab, so daß der Teilnehmer über den OlÜ den Besetztton erhält.

Die Schaltung für die Fernsperrung, die Zählung, das Fangen und das Signal unnötige Belegung ist ähnlich wie beim I. GW. Zur Anschaltung des Z-Relais an die b-Ader und zur Fernsperrung dient das H-Relais, das über die wr-Kontaktbahn erregt wird. Beim Auslösen wird nach dem Abfall von A, C, F, P, Ph und Z das D-Relais erregt, das den Wähler in die Ruhestellung bringt. Die Wählerrelais drehen über eigene Kontakte in die Ruhelage. Der Wähler kann dann neuerdings belegt werden (Bild 13).

Gestellaufbau. Die Bauform der Gestellrahmen ist durch den EMD-Wähler mit dem lötstellenfreien Vielfach bestimmt. In einem Rahmen normaler Bauhöhe (2365 mm) können 24 4armige oder 16 8armige Laufwerke übereinander angeordnet werden. In Relaisrahmen rechts davon sind die zugehörigen Relaissätze untergebracht. Links neben dem Wählerrahmen ist ein Signalrahmen angeordnet, in dem sich die zusätzlichen Einrichtungen, wie Signalrelais, Lampen,



Bild 16. Rückseite einer geöffneten Gestellreihe 55.

Sicherungen, Prüfklinken, Anschaltwähler und ggf. Anrufordner befinden. Alle Einrichtungen sind durch eine Gestellverkleidung mit Türen auf der Vorderseite und herausnehmbaren Blechen auf der Rückseite gegen Beschädigungen und Staub geschützt. Die Breite der Gestellrahmen ist abhängig von der Zahl der Relais im Relaissatz (Bilder 14, 15, 16).

Literatur: J. Abart, Das Wählsystem 55 NTZ 10 (1957) — R. Krause, Ortsämter mit Wählbetrieb, E. Herzog, Goslar 1962.

Remer

Fernsprechwählsystem 55v. Letztes bei der DBP eingeführtes Orts-Wählsystem mit EMD-Wählern, das grundsätzlich dem→ Fernsprechwählsystem 55 gleicht, jedoch eine Reihe von Verbesserungen und Vereinfachungen aufweist. Dazu gehören u. a. der Verzicht auf Fernsperrung, Nachrufen und Ausnahmeaufschalten, die wesentliche Verminderung der Varianten an Schaltgliedern und Gestellrahmen und die Verbesserung der konstruktiven Ausführung der Relaissätze, Gestellrahmen und -reihen.

Die Schaltglieder haben dieselben Aufgaben wie die des Systems 55 zu erfüllen. Es wird eine einheitliche Teilnehmerschaltung TS 55v für Einzel- und Sammelanschlüsse sowie Fernwahlmünzfernsprecher verwendet. Zweieranschlüsse werden ausschließlich über besondere Übertragungen (1/2 GAsUe55v) angeschlossen. Die im System 55 vorhandenen Teilnehmerschaltungen 55z für Einzel- und Zweieranschlüsse sowie die dafür benötigten besonderen

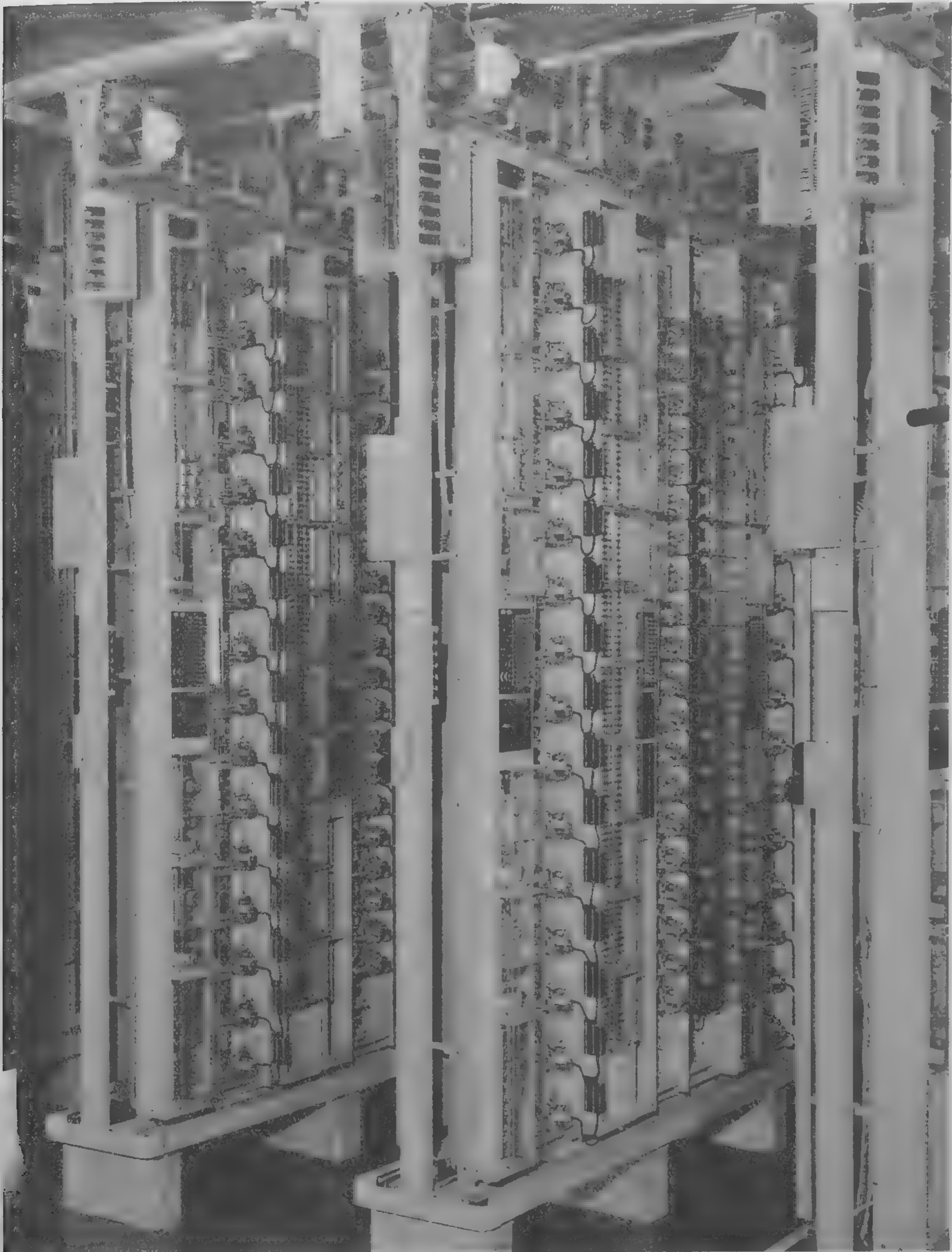


Bild 1.
Gestellreihen 55 v mit AS/TS-Gestellrahmen.

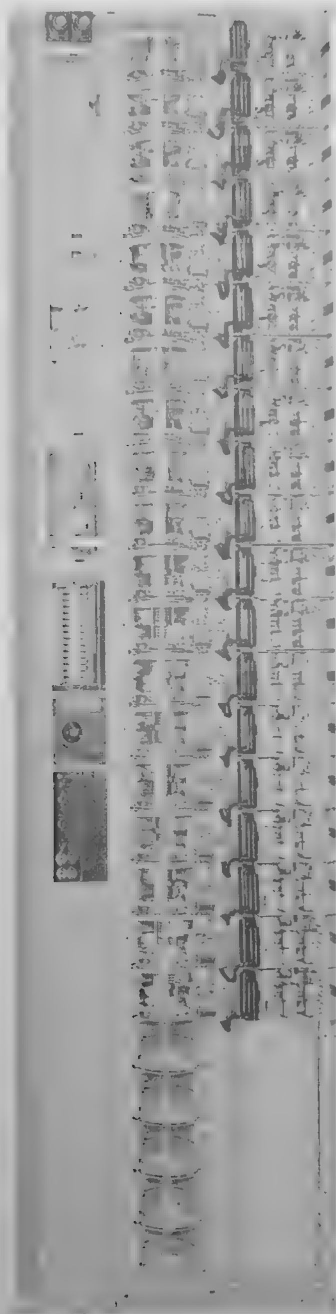


Bild 2.
Gestellrahmen 55 v.

»z«-Schaltungen des I. GW, AS/StrUe und UGW werden nicht mehr verwendet.

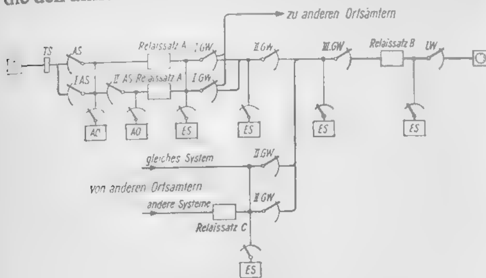
Änderungen gegenüber dem System 55 bestehen besonders bei den I. Gruppenwählern (I. GW). Die Zahl der unterschiedlichen Ausführungen wurde von 12 auf 2 herabgesetzt. Fortgefallen sind wie auch in den anderen GW-Stufen und der LW-Stufe die 200teiligen Wähler, ferner die »z«-Schaltungen und die Wähler für Mehrfachzählung am Ende des Gesprächs. Der I. GW 55 v hat im Gruppenschritt (GS) O 19 Freiwahlschritte; zur Vergrößerung der Erreichbarkeit in den anderen GW können → Relaismischwähler eingesetzt werden. Durch den Fortfall der Fernsperrung konnte im I. GW — wie auch in der Stromstoßübertragung und im Leitungswähler (LW) — auf ein Relais verzichtet werden. Der II. GW besitzt im GS O ebenfalls 19 Ausgänge oder bietet in einer Ausführung mit 10 × 10 Ausgängen die Möglichkeit, wahlweise bis zu 3 aufeinanderfolgende GS zu einem Bündel zusammenzufassen. Wegen des Fortfalles der Fernsperrung wird der bisherige Ortsfernleitungswähler als Leitungswähler (LW) bezeichnet. Er wird in zwei Ausführungen für Einzelanschlüsse oder für Einzel- und Sammelanschlüsse, wobei einem Sammelanschluß auch mehr als 10 Freiwahlschritte zugeteilt werden können, hergestellt. Im Hinblick auf die konstruktive Gestaltung unterscheidet sich das System 55 v vom System 55 u. a. durch den Fortfall der Gestellrahmenvollverkleidung, Relaissätze und Signalfelder werden durch Polystyrol-Schutzkappen abgedeckt. Die Abmessungen der Gestellrahmen konnten z. T. verringert werden (Bilder 1 und 2).

Fernsprechwählsystem 55 vM. EMD-Orts-Wählsystem mit Durchlaufspeichern, die jedem Verbindungsweg zugeordnet werden und Einstellsätzen für die Steuerung der Gruppen- und Leitungswähler. Das Wählsystem 55 vM ist bei der DBP in einer Versuchsvermittlungsstelle eingesetzt, es besitzt gruppierungstechnisch den gleichen Aufbau wie die bekannten Direktwahlsysteme. Steuerungstechnisch dagegen werden die Wähler im freien Lauf auf die gewünschte Richtung (Ausgangsgruppe) eingestellt. Hierzu dienen Einstellsätze (ES), die über kleine Anschaltwähler mit Motorantrieb an den jeweils einzustellenden Wähler gekoppelt werden. Der Arbeitsbereich dieser ES erstreckt sich jeweils über einen Gestellrahmen mit bis zu 24 Wählern. Um eine große Betriebssicherheit zu gewährleisten und fühlbare Wartezeiten auszuschließen, sind zwei ES je Gestellrahmen vorgesehen, von denen im allgemeinen jeder für die Hälfte der Wähler bestimmt ist. Ist einer der ES gestört, dann übernimmt der andere alle Wähler des Gestellrahmens. Die Freiwahl innerhalb der angesteuerten Richtung vollziehen die Wähler selbsttätig.

Die ES mit etwa 15 Relais und dem Anschaltwähler sind in allen Wahlstufen nahezu gleich.

Die Laufwerke der Wähler selbst sind in Konstruktion und Schaltung vollkommen gleich. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß die Wählergestellrahmen für alle Wahlstufen einheitlich sind. Sämtliche Gruppen-

wähler (GW) dieses Systems benötigen nur je ein Relais; der Leitungswähler (LW) enthält überhaupt kein Relais (s. Bild). Vor die I. GW sowie vor GW, die den ankommenden Verkehr von impulsgesteuerten



Übersichtsplan Wählsystem 55vM.

Ämtern weitervermitteln, und vor die LW sind Relaissätze geschaltet. Sie enthalten die Mittel für die Steuerung der ES, für die Auswertung und Erzeugung der Systemkriterien und für die Speisung der Teilnehmer.

Arbeitsweise: Die Anrufsucher (AS) werden wie beim Wählsystem 55 durch zentral angeordnete Anrufordner (AO) gesteuert. Ein AO kann AS verschiedener Hundertergruppen einstellen, er wird über getrennte Anlaßleitungen belegt. Der AS schaltet den anrufenden Teilnehmer zum zugehörigen Relaissatz A durch; dieser legt das Wählzeichen an und übernimmt die Speisung. Die vom Teilnehmer gewählten Ziffern werden vom Impuls- und Speiserelais A auf den Impulswiederholer übertragen. Nach Aufnahme des ersten Impulses der ersten Stromstoßreihe fordert der Relaissatz A über die a-Ader zunächst den ES des ihm zugeordneten I. GW an. Der Anschaltwähler (AW) des ES sucht mit einem Prüfarm die a-Adern seines Bereiches ab, bis das Anlaßpotential auf einer Lamelle gefunden wird. Dort bleibt der Anschaltewähler stehen und veranlaßt den Impulswiederholer, die in diesem enthaltene oder dort noch einlaufende Stromstoßreihe auszuspeichern. Der Prüfkreis ist gleichzeitig Stromkreis zur Übertragung der Stromstoßreihe.

Im ES nimmt eine Relaiskette die einlaufenden Impulse auf und markiert den Anfang des gewählten Ausgangsfeldes. Der I. GW stellt sich im freien Lauf darauf ein und sucht dann selbsttätig einen freien Ausgang der gewünschten Richtung. Die Suchwahl wird dadurch eingeleitet, daß beim Überlaufen des markierten Schrittes der Prüfstromkreis im ES freigegeben wird. Die Mittel für das Prüfen und für das Stillsetzen des Wählers befinden sich im ES. Der Andruckmagnet des Wählers schaltet die Sprechadern durch; gleichzeitig wird das C-Relais erregt, das die Verbindung bis zur Auslösung aufrechterhält. Der ES schaltet sich ab.

Sind alle Ausgänge besetzt, dann wird der Wähler in der Durchdrehstellung, die zugleich Markierschritt für das nächstfolgende Ausgangsfeld ist, stillgesetzt. Der Andruckmagnet schaltet gleichfalls die Sprechadern durch, vom Einstellsatz aus wird Spannung an die b-Ader gelegt. Daraufhin gibt der Relaissatz A dem Teilnehmer Besetztzeichen; der eingestellte Wähler wird freigegeben, ohne jedoch seine Schrittstellung zu verlassen; der ES schaltet sich ab. In allen nachfolgenden Gruppenwahlstufen werden die Wähler in der gleichen Weise gesteuert. Der über den belegten Relaissatz B kommende Anreiz wird im LW-ES verarbeitet. Jedoch fordert der Relaissatz A den ES zweimal an, das erste Mal für die Verarbeitung der Zehnerziffer und ein zweites Mal für die Verarbeitung der Einerziffer. Bei der ersten Anforderung meldet der Relaissatz B mit Erdpotential über die Umsteuerader, daß es sich um die Dekadenwahl handelt. Wird der ES das zweite Mal angefordert, so fehlt dieses Potential. Die einlaufenden Wählimpulse sind dadurch als Einerwahl gekennzeichnet. Die Vorgänge bei der Dekadenwahl entsprechen denen bei der Markierung des gewünschten Ausgangsfeldes in den GW. Die letzte Stromstoßreihe für die Einerwahl wird über den ES unmittelbar auf den LW gegeben, wobei dieser in Einzelschrittsteuerung fortgeschaltet wird.

Einzel- und Sammelanschlüsse werden vom ES mit Hilfe des d-Armes des LW unterschieden. Wird ein Sammelanschluß angewählt, dann veranlaßt der ES das Mehrfachdrehen des LW. Der ES prüft die Ausgänge des Sammelanschlusses und setzt den LW auf einem freien Ausgang oder — wenn alle Ausgänge besetzt sind — auf dem letzten Schritt still. Sobald der LW eingestellt ist, schaltet sich der ES ab, und alle weiteren Vorgänge, wie Prüfen, Durchschalten der Sprechadern im LW, erster Ruf, Weiterruf, Meldekennzeichen, Schlußzeichen usw., führt der Relaissatz B durch. Die Auslösung einer zustande gekommenen Verbindung verläuft wie bei den bekannten Direktwahlsystemen. Alle Wähler bleiben aber auf dem zuletzt eingenommenen Schritt stehen, sie haben also keine Nullstellung.

Verbindungen von und zu anderen Vermittlungsstellen. Für den Verbindungsverkehr von und zu anderen VSt des gleichen Systems sind, wie üblich, keine Wählübertragungen erforderlich. Im Verkehr zu VSt mit direkter Wählereinstellung sind gleichfalls keine Wählübertragungen nötig. Wird eine solche VSt angewählt, so sendet der Relaissatz A die Stromstoßreihen in Form von Erdimpulsen auf der a-Ader mit feststehenden Mindestwählpausen.

Im ankommenden Verkehr von VSt mit nicht gleichartigen Systemen wird eine Eingangsübertragung (Relaissatz C) belegt, die in entsprechender Weise wie der Relaissatz A die nachfolgenden Wähler steuert. Dieser Relaissatz C hat wie der Relaissatz A einen Impulswiederholer.

Fernwählsysteme für kleine Ortsnetze
→ Kleinvermittlungsstellen (22, 27, 29, 31, 31a, 34, 34a, 50, 51, 56, 57, 57v).

Literatur: H. Töpfer, K. Laas, Ein EMD-Orts-Wählsystem mit individuellen Durchlaufspeichern, Siemens-Zeitschrift 1958.

Remer

Fernsprechwesen (Geschichte). → Geschichte des Fernmeldewesens.

Fernsprechzellen. In F. werden Sprechstellen für den öffentlichen Fernsprechverkehr im Innern von Gebäuden, wie Postämtern, Bahnhofshallen, Empfangs-

hallen von Hotels, Schulen usw., eingerichtet. F. werden nach den räumlichen Gegebenheiten entweder einzeln an Ort und Stelle hergestellt und eingebaut oder nach einer Norm des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ-Norm) als Holzkabinen 90 cm × 90 cm × 215 cm aufgestellt.

Die Lüftung, die Schalldämmung und die anderen akustischen Bedingungen sind entsprechend einer FTZ-Norm zu berücksichtigen.

Fernsteuerbetrieb → Fernsteuern von Signalanlagen.

Fernsteuern → Fernwirken.

Fernsteuern von Signalanlagen der DB. Das Bestreben, den Betriebsablauf über die Grenzen eines Fahrdienstleiterbezirks hinaus zu lenken, hat zum Einsatz der Fernwirktechnik geführt. Die Technik des Drucktasten-(Dr-) Stellwerks (→ Eisenbahnsignaltechnik) hat die Vorbedingungen geschaffen, über den Wirkungsbereich des einzelnen Stellwerks von 6 km hinaus entferntere Signalanlagen mit Hilfe der Fernwirktechnik zentral zu bedienen. Die → Fernwirktechnik liefert die technischen Voraussetzungen, indem sie über ein technisches Zwischenglied, die Übertragungseinrichtung, auf die örtlichen Schaltanlagen einwirkt. Die örtlichen Dr-Stellwerke, die Ortsstellwerke, bleiben mit all ihren Einrichtungen bestehen und werden nur durch Fernwirkeinrichtungen für die Vermittlung von Aufträgen und Meldungen ergänzt. Sämtliche Abhängigkeiten zwischen den Weichen und Signalen sowie zwischen den Signalen untereinander bleiben ortsgebunden, um auch bei Störungen der Übertragungseinrichtungen einen sicheren und reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Voraussetzung für die Anwendung der Fernwirktechnik sind moderne Signalanlagen: Dr-Stellwerke auf den Bahnhöfen und Selbstblock auf den Strecken. Die Verbindungen zwischen der Zentrale (Zentralstellwerk) und den Ortsstellwerken übernehmen Nachrichtenkanäle, die auf einem oder mehreren



Stelltafel in einem Zentralstellwerk.

Aderpaaren im Streckenfernmeldekabel liegen. Zwischen die Stellwerke und Kanäle sind die Fernsteuerstationen eingefügt. Über die Nachrichtenkanäle laufen Stellkommandos nach den Stationen und Meldungen an die Zentrale. Die Meldungen unterrichten den zentralen Fahrdienstleiter über alle Betriebsvorgänge und über die Stellung sämtlicher Weichen und Signale. Sie schaffen die Voraussetzungen für die Abgabe der Stellkommandos. Daher wird in der Zentrale eine Stelltafel (s. Bild) aufgestellt, die alle Tasten und Meldefelder der unterstellten Ortsstellwerke enthält. Der zentrale Fahrdienstleiter kann bei eingeschaltetem Fernsteuerbetrieb vom Zentralstellwerk aus die gleichen Stellvorgänge einleiten wie der örtliche Fahrdienstleiter bei Ortsbetrieb vom Ortsstelltisch aus. Mit Betriebszustandstasten kann vom Fernsteuerbetrieb auf Ortsbetrieb geschaltet werden. Die eigentlichen Fernwirkeinrichtungen bestehen aus Sender, Leitung und Empfänger. Da in beiden Richtungen Informationen übertragen werden, haben sämtliche Teilnehmer des Fernwirkverkehrs, die Zentrale und die Stationen, Sender und Empfänger. Die einzelnen Informationen werden in verschiedener Form als

1. Folgen positiver und negativer Impulspaare,

2. Impulstelegramme mit bestimmten Folgen von Kurz- und Langimpulsen und dazwischenliegenden Kurz- und Langpausen oder

3. Codetelegramme mit einer konstanten Zahl von Code-Elementen

übertragen. Die aus der Stellwerkstechnik stammenden Kommandos und Meldungen müssen übersetzt — codiert — werden, bevor sie übertragen werden. Nach dem Empfang werden sie wieder zurückübersetzt — decodiert. Daher wird vor den Sender ein Codierer und hinter den Empfänger ein Decodierer geschaltet. Der Codierer drückt die gewünschte Impulsfolge dem Sender auf, der Decodierer übernimmt die übertragene Impulsfolge vom Empfänger. Codierer und Decodierer sind feste, nach einem bestimmten Schema geschaltete Bausteine. Vor bzw. hinter ihnen liegen Speicher, die die übernommenen Informationen so lange festhalten, bis sie verarbeitet werden können. Auch die Speicher sind Bausteine, die zunächst keinen bestimmten Informationsinhalt besitzen. Diesen bekommen sie erst durch die individuelle Verbindung mit den Tastenrelais bzw. den Melderelais. Eine Verbindungsschaltung kuppelt den speziellen Informationsinhalt der Stellwerksseite mit der neutralen Übertragungseinrichtung. Jedem Übertragungsvorgang geht die Leitungsbelegung voraus, die die nicht beteiligten Stationen vom Senden und Empfangen zeitweilig ausschließt. Bei einer gleichzeitigen Leitungsbelegung durch die Zentrale und eine Station hat die Zentrale den Vorrang. Auf die Leitungsbelegung folgt die Stationswahl, die die angesprochene Station mit dem Stationsrückruf erwidert. Stationsruf und -rückruf benutzen den gleichen Code. Die eine Information absetzende Stelle stellt durch einen Codevergleich fest, ob die Verbindung mit der gewünschten Stelle hergestellt ist. Wenn ja, folgt die eigentliche Informationsübertragung, die durch eine Informationsrückübertragung bestätigt wird. Anschließend wird die übertragene Information decodiert und dem Stellwerk übergeben sowie die Leitung freigegeben. Die Melderichtung wird weit mehr als die Kommandorichtung beansprucht. Es gibt viel mehr Meldearten als Kommandoarten. Während des Betriebes werden laufend Mel-

dungen abgesetzt. Wegen der weitgehenden Automation der modernen Signalanlagen sind nur selten Stellkommandos nötig. In der Regel wird nur das Kommando für das Einstellen einer Zugstraße erteilt, das der Bedienung der Start- und Zieltaste im Ortsstelltisch entspricht. Die einzelnen Weichen laufen automatisch in die richtige Lage, zuletzt geht das Signal auf Fahrt. Alle übrigen Kommandos kommen selten vor, meist bei Unregelmäßigkeiten oder Störungen. Mit der Reichweite der Fernwirktechnik werden alle in der Signaltechnik praktisch vorkommenden Anwendungsfälle beherrscht.

Literatur: Signal und Draht (1960) H. 2 — Eisenbahntechnische Rundschau (1963) H. 11. *Sasse*

Fernsteuertisch → Ferntisch F 62.

Fernsteuerung, Aktionskomponente der Fernwirktechnik, bestehend in der Fernauslösung von Schalthandlungen von einer zentralen Stelle aus und in der Überwachung ihrer Ausführungsbestätigung. Da zur Kommandogabe über größere Entfernungen nur energiearme elektrische Signale in Betracht kommen, sind die Kommando-Empfänger durchweg Relais oder elektronische Schaltungen, die am Empfangsort den Auslöse-Mechanismus für die Betätigungsenergie aus örtlichen Energiequellen zur Kommandoausführung freigeben. Im Gegensatz zur Fernmessung erfolgt die Belegung des Übertragungskanals für Kommando und Rückmeldung nur kurzzeitig, jedoch ohne vorherbestimmbaren Zeitplan, aber auf jeden Fall vordringlich. Daher die schlechte Ausnutzung des Übertragungsweges, falls nicht zusätzlich durch Fernsprech- oder Fernschreibverbindung belegt, welche aber zur Durchgabe von Fernsteuerkommandos sofort unterbrochen werden müssen. Hauptbedingung für die Fernsteuerkommandos: Sicherheit, richtige Übermittlung und Schnelligkeit. Wichtiges Organ der F.: Steuerquittungsschalter zur Kommandoauslösung, Vollzug-Rückmeldung und deren Quittierung in einem Gerät vereinigt.

Wichtige Verfahren:

1. Rundsteuerung für Tarifumschaltungen von Zählern, Ferneinschaltung von Straßenbeleuchtung u. ä. durch Aufschaltung von Tonfrequenzsignalen auf städtische Stromverteilungsnetze.
Empfänger: abgestimmte Frequenzrelais.

2. Doppelader- oder Eindrahtsteuerung mit Gleichstrom. Bedingung: störungsfreie Kabeladern.
Vorteil: Sicherheit und Schnelligkeit.
Nachteil: schlechte Leitungsausnutzung, Reichweite beschränkt auf ca. 10 km und nur wirtschaftlich vertretbar, wenn am gleichen Ort mehrere Vorgänge gleichzeitig von der Steuerzentrale auslösbar sein müssen. Die Vollzugs-Rückmeldung unterscheidet sich vom Steuerkommando entweder durch Polarität oder Intensität und erfolgt über Meldekontakte des gesteuerten Organs (z. B. Leistungsschalter).

3. Steuerung mit Anwahlverfahren: entspricht der Meßwertanwahl der Fernmeßtechnik mit Elementen der Selbstanschluß-Fernsprechtechnik, jedoch mit Sicherungen gegen Falschverbindungen und Störimpulse auf der Übertragungsleitung. Solche Sicherungen sind Impuls-Telegramme, zusammengesetzt aus langen und kurzen Impulsen bzw. kurzen und langen Impulspausen, ggf. mit spiegelbildlicher Wiederholung des Impuls-Telegramms. Der Kommandovollzug erfolgt dann jeweils erst bei Übereinstimmung des Kommando-Impulstelegramms mit seinem inversen Spiegelbild.
Vorteil: Übertragungsmöglichkeit auf allen Telegrafiekanälen, auch solchen unter Hochspannungseinfluß.
Nachteil: Kommandoverzögerung durch Wählerlaufzeit; falls nicht tragbar, in Sonderfällen Überlagerung von Direktsteuerungen möglich.

Fernsteuerkommando zur Einleitung einer Folge von zeitlich aneinandergereihten Einzelfunktionen. Es wird nicht jede der einzelnen Funktionsphasen gesteuert, sondern nur ihr Ablaufbeginn. Der funktionsgerechte Ablauf wird einer Selbststeuereinrichtung am Empfangsort überlassen. Die Überwachung des richtigen Ablaufs kann dadurch geschehen, daß jeder beendigten Teilfunktion eine Rückmeldung zugeordnet wird. *Eberhard*

Fernsteuerung an Bord von Schiffen → Automation an Bord von Schiffen.

Fernsteuerung von Modellen → Fernwirken.

Fernstromversorgung → Fernspeisung.

Ferntisch → Fernplatz.

Ferntisch F 62. Das Bild zeigt den für die schnurlose Technik der handbedienten → Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62) entwickelten doppelplätzigen F., auch als Wählerferntisch bezeichnet. Bild 2 zeigt das um 15° ansteigende Bedienungs-

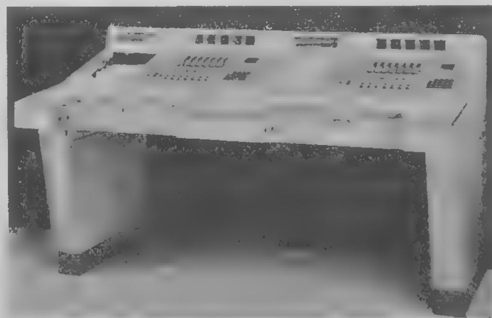


Bild 1. Ferntisch F 62.

feld eines Fernplatzes. Es enthält die für den → Verbindungsaufbau in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 benötigten Anzeige- und Bedienungsmittel. Auf der linken Seite jedes Arbeitsplatzes ist ein abschließbarer Karteitrog für die Leitbehelfe in die Tischplatte eingelassen. Vor dem Bedienungsfeld die um 5° geneigte Schreibfläche. Um alle Kartei- und Bedienungsmittel bequem erreichen zu können, wurde die Tiefe der Schreibfläche auf ein Mindestmaß beschränkt. Der Tisch hat deshalb besondere Armauflagen. Ein Tischkasten ist für die Handtasche



Bild 2. Bedienungsfeld eines Ferntisches F62.

der Vermittlungskraft vorgesehen; der Aufsatz hinter dem Bedienungsfeld enthält Fächer für Gesprächsblätter und Dienstbehelfe. Die Schaltkabel werden durch die Ständer zugeführt. Die den Plätzen zugeordneten Schaltmittel sind zentral in Gestellrahmen des Relais- und Wähler-Raumes untergebracht, so daß sie dort für den Unterhaltungsdienst zu jeder Zeit und ohne Beeinträchtigung der Vermittlungstätigkeit leicht zugänglich sind. Die Fernplätze selbst enthalten nur die Anzeige- und Bedienungsmittel, wie Lampen, Tasten und Gesprächszeitmesser.

Während in handbedienten Fernvermittlungsstellen mit Schnurtechnik die Verbindungen über das Klinkenfeld der Fernschränke laufen, berühren in der schnurlosen FernVStHand F62 die Leitungen den Fernplatz selbst nicht. Die F. werden vielmehr über Stichleitungen an die zentral untergebrachten technischen Einrichtungen angeschlossen. F. werden deshalb auch als Fernsteuertische bezeichnet. Die zweckmäßige Aufstellung der F. in kurzen Ferntischreihen zeigt Bild 3.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128 — W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2.

Gänsler

Fernverbindung im handvermittelten Ferndienst. Durch eine F. wird der Fernsprechanschluß des Anmelders mit dem des Verlangten über Fernleitungen verbunden. Der Verlauf einer Fernverbindung — besser Ferngesprächsverbindung — wird hier in einfacher Form dargestellt.

Verbindung im halbautomatischen Dienst

Der Teilnehmer (Teiln) A verlangt eine Verbindung zum Teiln B. Er wählt mit der Kurzrufnummer seine Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (Fern-



Bild 3. Ausschnitt aus der handbedienten Fernvermittlungsstelle F62 in Mannheim.

VStHand) (525) und meldet hier sein Gespräch an. Die → Vermittlungskraft in der FernVStHand 525 nimmt ein Gesprächsblatt (→ Einheitsgesprächsblätter) auf, sucht die Ortsnetzkennzahl des verlangten Ortsnetzes in ihrer → Fernplatzunterlage, wählt die Ortsnetzkennzahl vor und dann die Rufnummer des verlangten Teiln. Wenn aufgelegt wird, leuchtet das Schlußzeichen auf. Die Verbindung wird getrennt (Beispiel s. Bild 1).



Bild 1. Verbindungsaufbau im halbautomatischen Dienst.



Bild 2. Verbindungsaufbau über Rufleitungen.

Zeichenerklärungen zu Bild 1 und 2

□	FeAs	Fernsprechanschluß, kurz Teiln A bzw. Teiln B genannt
•	ON	Ortsnetz
	EVSt	in der Selbstwählferndienst-Ebene Endvermittlungsstelle genannt; 4 Ziffern, in einigen Fällen auch 5 Ziffern
○	KVStHand	Knotenvermittlungsstelle mit Handbedienung, Leitzahl 3 Ziffern
●	KVStW	Knotenvermittlungsstelle mit Wählbetrieb, 3 Ziffern
○	HVStHand	Hauptvermittlungsstelle mit Handbedienung, Leitzahl 2 Ziffern
●	HVStW	Hauptvermittlungsstelle mit Wählbetrieb, 2 Ziffern
◎	ZVStHand	Zentralvermittlungsstelle mit Handbedienung, Leitzahl 1 Ziffer
⊙	ZVStW	Zentralvermittlungsstelle mit Wählbetrieb, 1 Ziffer

Wenn eine Vermittlungsstelle beim Verbindungsaufbau nicht als VStHand zwischengeschaltet wird, ist sie als VStW dargestellt.

Verbindung über → Rufleitungen.

Beim Aufbau über Rufleitungen müssen die FernVStHand in nachstehender Reihenfolge zwischengeschaltet werden: 52 — 5 — 8 — 83 — 833. Erst diese FernVStHand wählt den verlangten Teiln B im ON 8336 unmittelbar an (EVSt 8336 liegt im Anmeldebereich der KVStHand 833), s. Bild 2. Der Verbindungsaufbau zu 2. über Rufleitungen ist noch leitweggerecht, wird aber durch das → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen praktisch unterbunden.

Trommer

Fernverbindungskabel → Fernmeldelinie.

Fernverkehr. Fernsprechverkehr zwischen Teilnehmern verschiedener Ortsnetze.

Fernverkehrseinheit. Die F. ist ein Maß für die Bemessung aller Tätigkeiten (Grund- und Nebentätigkeiten) an handbedienten Vermittlungsplätzen. Eine F. entspricht dem Arbeitsaufwand, der im Inlandsdienst am Fernplatz für die Abwicklung einer abgehenden Gesprächsverbindung im → Rückwärtsaufbau über eine weitere handbediente → Fernvermittlungsstelle (FernVStHand) erforderlich ist. Dasselbe Gespräch im → Vorwärtsaufbau hergestellt erfordert beispielsweise den Arbeitsaufwand von nur 0,75 F, das Entgegennehmen einer Gesprächsanmeldung 0,3 F. Eine F entspricht dem Zeitaufwand von 3 Minuten. Von einer Vermittlungskraft am Fernplatz wird erwartet, daß sie in einer Stunde 20 F leistet. In dieser Regelleistung an Fernplätzen ist eine Leistungsreserve enthalten, die die Vermittlungskraft vor Überlastung schützt. Andererseits kann in Zeichen starken Verkehrsanfalls, z. B. während der → Hauptverkehrsstunde (HVStd), die Vermittlungskraft ihre Leistung ohne Überanstrengung und Verschlechterung der Betriebsabwicklung um 15 v.H. steigern (23 F/Std.). Diese erhöhte Leistung an Fernplätzen wird deshalb allen Berechnungen zur → Bemessung von Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand) zugrunde gelegt.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Fernvermittlungsdienst ist die für die Herstellung einer Ferngesprächsverbindung im handvermittelten Ferndienst (→ Ferndienst, handvermittelter) erforderliche Tätigkeit bei den Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand). Im Selbstwählferndienst wählt der Teilnehmer (Teiln) die von ihm gewünschte Sprechstelle ohne Einschaltung einer FernVStHand selbst. Weitere Hinweise über die im F. erforderlichen Tätigkeiten → Abfragen, → Abrufen, → Anmelden der Gespräche, → Anmeldewartezeit, → Beobachten der Gespräche, → Betriebsverfahren, → Trennen der Verbindungen, → Verbinden im handvermittelten Ferndienst.

Zur Bestgestaltung des F. ist von den → Vermittlungskräften zu beachten: Gegenüber dem Teiln ist eine höfliche, deutliche und verbindliche Sprechweise erforderlich. Der Aussprache der Rufnummer ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Es muß das Bestreben sein, dem Teiln zu helfen und seine Wünsche zu befriedigen. Die verschiedenen Redewendungen müssen unter Vermeidung eines schroffen Tones angewendet werden. Auch bei unberechtigten Vorwürfen und Beleidigungen sollen die Vermittlungskräfte ruhig bleiben und unnötige Erörterungen unterlassen. Hierbei ist die Aufsicht einzuschalten.

Fernvermittlungsstelle ist üblicherweise eine automatische Vermittlungsstelle in den Netzknotenpunkten des Fernnetzes; Unterteilung erfolgt in Zentralvermittlungsstellen (ZVSt) für die oberste, vermaschte Netzebene, in Hauptvermittlungsstellen (HVSt) für die nächst niedere Netzebene, in Knotenvermittlungsstellen (KVSt) für die Netzebene, in der bei konventionellen Vermittlungssystemen neben der Leitweglenkung auch die Gebührenermittlung erfolgt, und in Endvermittlungsstellen (EVSt) für die unterste (Orts-)Netzebene; Endpunkt des Fernnetzes, z. B. OGW-Gruppe einschließlich Ue-k (→ Fernsprechnetz, → Fernwählsysteme).

In Z-, H- und KVSt wird in neuerer Zeit ausschließlich vierdrähtig durchgeschaltet, in EVSt zweidrähtig.

Soweit handvermittelte F. betrieben werden, sind mehrere KVStHand einer HVStHand, mehrere HVStHand einer ZVStHand unterstellt. Die FernVStHand werden mit der aus der Ortsnetzkennzahl (ONKz) abzuleitenden Leitzahl dargestellt, eine KVStHand mit den ersten drei Ziffern ihrer ONKz, eine HVStHand mit den ersten beiden Ziffern ihrer ONKz, eine ZVStHand mit der ersten Ziffer ihrer ONKz bezeichnet. Daneben können sie auch mit ihrem Namen bezeichnet werden (Bild 1).

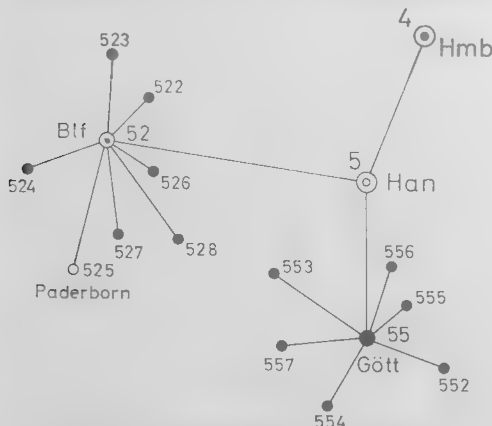


Bild 1. Fernvermittlungsstellen in der Netzebene.

Im → Auslandsferndienst unterscheidet man → Auslandsvermittlungsstellen m. H. (AuslVStHand) und → Auslandskopfvermittlungsstellen m. H. (AuslKopfVStHand) (Bild 2).

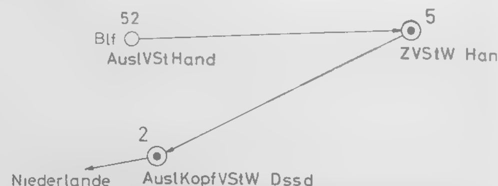


Bild 2. Auslandsvermittlungsstelle in der Netzebene.

Technik, Betrieb und Standort der handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) werden entscheidend vom Aufbau des Landesfernwahlnetzes

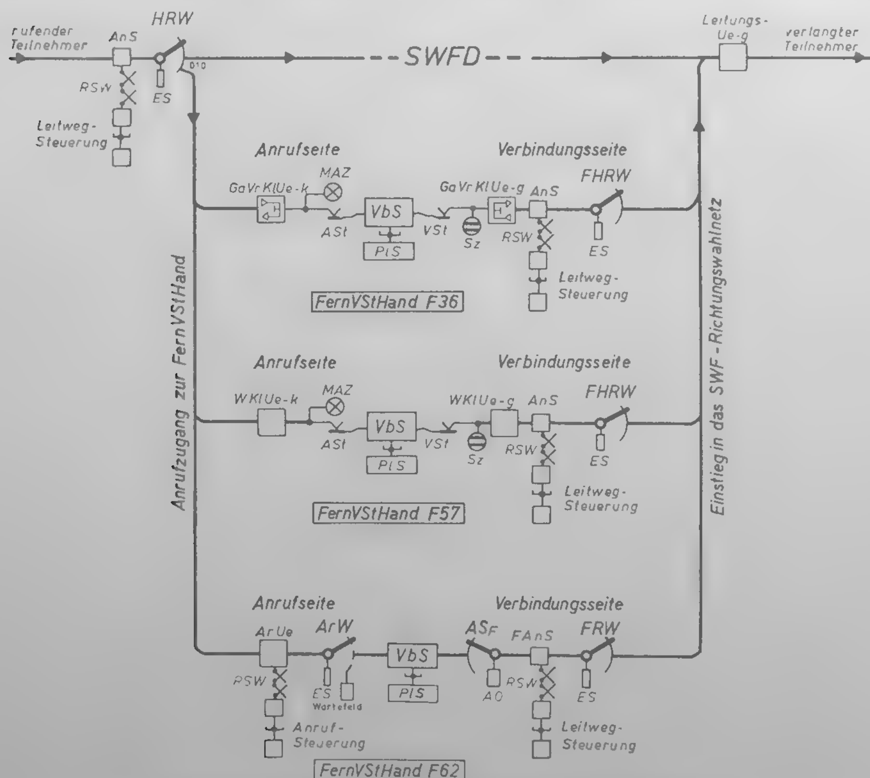


Bild 3. Verbindungsaufbau im Landesfernwahlnetz über FernVStHand.

mitbestimmt. Es werden nur noch wenige FernVStHand benötigt, für die hauptsächlich schwieriger Restverkehr übrigbleibt. Im Landesfernwahlnetz sind Selbstwähltechnik und Handvermittlungstechnik an viele gemeinsame Grundsätze gebunden, so daß FernVStHand als handbediente Wähler des Selbstwähl-Netzes aufgefaßt werden können. Beide Betriebsarten verbindet ein gemeinsames Netz, über das sowohl der Teilnehmer den fernen Teilnehmer durch Selbstwahl erreicht, über das aber auch die Vermittlungskräfte durch → Fernplatzansteuerung so miteinander in Verbindung treten, als bestünde zwischen den FernVStHand ein besonderes, dem Teilnehmer nicht zugängliches Netz. Die Verschmelzung des handbedienten Fernnetzes mit dem Selbstwählnetz zeigt Bild 3. Parallel zum Selbstwählweg bestehen Verbindungswege über FernVStHand F 36, FernVStHand F 57 und FernVStHand F 62. Die Leitwegsteuereinrichtungen der Landesfernwahl werden beim Verbindungsaufbau über Fernplätze zweimal in Anspruch genommen, einmal für den Anrufausstieg, zum anderen für den Einstieg in das Richtungswahlnetz für den Verbindungsaufbau. Folgende Typen von FernVStHand wurden entwickelt und sind noch im Betrieb: F 29; F 36; F 57 und F 62.

FernVStHand 29, erste deutsche schnurlose, handbediente Fernvermittlung. Der Vermittlungsplatz wurde als Ferntisch ausgebildet. Über die senkrechten Tastenreihen sind die den Fernplätzen fest zugeordneten Fernleitungen geführt, über die waagerechten Tastenreihen die sogenannten Vorbereitungsleitungen, das sind die mit Wählern beschalteten Ausgänge in das Ortsnetz und zu den Durchgangsplätzen. Durch Drücken der im Schnittpunkt einer Fern- und Vorbereitungsleitung gelegenen Ferntaste werden beide Leitungen zweiadrig miteinander verbunden.

An den Ferntischen F29 können allerdings nur Endverbindungen schnurlos hergestellt werden. Bei Durchgangsverbindungen müssen Fern-B-Plätze (ohne Verstärker) und Durchgangsplätze (mit Schnurverstärker) mitwirken. Diese Hilfsplätze enthalten ein Klinkenfeld mit den weiterführenden Fernleitungen und Zuschalteschnüre. Die »schnurlose« FernVStHand F29 arbeitet mithin nur im Endverkehr als reine schnurlose Vermittlung.

FernVStHand F29 wurden für große handbediente Fernvermittlungsstellen, in denen die Unterbringung des großen Leitungsparks Schwierigkeiten bereitete, entwickelt. Diese Technik wurde um 1930 u. a. in Mannheim (Bild 4), Berlin und Hamburg eingesetzt.

FernVStHand 36 wurden in der Bundesrepublik Deutschland im großen Umfange bis zur Einführung der vierdrähtig durchschaltenden Systeme → FernVStHand F57 und → FernVStHand F62 — an Orten von Haupt- und Zentralvermittlungsstellen (→ HVSt und → ZVSt) errichtet. Die



Bild 4. Tischfernamt F29 in Mannheim.

Verbindungen werden mit Schnurpaaren zweidrähtig an → Fernplätzen F36 mit auflaufender Restdämpfung oder dämpfungsfrei (→ Verbindungsaufbau in handbedienten Fernvermittlungsstellen F36) hergestellt. Für die pegelrichtige Durchschaltung sorgen schaltbare Verlängerungsleitungen, die von Entdämpfungskennzeichen (→ Entdämpfungskennzeichen F36) gesteuert werden. Für → Rufleitungen, → Meldeleitungen und → Fernwahlleitungen sowie für den Einstieg in das Landesfernwahlnetz und den Ausstieg (→ handbediente Fernvermittlungsstellen im Landesfernwahlnetz) werden neben Gabelklinkenübertragungen vorwiegend → Gabelverstärkerklinkenübertragungen verwendet. Diese → Klinkenübertragung kann als Universalübertragung auf jede Leitungsart und mehrere Schaltvarianten eingestellt Vierdraht-Fernplätze an die Sprechadern des Schnurpaares geschaltet.

Der vereinfachte Übersichtsplan in Bild 7 zeigt die für die verschiedenen Leitungsarten benötigten Übertragungen. Je nach der Art der Leitung ist zwischen sechs verschiedenen Arten von → Klinkenübertragungen zu unterscheiden: Rufklinkenübertragungen (RKlUe 57) für Vierdraht-Rufleitungen, Rufgabelklinkenübertragungen mit und ohne Transistorverstärker (RGaVrKlUe 57 und RGaKlUe 57) für Zweidraht-Rufleitungen mit 25Hz-Ruf, ZB-Klinkenübertragungen (ZBKlUe 57) für den unmittelbaren Anschluß von Fernsprechapparaten und Wählklinkenübertragungen für ankommenden und abgehenden Verkehr (WKlUe-k 57 und WKlUe-g 57) für Wählleitungen und die Zusammenarbeit mit Wählern.

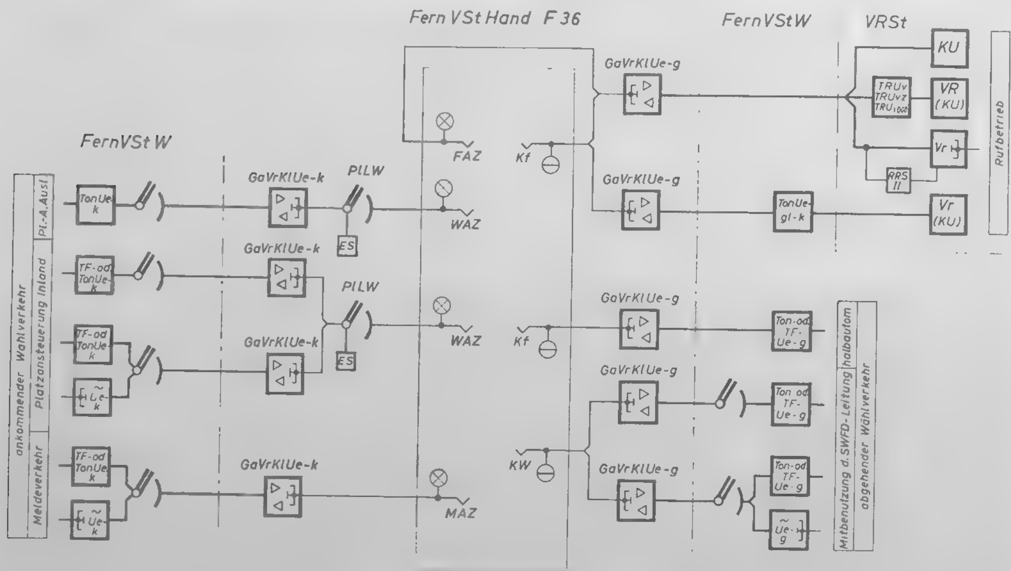


Bild 5. Vereinfachter Übersichtsplan einer FernVStHand F36.

werden. Die grundsätzlichen Möglichkeiten des Verbindungsaufbaues zeigt der vereinfachte Übersichtsplan (Bild 5). Für die Prüfung der Fernplätze F36 und Klinkenübertragungen stehen das → Fernschrankprüfgerät F36 und die → Schnurprüfeinrichtung F36 zur Verfügung.

FernVStHand 57. Ein Vermittlungssystem mit vierdrähtiger Durchschaltung der Leitungen über Schnurpaare, entwickelt für die Zusammenarbeit mit dem Selbstwählfernnetz der → Landesfernwahl. Als Vermittlungsschränke werden zweiplätzige → Fernschränke F 57 mit Anruf- und Verbindungsfeld und sechsadrigen Schnurpaaren verwendet, deren Grundschaltung Bild 6 zeigt. Die → Sprechzeuge werden über → Abfrageverstärker für

Da Rufleitungen wechselseitig betrieben werden, liegen diese Leitungen im Abfragefeld auf → Anrufzeichen und zugleich im Verbindungsfeld auf Verbindungsklinken. Den nur gerichtet betriebenen Wählleitungen werden außerdem — wenn erforderlich — Leitungsübertragungen zugeordnet (z. B. Gabelübertragungen für Leitungen vom und zum Ortsnetz oder TF-Übertragungen für Fernwahlleitungen). Die Zusammenarbeit mit dem Selbstwählnetz der Landesfernwahl — z. B. Einstieg über Richtungswähler (RW) und Ausstieg über Endgruppenwähler (EGW) bei → Fernplatzansteuerung — ist möglich. Bild 8 zeigt an einem Schaltungsauszug als Beispiel die Zusammenschaltung von zwei Vierdraht-Rufleitungen. Dazu folgende Erläuterung: Die von der Verstärkerstelle

(VrSt) kommenden Vierdraht-Rufleitungen werden der handbedienten Fernvermittlungsstelle (FernVSt-Hand) mit dem Übergabepegel +1N/—2N angeboten. Der Durchschaltepegel beträgt in beiden Richtungen —0,5 N. In die Sprechadern werden auf beiden Seiten die Dämpfungsglieder Vl_f (1,1 N) und Vl_d (0,4 N) eingefügt. Vl_f enthält eine Verstärkungsreserve, um bei räumlicher Trennung von Verstärkerstelle und Fernvermittlung die Leitungen des Verbindungskabels entdämpfen zu können. Vl_d wird ausgeschaltet, wenn mit elektrisch langen Zweidrahtleitungen verbunden wird. Die Entdämpfungskennzeichen werden über die Sprechadern übertragen. Die beiden Sprechrichtungen werden in der Schnurpaarschaltung gekreuzt. Das ist notwendig, um alle Klinken in der gleichen Weise beschalten zu können. Die an Stöpsel und Klinke vorhandene Kreuzung (Bild 6, 7, 8 [S. 562]) berücksichtigt die Eigenkapazitäten der Stöpsel-Klinken-Verbindung und dient lediglich zur optimalen Entkopplung der beiden Sprechrichtungen. Um eine möglichst hohe Entkopplung auch beim Eintreten der Vermittlungskraft in die Verbindung zu gewährleisten, wird das Sprechzeug über einen → Abfrageverstärker für Vierdraht-Fernplätze an die Sprechadern des Schnurpaares geschaltet.

Für tragbare F 57-Vermittlungen werden Fernschränke F 57st, die für den Anschluß von 30poligen Steckerkabeln ausgelegt sind, verwendet. Auch alle anderen Einrichtungen, wie die Gestellrahmen für Leitungs- und Klinkenübertragungen, die Verteiler und die Stromversorgungseinrichtungen, sind in → F 57st-Anlagen für Steckerverkabelung eingerichtet.

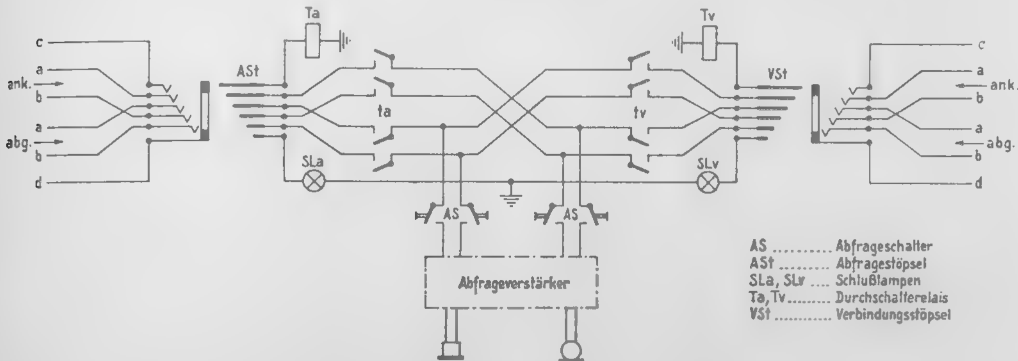


Bild 6. Grundschema einer Vierdrahtverbindung am Fernplatz F57.

FernVStHand 62 auch als Wählerfernamt bezeichnet, eine für Fernsprechnetze mit Selbstwählferndienst — wie das → Landesfernwahlnetz — bestimmte, handbediente schnurlose Fernvermittlung mit Fernplätzen. Im allgemeinen werden für den Verbindungsaufbau die Leitungen des Teilnehmerselbstwählnetzes mitbenutzt; doch es können auch eigene Bündel mit Rufleitungen oder Wählleitungen, die nicht den Teilnehmern zur Verfügung stehen, angeschaltet werden.

Die → Wählerfernplätze sind über Stichleitungen an die technischen Einrichtungen der Vermittlung angeschlossen und enthalten nur Anzeige- und Bedienungsmittel, wie Lampen, Tasten und Gesprächszeitmesser. Im Gegensatz zu Fernvermittlungen mit Stöpseln und Klinken, in denen die Anrufe durch → Anrufwiederholung mehreren Plätzen zugleich angeboten werden, erhalten in der FernVStHand F 62 nach dem Prinzip der → Anrufzuteilung nur arbeitsbereite Plätze einen Anruf, der nicht wiederholt wird. Gehen mehr Anrufe ein als gerade abgefragt werden können, so werden sie in einer → Warteeinrichtung gespeichert und in der Reihenfolge ihres Eintreffens den freiwerdenden Plätzen zugewiesen. Dabei wird ein Verbindungssatz (VbS) belegt, dessen Anzeige- und Bedienungsmittel in einem der Fernplätze untergebracht sind (je Fernplatz etwa 5 bis 6 VbS). Die Vermittlungskräfte können Verbindungen

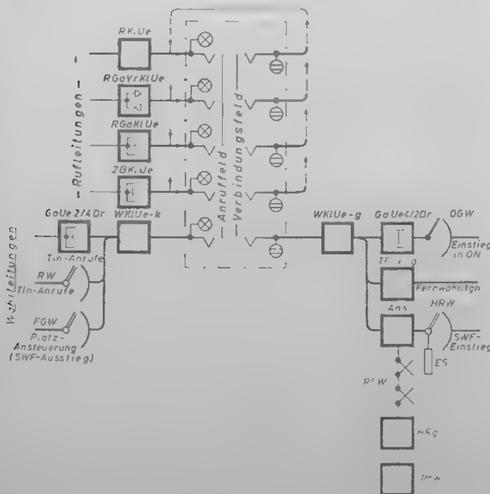


Bild 7. Vereinfachter Übersichtsplan einer FernVStHand F57.

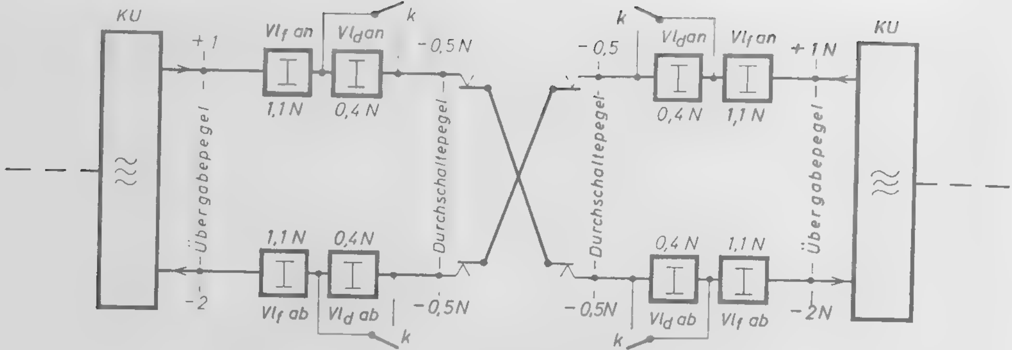


Bild 8. Verbindung von 2 Vierdrahtrufleitungen über Fernplatz F57.

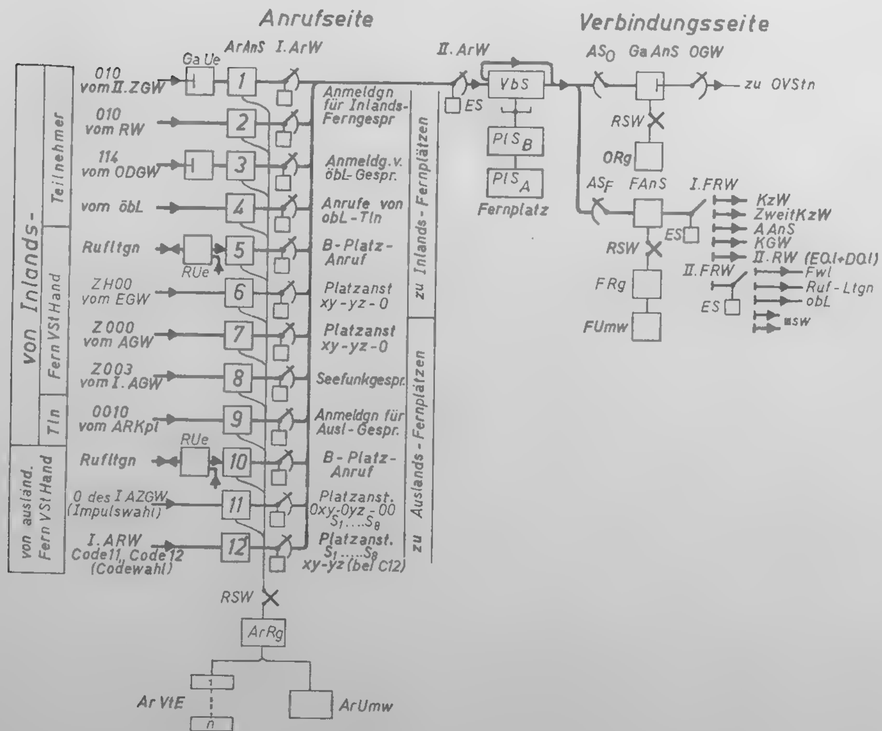


Bild 9. Übersichtsplan einer FernVStHand F62 für In- und Auslandsverkehr.

im → Vorwärtsaufbau und → Rückwärtsaufbau herstellen. Die Wählinformation wird von einer Wähltastatur codiert weitergegeben und bei Fernverbindungen von einem → Fernregister, bei Ortsverbindungen von einem → Ortsregister für den weiteren Verbindungsaufbau ausgewertet.

Der Übersichtsplan im Bild 9 zeigt eine große FernVStHand F 62 für In- und Auslandsverkehr. Einzelheiten über die Betriebsabwicklung siehe → Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 und → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62.

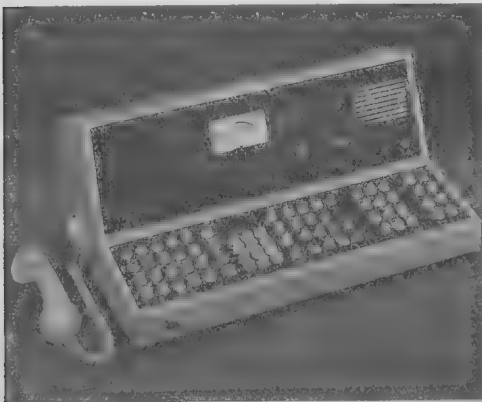
Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter, Verlag Erich Herzog, Goslar 1954 — F. Wobersin, Die Fernplatzschaltung 36, Fernmeldetechnische Zeitung (FTZ), 1948, Heft 2 u. 3 — W. Gänsler, Die handbedienten Vermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2 — H. Holste und G. Kleinesudeik, Die handbediente Fernvermittlungsstelle mit Fernplatzschaltung F57 (FernVStHand F57). Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, Ausgabe B, Bd. 20 (1967), Heft 9, S. 243 — H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — H. Rjosk, Fernamt Hannover nach der Bauart F57. Siemens Zeitschrift, Bd. 36 (1962), Heft 9, S. 681. — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Bad Windsheim, Mittelfranken, S. 128.

Altehage/Gänsler/Trommer

Fernwahl → Selbstwählferndienst.

Fernwahl-Münzfernsprecher → Münzfernsprecher.

Fernwahlprüfplatz. Der F. dient der manuellen Prüfung von Leitungen des SWFD (→ Prüfung der Leitungen des SWFD). Er wird z. B. für manuelle Nachprüfungen am Tage neben der automatischen Prüfeinrichtung für Leitungen (APrEL) eingesetzt, wenn es aus betrieblichen Gründen notwendig ist. Der F. bietet die gleichen Prüfmöglichkeiten wie das Prüfgerät Nr. 52. Er wird jedoch an günstiger



Fernwahlprüfplatz.

Stelle stationär aufgebaut und erhält über vier I.- oder Gruppen-Zugangswähler Zugang zu den abgehenden Leitungen. Der F. besteht aus einem Bedienungspult und einem Gerätekasten, in dem die Relais und Funktionsbaugruppen untergebracht sind. Das Bedienungspult mit Tasten, Drehschaltern sowie Meßinstrumenten und Lautsprecher kann auf einen Tisch gestellt werden. Über einen Anschlußbeikasten wird der F. fest mit den Zugangswählern verbunden.

Fernwählsystem 62. Als F. wird das bei der DBP seit 1962 eingeführte Wählsystem für den SWFD bezeichnet; es umfaßt Schaltglieder für Verzonung und Leitwegsteuerung in den K- und HVSt sowie → Richtungswähler in EMD-Ausführung, die in zwei Stufen angeordnet werden können. Das System schafft durch die Möglichkeit, daß viele, dem Bedarf entsprechende Querleitungsbündel mit Überlauf sowie Letztwege angeschaltet werden können, die Voraussetzungen für eine optimale Ausnutzung der (teuren) Fernleitungen und damit für einen wirtschaftlichen Selbstwählferndienst.

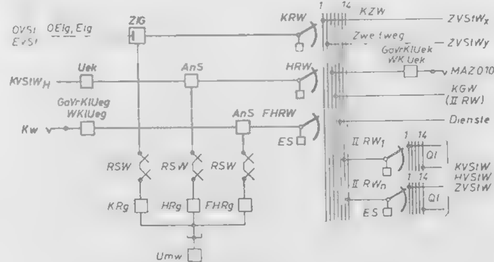


Bild 1.

Im einzelnen werden eine Knotenvermittlungstechnik 62 und eine Hauptvermittlungstechnik 62 unterschieden. Die Knotenvermittlungstechnik 62 erfüllt Leitweg- und Verzonungsaufgaben. Sie stellt immer die erste Leitwegsteuerstelle dar, in der auch die Gebührenzone ermittelt werden muß und von der während der gebührenpflichtigen Gesprächszeit die Zählimpulse in der zeitlichen Folge, wie sie der bestimmungsgemäßen Ferngebühr entspricht, zur Teilnehmerschaltung des rufenden Teilnehmers rückwärts übertragen werden. Die zugehörigen Schaltglieder der KV-Technik sind der Zählimpulsgeber (ZIG), ein Relaissuchwähler in der Gruppierung 120/25 für die Anschaltung der Register, die → Knotenregister 62 (KRg 62), eine → Umwerteranlage, bestehend aus zwei duplizierten Einzelumwertern, und die Richtungswähler 62 (RW 62) mit Einstellsatz.

Das KRg ist für die Zeit des Verbindungsaufbaues mit einem ZIG verbunden und wirkt als Leitregister. Es nimmt nach seiner Anschaltung die vom Teilnehmer gewählten Wahlserien auf und speichert sie zunächst. Nach Eingang einer genügenden Anzahl von Ziffern (in der Regel 3) erfragt das KRg vom zentralen Umwerter die Zonen-, Leitweg- und Sonderaussagen. In der Folge stellt das KRg die RW ein; ist eine Fernleitung erreicht, so werden die noch erforderlichen Ziffern der Ortsnetzkennzahl und die Teilnehmerrufnummer zur folgenden FernVStW übermittelt. Diese Ziffernübertragung wird in bestimmten Fällen nach der 3. Ziffer unterbrochen und erst nach Eintreffen eines Abrufzeichens fortgesetzt. Die Hauptvermittlungstechnik 62 erfüllt nur die Aufgaben einer Leitwegsteuerstelle. Sie kann deshalb ausschließlich in FernVStW höherer Netzebenen (HVStW, ZVStW) für solche Verkehrsanteile eingesetzt werden, die bereits in der davorliegenden KVStW verzont worden sind. Für den noch zu verzonenden Quellverkehr in H- und ZVStW müssen deshalb neben die HV-Technik Einrichtungen treten, die zusätzlich verzonen können, d. s. Schaltglieder der KV-Technik.

Die Schaltglieder der HV-Technik sind der Hauptrichtungswähler (HRW), der einen Anschaltesatz (AnS) beinhaltet, ein Hauptregister 62 (HRg 62), ein Relaissuchwähler (RSW) in der Gruppierung 100/15 sowie mit der KV-Technik gemeinsame Umwerter.

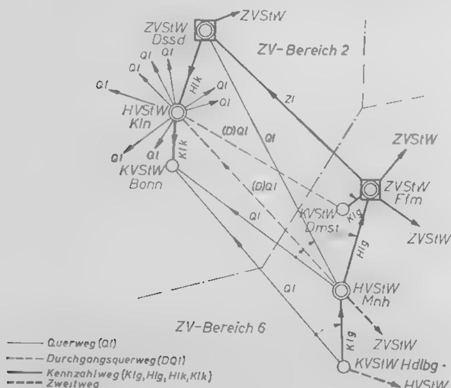


Bild 2.

Das HRg 62 stellt ein kleineres Durchgangsregister dar. Es wird nach Belegung des Anschaltenetzes über den RSW angeschaltet und empfängt von dem davorliegenden KRg 62 (oder dem VZ : R der Übergangstechnik) lediglich die ersten 3 Ziffern der Ortsnetzkennzahl. Es befragt den Umwerter und erhält Leitweg- und Sonderaussagen. Anschließend daran werden die beiden RW-Stufen vom HRg aus eingestellt und dann keine, eine, zwei oder drei Ziffern der Ortsnetzkennzahl in Richtung des Verbindungsaufbaues ausgesandt, je nach Zugänglichkeit des erreichten Fernleitungsbündels. Das HRg schaltet sich augenblicklich frei, nachdem es noch einen Abrufimpuls rückwärts zum KRg 62 (oder VZ : R) gesendet hat. Die folgenden Wahlserien werden unmittelbar vom KRg über die durchgeschalteten HRW zur Ziel-Fern VStW gesendet.

Bild 1 zeigt in vereinfachter Darstellung die Anordnung der Schaltglieder in einer HVSt. Es beinhaltet zusätzlich den Zugang zur FernVStHand über Klinkenübertragungen (KlUe) und den Zugang von dieser über KlUe, AnS und eigene HRW zum Wählnetz.

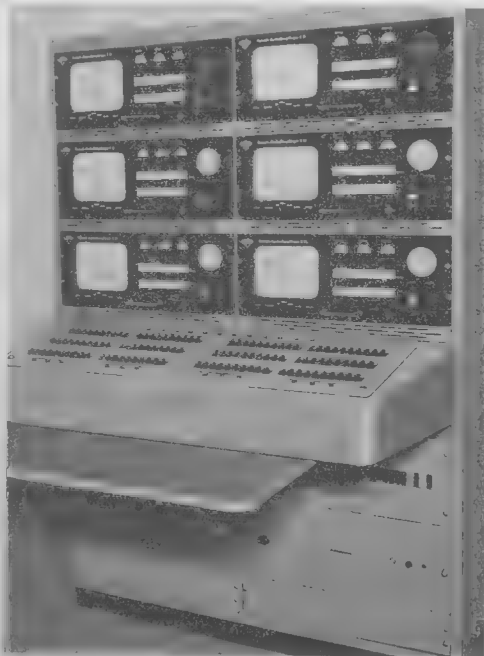
Die Möglichkeiten der Verkehrslenkung in einem Fernwählnetz mit FwS 62 seien anhand des Bild 2 kurz erläutert.

Für eine gewünschte Verbindung z. B. von Heidelberg nach Bonn wird am Ursprung Heidelberg ein vorhandenes Querbündel nach Bonn dann benutzt, wenn noch mindestens eine Leitung frei ist. Andernfalls wird die Verbindung zur HVSt Mannheim durchgeschaltet; dort prüft die HV-Technik 62 die direkten Bündel nach Bonn, dann das Bündel nach Köln und anschließend das Bündel nach Düsseldorf auf eine freie Leitung. Sollte im Augenblick hier keine freie Leitung erreichbar sein, so wird die Verbindung auf dem Kennzahlweg über Frankfurt, Düsseldorf und Köln nach Bonn durchgeschaltet. Auf diesem KZW besteht jetzt eine (nach dem für die Bemessung vorgegebenen Verlustplan) geringe Wahrscheinlichkeit, daß der Verbindungsaufbau wegen gassenbesetzt abgebrochen wird.

Literatur: A. Mattern »Die Entwicklung des Fernwählsystems FwS 62 der DBP (Volltechnik)«, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962 — Das Fernwählsystem 62, Unterrichtsblätter B.

Altehage

Fernwirkanlage für Fernsehsender. Die mit automatisch einschaltbaren Reservestufen ausgerüsteten Fernsehsender werden durch Fernwirkanlagen über Leitungen mit einer Zentrale verbunden, von der aus mehrere Sender überwacht und geschaltet werden. Hierzu gibt die Fernwirkanlage die Kommandos an die Einschalt- und Umschaltautomatik des Senders weiter. Sie nimmt die vom Sender ausgeführten Schaltkommandos in der Zentrale sichtbar auf. Ebenso werden Störungen am Sender oder automatische Umschaltungen auf Reservestufen gemeldet.



Fernwirk- und Beobachtungspult für 6 Fernsehsender.

Das Bild zeigt ein Fernwirk- und Beobachtungspult in einer Zentrale, das für 6 Fernsehsender, d. h. 3 Standorte mit je einem Sender für das 2. und 3. Programm, eingerichtet ist.

Kniestedt

Fernwirken (Funk). Die Benutzung von Funkverbindungen zur Regelung oder Steuerung einer technischen Anlage von einem entfernten Ort aus oder zur selbsttätigen Anzeige oder Aufzeichnung von Mes-

sungen an einem vom Meßgerät entfernten Ort. Dementsprechend unterscheidet man Funkfernregeln, Funkfernsteuern und Funkfernmessen.

Bei der Fernsteuerung läßt sich noch die industrielle und gewerbliche Fernsteuerung und die Fernsteuerung von Modellen (Flug-, Schiffsmodellen usw.) unterscheiden.

Fernwirktechnik ist ein Begriff für die technischen Mittel, die es ermöglichen, die Versorgung ausgedehnter Gebiete mit Strom, Wasser, Öl oder Ferngas usw. von einer zentralen Stelle aus wirtschaftlich und störungsfrei zu leiten. Dazu sind weiträumige Informationen über den jeweiligen Betriebszustand der Versorgungsanlagen nötig. Die dafür erforderlichen Einrichtungen bestehen neben meist betriebseigenen Fernsprech- und Fernschreibverbindungen aus Fernmeßanlagen sowie aus speziellen Meldeeinrichtungen, die Betriebsveränderungen und Störungen anzeigen. Die in der Zentralstelle (Leitstelle) eingehenden Informationen bilden direkt oder nach Verarbeitung in Rechnern die Grundlage für erforderliche Eingriffe der Leitstelle durch → Fernsteuerung und → Fernregelung. Von der F. benutzte Übertragungswege können gemietete Postleitungen, betriebseigene Erdkabel, hochspannungsbeeinflußte Freileitungen oder Luftkabel, Fernmeldeadern in Erdungshohlseilen, Hochspannungs-Energieleitungen, Richtfunkstrecken oder Laserstrahlen sein. Von der Wahl des Übertragungsweges hängt das Verfahren der Übertragungstechnik ab. Weitere Gebiete der F. sind z. B. die Führung unbemannter Fahrzeuge und Flugkörper.

Literatur: W. Henning, Die Fernbedienungstechnik im Dienste der Elektrizitätsversorgung, Verlag Oldenbourg, München 1959 — S. John, Die Fernmessung, Verlag Braun, Karlsruhe 1959/60/62 — Du Mont, UKW-Technik im Dienst der Elektrizitätsversorgung, Elektrizitätswirtschaft H. 8, 1958 — Pumpe, Fernübertragung auf Fernsprechwegen, ETZ A (1958) — Frost und Brittlebank, Die Fernsteuerung von Wasserkraftwerken, The Engineer (1950) — Taschenbücher des Wernerwerkes für Meßtechnik der Siemens AG Karlsruhe — Taschenbuch der Meßtechnik von Hartmann & Braun, Frankfurt/Main.

Eberhard

Fernwirkungstheorie. Die Auffassung über die zwischen Trägern elektrischer Ladungen, zwischen Magnetpolen und zwischen Trägern elektrischer Ströme wirkenden Kräfte, daß der Zwischenraum zwischen den in Wechselwirkung miteinander stehenden Körpern gänzlich unbeteiligt sei: »Fernkräfte«. Die Fernwirkungstheorie kennt nicht die elektrischen und magnetischen Felder (als physikalische Realitäten), sie kann die Existenz und die Eigenschaften elektromagnetischer Wellen daher nicht erklären. — Wird z. B. für die elektrische Energie eines aufgeladenen Kondensators die Ladung der Elektroden und die Spannung zwischen diesen verantwortlich gemacht, so ist dies eine Anschauung der Fernwirkungstheorie; wird für die Energie der felderfüllte Zwischenraum verantwortlich gemacht, so ist dies eine Anschauung der Feldtheorie (Nahewirkungstheorie).

Fernzählung ist ein Teilgebiet der Fernmeßtechnik zur zentralen Überwachung der Energiebilanz (Lieferung und Bezug) nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten und tariflichen Vereinbarungen. In der Elektrizitätsversorgung durch Übertragung von Leistungsintegralen als Impulse von Kontaktgabezählern bzw. Maximumzählern nach einer Zentralstelle, in der Weiterverarbeitung durch Summierungsschaltungen oder Programmrechner erfolgt. Entsprechende Übertragungswerte bei Versorgungsbetrieben für Wasser, Öl oder Ferngas sind Fördermengen als Integrale örtlicher Durchflußmessungen im Rohrleitungsnetz.

Fernzone. Für Gespräche im Selbstwählferndienst, die zwischen Ortsnetzen verschiedener Knotenvermittlungsbereiche geführt werden, gilt die Entfernung zwischen ihren Knotenvermittlungsstellen (KVSt). Ist diese Entfernung größer als 100 km, so gilt die Entfernung zwischen ihren Hauptvermittlungsstellen (HVSt). Außer der Knotenamtszone gibt es 8 F.

Zone I	bis zu 15 km zwischen den KVSt
» II	> 15 bis 25 km zwischen den KVSt
» III	> 25 » 50 » » » »
» IV	> 50 » 75 » » » »
» V	> 75 » 100 » » » »
» VI	bis 200 km zwischen den HVSt
» VII	> 200 bis 300 km zwischen den HVSt
» VIII	> 300 » » » »

Eine Ausnahme davon bildet die sog. → Ausnahmeverzonung.

F. Ausland. Der zwischenstaatliche Fernsprechverkehr wird bezüglich der Gebührenhöhe in → Grenzfernsprechverkehr (→ Grenzzone) und Weitverkehr unterteilt. Je nach der Entfernung zwischen zwei Ländern und deren Flächengröße kann ein Land in verschiedene F. eingeteilt sein, wobei F. nach geographischen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung der Netzgestaltung (in der BRD auf Zentralvermittlungsstellen-Bereiche abgestimmt) gebildet werden. Die Gebührenhöhe im Fernsprechweitverkehr mit dem Ausland ist somit von der jeweiligen F. im Abgangsland und der F. im Zielland abhängig. Beispielsweise bilden die BRD und Japan je eine Zone mit einheitlicher Gebühr, während die BRD und Frankreich je in 3 F. eingeteilt sind.

Ferrite sind aus Metalloxyden gesinterte, keramikähnliche, magnetische Werkstoffe. Allgemeine Formel: $MeO \cdot Fe_2O_3$; Me ist ein zweiwertiges Metall, z. B. $Zn^{\cdot\cdot}$, $Cd^{\cdot\cdot}$, $Co^{\cdot\cdot}$, $Mn^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot}$, $Ni^{\cdot\cdot}$, Beispiel: Ferroferrit $FeO — Fe_2O_3$. Bei den F. mit Spinellstruktur können statt des einfachen Mol-Verhältnisses $1\,Fe_2O_3 : 1\,Me^{II}O$ auch andere Zahlenverhältnisse auftreten, wobei sich die Magnetisierbarkeit ändert. Allg. tritt ein Maximum der Magnetisierbarkeit bei der Zusammensetzung $3\,Fe_2O_3 : 2\,Me^{II}O$ auf. F. haben unterhalb der → Curie-Temperatur (Größenordnung 300 bis 600° C) ferromagnetisches Verhalten, jedoch kleinere Sättigungspolarisation als die Ferromagnetika, Größenordnungen 1,5 bis 6 kG bei 20° C. Sie haben jedoch einen sehr großen spezifischen elektrischen Widerstand (Größenordnung 10 bis $10^8\,\Omega$cm gegenüber $10^{-5}\,\Omega$cm bei Eisen).

Wegen dieser vorteilhaften Eigenschaften sind bei F. die Wirbelstromverluste i. allg. so klein, daß man auf die bei Metallen unbedingt erforderliche Unterteilung eines Kernquerschnittes verzichten kann. F. sind demnach die gegebenen Werkstoffe für solche

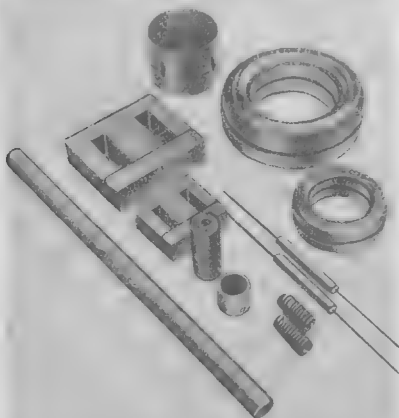


Bild 1. Ferritkerne (aus „Zinke", s. Literatur)

Anwendungen, bei denen es auf geringe Verluste bei höheren Frequenzen ankommt. Schon von einigen hundert Hertz an aufwärts verdrängen deshalb die F. seit etwa 1950 in zunehmendem Maße die bisher gebräuchlichen Blech- und Massekerne. In der DIN 41 280 hat man die Werkstoffeigenschaften genormt, beschränkt sich jedoch auf F.-Sorten und deren Eigenschaften, soweit sie für die

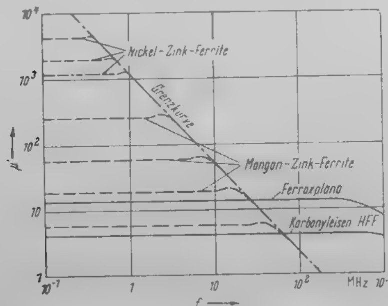


Bild 2.
Frequenzabhängigkeit der relativen Permeabilität für einige Ferritsorten, Ferroxplana und Karbonyleisen (aus »Zinke«, s. Literatur)

Anwendung bei niedrigen Flußdichten in Frage kommen. Es handelt sich also im wesentlichen um F. für Spulen hoher Güte und kleiner Leistung in Schwingkreisen, für Übertrager und für Pupinspulen, jedoch nicht für größere Leistungen. Durch die Tendenz zur Verwendung immer kleinerer Bauteile finden in der Fernmeldetechnik Ferritkerne in Form von Schalen-, Zylinder-, Gewindestift- und Ringkernen sowie als Antennenstäbe für Einbauantennen Verwendung (Bild 1). Wegen ihrer Eigenschaft als hochpermeable Halb- oder Nichtleiter haben F. in der Mikrowellentechnik als nicht reziproke Bauelemente, z. B. als → Einwegleitung (uniline, isolator), Richtungsgabel, Gyrator und → Zirkulator Eingang gefunden.

Im niederen Frequenzbereich finden wegen ihrer höheren relativen Permeabilität vor allem Nickel-Zink-Ferrite, im höheren Frequenzbereich Mangan-Zink-Ferrite Anwendung. Beide F.-Arten laufen unter der Firmenbezeichnung Ferroxcube. Ebenfalls für höhere Frequenzen ist auch Barium-Cobalt-Ferrit mit der Bezeichnung Ferroxplana geeignet. Die Frequenzabhängigkeit der relativen Permeabilität ist in Bild 2 dargestellt.

Literatur: DIN 41 277, 3/69, DIN 41 280, 3/66, DIN 41 283, 5/67, DIN 41 284, 5/69, DIN 41 285, 6/55, DIN 41 286, 9/67, DIN 41 290, Entwurf 4/66, DIN 41 293, Bl. 1, 3/66, DIN 41 293, Bl. 2, 4/66, DIN 41 299, Bl. 1, 5/67, DIN 41 299, Bl. 2, 4/66 — H. Jenss, Werkstoffe der Fernmeldetechnik, Ferromagnetische Werkstoffe, Hütte, des Ing. Taschenbuch, 28. Aufl., Bd. IV B, Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin/München 1962 — O. Zinke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1965 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — Ferroxcube, Valvo Taschenbuch 1968.

Pfeiffer

Ferritkerne → Ferrite, → Pupinspule.

Ferritplattenspeicher → Matrizenspeicher.

Ferritringkern → Speicherelemente, magnetische.

Ferritringkernspeicher → Matrizenspeicher.

Ferritstabantenne → Antennen im Rundfunkempfänger.

Ferreedrelais → Relais unter 4.1.8.2.

ferroelektrische Stoffe. Einige Kristalle, z. B. Seignettesalz, Bariumtitanat, weisen Erscheinungen auf, die den bei ferromagnetischen Stoffen auftretenden analog sind: Hysterese, Remanenz. Man nennt sie deswegen ferroelektrisch, obwohl sie mit Eisen nichts zu tun haben.

ferroelektrischer Speicher → Matrizenspeicher.

Ferroxcube, Ferroxplana → Ferrite.

Fertigschacht → Kabelkanal unter 9.

Fertigung von Fernmeldekabeln (Maschinen). Fernmeldekabel (F.) werden entsprechend den Verbraucheranforderungen unter Einhaltung der Pflichtenhefte in elektrischen, mechanischen und pneumatischen Eigenschaften wirtschaftlich, d. h. mit niedrigsten Kosten, hergestellt. Dabei gibt es drei wesentliche Arbeitsvorgänge: 1. Isolierung der Leiter, 2. Verseilung der Adern zu Gruppen (Paare, Viererseile u. a.) und Verseilung dieser Verseilelemente zu Seelen, 3. Ummantelung der Seelen und Bewehrung. F. werden auf besonders für diesen Zweck von Spezialmaschinenfabriken oder von Kabelwerken selbst kon-

struierten Kabelmaschinen gefertigt. Diese haben bei den Arbeitsvorgängen einige immer wieder ähnliche Aufgaben zu erfüllen. Drähte, Adern, Verseilelemente, Seelen bzw. Kabel werden von einer Abwickeltrommel abgezogen. Der betreffende Arbeitsvorgang wird durchgeführt und das Element auf die Aufwickeltrommel aufgewickelt. Bei gleicher Drehzahl dieser Trommel würde mit jeder neuen Lage die Abzugsgeschwindigkeit größer. Um die erforderliche gleichmäßige Abzugsgeschwindigkeit zu erreichen, sind Abzugsscheiben oder Raupenabzugseinrichtungen vorgesehen. Ferner müssen von Ablauftrommeln ablaufende Verseilelemente, Kabelbündel, Seelen und blanke Kabel stets unter gleicher mechanischer Spannung (Zug) stehen. Es müssen also besonders beim Verseilvorgang alle Verseilelemente möglichst gleichmäßig mit mechanischen, pneumatischen oder elektromagnetischen Vorrichtungen abgebremst werden. Bei Verseilvorgängen muß das Problem der Rückdrehung beachtet werden. Wenn die Achse einer Abwickeltrommel im Verseilkorb einer Verseilmaschine fest angebracht ist, wird das Verseilelement bei der Umdrehung des Verseilkorbes verdreht. Diese Verdrehung kann sich schädlich auswirken. Zur Verhinderung erfolgt die Anbringung von Getrieben, welche die Achsen der Abwickeltrommeln zurückdrehen. Für wirtschaftliche Fertigung sind lange Fertigungslängen und große Fertigungsmengen gleicher Kabeltypen anzustreben. Fahrzeiten der Fertigungseinrichtungen setzen sich zusammen aus Einsatzzeiten, während derer Kabel oder Teilerzeugnisse hergestellt werden, und den Stillstandzeiten, während derer Maschinen zur Fertigung vorbereitet werden (z. B. Einsetzen der Nippel, Einstellung der Getriebe für bestimmte Drallängen, Einsetzen der Maschinentrommeln u. a.). Je größer Fertigungslängen sind und je mehr Kabellängen gleichen Aufbaues nacheinander gefertigt werden, um so größer ist das Verhältnis Einsatzzeiten zu Stillstandzeiten und um so wirtschaftlicher ist die Fertigung. Daher wird die Zusammenlegung von bestellten Lieferlängen gleichen Aufbaues zu möglichst großen Fertigungslängen angestrebt. Diese Fertigungslängen werden je nach Kundenwunsch bereits vor Versand in Verlegelängen geschnitten und auf verschiedenen Liefertrommeln versendet. Liegen Verlegestellen nahe beieinander, so kann es auch für den Kunden wirtschaftlich sein, große Fertigungslängen zu versenden und das Schneiden der Kabel an den im Werk gekennzeichneten Stellen am Verlegeort vorzunehmen. Weitere Einzelheiten über Fertigung von Fernmeldekabeln → Bewehrung von Fernmeldekabeln (Fertigung); → Fernmeldeschnüre (Fertigung); → Isolierung von Kupferleitern (Fertigung); → Kabelmäntel aus Kunststoff (Fertigung); → Kabelmäntel aus Metall (Fertigung); → Kabelwerke in der BRD; → Koaxialpaare für Weitverkehrskabel (Fertigung); → Kupferdrähte (Fertigung); → Lackdrähte (Fertigung); → Seelen von Fernmeldekabeln (Trocknung); → Verseilung von Adern für Fernmeldekabel (Fertigung); → Verseilung von Gruppen (Paare, Viererseile) zu Seelen von Fernmeldekabeln (Fertigung).
Leichsenring

Fertigungslänge → Fertigung von Fernmeldekabeln.

Fertigungstrommel → Seelen von Fernmeldekabeln.

Fessenden, Reginald, Aubrey, geb. 6. 10. 1866 zu Milton (Que.), gest. 22. 7. 1932. Physiker, Ingenieur, in Europa hauptsächlich bekannt durch seine Arbeiten auf dem Gebiet der Funktelegraphie (Schwebungsanordnung, Heterodynempfang, lose Kopplung, Aussiebung usw.). Schrieb sonst noch über Magnetismus, elektromagnetische Rotation des Lichtes, über Lichtgeschwindigkeit im elektrischen Feld usw.

Literatur: American Men of science New York; Eugen Nesper: Der Radioamateur, 6. Aufl., S. 57, 62, 402ff. Berlin: Julius Springer, Zenneck- Rukop: Lehrbuch der drahtl. Telegr., 5. Aufl., S. 242, 252, 335ff, 444, 448. Stuttgart: Ferd. Enke 1925. Poggendorff, H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wes.

feste Funkstelle → fester Funkdienst.

feste Gebühr. Begriff der Fernsprechgebührenvorschriften (s. z.B. Abschnitte II und VII B der Fernsprechgebührenvorschriften [Anlage 3 zur Fernsprechordnung]). Feste Gebühren sind Pauschalgebühren, durch die eine aus mehreren Einzelleistungen zusammengesetzte Gesamtleistung ohne Rücksicht auf deren Umfang pauschal abgegolten wird.

fester Funkdienst. Ein → Funkdienst zwischen bestimmten festen Punkten (feste Funkstellen). Hierzu zählt zunächst der → Europa- und Überseefunkdienst auf Betriebsfrequenzen bis 30 MHz; auch der feste → Flugfunkdienst, der in Europa großenteils durch Fernschreibverbindungen ersetzt wurde, benutzt Frequenzen unter 30 MHz.

Bei Verwendung von Frequenzen über 30 MHz spricht man vorzugsweise von → Richtfunk. Im Gegensatz zu diesem werden im Kurzwellenbereich nur ausnahmsweise Relaisfunkstellen (→ Funkverbindung) eingesetzt, z. B. um Ausbreitungsstörungen in der Polarzone zu umgehen. Aufgrund der Zuweisungen der Vollzugsordnung für den Funkdienst sind 24500 MHz, das sind 61% des Gesamtspektrums bis 40 GHz, für den festen Funkdienst verfügbar, 65% davon allerdings technisch noch nicht verwendbar, 88% der Frequenzzuweisungen an den festen Funkdienst sind mit anderen Funkdiensten zur gemeinsamen Verwendung zugewiesen.

Festfrequenz-Empfänger kommen im KW- und UKW-Bereich — auch beim Richtfunk — zur schnellen Verbindungsaufnahme mit Sendern vorbekannter Frequenz vor, außerdem dann, wenn das Modulationsverfahren eine genaue Abstimmung auf die Sendefrequenz erfordert. F. wurden bisher realisiert mit einem einzigen bis mit mehr als 100 Einzelquarzen im Überlagererteil für eine entsprechende Anzahl wählbarer Empfangskanäle. Neuerdings bringt die vielseitige Einführung der → Einseitenband-Übertragung zunehmend. F. als → Raster-Empfänger auf den Markt, auf dem früher durchwegs Empfänger mit kontinuierlicher Frequenzabstimmung vorherrschten.

Festfrequenzgenerator. Der F. erzeugt ein Signal von bestimmter Frequenz mit hoher Genauigkeit. Der F. wird häufig in Schwebungs- → Meßsendern verwendet,

wo die Ausgangsfrequenz durch Mischung einer variablen Frequenz und einer Festfrequenz gebildet wird. Bei geringeren Ansprüchen an die Frequenzgenauigkeit ist der F. als LC- oder RC-Generator aufgebaut; häufig aber wird ein Quarzoszillator als F. verwendet. Dabei werden meistens die Quarze in einem Thermostaten bei konstanter Temperatur betrieben, damit der Temperatureinfluß ausgeschaltet wird. Neuerdings sind auch temperaturkompensierte Quarze hoher Konstanz im Gebrauch. Die F. mit höherer Genauigkeit finden als Normalgeneratoren in Quarzuhren, Präzisionszählern, Synthesizern, als Pilotsender in Übertragungssystemen oder als Eichfrequenzgeneratoren Anwendung. Die feste Frequenz des F. wird vielfach durch Teilung oder Vervielfachung von einer sehr genauen z. B. Quarzfrequenz abgeleitet, und beim Rastoszillator für → Meßsender werden feste Frequenzen mit den Frequenzlinien eines → Frequenzrasters gebildet. Die Frequenzunsicherheit der F. für den normalen Anwendungsbereich der Nachrichten- und Meß-Technik liegt im Bereich 10^{-3} bis 10^{-8}.

Festfrequenzsender, ein Funksender, der nur auf einer einzigen Trägerfrequenz sendet.

Festigkeitslehre. Die F. geht im Gegensatz von Statik und Dynamik nicht von der Annahme eines starren Körpers, sondern vom elastischen Körper aus, der auf äußere Kräfte und dadurch hervorgerufenen Änderungen seiner Gestalt mit inneren Kräften reagiert und sie rückgängig zu machen versucht. Es geht darum, Bauteilbeanspruchungen zu ermitteln und Bauteilabmessungen mit ausreichender Haltbarkeit festzulegen. Äußere und innere Kräfte halten sich, nachdem eine gewisse (zulässige) Verformung des Körpers eingetreten ist, das Gleichgewicht.

Spannung und Formänderung des geraden Stabes. Die meisten in der Praxis vorkommenden Bauelemente lassen sich auf einen geraden Stab zurückführen. Er ist daher Ausgangspunkt aller Betrachtungen in der Festigkeitslehre.

Wirken an einem Stabe von der Länge l_0 (Bild 1a) zwei entgegengesetzte Kräfte von der gleichen Größe F, so dehnt sich der Stab um einen von seinem Werkstoff abhängigen Betrag Δl. Das Verhältnis $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ ist die Dehnung des Stabes.

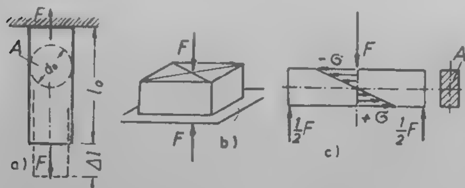


Bild 1. Formänderung durch Normalspannungen.

Die Spannung σ oder die Höhe der im Inneren des Stabes wirkenden Reaktionskräfte wird nicht nur von der äußeren Kraft F sondern auch von der Querschnittsfläche A (Bild 1a und b) beeinflußt $\sigma = F/A$. Nach DIN 1350 ist in der Statik das Technische Maßsystem vorgeschrieben, d. h. die Kraft F wird in kp, die Fläche A in m², cm² oder mm² und die Spannung σ in kp/m², kp/cm² (at) oder kp/mm² gemessen.

Als Normalspannung σ bezeichnet man die im Innern eines Stabes wirkenden Reaktionskräfte, die normal zur Querschnittsfläche A stehen,

die Zugspannung $\sigma_z = F/A$ (Bild 1a),
die Druckspannung $\sigma_d = F/A$ (Bild 1b) und
die Biegespannung $\sigma_b = M_b/W_b$ (Bild 1c).

Die Tangential- oder Schubspannungen τ wirken dagegen tangential zur Fläche A, es sind

die Abscher- oder Scherspannung $\tau_a = F/A$ (Bild 2a) und die Torsions- oder Verdrehspannung $\tau_t = M_t/W_p$, (Bild 2b).

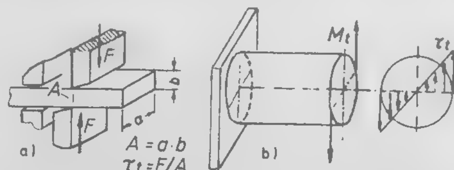


Bild 2. Formänderung durch Tangential- oder Schubspannungen.

Die Beziehungen zwischen Spannung σ und Dehnung ε werden für jeden Werkstoff durch Zug-(Druck-) Versuche festgestellt und in einem Diagramm (Bild 3) aufgezeichnet.

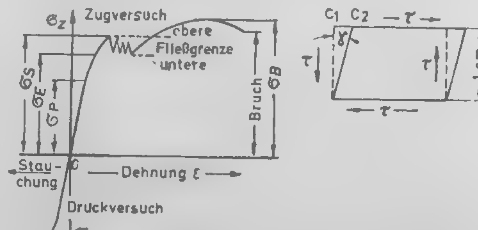


Bild 3. Zug-/Druckverhalten von Werkstoffen.

Bild 4. Schiebung eines Quaders durch Schubspannungen.

Es bedeuten:

σ_P = Spannung an der Proportionalitätsgrenze 1
σ_E = Spannung an der Elastizitätsgrenze 2
σ_S = Spannung an der Streckgrenze 3
σ_B = Bruchspannung = Zugfestigkeit 4.

0–1 Die Dehnung ist der Spannung proportional. Es gilt das Hookesches Gesetz $\varepsilon = \alpha \cdot \sigma$.

0–2 In diesem Bereich geht die Längenänderung nach vollst. Entlastung auf Null zurück.

3–4 Der Werkstoff beginnt zu fließen und nach Kaltverfestigung des Werkstoffs kann die Belastung gesteigert werden, bis kurz vor dem Bruch die höchste Spannung σ_B erreicht ist.

Beim Hookeschen Gesetz bezeichnet man den Proportionalitätsfaktor $\alpha = \varepsilon/\sigma$ cm²/kp als Längsausdehnungszahl und den Reziprokwert E. $E = 1/\alpha = \sigma/\varepsilon$ kp/cm² als Elastizitätsmodul. Der Elastizitätsmodul ist eine Werkstoffkonstante und für Stahl

$E = 2{,}1 \cdot 10^6$ kp/cm². Durch die äußeren Zugkräfte tritt nicht nur eine Dehnung, sondern auch eine lineare Querzusammenziehung, Q u e r k ü r z u n g

$$\varepsilon_q = \frac{d_0 - d}{d_0} = \frac{\Delta d}{d_0}$$

ein, das Verhältnis der Längsdehnung ε zur Querkürzung ε_q die sogenannte P o i s s o n Z a h l $m = \varepsilon/\varepsilon_q$, eine Materialkonstante liegt zwischen 3 und 4. Der Reziprokwert $\mu = 1/m$ heißt Querzahl. Für Metalle wird mit $m = \frac{10}{3}$ und $\mu = 0{,}3$ gerechnet.

Beim Druckversuch tritt anstelle der Dehnung die S t a u c h u n g und anstelle der Streckgrenze die Quetschgrenze. Aus dem Diagramm Bild 3 ersieht man, daß die Spannung σ_d bei Druckbeanspruchung negativ ist und daß die Biegespannung σ_b (Bild 1c) im gedrückten Teil des Stabes negativ und im gezogenen Teil positiv sein muß.

Die Formänderung, die infolge von Schubspannungen an einem Quader (Bild 4) eintritt, besteht nicht in Dehnung oder Stauchung, sondern in einer S c h i e b u n g um den Winkel γ. Punkt C_1 verschiebt sich nach C_2, $\tan\gamma = C_1C_2/1 \approx \gamma$ im Bogenmaß. Die Schiebung γ ist proportional der Schubspannung τ, $\gamma = \beta \cdot \tau$ (Hookesches Gesetz). Den Proportionalitätsfaktor β bezeichnet man als die S c h u b z a h l $\beta = \gamma/\tau$ und den Reziprokwert $G = 1/\beta = \tau/\gamma$ kp/cm² als G l e i t m o d u l. Zwischen Dehnungszahl α, Schubzahl β und den Materialkonstanten, dem Elastizitätsmodul E, dem Gleitmodul G und der Poissonzahl m bzw. μ bestehen folgende Beziehungen:

$$\beta = 2\alpha \frac{m+1}{m} = 2\alpha(1+\mu)$$

und

$$G = \frac{1}{2} E \frac{m}{m+1} = \frac{E}{2(1+\mu)}.$$

Für Stahl mit dem Elastizitätsmodul $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ kp/cm² und der Querzahl $\mu = 0{,}3$ ist der Gleitmodul $G = 0{,}81 \cdot 10^6$ kp/cm².

Die Mindestwerte der Zugfestigkeit σ_B kann man Tabellenbüchern und z. T. auch den Werkstoffbezeichnungen, z. B. St 37, St 42, St 60 usw., entnehmen. Die Kennzahlen bedeuten $\sigma_B \geqq 37$ kp/mm², $\sigma_B \geqq 42$ kp/mm² usw. Bei der Festigkeitsberechnung von Bauteilen muß man aber mit genügend großer Sicherheit ν von der Bruchspannung σ_B und von der Fließgrenze oder dem Zustand dauernder Verformung entfernt sein. Die z u l ä s s i g e n S p a n n u n g e n σ_{zul} und τ_{zul} ($\sigma_{zul} < \sigma_B$, $\sigma_B = \nu \cdot \sigma_{zul}$; $\tau_{zul} < \tau_B$, $\tau_B = \nu \cdot \tau_{zul}$) haben im allgemeinen eine 4 ... 8 ... 10fache Sicherheit gegen Bruch. Darüber bestehen z. T. gesetzliche Vorschriften. In der Festigkeitsberechnung ist nachzuweisen, daß die vorhandenen Spannungen σ_{vorh}, τ_{vorh} gleich oder kleiner sind als die zul. Spannungen:

$$\sigma_{vorh} \leqq \sigma_{zul}, \quad \tau_{vorh} \leqq \tau_{zul}.$$

Die Höhe der geforderten Sicherheit hängt von der Zahl und der Art der Belastungsfälle ab. Je häufiger die Belastung von Null auf einen Maximalwert gesteigert wird, um so eher tritt der Bruch ein — W ö h l e r k u r v e, Dauerfestigkeit gilt als erreicht für Stahl bei $6 \cdot 10^6$ Lastwechseln (Bild 5).

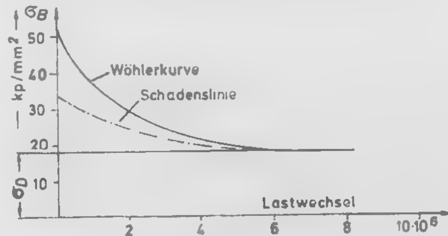


Bild 5.
Bruchspannung σ_B von Stahl in Abhängigkeit vom Lastwechsel.

Es werden 3 Belastungsfälle unterschieden (Bild 6) und als z u l ä s s i g e B e a n s p r u c h u n g e n für Stahl, Stahlguß und Grauguß die nachfolgenden Tabellenwerte verwendet:

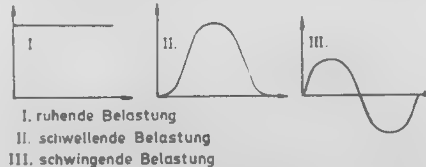


Bild 6. Belastungsfälle.

Zulässige Beanspruchungen in kp/mm² nach C. Bach

Art der Belastung		St–37		St–50		GS–38		GG–12
		von	bis	von	bis	von	bis	
Zug	I	9,0	15,0	12,0	18,0	6,0	12,0	3,0
	II	6,0	10,0	8,0	12,0	4,0	8,0	2,0
	III	3,0	5,0	4,0	6,0	2,0	5,0	1,0
Druck	I	9,0	15,0	12,0	18,0	9,0	15,0	9,0
	II	6,0	10,0	8,0	12,0	6,0	10,0	6,0
Biegung	I	9,0	15,0	12,0	18,0	7,5	12,0	—
	II	6,0	10,0	8,0	12,0	5,0	8,0	—
	III	3,0	5,0	4,0	6,0	2,5	4,0	—
Schub	I	7,2	12,0	9,6	14,4	4,8	9,6	3,0
	II	4,8	8,0	6,4	9,6	3,2	6,4	2,0
	III	2,4	4,0	3,2	4,8	1,6	3,2	1,0
Drehung	I	6,0	12,0	9,0	14,4	4,8	9,6	—
	II	4,0	8,0	6,0	9,6	3,2	6,4	—
	III	2,0	4,0	3,0	4,8	1,6	3,2	—

Z u g u n d D r u c k. Ein auf Zug oder Druck beanspruchter Stab mit dem Querschnitt A hat bei der zulässigen Zug- bzw. Druckspannung σ_{zul} eine Tragkraft $F = A \cdot \sigma_{zul}$ kp und erleidet eine Formänderung $\Delta l = \sigma_{zul} \cdot \alpha \cdot l$ cm.

Bei längeren Stäben (Seilen) ist bei senkrechter Zugbeanspruchung das Eigengewicht des Stabes als zusätzlich angreifende Kraft zu berücksichtigen. Wenn die zulässige Spannung σ_{zul} bereits durch das Eigengewicht erreicht wird, bezeichnet man die Länge des Stabes als T r a g l ä n g e l_t, führt das Eigengewicht zum Bruch, spricht man von R e i ß l ä n g e l_r;

$$l_t = \frac{\sigma_{zul}}{\gamma} \cdot 10^3\,\text{cm}, \quad l_r = \frac{\sigma_B}{\gamma} \cdot 10^3\,\text{cm}.$$

Formänderung bedeutet Arbeit, und da die längs des Weges $\Delta\, l$ wirkende Kraft von 0 bis F ansteigt, ist die Formänderungsarbeit

$$\frac{1}{2}\, F \cdot \Delta\, l = \frac{1}{2}\, \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot l \text{ cm} \cdot \text{kp}$$

und die auf das Volumen $A \cdot l$ bezogene spez. Formänderungsarbeit $= \frac{1}{2}\, \sigma \cdot \varepsilon$ cm · kp/cm³.

Biegung. Bei einem auf Biegung beanspruchten Stabe treten die größten Spannungen σ_1 und σ_2 an der Außenfaser im Abstand e_1 und e_2 von der Nullinie (neutrale Faser) auf (Bild 7). Die in dem

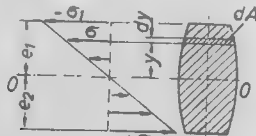


Bild 7. Verlauf der Biegespannungen.

Flächenteilchen dA im Abstand y wirkende Kraft $\sigma \cdot \mathrm{d}A = \frac{\sigma_1}{e_1} \cdot y \cdot \mathrm{d}A$ übt ein Moment $\frac{\sigma_1}{e_1}\, y^2\, \mathrm{d}A$ um die neutrale Faser aus. Durch Summieren der Teilmomente ergibt sich $M_b = \frac{\sigma_1}{e_1} \int y^2\, \mathrm{d}A$. In dieser Gleichung ist $\int y^2\, \mathrm{d}A = J$ das axiale Trägheitsmoment und $\sigma_1 = e_1\, M_b/J$ bzw. $\sigma_2 = e_2\, M_b/J$. Ist die Nullinie Symetrielinie des Querschnitts A und daher $e_1 = e_2 = e$ ferner $\sigma_1 \leqq \sigma_{d\,\text{zul}}$, $\sigma_2 \leqq \sigma_{z\,\text{zul}}$ und $\sigma_{d\,\text{zul}} = \sigma_{z\,\text{zul}} = \sigma_{b\,\text{zul}}$ und bezeichnet man $J/e = W_b$ als Widerstandsmoment, so folgt

$$\sigma_{\max} = M_b/W_b \leqq \sigma_{b\,\text{zul}}.$$

Das axiale Trägheitsmoment einer Fläche wird definiert als Summe der Produkte aus den Flächenteilchen dA und dem Quadrat, ihre Abstände von der neutralen Faser oder den Biegeachsen x und y:

$$J_x = \int y^2\, \mathrm{d}A \,\text{cm}^4 \text{ und } J_y = \int x^2\, \mathrm{d}A \text{ cm}^4.$$

Das polare Trägheitsmoment einer Fläche wird auf einen Punkt 0 in der Querschnittsfläche bezogen und ist gleich der Summe der Produkte aus den Flächenteilchen dA und dem Quadrat der radialen Entfernung vom Punkt 0:

$$J_p = \int r^2\, \mathrm{d}A = J_x + J_y \text{ cm}^4.$$

Hat die Bezugsachse den Abstand a von der Schwerpunktachse y (Bild 8), so ist nach dem Satz von Steiner $J_a = J_y + A \cdot a^2$.

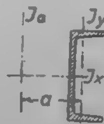


Bild 8. Berechnung des polaren Trägheitsmomentes.

Das Widerstandsmoment W_b (W_x und W_y) einer Fläche ist gleich dem axialen Trägheitsmoment J_x bzw. J_y geteilt durch den größten Abstand eines Flächenteilchens von der x- bzw. von der y-Achse:

$$W_x = J_x/e_x, \quad W_y = J_y/e_y \text{ cm}^3.$$

Analog ergibt sich das polare Widerstandsmoment W_p,

$$W_p = J_p/r \text{ cm}^3.$$

Trägheits- und Widerstandsmomente einfacher Querschnitte:

Querschnitt	Trägheitsmoment	Widerstandsmoment
	$J_x = \frac{b\,h^3}{12}$ $J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$
	$J_x = \frac{a^4}{12}$ $J_y = \frac{a^4}{12}$	$W_x = \frac{a^4}{12}$ $W_y = \frac{a^4}{12}$
	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{36}$ für $e = \frac{2}{3}\, h$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{24}$
	$J_x = \frac{5}{16}\, r^4 \sqrt{3}$ $J_y = \frac{5}{16}\, r^4 \sqrt{3}$	$W_x = \frac{5}{8}\, r^3$ $W_y = \frac{5}{16}\, r^3 \sqrt{3}$
	$J_x = \frac{\pi}{64}\, D^4$ $J_p = \frac{\pi}{32}\, D^4$	$W_x = \frac{\pi}{32}\, D^3$ $W_p = \frac{\pi}{16}\, D^3$
	$J_x = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$ $J_p = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$	$W = \frac{\pi}{32}(D^3 - d^3)$ $W_p = \frac{\pi}{16}(D^3 - d^3)$
	$J_x = \frac{\pi}{64}\, a^3 \cdot b$ $J_y = \frac{\pi}{64}\, a \cdot b^3$	$W_x = \frac{\pi}{32}\, a^2 b$ $W_y = \frac{\pi}{32}\, a \cdot b^2$
	$J_x = \frac{1}{12}(BH^3 - bh^3)$	$W_x = \frac{1}{6 \cdot H}(BH^3 - bh^3)$

Infolge des Biegemomentes M_b tritt eine Durchbiegung y im Abstand x vom Auflager ein. Die ursprünglich gerade neutrale Faser des Stabes wird

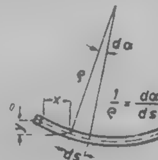


Bild 9. Krümmung der neutralen Faser bei Biegung.

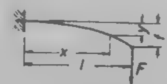


Bild 10. Bestimmung der Durchbiegung.

gekrümmt und man bezeichnet die entstandene Kurve (Radius ϱ) als elastische Linie (Bild 9). Nach

dem Hookeschen Gesetz, $\sigma = E \cdot \varepsilon$ ergibt sich $1/\varrho = M/E \cdot J$ und als Gleichung der elastischen Linie

$$y'' = \frac{d^2 y}{d x^2} = -\frac{M}{E \cdot J}.$$

Setzt man für den Freiträger mit gleichbleibendem Querschnitt (Bild 10) $M_b = -F(l - x)$, wird aus der Gleichung

$$y'' = \frac{F \cdot (l - x)}{E \cdot J}$$

durch zweimalige Integration

$$y = \frac{F \cdot x^2}{2 E \cdot J}\left(l - \frac{x}{3}\right) \text{ und } y_{max} = f = \frac{F}{E \cdot J} \cdot \frac{l^3}{3} \text{ cm}.$$

Momente und Durchbiegungen bei Trägern mit gleichbleibendem Querschnitt, 7 Belastungsfälle.

Belastungsfall elastische Linie Momentenfläche	Auflagerkräfte Einspannmomente	maximales Biegemoment Widerstandsmoment	Durchbiegung
l, A, F, M_b	$A = F$ $M_A = M_b$	$M_b = F \cdot l$ $W_b = \frac{F \cdot l}{\sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F \cdot l^3}{3 E J}$
l, A, B, $l/2$, F, M_b	$A = \frac{1}{2} F$ $B = \frac{1}{2} F$	$M_b = \frac{1}{4} F \cdot l$ $W_b = \frac{F \cdot l}{4 \sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F\, l^3}{48\, E \cdot J}$
l, A, M_b	$F = q \cdot l$ $A = F$ $M_A = M_b$	$M_b = \frac{F \cdot l}{2}$ $W_b = \frac{F \cdot l}{2 \sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F\, l^3}{8\, E\, J}$
l, A, B, $l/2$, M_b	$F = q \cdot l$ $A = \frac{1}{2} F$ $B = \frac{1}{2} F$	$M_b = \frac{F \cdot l}{8}$ $W_b = \frac{F \cdot l}{8 \sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{5 F \cdot l^3}{348\, E\, J}$
l, A, B, a, b, M_b	$A = \frac{F \cdot b}{l}$ $B = \frac{F a}{l}$	$M_b = \frac{F a \cdot b}{l}$ $W_b = \frac{F a \cdot b}{l\, \sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^2}{3 E J \cdot l}$ $f_{max} = f \frac{l+b}{3b} \sqrt{\frac{l+b}{3a}}$
l, A, B, a, F, F, a, M_b	$A = F$ $B = F$	$M_b = F \cdot a$ $W_b = \frac{F \cdot a}{\sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F l \cdot a^2}{2 E \cdot J}\left(1 - \frac{4a}{3l}\right)$ $f_{max} = \frac{F l^2 a}{8 E J}\left(1 - \frac{4a^2}{3l^2}\right)$
l, A, B, $l/2$, M_A, M_B, M_b	$A = \frac{1}{2} F$ $B = \frac{1}{2} F$ $M_A = M_b$ $M_B = M_b$	$M_b = \frac{F \cdot l}{8}$ $W_b = \frac{F\, l}{8 \sigma_{b\,zul}}$	$f = \frac{F \cdot l^3}{192\, E \cdot J}$

Bei Telegrafenstangen aus Holz ist der veränderliche Querschnitt (mit D = Durchmesser an der Einspannstelle und d = Zopfdurchmesser) zu berücksichtigen:

$$f = \frac{F}{E \cdot J} \cdot \frac{l^3}{3} \cdot \frac{D}{d}.$$

Schub und Drehung. Auf **Abscheren** oder **Schub** beanspruchte Querschnitte A werden nach der Gleichung $\tau_{a\,zul} \geqq F/A$ berechnet, wobei für Stahl $\tau_{a\,zul} \approx 0{,}8\, \sigma_{zul}$ ist. Bei der Gleichung geht man von der Annahme aus, daß unendlich naheliegende Querschnitte parallel verschoben werden. Tatsächlich treten aber zusätzliche Biegemomente $F \cdot a$ auf (Bild 11). Genauere theoretische Überlegungen zeigen

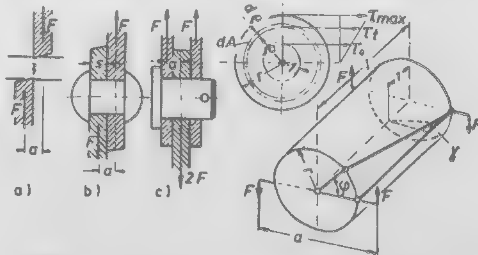


Bild 11. Scherung. Bild 12. Tortion.

parabel- bzw. ellipsenförmige Spannungsverteilung über den rechteckigen bzw. kreisförmigen Querschnitt. Daraus ergeben sich für

den rechteckigen Querschnitt

$$\tau_{a\,zul} \geqq \tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F}{A},$$

den kreisförmigen Querschnitt

$$\tau_{a\,zul} \geqq \tau_{max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{F}{A},$$

den ringförmigen (Rohr-) Querschn.

$$\tau_{a\,zul} \geqq \tau_{max} = 2 \cdot \frac{F}{A}.$$

Es empfiehlt sich, die Querschnitte auf Biegebeanspruchung und ggf. auf Lochleibung nachzurechnen.

Ein gerader Stab von kreisförmigem Querschnitt A, $A = r^2 \pi$ und der Länge l wird durch das Drehmoment $M_t = F \cdot a$ um den arc φ verdreht (Bild 12). Die **Verdrehung** (Torsion) hat Verdreh- oder Torsionsspannungen τ_t und im Abstand 1 die Schiebung γ zur Folge. Die Spannung τ_t, $\tau_t = \tau_0 \cdot \varrho$ wirkt an dem ringförmigen Flächenteilchen $d A = 2 \pi \varrho \cdot d \varrho$ und die Kraft $\tau_t \cdot d A$ übt das Teilmoment $\tau_t \cdot d A \cdot \varrho$ aus. Die Summierung der Teilmomente muß dem von außen wirkenden Drehmoment gleich sein:

$$M_t = \int \tau_t \cdot \varrho \cdot d A = \tau_0 \cdot \int \varrho^2 \, d A = \tau_0 \cdot J_p.$$

$J_p = \int \varrho^2 \cdot d A$ ist das polare Trägheitsmoment. Mit $\tau_{max} = \tau_0 \cdot r$ wird:

$$M_t = \tau_0 \cdot J_p = \tau_{max} \cdot \frac{J_p}{r} = \tau_{max} \cdot W_p, \text{ wobei } W_p = \frac{J_p}{r}$$

als polares Widerstandsmoment bezeichnet wird, oder $\tau_{t\,zul} \geqq \tau_{max} = M_t/W_p$.

Knickung. Bei der Beanspruchung eines Stabes auf Druck verteilen sich die Spannungen σ_d solange der Stab gedrungen und stabil ist, gleichmäßig, symmetrisch über den Querschnitt A. Bei einem schlanken, sehr langen Stab im Verhältnis zum Querschnitt ist die Gleichgewichtslage in bezug auf die Formänderung nicht mehr stabil, sondern labil. Es treten Biegespannungen auf und die Symmetrie der Spannungen ist nicht mehr gegeben. Der Stab knickt.

Die Grenzlast, bei der der Stab zu knicken beginnt, bei der also beide Formen des Stabes, die gerade und die gekrümmte Stabachse noch möglich sind, heißt Knickkraft K kp. Es sind folgende Begriffe gebräuchlich:

die Knickspannung, d. h. die Druckspannung bei Beginn des Ausknickens ...... $\sigma_k = K/A$ kp/cm²
die Sicherheit gegen Ausknicken .... $r = K/F$
die zulässige Last .... $F = K/\nu$ kp
die zulässige Druckspannung $\sigma_{k\,zul} = \sigma_k/\nu$ kp/cm²
die freie Knicklänge (s. Bild 15) .... s cm
der Schlankheitsgrad ...... $\lambda = s/i$ (dimensionslos)
der Trägheitsradius .... $i = \sqrt{J_{min}/A}$ cm
das kleinste axiale Trägheitsmoment .... $J_{min} = A \cdot i^2$ cm⁴.

Wir unterscheiden 4 Belastungsfälle (Bild 13).

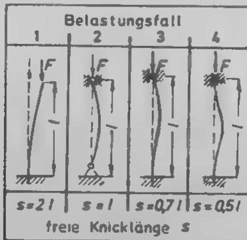


Bild 13. Verschiedene Fälle der Knickbelastung.

Elastische Knickung liegt vor, wenn das Hookesche Gesetz erfüllt ist. Aus der Differentialgleichung der elastischen Linie kann die Eulersche Knickformel abgeleitet werden:

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{s^2}\,; \sigma_k = \frac{K}{A} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_{min}}{A \cdot s^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}\,.$$

Diese Gleichung gilt nur bis zum Grenzwert λ_0, $\lambda_0 = \pi\sqrt{E/\sigma_{dP}}$, d. h. nur für die Knickspannung $\sigma_k = \sigma_{dP}$, bei der die Proportionalitätsgrenze σ_p für Druck erreicht ist (Bild 14).

Unelastische Knickung beginnt oberhalb der Proportionalitätsgrenze $\sigma_k > \sigma_{dP}$ und $\lambda < \lambda_0$. Wir befinden uns mit dem Schlankheitsgrad λ in einem Bereich unterhalb der elastischen Knickung, aber die Bauteile sind noch nicht gedrungen genug, daß man sie auf reinen Druck berechnen könnte. Die Knickspannung σ_k nach Tetmajer beträgt

$$\sigma_k = C - c_1 \cdot \lambda + c_2 \cdot \lambda^2 \text{ kp/cm}^2.$$

In Bild 14 sind für Stahl ($E = 2{,}15 \cdot 10^6$ kp/cm²) die Eulerhyperbel und die Tetmajergerade als Diagramm gezeichnet.

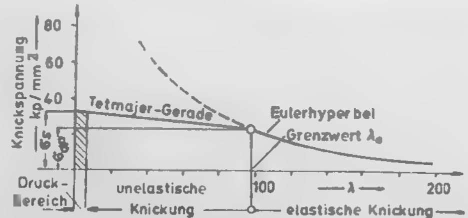


Bild 14. Verlauf der Knickspannung bei unelastischer und elastischer Knickung.

Die Versuchswerte für C, c_1 und c_2 siehe Tafel.

Werkstoff	E kp/cm²	λ_0	Tetmajer-Werte kp/cm² C	c_1	c_2
Grauguß	$1{,}0 \cdot 10^6$	80	7760	120	0,53
Stahl St 37	$2{,}1 \cdot 10^6$	105	3100	11,4	0
Stahl St 60	$2{,}2 \cdot 10^6$	89	3350	6,2	0
Ni-Stahl	$2{,}1 \cdot 10^6$	86	4700	23	0
Nadelholz	$0{,}1 \cdot 10^6$	100	293	1,94	0

Das ω-Verfahren ist im Hochbau, Brückenbau und Kranbau für Festigkeitsberechnungen bei Knickbeanspruchungen behördlich vorgeschrieben (DIN 4114 im Stahlbau und DIN 1050 für Stahl im Hochbau). Folgende Begriffe und Formelzeichen werden verwendet:

ω ≙ Knickzahl (dimensionslos, siehe Tabelle, Auszug aus DIN 4114),
F ≙ größte mittige Druckkraft, kp,
A ≙ Querschnittsfläche cm²,
σ_{zul} ≙ zul. Spannung des Werkstoffes nach DIN 1050 vorgeschrieben:
z. B. $\sigma_{zul} = 1400$ kp/cm² für St 37;
$\sigma_{zul} = 2100$ kp/cm² für St 52.

Im elastischen und unelastischen Bereich gilt die Gleichung: $\omega \cdot F = A \cdot \sigma_{zul}$.

Schlankheitsgrad λ	Knickzahl ω für St 37	St 52
1	1	1
20	1,04	1,06
50	1,21	1,28
100	1,90	2,53
130	2,85	4,28
160	4,32	6,48
200	6,75	10,13
250	10,55	15,83

Die Grenzwerte für den Schlankheitsgrad $\lambda \leqq 250$ im Stahlbau und $\lambda \leqq 150$ im Brückenbau dürfen bei Knickstäben nicht überschritten werden. Im Maschinenbau und Elektromaschinenbau wird das ω-Verfahren nicht angewendet.

Flächenpressung.

Berühren sich zwei Körper a) in einer Fläche, b) in einer Linie oder c) in einem Punkt und werden an der Berührungsstelle von dem einen auf den anderen Körper Kräfte übertragen, so reagieren beide Körper an der Berührungsstelle mit einer Spannung, die als Flächenpressung bezeichnet wird. (Bild 15).

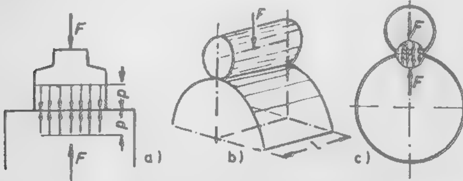


Bild 15. Berührungsfälle zwischen zwei Körpern.

Für nicht gleitende Flächen (Bild 15a), bei denen keine gegenseitige Bewegung der Körper stattfindet, darf die Flächenpressung p den Wert der zulässigen Druckspannung σ_d des schwächeren der beiden Werkstoffe erreichen, $p_{zul} \leqq \sigma_{d\,zul}$.

Zulässige Flächenpressung in kp/cm²

Werkstoff	Belastung ruhend	Belastung schwellend	Belastung stoßend
Stahl	800–1500	600–1000	300–500
Stahl, gehärtet	1500–1800	800–1200	400–600
Tiegelstahl	1000–2000	700–1300	400–600
Stahlguß	800–1000	500– 900	250–350
Gußeisen	700– 800	450– 550	200–300
Temperguß	500– 800	300– 550	200–300
Hartguß	1000–1500	700–1000	350–500
Zinnbronzen	300– 400	200– 300	100–150
Rotguß	250– 350	150– 250	80–120
Messing	300– 450	250– 300	100–150

Eine besondere Art von Flächenpressung ist die Lochleibung in der Nietlochbohrung zwischen Blech und Nietschaft, bei der man die ebene Projektion der Bohrung ($A = d \cdot s$ = Lochdurchmesser × Blechstärke) als tragende Fläche A ansieht. (Bild 11b). $F_{l\,zul} = \sigma_{l\,zul} \cdot d \cdot s$, dabei ist $F_{l\,zul} \triangleq$ die pro Niet übertragene zul. Zugkraft und $\sigma_{l\,zul} \triangleq$ der zul. Lochleibungsdruck (Flächenpressung) $\sigma_{l\,zul} = 2000$ kp/cm² für Niete St 34 im Stahlbau.

Bei geschmierten Gleitflächen (Gleitlager, Bild 16) kann sich ein Ölfilm nur ausbilden, wenn die Flächenpressung p nicht zu groß ist.

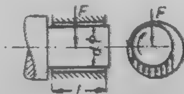


Bild 16. Verhalten von geschmierten Gleitflächen.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{d \cdot l}\ ;\ p_{zul} \geq p\,.$$

$p_{zul} = 30$ bis 150 kp/cm² (je nach Werkstoff).

Zwei Zylinder (Bild 15b), die mit der Kraft F aneinandergepreßt werden, erfahren längs der Berührungslinie eine elastische Abplattung. Die Walzenpressung ist über diese Abplattung halbkreisförmig verteilt (Bild 15c). Nach Hertz ist der Maximalwert bei gleichem Werkstoff

$$p_{max} = 0{,}418 \sqrt{\frac{F \cdot E}{l}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)}\ \text{kp/cm}^2$$

und bei zwei verschiedenen Werkstoffen ist

$$E = 2 \cdot \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}$$

in die obige Gleichung einzusetzen. Beispiele sind Schienenfahrzeuge (Schiene, $r_2 = \infty$) und Zahnräder. Bei zwei aufeinandergepreßten Kugeln (Bild 15c) ist die abgeplattete Fläche ein Kreis. Die Spannungen verteilen sich halbkugelförmig und die Hertzsche Gleichung lautet:

$$p_{max} = 0{,}388 \sqrt[3]{F \cdot E^2 \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)^2}\ \text{kp/cm}^2\,.$$

Beispiel: Kugellager. Da die Pressungen in Kugellagern und Wälzlagern jedoch in vielen Fällen größer sind als die Dauerfestigkeit σ_D, besteht für die Werkstoffe Abhängigkeit von Belastung und Lebensdauer (Wöhlerkurve). Bei den Festigkeitsberechnungen und der Auswahl von Kugel- und Rollenlagern geht man dabei von der verlangten Lebensdauer und der Belastung aus (siehe Kugel- und Wälzlagerkataloge).

Literatur: Görgen-Tiedke, Mechanik und Festigkeitslehre, Carl Hanser Verlag, München 1965; Hütte, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin—München.

Diekamp

Festkörperbildverstärker → Elektrolumineszenz.

Festkörperlaser → Laser und Maser.

Festmengenmessung ist die Messung einer festen Verkehrsmenge während einer oder mehrerer Hauptverkehrsstunden, unabhängig von der Verkehrsbelastung des Bündels. Da die Größe des → Vertrauensintervalls (Stichprobengenauigkeit) von der gemessenen Verkehrsmenge abhängt, ergibt sich bei der F. für alle Verkehrswerte eine gleich große relative Meßgenauigkeit. Das ist aber bei Verkehrsmessungen aus folgenden Gründen nicht zweckmäßig:

1. Es ist unnötig, kleine Bündel mit der gleichen relativen Genauigkeit zu bemessen wie große, denn die kleinste Einheit, um die die Leistung eines Bündels verändert werden kann, ist die einer ganzen Leitung. Andererseits wäre die Genauigkeit, die bei kleinen Bündeln ausreicht, bei größeren ungenügend. 2. Die Ungenauigkeiten in der Bemessung wirken sich im Betrieb durch Abweichungen von der gewünschten Verlustwahrscheinlichkeit aus. Sie wirken sich bei größeren Bündeln stärker aus als bei kleinen. Besser geeignet ist die → Festzeitmessung.

Festzeitmessung ist die Verkehrsmessung während einer festen Dauer (feste Anzahl von Hauptverkehrsstunden), unabhängig von der Verkehrsbelastung des Bündels. Die relative Größe des → Vertrauensintervalls δ nimmt bei Bündeln mit großem Verkehrswert ab, $\delta\,\% \sim \frac{1}{\sqrt{y}}$, d. h. die Stichprobengenauigkeit nimmt bei diesen Bündeln zu. Das ist erwünscht. Die F. wird in der Verkehrsmeßtechnik

gegenüber der → Festmengenmessung auch wegen der einfacheren Durchführbarkeit der Messungen bevorzugt.

Fette und Öle im engeren Sinne sind verbreitete, feste, halbfeste oder flüssige, mehr oder weniger schmierige, bzw. viskose Produkte des Pflanzen- oder Tierkörpers, die chemisch im wesentlichen aus gemischten Glycerinestern höherer Fettsäuren mit gerader Kohlenstoffzahl bestehen. Diese F. und Öle sind stets leichter als Wasser, sie lösen sich in Wasser nicht, in kaltem Alkohol schwer, in Äther, Benzin, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff, Tetralin, Trichloräthylen und anderen organischen Lösungsmitteln leicht auf. Fette und Öle bestehen im wesentlichen aus Estern des Glycerins (dreiwertiger Alkohol) und verschiedener Fettsäuren, unter denen vor allem Polmitinsäure, Stearinsäure und Ölsäure am häufigsten vertreten sind.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Fetten ist neben dem Ölen für Funktionssicherheit und Lebensdauer mechanischer Wähler-Bauteile von Bedeutung. Angabe der Schmierstellen in Einstell- und Schmiervorschriften (Fernmeldetechnische Zentralamts-(FTZ-)Norm ES bzw. SV). Zum Vermindern von Geräuschen werden auch Wählervielfache an Hebdrehwähler-(HDW-)Nebenstellenanlagen gefettet, für Vermittlungsstellen mit Wählbetrieb (VStW) nicht zugelassen.

Feuchte (absolute, relative, spezifische) → Troposphäre, → troposph. Absorption.

Feueraluminieren. Herstellen von Aluminiumüberzügen nach dem Schmelztauchverfahren.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Feuermeldeanlagen (allgemein) dienen der schnellen und sicheren Übermittlung eines Gefahrenzustandes mit eindeutiger Kennzeichnung des Melderstandortes nach der hilfeleistenden Stelle. F. gehören zu VDE 0800/3.63, Klasse C (Gefahrenmeldung für Leben und Sachwerte).

Die Hauptbestandteile einer F. sind: → Meldungsgeber, → Meldungsempfangseinrichtung, → Leitungsnetz, → Stromversorgungseinrichtungen und eine Anzahl von Zusatzeinrichtungen, deren Schaltung und Aufbau größtmögliche technische Sicherheit gegen Versagen bieten müssen.

Der Aufbau von F. wird im Schutzgebiet entweder zentralisiert oder dezentralisiert ausgeführt. Maßgebend für den Aufbau sind einsatztechnische und wirtschaftliche Gesichtspunkte.

Die Erkenntnis der Wichtigkeit der schnellen Gefahrenmeldung stammt aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Jedoch erst mit der Einführung des Laufwerkmelders und der Morsesicherheitsschaltung in Schleifensystemen (→ Feuermeldesysteme) erhielten F. ausreichende Sicherheit. Später wurden zusätzlich Liniensysteme (Sternsysteme) (→ Feuermeldesysteme) eingeführt. Beide Systeme finden heute Verwendung.

Einsatz von Schleifensystemen vorwiegend als → Haupt-F. Einsatz von Liniensystemen vorwiegend als → Neben-F.

Eine Normung von F. auf internationaler Ebene konnte noch nicht erreicht werden.

Die Verwendung elektronischer Bauelemente in der Feuermeldetechnik ist noch unbedeutend.

Literatur: DIN 14 675, Blatt 1 bis 4 — Prospekte und Datenblätter hrsgb. v. d. Pressestellen bzw. Werbeabteilungen der Entwicklungsfirmen, Standard Elektrik Lorenz, Siemens, Telefonbau u. Normalzeit, Zettler. *Weinrich*

Feuermeldeanlagen für Schiffe sind für Fracht- und Passagierschiffe erforderlich. Sie müssen VDE 0900/3.63 Klasse C bzw. den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften und den internationalen Schiffssicherheitsverträgen entsprechen. Verwendet werden ausschließlich Liniensysteme. An die Zentrale, die sich meist auf der Brücke befindet, sind sternförmig → Meldungsgeber und Einrichtungen zur Überwachung automatischer Feuerlöschanlagen (Sprinkleranlagen) angeschlossen. Die optische Kennzeichnung der Gefahrenmeldung geschieht auf den Decksrissen eines Lagetableaus entsprechend den Brandabschnitten eines Schiffes. Für weitere Feuerwachen bzw. für die Maschinenräume können Paralleltableaus notwendig sein.

Bei eingehender Gefahrenmeldung erfolgt die Alarmierung der Besatzung und ggf. der Passagiere mit akustischen Signalen, die durch die Schiffsorganisation vorgegeben sind. Parallel zur Alarmierung können auch durch die F. gefahrmindernde Maßnahmen, wie Schließen von Feuertüren und Abschalten von Lüftern, eingeleitet werden.

Feuermelder → Meldungsgeber.

Feuermeldesysteme werden je nach der angewandten Schaltungstechnik unterschieden in: 1. Schleifensystem in Sicherheitsschaltung mit Impulskennung

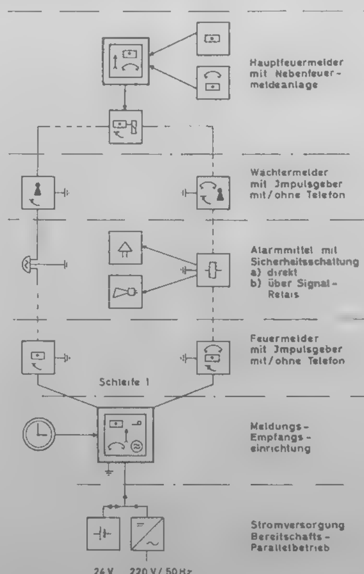


Bild 1. Feuermeldeanlage nach dem Schleifensystem.

(Bild 1), 2. Liniensystem (Sternsystem) nach den Prinzipien der Stromänderung (Stromverstärkung oder Stromschwächung) im Linienstromkreis (Bild 2).

Beim Schleifensystem sind mehrere → Meldungsgeber in eine von Ruhestrom durchflossene Ringleitung geschaltet. Die Kennzeichnung erfolgt im Auslösefall durch eine dem Melderstandort entsprechende impulsweise Unterbrechung des Schleifenstromes bei Ablauf des Laufwerkes. Die Morsesicherheitsschaltung ermöglicht die Meldungsübertragung bei Drahtbruch in der Meldeschleife und bei kurzgeschlossenem Melder durch Anschalten der Betriebserde bei Meldungsgeber und Zentrale. Die Meldungs-Empfangseinrichtung kann zwei Meldungen gleichzeitig aufnehmen. Im Ruhezustand können über die Meldeschleife Revisionsgespräche zwischen Meldungsgeber und Zentrale geführt werden.

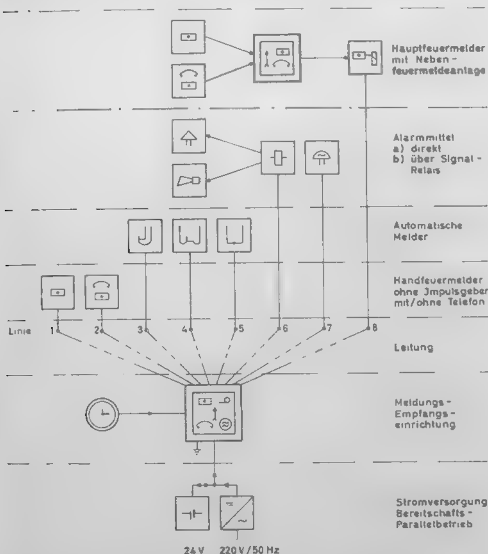


Bild 2. Feuermeldeanlage nach dem Liniensystem.

Beim Liniensystem ist nur ein Meldungsgeber oder eine Meldungsgebergruppe über eine Doppelleitung mit einer Empfangseinrichtung verbunden. Die Kennzeichnung einer Gefahrenmeldung geschieht durch Änderung des Linienstromes. Beim Stromverstärkungsprinzip wird ein am Leitungs-(Linien-)Ende liegender Abschlußwiderstand durch Auslösen des Meldungsgebers überbrückt. Beim Stromschwächungsprinzip wird durch Einschalten eines Widerstandes in die Meldelinie der über die Leitung fließende Ruhestrom geschwächt. *Weinrich*

Feuerschutz → Brandschutz.

Feuerschutzmittel. Chemikalien oder Chemikaliengemische, die in flüssigem (meist gelösten) Zustand durch Bestreichen, Bespritzen oder Eintauchenlassen auf feste, brennbare Stoffe (meist Holz, Gewebe, Dachpappen usw.) gebracht werden, um deren Brennbarkeit herabzusetzen. Unter den F., die in der Hitze vorwiegend flammerstickende Gase abgeben, hat sich in Versuchen das Ammoniumphosphat $(NH_4)_2HPO_4$, am besten bewährt. Dann kommt Schwefeldioxid, während Kohlendioxid und Stickstoff in weitem Abstand folgen. Ammoniumsulfat spaltet in der Hitze ebenfalls Ammoniak ab, es ist aber nur wirksam, wenn das Holz damit durchtränkt wird. Hölzer, die mit F. geschützt sind, entwickeln erst bei ca. 500° C brennbare Gase, ungeschützte Hölzer dagegen schon bei 300° C.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Feuerverbleien. Herstellen von Bleiüberzügen nach dem Schmelztauchverfahren.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Feuerverzinken. Herstellen von Zinküberzügen nach dem Schmelzstauchverfahren.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Feuerverzinkung → Antennen, Ausführung.

Feuerverzinnen. Herstellen von Zinnüberzügen nach dem Schmelztauchverfahren.

Literatur: Entwurf DIN 50905, Okt. 1965.

Feyerabend, Ernst, geb. 26. 9. 1874, gest. 10. 10. 1943, Staatssekretär im ehemaligen Reichspostministerium, Dr.-Ing. E. h.; wirkte 1912–1933 im Reichspostamt bzw. Reichspostministerium, seit 1926 als Staatssekretär, bewältigte die schwierigen, technisch-organisatorischen Aufgaben des Wiederaufbaus des deutschen Fernmeldewesens nach dem 1. Weltkrieg, betätigte sich als Herausgeber des »Handwörterbuches des elektrischen Fernmeldewesens (1929)« und stellte sich in den Dienst der gesamten Elektrotechnik. Ehrungen: Inhaber hoher Orden aus der kaiserlichen Zeit, Dr.-Ing. E. h. der TH zu Berlin, Ehrenbürgerbrief der TH in Danzig, Siemens-Stephan-Gedenkplatte des Elektrotechnischen Vereins, Berlin.

Literatur: TFT 1933, H. 1, S. 1/2; 1926, H. 6, S. 182/183.

Fiber → Vulkanfiber.

Fiberglas. Fasern, Gewebe, Matten, Isoliermaterial u. dgl. aus Glasfäden, verwendet in Flugzeug- und Autoteilen, Kabelumhüllungen, Polyesterkunststoffen u. v. a.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Fichte. Verbreitung in Deutschland in Mittelgebirgslagen mit mindestens 700 mm Niederschlag. Immergrüner Baum, wird bis 60 m hoch; dunkle, graubraune grobschuppige Borke unten, geht nach oben in rotbraune, feinschuppige Rinde über. Nadeln 2 cm lang, auf Rindenstielchen ringsum am Zweig, dunkelgrün, vierkantig, spitz. Reife Zapfen hängen am Zweig, 10-16 cm lang, 3-4 cm dick, walzenförmig. Die Zapfen fallen als Ganzes ab; Zapfenschuppen gezähnt. Das Holz ist im Querschnitt fast weiß, kein sichtbarer Kern. Verwendung: Konstruktionsholz, Herstellung von Fernmeldemasten. Technische Eigenschaften: Die Tränkbarkeit mit öligen Mitteln ist schlecht; mit wasserlöslichen Mitteln befriedigend, im saftfrischen Zustand gut. Mittlere Festigkeitswerte bei 12 % Holzfeuchtigkeit: E-Modul aus Biegeversuch parallel zur

Faser 100000 kp/cm², Druckfestigkeit 400 kp/cm², Biegefestigkeit 700 kp/cm².

figure of merit → Antennentemperatur.

Filament → Sonnenaktivität.

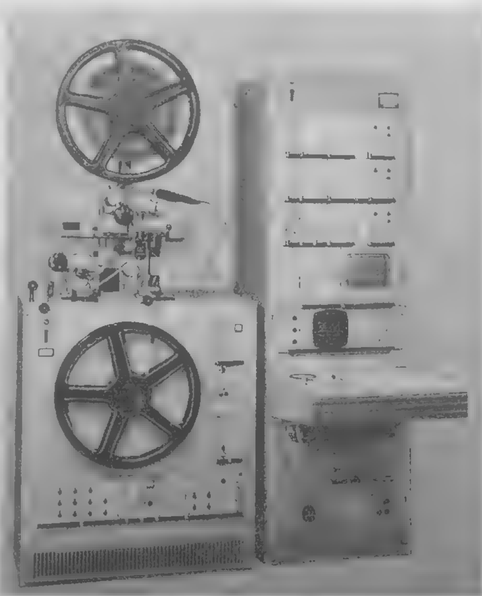
Filmabtaster → Filmübertragungsanlagen.

Film-Bildaufzeichnungsanlage besteht aus der Kombination eines hochwertigen Fernsehempfängers, auf dessen Bildwiedergaberöhre ein Fernsehbild großer Leuchtdichte relativ geringer Größe geschrieben wird, und einer Filmkamera, welche 25 Fernsehbilder/sec auf fotografischen Film aufnimmt. Eine Vollbild-Aufzeichnung setzt analog wie bei der Filmabtastung die Verwendung eines Schnellschaltwerkes für den Filmtransport in der Filmkamera voraus. Um übliche Filmkameras verwenden zu können, begnügt man sich in der Regel mit der Aufzeichnung jedes zweiten Halbbildes (Halbbild-Aufzeichnung) und nimmt den Auflösungsverlust in Vertikalrichtung in Kauf. Die Zeit des unterdrückten Halbbildes ($^1/_{50}$ sec) steht für die Filmfortschaltung zur Verfügung. Um bei der Wiederabtastung Interferenzstörungen zu vermeiden, wird die Zeilenstruktur des Fernsehbildes durch Wobbeln des Schreibstrahls der Aufzeichnungsröhre verwischt. Der Filmtransport ist mit der Vertikalfrequenz des Fernsehsignals synchronisiert. Zur ununterbrochenen Aufzeichnung sind zwei Filmkameras vorgesehen, von denen eine aufzeichnet, während in der zweiten der Film gewechselt werden kann. Die Abtastung kann auch mit anderer Zeilenzahl vorgenommen werden. *v. Gregor*

Filmübertragungsanlagen (Filmabtaster). Bildabtastgerät zur fernsehmäßigen Übertragung von Kinofilmen (35-mm-, 16-mm-Film, in Ausnahmefällen auch andere Filmformate). Man unterscheidet Abtaster nach dem Lichtpunkt-System (flying spot) und mit speichernder Bildaufnahmeröhre. In jeder Bildperiode der Fernsehnorm mit Zwischenzeile muß jedes Filmbild zweimal abgetastet werden. Der Filmtransport muß daher in festem Verhältnis zur Bildfrequenz stehen und mit dieser verkoppelt sein. Die Bildwechselzahl für Kinofilme ist mit 24 Bilder je Sekunde genormt. Bei der Abtastung nach der Gerber-Norm (25 Bilder bzw. 50 Halbbilder/sec) wird der Film mit 25 Bilder/sec transportiert; der geringe Unterschied ist praktisch bedeutungslos. Bei der in USA eingeführten Fernsehnorm mit 30 Bildern, bzw. 60 Halbbildern/sec werden aufeinanderfolgende Bilder des mit 24 Bilder/sec transportierten Films abwechselnd zweimal und dreimal mit einem Raster von Halbbilddauer ($^1/_{60}$ sec) abgetastet

$$\left(\frac{2}{60}+\frac{3}{60}=\frac{5}{60}=\frac{2}{24}\right).$$

Zur starren Verkopplung des Filmtransports mit der Fernseh-Bildwechselzahl wird das Filmlaufwerk von einem Synchronmotor angetrieben, der mit Drehstrom aus einem Synchronumrichter gespeist wird. Die Fortschaltzeit üblicher Filmprojektoren ist wesentlich länger als die Vertikal-Austastzeit im Fernsehsignal (ca. 1 msec), so daß mit diesen nicht das ganze Filmbild abgetastet werden könnte. Zur Lichtpunkt-Filmabtastung sind daher Speziallaufwerke erforderlich. Beim Filmabtaster mit kontinuierlichen Filmlaufwerk wird das Raster der Abtaströhre mit halber Bildhöhe geschrieben und mittels einer Doppeloptik im Abstand eines Filmbildes zweimal auf den Film projiziert. Durch die Filmbewegung werden die Raster auf volle Bildhöhe auseinandergezogen. Durch mechanische oder elektrische Ausblendung mit Halbbildfrequenz werden die Bildsignale für jedes Halbbild abwechselnd von den beiden in Richtung der Filmbewegung versetzten Rastern gewonnen. Beim Filmabtaster mit Schnellschaltwerk wird der Film so rasch weitergeschaltet (in etwa 1 msec), daß das stehende Filmbild vollständig mit beiden Halbrastern abgetastet werden kann. Gegenüber dem Abtaster mit kontinuierlichen Filmlauf ist ein höherer Lichtwirkungsgrad erzielbar, da die Lichtstärke einer Doppeloptik aus räumlichen Gründen begrenzt ist. Bei Lichtpunktabtastern für Farbfilme (s. Bild) wird das vom Film durchgelassene Licht



Film-Übertragungsanlage.
35-mm-Farbfilm-Übertragungsanlage der Fernseh GmbH.

mittels Lichtteiler und Filter zerlegt und für jeden Farbauszug eine Photozelle vorgesehen. Da nur ein Raster auf der Abtaströhre geschrieben wird, entfällt das Problem der Rasterdeckung. Filmabtaster mit speichernden Bildaufnahmeröhren bestehen im Prinzip aus einer Fernsehkamera und einem Filmprojektor, der die Filmbilder auf die Photoschicht der Bildaufnahmeröhre projiziert. Wegen der Speicherwirkung der Bildaufnahmeröhre ist eine Synchronisierung der Filmbewegung mit der Fernseh-

norm nicht unbedingt erforderlich, so daß in der Kinotechnik übliche Filmprojektoren verwendet werden können. *v. Gregor*

Filter ist ein aus passiven oder passiven und aktiven Elementen aufgebautes Netzwerk (meist → Vierpol) mit deutlich getrennten Durchlaß- und Sperrbereichen. Bei einem einzigen Durchlaß- oder Sperrbereich unterscheidet man je nach Lage der Grenzfrequenzen die 4 Grundtypen: Tiefpaß, Hochpaß, Bandpaß und Bandsperre (→ Vierpoltheorie 3.5).

Filterkreuzschiene → Fernsehübertragungstechnik.

Filtersystem, fiktives, realistisches → Fourier-Transformation.

Filterweiche → Fernsehbildsender.

Filterwellenleiter → Verzögerungsleitung.

Firmenbezeichnung am Fernmeldezeug → Eigentumskennzeichnung.

Firmen-Kennfäden. Kabel, Drähte und Schnüre sämtlicher Vertragslieferanten der DBP müssen einen F. besitzen, der als Warenzeichen (Ursprungszeichen) beim Deutschen Patentamt in München registriert ist. Außerdem muß durch VDE-Prüfstelle gemäß ihrer Prüfordnung Berechtigung zum Einlegen des einfädigen, schwarz-rot bedruckten VDE-Kennfadens erteilt sein. Muster sämtlicher F. sind in der von der Fachabteilung Kabel und isolierte Drähte im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie Frankfurt (Main) herausgegebenen Mustersammlung »Kennfäden Deutscher Kabel- und Leitungsdrahtwerke« enthalten (s. untenstehendes Verzeichnis).

F. werden entsprechend Vorschriften VDE 0812 bis 0817 eingelegt. Können Kennfäden nicht eingelegt werden, müssen Lieferringe durch Schilder gekennzeichnet sein, die Warenzeichen (Ursprungszeichen) oder Namen der Herstellerfirma und VDE-Prüfzeichen enthalten.

Verzeichnis der Firmen-Kennfäden

Firma	Anschrift	Firmen-Kennfaden
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken	7150 Backnang	blau-rot einfädig bedruckt
Bayerische Kabelwerke AG Riffelmacher & Engelhardt AG	8542 Roth (b. Nürnberg)	blau-grün 2 Fäden verdrillt
Benedict & Dannheißer GmbH	8500 Nürnberg	weiß-lila-weiß-gelb einfädig bedruckt
»Betefa« Berliner Telefonschnurfabrik Dort u. Koska	1000 Berlin-Neukölln	schwarz-braun oder schwarz-grün einfädig bedruckt
»DeTeWe« Deutsche Telefonwerke und Kabelindustrie AG	1000 Berlin	schwarz-gelb 2 Fäden verdrillt
Deutsche Kabelwerke GmbH	4070 Rheydt	karminrot-weiß einfädig bedruckt
Dielektra AG	5050 Porz	grün-weiß-braun 3 Fäden verdrillt
Draht- und Kabelwerke AG C. A. Vogel	3000 Hannover	schwarz-weiß einfädig bedruckt
Felten & Guilleaume Carlswerk AG	5000 Köln-Mühlheim	schwarz einfädig
Kabel- u. Metallwerke Gute Hoffnungshütte AG (kabelmetal) a) Werk Hannover b) Werk Nürnberg c) Werk Osnabrück	3000 Hannover	grün-rot 2 Fäden verdrillt
Karl Herkenberg jun. Telefonschnurfabrik	5600 Wuppertal-Oberbarmen	blau-weiß-lila-weiß-grün-weiß einfädig bedruckt
Vereinigte Draht- und Kabelwerke AG, Berlin-Duisburg a) Werk Berlin b) Werk Duisburg	4100 Duisburg	blau einfädig
Kabelwerk Reinshagen GmbH Kabelwerk Reinshagen, Werk Berlin	5600 Wuppertal-Ronsdorf	rosa einfädig rosa (wie Hauptwerk)
Kabelwerk Rheydt AG	4070 Rheydt	schwarz-weiß-rot 3 Fäden verdrillt
Continental-Elektroindustrie AG	5600 Wuppertal-Vohwinkel	resedagrün einfädig
Kabelwerk Wilhelminenhof AG	1000 Berlin 61	schwarz-gelb einfädig bedruckt
Kabelwerk Wilhelminenhof AG Abt. Phoenixwerk	3548 Arolsen	als Lieferwerk von Felten & Guilleaume: schwarz einfädig
Kerpenwerk GmbH u. Co.	5190 Stolberg (Rhld.)	weiß-grün 2 Fäden verdrillt
Kromberg & Schubert	5600 Wuppertal-Langerfeld	lila einfädig
Land- und Seekabelwerke AG	5000 Köln-Nippes	blau-weiß einfädig bedruckt

noch: Verzeichnis der Firmen-Kennfäden

Firma	Anschrift	Firmen-Kennfaden
Leonische Drahtwerke AG	8500 Nürnberg 2	blau-schwarz einfädig bedruckt
Lynenwerk KG	5180 Eschweiler	dunkelgrün einfädig
Märkische Kabelwerke AG	1000 Berlin-Spandau	orange einfädig
Muckenhapt & Nusselt	5600 Wuppertal-Wichlinghausen	grün-weiß-gelb-weiß einfädig bedruckt
Norddeutsche Seekabelwerke AG	2890 Nordenham	rot-gelb einfädig bedruckt
Franz Raab	8832 Weißenburg/Bay.	schwarz-weiß-blau-weiß einfädig bedruckt
Rheinische Draht- und Kabelwerke GmbH	5000 Köln-Riehl	hellbraun-weiß 2 Fäden verdrillt
Wilhelm Richter	1000 Berlin	grün-orange-gelb 3 Fäden verdrillt
Siemens AG	8000 München	grün-weiß-rot-weiß einfädig bedruckt
Standard Elektrik Lorenz AG	7000 Stuttgart-Zuffenhausen	schwarz-gelb-weiß einfädig bedruckt
Süddeutsche Kabelwerke VDM-AG	6800 Mannheim	rot-gelb 2 Fäden verdrillt
»TeKaDe« Süddeutsche Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke AG	8500 Nürnberg	gelb-weiß einfädig bedruckt
Kabelwerk F. C. Ehlers	2000 Hamburg	blau-weiß-gelb 3 Fäden verdrillt
Ernst u. Engbrink u. Co.	4353 Oer-Erkenschwick	weiß-orange-weiß-lila-weiß-rosa einfädig bedruckt
Kabelwerk Rhenania GmbH	5103 Brand (Kr. Aachen)	schwarz-weiß 2 Fäden verdrillt
Waskönig u. Walter	5600 Wuppertal-Langerfeld	blau-rosa-grün-rosa einfädig bedruckt

Stand: Herbst 1967

Knebel

Fischgrätenantenne → Dipolantenne.

Fischlupe → Echolot.

Fitzgeraldscher Dipol → Elementarstrahler.

Fixierung von Holzschutzmitteln → Holzschutzmittelfixierung.

Flachbandförderer. Die gebräuchlichste Aufgabe von F. ist das Sammeln von Schriftgut, das die Förderbänder zu einer möglichst zentral gelegenen Empfängerstelle bringen. Im Gegensatz zu → Hochkantförderern oder → Schnellbandförderern erlauben F. keine Richtungsänderung in waagerechter Ebene, vielmehr erfordert jedes in sich gerade Streckenstück ein eigenes Förderband. Es lassen sich leicht Durchgänge überbrücken oder das Schriftgut in ein höheres oder tieferes Stockwerk fördern. Bei vertikalem Transport wird dem eigentlichen Förderband ein Deckband übergeordnet. Beide Bänder nehmen das zwischen ihnen liegende Sendegut sicher mit. Die Fördergeschwindigkeit beträgt 0,5 bis 0,8 m/s.

In U-Form gebogene, aus Stahlblech gefertigte Rinnen bilden einen Förderkanal, auf dessen glattem Boden das Förderband entlanggleitet, wobei Rinnen sowohl das Förder- als auch das Rücktrum führen. Die lichte Weite des Kanals ist jeweils der Breite des Sendeguts — einschl. eines Sicherheitszuschlags — anzupassen. Bei Flachbändern, auf die das Sendegut von Zubringe-Bändern geladen wird, muß man das Diagonalmaß der größten zum Transport anfallenden Sendung berücksichtigen. Als Nennmaß gilt die lichte Weite der Förderrinnen. Diese Weiten sind aus Fertigungs- und Lagerhaltungsgründen weitgehend genormt. Um eine unerwünschte Kantenreibung zu vermeiden, hat das Förderband eine 10 mm geringere Breite als die Förderrinne. Vielfach wird das Rücktrum zum Fördern in der entgegengesetzten Richtung benutzt.

Wenn die Förderrichtung sich ändert, muß das Sendegut von dem einen Band auf das in die andere Rich-

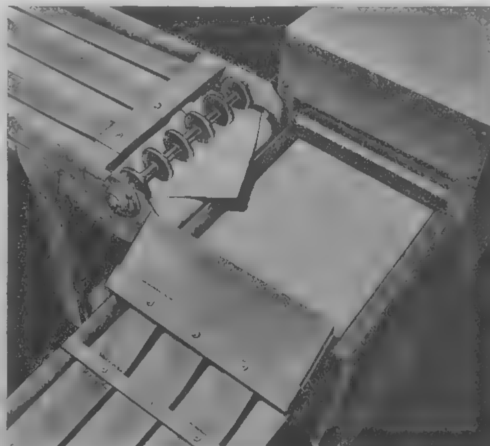


Bild 1. Überladestelle zwischen zwei Flachbandförderern.

tung führende Band geleitet werden. An einer solchen Überladestelle (Bild 1) ist das ankommende Band höher angeordnet als das weitertransportierende Band.

Bei trockener Raumluft kommt es oft zu statischen Aufladungen, die ein Haften dünnen Papiers am Förderband begünstigen. Um das zu verhindern, soll die Luftfeuchtigkeit mindestens 65 % betragen.

Steht keine Klimaanlage für die Belüftung der Räume zur Verfügung und ist der Einsatz von Luftbefeuchtern nicht möglich, dann müssen die Überladestellen Einrichtungen erhalten, die das am Band haftende Sendegut daran hindern, um die Umlenkrolle zu fahren und zwischen Förderband und Rücktrumrinne zu geraten. Kurz vor der Umlenkrolle werden vom Förderband angetriebene Scheibenrollen (Bild 1) angeordnet. Sie drücken in das Papier Sicken mit geringer Tiefe, um die Quersteifigkeit des Blattes so zu erhöhen, daß es der Bandkrümmung nicht folgen kann. Außerdem beginnt die Rücktrumrinne sicherheitshalber erst rund 2 m hinter dem Umkehrkopf. Das Band läuft auf dieser Strecke ohne Unterstützung. Etwa noch am Band anhaftendes Papier kann sich deshalb ablösen.

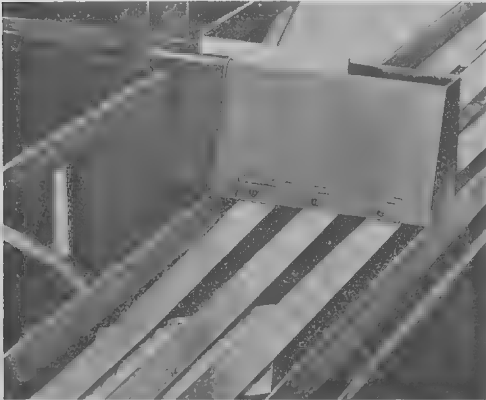


Bild 2. Überladestelle von einem Hochkant- auf einen Flachbandförderer.

Bild 2 zeigt eine Überladestelle zwischen Hochkant- und Flachbandförderer. Über dem Flachband ist in Verlängerung des Hochkantförderers ein kurzer Fallschacht angebracht. Da dessen hintere Wand senkrecht, die vordere Wand aber in Förderrichtung schräg zur Bandebene steht, hat der Schacht unten einen größeren Querschnitt als oben, wodurch ein Einklemmen der Sendungen vermieden wird. Die mit einer Geschwindigkeit von etwa 0,8 m/s ankommenden Telegramme stoßen zunächst mit ihrer vorderen Kante gegen die schmale Schachtwand und fallen dann mit ihrer unteren Längskante voran auf das Flachband.

Die Empfangsstelle einer Flachbandsammelnalage liegt im allgemeinen am Ende einer Förderstrecke. Das Fördergut fällt hier in eine Empfangsmulde, deren Größe sich nach der maximal zu erwartenden Schriftgutmenge richten soll. Falls das Fördergut nicht getrennt bleiben muß, kann man auch für zwei ankommende Flachbänder eine gemeinsame Empfangsmulde vorsehen.

Der Antrieb von F. entspricht im Grundsatz dem Antrieb von Hochkantförderanlagen (→ Hochkantförderer, Bild 3). Abweichend davon werden vorzugsweise nur Einfach-Spannvorrichtungen verwendet. Für einen Antrieb werden 40 bis 50 m Förderstrecke gerechnet.

F. bewähren sich auch unter ungünstigen Betriebsverhältnissen, weil sie unempfindlich gegen unsorgfältige und unregelmäßige Zuladung und gegen schlechte Beschaffenheit des Förderguts sind.

Literatur: W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut, SEL-Nachrichten, Bd. 12, (1964), Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962. *Gänsler*

Flachbogen → Fahrrohre für Zettelrohrpost.

Flächenausnutzung → Wirkfläche.

Flächenerdung → Erdung.

Flächenpressung → Festigkeitslehre.

Flächensatz (Drall) → Dynamik.

Flächenstrahler. Als F. oder besser Aperturstrahler werden → Querstrahler mit Dimensionen von etwa der Wellenlänge oder darüber bezeichnet, deren Richtcharakteristik in einem größeren Winkelbereich um die Hauptstrahlrichtung zweckmäßig aus der Strom- oder Feldverteilung auf einer in oder in nächster Nähe der Antenne befindlichen Fläche berechnet wird. Dies ist mit guter Näherung möglich, da durch diese Fläche nach geometrisch-optischer Betrachtung die gesamte Strahlung, nach wellenoptischer Betrachtung der größte Teil der Strahlung, hindurchgeht. Man nennt diese Fläche in Analogie zur Apertur optischer Instrumente die Apertur der Antenne.

Grundsätzlich kann die Apertur mehr oder weniger willkürlich gewählt werden. Im allgemeinen wählt man sie jedoch so, daß die Feldverteilung auf ihr die Berechnung des Strahlungsfeldes möglichst einfach, aber mit genügender Genauigkeit gestattet. Bei einem zur Achse symmetrischen Parabolspiegel mit kreisförmiger Berandung läßt man sie mit der Spiegelöffnung, bei einem Trichterstrahler im allgemeinen mit der Trichteröffnung zusammenfallen. Ebene Gruppenstrahler (z. B. Dipolwände) fallen nach der oben gegebenen Definition grundsätzlich nicht unter die Kategorie der Aperturstrahler. Sind ihre Dimensionen groß gegen die Wellenlänge, so können ihre Strahlungseigenschaften mit guter Näherung wie bei Aperturstrahlern berechnet und ihnen im übertragenen Sinne auch eine Apertur zugeordnet werden.

Der Begriff der Apertur kann über die Anwendung auf den F. hinaus auf jede strahlende Öffnung ausgedehnt werden. Die Feld- oder Stromverteilung in der Apertur bezeichnet man als Belegung.

Die im Maximum auf 1 normierte Funktion, die die Abhängigkeit der Feldverteilung in der Apertur von den Aperturkoordinaten x, y oder ϱ, φ angibt, nennt man die Belegungsfunktion.

$$f(x, y) = \frac{E(x, y)}{E_{\max}},$$

$$f(\varrho, \varphi) = \frac{E(\varrho, \varphi)}{E_{\max}}.$$

Von der Art der Belegungsfunktion hängt die Form der Richtcharakteristik ab. Die Nebenmaxima sind bei homogener Belegung relativ groß, sie werden um so kleiner, je stärker die Belegung nach dem Rand zu abfällt. Allerdings nimmt dabei die Flächenausnutzung ab.

Die gesamte Halbwertsbreite Θ_H (in Grad) der Hauptkeule, die Größe des ersten Nebenmaximums (dB unter dem Hauptmaximum) und die Flächenausnutzung q bei verschiedenen Belegungsfunktionen sind:

rechteckige Apertur $a \cdot b$,

$f(x, y) = 1$

$\Theta_H = \frac{50{,}7}{a/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 13,3 dB $q = 1$

$f(x, y) = \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)$

$\Theta_H = \frac{68{,}6}{a/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 23 dB $q = 0{,}81$

$f(x, y) = \cos^2\left(\frac{\pi x}{a}\right)$

$\Theta_H = \frac{83}{a/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 31,3 dB $q = 0{,}67$

kreisförmige Apertur vom Durchmesser $D = 2\varrho_0$; (mit $r = \varrho/\varrho_0$),

$f(r) = 1$

$\Theta_H = \frac{59}{D/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 17,7 dB $q = 1$

$f(r) = \sqrt{0{,}1} + (1 - \sqrt{0{,}1})(1 - r^2)$

$\Theta_H = \frac{65}{D/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 22,2 dB $q = 0{,}92$

$f(r) = 1 - r^2$

$\Theta_H = \frac{73}{D/\lambda}$ 1. Nebenmax.: 24,6 dB $q = 0{,}75$.

Technische Ausführungsformen von F. sind vor allem die → Spiegelantennen, einschließlich der einfachen Umlenkspiegel, und die → Horn- oder Trichterstrahler, ebenso die in der Praxis wenig eingesetzten → Linsenantennen. Aber auch der Strahlungsmechanismus der bei längeren Dezimeter- und Meterwellen viel verwendeten Dipolwände ist bei großer Anzahl der Elemente der eines F.

Schließt man das Auftreten von → Übergewinn aus, so folgt, daß bei F. mit gegen die Wellenlänge großen Dimensionen die Flächenausnutzung $q \leq 1$ ist.

Literatur: G. F. Koch, Vorschlag einer Definition für den Begriff Aperturstrahler. NTZ 22 (1969) H. 6, S. 332.

Koch

Flächentransistor → Transistor.

Flächenwirkungsgrad → Wirkfläche.

Flachreedrelais → Relais unter 4.1.1.10.

Flachrelais → Relais unter 4.1.1.5.

Flachschutzrelais → Relais unter 4.1.1.10.

Flachseekabel → Seekabelaufbau.

Flachstellenmeldegerät. An blockierten Rädern von Eisenbahnwagen entstehen Flachstellen, die während der Weiterfahrt zu Beschädigungen führen können. Flachstellen sind an stehenden Wagen schwer zu erkennen. Daher wurde ein F. entwickelt, das nach folgendem Prinzip arbeitet: Das rollende Rad erzeugt in den Schienen eine Spannung. Sie erfährt am Anfang und am Ende der Flachstelle einen Knick. Mittels Dehnungsmeßstreifen, die am Schienenfuß angebracht sind, können die beiden Knicke ermittelt und zeitlich festgelegt werden. Aus der Geschwindigkeit des Zuges, dem Raddurchmesser und der Zeitdifferenz zwischen den Spannungsknicken rechnet das F. die Tiefe der Flachstelle aus. Bei einer erkannten Flachstelle wird ein Zählwerk inganggesetzt, das die bis zum Schluß des Zuges vorhandene Achszahl ermittelt und aufzeichnet.

Literatur: Eisenbahntechnische Rundschau, Röhrig-Verlag, Darmstadt, Sonderheft Rangiertechnik 1967.

Flackerschlußzeichen ist ein Schaltkennzeichen in Impuls-Pausenfolge, das über eine Fernverbindung gegeben wird, wenn der gerufene Teilnehmer schon, der rufende noch nicht eingehängt hat. Das Flackerschlußzeichen führt nach kurzer Zeit (z. B. 1 bis 2 min) zur Zählunterbrechung und Auslösung des Abschnittes hinter dem Zählimpulsgeber.

Flammenimpulsmelder → Meldungsgeber.

Flammspritzverfahren. Arbeitsprozesse, bei denen ein Stoff (Metall, Kunststoff u. dgl.) in Draht- oder Pulverform unter voller oder teilweiser Änderung seines Aggregatzustandes erhitzt, ggf. zerstäubt und auf eine feste Oberfläche geschleudert wird, wo sich die einzelnen Teilchen zu einer zusammenhängenden Schicht anlagern und sich untereinander und mit dem rauhen Spritzgrund durch Adhäsionskräfte verklammern.

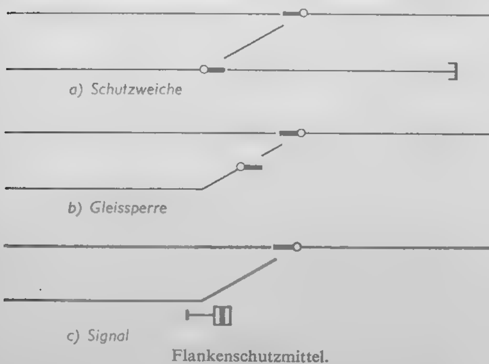
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Flammstrahlen. Bei diesem besonders in den USA etwa seit 1938 gebräuchlichen Verfahren werden alte, rostschutzbedürftige Eisenoberflächen mit Hammer

und Spachtel von groben und lockersitzenden Belagteilen befreit, sodann bestreicht man die Fläche mit einem breit auseinandergezogenen Flammenstrahl, entfernt gleich darauf mit der Drahtbürste Verbrennungsrückstände und Staub und bringt auf die noch warme (30 bis 50° C) trockene Metallfläche sofort eine Rostschutzfarbe, die gleichmäßig verläuft und einen gleichmäßigen, elastischen, dichten Schutzüberzug bildet, der wirksamer sein soll als bei dem üblichen Vorreinigen mit dem Sandstrahlgebläse.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Flankenschutz. Die langen Bremswege infolge der geringen Reibung zwischen Rad und Schiene sowie die Schienengebundenheit hindern die Schienenfahrzeuge, plötzlich auftretenden Hindernissen auszuweichen. Blockeinrichtungen und Gleisfreimeldeanlagen schützen vor Auffahrunfällen, F.-Einrichtungen vor Flankenfahrten. Das vollkommenste F.-Mittel ist die Schutzweiche, die Zug- und Rangierfahrten sowie abgestellte Wagengruppen daran hindert, in eine eingestellte Fahrstraße von der Flanke her zu gelangen (s. Bild a). Die Gleissperre besteht aus einem Eisenschuh, der in Sperrstellung schräg über die rechte oder linke Schiene des Gleises gelegt wird und ein abrollendes Fahrzeug nach rechts oder links über die Schiene hebt und entgleisen läßt. Wenn das Gleis befahren werden darf, wird die Gleissperre weggeklappt. Mit der folgenden Weiche,



Flankenschutzmittel.

die im geschützten Gleis liegt, steht die Gleissperre in Folgeabhängigkeit. Wenn die Gleissperre beseitigt ist, muß die Weiche die Fahrt in das geschützte Gleis erlauben und umgekehrt (s. Bild b). Gleissperren dürfen nicht in Haupt- und Lokverkehrsgleise gelegt werden, um Zug- und Lokentgleisungen zu vermeiden. In diesen Gleisen wird der F. Sperrsignalen (→ Hauptsignale) übertragen (s. Bild c), wenn nicht Schutzweichen benutzt werden können. Sperrsignale gebieten in der Sperrstellung Zug- und Rangierfahrten Halt, schützen jedoch nicht vor unbeabsichtigt ins Rollen geratenen Wagengruppen. F.-Mittel werden wie die Fahrwegweichen in die Abhängigkeit von den Signalen einbezogen, d. h. das Signal kann nur nach Herstellung des F. auf Fahrt gestellt werden.

Sasse

Flankensteilheit → Trennschärfe.

Flaschenzug → Statik.

Flechtmaschine → Bewehrung von Fernmeldekabeln.

Fleckenkomponente → solare Radiostrahlung.

flexibler Verstärker → Seekabelverstärker.

Flexwell-Hohlleiter. Der F.-H. ist ein elliptischer Wellrohrhohlleiter, d. i. ein → Hohlleiter, der die Flexibilität der koaxialen Kabel besitzt. In seinem elektrischen Verhalten ist er einem starren Hohlleiterzug äquivalent; er nimmt eine Zwischenstellung zwischen dem Rechteck- und dem Rundhohlleiter ein.

Literatur: W. Krank, Über die Theorie und Technik des elliptischen Wellrohrhohlleiters (Diss.), Telefunken AG, Backnang.

Flickerfarben, musterinduzierte → musterinduzierte Flickerfarben.

fliegende Abtastung → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Flipflop. Das Flipflop gehört zur Gattung der Kippkreise. Man unterscheidet astabile (→ Multivibrator), monostabile (Monoflop) und bistabile (Flipflop) Kippkreise. Das Flipflop kann zwei stabile Zustände einnehmen, die durch geeignete Eingangsimpulse jeweils ineinander übergehen, so daß das Flipflop als ein Speicherglied mit 1 Bit (→ Bit) Speicherkapazität anzusprechen ist. Sein zeitliches Ansprechvermögen ist durch die Zeitkonstante τ der im Kippkreis enthaltenen Widerstände (R) und Kapazitäten (C) bestimmt ($\tau = 1/RC$) (→ bistabile Kippstufe).

Flugfunkdienst ist ein → Funkdienst für Zwecke der Luftfahrt, einschließlich der Anwendung der Satellitentechnik; man unterscheidet:

Fester Flugfunkdienst, ein → fester Funkdienst zur Übermittlung von Meldungen für die Flugnavigation, für die Vorbereitung und Sicherung der Flüge, der in Europa weitgehend durch Fernschreibstandverbindungen ersetzt wurde und im übrigen in den Kurzwellenbereichen unter 30 MHz arbeitet.

Beweglicher Flugfunkdienst, ein → beweglicher Funkdienst zwischen → Bodenfunkstellen und → Luftfunkstellen oder zwischen Luftfunkstellen, wobei auch Rettungsgerät-Funkstellen beteiligt sein können.

Flugnavigations-Funkdienst, ein → Navigationsfunkdienst für Luftfahrzeuge.

Für jeden dieser Funkdienste sind in der Vollzugsordnung für den Funkdienst gesonderte Frequenzbereiche zugewiesen, wobei Frequenzen der Klasse (R) dem Verkehr zwischen allen Luftfahrzeugen und denjenigen Bodenfunkstellen vorbehalten sind, die vor allem für die Sicherheit und die Regelmäßigkeit der Flüge auf den nationalen oder internationalen Strekken der zivilen Luftfahrt zu sorgen haben. Frequenzen der Klasse (OR) sind dem Verkehr zwischen allen Luftfahrzeugen und anderen Bodenfunkstellen als denen vorbehalten, die vor allem für Flüge auf nationalen oder internationalen Strecken der zivilen Luftfahrt zu sorgen haben. Alle Frequenzen sind nach einem von der → International Civil Aviation Organi-

sation (ICAO) aufgestellten und national jeweils ergänzten Frequenzzuteilungsplan eingesetzt, wobei in verkehrsreichen Gebieten auch im Weitverkehr Kurzwellenverbindungen weitgehend durch Meter-Wellen-Verbindungen ersetzt werden. Für den internationalen Verkehr ist der Einsatz der Satellitentechnik in Vorbereitung. Öffentlicher Nachrichtenaustausch von und zu Luftfahrzeugen ist nur in Ausnahmefällen möglich. Die im Flugfunkdienst eingesetzten Funkgeräte müssen sowohl von der DBP als auch von den Luftfahrtbehörden zugelassen sein. Für den Sprechfunk werden weitgehend Vielkanalgeräte mit einigen hundert schaltbaren Kanälen eingesetzt. Um die international erforderliche Vereinheitlichung ist die ICAO in Verbindung mit der → International Air Transport Association (IATA), dem Zusammenschluß der Luftfahrtgesellschaften, bemüht. *Binz*

Flugfunker → Funker.

Flugfunkfeuer → Funkfeuer.

Flugfunkzeugnis ist ein Zeugnis zur Ausübung des → Flugfunkdienstes bei → Bodenfunkstellen und → Luftfunkstellen. Durch § 32 Abs. 4 des Luftverkehrsgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. 10. 1965 (BGBl. I S. 1729) ist der BPMin ermächtigt worden, im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Verkehr durch Rechtsverordnung Bestimmungen über den Kreis der Personen, die eines F. bedürfen und über den Erwerb von F. zu erlassen. Hierauf beruht die Verordnung (VO) über Flugfunkzeugnisse vom 29. 11. 1966 (BGBl. I S. 655), geändert und ergänzt durch die VO vom 6. 5. 1968 (BGBl. I S. 359). In ihr wird bestimmt, daß es zur Ausübung des Flugfunkdienstes eines gültigen, von der DBP ausgestellten oder anerkannten F. bedarf. Nach § 2 der VO gibt es fünf Arten von F.:

Flugfunkzeugnis 1. oder 2. Klasse für uneingeschränkte Ausübung des Sprech- und Telegrafiefunkdienstes. Die beiden Klassen verlangen unterschiedliche Fertigkeiten und Kenntnisse (Telegrafie-Funker).

Allgemeines Sprechfunkzeugnis (AZF) für uneingeschränkte Ausübung des Sprechfunkdienstes.

Beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis I (BZF I) für die Ausübung des Sprechfunkdienstes in oder mit Luftfahrzeugen, die nach Sichtflugregeln fliegen (Verkehr in englischer Sprache).

Beschränkt gültiges Sprechfunkzeugnis II (BZF II) für die innerdeutsche Ausübung des Sprechfunkdienstes in oder mit Luftfahrzeugen, die nach Sichtflugregeln fliegen (Verkehr in deutscher Sprache). Inhaber der Sprechfunkzeugnisse werden auch als Sprech- → Funker bezeichnet.

Militär-Flugzeugführerscheine der Bundeswehr werden entsprechend ihrer Wertigkeit obigen Flugfunkzeugnissen gleichgestellt. Die Prüfungen zum Erwerb obiger Zeugnisse werden von einem gemischten Prüfungsausschuß aus Beamten der DBP und der Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS) abgenommen. *Binz*

Flugwetterdienst → Deutscher Wetterdienst.

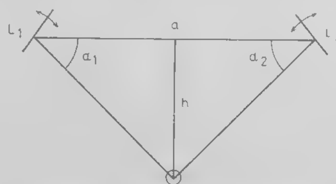
Fluorwasserstoff → Natriumfluorid.

Fluß → Integral 3.

Flußkabel Kabel, das zur Durchquerung von Flüssen, Kanälen, kleineren flachen Landseen und anderen Binnengewässern bestimmt ist.

Die Bauart entspricht i. allg. der der → Erdkabel, jedoch in der Regel mit mechanisch zuverlässigerem Schutzkleid über der Kabelseele, vor allem mit einer gegen mechanische Beschädigungen (Anker, Strömung, Fischereiwerkzeuge) sichernden Form der Bewehrung (Stahldraht-, Formdraht-, doppelte Bewehrung). Aufbau des Außenschutzes bestimmt sich nach den örtlichen Verhältnissen und den von ihnen abhängigen mechanischen Anforderungen.

Flußkabeltiefenmeßgerät dient zur Messung der Decklage über Kabel, die durch Gewässer verlegt und insbesondere in Flüssen und Hafenbecken bei Baggerarbeiten und in schiffbaren Flüssen bei ungenügender Decklage durch Schleppanker zu Tal fahrender Schiffe gefährdet sind. Zur Messung der Tiefenlage wird ein Leiter oder der Bleimantel des zu prüfenden Kabels mit einer Tonfrequenzspannung beschickt, die ein konzentrisches Wechselfeld um das Kabel ausbildet. Dabei wird in zwei schwenkbaren Spulen, die in einem bestimmten Abstand voneinander auf einer Traverse befestigt sind und quer zum Kabel auf die Flußsohle aufgesetzt werden, eine Spannung induziert, die zu Null oder zu einem Minimum wird, wenn die Spulenachsen auf das Kabel zeigen (s. Bild). Aus dem

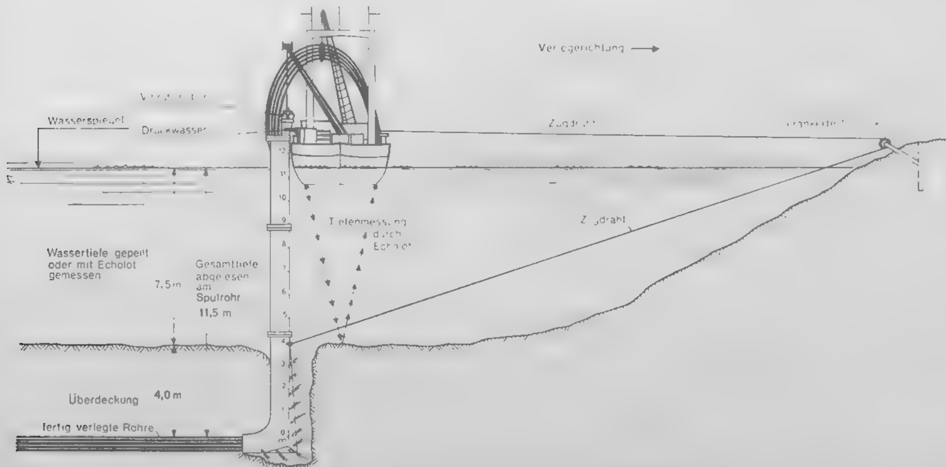


Schema der Flußkabeltiefenmessung.

Winkel, den die Spulenachsen bei Spannungsnull oder Spannungsminimum mit der Traverse bilden, und der Entfernung der beiden Spulen voneinander läßt sich die Decklage des Kabels errechnen oder aus einem Nomogramm ermitteln. *Wystrach*

Flußkreuzungen mit Fernmeldekabeln sind beim Bau von Kabellinien dann auszuführen, wenn sich zwischen den Endpunkten einer Kabellinie im Verlauf der Kabeltrasse ein nicht zu umgehender Wasserlauf befindet. Als Wasserlauf gelten Flüsse, Kanäle und Binnenseen. Für die F. können entweder vorhandene, anderen Zwecken dienende Bauwerke wie Straßen- und Eisenbahnbrücken mit benutzt werden (→ Brückenkabel), oder es muß eine besondere Kreuzung mit nach den örtlichen Verhältnissen mehr oder weniger umfangreichen Maßnahmen geschaffen werden. Die Herstellung besonderer F. kann über oder unter dem Wasser, in letzterem Fall auf oder unter der Gewässersohle, erfolgen. Die F. über dem Wasser ist möglich mit Luftkabeln. Sie wird wegen der Gefahr der Beschädigung von außen bei der DBP nur als Behelfsmaßnahme in dringlichen Fällen, und wenn Gewiß-

heit auf spätere endgültige Verlegung über eine Brücke oder unter Wasser besteht, ausgeführt. Die Höhe der auf beiden Ufern zu errichtenden Masten richtet sich nach dem Seildurchhang und nach dem vorgeschriebenen Mindestabstand zwischen höchstem Hochwasserspiegel und tiefstem Seilpunkt; ihre Bemessung nach den aufzunehmenden und zu übertragenden Kräften. Als selbständige Bauwerke für F. über Wasser sind Tragwerke zu erwähnen, die statisch gesehen als Balken auf zwei oder mehr Stützen oder als frei tragende Bogen ausgebildet werden. Bei Tragwerken auf Stützen wird die Tragkonstruktion gewöhnlich aus einfachen oder zusammengesetzten Walzeisenprofilen gebildet, die auf eigenen Widerlagern ruhen. Bei freitragenden Bogen werden die Bogen bis zu Spannweiten von ~ 40 m in Eisenbeton hergestellt. Die Bauweise der F. mit eigenen Bauwerken wird nur in Gebirgsgegenden gewählt, wenn Wildbäche und den Überdeckung eingebracht werden. Nach der F. unter der Flußsohle ist mit oder ohne Wasserhaltung eine Rinne in der Flußsohle für die Aufnahme des Kabels herzustellen. Das Kabel wird in die fertige Rinne eingelegt und durch Verfüllen der Rinne mit der schützenden Überdeckung versehen. Die Tiefe der Rinne richtet sich nach Art und Größe des zu kreuzenden Gewässers und wird bei schiffbaren Gewässern von den Wasser- und Schiffahrtsämtern vorgeschrieben. Für die Herstellung der Rinne gibt es die verschiedensten Verfahren und Geräte, von der einfachsten Schaufel über Handbaggergeräte, maschinelle Ziehschaufeln und Schrappergeräte bis zum Schwimmgreifer und Eimerschaufelbagger. Das Einspülverfahren — System Harmstorf — vereinigt die drei Arbeitsgänge: Herstellung der Rinne, Einlegen des Kabels und Wiederverfüllen der Rinne, zu einem einzigen. Hierbei wird eine sogenannte



Das Vibro-Einspülverfahren (Prinzip-Skizze). Die Verlege-Einheit ist selbstfahrend, die Verlegetiefe ist durch Marken am Spülrohr und Messung der Wassertiefe mittels Echolot feststellbar.

Murgänge wegen schwieriger Wasserhaltung und Geröllgeschiebe nicht unterfahren werden können. Da die Forderung nach einer hohen Sicherheit für die Nachrichtenverbindungen aufgrund der bisherigen Erfahrungen bei der drahtgebundenen Technik nur durch die Auslegung von Kabeln in einem gegen äußere Einwirkungen geschützten Gelände gewährleistet werden kann, ist die häufigste Art der F. die unter der Wasseroberfläche. Die Verlegung eines Kabels auf die Sohle eines Gewässers ohne schützende Überdeckung beschränkt sich auf wenige Ausnahmen. Sie wird angewandt für die Kreuzung stillstehender, ungefährlicher Gewässer ohne Schiffahrt oder zur Überwindung großer Wassertiefen bei Binnenseen, wenn eine Gefährdung des Kabels durch Anker oder Fischereigeräte nicht gegeben und das Einbringen der Kabel in die Gewässersohle nicht möglich ist. In allen anderen Fällen müssen die Kabel unter die Sohle der zu kreuzenden Gewässer mit einer schützen- Spüllanze, die mit Hilfe von Druckwasserdüsen (15 atü) den Flußgrund auflockert, mit einer Seilwinde durch die aufgelockerte Flußsohle von der einen nach der anderen Uferseite gezogen. Die Spüllanze ist ein aus schmalen rechteckigen Teilen zusammensetzbarer eiserner Kasten. Der in Spülrichtung liegende vordere Teil des Kastens enthält die Leitungen für das Druckwasser, das aus kräftigen Düsen am unteren im Flußgrund stehenden Ende austritt. Die Rückwand des Kastens ist für das Einlegen des Kabels abnehmbar. Das zu verlegende Kabel tritt oben in die Spüllanze ein und am unteren gebogenen Fuß entgegen der Zugrichtung aus und bleibt beim Weiterziehen der Lanze in der von dieser in die Gewässersohle gespülten und geschnittenen Rinne liegen. Der durch die Spüldüsen aufgelockerte Boden schließt die Rinne sofort hinter der Lanze wieder (s. Bild). Während bis vor einigen Jahren sowohl beim Bagger- wie auch beim Einspül-Verfahren das Kabel selbst

in die Gewässersohle eingebracht wurde, werden jetzt anstelle der Kabel Kunststoffrohre aus Hart-Polyäthylen eingespült, in die die Kabel nachträglich eingezogen werden. Durch Verbesserung der Einspültechnik — Aufsetzen eines Vibrationsbären auf die Spüllanze, der diese in Vertikalschwingungen versetzt — ist es möglich, auch harte Gewässersohlen, wie festen Tonmergel, mit dem Einspülverfahren zu kreuzen. Durch entsprechende Gestaltung der Spüllanze können bis zu 10 Kunststoffrohre in einem Arbeitsgang eingespült werden. Bei der Rinnenherstellung nach dem Baggerverfahren wurden auch Verfahren entwickelt, Rohrpakete mit 10 bis 20 Kunststoffrohren auf Gleitbahnen in die Baggerrinne einzuziehen. Eine weitere Art der F. unter Sohle ist der bergmännische Vortrieb von Dükern. Die hierzu bekannten Verfahren werden wegen der hohen Kosten in Ausnahmefällen bei harten Böden und bei geringen Breiten der F. angewendet. *Knacke*

Flußmittel (Löten). Alle zur Lötung kommenden Teile sind mit mehr oder weniger starken Oxydschichten bedeckt, die eine Lötung erschweren oder verhindern. Um diese Oxydschichten zu beseitigen, werden beim Löten Flußmittel benutzt. F. sind nichtmetallische Stoffe. F. für Weichlöten sind: Lötwasser, Lötfett, Borax, Borsäure, Kolophonium u. dgl. F. mit Lötzinn sind Tinoldraht, Tinol-Weichlotmasse und Fluitin. Als oxydauflösende F. bei Hartlöten verwendet man einen wäßrigen Brei aus Borax oder Borsäure.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 8505, 8511.

Flußstahl → Eisen.

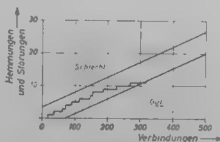
Flutter-Fading → ionosphärische Streuausbreitung.

FMF = Frequency of Maximum Fieldstrength → Rückstreuung.

FNA, FNE → Deutscher Normenausschuß.

Fokussierung → Reflexion, ionosphärische Wellenausbreitung, → tropospärische Streuausbreitung.

Folgetestverfahren. Stichprobenverfahren, bei dem der Umfang der Stichprobe nicht vorgegeben wird, sondern bei dem jede neue Probe mit entscheidend ist, ob die zu prüfende Hypothese anzunehmen oder



Zahl der Störungen
in Abhängigkeit von der Zahl der Probeverbindungen.

abzulehnen ist oder ob die Stichprobe fortgesetzt werden soll. Durch das F. erspart man umfangreiche Stichproben. Es wird verwendet bei der Auswertung der Ergebnisse von Probeverbindungen.

Literatur: A. Wald, Sequential analysis. New York 1947.

Forbush-Effekt → interplanetarer Raum.

Förderanlagen → Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens.

Förderband. Zum Transport des Fördergutes mit → Bandförderern werden dauerhafte, abriebfeste Textilbänder, die bei großer Zuverlässigkeit einen geringen Wartungsaufwand erfordern, benötigt. Damit die Bänder um Rollen mit kleinem Durchmesser umgelenkt werden können, müssen sie sehr schmiegsam sein, aber trotzdem eine ausreichende Quersteifigkeit besitzen. Als beste Webeart hat sich bisher die Körperverbindung erwiesen. Die Bänder laufen als endlose Schleifen durch die Anlage. Um beim Zusammensetzen der Bandenden keine Dickenänderung an den Verbindungsstößen zu erhalten, werden die Bänder zweilagig gefertigt.

Literatur: W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut, SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Förderbehälter → Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens.

Förderkanal → Hochkantförderer.

Förderkette → Taschenförderbandanlage.

Fördersysteme → Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens.

Fördertasche → Taschenförderbandanlage.

Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens. Förderanlagen fällt bei der Nachrichtenverarbeitung die Aufgabe zu, Nachrichtenträger in Form von Schriftstücken, Gesprächsblättern, Lochkarten usw. den Arbeitsplätzen zuzuführen. Hierbei stehen Rohrpostanlagen (→ Rohrpostsysteme) und Bandförderanlagen (→ Bandförderer) zur Verfügung. Je nachdem, ob der Nachrichtenträger mit oder ohne Behälter befördert wird, ist bei Rohrpostanlagen zwischen der Büchsenrohrpost (→ Hausrohrpost) und der behälterlosen → Zettelrohrpost zu unterscheiden. Bandförderanlagen ohne Förderbehälter sind in Fernmeldeanlagen als → Hochkantförderer und → Flachbandförderer sehr verbreitet. Außerdem sind Bandförderer als → Taschenförderanlagen und Kastenförderanlagen — beide mit Förderbehälter — gebräuchlich.

Nebenstehende Übersicht zeigt eine Gegenüberstellung von Fördersystemen mit und ohne Förderbehälter. Außerdem sind jeweils die Art des Förderbehälters sowie Richtwerte für die Fördergeschwindigkeit usw. vermerkt.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter, Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 24, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1954, S. 369 bis 379 und 420 bis 434 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12, (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut, SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964) Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962 — R. Kirchheim, Telegrammförderanlagen, ZPF Bd. 20, 1968, Heft 24, S. 949 bis 952. *Gänsler*

Fördersysteme mit und ohne Förderbehälter

Anlagenart	Rohrpost	Hochkant-Förderbandanlage	Röntgenkassetten-Förderbandanlage	Taschen-Förderanlage	Kasten-Förderanlage	Flach-Förderbandanlage
Fördermittel	NW 55, 75, 100, (NW = Innen-Ø Fahrrohr) Saug- u Druckluft in Fahrrohren	Förderband zwischen Wangen	Förderband zwischen Wangen	Förderband zwischen Wangen	Förderband in Rinnen	Förderband in Rinnen
Förderbehälter	Normal-Buchse: NW 55 – Ø40x120, Laderaum 230; NW 75 – Ø52x230, Laderaum 315; NW 100 – Ø70x230, Laderaum 370 Buchse	ohne	ohne	Laderaum 265 x 365 x 20 Tasche	Laderaum 500 x 330 x 200 Kasten (auch m Deckel)	ohne
Fördergut	Schriftgut, Lochkarten, Blutkonserven, Waren- und Werkstoffproben, Kleinteile, Röntgenfilme	Telegramme, Belege, Karteikarten	Filmmaterial in Kassetten nach DIN 6832, ausgenommen Format 900 x 300 mm, 960 x 200 mm	Schriftgut, Akten, Lochkarten, Reagenzgläser } m. Einsatz	Postgut, Akten, Bücher, Kleingüter, Krankenhausbedarf	Postgut, Zeitschriften, Bücher
max. Transport-Gewicht / Einheit	1,5 kp / Büchse	5 p / m Band	4 kp / m Band	1 kp / Tasche	10..15 kp / Kasten	4 kp / m Band
max. Sendungen / h	900	12000	150	1400	520	1800
max. Leistung / h	1,35 t	60 kp	600 kp	1,4 t	min. 5,2 t max. 7,8 t	3,6 t
max. Geschwindigkeit	7..10 m/s Werkstoffprob. 30 m/s	0,8 m/s	horiz 0,8 m/s vertik. 0,5 m/s	horiz 0,8 m/s vertik. 0,5 m/s	horiz. 0,5 m/s vertik. 0,3 - 0,5 - 1 m/s	0,65 m/s
max. mögliche Ziele	676	1 je Kanal	entsprechend der Anzahl der Kanäle	[illegible]	[illegible]	1 je Band
Vertikal-Förderung	mit normalen Anlagenteilen	—	mit Hubeinrichtung	mit Umlaufaufzug oder Hubeinrichtung	mit Umlaufaufzug, Kastenaufzug oder Hubeinrichtung	—
max. mögl. Steigung zur Horizontalen	jede	12°	12°	10°	24°	28°

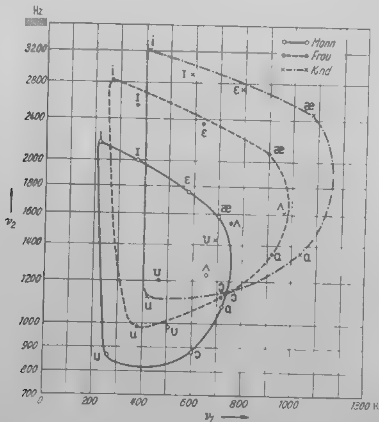
Gegenüberstellung gebräuchlicher Fördersysteme.

Fördertrum → Hochkantförderer.

de Forest, Lee, geb. 26. August 1873 zu Council Bluffs (Iowa), gest. unbekannt. Entwickelte zuerst neue Detektoren für funktelegrafischen Empfang. Vervollkommnete 1906 das Audion als funktelegrafischen Detektor, Patent darüber 1907, das er bald auch auf Sprechübertragung anwandte; transkontinentaler Fernsprechdienst 1915, danach Funkfernsprechen Washington–Honolulu. Amerikanischer Erfinder der Rückkopplung (1913). Erfand 1921 den sprechenden Film (Phonofilm).

Literatur: Who is who in Engineering, New York 1925, S. 539. Zenneck-Rukop: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, 5. Aufl., S. 150, 334, 502, 523, 534, 619. Stuttgart: Ferd. Enke 1925. Websters Biographical Dictionary. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens.

Formant. Die vom menschlichen → Artikulationssystem hervorgebrachten Sprechlaute lassen sich in zwei Gruppen einteilen; in die der stimmhaften Laute, bei deren Erzeugung die Stimmlippen zu impulsartigen quasiperiodischen Schwingungen angeregt werden, und in die der stimmlosen Laute, die durch Strömungsgeräusch entstehen. Zu den stimmhaften Lauten gehören u. a. → Vokale, → Nasallaute, stimmhafte → Explosivlaute, stimmhafte → Frikativlaute und die sog. Halb-Vokale /j/, /w/, /r/ und /l/. Die Vielfalt dieser Laute entsteht u. a. dadurch, daß die zum Artikulationssystem gehörenden Hohlräume (Rachen-, Mund-, Nasenhohlraum und Nebenhöhlen) verschiedene Größen annehmen und entweder



Formantkarte mit Vokaldreiecken von Männer-, Frauen- und Kinderstimmen (aus W. Meyer-Eppler).

gemeinsam, allein oder in Kombination von den Stimmlippen angeregt werden können. Die Spektren dieser Laute zeigen drei (und mehr) Frequenzbereiche besonders bevorzugter Energieabstrahlung; man nennt diese Bereiche Formantbereiche oder kurz Formanten. Aus der Kenntnis der Lage dieser F. im Spektrum kann rückwärts auf den Laut geschlossen werden, für den dieses Spektrum charakteristisch ist. (→ Visible Speech). Die niederfrequenten F. F_1 und F_2 sind energiereicher als die höheren F.-Bereiche. Trägt man die für Vokale charakteristischen Frequenzschwerpunkte (Formantfrequenzen) ν_1 und ν_2 von F_1 und F_2 in ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit ν_1, ν_2 als Koordinatenachsen ein, so erhält man für jeden Vokal einen charakteristischen Bereich in dieser ν_1, ν_2-Ebene; die Bereiche aller Vokale liegen innerhalb eines dreieckähnlich abgegrenzten Bereichs, dem F.-Dreieck (oder Vokaldreieck). F.-Dreiecke von Männer-, Frauen- und Kinderstimmen sind gegeneinander verschoben (s. Bild).

Literatur: W. Meyer-Eppler: Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie 2. Aufl.. Berlin–Göttingen–Heidelberg, Springer-Verlag 1969.

Endres

Formantdreieck, Formantfrequenz, Formantkarte → Formant.

Formant-Vocoder → Vocoder.

Formänderung → Festigkeitslehre.

Formdrähte → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Formelemente-Verfahren → automatische Zeichenerkennung.

Formierung (der Platten in Bleiakkumulatoren) → Akkumulatoren.

Formkabel. Ein F. (Drahtkabel) besteht aus Schaltdrähten, die nach einer der zu verdrahtenden Baueinheit usw. entsprechenden Form ausgelegt und (je nach Art der Ausformung) abgebunden oder in entsprechend geformte Bauteile aus Kunststoff eingelegt sind. Durch Formkabel werden elektrische Bauteile in Geräten usw. nach den zugrunde gelegten Schaltungen miteinander verbunden.

Literatur: FTZ-Norm 711 TV 3, Mai 1967 — FTZ-Norm 711 TV 4, Mai 1967.

Formkabeldrähte → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Formsignal → Eisenbahnsignal, → Stellwerk, elektromechanisches, → Hauptsignal.

Formulardruck. F. ist eine spezielle Anwendung des Blattdruckverfahrens bei Fernschreibmaschinen. Das Papier ist zu diesem Zweck mit bestimmten Formaten bedruckt, in die die empfangenen Nachrichten oder Daten formatgerecht hineingeschrieben werden (Übermittlung von Bestellungen, Zahlengruppen, Angeboten usw.). Die dafür erforderliche absolute Sicherstellung der Papierweiterschaltung und -lage wird dadurch erreicht, daß die Druckwalze des → Blattdruckers auf einem oder an beiden Enden mit Stiftkränzen versehen und das Papier am Rande perforiert ist.

Formularfernschreiber. Fernschreibmaschine, die für → Formulardruck eingerichtet ist und zur formatgerechten Übermittlung von Informationen dient.

Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost → Fernmeldetechnisches Zentralamt.

Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamts.

Geschichtliches. Notwendigkeit und Wert einer eigenen Forschung sind von der deutschen Post- und Fernmeldeverwaltung schon frühzeitig erkannt worden. 1937 wurde im Geschäftsbereich des damaligen Reichspostministers die Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost (RPF) mit Sitz in Berlin gegründet. Sie hat 1945 bei Kriegsende ihre Arbeit eingestellt. 1947 wurde in Bargteheide (Holstein) das Forschungsinstitut der Reichspostoberdirektion der Britischen Besatzungszone (BZRPO) errichtet mit dem Ziel, die posteigene Forschungstätigkeit im Nachrichtenwesen wieder aufzunehmen. Dieses Forschungsinstitut (FI) wurde 1951 nach Darmstadt verlegt und dem → Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) als → Abteilung eingegliedert. Bei der Umgliederung des FTZ im Jahre 1968 wurde das FI als eine Hauptabteilung des FTZ umgestaltet.

Aufgaben. Das FI befaßt sich allgemein mit den wissenschaftlichen Grundlagen für ein umfassendes modernes Nachrichtenverkehrsnetz. Die Forschungsaufgaben innerhalb dieses Rahmens sind jedoch so zahlreich und vielseitig, daß das FI seine Arbeiten auf ausgewählte Schwerpunkte beschränken muß. Insbesondere bearbeitet das FI gegenwärtig

- Forschungsaufgaben, für die nur bei der DBP die technischen Voraussetzungen für eine systematische Bearbeitung vorhanden sind. Hierunter fallen Untersuchungen der elektromagnetischen Wellenausbreitung und die Funkwetterprognose für den Kurzwellenbetrieb.
- Studien, die verschiedene Übertragungsverfahren, z. B. von Farbfernsehsignalen, vergleichen.
- Forschungsaufgaben, die sich auf neue Techniken beziehen. Hierzu gehören gegenwärtig die Hohlkabeltechnik, die Nachrichtenübertragung im optischen Frequenzbereich und die Zeit-Multiplexverfahren.
- Forschungsaufgaben, bei denen neuartige Bauelemente und moderne Technologien das technische Konzept von Nachrichtenanlagen umwälzend verändern, wie es die Halbleiterbauelemente, die integrierten Schaltungen und die gasgeschützten Kontakte erkennen lassen.
- Entwicklungen, die sich aus dem Betrieb von Fernmeldeanlagen ergeben. Beispiele sind der Satellitenfunk oder Zuverlässigkeitsuntersuchungen an Bauelementen.
- Mathematisch-theoretische Untersuchungen zur Systemtheorie und Netzwerktheorie, zu Modulationsverfahren und Fehlerschutzverfahren bei der Datenübertragung.

Die wissenschaftliche Untersuchung von speziellen Problemen durch das FI hat allgemein zum Ziel, die neueren Erkenntnisse der Physik und Technologie auf ihre Eignung für Zwecke des Nachrichtenverkehrs zu prüfen. Es gilt hierbei zur »Technik von übermorgen« frühzeitig Stellung zu nehmen, damit auf lange Sicht Fehlentwicklungen und Fehlbeschaffungen vermieden werden.

Organisation und Personal. Das FI ist als Hauptabteilung D des FTZ gegenwärtig in 5 Forschungsbereiche, diese weiter in 16 Forschungsgruppen wie folgt gegliedert:

D 1 — Allgemeine Nachrichtentechnik mit den Forschungsgruppen
D 11 — Nachrichtentheorie, Mathematik für Nachrichtentechnik
D 13 — Informationsverarbeitung, zerstörungsfreie Materialuntersuchung
D 14 — Akustik, Lärmbekämpfung

D 2 — Übertragungsverfahren mit den Forschungsgruppen
D 21 — Fernsehen
D 22 — Digitale Übertragung
D 23 — Breitband-Datenübertragung

D 3 — Wellenausbreitung mit den Forschungsgruppen
D 31 — Troposphäre
D 32 — Antennen
D 33 — Ionosphäre

D 4 — Festkörperelektronik mit den Forschungsgruppen
D 41 — Halbleiterelektronik
D 42 — Mikroelektronik
D 43 — Technologie der Nachrichtenbauelemente

D 5 — Höchstfrequenztechnik mit den Forschungsgruppen
D 51 — Mikrowellenelektronik
D 52 — Hohlkabeltechnik
D 53 — Optische Nachrichtentechnik
D 54 — Höchstfrequenz-Rundstrahltechnik.

Das FI hat seinen Sitz in Darmstadt (s. unter 1). Die Forschungsgruppen D 14, D 23 und D 54 arbeiten in Berlin; dies ist historisch bedingt.

Dem FI ist die Zentralstelle der Deutschen Bundespost für Dokumentation und Information (ZDI) angegliedert. Sie besteht aus den Gruppen

ZDI-A — Erfindungen und Patente, Dokumentation und Information Ft/Pt (Technik, einschließlich Betreiben der technischen Einrichtungen)

ZDI-B — Dokumentation und Information F/P (Post- und Fernmeldedienste, Verwaltung)

ZDI-C — Eigenverwaltung, Archiv, Bücherei, Druckschriftenverwaltung und -vertrieb.

Der ZDI sind die → Sonderstellen »Bücherei« und »Druckschriftenverwaltung und -vertrieb« zugeteilt.

Das FI hatte 1968 rund 400 Mitarbeiter einschließlich der in der Zentralen Versuchswerkstatt des FTZ tätigen Kräfte, darunter etwa 100 Wissenschaftler mit Hochschulbildung. Es ist geplant, die Zahl der Mitarbeiter stufenweise insgesamt auf rund 500 zu erhöhen. *R. Tietz*

Forstgelände. Für die Benutzung von F. durch die DBP außerhalb öffentlicher Wege gelten die »Richtlinien für die Errichtung und Unterhaltung von Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost in Forsten des Bundes und der Länder«, die am 1. 5. 1960 in Kraft getreten sind (Amtsbl.Vfg Nr. 16/1962).

Fortbildung. Durch F. sollen die während der → Ausbildung erworbenen Fachkenntnisse und das Allgemeinwissen vertieft oder besondere Fertigkeiten vermittelt werden, damit das Personal den sich ändernden dienstlichen Verhältnissen und den steigenden Anforderungen gewachsen bleibt. Hierfür kommen in Betracht: 1. eine möglichst vielseitige Beschäftigung, 2. → Dienstvorträge, 3. fachliche → F.Lehrgänge, 4. Vortragsveranstaltungen allgemeiner Art, in denen zeitnahe berufliche, kulturelle und wirtschaftliche Fragen sowie solche des Allgemeinwissens und der staatsbürgerlichen Bildung behandelt werden. Für Beamte des höheren und des gehobenen Dienstes werden im besonderen nach näherer Anweisung des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen Veranstaltungen zur Persönlichkeitsbildung durchgeführt, z. B. Veranstaltungen der → Postakademie für Beamte des höheren Dienstes. Der F. dienen auch Tagungen sowie Veranstaltungen außerhalb der DBP.

Fortbildungslehrgänge. Fachliche F. dienen der Heranbildung des Personals für besondere Aufgaben sowie der Unterrichtung über technische Entwicklungen, Verfahrensänderungen, betriebliche, personelle und verwaltungsmäßige Probleme; ferner allgemein der Nachschulung des Personals. Sie werden von den OPDn bei Bedarf in eigener Zuständigkeit eingerichtet, sofern es nicht zweckmäßiger ist, diese bei geschäftsführenden OPDn (→ Ausbildungswesen) für mehrere Bezirke oder beim Fernmeldetechnischen Zentralamt bzw. beim Posttechnischen Zentralamt zentral für das gesamte Bundesgebiet durchzuführen.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Im freien Raum und längs verlustloser Leitungen pflanzen sich die elektromagnetischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit fort. Durch die Verluste tritt eine geringe Verkleinerung ein. In einem Medium mit der relativen Dielektrizitätskonstanten ε_r und der relativen Permeabilitätskonstanten μ_r ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit um den Faktor $\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$ verkleinert, → Leitungstheorie 1.1, → Übertragungsfaktor, → Wellenausbreitung auf Leitungen.

Fortpflanzungskonstante, Fortpflanzungsmaß → Leitungstheorie 1.1, → Übertragungsfaktor, → Vierpoltheorie 1.4.2.

FORTRAN. Abk. für **For**mula **Tran**slating System, ist eine der problemorientierten Programmiersprachen und zeigt dank ihres universellen Charakters die verbreitetste Anwendung. Sie ist sowohl zur Programmierung von wissenschaftlichen wie kommerziellen Problemen der Datenverarbeitung geeignet. Sie wurde bereits in den Jahren 1954/57 geschaffen und im Zeitraum 1961/63 wesentlich vervollkommnet (FORTRAN IV) (→ Programmierung).

FOT (Frequency of Optimum Traffic) → Rückstreuung.

Fourier, Jean Baptiste Joseph, Baron, geb. 21. 3. 1768 in Auxerre, gest. 16. 5. 1830 in Paris. 1789–1794 Professor der Mathematik an der Ecole militaire. F. nahm an dem napoleonischen Feldzug nach Ägypten teil und war dort Gouverneur der einen Hälfte Ägyptens. 1802–1815 diente er dem Staat als Präfekt des Isère-Departements. 1808 wurde er geadelt (Baron). Seine umfangreichen Verwaltungstätigkeiten hinderten ihn nicht, seine wissenschaftlichen Arbeiten fortzusetzen. Sein bekanntestes Werk »La theorie mathématique de la chaleur« erschien im Jahre 1824. Es enthält u. a. die Theorie der Fourierschen Reihenentwicklung. F. wurde 1817 Mitglied der Academy des Sciences zu Paris. Von den zahlreichen Ehrungen, die er im Laufe seines wechselvollen Lebens erfuhr, sei die Aufnahme in die Ehrenlegion erwähnt.

Fourier-Reihe → Reihenentwicklung.

Fourier-Transformation. Die für alle Übertragungssysteme fundamentalen Schwingungen $\cos \omega t$, $\sin \omega t$ sind für die Rechnung unbequem, weil sie sich beim Differenzieren vertauschen. Da ihre komplexe Zusammenfassung

$$\cos \omega t + \mathrm{j} \sin \omega t = \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}$$

diesen Nachteil nicht besitzt, arbeitet man in der Theorie vorzugsweise mit dieser »komplexen Schwingung«, die in der komplexen Ebene durch einen Vektor dargestellt wird, dessen Endpunkt bei variierendem t auf dem Einheitskreis rotiert: Amplitude $= |\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}| = 1$. Im Gegensatz zu den reellen Schwingungen hat die komplexe Schwingung auch für negative Frequenzen ω einen Sinn: Der Vektor dreht sich mit wachsendem t für positive ω entgegen, für negative ω mit dem Uhrzeiger.

Ein physikalisches System reagiert auf eine Erregung (excitation) $f(t)$ mit einer Antwort (response) $r(t)$. Andere Namen für $f(t)$: Eingang (input), Sendefunktion; für $r(t)$: Ausgang (output), Empfangsfunktion. Ist das System linear (dem Eingang $f_1 + f_2$ entspricht der Ausgang $r_1 + r_2$) und zeitinvariant (Wahl des Zeitnullpunktes bedeutungslos), so reagiert es auf eine komplexe Schwingung $f(t) = \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}$ als Erregung mit einer Antwort der Form

$$r(t) = H(\omega)\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t},$$

wo $H(\omega)$ eine komplexe Größe

$$H(\omega) = A(\omega)\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\varphi(\omega)}$$

ist.

$$r(t) = A(\omega)\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}[\omega t + \varphi(\omega)]}$$

ist wieder eine Schwingung derselben Frequenz ω, aber mit der Amplitude $A(\omega)$ und der Anfangsphase $\varphi(\omega)$. $H(\omega)$ heißt der Frequenzgang, $A(\omega)$ der Amplitudengang des Systems.

Auf eine Erregung, die aus der Superposition von mehreren Schwingungen besteht:

(1) $$f(t) = C_1 \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_1 t} + \cdots + C_n \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_n t}$$

($C_1, \cdots, C_n$ komplexe Zahlen)

reagiert das System wegen der Linearität mit der Antwort

(2) $$r(t) = C_1 H(\omega_1)\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_1 t} + \cdots + C_n H(\omega_n)\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_n t}.$$

Diese hat dasselbe »Frequenzspektrum« $\omega_1, \cdots, \omega_n$ wie die Erregung, aber andere Amplituden und Anfangsphasen. Läßt man in (1) unendliche Reihen zu, so kann man jede periodische Funktion durch eine solche Reihe darstellen, bei der die Frequenzen ganzzahlige Multipla einer Grundfrequenz sind Fourier-Reihen. Um eine beliebige Erregung auf eine ähnliche Weise darstellen zu können, muß man eine passende Verallgemeinerung vornehmen, die durch die Fourier-Transformation geliefert wird. Diese ordnet einer »Originalfunktion« $f(t)$ $(-\infty < t < \infty)$ eine »Bildfunktion« $F(\omega)$ zu durch die Formel

$$(3) \qquad F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-j\omega t} f(t)\,dt. \qquad (-\infty < \omega < \infty)$$

Die rechte Seite stellt eine auf $f(t)$ ausgeübte Transformation oder Operation dar, die durch einen Operator $\boldsymbol{F}$ symbolisiert werden kann:

$$F(\omega) = \boldsymbol{F}\{f(t)\}.$$

Beispiel:

$$\boldsymbol{F}\{e^{-a|t|}\} = \frac{2a}{\omega^2 + a^2} \quad \text{bei} \quad a > 0.$$

Damit das Integral (3) existiert, ist z. B. hinreichend, daß

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(t)|\,dt$$

konvergiert, was im folgenden vorausgesetzt wird. $f(t)$ läßt sich aus $F(\omega)$ zurückgewinnen durch die Formel

$$(4) \qquad f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{j\omega t} F(\omega)\,d\omega,$$

die die zu $\boldsymbol{F}$ inverse Transformation darstellt:

$$f(t) = \boldsymbol{F}^{-1}\{F(\omega)\}.$$

Die Umkehrung (4) gilt nicht allgemein, aber sicher dann, wenn $f(t)$ aus endlich vielen monotonen Stücken besteht. An eventuellen Sprungstellen stellt (4) den Mittelwert

$$\frac{1}{2}\,[f(t+0) + f(t-0)]$$

dar.

In (4) besitzt man eine zu (1) analoge Darstellung von $f(t)$ als Superposition von komplexen Schwingungen $e^{j\omega t}$. Es treten hierbei sämtliche Frequenzen $-\infty < \omega < \infty$ auf (kontinuierliches Spektrum), dementsprechend ist die Summe durch ein Integral ersetzt. Jede Schwingung ist mit einem infinitesimalen Faktor $(1/2\pi)\,F(\omega)\,d\omega$ versehen, der ihre Amplitude und Anfangsphase bestimmt. $F(\omega)$ heißt die Spektraldichte, $|F(\omega)|$ die Amplitudendichte von $f(t)$ (in Analogie zur Dichte einer kontinuierlich verteilten Masse). $F(\omega)$ läßt sich zu $f(t)$ vermittels (3) berechnen. Damit ist die physikalische Bedeutung der Fourier-Transformation und ihrer Umkehrung gekennzeichnet.

Nicht für alle linearen Systeme, aber z. B. für solche, die durch lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten beschrieben werden (wie die elektrischen Netzwerke), läßt sich die Relation (2) auf den Fall einer beliebigen Erregung $f(t)$ verallgemeinern. Wenn letztere die Spektraldichte $F(\omega)$ hat, also durch (4) dargestellt wird, und wenn das Übertragungssystem den Frequenzgang $H(\omega)$ besitzt, so hat die Antwort $r(t)$ die Spektraldichte

$$(5) \qquad R(\omega) = H(\omega)\,F(\omega),$$

wird also durch

$$(6) \qquad r(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{j\omega t} H(\omega)\,F(\omega)\,d\omega$$

dargestellt.

Eine besondere Rolle spielt in der Technik die Erregung durch einen »Impuls« (Stoß), auch Diracsche δ-Funktion genannt. $\delta(t)$ ist der Grenzfall einer Erregung, die während des Zeitintervalls $(0 \Leftrightarrow 1/m)$ den Wert m hat und sonst 0 ist, also das Integral 1 besitzt, wenn m gegen ∞ strebt. Dieses $f(t) = \delta(t)$ »siebt« aus dem Integral (3) den Wert von $e^{-j\omega t}$ für $t = 0$, d. h. 1, heraus. Die Spektraldichte von δ ist also 1. (Alle Frequenzen sind mit der gleichen Amplitude vertreten: weißes Rauschen.) Die Antwort auf $\delta(t)$, die »Impulsantwort«, hat nach (5) die Spektraldichte $H(\omega)$. Damit erhält der Frequenzgang $H(\omega)$ die physikalische Bedeutung, die Spektraldichte der Impulsantwort $h(t)$ des Übertragungssystems zu sein. Gleichung (5) eröffnet die Möglichkeit, bei der Übertragung Schwingungen je nach ihrer Frequenz zu unterdrücken oder durchzulassen, wie es von Filtern verlangt wird. Man hat dazu das Übertragungssystem so zu wählen, daß $H(\omega)$ für gewisse Frequenzen 0, für andere gleich 1 oder jedenfalls > 0 ist.

Beispiel: $H(\omega) = 1$ für $|\omega| < \omega_0$, $H(\omega) = 0$ für $|\omega| > \omega_0$ ergibt einen Tiefpaß mit der Grenzfrequenz ω_0.

Allerdings läßt sich ein solches Filter im allgemeinen nicht technisch realisieren — im Fall elektrischer Übertragung jedoch durch ein endliches Netzwerk, da bei einem solchen der Frequenzgang $H(\omega)$ eine gebrochen rationale Funktion sein muß, die noch weiteren Einschränkungen unterliegt (→ Laplace-Transformation), so daß $H(\omega)$ nicht ganz willkürlich gewählt werden kann. Außerdem gilt die obige Theorie nur unter der Voraussetzung, daß die Eingangs- und Ausgangsfunktionen, z.B. auch alle Schwingungen $e^{j\omega t}$, von $t = -\infty$ bis $+\infty$ vorhanden sind, d. h., daß »Dauervorgänge« vorliegen, während es sich in der Praxis immer um »Einschaltvorgänge« handelt, die erst in einem bestimmten Zeitpunkt, z.B. $t = 0$, einsetzen, also nur für $t \geqq 0$ definiert sind. Trotzdem können solche »fiktive Filtersysteme« theoretisch gewisse Fingerzeige geben.

Das schwierige Problem einer exakten Filtersynthese kann nur im Rahmen der Laplace-Transformation erschöpfend behandelt werden. Innerhalb der Fourier-Transformation kommt man der Realität wenigstens dadurch einen Schritt näher, daß man entsprechend den Einschaltvorgängen die Zeitfunktionen nur in $t \geqq 0$ variieren läßt (d.h. sie für $t < 0$ gleich 0 setzt) und infolgedessen die »einseitige« Fourier-Transformation «

(7) $$F(\omega) = \int_0^\infty e^{-j\omega t} f(t)\,dt$$

betrachtet. Die Impulsantwort $h(t)$ muß dann auch gleich 0 für $t < 0$ und

(8) $$H(\omega) = \int_0^\infty e^{-j\omega t} h(t)\,dt$$

sein. Da $h(t)$ reellwertig ist, gilt für

$$H(\omega) = H_1(\omega) + jH_2(\omega):$$

(9) $$H_1(-\omega) = H_1(\omega), \quad H_2(-\omega) = -H_2(\omega).$$

Wenn $H(\omega)$ die Form (8) hat, kann es als »Randfunktion« der → Laplace-Transformierten (s eine komplexe Variable)

$$F(s) = \int_0^\infty e^{-st} h(t)\,dt$$

für $\mathbf{R}\,s = 0$ aufgefaßt werden. $F(s)$ ist eine in $\mathbf{R}\,s > 0$ analytische Funktion, ihr Real- und Imaginärteil sind daher voneinander abhängig. Analoges gilt unter gewissen Voraussetzungen für die Randfunktion $H(\omega)$. Wenn $H_1(\omega)$ beliebig, aber so gewählt wird, daß

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |H_1(\omega)|^2\,d\omega$$

konvergiert, so ist $H_2(\omega)$ bestimmt durch

(10) $$H_2(\omega) = -\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{H_1(\eta)}{\omega - \eta}\,d\eta = -\frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\omega H_1(\eta)}{\omega^2 - \eta^2}\,d\eta = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{H_1(\omega + u) - H_1(\omega - u)}{u}\,du.$$

(Die Integrale sind als Grenzwerte zu verstehen, die sich ergeben, wenn zunächst die Stellen $\eta = \omega$ bzw. $u = 0$ durch Intervalle ausgeschlossen werden und diese sich dann auf 0 zusammenziehen.) Wird umgekehrt $H_2(\omega)$ beliebig, aber so gewählt, daß

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |H_2(\omega)|^2\,d\omega$$

konvergiert, so ist $H_1(\omega)$ bestimmt durch

(11) $$H_1(\omega) = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{H_2(\eta)}{\omega - \eta}\,d\eta = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\eta H_2(\eta)}{\omega^2 - \eta^2}\,d\eta = -\frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{H_2(\omega + u) - H_2(\omega - u)}{u}\,du.$$

Formel (10) wird als Hilbert-Transformation, (11) als ihre Umkehrung bezeichnet.

Beispiel: Wird $H_1(\omega) = 1$ für $|\omega| < \omega_0$, $= 0$ für $|\omega| > \omega_0$ gewählt, so ist $H_2(\omega)$ zwangsläufig gegeben durch

$$H_2(\omega) = \frac{1}{\pi}\log\left|\frac{\omega - \omega_0}{\omega + \omega_0}\right|.$$

Die Formeln (10), (11) werden in der Filtertheorie vielfach benutzt. Die damit theoretisch konstruierten Filter sind zwar im allgemeinen auch nicht technisch unmittelbar »realisierbar« (siehe das Beispiel, wo die Unendlichkeitsstellen bei $\pm\omega_0$ anzeigen, daß es ein reales Filter mit diesem $H(\omega)$ nicht geben kann), aber doch schon »realistischer« als die fiktiven Filter, insofern als bei ihnen die Antwortfunktionen für $t < 0$ auf jeden Fall verschwinden. Bei den fiktiven Filtern kann es vorkommen, daß die Antwort früher eintritt als die Erregung, was dem Kausalitätsgesetz widerspricht.

Literatur: G. Doetsch, Funktionaltransformationen (Mathematische Hilfsmittel des Ingenieurs, Bd. 1.) Springer-Verlag 1967 — F. Oberhettinger, Tabellen zur Fourier-Transformation, Springer-Verlag 1957 — A. Papoulis, The Fourier integral and its applications, McGraw-Hill Book Co. 1962 — J. Sneddon, Fourier transforms, their use in physics and engineering, McGraw-Hill Book Co. 1951 — E. Titchmarsh, Introduction to the theory of Fourier integrals, Clarendon Press, Oxford 1937. *Doetsch*

Franklin, Kurzzeichen Fr, nach Benjamin Franklin (1706—1790, Erfinder des Blitzableiters) benannte Einheit der Elektrizitätsmenge Q. Zur SI-Einheit 1 C = 1 As besteht die Beziehung

$$1\,\text{Fr} = \frac{10}{\alpha}\,\text{As},$$

wobei α der Zahlenwert der Vakuumwellengeschwindigkeit in cm/s, also $\alpha \approx 3 \cdot 10^{10}$.

Fränzsche Formel → Antennen.

Fräsen. Die Bearbeitung ebener und profilierter Flächen geschieht zweckmäßig durch F. In der Feinmechanik wird die Fräserei benutzt für die Bearbeitung von Gußstücken, für die Herstellung von Teilen, die wegen ihrer Materialstärke nicht gestanzt werden können, für die Weiterverarbeitung von Stanzteilen, welche saubere Schnittflächen haben müssen, und vor allem für die Herstellung sämtlicher Zahnräder. Das F. bietet den Vorteil der vielseitigen Formgebung, bei gleichzeitiger großer Leistungsfähigkeit, da durch die kreisende Anordnung der Schneidzähne die Schneidarbeit auf sehr viele Einzelschneiden verteilt ist.

Literatur: Handwörterbuch des Elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Fraunhofer-Abstand, -Region, -Beugung → Antennen.

Freianzeige von Fernleitungen → Freianzeigestöpsel.

Freianzeigestöpsel. Die F.-Schaltung zeigt in handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) an, wenn eine besetzte Leitung frei wird. Zu diesem Zweck wird ein F. benötigt, der in eine besetzte Klinke gesteckt wird.

Die dem Freianzeigestöpsel zugeordnete ÜL zeigt das Freiwerden einer Leitung an. Im → Vielfachfeld erscheint diese Leitung jedoch weiterhin als »belegt«.

F. bieten bevorrechtigten Stellen die Möglichkeit, beliebige Leitungen dem allgemeinen Betrieb zu entziehen und sich fest zuzuschalten.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

freie Schwingung → Eigenschwingung.

Freiheitsgrad → Dynamik.

Freileitung ist im Gegensatz zur Kabelleitung ein oberirdisch an Stützpunkten (Stangen, Querträgern, Isolatoren) frei durch die Luft geführter blanker, selten mit Isolierhülle umgebener Draht; im weiteren Sinne rechnet auch ein (früher am Tragseil aufgehängtes) selbsttragendes Luftkabel hierzu. Freileitungen werden hauptsächlich in den Ausläufern der Fernsprechortsnetze, wo die Entwicklung noch nicht übersehbar ist oder die Verkabelung sich noch nicht lohnt, gebaut; Fernlinien sind nur noch zu verschwindend geringem Anteil als Freileitungslinien vorhanden und werden immer weiter verkabelt. Als Material für Freileitungen wird Bronzedraht 1,5 und 2,0 mm oder Stahlkupfer (Stahldraht mit Kupfermantel) 3,0 mm verwendet.

Freileitungstelegrafie. Die F.-Schaltung ist ausschließlich bestimmt für den Betrieb über Freileitungen. Die ortskreisseitigen Ein- und Ausgänge gestatten Vierdraht-Doppelstrombetrieb. Fernkreisseitig wird über eine Freileitungsader und Erdrückleitung mit einer → Differenzschaltung gearbeitet, so daß Duplexbetrieb möglich ist.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 1942, S. 296.

Freileitungs-TF-Systeme in Einseitenband-Übertragung mit unterdrücktem Träger (Modulation für TF-Systeme) für Leiterstärken 3 mm Cu. Die deutsche Industrie liefert 3-Kanal- und 12-Kanal-Systeme nach folgenden CCITT-Empfehlungen:

1. Ausnutzbare Frequenzband-Breite der Freileitung nicht über 150 kHz wegen möglicher Störbeeinflussung durch Rauhreif und Abhörgefahr durch Rundfunkempfänger. 2. Aufteilung der Übertragungs-Frequenzbreite der Freileitung in die Bereiche bis mindestens 3 kHz für ein NF-Frequenzband, darüber bis etwa 35 kHz für ein 3-Kanal-System, darüber bis etwa 150 kHz für ein 12-Kanal-System. 3. Gleichzeitiger Betrieb auf den 3 Bereichen durch den Einsatz von Leitungsweichen (LW) zur gegenseitigen Trennung der Übertragungslagen des NF-Kanals, des 3-Kanal-Systems und des 12-Kanal-Systems. 4. Frequenzband-Breite der TF-Kanäle = 3,1 kHz bei einer Basis-Frequenzlage von 0,3 bis 3,4 kHz. 5. Übertragungs-Frequenzlagen des 12-Kanal-Systems aus Grund-Primärgruppen = 12 bis 60 kHz (→ Primärgruppen) gebildet. 6. Wahlweiser Tausch zwischen Regel- und Kehrlage der Kanäle im unteren und/oder oberen Übertragungs-Frequenzband sowie Verschiebung des oberen Bandes um 1 oder 2 kHz (Ausweichmöglichkeiten bei verständlichem Nebensprechen durch Frequenzanteile aus Kanälen anderer TF-Freileitungssysteme auf demselben Gestänge). 7. Verstärkerfeld-Längen bei Freileitungen aus 3 mm Cu für das 3-Kanal-System etwa 240 km, für das 12-Kanal-System etwa 120 km. 8. Tausch der Frequenzlage beider Übertragungs-Richtungen in Zwischenverstärker-Stellen (→ Gruppentausch). Im deutschen TF-Netz sind diese Geräte nicht eingesetzt.

Wichmann

Freiraumausbreitung → Wellenausbreitung.

Freiraumdämpfung → troposph. Streuausbreitung.

Freisprecheinrichtungen. Eine F. ist eine Fernsprecheinrichtung, die das Sprechen und Hören ohne Handapparat, Sprechgarnitur oder dergl. ermöglicht. F. können im öffentlichen Fernsprechnetz entweder → private Zusatzeinrichtungen, Bestandteil von Sprechapparaten in Sonderanfertigung und als Tür-Freisprecheinrichtung → private Sondereinrichtungen sein.

Als private Zusatzeinrichtungen wird eine F. in der Regel an einen Sprechapparat mit selbsttätiger Abschaltung der Sprechadern zu einem zweiten Apparat angeschlossen. Sie kann ausnahmsweise bei Abfragestellen von Nebenstellenanlagen und bei Reihenanlagen verwendet werden; dabei gelten die besonderen Einrichtungen der Nebenstellenanlagen, die der Umschaltung der üblichen Sprecheinrichtung auf die F. dienen als Ergänzungsausstattung der Nebenstellenanlage. Die Ausgänge der Ergänzungsausstattung zur F. müssen der Anschließungsanweisung der privaten Zusatzeinrichtungen entsprechen.

Statt einer F. allein darf als private Zusatzeinrichtung in gleicher Weise auch ein Apparat mit Freisprecheinrichtung verwendet werden. Bei Apparaten mit F. sind im wesentlichen die üblichen Einrichtungen eines einfachen Sprechapparates mit Teilen der F. vereinigt. Die F. kann auch mit Sprechapparaten besonderer Art vereinigt sein. In der Vereinigung mit einem einfachen Sprechapparat heißt die Anordnung »Apparat mit Freisprecheinrichtung«; diese Apparate sind vorerst nur für private Nebenstellenanlagen zugelassen. Auch die DBP beabsichtigt einen »Fernsprechapparat mit Freisprecheinrichtung« für Hauptanschlüsse und für Sprechstellen in post- und teilnehmereigenen Nebenstellen einzuführen.

Die F. haben für das freie Sprechen und Hören im allgemeinen ein Mikrofon, eine Verstärkungseinrichtung und einen Lautsprecher. Bei der Gesprächsabwicklung kann der Teilnehmer beispielsweise nach Abheben des Handapparates oder Betätigen einer Einschaltetaste der Freisprecheinrichtung mit dem

Nummernschalter abgehende Verbindungen aufbauen. Abgehende und ankommende Ferngespräche können wahlweise ohne Unterbrechung über den Handapparat oder über das besondere Mikrofon und den Lautsprecher geführt werden. Beim Führen von Gesprächen über den Handapparat besteht u. U. die Möglichkeit, die ankommenden Sprechströme im Hörer des Handapparats verstärkt hörbar zu machen oder im Lautsprecher laut mitzuhören (→ Lauthörgerät). Auch F. mit Sprachsteuerung sind zugelassen, um die übertragungstechnischen Verhältnisse zu verbessern. *Paul*

Freiton → Hörtöne.

Freiwahl. Vorgang, bei dem aus einer Gruppe von Leitungen eine freie ausgewählt wird. Elektromechanische Wähler werden in gesteuerter Wahl auf einen Gruppen- oder Höhenschritt eingestellt und wählen dann in freiem Lauf die nächste freie Leitung aus.

Freiwahlstufe, Wahlstufe, bei der die Wähler nur in freier Wahl ohne vorausgehende gesteuerte Wahl eingestellt werden, z. B. Anrufsucher, Vorwähler, Mischwähler, Suchwähler. → Vorwahlstufe.

Freiwerdezeit → Thyristor.

freiwillige Weiterbildung. Vorwärtsstrebende Kräfte müssen über die von Amts wegen betriebene → Fortbildung hinaus durch f.W. selbst dazu beitragen, ihr Wissen zu erweitern und zu vertiefen, um den vielseitigen Anforderungen ihres Berufes dauernd gewachsen zu bleiben. Hierzu dienen insbesondere die Teilnahme an außerdienstlichen Lehrgängen, an weiterbildenden Veranstaltungen der Berufsverbände, der Besuch von → Verwaltungs- und Wirtschaftsakademien, von Volkshochschulen usw. sowie das Selbststudium und das Lesen des Fachschrifttums. Die DBP fördert die Bestrebungen des Personals zur f.W. im Rahmen des Möglichen. Insbesondere gibt sie Beamten, die ihre fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten nachweislich — z. B. durch Erwerb des Diploms einer Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie — wesentlich gesteigert haben, Gelegenheit, diese auf höher bewerteten Dienstposten anzuwenden.

Freizeichen. Signal in Rückwärtsrichtung, um anzuzeigen, daß die gerufene Endstelle erreicht worden ist (→ Leitungszeichen). Die Rücksendung in Telegrafenvermittlungssystemen ist unabhängig von der Mitwirkung einer Bedienungsperson; → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Fremdfehler → Fehlerquellen a) 4. und b) 1.

Fremdgeräusch, Fremdstörung → Geräuscharten.

Fremdpeilung → Funkpeilung, → Funkortung.

Fremdspannung ist die durch eine Fremdstörung erzeugte Spannung (→ Geräuschspannung).

Fremdspannungsmesser → Geräuschspannungsmesser.

Fremdspannungsprüfer. Mit dem im → Prüftisch (PrT) eingebauten F. lassen sich Gleich- und Wechselspannungen in den Meßbereichen 0–70 V oder 0–350 V messen. Bei Gleichspannungsmessung im Bereich 0–70 V ist das Anzeigeinstrument des PrT über Widerstände mit dem Meßobjekt in Reihe geschaltet. Durch Parallelschaltung an weiteren Widerständen zum Anzeigeinstrument verringert sich die Anzeigeempfindlichkeit um den Faktor 5, so daß Gleichspannungen von 0–350 V gemessen werden können. Bei Wechselspannungsmessung wird auf eine Gleichrichterschaltung umgeschaltet.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 20.

Fremdstromanlage, -anode → kathodischer Korrosionsschutz.

Frenkel, J. I., geb. 10. Febr. 1894 in Rostow am Don, gest. 1952 in Leningrad. Promovierte 1916 in St. Petersburg; 1918–1920 Priv.-Doz. U. Krim; seit 1921 Professor theor. Physik, Polytechn. Inst. M. I. Kalinin, Abt. theor. Physik, Staatl. Physik-techn.-Röntgeninst., Leningrad. Befaßte sich mit Quantentheorie und Wellenmechanik. In seinen letzten Lebensjahren trat er mit Arbeiten auf dem Gebiete der Halbleiterphysik hervor.

Frequency of Maximum Fieldstrength (FMF) → Rückstreuung.

Frequency of Optimum Traffic (FOT) → Rückstreuung.

Frequenz eines zeitlich sinusförmig veränderlichen Vorganges: Kehrwert der Dauer T der Periode: $f = 1/T$. Anderes Formelzeichen: ν. Wird die Periodendauer in der Zeiteinheit 1 s gemessen oder angegeben, so wird die Einheit 1/s der Frequenz Hertz genannt. Als Funkfrequenzen werden vorzugsweise Frequenzen hoher Schwingungszahl je s bezeichnet (→ Funkwellen), die der drahtlosen Nachrichtenübertragung oder der Nachrichtenübertragung längs eines Leiters dienen.

Das hierfür verwendbare Frequenzspektrum von wenigen kHz bis 40 GHz ist durch die → Internationale Fernmelde-Union (UIT) in Genf den verschiedenen → Funkdiensten zugewiesen worden, wobei viele Bereiche von mehreren Diensten gemeinsam benutzt werden müssen (über 90%). Große Anteile dieser Zuweisungen der → Vollzugsordnung für den Funkdienst sind technisch noch nicht verwendbar. Man unterscheidet:

Frequenzzuweisung an Funkdienste.

Frequenzverteilung an Gebiete oder Länder.

Frequenzzuteilung an einzelne Funkstellen. Die zugeteilte Frequenz ist die Mitte des Frequenzbandes, das einer Funkstelle zugeteilt ist (früher auch als Sollfrequenz bezeichnet).

Die Frequenzen werden nach 3 Regionen zugewiesen. Europa gehört zusammen mit Afrika und dem gesamten russischen Raum in die Region 1, die beiden amerikanischen Kontinente in die Region 2 und die

übrigen Teile der Erde gehören in die Region 3. Soweit Frequenzen nach außerhalb eines Landes betrieben werden oder dort → schädliche Störungen hervorrufen können, müssen sie beim International Frequency Registration Board (I.F.R.B.) der UIT in Genf in der internationalen → Frequenzhauptkartei erfaßt und durch die internationale → Frequenzliste bekanntgemacht sein.

Frequenzband ist dasjenige Spektrum, das von der Aussendung eines Funksenders belegt wird. Unter zugeteiltem Frequenzband versteht man das Frequenzband, dessen Mitte mit der Frequenz übereinstimmt, die der Funkstelle zugeteilt ist und dessen Breite gleich der erforderlichen Bandbreite ist, vermehrt um den doppelten absoluten Wert der Frequenztoleranz.

Frequenzbereich umfaßt einen Spektralbereich von Funkfrequenzen, in dem mehrere Funkübertragungen unbeeinflußt voneinander gleichzeitig stattfinden können. Oft umfaßt dieser Begriff einen einem bestimmten Funkdienst geschlossen zugewiesenen Anteil am Spektrum; Teile hieraus werden mit Teilbereich bezeichnet.

Frequenzkanal umfaßt im Rahmen der Frequenz-Ver- und Zuteilung das Frequenzband einer Aussendung, in dem auch die Schwankungen einer unstabilen Aussendung (Frequenz-Toleranz) enthalten sind, einschließlich des erforderlichen Schutzbereiches, um unabhängig von dem Nachbarkanal eines anderen Funksenders arbeiten zu können. Der Frequenzabstand der Mitten zweier benachbarter Frequenzkanäle ist der Kanalabstand.

Frequenzkoordinierung. Gleiche oder benachbarte Frequenzen dürfen erst in einer solchen Entfernung für andere Funkstellen wieder eingesetzt werden, daß → schädliche Störungen bei den betroffenen Funkstellen vermieden werden. Bei neu hinzukommenden Funkstellen muß daher geprüft werden, ob die vorgesehene Leistung, die Antennenhöhe, die Modulationsart usw. einen solchen ungestörten Einsatz ermöglichen; gegebenenfalls müssen diese Parameter geändert werden oder ein anderer Standort ausgewählt werden. Die Frequenzkoordinierung kann somit technische, betriebliche (Zeitabsprachen) oder einsatzmäßige Absprachen unter den Betroffenen erfordern. Mit der Zunahme der Anzahl der Funkstellen gewinnt die Frequenzkoordinierung immer mehr Bedeutung, zumal die Schwierigkeiten keinesfalls linear anwachsen. Viele Vereinbarungen, auch im zwischenstaatlichen Bereich (→ Grenzgebiet), dienen der Erleichterung der Frequenzkoordinierung. Hier wird vor allem versucht, die sehr aufwendige Einzelkoordinierung durch Pauschalkoordinierungen abzulösen. In anderen Fällen soll der Einsatz von Rechnern diese umfangreichen Prüfungen erleichtern helfen. Pauschalverfahren haben sich dadurch bewährt, daß hierbei auch künftige Entwicklungen leichter berücksichtigt werden können.

Frequenzpaar, zwei Frequenzkanäle in bestimmtem Frequenzabstand für die beiden Verkehrsrichtungen im Duplexbetrieb (→ Betriebsverfahren (Funk)).

Frequenzraster, die Anordnung mehrerer Frequenzkanäle nebeneinander mit gleichem Kanalabstand.

Frequenzspektrum, die Gesamtheit oder ein Ausschnitt von kontinuierlich aufeinanderfolgenden Frequenzen. Das Gesamtfrequenzspektrum reicht von der Frequenz der Schwingungszahl Null bis zur Frequenz der Schwingungszahl Unendlich.

Frequenztoleranz. Die höchste zulässige Abweichung der Mittenfrequenz des durch die Aussendung belegten Frequenzbandes gegenüber der zugeteilten Frequenz oder der charakteristischen Frequenz einer Aussendung gegenüber der Bezugsfrequenz. Die Frequenztoleranz wird in Millionstel der Frequenz oder in Hertz ausgedrückt.

Frequenzverteilungsplan, ein Plan, der ein bestimmtes geographisches Gebiet umfaßt und darin einzelne Teilgebiete (z. B. Rautenform) festgelegt, denen jeweils nach Einsatzplan eine oder mehrere bestimmte Frequenzen zugeordnet sind. Diese Frequenzen können bis zu einer bestimmten Belegungszahl an ortsfeste Funkstellen eines jeden Ortes zugeteilt werden, der innerhalb des angegebenen Teilgebietes liegt. Frequenz-Verteilungspläne werden vorzugsweise im → beweglichen Betriebsfunk, aber auch im Flugfunkdienst, Rundfunkdienst u. a. verwendet.

Anruffrequenz ist eine betrieblich festgelegte Frequenz, die ausschließlich oder vorzugsweise der ersten Aufnahme eines Funkverkehrs dient. Der Verkehr selbst wird sodann auf dieser oder einer anderen (Arbeitsfrequenz) abgewickelt.

Bezugsfrequenz bezeichnet eine Frequenz, die eine feste und genau bestimmte Lage in bezug auf die zugeteilte Frequenz hat. Die Ablage dieser Frequenz gegenüber der zugeteilten Frequenz hat denselben Absolutwert und dasselbe Vorzeichen wie die Ablage der charakteristischen Frequenz gegenüber der Mitte des Frequenzbandes, das durch die Aussendung belegt wird.

Charakteristische Frequenz ist eine Frequenz, die bei einer gegebenen Aussendung leicht identifiziert und gemessen werden kann.

Eine Gemeinschaftsfrequenz wird mehreren Benutzern im gleichen Gebiet zur gemeinsamen Benutzung zugeteilt. Gegenseitige Rücksichtnahme und gute Betriebsdisziplin sind für ein ungestörtes Arbeiten Voraussetzung. Siehe auch → beweglicher Betriebsfunk.

Eine Notfrequenz ist ausschließlich oder vorzugsweise für einen → Notverkehr bestimmt. Sie erhält einen besonderen Schutz gegen → schädliche Störungen anderer Funkstellen durch besondere Schutz-Frequenzbereiche. Für Notfrequenzen sind meist Geräte vereinfachter Technik mit erweiterten Frequenz-Toleranzen zugelassen. *Binz*

Frequenzabhängigkeit ist die Abhängigkeit einer beliebigen elektrischen Größe (Widerstand, Übertragungsfaktor, Dämpfungsmaß u. dgl.) von der Frequenz

Frequenzanalysator. Selektives Spannungs-, Strom- oder Leistungsmeßgerät zur Ermittlung des Spektrums von periodischen oder nichtperiodischen, auch quasistationären (Rauschen) Zeitfunktionen, d. h. Zerlegung des zu der betreffenden Zeitfunktion gehörenden Frequenzgemisches in stationäre sinusförmige Schwingungen der Spannung bzw. des Stromes. Periodische oder quasistationäre Schwingungen können durch ein stetig oder in genügend feinen Stufen in der Frequenz abstimmbares Meßgerät erfaßt werden, während nicht-periodische, insbesondere einmalige Vorgänge ein mehrkanaliges Meßgerät zur gleichzeitigen Ermittlung der zu verschiedenen Frequenzen gehörenden Amplituden erfordern. Hilfsweise kann der Vorgang auf ein Magnetband aufgenommen werden, das zur Schleife geformt abgespielt wird und dem Analysator das Signal periodisch zur Analyse anbietet (→ Suchtonanalysator).

Frequenzanalyse.

1. Ermittlung des zu einer Zeitfunktion der Spannung bzw. des Stromes gehörenden Frequenzgemisches durch Zerlegung in stationäre sinusartige Schwingungen und Ermittlung der zu den vorkommenden Frequenzen gehörenden Amplituden (Fourieranalyse).

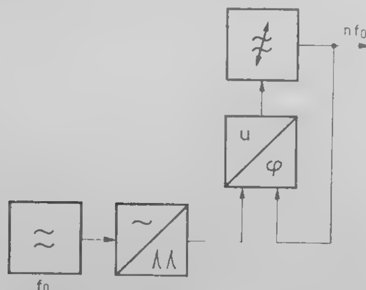


Bild 1. Der steuerbare Oszillator wird mit einer Harmonischen von f_0 synchronisiert.

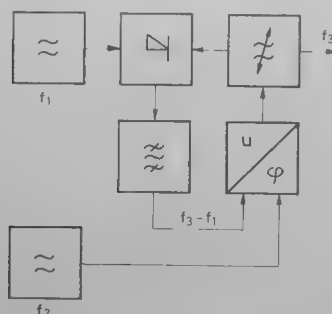


Bild 2. Durch Synchronisation mit Hilfe des Phasenreglers (u/φ) wird $f_3 - f_1 = f_2$, d. h. $f_3 = f_1 + f_2$.

2. Verfahren zur Frequenzsynthese, das einen Oszillator vorsieht zur Erzeugung einer Frequenz, die in einem bestimmten Verhältnis zu einer oder mehreren vorhandenen Frequenzen steht. Aus der bzw. den Frequenzen wird durch Verzerrung bzw. Modulation ein Gemisch erzeugt (Gitterspektrum, Summen-, Differenzfrequenz usw.), aus dem der schon nahezu mit der gewünschten Frequenz schwingende Oszillator die gewünschte Frequenz herausanalysiert. Das Ergebnis, eine Schwingung mit der Differenz aus Soll- und Istfrequenz, steuert die Oszillatorfrequenz. Dadurch rastet die Oszillatorfrequenz auf ihren Sollwert ein, und es bildet sich ein auf die Phase der Osillatorschwingung wirkender Regelkreis. *Heidenreich*

Frequenzantwort → Laplace-Transformation.

Frequenzaufbereitung → Einseitenbandtechnik.

Frequenzband ist der Frequenzbereich, in dem die Frequenzen eines mehrere oder viele Frequenzen enthaltenden Signals liegen, z. B. das Band 300 bis 3400 Hz eines normalen Sprachkanals, das Band 60 bis 4028 kHz eines Vielkanalsystems mit 960 Sprachkanälen (4-MHz-System), s. auch Bandbreite.

Frequenzbandschreiber → Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst.

Frequenzbegrenzung ist die künstlich durch Einbau von → Filtern erreichte Begrenzung des zu übertragenden Frequenzbandes, z. B. die Begrenzung der einzelnen Sprachkanäle bei → Trägerfrequenzsystemen.

Frequenzbereich → Bandbreite, → Frequenzband.

Frequenzbewertung → Geräuschspannung.

Frequenzcodeverfahren → Selektivruf.

Frequenzdifferenzschreiber → Frequenzmessungen.

Frequenzdiskriminator → Diskriminator, → Frequenzregelung.

Frequenzdiversity → Diversityempfang, → troposph. Streuausbreitung.

Frequenzen, kritische → Echolotung, ionosphärische.

Frequenzerzeuger, dekadischer → Kurzwellen-Empfänger, → Einseitenband-Empfänger, → Großstations-Empfänger, fernbedienter → Empfänger. Bei Meß- und Funkgeräten aller Frequenzbereiche zeigt sich sowohl die starke Tendenz zur dekadischen Frequenzanzeige, sei es mit Zählwerken oder Leucht-Zählröhren, wie zur Ferneinstellung und -ablesung der Frequenz. Deshalb gehen moderne Geräte von den durchstimmbaren Oszillatoren ab. Bild 1 zeigt eine

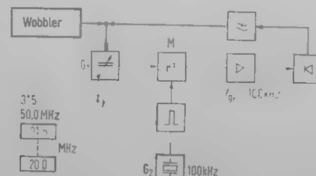


Bild 1. Schaltbild eines 100-kHz-Rasteroszillators mit Zählwerk.

Lösung mit Handabstimmung, jedoch mit Frequenzanzeige in 3 Dekaden mittels Zählwerk. Dabei wird weitgehende Linearität zwischen Drehwinkel und erzeugter Frequenz vorausgesetzt. Dieser F. arbeitet nach dem Analyse-Verfahren, weil er beim Durchstimmen von G_1 nacheinander die 315. bis 500. Harmonische der 100-kHz-Quarzfrequenz zur Synchronisierung von G_1 heranzieht, ohne umschaltbare Filter zu benötigen. M arbeitet als Phasendetektor zwischen den Pulsen und der Oszillator-Schwingung. Es lassen sich Nebenwellenabstände von 80 dB erreichen. Wegen der Drehwinkel-Übertragung eignet sich dieses Verfahren nicht zur Fernbedienung. Bild 2 zeigt ein unter vielen möglichen neuerdings oft verwendetes Synthese-Verfahren stark vereinfacht:

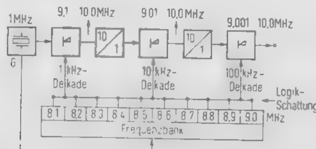


Bild 2. Schaltbild eines Synthesizers nach dem Mischer-Teiler-Verfahren.

Aus der 1-MHz-Quarzfrequenz werden die Frequenzen der Frequenzbank abgeleitet. Jede davon wird wahlweise — je nach gewünschter Ausgangsfrequenz — den 3 Mischstufen zugeführt. Zwischen den Mischstufen liegt jeweils ein Frequenzteiler 10 : 1. Durch Addition weiterer gleichartiger Teiler-Mischer-Stufen kann die Stellenzahl für die Ausgangsfrequenz erweitert werden. Die Mischstufen-Speisung aus der Frequenzbank läßt sich mit integrierten Gattern so steuern, daß je Dekade nur 4 Leitungen zur Fernbedienung nötig sind. Die Realisierung dieses F. setzt zur Vermeidung von zahlreich anfallenden Nebenwellen vielfach zusätzliche Frequenzregelschleifen ähnlich Bild 1 voraus.

Bild 3 zeigt einen F. mit einstellbarem Frequenzteiler. T_1 und T_2 werden aus integrierten → Kippstufen aufgebaut und stellen den wesentlichen Schaltungsanteil dar. Die von Hand oder elektronisch einstellbaren Ein-, Zehn- und Hundert-kHz-Werte von T_1 werden

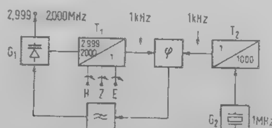


Bild 3. Schaltbild eines Synthesizers mit einstellbarem Frequenzteiler.

im Gerät oder abgesetzt mit Leucht-Zählröhren angezeigt. Oszillator G_1 wird von der mit der Frequenz veränderlichen Ausgangsspannung des Phasendetektors ebenso wie von einer stufenweise von der Frequenzwahl gesteuerten Vorwählspannung mittels → Varaktordiode abgestimmt. Das Problem dieses zukunftsträchtigen Verfahrens liegt in der Beherrschung des Geräuschabstandes. Weitere Dekaden lassen sich durch Kombination mehrerer solcher Systeme realisieren.

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Hölzer, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Pilz

Frequenzgang → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Frequenzhauptkartei, internationale. Die Frequenzhauptkartei der → Internationalen Fernmelde-Union (Union Internationale des Télécommunications [UIT]) in Genf, in der alle koordinierten oder angemeldeten → Frequenzen aller Fernmeldeverwaltungen registriert werden. Vgl. auch → Frequenzliste, internationale.

Frequenzhub → Modulation 1.2.

Frequenzhubmesser. Meßeinrichtung zur Bestimmung des Frequenzhubes frequenzmodulierter Signale im Frequenzbereich von einigen MHz bis einigen GHz, die im einfachsten Fall aus einem Frequenzdiskriminator mit nachgeschaltetem Tiefpaß zur Trägerunterdrückung, einem Verstärker und einem Demodulator mit Anzeigeinstrument besteht (Bild 1).

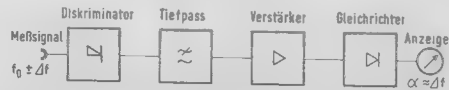


Bild 1.

Der Frequenzdiskriminator liefert eine Ausgangsspannung U, deren Amplitude der Momentanfrequenz des Meßsignals proportional ist und deren Frequenz der Modulationsfrequenz des Meßsignals entspricht (Bild 2). Die entstandene (NF-)Spannung U mit der

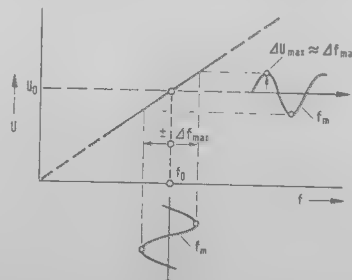


Bild 2.

Frequenz f_m wird verstärkt, gleichgerichtet und z. B. mit einem Zeigerinstrument angezeigt. Der Instrumentenausschlag ist proportional der gleichgerichteten (NF-)Spannung und damit proportional dem Frequenzhub. Je nach Art des benutzten Gleichrichters ergibt sich eine Anzeige des Spitzen- oder Effektivhubes.

In der Praxis genügt diese Anordnung den Forderungen in bezug auf die Meßgenauigkeit meist nicht, da genaue Frequenzdiskriminatoren nur für relativ

schmale Frequenzbereiche realisierbar sind. Das Meßsignal wird daher zunächst in einem Umsetzer mit Hilfe der variablen Frequenz eines Oszillators auf eine feste Zwischenfrequenz (ZF) umgesetzt, für die der Diskriminator bemessen ist (Bild 3).

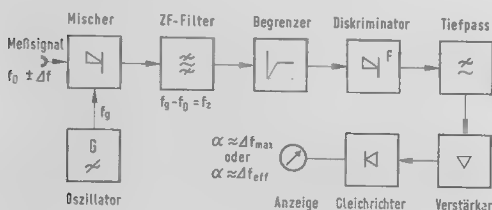


Bild 3.

Das ZF-Filter unterdrückt unerwünschte Signale, der Begrenzer macht die Meßeinrichtung unabhängig von Amplitudenschwankungen des Meßsignals. Als Diskriminatoren haben sich Zähldiskriminatoren wegen ihres großen linearen Bereiches sehr bewährt (→ Diskriminatoren). *Coenning*

Frequenzkanal → Frequenz (Funk).

Frequenzkarte → Richtfunknetz.

Frequenzliste, internationale. Die von der Internationalen Fernmelde-Union (Union Internationale des Télécommunications [UIT]) in Genf herausgegebene und laufend ergänzte Liste aller Eintragungen von Frequenzbenutzungen in die → Frequenzhauptkartei.

Frequenzmeßbrücken.

1. Resonanzfrequenzmeßbrücke (Bild 1). Diese Brücke wird durch Einstellen von C und R_1 abgeglichen. Bei Abgleich ist $\omega L = 1/\omega C$. Hieraus folgt für die unbekannte Frequenz des Meßstromes

$$f_x = 1/(2\pi\sqrt{LC}).$$

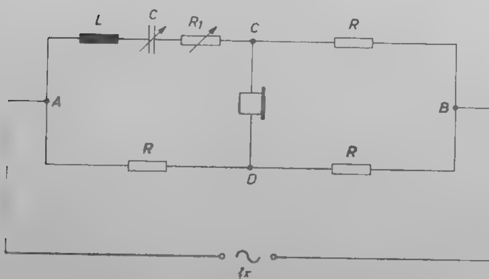


Bild 1. Resonanzfrequenzmeßbrücke.

2. Wien-Robinson-Frequenzmeßbrücke (Bild 2). Man gleicht diese Brücke durch gemeinsames Einstellen der beiden mechanisch gekoppelten Widerstände R ab. Dann ist

$$f_x = 1/(2\pi R C).$$

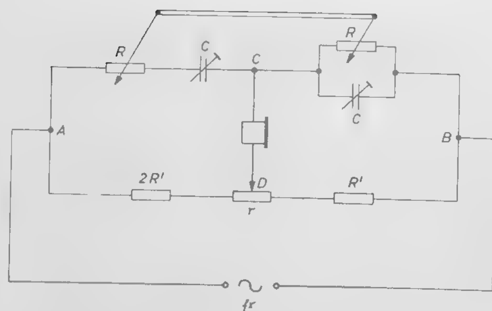


Bild 2. Wien-Robinson-Frequenzmeßbrücke.

Die beiden Widerstände R bestehen bei der technischen Ausführung dieser Brücke meist aus mehreren parallel geschalteten Widerständen (Bild 3). Dann ist

$$f_x = \frac{1}{2\pi C R_T} + \frac{1}{2\pi C R_H} + \cdots$$
$$= f_{Tx} + f_{Hx} + \cdots$$

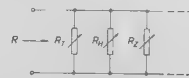


Bild 3.
Der Widerstand R in der Wien-Robinson-Frequenzmeßbrücke.

Die einzelnen Widerstände R_T, R_H, ... sind so gestuft, daß ihre Einstellungen vollen Tausenden, Hunderten, ... der Frequenz entsprechen. Deshalb kann man die gemessene Frequenz unmittelbar und ohne Rechnung aus der Einstellung der Widerstände R ablesen.

Um den Frequenzbereich der Brücke zu verändern, lassen sich auch die Kondensatoren umschalten (z. B. C, 0,1 C).

Um ein scharfes Minimum beim Abgleich zu erhalten, liegt zum Ausgleich kleiner Widerstandsunterschiede zwischen den Widerständen 2 R' und R' noch ein kleiner Widerstand r mit einstellbarem Abgriff.

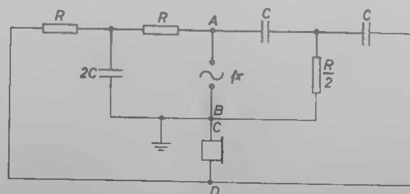


Bild 4. Scott-Frequenzmeßbrücke.

3. Scott-Frequenzmeßbrücke (Bild 4). Sie besteht aus zwei parallel geschalteten T-Vierpolen, die in der im Bild gezeigten Weise aus Widerständen und Kondensatoren aufgebaut sind. Die Widerstände sind mecha-

nisch gekoppelt, so daß sie bei jeder Einstellung immer die untereinander gleichen Werte R bzw. $R/2$ haben. Diese Brücke ist abgeglichen, wenn $R = 1/\omega_x C$ ist. Hieraus folgt

$$f_x = 1/(2\pi R C).$$

Die Scott-Brücke besitzt den großen Vorteil, daß Stromquelle und Nullindikator (Meßhörer) die Brückenpunkte B und C gemeinsam haben. Stromquelle und Nullindikator können so gemeinsam geerdet werden, was den technischen Aufbau der Brücke, insbesondere ihre Schirmung, vereinfacht.

Haak

Frequenzmessungen. Die Maßeinheit der Frequenz ist das Hertz (Hz) gleich der Schwingungszahl in der Zeiteinheit 1 Sekunde, die im → Zeitsystem Atomzeit anzugeben ist. Technische Frequenzmessungen werden je nach Frequenzbereich, erforderlicher Genauigkeit und Zweckmäßigkeit (Registrierung oder Ausdrucken der Ergebnisse) von Frequenzmeßgeräten ausgeführt, die nach verschiedenen Verfahren arbeiten können. Das CCIR empfiehlt, die Genauigkeit der Frequenzmeßgeräte um den Faktor 10 besser zu wählen, als es der Toleranz der zu messenden Frequenz entspricht (s. Tab.). In Frequenzzählern werden innerhalb einer fest einstellbaren, dekadisch veränderlichen Meßzeit (meist 0,01 bis 10 Sekunden) die abgelaufenen vollen Schwingungszüge der unbekannten Frequenz f_X gezählt. Der Meßfehler Δf_X errechnet sich aus dem Produkt des relativen Fehlers der Quarzstufe mit f_X zuzüglich der Ungenauigkeit einer vollen Schwingung. Mit dem Verfahren ist daher grundsätzlich bei einer Meßzeit von z. B. 1 Sekunde bei einer gemessenen Frequenz von 100 kHz ein relativer Fehler von $\pm 1 \cdot 10^{-5}$, bei 10 MHz und 10 Sekunden Meßzeit ein solcher von $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ nicht zu unterschreiten. Frequenzzähler werden z. Z. mit einem Grundbereich bis 100 MHz angeboten; der Meßbereich kann durch Frequenzumsetzer erheblich erweitert werden. Sie werden meist dann eingesetzt, wenn bei relativ geringer Meßgenauigkeit Reihenmessungen ausgeführt oder Meßergebnisse ausgedruckt werden sollen. Beim Einsatz von Frequenzzählern muß sichergestellt sein, daß die Eingangsfrequenz (z. B. bei Amplitudenmodulation) während der gesamten Meßzeit die Mindestamplitude nicht unterschreitet. Bei frequenzmodulierter Eingangsfrequenz (F 3) wird als Ergebnis der Mittelwert angezeigt. Resonanzfrequenzmesser werden noch vereinzelt als Zungenfrequenzmesser für Frequenzen bis 400 Hz benutzt. Resonanzfrequenzmesser mit elektrischen Schwingungskreisen in Form von Hohlraumresonatoren oder Lecherleitungen erzielen eine Meßgenauigkeit von 10^{-3} bis 10^{-4}. Frequenzzeiger und Zähldiskriminatoren wandeln jeden Schwingungszug der zu messenden Frequenz f_X in einen Stromstoß konstanter Amperesekundenzahl um und entladen diese Stromstöße über ein Instrument. Die Instrumentenanzeige ist der

Tabelle. Frequenzmeßgeräte und deren Eigenschaften.

Verfahren	Frequenzmeßbereich	Genauigkeit	Bemerkungen
Zungenfrequenzmesser	10 bis 400 Hz	10^{-2}	mech. Schwingungen
Wellenmesser mit abstimmbarem Schwingungskreis, Absorptionswellenmesser	10 kHz bis ca. 1 GHz	10^{-2} bis 10^{-3}	Ankopplung über das elektromagnetische Feld
Hohlraumresonator	0,5 bis 10 GHz	10^{-3} bis 10^{-4}	
Meßbrücke	(100 Hz bis 1 MHz)	10^{-3} bis 10^{-4}	
Spulendiskriminator	(10 kHz bis 25 MHz)	10^{-2}	bei frequenzmodulierten Schwingungen wird die Mittenfrequenz angezeigt
Zähldiskriminator	10 kHz bis 500 MHz	10^{-3} bis 10^{-5}	dgl.
Frequenzzeiger	50 Hz bis 1 MHz	10^{-2}	dgl.
Frequenzzähler	2 Hz bis 200 MHz, mit Umsetzer bis 40 GHz	$\left(\frac{\Delta f_q}{f_q} \cdot f_X \pm 1\right)$ Hz	dgl.
Interferenzfrequenzmesser	10 kHz bis 50 MHz	$\left(\frac{\Delta f_q}{f_q} \cdot f_X \pm n \cdot f_i\right)$ Hz	empfindliches Meßverfahren, für Fernmessungen geeignet
Interferenzfrequenzmessung mit Empfänger und Frequenzdekade	Grundbereich der Dekade 1 kHz bis 1,5 GHz, mit Harmonischen bis 12 GHz	$\left(\frac{\Delta f_q}{f_q} \cdot f_X \pm (0{,}005 \text{ bis } 5) \cdot n\right)$ Hz	empfindliches Meßverfahren, für Fernmessungen geeignet, hohe Meßgenauigkeit
Dekadischer Frequenzmeßempfänger	10 kHz bis 30 MHz	$\left(\frac{\Delta f_q}{f_q} \cdot f_X \pm \frac{f_s}{2}\right)$ Hz	fernbedienbarer Empfänger mit dekadischer Frequenzeinstellung
Frequenzanalysator	10 kHz bis 4 GHz, mit Harmonischen bis 40 GHz	— —	Frequenzmessungen müssen durch Einblenden einer bekannten Frequenz durchgeführt werden
Frequenzanalysator mit dekadischer Einstellung	10 kHz bis 1 GHz	$\left(\frac{\Delta f_q}{f_q} \cdot f_X \pm \frac{f_s}{2}\right)$ Hz	das Gerät ist als Empfänger, Eingangsspannungsmesser und Analysator zugleich benutzbar (z. Z. in Entwicklung)

f_X = unbekannte Frequenz in Hz
$\frac{\Delta f_q}{f_q}$ = relative Genauigkeit der Quarzstufe
f_i = Genauigkeit des Interpolationsgenerators in Hz
f_s = kleinster Rastschritt der Frequenzeinstellung
n = Ordnungszahl der Harmonischen des Grundmeßbereichs

Anzahl der Stromstöße pro Zeiteinheit und damit der Frequenz proportional. Frequenzzeiger arbeiten mit einem Kondensator, der von jedem Wellenzug auf eine konstante Spannung aufgeladen und über ein Instrument entladen wird. Die Umwandlung der meist sinusförmigen unbekannten Eingangsfrequenz f_x in einen mäanderförmigen Wellenzug geschieht durch eine Begrenzerschaltung. Zähldiskriminatoren verwandeln die sinusförmige Eingangsfrequenz durch einen → Trigger in eine Impulsfolge, die einen bistabilen Multivibrator vom stabilen Zustand 1 in den Zustand 2 umwirft. Die gleiche Impulsfolge, z. B. durch einen monostabilen Multivibrator konstanter Schaltzeit verzögert, wirft den bistabilen Multivibrator in den stabilen Zustand 1 zurück. Die vom bistabilen Multivibrator abgeleiteten Spannungsstöße, deren Anzahl den Wellenzügen der Eingangsfrequenz entspricht, werden geglättet und dem Anzeigeinstrument zugeführt. Bei frequenzmodulierter Eingangsfrequenz wird die Mittenfrequenz angezeigt. Da Zähldiskriminatoren sehr stabil gebaut werden können (Genauigkeit ca. $1 \cdot 10^{-4}$) ist es möglich, durch eine Kompensationsspannung den Nullpunkt zu verschieben. Dieses Verfahren wird zum Bau von Frequenzdifferenzschreibern benutzt, die meist auch einen Registrierausgang besitzen. Spulendiskriminatoren, wie sie zur Demodulation frequenzmodulierter Schwingungen in Empfängern benutzt werden, sind für Frequenzmeßgeräte meist zu instabil und werden nur in Ausnahmefällen verwendet. Große Bedeutung haben Interferenzfrequenzmesser. Die unbekannte Frequenz f_x und zugleich die Frequenz eines frequenzgeeichten Oszillators f_0 werden einem Gleichrichter zugeführt, dem ein Niederfrequenzverstärker nachgeschaltet ist. Der Oszillator wird bei einfachen Geräten seinerseits nach einem im Gerät eingebauten Quarzoszillator geeicht. Am Ausgang des Verstärkers kann der Differenzton zwischen der unbekannten Frequenz f_x und der Frequenz des Oszillators f_0 abgehört werden. Der Differenzton verschwindet, wenn die Frequenz des Oszillators mit der unbekannten Frequenz übereinstimmt. Da tiefe Töne nicht mehr hörbar sind, erfolgt die Feinabstimmung des Oszillators durch Beobachtung eines vom Gleichrichter gespeisten Instruments, das Schwebungen anzeigt. Das Interferenzverfahren wird auch für → Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst in abgewandelter Form benutzt.

Literatur: Der Dienst bei der Deutschen Bundespost (Postleitfaden), Band 6 Fernmeldetechnik, 7. Teil Funktechnik, R. v. Decker's Verlag, G. Schenck, Hamburg-Berlin-Bonn, 1960.

Bastelberger

Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst sind fast ausschließlich Fernmessungen, die mit hoher Genauigkeit teils am Standort der Funkkontrollmeßstellen, teils in Fahrzeugen durchzuführen sind. Die Messungen sollen entscheiden, ob die untersuchte Ausstrahlung die vorgeschriebenen Toleranzen einhält. Für Frequenzmessungen im Funkkontrollmeßdienst werden meistens Frequenzdekaden (→ dekadischer Frequenzerzeuger) benutzt. Frequenzmeßgeräte, die mit Frequenzdekaden arbeiten, erlauben schnelle und sichere Messungen mit sehr hoher Genauigkeit. In einer Abgleichvorrichtung werden Antennenspannung und Ausgangsspannung der Frequenzdekade auf etwa gleiche Amplitude gebracht und gleichzeitig dem Eingang des Meßempfängers zugeführt. Die Messung erfolgt, indem die Dekade so eingestellt wird, daß die Differenzfrequenz gleich Null wird (Schwebungsmessung). Anschließend wird die Frequenzdekade 1000 Hz tiefer eingerastet, wodurch am Empfängerausgang ein 1000-Hz-Ton entsteht. Dieser wird einem Lautsprecher und über ein 1000-Hz-Filter dem Y-Verstärker eines Oszillographen zugeführt. Die X-Ablenkung geschieht entweder durch eine sinusförmige 1000-Hz-Frequenz des örtlichen Normals, oder es wird die durch das örtliche Normal getriggerte Zeitablenkung des Oszillographen benutzt. Im ersten Fall entsteht dadurch auf dem Oszillographenschirm eine Lissajousfigur, die sich zu drehen scheint. Sie kommt zum Stillstand, wenn die Dekadenfrequenz unter Zuhilfenahme der Interpolationsstufe exakt 1000 Hz unter die zu messende Frequenz eingestellt wird. Im zweiten Fall läuft der Wellenzug in der Waagerechten durch und kommt unter der gleichen Bedingung zum Stillstand. Die Frequenz der Dekade läßt sich im Grundbereich 10 kHz bis 1500 MHz in Schritten von 10 Hz (oder 1 Hz) quarzgenau einrasten. Die Genauigkeit des Interpolationsgenerators ist z. Z $\pm 0{,}1$ (bzw. 0,01) Hz. Der Quarzgenerator der Frequenzmeßanlage ist über Kabel an die zentralgelegene Normalfrequenzanlage des FTZ mit einer maximalen Abweichung von $\pm 2 \cdot 10^{-10}$ gegen Atomzeit angebunden (→ Normalfrequenz). Messungen über 1500 MHz sind mit Harmonischen der Grundfrequenz der Frequenzdekade bis 12 GHz und höher durchführbar. Die Ausgangsspannung der Frequenzdekade ist im Grundbereich mit definierter Amplitude einstellbar, wodurch unter Benutzung einer Eichleitung relative Feldstärkemessungen möglich sind. Die Frequenzdekaden der mobilen Frequenzmeßanlagen haben einen Grundbereich von 10 kHz bis 500 MHz, quarzgenaue Rastfrequenzen von 10 zu 10 Hz und eine Genauigkeit der Interpolationsstufe von $\pm 0{,}1$ Hz. Der Quarzgenerator kann mittels eines Registrierempfängers mit dem normalfrequenten Träger des Deutschlandfunksenders 151 kHz verglichen bzw. auf ihn eingeregelt werden. Messungen über 500 MHz werden mit Harmonischen der Dekadenfrequenz durchgeführt.

Durch Beobachtung der Lissajousfigur bzw. des Wellenzuges lassen sich alle ausgestrahlten Träger amplitudenmodulierter Sendungen und Sendungen, die nach dem Frequenzsprungverfahren arbeiten, messen. Pausen- und Zeichenfrequenz werden einzeln gemessen. Zur Messung der Mittenfrequenz frequenzmodulierter Sprach- oder Musiksendungen (F 3) wird die Dekadenfrequenz etwas tiefer eingestellt, als es dem größten Frequenzhub der Aussendung entspricht. Die dem Empfängerausgang entnommene Differenzfrequenz wird einem Zähldiskriminator zugeführt. Die Mittenfrequenz einer F 3 modulierten Aussendung mit ± 75 kHz Frequenzhub (UKW-Rundfunksendung) kann auf etwa 20 Hz genau aus-

gemessen werden. Die Trägerfrequenz impulsmodulierter Sender läßt sich bei Fernmessungen mittels eines Analysators durch Frequenzvergleich mit einer Dekade ausmessen. Für den Funkkontrollmeßdienst werden z. Z. Analysatoren entwickelt, deren erster Oszillator eine Frequenzdekade ist. Die Geräte haben bei hoher Frequenzgenauigkeit die Eingangsempfindlichkeit eines Empfängers. Die Analysatoren dienen einerseits zur Untersuchung des von einer Aussendung belegten Frequenzspektrums, andererseits zur routinemäßigen Überwachung ganzer Frequenzbänder. Die Meßergebnisse werden entweder aus dem fotografierten Oszillographenbild oder aus der Registrierung eines XY-Schreibers oder Linienschreibers ermittelt, können aber auch digital ausgegeben werden. Durch Frequenzbandschreiber wird (meist auf Wachspapier) die Sendezeit von Austrahlungen, die eine einstellbare Mindestamplitude innerhalb eines gewählten Frequenzbandes überschreiten, aufgezeichnet. Hierzu wird der Frequenzbandschreiber über eine mechanische Welle mit dem Abstimmantrieb eines Empfängers verbunden. Die Abstimmung des Empfängers wird vom Frequenzbandschreiber ohne Schlupf (vorgespannte Zahnräder in der Empfängerabstimmung) langsam innerhalb einstellbarer Grenzen verändert, wobei gleichzeitig ein Schreibstift quer über das in den Frequenzbandschreiber eingelegte Wachspapier läuft. Der Rücklauf auf den Anfangswert erfolgt schnell. Das Wachspapier wird in der Längsrichtung konstant weiterbewegt. Sobald der Empfänger eine Frequenz aufnimmt, deren Amplitude über einem einstellbaren Mindestwert liegt, spricht der Schreibstift an und schreibt einen Punkt auf das Wachspapier. Beim Rücklauf erfolgt keine Registrierung. Da bei jedem Überlauf ein Punkt geschrieben wird, entsteht auf dem Wachspapier in der Zeitachse eine zusammenhängende Serie von Punkten, solange die Sendung andauert. Mit dem Gerät kann die zeitliche Dauer von Sendungen erkannt werden, in den meisten Fällen ist es sogar möglich, aus der Aufzeichnung die Art der Sendung (A 3, A 3b, F 6 usw.) zu ermitteln.

Bastelberger

Frequenzmischer → Frequenzumsetzung. Der ideale F. soll an seinem Ausgang die Summen- oder Differenz-Frequenz von zwei eingangsseitig eingespeisten Frequenzen möglichst frei von Mischprodukten höherer Ordnung und den Eingangsfrequenzen abgeben. Additive Mischstufen wie Dioden, Transistoren, Röhren erfüllen diese Aufgabe nur beschränkt. Das gilt auch für multiplikative Mischer in Gestalt von steilheitsgesteuerten Mischhexoden-Röhren. Besser sind Ringmodulator- und andere Doppel → Gegentakt-Schaltungen wegen der damit möglichen gezielten Kompensation der Eingangsfrequenzen und bestimmter störender Mischprodukte. F. in Empfänger-Eingangs- und Steuersender-Stufen mit niedrigem Signalpegel sollen außerdem rauscharm sein. Hier bringt die Anwendung von Schottky-Dioden (Hot-Carrier-Dioden) mit sehr kurzer Schaltzeit neuerdings Fortschritte. Die Anwendung → parametrischer Mischer in diesen Fällen gibt auch im Bereich < 30 MHz F. mit großer Aussteuerfähigkeit.

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Akad. Verlags-Gesellschaft Geest und Portig, Leipzig 1959.

Pilz

Frequenzmitbenutzung → Erdefunkstellen.

Frequenzmodulation → Modulation 1.2 und 2.2, → Wechselstromtelegrafie.

Frequenzmultiplex-Telegrafie → Wechselstromtelegrafie.

Frequenzmultiplex-Übertragung ist die Übertragung mehrerer unabhängiger Gespräche (Signalfunktionen) über einen Übertragungskanal mit frequenzmäßiger Versetzung der Einzelgespräche (→ Modulation 1).

Frequenznachregelgeräte, -normalien → Normalfrequenz.

Frequenz-Panoramaempfänger → Funkstörmeßgeräte.

Frequenzraster.

1. Beim → Wobbeln bezeichnet man als F. die Darstellung von Frequenzmarken am Bildschirm des Sichtgerätes. Diese Frequenzmarken sind Linien, die zusammen mit dem Signal am Sichtgerät geschrieben werden, oder aufmodulierte Pulse. Damit ist es möglich, den am Wobbelgerät angezeigten Amplitudenverlauf frequenzmäßig genau zu erfassen. Vielfach werden dekadisch unterteilte F. verwendet, wobei dann alle 1, 10, 100 kHz, 1, 10 oder 100 MHz eine Frequenzmarke geschrieben wird. Zur besseren Auszählung können z. B. diskrete Werte 1, 5, 10 heller oder breiter geschrieben werden.

Ein genaues F. wird meist von einem Quarzoszillator abgeleitet, wobei dessen Schwingung nachfolgend zur Impulsformung verzerrt wird. Damit erhält man über ein sehr breites Frequenzband ein Linienspektrum, dessen Linienabstand der Grundschwingung f_0 entspricht.

2. Um hohe Frequenzgenauigkeit zu erreichen, werden freischwingende Oszillatoren durch eine Regelschaltung z. B. auf eine der Oberschwingungen (Linien) eines Quarzgenerators eingerastet. Dies erfolgt vorzugsweise beim Schwebungssender (→ Meßsender), wobei die Frequenzen des festen und veränderbaren Oszillators von dem Spektrum des gleichen Quarzgenerators abgeleitet werden. Dieses Spektrum dient hierbei als F. Im allgemeinen verwendet man F., die Linien in Abständen 1, 10, 100 kHz, 1 oder 10 MHz und mehr aufweisen. Der gerastete Oszillator kann auf — den Linien entsprechende — feste Frequenzen eingestellt werden.

3. In der Funktechnik bezeichnet man als F. den Frequenzbelegungsplan als Rautenplan.

Um Beeinflussungen örtlich nahe gelegener Funkstationen (→ öbL, → Richtfunk) zu vermeiden, legt man meist äquidistante Kanäle für verschiedene Sender eines Funkdienstes fest. Je nach Frequenzlage

sieht man z. B. alle 50, 25, 12,5 oder 20 kHz einen Sendekanal vor. Dieses Frequenzverteilungsschema ist dann das F., es wird auch als Kanalraster bezeichnet. Für die speziellen Funkdienste ist das F. jeweils von den Postverwaltungen oder vom (→ CCITT) in Pflichtenheften niedergelegt. *Pfab*

Frequenzregelung (AFC) (Automatic Frequency Control) → Einseitenband-Empfänger, → Großstations-Empfänger. Die F. dient der empfangsseitigen Ausregelung der Frequenzinkonstanz von Funk-Sendern und -Empfängern. Die Regelgröße wird z. B. von einem in der → Frequenzmodulations-Technik üblichen und mit der Empfänger-ZF gespeisten Frequenzdiskriminator geliefert und als Gleichspannung z. B. einer kapazitätsgesteuerten Varaktordiode im Schwingkreis eines Überlagerungsoszillators so zugeführt, daß der ursprüngliche Frequenzfehler herabgesetzt wird. Diese Art der F. läßt grundsätzlich einen von der Verstärkung im Regelkreis abhängigen Regelfehler zurück, hat aber den Vorteil, innerhalb des breiten Frequenzbereiches des Diskriminators wirksam zu sein. Anwendung bei Richtfunk, Fernseh-, Rundfunk-Empfängern. Wesentlich genauer regelt der Phasendiskriminator, dessen 1. Eingang die

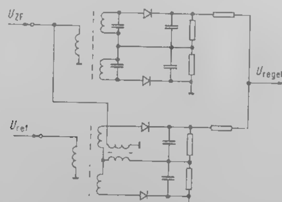


Bild 1. Schaltbild eines kombinierten Frequenz-Phasen-Diskriminators.

veränderliche Frequenz, dessen 2. Eingang eine konstante Referenzfrequenz zugeführt wird. Am Ausgang entsteht abhängig von der Phasendifferenz der beiden Eingangsspannungen eine positive oder negative Regelgleichspannung im Bereich von max. ± 90° Phasendifferenz. So genau müssen die zu vergleichenden Frequenzen bereits übereinstimmen, ehe der Phasendiskriminator einfängt, d. h. die Regelung übernimmt. Eine Kombination von Frequenz- und Phasendiskriminator, siehe Bild 1, vereinigt die Vorteile von beiden.

Zum Einfangen werden auch Wobbelschaltungen verwendet.

Bild 2 zeigt Verfahren zur F. aus dem Trägerrest bei → Einseitenband-Empfängern. Der empfangene Trägerrest wird zur Anhebung des Geräuschabstandes und zur Abtrennung von der trägernahen Modulation über ein schmales Quarzfilter verstärkt und synchronisiert dann den Trägerzusatz-Oszillator G für den → Einseitenband-Demodulator. Aus der innerhalb des Regelbereiches unterschiedlichen Phasenlage der Trägerfrequenz und der Frequenz von G liefert ein Phasendetektor die Kriterien für Anlauf und Drehsinn eines Motors, der seinerseits den Korrekturdrehkondensator des Schwingkreises eines weiter vorn im Empfänger eingesetzten Überlagerungsoszillators antreibt. Dieses Verfahren ist störanfällig, weil ein Fremdsender beim Durchlaufen des Trägerfilters den Regelkreis zum Weglauf bringen kann, hat aber den wesentlichen Vorteil, daß bei selektivem Trägerschwund der

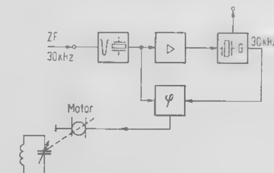


Bild 2. Schaltung zur automatischen Frequenzregelung.

Motor stehen bleibt, d. h. der letzte Regelzustand wird bis zum Wiedererscheinen der Trägerspannung gespeichert. Üblich ist ein Einfangbereich dieser F. von etwa ±20 Hz, ein Haltebereich von etwa ± 600 Hz.

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.
Pilz

Frequenzschema (Telegrafie) → Wechselstromtelegrafie.

Frequenzspektrum → Fourier-Transformation.

Frequenzstandard → Normalfrequenz.

Frequenzsynthese. Erzeugung von sinusförmigen Schwingungen, deren Frequenz in einem bestimmten Verhältnis zu vorhandenen Schwingungen steht. Dazu werden zwei verschiedene Verfahren angewandt:

1. Frequenzsynthese mit passiven Schaltungen. Durch Verzerren oder Modulieren erhält man ein Frequenzgemisch. Daraus selektiert man die gewünschte Frequenz mit Filtern (Bild 1 und 2).

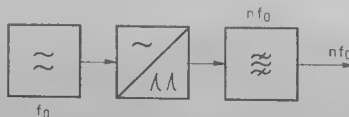


Bild 1. Die gewünschte Harmonische $n \cdot f_0$ zu f_0 wird durch Verzerren und Aussieben gewonnen.

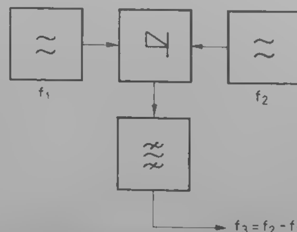


Bild 2. Aus den Modulationsprodukten ($f_1 + f_2$, $f_1 - f_2$, ...) wird eines herausgesiebt.

2. Frequenzsynthese mit aktiven Schaltungen (Frequenzanalyse). Ein in seiner Frequenz regelbarer Oszillator schwingt nahezu auf der gewünschten Frequenz und analysiert aus dem wie bei 1. erzeugten Gemisch die Sollfrequenz durch Nullüberlagerung

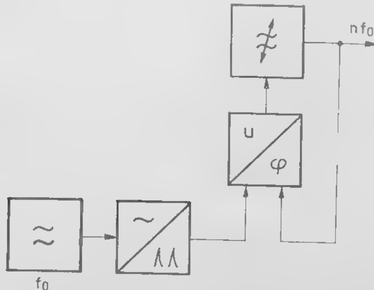


Bild 3. Der bereits nahezu bei nf_0 schwingende Oszillator wird mit der Harmonischen nf_0 von f_0 synchronisiert.

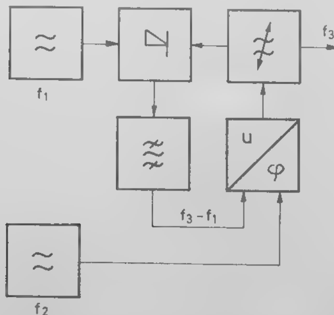


Bild 4. Durch Synchronisation mit Hilfe des Phasenreglers wird $f_3 - f_1 = f_2$, d. h. $f_3 = f_1 + f_2$.

heraus. Das Ergebnis, eine relativ niederfrequente Schwingung steuert die Oszillatorfrequenz. Dadurch wird die Oszillator-Schwingung synchronisiert und damit genau gleich der Sollfrequenz (Bild 3 und 4).

Heidenreich

Frequenzumsetzung eines Kanals oder einer Gruppe von Kanälen ist die Verlagerung eines bestimmten Frequenzbandes in eine andere Lage, wobei die Differenz der in dem Signal enthaltenen Frequenzen (abgesehen vom Vorzeichen) unverändert bleibt.

Frequenzumtastung, Tastung, bei der die ausgestrahlte Frequenz eines Senders im Sinne der zu übertragenden Telegrafiezeichen verändert wird. Eine Frequenzlage entspricht dem Trennzustand T, die andere dem Zeichenstromzustand Z. Zwischen beiden liegt die Mittelfrequenz M in gleichen Abständen von T und Z. Die Frequenzabweichung von M bis T oder Z wird der Frequenzhub, die Gesamtdifferenz von T bis Z der Gesamthub genannt. Anstelle der Frequenz kann auch die Phase bei gleichbleibender Frequenz umgetastet werden, dieses Verfahren ist jedoch bei Funksendern nicht gebräuchlich.

Ein vereinfachtes Schema eines Frequenzumtastgerätes zeigt Bild 1. Es enthält einen Oszillator, der z. B. mit 200 kHz schwingt und dessen frequenzbestimmender Schwingkreis LC durch die Reaktanzröhre R im Sinne der Tastzeichen, z. B. Gleichstromzeichen, vom Amplitudentastgerät beeinflußt wird.

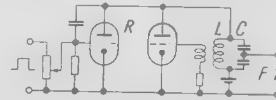


Bild 1. Schaltung eines Frequenzumtastgerätes.

Es werden normalerweise Hübe von ±200, 400 oder 600 Hz benutzt. Sender werden im allgemeinen mit Einfachtastung (Simplex) betrieben.

Werden zwei Telegrafiekanäle gleichzeitig übertragen (Diplex, Duoplex), so liegt die Mittelfrequenz zwischen vier Frequenzlagen gleichen Abstandes. Eine Frequenz bildet die Ruhelage.

Dabei wird normalerweise für einen Kanal ein Hub von ±200 und für den anderen Kanal ±400 Hz vorgesehen.

Die Überlagerung der Tastzeichen wird dann in bestimmter Zuordnung vorgenommen (Tabelle).

Ausgesiebte Frequenz	Code 1 (engl.)[1]		Code 2 (amer.)[2]	
	Kanal *A*	Kanal *B*	Kanal *A*	Kanal *B*
f^1 (tiefste)	*T*	*Z*	*T*	*T*
f^2	*T*	*T*	*T*	*Z*
f^3	*Z*	*T*	*Z*	*T*
f^4 (höchste)	*Z*	*Z*	*Z*	*Z*

T Trennstromzustand, *Z* Zeichenstromzustand.

[1]) Diplex, [2]) Duoplex (Twinplex).

Eine andere Möglichkeit zur Frequenzumtastung beruht auf dem Prinzip, in den Rückkopplungsweg eines selbsterregten Oszillators gesteuerte Übertragungsglieder (Modulatoren) einzuschalten, welche

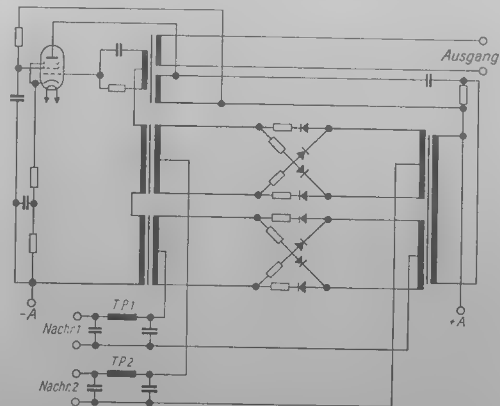


Bild 2.
Schaltung zur Frequenzumtastung durch Beeinflussung der Rückkopplungsphase für gleichzeitige Übertragung von zwei Kanälen.

die Rückkopplungsphase und damit die Frequenz des Oszillators im Takte des getasteten Zeichens beeinflussen (Bild 2).

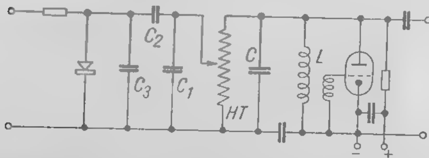


Bild 3.
Frequenzumtastgerät. Durch Kurzschließen des Kondensators C_3 mittels gesteuerter Diode wird die Frequenz des Kreises *LC* über den Hubtransformator *HT* geändert.

Eine andere Schaltung zur F. zeigt Bild 3. Hierbei wird ein Kondensator C_3 durch eine Germaniumdiode durch Tasten zu- und abgeschaltet. Die Frequenz des Schwingkreises LC wird durch Zu- und Abschalten von C_3 geändert. *Prokott*

Frequenzvergleich von Normalfrequenzen → Normalfrequenz.

Frequenzverteilung. Die F. ist ein Bestandteil der Sendernetzplanung. Besonders im VHF- und UHF-Bereich müssen Kanäle mit gleichen Frequenzen wiederholt eingesetzt werden, wodurch Interferenzstörungen auftreten können. Um sie zu vermeiden, werden → Senderstandorte sowie die dafür vorgesehenen Kanäle nach bestimmten Regeln ausgewählt. Einen direkten Lösungsweg gibt es nicht; vielmehr muß die optimale Lösung an Hand der Systematik aller möglichen Senderkonstellationen sowie die Möglichkeit der Umnumerierung von Kanälen durch Probieren ermittelt werden. Die Gesamtheit aller Kanalverteilungen, d. h. die räumliche Verteilung der Standorte nebst der Zuteilung von Kanalnummern, kann als Gruppe von affinen Abbildungen eines Gitternetzes dargestellt werden, das durch ganzzahlige Koordinaten eines geradlinigen, schiefwinkligen Koordinatensystems gekennzeichnet ist.

Die Stärke der Interferenzstörung zwischen Sendern ist abhängig von der Differenz ihrer Kanalnummern. Die stärkste Störung tritt zwischen Gleichkanalsendern auf, weshalb diese räumlich am weitesten voneinander getrennt sein müssen. Es ist daher naheliegend, von allen möglichen Senderkonstellationen für Gleichkanalsender ein Netz aus gleichseitigen Dreiecken zu wählen. Das schiefwinklige Koordinatensystem wird dadurch zu einem 60°-System. Durch diese Festlegung geht der absolute Maßstab der Mindestentfernungen zwischen den Sendern in einen relativ auf die Gleichkanalentfernung bezogenen Maßstab über.

In der Grundraute (→ Sendernetzplanung) werden alle übrigen Senderstandorte mit den zugeteilten Kanälen so auf die Knotenpunkte des Gitternetzes verteilt, daß eine möglichst gleichmäßige räumliche Anordnung der Senderstandorte entsteht und keine Interferenzstörungen auftreten können. Wenn durch Aneinanderlegen der so aufgebauten Grundrauten ein großflächiges Netz entsteht, in dem alle Netzpunkte gleichwertig sind, so bezeichnet man dieses als lineares Sendernetz.

Es ist dadurch ausgezeichnet, daß beliebige Netzpunktepaare, deren Verbindungslinien gleich lang und parallel sind, die gleiche Kanalnummerndifferenz haben, wenn das System der Kanalnummern als zyklisches System aufgefaßt wird.

Je drei unmittelbar benachbarte Sender eines Netzes bilden ein Elementardreieck. Es ist im Gegensatz zum Gleichkanaldreieck im allgemeinen ungleichseitig. Es kann nur für Kanalzahlen C zu einem gleichseitigen Dreieck gemacht werden, wenn die Bedingung $C = p^2 + q^2 + pq$ ($p, q \geqq 0$, ganzzahlig) erfüllt ist. ($C = 1, 3, 4, 7, 8, 12, \ldots$).

Die Wahl der 60°-Raute hat im Fernsehrundfunk mit 2/3 Zeilenoffset (→ Trägerversatz) den weiteren Vorteil, daß man die Gleichkanalsender ohne Versatz, die den höchsten gegenseitigen HF-Schutzabstand (45 dB) beanspruchen, im Abstand der längeren Diagonale der Grundraute aufstellen kann, während die mit Zeilenoffset betriebenen Gleichkanalsender, die einen kleineren HF-Schutzabstand (30 dB) benötigen, nur um eine Seitenlänge der Grundraute voneinander entfernt sind.

Abweichungen von der beschriebenen Systematik treten an der Grenze zwischen Gebieten mit unterschiedlichen Frequenznormen (Kanalraster) auf, weil alle internen Bedingungen der Einzelnetze und zusätzliche wechselseitige Bedingungen zwischen beiden Netzen beachtet werden müssen. Je weiter man von der Grenze in ein reines Netz eintritt, desto mehr verlieren die Bedingungen des anderen Netzes und zuletzt auch die wechselseitigen Bedingungen an Bedeutung. Nach Fortfall einer Bedingung muß das Netz jeweils neu berechnet werden. Es entstehen Zonen mit unterschiedlichen Netzeigenschaften. Ein solches Übergangsnetz ist kein lineares Netz mit homogener Senderdichte.

Literatur: H. Eden, H. W. Fastert, G. Hansen, K. H. Kaltbeizer, F. Maarleveld, Neue Verfahren zum Entwurf von Fernsehsendernetzen. 6 Arbeiten Rundfunktechn. Mitt., Sonderheft Sommer 1960.
Goes

Frequenzvervielfachung → Träger, → Trägererzeugung.

Frequenzweiche → Weiche.

Frequenzzähler, -zeiger → Frequenzmessungen.

Fresnel-Beugung, -Region → Antennen.

Fresnelsche Formeln → Reflexion, → Polarisation.

Fresnelzone. Die Fresnelzone ist ein Begriff, der aus der Optik übernommen und sich aus der Wellennatur der elektromagnetischen Strahlung ergibt. Eine anschauliche Erklärung läßt sich aus dem Bild ableiten.

Eine ebene Wellenfront, angedeutet durch Pfeile, breite sich in Richtung P aus. Die Erregung in Punkt P

ergibt sich aus der Summe der Elementarwellen, die von jedem Punkt der Ebene der Wellenfront in P eintreffen.

Je nach Wegedifferenz der Teilwellen gibt es theoretisch unendlich viele kreisförmige Zonen mit gleichem Flächeninhalt, aber wachsendem Durchmesser, die sich in Punkt P abwechselnd addieren und subtrahieren. Die Beiträge der Zonen unterscheiden sich in ihrer Phasenlage durch ein geradzahliges und ein ungeradzahliges Vielfaches von $\lambda/2$. Alle Zonen zusammen ergeben eine Intensität in P, die der Hälfte der Zentralzone entspricht. Würde man alle Zonen bis auf die erste durch einen Schirm mit einem kreisförmigen Loch abdecken, dann würde in

Wirkung der Fresnelzonen.

P die Intensität sogar auf das Doppelte steigen. Man erzielt eine noch stärkere Erregung in P, wenn man alle Zonen, die zu P einen Wegunterschied zwischen $\lambda/2$ und λ bzw. dem Vielfachen davon haben, abdecken würde. Das ist die Wirkung der Zonenlinse in der Optik. Zwischen dem Sende- und Empfangspunkt einer Funkstrecke können nun an jedem Ort die Fresnelzonen, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehen, eingezeichnet werden. Verbindet man längs der Funkstrecke die Kreise gleichen Gangunterschieds bzw. gleicher Ordnungszahl, dann erhält man konzentrische Ellipsoide, die den Sender und Empfänger als Brennpunkte haben. Jeder Längsschnitt dieser Ellipsoide ergibt die sogenannten Fresnelellipsen. Der vertikale Längsschnitt durch das 1. Fresnelellipsoid ist der in der Funktechnik gebräuchlichste. Der Halbmesser der kleinen Achse der Fresnelellipsen ergibt sich aus folgender Beziehung: $r_m = 1/2\sqrt{m\,d\,\lambda}$. Hierbei ist m die Ordnungszahl der Fresnelzone mit einem Gangunterschied von m $\lambda/2$, d die Entfernung und λ die Wellenlänge.

In der Funktechnik wird im allgemeinen gefordert, daß die 1. Fresnelzone bzw. das 1. Fresnelellipsoid von Hindernissen frei ist. Diese Forderung ist etwas willkürlich, weil die übrigen Zonen nicht mit einer kreisförmigen Blende abgedeckt werden (das ergäbe doppelte Freiraumintensität), sondern im Normalfall durch die Erdkugel mit ihren Bodenunregelmäßigkeiten. Sie gibt aber immerhin die Gewähr, daß bei Fehlen von Reflexionen annähernd die Intensität der Freiraumausbreitung im Empfangspunkt P zu erwarten ist. Starke Reflexionen am Boden oder in Luftschichten, die mit dem direkten Weg interferieren, können auch bei freier 1. Fresnelzone starken → Schwund auslösen. Die Freiheit der ersten Fresnelzone ist also zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für eine einwandfreie Funkverbindung. Bei der Konstruktion der 1. Fresnelzone ist selbstverständlich auch auf die möglichen Schwankungen des Brechwertes der Luft bzw. des Faktors k im äquivalenten Erdradius (→ trop. Wellenausbreitung) zu achten, damit sich nicht bei schwacher Brechung die Erdkugel in die erste Fresnelzone hineinschiebt und Beugungsverluste verursacht.

Bei der Beurteilung der an der Bodenreflexion beteiligten Fläche sind die Fresnelzonen ebenfalls sehr nützlich. Diese Fläche ergibt sich aus dem Schnitt der Fresnelellipsoide (Brennpunkte: Sender–Spiegelbild des Empfängers) mit der Erdoberfläche (→ Antennen).

Schmeller

Frikativlaute auch Reibelaute, Zischlaute genannt, (→ Lautschrift) zur Gruppe der Konsonanten gehörende Sprechlaute /f/, /s/, /ʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /x/, /ç/ mit charakteristischem Strömungsgeräusch, das beim Sprechakt an Einengungsstellen des Luftstromes entsteht, z. B. beim /f/ zwischen Oberzähnen und Unterlippe. Die stimmhaften F. /v/, /z/, /ʒ/ entstehen, wenn gleichzeitig die Stimmlippen bei der Sprechlauterzeugung mit angeregt werden. Stimmhafte und stimmlose F. gehören zu den sog. Dauerlauten (im Gegensatz zu den → Explosivlauten). Da das Artikulationssystem bei einer bestimmten F.-Konfiguration sowohl stimmhaft als auch stimmlos angeregt werden kann, bilden je ein stimmhafter und ein stimmloser F. ein komplementäres Paar, z. B. /z/ — /s/; /v/ — /f/.

Frist für Rufbeantwortung → Anrufwartezeit.

fristlose Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen → Sperre und fristlose Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen.

Frittersicherung → Knallgeräusche.

FRXD-Lochstreifenübertrager. Kombiniertes Lochstreifen-Empfangs- und Sendegerät für Multiplex-Funkfernschreibsysteme. → Lochstreifengeräte.

F57st-Anlage. Das Bild (S. 604) zeigt eine tragbare handbediente Fernvermittlungsstelle F57st (FernVSt Hand F57st), bestehend aus → Fernschränken F57st sowie den zugehörenden Gestellen mit Klinken- und Leitungsübertragungen, Verteilern und Stromversorgungseinrichtungen, die sämtlich für Steckerverkabelung eingerichtet sind. Aufgabe der F. ist es, bei Ausfall von Fernvermittlungen vorübergehend wichtigen Fernverkehr abzuwickeln. Links eine



F57st-Anlage.

Abfrageeinrichtung, mit der lediglich Anmeldungen entgegengenommen werden (→ Fernvermittlungsstelle [FernVStHand F57]).

F-Streuung (Spread-F) → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → Ionosphäre, → ionosphärische Streuausbreitung, → Rückstreuung.

FuBE → Funkbetriebseinsatzstelle.

Fuchsantenne → Vertikalantenne.

Führungswange → Hochkantförderer.

FuKMD → Funkkontrollmeßdienst.

Fulgurit → Blitzwirkung.

Füllfaktor → Sendernetzplanung.

Füllmasse für Kabel, früher auch unter den Bezeichnungen »Ausgußmasse« und »Vergußmasse« bekannt, ist der Sammelbegriff für alle Massen, die zum Füllen von Kabeln, z. B. Stopfstellen, oder von Kabelzubehörteilen, z. B. Kabelendverschlüssen, Muffen, dienen. Es werden 2 Hauptgruppen unterschieden:

1. Heiß zu vergießende F. 2. Kalt zu verarbeitende F.

Zu 1.: isolierende, homogene und schmelzbare Massen, meist auf Bitumenbasis, die in heißem Zustand verarbeitet werden. Dazu gehören: 1.1. Normale Masse, Kennbuchstabe: SN; Farbkennzeichnung der Behälter: blau; Verarbeitungstemperatur: 150° C. Dient zum Füllen des Raumes zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe u. dgl. für Fernmeldekabel mit Bleimantel. 1.2. Masse erhöhter Haftfestigkeit und Plastizität, Kennbuchstabe: SP; Farbkennzeichnung der Behälter: rot; Verarbeitungstemperatur: 150° C nach VDE 0351. Die DBP schreibt wegen der wärmeempfindlichen Kabelschutzhüllen — besonders Polyäthylen — 120° C vor. Dient zum Füllen des Raums zwischen Innen- und Außenmuffen u. dgl. für Fernmeldekabel mit Aluminium- oder Stahlwellmantel. 1.3. Helle F., Kennbuchstabe: FH; Farbkennzeichnung der Behälter: gelb; Verarbeitungstemperatur: 135° C. Dient zum Füllen des Innenraumes von Zubehörteilen, Muffen, Endverschlüssen, Spulenkästen u. dgl. für Fernmeldekabel und bei besonderer Einstellung auch für das Fertigen von Stopfstellen in papierisolierten Kabeln. Die Eigenschaften der unter 1.1 bis 1.3 aufgeführten Massen und die Verfahren, nach denen sie geprüft werden, sind in den VDE 0351 »Vorschriften für heiß zu vergießende Füllmassen für Kabelzubehör sowie für → Abbrühmassen« aufgeführt. Die F. unter 1.1 und 1.2 werden auch für Starkstromkabel mit einer Nennspannung bis 10 kV verwendet.

Zu 2.: isolierende, homogene, z. T. erst aus 2 Komponenten zu mischende kalt fließende Massen verschiedener Viskosität, die im kalten Zustand verarbeitet werden. 2.1. Kaltpreßmasse, auf Bitumen-

basis, sehr zähflüssig, nur mit Handpressen verarbeitbar, wird z. Z. nur in der Starkstromtechnik verarbeitet und dient dort zum Füllen des Raumes zwischen Innen- und Schutzmuffe für Starkstromkabel sowie der Kabelzubehörteile. 2.2. Kaltvergußmasse, Zwei-Komponenten-Masse auf Bitumenbasis, eine flüssige Komponente — Öl — und eine pulvrige Komponente — gemahlenes, trockenes Bitumen. Vor der Verarbeitung Mischung beider Komponenten in einem Kunststoffbeutel zu einer noch gut fließbaren Masse, die nach dem Ausgießen geliert. Wird in der Fernmeldetechnik aus wirtschaftlichen Gründen z. Z. nur zum Füllen des Raumes zwischen Innen- und Außenmuffe u. dgl. für Kabel mit wärmeempfindlichen Ein- und Aufbauten verwendet, kann aber in Zukunft auch Bedeutung für die unter 1.1 und 1.2 aufgeführten Kabel haben, da unfallfreies Arbeiten ohne Verbrennungsgefahr gewährleistet ist. Eigenschaften, denen die Massen unter 2.1 und 2.2 entsprechen müssen, und Verfahren, nach denen sie geprüft werden, sind vom VDE noch festzulegen (Vorschriften in Bearbeitung). 2.3. Gießharz, Zwei-Komponenten-Masse - Harz und Härter - auf Epoxyd- oder Polyurethan-Basis, Mischung beider Komponenten vor dem Verarbeiten, nach dem Vergießen oder Verpressen Aushärtung der flüssigen Gießharze durch chemische Reaktion, dient in der Fernmeldetechnik bei Verwendung von kunststoffisolierten Außenkabeln zum Füllen der Vergußkammern von Endverschlüssen, zum punktförmigen Ausfüllen der Kabelseele als Stopfstelle bei Druckluftüberwachung und zum Eingießen von Zugösen in die Kabelenden. Das Verarbeiten von Gießharzen als F. für kunststoffisolierte Fernmeldekabel steht z. Z. erst in den Anfängen und bedarf noch weiterer Entwicklung.

Literatur: VDE 0351/11.60, 0351a/5.62, »Vorschriften für heiß zu vergießende Füllmassen für Kabelzubehörteile sowie für Abbrühmassen«.

Zoch

Füllsäure → Akkumulatoren.

Füllsender → Fernsehumsetzer.

Füllstoffe. Preßmassen bestehen in der Hauptsache aus einem wärmehärtenden Kunstharz und erheblichen Mengen F., der keineswegs ein bloßes Streckmittel ist, sondern die Eigenschaften des fertigen Preßteiles entscheidend mitbestimmt, daher auch besser Harzträger genannt wird. Man unterscheidet deshalb Preßmassen nicht nur nach der Art des in ihnen enthaltenen Kunstharzes voneinander, sondern auch nach der Natur und Form ihres F.; es gibt im wesentlichen fein- und grobkörnige Pulver, Flocken, Fasern, Gewebeschnitzel und Bahnen.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Band V, 1957.

Füllungsgrad von Batterien gibt an, mit wieviel v. H. der Nennkapazität eine Batterie geladen ist. Er kann mit Hilfe der entnommenen Strommenge oder der Säuredichte ermittelt werden. Bei der Ermittlung des F. mit Hilfe der entnommenen Strommenge muß beachtet werden, daß nur bei Entladung mit dem Strom für 10stündiges Entladen die entnehmbare Strommenge mit der Nennkapazität ins Verhältnis gesetzt werden kann.

$$F = \frac{\text{Istkapazität}}{\text{Nennkapazität}} \cdot 100 \quad [\text{v. H.}] .$$

Im allgemeinen verwendet man jedoch zur Ermittlung des F. die Säuredichte. Der F. beträgt in diesem Fall

$$F = \frac{\text{Gemessene Säuredichte} - \text{untere Grenze der Dichte}}{\text{Vorgeschriebene Säuredichte} - \text{untere Grenze der Dichte}} \cdot 100 \quad [\text{v. H.}] .$$

Als untere Grenze der Dichte wird die Säuredichte bezeichnet, die die Säure annimmt, wenn gerade die vom Lieferer gewährleistete Strommenge für 10stündiges Entladen entnommen worden ist. Die untere Grenze der Säuredichte wird vom Lieferer der Batterie angegeben.

Funk, Bestimmungswort von Wortzusammensetzungen in Verbindung mit der Anwendung elektromagnetischer Wellen; in der Umgangssprache auch als selbständiger Begriff (Hauptwort) benutzt.

Funkamateur →Amateurfunk, →Gesetz über Amateurfunk.

Funkamt → Ämter des Fernmeldewesens.

Funkanlage. 1. Ein fernmelderechtlicher Begriff, der nach dem FAG elektrische Sendeeinrichtungen sowie elektrische Empfangseinrichtungen umfaßt, bei denen die Übermittlung von Nachrichten, Zeichen, Bildern oder Tönen ohne Verbindungsleitungen oder unter Verwendung elektrischer, an dem Leiter entlanggeführter Schwingungen stattfinden kann (vgl. → Genehmigung von Funkanlagen).

Sprechfunkanlage, eine Funkanlage, die vorzugsweise der Sprachübertragung mit dem Frequenzumfang von 300 — 2700 oder 3400 Hz auf einem, mehreren oder vielen hundert Frequenzkanälen dient.

Sprechfunkanlagen kleiner Leistung sind insbesondere Funkanlagen im Frequenzbereich 26960—27280 kHz mit Abständen von 10 kHz.

4 Frequenzgruppen zu 5 bis 8 Kanälen sind für folgende Bedarfsträger vorgesehen:

Gruppe I Organe mit Sicherungsaufgaben

Gruppe II Behörden und Verbände, die Aufgaben im öffentlichen Interesse zu erfüllen haben

Gruppe III Industrieunternehmen für den inneren Betrieb, Hoch- und Tiefbauunternehmen für die Verständigung an Baustellen

Gruppe IV der Förderung des Sports dienende sportliche Vereinigungen sowie Handel und Gewerbe für wirtschaftliche Zwecke.

Es wird jeweils eine Frequenzgruppe zugeteilt, die Wahl der Betriebsfrequenz innerhalb der Gruppe bleibt dem Inhaber der Genehmigung überlassen.

Zugelassen werden grundsätzlich nur Anlagen mit einer Strahlungsleistung von 100 mW.

Im Ausland werden derartige Sprechfunkanlagen auch als Citizenband-Anlagen bezeichnet, die dann vielfach von »Jedermann« benutzt werden können.

Klein-Sprechfunkanlagen sind durch Senderausgangsleistungen bis 1 Watt gekennzeichnet.

Induktions-Funkanlage, eine Funkanlage, bei der die drahtlose Übertragung mittels der Induktionsleitung zweier gekoppelter Drahtschleifen erfolgt. Hierbei wird die eine Schleife fest ausgelegt und umfaßt z. B. das Gebiet eines Grundstückes oder Industriegeländes. Innerhalb dieses Gebietes ist ein Betrieb mit der beweglichen Funkanlage möglich, außerhalb fällt das Induktionsfeld sehr schnell ab, so daß die Störeinwirkungen gegenüber anderen Funkanlagen gering sind und solche Induktions-Funkanlagen eng benachbart, unabhängig voneinander eingesetzt werden können. Betriebsströme bis 2,5 A in der ortsfesten Schleife sind üblich. Frequenzen bis 135 kHz werden benutzt.

2. Ein nachrichtentechnischer Begriff im Sinne einer → Funkstelle. Diese Anwendung ist vor allem bei Funkanlagen des → festen Funkdienstes ausgeprägt, wo oft nach einer Sendefunkanlage — einer Zusammenfassung von Sendern — und nach einer Empfangsfunkanlage — einer Zusammenfassung von Empfängern — unterschieden wird. *Binz*

Funkanlagen des nöbL für ein- bzw. zweiseitige Übertragung → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Funkastronomie → Astronomiefunkdienst.

Funkausrüstung der Schiffe. Nach dem Internationalen Übereinkommen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See (Schiffssicherheitsvertrag; ISSV) müssen in Auslandsfahrt ausgerüstet sein (Ausrüstungspflicht):

a) Fahrgastschiffe — d. s. Schiffe, die mehr als 12 Personen befördern — jeder Größe und Frachtschiffe von 1600 und mehr BRT mit einer Telegrafie-Seefunkstelle für den Frequenzbereich 405—535 kHz (Mittelwellen);

b) Frachtschiffe von mindestens 300, jedoch weniger als 1600 BRT — sofern sie nicht mit einer Funkstelle zu a) ausgerüstet sind — mit einer Sprech-Seefunkstelle für den Frequenzbereich 1605—3800 kHz (Grenzwellen);

Je nach Schiffsart und -größe, Anzahl der beförderten Personen usw. ist für Schiffe zu a) und b) außerdem vorgeschrieben die zusätzliche Ausrüstung

c) mit Peilfunkgeräten, die Funkpeilungen gestatten, aus denen die rechtweisende Peilung und die Richtung bestimmt werden können;

d) der Motorrettungsboote mit Telegrafiefunkgeräten, die auf der Telegrafie-Notfrequenz 500 kHz und der Rettungsgerät-Frequenz 8364 kHz senden können;

e) mit tragbaren Funkgeräten für Rettungsboote und -flöße, die auf 500 und 8364 kHz oder 500 und der Sprechfunk-Notfrequenz 2182 kHz senden können.

Funkanlagen zu a) müssen aus einer Haupt- und einer Ersatzanlage bestehen (Hauptsender und -empfänger, Ersatzsender und -empfänger), die elektrisch getrennt und elektrisch voneinander unabhängig sind (Haupt- und Ersatzstromquelle); ferner müssen eine Haupt- und eine Ersatzantenne vorhanden sein; für Ersatzsender sind für bestimmte Schiffe Ausnahmen möglich; der Ersatzsender kann ein Notsender sein, d. i. ein Sender, der ausschließlich für Notfälle, Dringlichkeits- oder Sicherheitszwecke benutzt werden darf.

Funkanlagen zu b) müssen aus einem Sender und einem Empfänger bestehen; bestimmte Schiffe benötigen eine Haupt- und eine Ersatzstromquelle.

Die Sender zu a) und die Geräte zu d) sowie die Geräte zu e), die auf den Frequenzen 500 und 8364 kHz senden können, müssen eine selbsttätige Tastvorrichtung zur Aussendung des Telegrafiefunk-Alarm- und Notzeichens besitzen, der Sender zu b) eine Vorrichtung zur selbsttätigen Erzeugung des Sprechfunk-Alarmzeichens (→ Alarmzeichen), die Geräte zu e) mit 500 und 2182 kHz Vorrichtungen für Telegrafie- und Sprechfunk-Alarmzeichen.

Jedes ausrüstungspflichtige Schiff, das eine Funkanlage zu a) besitzt, muß, sofern nicht eine ununterbrochene Hörwache auf 500 kHz durch einen Funkoffizier (→ Funker) sichergestellt ist, mit einem selbsttätigen Telegrafiefunk-Alarmgerät (auch Autoalarmgerät genannt) ausgerüstet sein; d. i. ein selbsttätiger Alarmzeichenempfänger, der auf das Telegrafiefunk-Alarmzeichen anspricht und ein hörbares Warnzeichen im Funkraum, im Schlafraum des Funkoffiziers und auf der Brücke auslöst.

Die für Seefunkstellen zu b) vorgeschriebene ununterbrochene Hörwache auf 2182 kHz wird oft mit einem zusätzlichen Wachempfänger wahrgenommen.

Durch den ISSV werden auch die betriebl. und techn. Erfordernisse der Geräte festgelegt.

Die Vorschriften des ISSV, der nicht für Fischereifahrzeuge gilt, werden für Seeschiffe, die die Bundesflagge führen, durch die »Funksicherheitsverordnung« modifiziert, die an die Funkausrüstungspflicht z. T. höhere Forderungen stellt als der ISSV; danach müssen z. B. auch Fischereifahrzeuge von bestimmter Größe an mit Funkanlagen zu a) oder b) ausgerüstet sein; mit b) ausrüstungspflichtige Fischereifahrzeuge benötigen zusätzlich einen Sicherheitsempfänger (Wachempfänger) für 2182 kHz.

Da Seefunkstellen nicht nur Sicherheits-, sondern auch kommerziellen Funkverkehr abwickeln und die Geräte zu a) und b) hierfür nicht immer ausreichen, sind sie meist zusätzl. mit Geräten für Funkverkehr auf Kurzwellen (Telegrafie/Sprechfunk) und UKW (Sprechfunk) ausgerüstet; in neuerer Zeit nimmt die Ausrüstung mit Fernschreibern, Faksimile-Geräten u. ä. zu. Nichtausrüstungspflichtige Schiffe sind oft ebenfalls mit Funkanlagen ausgerüstet.

Außer den Peilfunkgeräten zu c) zählen zu den Ortungsfunkanlagen auf Seeschiffen noch Radar und Funkgeräte für Navigationssysteme wie Loran, Decca usw. Auf nicht ausrüstungspflichtigen Schiffen, z. B. Jachten, kommen auch Kleinpeiler für Zielfahrt zum Einsatz; d. s. Peilfunkgeräte, deren Antennen(Rahmen)-system fest mit dem Schiffskörper verbunden ist; sie sind daher wohl für Zielfahrt, nicht aber für Standortbestimmung verwendbar.

In der BRD beheimatete Schiffe können auch mit anderen als Funkanlagen für den See- und Ortungsfunkdienst ausgerüstet werden, z. B. mit Funkanlagen für den öffentlichen beweglichen Landfunkdienst, für den Internationalen Rheinfunkdienst, mit Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26900 — 27280 kHz (nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst).

Alle Funkanlagen müssen den technischen Vorschriften der DBP entsprechen und für den vorgesehenen Verwendungszweck zugelassen sein. Für die Zulassungen ist das Fernmeldetechnische Zentralamt der DBP zuständig. Ortungsfunkanlagen müssen außerdem hinsichtlich ihrer navigatorischen Eignung typenmäßig vom Deutschen Hydrographischen Institut zugelassen sein. *Förster*

Funkaussendung. Jede gewollte Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes durch Abstrahlungen über die Antennen von Funksendeeinrichtungen.

Der Begriff Funkausstrahlung umfaßt darüber hinaus auch die anderen Abstrahlungen (z. B. über innere Schaltmittel oder das Gehäuse). Den unerwünschten Teil der Funkausstrahlungen faßt man unter Nebenaussendungen zusammen, das sind Aussendungen auf einer Frequenz oder auf Frequenzen, die außerhalb des erforderlichen Bandes liegen und deren Pegel herabgesetzt werden kann, ohne die Übertragung der Nachricht zu beeinflussen. Nebenaussendungen umfassen »Harmonische«, »Parasitäre«, »Mischfrequente« und andere Aussendungen, schließen jedoch die Randaussendungen aus.

Harmonische Aussendung ist eine Aussendung von Schwingungen, die durch Vervielfachung der innerhalb der belegten Bandbreite vorkommenden Frequenzen entstehen.

Parasitäre Aussendung ist eine Aussendung auf Frequenzen, die unabhängig von den innerhalb der belegten Bandbreite vorkommenden oder den zu ihrer Erzeugung benutzten Frequenzen sind.

Mischfrequente Aussendungen umfassen »Sendereigene« und »Senderfremde Kombinationsschwingungen«.

Randaussendung ist die außerhalb der erforderlichen Bandbreite abgegebene Leistung, die durch den Modulationsprozeß für die Übertragung der Nachrichten entsteht.

Der Begriff »Nebenaussendung« deckt sich im wesentlichen mit dem in der → Vollzugsordnung für den Funkdienst verwendeten Ausdruck »unerwünschte Ausstrahlung« (→ Aussendung, radiofrequente).
Literatur: DIN 45010. *Binz*

Funkausstrahlung → Funkaussendung.

Funkbetrieb, technischer, umfaßt die Anwendung aller Maßnahmen, die zur ordnungsgemäßen und einwandfreien Übertragung von Nachrichten bei einer Funkstelle nötig sind. Hierzu gehören: rechtzeitiges Bereitstellen von Sendern für eine Nachrichtenübertragung, Einstellen der Sendefrequenz am Steuersender, Wahl der erforderlichen Sendeart, z. B. Amplitudenmodulation, Frequenzmodulation, Telegrafie, Bildübertragung o. a., Anschalten der Antenne, Abstimmen und Einschalten (Hochfahren) des Senders, Anschalten der Kontroll- und Meßgeräte, Einpegeln auf die gewünschte Signalstärke (Aussteuerung), Aufschalten der Modulationsleitung und Freigeben des Senders für die Sendung. Eine zeitlich geordnete Übersicht über den Verlauf des technischen Funkbetriebes enthält das Betriebstagebuch, in das die Sendezeiten, benutzte Frequenzen, Senderleistung, Art der Sendung, Angaben über die benutzte Antenne (Strahlrichtung) und alle besonderen Vorkommnisse, z. B. Unterbrechungen oder Einschränkungen infolge technischer Fehler u. dgl. vom Betriebspersonal eingetragen werden müssen. Zum technischen Funkbetrieb gehören auch die Messungen und technischen Prüfungen der Sendereinrichtungen. Technische Überwachungs- und Meßeinrichtungen sind bei jeder Funkstelle je nach Art und Größe der Anlage in entsprechendem Umfang vorhanden. Sie bilden die Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb und bieten die Möglichkeit, Fehler bereits zu erkennen oder zu verhüten, bevor die Übertragungsgüte merkbar beeinträchtigt oder der Betrieb gestört wird. Im wesentlichen werden zwei Gruppen von Meßeinrichtungen unterschieden: Betriebsinstrumente, die zur Einstellung und laufenden Überwachung der Sender gehören, und die Meßeinrichtungen für die regelmäßige oder gelegentlich nötige Kontrolle der Übertragungsgüte. Instrumente der ersten Gruppe sind gewöhnlich im Sendergehäuse eingebaut. Man beschränkt sich dabei hauptsächlich auf Gleichstrominstrumente. An diesen werden die sog. Betriebswerte des Senders angezeigt.

Es bedeutet eine wesentliche Vereinfachung, auf Grund der Gleichstromanzeige die Hochfrequenzfunktion eines Senders zu überwachen. Im allgemeinen genügt es, neben der Anodengleichspannung den Anodengleichstrom und den Gittergleichstrom zu messen. Nach der Anzeige dieser Instrumente ist der Sender abzustimmen und zu beurteilen, ob die richtigen Leistungsverhältnisse vorliegen. Im allgemeinen wird erwartet, daß ein Sender aufgrund der Einstellung nach seinen Betriebswerten richtig arbeitet, d. h. daß er die erforderliche Leistung abgibt und die Nachricht verzerrungsfrei überträgt. Für die genaue Kontrolle ist es aber unerläßlich, auch die Messungen auszuführen, die für die Übertragungsgüte maßgebend sind. Zu diesem Zweck wird die Aussendung am Ausgang des Senders oder an der Antenne überwacht, indem ein geringer Energieteil abgenommen, demoduliert und den Meßgeräten zugeführt wird. Die Messungen sind je nach der Art der Aussendungen verschieden. Sie richten sich im wesentlichen nach der angewandten Sendeart. Messungen zur Überwachung der Güte der Aussendungen sind an der Sendestelle laufend vorzunehmen. An größeren Sendestellen ist daher eine Reihe von geeigneten Meßgeräten vorhanden, und zwar werden gemessen: → Störmodulation, lineare Verzerrungen, nichtlineare Verzerrungen, das lineare Nebensprechen, und das nichtlineare Nebensprechen, schließlich die Telegrafiergeschwindigkeit und die Telegrafieverzerrungen.

Die Messungen sollen die erforderliche Übertragungsgüte gewährleisten. Sie sollen aber auch sicherstellen, daß die Aussendungen anderer Stationen nicht gestört werden. Hierzu dienen folgende Messungen: RF-Bandbreite der Sendungen. Gemessen werden die erforderliche Frequenzbandbreite, die für die verzerrungsfreie Übertragung einer Nachricht nötig ist, und auch die tatsächlich belegte Bandbreite, d. h. das Frequenzband, das bei Übertragung einer bestimmten Nachricht von der Aussendung in Anspruch genommen wird; unerwünschte Aussendungen, und zwar hochfrequente Störschwingungen und Harmonische der Sendefrequenz. Weiterhin Nebenwellen, und zwar Harmonische von Frequenzen, die zur Herstellung der Sendefrequenz benötigt werden, sowie Kombinationsschwingungen und Kreuzmodulationsprodukte, die durch Einwirkung von Aussendungen anderer Sender hervorgerufen werden. Schließlich hochfrequente Ausstrahlungen außerhalb des erforderlichen Frequenzbandes, die durch unvollkommene Modulation erzeugt werden, → Randaussendungen, Messung der Aussteuerung, und zwar des Modulationsgrades bei Amplitudenmodulation und des Frequenzhubes bei Frequenzmodulation.

Betriebsinstrumente sind in den Sendern selbst enthalten. Dagegen werden aus wirtschaftlichen Gründen Instrumente und Geräte für die Überwachung der Übertragungsgüte meistens nur in einer einzigen Ausfertigung vorgesehen, auch wenn mehrere Sender vorhanden sind. Um diese Instrumente allgemein verwenden zu können, sind sie tragbar oder fahrbar auf Instrumententischen aufgebaut, damit sie an jedem Sender benutzt werden können. In größeren modernen Anlagen sind besondere Meßräume mit fest eingebauten Instrumenten und Geräten vorhanden. In diesem Falle werden die Meßspannungen von den Sendern her an das Meßgestell herangeführt. Solche Einrichtungen können aber nur dann verwendet werden, wenn die Anlage so ausgeführt ist, daß gegenseitige Beeinflussungen der verschiedenen Sender und Leitungen ausgeschlossen sind. Im Hinblick auf geringe Nebensprechwerte (Entkoppelung bis zu 8 Np) werden an Meß- und Modulationsleitungen hohe Anforderungen gestellt.

Literatur: H. J. Ellissen, Betriebsmessungen an Kurzwellensendern großer Leistung. Fernmelde-Ing. 11 (1957), Heft 9 u. 12, (1958) Heft 2.

Prokott

Funkbetriebseinsatzstelle (FuBE). Eine Betriebsstelle der DBP zur zentralen Bearbeitung übergeordneter Aufgaben im Europa- und Übersee-Sende- und Empfangsfunkdienst. Diese Dienststelle ist für den zeitgerechten Einsatz der Funkbetriebsmittel und das Auswählen der Betriebsfrequenzen zuständig. Während der Übertragungszeiten werden die Funklinien hinsichtlich ihres Übertragungszustandes laufend überwacht und den ständig wechselnden Übertragungsbedingungen angepaßt.

Funkboje zur Kennzeichnung der Seenotposition. Eine selbsttätige, rundstrahlende Funkboje, die die Sicherheit des menschlichen Lebens auf See verbessern soll.

Die Funkboje ist schwimmfähig und kann daher von Fahrzeugen in Not — z. B. von einem sinkenden Schiff, dessen Funkanlage ausgefallen ist oder bald ausfallen wird — ins Wasser geworfen werden. Ihre Aussendungen können von den zu Hilfe eilenden Fahrzeugen gepeilt werden. Dadurch werden die Such- und Rettungsarbeiten erleichtert.

Die Funkboje sendet auf der Sprechfunk-Notfrequenz 2182 kHz bzw. auf der Flugfunk-Dringlichkeitsfrequenz 121,5 MHz und/oder auf der Frequenz 243 MHz, die von Funkstellen auf Rettungsbooten und -flößen benutzt werden kann.

Gebräuchliche, aus der englischen Bezeichnung »Emergency Position Indicating Radio Beacon« abgeleitete Abk.: EPIRB.

Funkdienst. Ein Begriff zur Abgrenzung verschiedener Anwendungsbereiche der drahtlosen Nachrichtenübermittlung (s. Tafel auf der gegenüberstehenden Seite). Hinsichtlich der Frequenzzuweisung an Funkdienste → Frequenz (Funk) unterscheidet man Primärer Funkdienst: Bevorrechtigter Funkdienst hinsichtlich der Frequenzbenutzung eines an mehrere Funkdienste gemeinsam zugewiesenen Frequenzbereiches.

Zugelassener Funkdienst: Ein dem primären Funkdienst mit Ausnahme der Aufstellung von Frequenzplänen gleichrangiger Funkdienst.

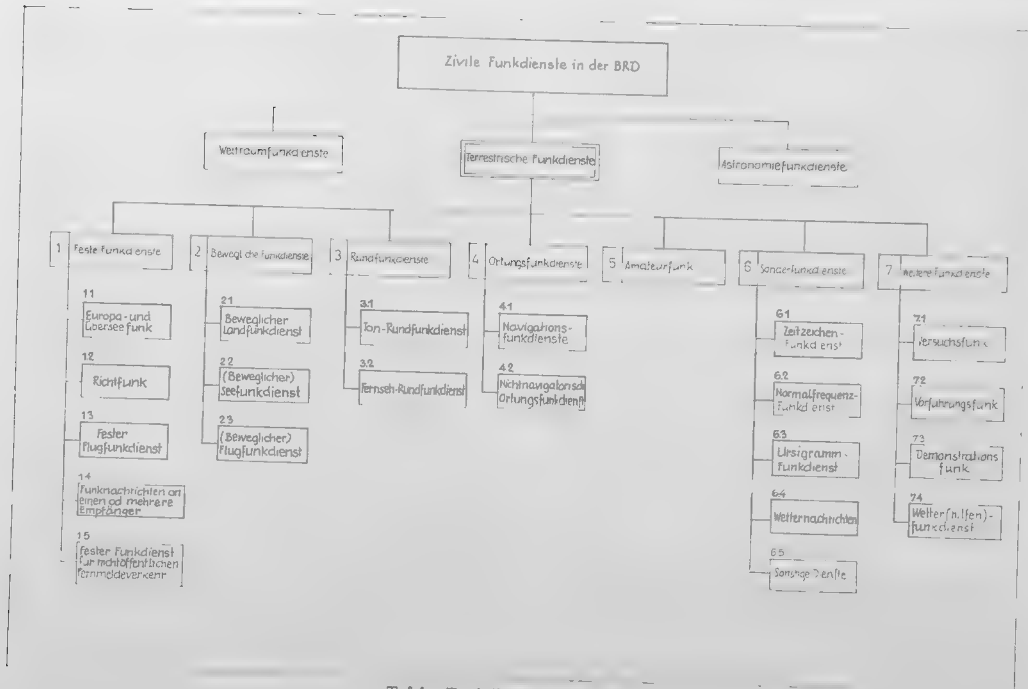
Sekundärer Funkdienst: Nachrangiger Funkdienst hinsichtlich der Frequenzbenutzung eines an mehrere Funkdienste gemeinsam zugewiesenen Frequenzbereiches.

Binz

Funkdurchsagedienst (FuDD). Ein einseitiger Funkdienst, bei dem von einer Zentralstelle aus Nachrichten zu einer beliebigen Anzahl zugeordneter Empfangsfunkanlagen durchgesprochen werden. Zu einer einzeln zu errufenden Empfangsgruppe müssen mindestens 10 Empfangsfunkanlagen gehören. Die Nachrichten dürfen nur Warenangebote enthalten.

Funkenbildung → Funkstörquelle.

Funkenerosion. Funkenerosive Werkzeugmaschinen setzen an die Stelle der zerspanenden Werkzeugschneide Elektroden. Zwischen diesen finden plötzliche, kurzzeitige elektrische Entladungen — Funkenentladungen — statt. Die hierbei auftretende Materialabtragung ist bei den beiden Elektroden verschieden. Unter den heute bekannten Bedingungen kann diese Materialabtragung zum weitaus größten Teil z. B. auf die negative Elektrode konzentriert werden. Schon sehr früh konnte man feststellen, daß die Materialabtragung gewaltig zunimmt, wenn beide Elektroden in eine dielektrische (elektrisch nicht leitende) Flüssigkeit getaucht werden. Das abgetragene Material wird in Form von Mikrokugelspänen in der Flüssigkeit wiedergefunden. Die Materialabtragung auf der einen Elektrode findet mehr oder weniger unabhängig von der Härte und Zähigkeit des Werkstoffes statt. Man kann ohne weiteres gehärtete Stähle, Hartmetalle, Nimonic, Titan, Kupfer usw. bearbeiten, und zwar mit einer Werkzeugelektrode aus Graphit, Messing, Kupfer, Aluminium, Stahl, Wolframkupfer, Speziallegierungen wie z. B. Agietal, usw., also aus leicht bearbeitbarem



Tafel. Funkdienste in der BRD.

Werkstoff. Die Prinzipschaltung ist einfach und stellt einen Stromkreis — den Arbeitskreis — mit einem geringen Ohmschen Widerstand und geringer Induktivität dar. Die Speisung des Arbeitskreises erfolgt von einer Gleichstromquelle über einen strombegrenzenden Widerstand; parallel zum Arbeitskreis liegt ein Kondensator. Das zu bearbeitende Werkstück wird als Anode der Funkenstrecke und die Werkzeugelektrode als Kathode geschaltet. Beide Elektroden werden in Petroleum, Öl usw. getaucht. Die Funktionsweise dieser Schaltung ist folgende: der Kondensator wird von der Gleichstromquelle über den Widerstand aufgeladen. Die Spannung an den Elektroden wird so lange gesteigert, bis im Elektrodenzwischenraum eine Entladung stattfindet, welche Metalle abhebt.

Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch. Durch Änderung der elektrischen Parameter des Ladekreises (R, C) kann der Vorgang gesteuert werden.

Die Funkenentladung beginnt mit dem Durchschlag des den Zwischenraum ausfüllenden Dielektrikums und dauert allgemein nicht länger als 10^{-6} bis 10^{-4} s. Der physikalische Unterschied zwischen einer Funkenentladung und dem Lichtbogen besteht für die Elektroerosion im wesentlichen darin, daß in der Funkenentladung Stromdichten in der Größenordnung von 10^{5} bis 10^{6} A/cm^2 erzielt werden, die im Lichtbogen nicht erreichbar sind.

Literatur: W. Ullmann, Dipl.-Ing. Losene, Der Elektroniker, Verlag Aargauer Tagblatt, Okt. 1965.

Dietrich

Funkenlöschung → Relais unter 4.1.1.11., 5.

Funkensender, ein Funksender, der mit einer Funkenstrecke betrieben wird.

Funkenstrecke → Funkstörquelle.

Funk-Entstörmittel sollen durch Dämpfung der Störenergie deren Ausbreitung verhindern. Diesem Zweck dienen Kondensatoren, Spulen und Widerstände. Je nach Frequenz und Energieanteil des sie durchfließenden Stromes und der an ihren Klemmen liegenden Spannung müssen diese Funk-Entstörmittel bemessen werden. Gegenüber den Kondensatoren, die entstehende HF-Energie kurzschließen, wirken die Drosselspulen als Sperrdrosseln. Sie liegen im Leitungszug des Netzstromes und dürfen bei erheblicher Dämpfung der Hochfrequenz nur einen geringen Spannungsabfall für den sie durchfließenden Netzstrom haben. Rein ohm'sche Widerstände werden als HF-Widerstände in elektrischen Leitungen eingeschaltet, um auftretende Funken so stark zu dämpfen, daß entstehende HF nicht mehr merkbar abgestrahlt wird. Ein Funkenlöschwiderstand dagegen liegt in Reihenschaltung mit einem üblichen Kondensator parallel zu einem Kontakt, um den Abreißfunken zu mindern.

Siebmittel sind: Funk-Entstörkondensatoren, Drosselspulen und mitunter auch Widerstände. In Kombinationen werden sie als Funk-Entstörsiebglieder in Elektrogeräten, möglichst nahe bei der Funkstör-

quelle, eingebaut. Ferritperlen, die auf Leitungen zur induktiven Dämpfung der HF aufgezogen werden, und Varistoren, mitunter auch Zenerdioden werden als Funk-Entstörmittel verwendet. Die Größe für die Wirkung eines Entstörfilters ist die Einfügungsdämpfung oder bei Verwendung eines Entstörkondensators sein Kernwiderstand. Einfügungsdämpfung und Kernwiderstand sind frequenzabhängig.

F. sollen so bemessen werden, daß bei einer wirksamen Höhe der Betriebsantenne von mindestens 0,5 m an den Antennenklemmen des Geräts sich verhalten:

$$\frac{\text{Nutzspannung}}{\text{Störspannung}} = \frac{\text{Empfangsspannung, die vom Sender herrührt}}{\text{Empfangsspannung, die von der Störquelle stammt}}$$

1. Bei Rundfunk- und Sprechfunkdiensten: $\frac{100}{1}$ entsprechend 40 dB.
2. Bei Telegrafiefunkdiensten: $\frac{50}{1}$ entsprechend 36 dB.
3. Bei Fernsehrundfunkdiensten: $\frac{200}{1}$ entsprechend 46 dB.

Kuning

Funk-Entstörung. Für die zu entstörenden Geräte, Maschinen und Anlagen gelten VDE-Bestimmungen, insbesondere VDE 0875. Außerdem die Technischen Bedingungen für HF-Geräte, die in Anlage 1 zur Verwaltungsanweisung zum HfrGerG festgelegt sind. Die F. beginnt mit dem Entstörversuch. Durch probeweises Einbauen von Funk-Entstörmitteln in ein Elektrogerät und durch Messen der geminderten Störspannung bzw. der abgestrahlten Störfeldstärke soll ein erwünschter Funkstörgrad erreicht werden. Je nach Eigenart und innerem Widerstand der Störquelle kann dies erzielt werden durch Längsentstörung, Querentstörung, durch eine Breitbandentstörung oder durch eine Larsenschaltung (siehe Bild 1).



Bild 1. Larsenschaltung.

Nur wenn die Entstörung nach dem vorgeschriebenen Funkstörgrad den gesamten Frequenzbereich, der von der Störquelle erzeugt wird, umfaßt, wird das Funkschutzzeichen von der Prüfstelle des VDE erteilt (Bild 2). Es bietet die Gewähr für die Einhaltung des auf ihm vermerkten Funkstörgrades. Die → VDE-Prüfstelle prüft und überwacht, ob die vorgeschriebenen Bedingungen eingehalten werden.



Bild 2. Funkschutzzeichen.

Eine Entstörung von Empfangsantennen gibt es in vorstehendem Sinne nicht. Nur durch → Entkopplung von durch Leitungen verschleppten Funkstörungen (entsprechende Wahl des Antennenaufstellungsortes und der -niederführung) kann eine Entstörung erreicht werden. Alle den Ton- und Fernseh-Rundfunkempfang beeinträchtigenden Einwirkungen werden allgemein als Rundfunkstörung bezeichnet. Die Rundfunkentstörung soll sich dagegen nur auf die Abstellung der Mängel erstrecken, die von elektrischen Geräten in den Rundfunkfrequenzbereichen verursacht werden. Im besonderen Fall der Kraftfahrzeugentstörung gibt es die Grundentstörung, die auch als Fernentstörung bezeichnet wird. Bei ihr wird die Störwirkung der Zündanlage des Ottomotors mit bestimmten Bauteilen nach Katalog soweit gemindert, daß die in der Vorschrift VDE 0879 Teil 1 festgelegten Grenzwerte der Störfeldstärke (in etwa 10 m Entfernung) nicht überschritten werden. Dagegen ist bei der Nah- oder Eigenentstörung ein erheblicher größerer Aufwand notwendig, um ein Rundfunkprogramm im eigenen Fahrzeug störungsfrei empfangen zu können.

Literatur: Seelemann, Funk-Entstörung, Elsner-Verlag, Darmstadt—Berlin.

Kuning

Funkentstörung auf Schiffen. Für einen einwandfreien Funkempfang an Bord ist ein Mindestmaß an Entstörung erforderlich. Durch die Verwendung von Bleikabeln und durch den Eisenschiffskörper ist die Entkopplung der Antennen vom Bordnetz verhältnismäßig gut. Trotzdem sollte im allgemeinen der Funkstörgrad G (im Funkraum N—K) eingehalten werden. Wegen der F. dürfen keine Kabel durch den Funkraum geführt werden.

Funker. Person, die eine Funkstelle (FuSt) bedient. Nach der Vollzugsordnung für den Funkdienst darf der Dienst jeder See- oder LuftFuSt im allgemeinen nur von F. ausgeübt werden, die ein Funkzeugnis (→ Flugfunkzeugnis; → Seefunkzeugnis) besitzen, das die für diese FuSt zuständige Regierung ausgestellt oder anerkannt hat. Das Personal der Küsten- und BodenFuSt muß die berufliche Befähigung besitzen, einen einwandfreien Dienst zu gewährleisten. Die verantwortlichen Verwaltungen treffen die notwendigen Maßnahmen, um dies sicherzustellen.

Fällt während eines Fluges oder einer Seereise der F. aus, so kann eine andere Person als Aushilfsfunker verwendet werden; hat dieser kein ausreichendes oder überhaupt kein Funkzeugnis, so muß der Funkdienst beschränkt bleiben auf Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitsfälle und dringende Meldungen über Navigation und Flugsicherheit des Luftfahrzeugs bzw. über die Fahrt des Schiffes.

Die F. der Küsten- und SeeFuSt werden als Seefunker, die der Boden- und LuftFuSt als Flugfunker bezeichnet.

Seefunker, die das Seefunkzeugnis 1. oder 2. Klasse besitzen und in der TelegrafieFuSt eines Schiffes beschäftigt sind, haben die Stellung eines Schiffsoffiziers und führen die Berufsbezeichnung »Funkoffizier«.

Neben den hauptberuflichen gibt es nebenberufliche F.; z. B. nautische Schiffsoffiziere, die den Sprechfunkdienst von SeeFuSt, die nur mit Sprechfunk ausgerüstet sind, neben ihren Pflichten als nautischer Offizier ausüben.

Die im innerdienstlichen Funkverkehr der Behörden beschäftigten F. werden als Behördenfunker bezeichnet (Funkamateur → Amateurfunk). *Förster*

Funkfeld. Es ist im → Richtfunknetz (Rifu-Netz) die kleinste Einheit und besteht aus einer sendenden und einer empfangenden Rifu-Stelle. Die Entfernung zwischen dem Sender und dem Empfänger ist die F.-Länge. Die mittlere F.-Länge soll bei einer → Richtfunklinie bzw. einer → Richtfunkgrundleitung im Durchschnitt etwa 50 km betragen. Die → Richtfunksysteme sind dementsprechend dimensioniert.

Das über ein F. zu übertragende Signal erfährt vom Sender bis zum Empfänger eine Dämpfung. Teile der → Systemdämpfung: → Funkfelddämpfung, → Übertragungsdämpfung und → Grundübertragungsdämpfung sind in DIN 45 020 definiert.

Um die Ausbreitungsbedingungen innerhalb eines F. abschätzen und um die Übertragungsdämpfung ermitteln zu können, ist das Geländeprofil eines F., s. → Streckenprofil, aufzuzeichnen. Sie können auch durch F.-Messungen ermittelt werden.

Bei der Vielzahl von F. mit gleicher Betriebsfrequenz, s. → Richtfunk-Frequenzplanung, können Störungen eintreten. Das F., das eine vorgesehene Nachricht übertragen soll, wird mit Nutz-F. bezeichnet. Die zum gleichen Netz gehörende Einheit aus Störsender mit zugehörigem Empfänger heißt störendes F. Das F. zwischen Störsender und Nutzempfänger wird mit Stör-F. bezeichnet.

Funkfelddämpfung ist die Dämpfung zwischen den Klemmen der Sende- und Empfangsantenne (einschließlich der Verluste in den Antennen) (nach DIN 45 020). Formelzeichen L_F oder a_F (→ troposphärische Streuausbreitung).

Funkfeldlänge → Funkfeld.

funkferngesteuerte Bremsfüllanlage. In den Ausfahrgleisen der Rangierbahnhöfe muß nach dem Zusammenkuppeln der Wagen die Bremsleitung eines Zuges mit Druckluft gefüllt und eine Bremsprobe durchgeführt werden. Da aus Wirtschaftlichkeitsgründen die Lokomotive erst kurz vor Abfahrt vor den Zug gesetzt wird, das Füllen und die Bremsprobe aber länger dauern, sind bei den Ausfahrgleisen Bremsfüllanlagen eingerichtet. Bei der Bremsprobe müssen die Bremsen angelegt und gelöst werden, während der Wagenmeister die Ordnungsmäßigkeit der Bremsen überprüft. Über ein tragbares Funkgerät (mit geringen Abwandlungen werden dafür die normalen Teleportgeräte (→ Eisenbahnfunkdienst) verwendet) kann er von seinem jeweiligen Standort aus die Bremsfüllanlage fernsteuern und die Bremsen betätigen.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main.

funkferngesteuerte Rangierlokomotiven. Die DB steuert zur Beschleunigung des Betriebes auf großen Rangierbahnhöfen die Abdrücklokomotiven über Funk fern. Der Bergmeister (Rangierleiter) kann vom Ablaufstellwerk aus durch Drehen eines Steuerschalters über ein Funkgerät im 2-m-Band die Geschwindigkeit der Lokomotive feinstufig regeln und sie auf Dezimeter genau zum Stillstand bringen. Bei Ausfall oder Störung der Informationsübertragung bleiben die F. selbsttätig stehen. Die F. werden über ein Tonfrequenzmultiplex-System während des Abdrückens über den Berg ferngesteuert und anschließend vom Lokomotivführer hinter den nächsten abzudrückenden Zug gesetzt.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1965.

Funkfernschreibsysteme. Systeme, die speziell auf Kurzwellen-Funkverbindungen eingesetzt werden. Im interkontinentalen Betrieb wird meist ein Funk-Kanal mit Hilfe eines Funk-WT-Systems (→ Wechselstromtelegrafie) in mehrere Telegrafenkanäle unterteilt, die ihrerseits wiederum durch → ARQ-Mux-Systeme in Fernschreibkanäle (Voll- oder Teilkanäle) unterteilt werden.

Seltener angewendet wird das → Duoplex- oder Twinplexverfahren.

Funkfeuer. Eine Funkstelle des → Navigationsfunkdienstes, deren Aussendungen dazu bestimmt sind, einer beweglichen Funkstelle die Feststellung ihrer → Funkpeilung oder ihrer Richtung in bezug auf das F. zu ermöglichen. Die der Flugsicherheit dienenden Funkfeuer werden als Flugfunkfeuer bezeichnet. Nach restloser Belegung des Mittelwellenbereiches für diesen Zweck werden nunmehr vorzugsweise Frequenzen aus den UKW-Bereichen eingesetzt.

Die Funkfeuer für die Seefahrt werden als Seefunkfeuer bezeichnet; sie werden an Land (z. B. in Leuchttürmen) oder auf Feuerschiffen errichtet. Deutsche Seefunkfeuer senden auf Frequenzen des Mittelwellenbereichs. Auf Anforderung dienen die deutschen Küstenfunkstellen Norddeich Radio und Kiel Radio den beweglichen Funkstellen als Funkfeuer, indem sie Peilzeichen auf Mittel- oder Grenzwellen aussenden.

Funkfrequenzen → Frequenz.

Funkgebühr. Bei → Funkgesprächen wird neben der üblichen Gebühr eine besondere F. erhoben, so im → Internationalen Rheinfunkdienst, im → öffentlichen beweglichen Landfunkdienst und im → Seefunkdienst. Die F. im öffentlichen beweglichen Landfunkdienst wird monatlich mit einer Pauschalgebühr erhoben.

Funkgespräch. Ein Gespräch, das von einer beweglichen Funkstelle ausgeht oder an eine solche gerichtet ist und das ganz oder streckenweise auf Verbindungen des beweglichen Funkdienstes übermittelt wird. → öffentlicher beweglicher Landfunkdienst, → Internationaler Rheinfunkdienst, → Seefunkdienst.

Funkhöhenmesser → Funkortung.

Funkkontrollmeßdienst. Allgemeines. Die fortschreitende Entwicklung und Ausnutzung der hochfrequenten Nachrichtenübermittlung verursacht zunehmende Belegung des nach dem Stand der Technik ausnutzbaren Frequenzspektrums. Damit besteht vermehrte Störanfälligkeit der Funkdienste. Sie zu vermindern oder zu verhindern, ist Aufgabe des Funkkontrollmeßdienstes (FuKMD). Die Einrichtung eines FuKMD wird nach internationalen Vorschriften allen Verwaltungen empfohlen. Seine Tätigkeiten können in dem Umfang, den die einzelnen Verwaltungen für möglich halten, in → F., nationalen und → internationalen Aufgaben liegen. Gewünscht wird, daß die Bestimmungen des Internationalen Fernmeldevertrags, der → Vollzugsordnungen für den Funkdienst und die Empfehlungen des → Internationalen Ausschusses für Frequenzregistrierungen (IFRB) und des International beratenden Ausschusses für den Funkdienst oder innerstaatliche Bestimmungen (→ F., Organisation in der BRD) beachtet werden. Die Aufgaben des FuKMD umfassen daher im weitesten Sinne:

1. → F., Überwachung der Funkstellen zur störungsfreien Durchführung eines genehmigten Funkdienstes;

2. → F., Überwachung des Funkfrequenzspektrums zur sparsamen Frequenzökonomie;

3. → Internationales Funküberwachungssystem.

Organisation in der BRD. Die gesetzlichen Grundlagen zur Durchführung eines Funkkontrollmeßdienstes in der BRD sind begründet durch den Internationalen Fernmeldevertrag, die → Vollzugsordnung für den Funkdienst, das → Gesetz über Fernmeldeanlagen (FAG) und durch Verfügungen und Richtlinien des BPM und des FTZ. Zur Erfüllung der internationalen Verpflichtungen, der gesetzlichen Bestimmungen und der innerstaatlichen Aufgaben stehen der DBP als Funkhoheitsbehörde für das Gebiet der BRD und der Landespostdirektion (LPD) von West-Berlin 6 Funkkontrollmeßstellen (FuKMStn) zur Verfügung.

Nationale Aufgaben. Zur störungsfreien Durchführung der von den Verwaltungen genehmigten Funkdienste hat der FuKMD auf nationaler Ebene folgende Tätigkeiten auszuführen:

1. → F., Überwachung der Funkstellen auf störungsfreie Durchführung des Fernmeldeverkehrs;

2. → F., Überwachung des Funkfrequenzspektrums zur Sammlung betrieblicher, technischer Erkenntnisse über die Ausnutzung der Frequenzen.

Deshalb sind Überwachungen und Messungen notwendig, um Störungen zu verhüten, Störungen aufzuklären, durch Mithilfe Störungen zu beseitigen, um nichtgenehmigte Funkstellen zu ermitteln und um Verträglichkeitsanalysen aufstellen zu können.

Internationale Aufgaben. Der Internationale Fernmeldevertrag schreibt allen Verwaltungen sparsame Frequenzökonomie vor. Um diesen Grundsatz durchzuführen, sind alle Verwaltungen aufgefordert, die Funkkontrollmeßstellen (FuKMStn) so auszustatten, daß:

1. die Belegung des Funkfrequenzspektrums festgestellt werden kann und die Internationale Frequenzliste Aufschluß über die tatsächliche Benutzung des Frequenzspektrums gibt;

2. der IFRB durch besondere Beobachtungen unterstützt wird, damit die Eintragungen in der Internationalen Frequenzhauptkartei die tatsächliche Belegung des Funkfrequenzspektrums widerspiegelt;

3. die Verwaltungen bei der Anwendung der Bestimmungen der Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk) zur Durchführung eines störungsfreien Funkdienstes unterstützt werden.

Um diese Aufgaben zu verwirklichen, arbeiten die Verwaltungen in einem → Internationalen Funküberwachungssystem zusammen.

Allgemeine Frequenzbereichsbeobachtungen. Sie umfassen die Feststellung, Erkennung und Registrierung aller wahrnehmbaren Ausstrahlungen von Sendern in den verschiedenen Frequenzbereichen nach einheitlichen Normen hinsichtlich der Merkmale der Frequenzlage, Frequenzkonstanz, der Frequenzbandbreite, der Sendeart, des Übermittlungsverfahrens oder -systems, der Ausstrahlungszeit und -dauer, des Wirkungsgrades und der Güte der Ausstrahlung sowie des Rufzeichens bzw. des Namens oder des Standortes der beobachteten Funksendestelle.

Bei den allgemeinen Frequenzbereichsbeobachtungen werden subjektive und objektive Beobachtungen gleichzeitig durchgeführt. Zur objektiven Beobachtung werden weitgehend automatisch arbeitende Registriergeräte (Frequenzbandschreiber, Spektrumanalysiergeräte u. ä.) eingesetzt, die die Belegung der Frequenzbereiche und/oder die Amplitudenverhältnisse in Abhängigkeit von Frequenz, Feldstärke und Zeit aufzeichnen, aus denen die Nutz-zu-Störverhältnisse der einzelnen Ausstrahlungen abgeleitet werden können.

Störungsaufklärung. Trotz Einhaltens nationaler und internationaler Bestimmungen lassen sich bei der Vielzahl der Funkdienste, die auf gleichen oder benachbarten Frequenzen bzw. Frequenzgruppen arbeiten, schädliche Störungen nicht immer vermeiden. Diese können hervorgerufen werden durch technische und/oder betriebliche Mängel an der Sende- und/oder auch an der Empfangsanlage, durch Planungsfehler sowie auch durch besondere Ausbreitungsverhältnisse. Da sich die Funkfrequenzen über eigene Landesgrenzen hinwegsetzen, ist die Störungsaufklärung nicht nur eine nationale Angelegenheit, sondern ein weitreichendes internationales Problem, das die Verwaltungen verpflichtet, bei der Untersuchung und Beseitigung von schädlichen Störungen zusammenzuarbeiten.

In allen Störungsfällen setzt die Aufklärungstätigkeit des FuKMD mit dem Ziel ein, die Störungsursachen festzustellen; baldmögliche Abhilfe einzuleiten und bei der Beseitigung mitzuwirken.

Um Ursprung und Merkmale schädlicher Störungen bestimmen und die Verantwortlichkeit feststellen zu

können, sind in Betracht kommende Ursachen (technische und/oder betriebliche Faktoren) zu berücksichtigen, wie z. B. Frequenzbenutzung, Frequenztoleranz, Charakteristika der Sende-, Empfangs- und Antennenanlage, Benutzungszeiten usw. Für eine schnelle Aufklärung von schädlichen Störungen sollten daher dem FuKMD die Merkmale über die störende und die gestörte Funkstelle mitgeteilt werden.

Die Aufklärungsmaßnahmen umfassen allgemein:

1. Identifizierung des Nutz- und Störsenders durch z. B. Rufzeichen, Rufname, Kennung, Programmansage, Programmvergleiche, Verkehrsbeziehungen und Peilungen;

2. Messungen der Frequenzen des Nutz- und Störsenders unter Berücksichtigung der angemeldeten Frequenzen, Frequenztoleranzen und unerwünschten Nebenausstrahlungen;

3. Messungen der Bandbreiten des Nutz- und Störsenders unter Berücksichtigung der Senderarten, vorwiegend bei frequenzumgetasteten und/oder komplexen Systemen;

4. Messungen der Feldstärke des Nutz- und Störsenders unter Beachtung der zu schützenden Mindestfeldstärken, Empfängertrennschärfen, Frequenzablage, Mindest-HF-Störabstände;

5. Anderweitige Messungen mit Spektrumanalysiergeräten, wie z. B. der An- und Abstiegsflanken von getasteten oder Pulsausstrahlungen, unter Beachtung der Nutz-zu-Störverhältnisse.

Reichen die eigenen Bemühungen zur Störungsaufklärung nicht aus, kann die Mithilfe anderer Verwaltungen in Anspruch genommen werden. Derartige Mithilfen werden vom Zentralbüro des FuKMD (→ Internationales Funküberwachungssystem) veranlaßt.

Störungsverhütung. Eine Störungsverhütung ist durch die in den einzelnen Ländern eingerichteten nationalen Funkkontrollmeßstellen (FuKMStn) durch vorsorgende ständige Messungen und Kontrollen der innerhalb der Länder betriebenen Funksendestellen hinsichtlich ihrer technischen und betrieblichen Merkmale sicherzustellen.

Die Messungen der Aussendungen sind vorwiegend:

1. Messungen zur Einhaltung der den Funksendestellen genehmigten und international angemeldeten Frequenzen oder Frequenzbereiche,

2. Messungen zur Einhaltung der vorgeschriebenen Frequenztoleranzen,

3. Messungen der von den Aussendungen belegten Bandbreiten, um diese auf das notwendige Mindestmaß zu halten,

4. Messungen der Feldstärken der Grundfrequenzen zur Kontrolle der abgestrahlten Leistungen, um diese auf das notwendige Mindestmaß zu beschränken, die einen zufriedenstellenden Funkdienst gewährleisten,

5. Messungen der Stärke und der Toleranzen unerwünschter Ausstrahlungen, um diese auf die niedrigsten Werte zu halten, die der Stand der Technik und die Art des Dienstes erlauben,

6. Messungen zur Kontrolle der Ausstrahlungsgüte,

7. Messungen besonderer Art bei → Verträglichkeitsanalysen;

Die Kontrollen der Aussendungen sind vorwiegend:

1. Kontrolle aller Aussendungen, die geeignet sind, schädliche Störungen bei anderen Funkdiensten, besonders aber bei den auf den internationalen Notfrequenzen 500 und 2182 kHz ausgesendeten Not-, Alarm-, Dringlichkeits- oder Sicherheitszeichen, zu verursachen,

2. Kontrolle der genehmigten und angemeldeten Frequenzen und Sendearten hinsichtlich ihrer Wahl und Benutzung, daß sie das geringste Maß von Störungen verursachen und die bestmögliche Ausnutzung des Frequenzspektrums gewährleisten,

3. Kontrolle bestimmter nationaler technischer und/oder betrieblicher Auflagen, wie z. B. Beschränkungen in der Sendeart, Sendeleistung, Ausstrahlungsrichtung, Sendezeiten usw., wenn eine Funksendestelle trotz Einhaltens der Bestimmungen der VO Funk schädliche Störungen verursacht und die Frequenzbenutzung mit anderen Verwaltungen koordiniert worden ist,

4. Kontrolle aller Funksendestellen hinsichtlich ihrer Kennzeichnungspflicht,

5. Kontrolle des gesamten Funkfrequenzspektrums hinsichtlich der Bestimmungen, daß keine Funksendestelle ohne Genehmigung der zuständigen Verwaltung (in der BRD durch die DBP) errichtet oder betrieben wird (Schwarzsender),

6. Kontrolle der Amateurfunkstellen hinsichtlich ihrer Lizenzierungsbestimmungen,

7. Kontrolle der Versuchsfunkstellen hinsichtlich ihrer Genehmigungsbedingungen,

8. Kontrolle der Empfangsfrequenzen, die durch andere Frequenzbenutzungen gestört werden könnten,

9. Ortung und Identifizierung von Funkstellen, die falsche oder irreführende Not-, Alarm-, Dringlichkeits-, Sicherheitszeichen oder Kennungen aussenden.

Überwachung der Funkstellen durch den FuKMD sind die Tätigkeiten, die sich mit den technisch-physikalischen Verknüpfungen der Ausstrahlungen einer Funkstelle befassen. Die Überwachung dient einzig und allein der störungsfreien Durchführung der Funkdienste (→ F., Störungsverhütung).

Überwachung des Funkfrequenzspektrums. Die Ü. soll den Verwaltungen technische und betriebliche Erkenntnisse über die Belegung und Ausnutzung der Frequenzbereiche vermitteln. Das erfordert aber, daß grundsätzliche Messungen und → F., allgemeine Frequenzbereichsbeobachtungen durchgeführt werden und die Verwaltungen an den besonderen Studienprogrammen des CCIR mitarbeiten. Zu diesen Aufgaben gehören:

Untersuchungen in Fragen der Wellenausbreitung (langfristige Feldstärkeregistrierungen),

Spektrumsuntersuchungen bei der Frequenzauswahl für neue Funkdienste,

elektromagnetische Verträglichkeitsanalysen,

Aufnahme von Antennendiagrammen,

Aufklärung von äußeren Kreuzmodulationen,

Spektrums- und Bandbreitenuntersuchungen bei der Einrichtung und Erprobung neuer Funkdienste oder Übermittlungsverfahren und -systeme,

Untersuchungen der Charakteristika von Fadings und Radio-Rauschen,

Untersuchungen über Peilwinkelschwankungen und Peilgüten,

Teilnahme an Studien über Maßnahmen zur Verminderung der Überbelegung des Funkfrequenzspektrums,

Mithilfe bei der Bearbeitung von Studienprogrammen des CCIR. *Schmeling*

Funklinie → Funknetz.

Funkmeßwagen → Funkstörmeßgeräte.

Funknachrichten an einen oder mehrere Empfänger sind Nachrichten bestimmter Absender, die in eigener Verantwortlichkeit Mitteilungen über Politik, Handel, Sport usw. an ihre Abonnenten über Sendefunkanlagen übermitteln. Für diese Funknachrichten gelten die Vorschriften über die Wahrung des → Fernmeldegeheimnisses. Absender und Empfänger müssen zur Teilnahme an diesem Dienst nach der »Verordnung über Funknachrichten an einen oder mehrere Empfänger« in der jeweils geltenden Fassung zugelassen sein.

Funknavigation → Funkortung, → Navigationsfunkdienst.

Funknetz. Das Zusammenarbeiten mehrerer Funkstellen für die Zwecke einer gemeinsamen Unternehmung, insbesondere eines bestimmten Bedarfsträgers, die jeweils über gemeinsame Frequenzkanäle in unmittelbare Funkverbindung treten können.

Von Funklinie spricht man vorzugsweise im → festen Funkdienst (→ Betriebsarten). Im Bereich des Richtfunks kann eine Funklinie der gesamte drahtlose Abschnitt einer Fernmeldeverbindung sein und aus einer Anzahl von → Funkfeldern bestehen. Die Funknetzplanung unterscheidet weiterhin Weitliniennetze und Bezirksliniennetze im Fernmelde-Fernliniennetz der DBP.

Funkortung bezweckt die Bestimmung des Standortes eines Objektes mit funktechnischen Mitteln. Zur F. wird der Standort auf der Erdoberfläche durch den Schnitt zweier Standlinien bestimmt. Die Ortung im Raum erfordert drei Größen, die Standlinien gehen in Standflächen über (→ Radaranlagen).

1. Funknavigation ist die Führung eines Fahrzeugs mit funktechnischen Mitteln nach einem Ziel auf einem vorgegebenen Weg. Zur Funknavigation werden laufend (dann meist automatisch) oder von Zeit zu Zeit Standorte des Fahrzeugs bestimmt und die Ergebnisse an Instrumenten oder an einem Kartenbild angezeigt.

1.1. Standlinien sind die Verbindungslinien aller Punkte auf der Erdoberfläche, auf denen eine Richtung, Entfernung oder Entfernungsdifferenz konstant ist. Dieser geometrische Ort der Funkkoordinaten kann durch mannigfache Meßverfahren festgestellt werden. Standlinien können sein:

Gerade, die Richtung, d. h. der Winkel gegenüber Nord, ist konstant: Winkelstandlinie;

Kreise, die Entfernung von einer Bodenanlage ist konstant: Kreisstandlinie;

Hyperbeln, die Differenz der Entfernungen von zwei Bodenanlagen ist konstant: Hyperbelstandlinie.

1.2. Standorte werden in der Praxis bestimmt durch zwei Winkelmessungen, durch eine Winkel- und eine Entfernungsmessung vom gleichen Ort aus oder durch die Messung der Entfernungsdifferenz von zwei Punkten.

1.3. Die Grundlage für Richtungsbestimmungen ist die Richtcharakteristik, das Strahlungsdiagramm einer Antennenanordnung: im einfachsten Fall zweier gleicher Strahler, in Abhängigkeit von deren Abstand D und deren Phasenbeziehung. Bei einem Peilrahmen ist für $D < 1/4\,\lambda$ und Gegenphase die Richtcharakteristik ein Doppelkreisdiagramm. Bei Zuschaltung einer rundstrahlenden Antenne entsteht eine Kardioide. Wenn D größer als λ ist, entsteht eine Vielzahl von Diagrammblättern; die Linien gleicher Phasenbeziehung (gleicher Laufzeitdifferenz) sind Hyperbeln mit den Strahlern in den Brennpunkten. Bei sehr kurzen Wellen (→ Radartechnik) werden zur Richtungsbestimmung drehbare Parabolspiegel benutzt.

1.4. Die Ortsbestimmung eines Fahrzeugs kann durch bordeigene (bordautonome) oder bodengestützte Hilfsmittel erfolgen. Trägheits- und Dopplernavigation sind bordautonome Verfahren, die

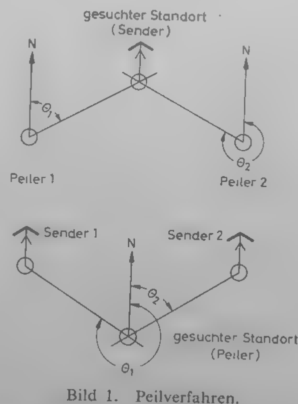


Bild 1. Peilverfahren.

keine Funkhilfsmittel am Boden benötigen. Bodengestützte Verfahren beruhen auf dem Zusammenwirken eines Bordgerätes mit einem komplementären Bodengerät.

2. **Peilverfahren** beruhen auf Richtcharakteristiken auf der Empfangsseite zur Feststellung der Richtung (Peilung) der einfallenden Wellenfront. Bei der **Fremdpeilung** strahlt der Fahrzeugsender ungerichtet aus. Zwei Peiler mit bekanntem Aufstellungsort ermitteln die Standlinien gegenüber Nord, in deren Schnittpunkt der gesuchte Standort des Fahrzeugsenders liegt. Das Peilresultat wird dem Fahrzeugnavigator über Funk mitgeteilt.

Bei der **Eigenpeilung** werden durch einen Fahrzeugpeiler zwei Standlinien nach rundstrahlenden Funkfeuern an einem bekannten Aufstellungsort ermittelt. Zur Feststellung des Fahrzeugstandortes muß der gegenüber Fahrzeuglängsachse gefundene Peilwinkel über den Kompaßkurs auf Nord bezogen werden (Bild 1).

2.1. **Rahmenpeiler.** Bei der drehbaren Rahmenantenne mit Doppelkreisdiagramm zeigt die Minimumstellung den Winkel an zwischen der Richtung zu einem Sender und der Nordrichtung vom Peiler aus. Die Seitenbestimmung — das Doppelkreisdiagramm hat zwei Minimumstellungen — wird durch Zuschaltung einer Hilfsantenne (Richtdiagramm der Kombination: Kardioide) und Drehung des Rahmens um 90° durchgeführt. Die Richtung der einfallenden Wellenfront kann auch durch einen feststehenden Kreuzrahmen in zwei Komponente zerlegt werden: die Rahmenspannungen werden über Kabel einer Kreuzspulenanordnung, einem Goniometer, zugeführt. Eine drehbare Suchspule dieser Anordnung, an die ein Peilempfänger angeschlossen ist, wird in dem nachgebildeten Feld wie ein Rahmenpeiler in die Minimumstellung gedreht und zeigt die Einfallsrichtung des Senders bezogen auf den Kreuzrahmen an. Vorteil: die mechanische Drehung einer Peilantenne ist bei größeren Rahmenflächen unhandlich; sie setzt voraus, daß die Peilbedienung räumlich direkt bei einem Peilrahmen erfolgt.

2.2. **Adcockpeiler** haben ein Antennensystem, das im Gegensatz zu Rahmenantennen nur auf die vertikal polarisierte Komponente der Strahlung anspricht. Dadurch werden Peilfehler vermieden, die über einen zweiten Ausbreitungsweg durch Reflexion an der Ionosphäre während der Dunkelheit entstehen.

Der drehbare H-Adcock, aus einem gegeneinander geschalteten Dipolpaar bestehend, ist nur für kurze Wellen realisierbar. Meist wird ein feststehendes Antennensystem, bestehend aus vier oder sechs vertikalen Antennen, an den Ecken eines Quadrates oder Sechseckes angeordnet. Es wird in Verbindung mit einem Goniometer wie beim Kreuzrahmen zur Peilung verwendet.

2.3. **Zweikanalpeiler,** auch Watson-Watt-Peiler genannt, zeigen die Richtung des Hochfrequenzfeldes vollautomatisch an. Hierzu werden die Ausgangsspannungen eines Adcocks oder Kreuzrahmens über zwei Empfänger verstärkt. Sie lenken den Elektronenstrahl einer Bildröhre in zwei zueinander senkrechte Richtungen aus. Der Leuchtstrich zeigt die Einfallsrichtung der Senderstrahlung bezogen auf das Antennensystem. Voraussetzung sind die gleiche Verstärkung und Phasenlaufzeit in den beiden Empfängern, die z. B. durch Eichung vor jeder Peilung überprüft und berichtigt werden (Bild 2).

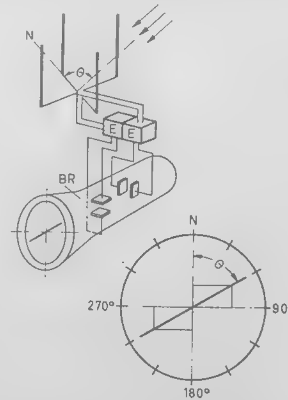


Bild 2. Zweikanalpeiler.

2.4. **Dopplerpeiler** im UKW-Bereich arbeitend, beseitigen den Einfluß von Mehrwegausbreitung infolge störender Geländereflexionen durch den Integrationseffekt einer Großbasis. Der Umlauf einer Antenne auf einem Kreisbogen von mehreren Wellenlängen Durchmesser, simuliert durch zyklisches An- und Abschalten einer Anzahl auf dem Kreis angeordneter Antennen, ruft durch die periodische Abstandsänderung zwischen Sender und Empfänger infolge des **Dopplereffektes** eine Frequenzmodulation der empfangenen Strahlung hervor. Die Phase dieser Wechselspannung ist der Einfallsrichtung, bezogen auf den umlaufenden Dipol, direkt proportional.

2.5. **Interferometer** beruhen auf der Messung der Empfangsspannungen zweier, mehrere Wellenlängen auseinanderstehender gleicher Antennen. Der Laufzeitunterschied $AC = \overline{AB} \cdot \cos \gamma$ (Bild 3) wird als

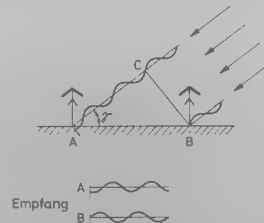


Bild 3. Interferometer.

Phasendifferenz der beiden Empfangsspannungen gemessen. Die Genauigkeit der Messung des Einfallswinkels γ ist dem Abstand $\overline{AB} = d$ der Antennen proportional. Zur Auflösung der Mehrdeutigkeit werden meist zwei Antennenpaare, z. B. $d = 1\,\lambda$ und $10\,\lambda$ mit gemeinsamem Mittelpunkt in einer Linie aufgebaut. Das gleiche Prinzip wird beim Doppel-

interferometer zur Messung von Raumwinkeln (z. B. zum Empfang von Satellitensendern) verwendet. In zwei Systemen, deren Basen senkrecht zueinander stehen, werden die Komponenten der Strahlung in den beiden Ebenen, sowohl in bezug auf die Horizontalebene als auch auf den Erhebungswinkel, gemessen. Sie ergeben als Schnitt der beiden Standflächen eine vom Zentrum der Anlage ausgehende räumliche Standlinie.

3. Richtsendeverfahren beruhen auf sendeseitigen Richtcharakteristiken zur Ausstrahlung richtungsabhängiger Informationen (raumfester Funkkoordinaten), die durch einfache ungerichtete Empfangsantennen aufgenommen werden können. Um den Umkreis der Sendeanlage mit Richtungsinformationen zu versehen, wird bei den Drehfunkfeuern ein Richtdiagramm in Umlauf versetzt.

3.1. Leitstrahlverfahren. Zwei gegeneinander versetzte Richtdiagramme werden wechselweise zum Amplitudenvergleich so ausgestrahlt, daß in der Zone gleicher Feldstärke ein Dauerton empfangen wird. Außerhalb dieses »Leitstrahls« tritt das eine oder andere Signal um so stärker hervor, je größer der Abstand vom Leitstrahl ist — Seitenkennung. Wird z. B. das eine Richtdiagramm in Punkten, das andere in Strichen getastet — Komplementärzeichen —, dann setzen sich die beiden Signalfolgen im Leitstrahl zu einem Dauerton zusammen. Bei Abweichung nach der einen Seite werden Punkte, nach der anderen Striche hörbar (Bild 4). Bei modernen Leitstrahlfunkfeuern werden anstelle der Tastung Modulationsgrad-Richtdiagramme verwendet, so daß das eine Richtdiagramm mit 90 Hz, das andere mit 150 Hz moduliert ist. Die Auswertung geschieht empfangsseitig durch eine Brückenschaltung mit Meßinstrumenten. Anwendung: Allwetterlandung.

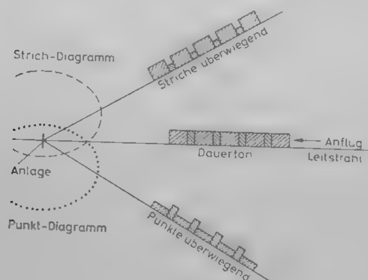


Bild 4. Leitstrahlverfahren.

3.2. Allwetterlandung. Beim heutigen Instrumentenlandesystem (ILS) wird der Flugzeugführer auf der Anfluggrundlinie (Verlängerung der Landebahnmittellinie) aus etwa 30 km Entfernung durch das Ansteuerungsfunkfeuer an den Platz herangeführt. Die Schnittlinie dieser Vertikalebene und einer durch den Gleitwegsender erzeugten, unter 2,5° geneigten, vom Aufsetzpunkt auf der Landebahn ausgehenden Ebene bildet den Gleitweg zur Vertikalführung. Die richtige Ansteuerung des Hafens und der Gleitweg werden dem Flugzeugführer an einem Kreuzzeigerinstrument angezeigt.

Zur Entfernungsorientierung sind in etwa 7 bzw. 1 km Entfernung von der Landebahnschwelle Einflugzeichensender aufgestellt, die quer zur Anflugrichtung liegende Wände abstrahlen und deren Durchfliegen dem Flugzeugführer durch Signale angezeigt wird (Bild 5).

Frequenz des Ansteuerungssenders (Localizer) 108—112 MHz
des Gleitwegsenders 330 MHz
der Einflugzeichensender (Marker) 75 MHz

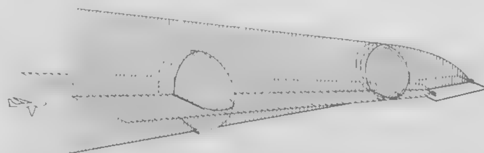


Bild 5. Allwetterlandungsverfahren.

3.3. Drehfunkfeuer (DFF), zur Befeuerung der Luftstraßen beruhen auf einem Phasenvergleich. Ein mit 30 Hz umlaufendes Richtdiagramm (Kardioide) bewirkt am Empfangsort periodische Feldstärkenschwankungen und im Empfängerausgang eine Wechselspannung V, deren Phase Θ von der Richtung des DFF abhängt. Gleichzeitig wird vom Senderort ungerichtet durch Frequenzmodulation eines Hilfsträgers mit 30 Hz die Bezugswechselspannung B auf der gleichen Hochfrequenzwelle abgestrahlt (Bild 6). Empfangsseitig werden die beiden Signale durch Filter getrennt und in einem Phasenmesser über 360° als Richtungsinformation ausgewertet.

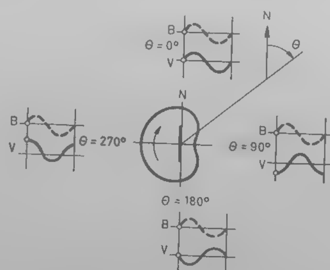


Bild 6. Drehfunkfeuer.

Die DFF-Anlagen mit einer flughöhenabhängigen Reichweite von maximal etwa 150 km dienen zur Befeuerung von Luftstraßen. Ihre Genauigkeit beträgt in störungsfreiem Gelände etwa 2 bis 3°. Zur Ausschaltung von störenden Reflexionen wird ähnlich wie bei Peilern der Dopplereffekt ausgenutzt. Unter Beibehaltung der charakteristischen abgestrahlten Signale verbessert die Großbasis eines Doppler-DFF die Genauigkeit in hügligem oder gebirgigem Gelände etwa 1:10.

3.4. Consol. Das Consol-Funkfeuer (1942 als »Sonne« in Deutschland entwickelt) arbeitet mit einem Leitstrahlfächer, der langsam umläuft und dessen Punkt-Strich-Zeichen, mit dieser Drehung gekoppelt, umgetastet werden. Dadurch kann aus der Zahl der Tastzeichen (Punkte oder Striche) bis zum Leitstrahldurchgang (Dauerton = Gleichsignal) bei einem Beobachter die Standlinie nach dem Consol-Funkfeuer ermittelt werden.

Die Sektoren mit Unterteilung werden als Aufdruck in Spezialnavigationskarten wiedergegeben.

Dieses Verfahren arbeitet auf einer Frequenz von etwa 300 kHz und ergibt mit einfachem Mittelwellenempfänger über See in Entfernungen bis 1500 km eine Genauigkeit von etwa 0,2 bis 0,5°.

4. Hyperbelverfahren dienen der Eigenortung von Flugzeugen und Schiffen in der Fernnavigation. Die Sender stehen in den Brennpunkten von Hyperbeln, die Linien gleicher Laufzeitdifferenzen bilden. Sie werden entweder im Empfänger direkt gemessen (Loran) oder als Phasendifferenz (Decca) ausgewertet.

4.1. Decca-Navigator-Verfahren. Eine »Decca-Kette« besteht aus dem Hauptsender und drei Nebensendern in meist sternförmiger Anordnung. Die Antennen der Haupt- und Nebensender mit einem räumlichen Abstand von etwa 150 km strahlen kontinuierlich unterschiedliche Wellenlängen aus (Frequenz um 100 kHz), die aus dem Vielfachen einer Grundfrequenz abgeleitet sind. In den Empfängern werden die Phasendifferenzen einer virtuellen Frequenz gemessen, die durch Vervielfachung der Einzelfrequenzen als gemeinsames Vielfaches entsteht. Die Sender A und B strahlen die Vielfachen m bzw. n einer Grundfrequenz f, z. B. $5f$ bzw. $6f$, ab. Der Phasenvergleich wird empfangsseitig auf der virtuellen Frequenz $n \cdot m \cdot f = 30f$ durch Vervielfachung mit dem Faktor 6 bzw. dem Faktor 5 durchgeführt. Dieser Kunstgriff der Frequenzvervielfachung ist notwendig, weil bei gleichzeitiger Abstrahlung der unmodulierten synchronisierten Vergleichsfrequenzen $n \cdot m \cdot f$ beim Empfänger keine Trennung der von A und B abgestrahlten elektromagnetischen Wellen möglich wäre. Die Decca-Empfangsanlage hat drei Anzeigeinstrumente (Decometer), welche die Phasenverschiebung zwischen dem Hauptsender und dem jeweiligen Nebensender durch Kennzahlen anzeigen. Mit Hilfe dieser Kennzahlen können die Standlinien aus einer Karte, in der das Hyperbelnetz eingezeichnet ist, abgelesen werden. Zusätzlich zu dieser Feinortung mit Vieldeutigkeiten von etwa 10 km auf der Verbindungslinie der Sender wird auf der Grundfrequenz (etwa 14 kHz) durch empfangsseitige Teilungen zweimal je Minute eine Grobortung durchgeführt. Das Decca-Navigator-Verfahren mit einer nachteffektfreien Reichweite von etwa 350 km wird in großem Maße von der Schiffahrt in Küstennähe benutzt.

4.2. Loran-Verfahren beruht auf der Messung der Laufzeitdifferenz von Impulsen, die gleichzeitig von zwei Sendern auf einer Frequenz von etwa 2 MHz abgestrahlt werden. Eine Loran-Kette besteht aus zwei Stationspaaren, deren Sender etwa 500 km voneinander entfernt stehen. An Bord des Fahrzeugs befindet sich ein Empfänger mit einem Gerät zur Messung kleiner Zeitintervalle. Diese Messung geschieht elektronisch mit Hilfe eines Braunschen Rohres. Die Laufzeitdifferenz wird direkt an einem Zählwerk angezeigt. Mit Hilfe dieser Zahlen können die Standlinien aus einer Karte, in der das Hyperbelnetz der Kette eingetragen ist, abgelesen werden. Das Loran-Verfahren dient der Luftfahrt und Schiffahrt im Weitbereich bis zu etwa 1500 km (Nordatlantik und Pazifik).

5. Radartechnik ist das Verfahren zur Erfassung und Bestimmung der Entfernung oder Geschwindigkeit von Objekten durch Messung der Laufzeit, Phase oder Frequenz zurückgestrahlter elektromagnetischer Energie. Gleichzeitig erfolgt die Bestimmung des horizontalen oder vertikalen Winkels, unter dem Aus- und Rückstrahlung erfolgt (Primär-Radar). Beim Sekundär-Radar erfolgt die Rückstrahlung nicht als Echo, sondern durch Auslösen von Sekundär-Impulsen am Objekt (Antwortsender).

6. Entfernungsmessung. Zur Entfernungsmessung werden die Laufzeiten sehr kurzzeitiger Signale — Impulse — zwischen zwei Punkten bestimmt. Bei der Entfernungsmessung werden diese Signale eines Abfragesenders (Interrogator) von Bord kontinuierlich nach einer Bodenstation (Antwortsender—Transponder) gesendet, dort empfangen, auf einer benachbarten Frequenz wieder ausgestrahlt und durch den Empfänger des Abfragegerätes aufgenommen. Die Laufzeit vom Flugzeug nach der Bodenstation und zurück ist das Maß für die Entfernung: Bei der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen von 300000 km/s entspricht z. B. eine Laufzeit von 1/1000 s einer Entfernung von 150 km (Hin- und Rückweg 300 km). Die Entfernungsmessung arbeitet im 30-cm-Wellenbereich. Es können Entfernungen zwischen 1 und etwa 300 km gemessen werden.

Auch die Messung der Phase einer hochfrequenten Welle wird für die Bestimmung der Entfernung z. B. eines Flugkörpers benutzt. Da eine Wellenlänge der Phase von 360° entspricht, ist der Unterschied in der Phase zwischen der abgestrahlten und der nach Reflexion am Zielort wieder empfangenen Welle ein Maß für die Entfernung z. B. zwischen Bodenstation und Satellit. Jede Bewegung des Flugkörpers radial zur Bodenstation verändert diese Phase. Weil sich die Phasen innerhalb jeder Wellenlänge wiederholen, entstehen bei Entfernungen, die mehreren Wellenlängen entsprechen, Mehrdeutigkeiten. Bei der Messung großer Entfernungen werden daher nicht die hochfrequenten Träger selbst in ihren Phasenbeziehungen gemessen, sondern deren niederfrequente Modulationen. Zur Herstellung der Eindeutigkeit werden eine Grobortung mit der Modulation durch eine große Wellenlänge (z. B. 1000 km entsprechend 300 Hz Modulationsfrequenz) und im Interesse einer hohen Genauigkeit gleichzeitig eine Feinortung mit höheren Frequenzen vorgenommen (z. B. 3 kHz entsprechend 100 km Vieldeutigkeit und 30 kHz entsprechend 10 km).

6.1. Der Funkhöhenmesser hat die Aufgabe, im Flugzeug die Höhe h über Grund — bei der Landung bis zum Aufsetzen — anzuzeigen. Bei den verhältnismäßig kleinen Entfernungen zwischen Flugzeug und Boden (0 bis 500 m) wird bei den meisten Höhenmessern das Prinzip der Frequenzmodulation verwendet (Bild 7).

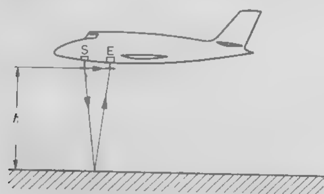


Bild 7. Funkhöhenmessung.

Die Frequenz des Senders S wird in einem niederfrequenten Rhythmus f_m um einen Wert $\pm \Delta f$ im Rhythmus eines Sägezahns »gewobbelt«. Diese Schwingungen gelangen auf direktem Wege und nach Reflexion am Boden nach einem Empfänger E mit einer Verzögerung entsprechend der Laufzeit.

$$\Delta t = \frac{2h}{c} \qquad c = 300\,000 \text{ km/s}$$

Während dieser Laufzeit hat sich die Sendefrequenz gegenüber der der reflektierten Welle geändert, so daß im Empfänger eine Schwebungsfrequenz

$$f_{\text{Sch}} = 4\,\Delta f \cdot \frac{2h}{c} \cdot f_m$$

entsteht. Diese Frequenz wird in einem für die Höhe geeichten Instrument angezeigt (Bild 8).

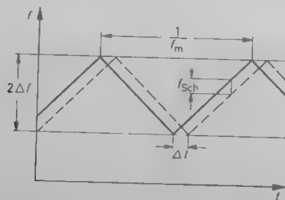


Bild 8. Auftreten einer Schwebungsfrequenz bei der Höhenmessung als Folge einer Laufzeitdifferenz.

7. Geschwindigkeitsmessung. Zur Messung der Geschwindigkeit eines Flugzeugs über Grund wird der Dopplereffekt benutzt (Doppler-Navigator). Vom Flugzeug aus werden kontinuierlich oder durch Impulse kurze Wellen scharf gebündelt unter dem Winkel γ gegenüber der Horizontalen zum Boden gestrahlt, von dort reflektiert und im Flugzeugempfänger wieder aufgenommen. Durch die Bewegung des Flugzeugs gegenüber dem Erdboden wird die Empfangsfrequenz infolge des Dopplereffektes um den Betrag $f_D = 2 \cdot \frac{v}{\lambda} \cos\gamma$ gegenüber der ausgesendeten Frequenz erhöht: die Differenz der Sende- gegenüber der Empfangsfrequenz ist das Maß für die Geschwindigkeit des Flugzeugs über Grund.

v = Geschwindigkeit des Flugzeugs in m/s
γ = Winkel gegenüber der Horizontalen (60°)
λ = Wellenlänge

Beispiel: Für $v = 500$ km/h, $\lambda = 3$ cm, $\cos\gamma = 0{,}5°$ ist die Dopplerfrequenz $f_D = 5$ kHz (Bild 9).

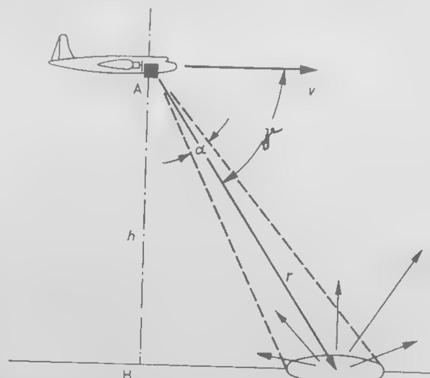


Bild 9. Doppler-Navigator.

Literatur: Hütte IV B, Fernmeldetechnik, 28. Auflage, S. 1300–1402, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin-München 1962 — K. Bärner, Flugsicherungstechnik I, Navigationsanlagen, Hanns Reich Verlag, München — Funkortungssysteme für Luft- und Seefahrt, Bd. 9, Hauptbücherei Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation, Verkehrs- und Wirtschaftsverlag Dr. Borgmann, Dortmund 1962 — Navigationslexikon, C. W. Dingwort Verlag Hamburg, 1965.

Kramar

Funkpeilung. Ein Verfahren der Standortbestimmung mittels → Funkortung (→ Ortungsfunkdienst), bei welchem der Empfang von Funkwellen zum Zwecke der Bestimmung der Richtung einer Funkstelle oder eines Gegenstandes benutzt wird.

Hinsichtlich der Verfahrensarten spricht man von Eigenpeilung, wenn die richtungs- oder ortsbestimmenden Meßwerte von der peilenden Stelle selbst ermittelt und ausgewertet werden können. Bei der Fremdpeilung hingegen bestimmen besondere räumlich abgesetzte Peilfunkstellen die Richtungswerte und übermitteln sie der anfragenden Stelle.

Funkrufdienste (FuRD). Einseitig gerichtete Funkdienste. Von den Sendern der festen Landfunkstellen werden Codesignale zu den tragbaren oder beweglichen Funkrufempfängern gesendet. Ist in einem Funkrufnetz nur eine Information je Teilnehmer zugelassen, so muß der gerufene Teilnehmer von irgendeinem Fernsprechanschluß die Stelle anrufen, von welcher der Anruf ausging. Werden jedoch einem Teilnehmer mehrere Codesignale zugeteilt, so kann zwischen der rufenden Stelle und dem Empfänger für jedes Codesignal eine bestimmte Verabredung vereinbart werden. Das schließt nicht aus, daß auch in diesen Fällen von irgendeinem Fernsprechanschluß die Stelle angerufen wird, von der das Codesignal ausging, um ausführlichere Informationen zu erhalten. Ein Funkrufnetz muß daher folgende technische Forderungen erfüllen:

1. Die Anrufsicherheit muß groß sein, damit jeder Teilnehmer mit größtmöglicher Sicherheit erreicht wird. Eine unmittelbare Quittungsgabe an den Rufenden fehlt bei diesem Dienst.

2. Die Rufdauer soll kurz sein, um möglichst viele Rufe aussenden und damit auch möglichst viele Teilnehmer anschließen zu können.

3. Die Fehlrufsicherheit muß groß sein, um Fehlrufe zu vermeiden.

4. Der Rufbereich soll möglichst groß sein, weil der genaue Aufenthaltsort der Funkrufteilnehmer oft nicht bekannt ist.

5. Gleichkanalbetrieb soll möglichst angestrebt werden, weil die Rufbereiche wegen ihrer Größe nicht immer von einem einzigen Sender versorgt werden können.

Die in der → CEPT zusammengeschlossenen europäischen Post- und Fernmeldeverwaltungen haben technische Normen für einen für ganz Europa einheitlichen europäischen Funkrufdienst (EFRD) geschaffen. Von den etwa 50 für Europa vorgesehenen Rufbereichen sollen 3 eine Versorgung der BRD ermöglichen. Jeder Funkrufbereich soll wegen seiner Größe durch mehrere Sender großer Leistung versorgt werden. Benachbarte Sender innerhalb eines Funkrufbereiches sollen gegeneinander einen Frequenzversatz von 4–8 kHz (−4 kHz, ± 0 kHz, + 4 kHz) erhalten. Vollautomatischer Verbindungsaufbau ist geplant. Daher soll jeder Rufbereich durch eine bestimmte Zahlengruppe gekennzeichnet werden, die der rufende Teilnehmer bei der Durchwahl der Rufnummer des gewünschten Fahrzeugteilnehmers voransetzen muß. Beim Überwechseln von einem in einen anderen Bereich hat der Fahrzeugteilnehmer auf die jedem Rufbereich zugeordnete Betriebsfrequenz umzuschalten.

Folgende einheitliche technische Parameter wurden festgelegt:

Sendeart:	AM
Modulationsgrad:	m = 1
Frequenzbereich:	87 MHz
Codierungsverfahren:	Frequenzcodeverfahren mit zeitlicher Staffelung.
Aufbau des Codesignals:	6 Einfrequenz-Signalelemente zwischen 300 und 1200 Hz.

Zur Unterscheidung zweier aufeinanderfolgender gleicher Ziffern soll eine besondere »Wiederholfrequenz« eingeschaltet werden.

Rufdauer: 600 ms (100 ms je Signalelement).

Intervall zwischen zwei Rufen = 200 ms.

Codekapazität: 1 Million bei elf Ruffrequenzen (von denen eine die Wiederholfrequenz ist), erweiterungsfähig auf 7 Millionen Codes bei Benutzung weiterer vier Frequenzen. Teilnehmerkapazität (je Funkrufbereich) (→ Selektivruf):

$$T = \frac{R \cdot A}{c} = \frac{3600 \cdot 0{,}8}{(0{,}6 + 0{,}2) \cdot 0{,}1} = 36\,000\,.$$

Pankow

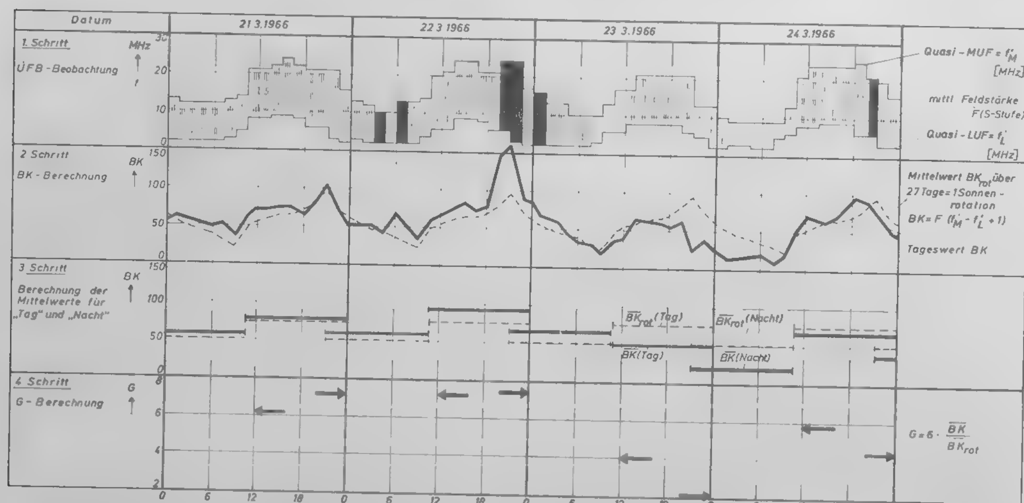
Funkprognosen sind Vorhersagen über die zu erwartenden Ausbreitungsbedingungen von ionosphärischen Raumwellen im gesamten Frequenzbereich aufgrund synoptischer Betrachtung, langjährig gesammelter Erfahrungen und mit Hilfe abgeleiteter Formeln und Rechenverfahren. Da die Verhältnisse im KW-Bereich stark und schnell veränderlich sind (Abhängigkeit vom Sonnenfleckenzyklus, von Jahres- und Tageszeit, Ausbreitungsrichtung usw.), versteht man unter langfristigen Funkprognosen solche für den Bereich von etwa 1 bis 50 MHz. Monatliche Funkprognosen werden von 14 Verwaltungen, darunter USA, UdSSR, Australien und die BRD, etwa 3 bis 6 Monate im voraus entweder in graphischer Darstellung oder als Zahlentabellen herausgegeben. In graphischer Darstellung erscheint der → Übertragungsfrequenzbereich in Abhängigkeit der Zeit entweder als hervorgehobener Flächenbereich oder als Kurvenfeld gleichgroß zu erwartender Feldstärke. In den Zahlentabellen ist die zu erwartende Feldstärke in Abhängigkeit von Tageszeit und Arbeitsfrequenz eingetragen. Man unterscheidet Funkprognosen für vorgegebene Zonen (Bereiche) in Abhängigkeit von der Ortszeit und Prognosen für feste Punktverbindungen (z. B. Frankfurt–Tokio). Grundlage der monatlichen Funkprognosen sind die Ionosphärenindices und die Basiskarten, deren Gebrauch durch Empfehlungen des CCIR weltweit erfolgt. Für die E- und F1-Schicht wird die → solare Radiostrahlung bei 10 cm Wellenlänge als Index empfohlen, für die F2-Schicht ein speziell errechneter I_{F2}-Index für Prognosen bis etwa 12 Monate im voraus, für Zyklenprognosen (mehrere Jahre) die Sonnenfleckenrelativzahl.

Die Indices werden laufend im Telecommunication Journal (Genf) veröffentlicht. Die Basiskarten für foF2 (Elektronendichte) und M (3000) F2 (Höhenparameter) stehen in Form eines graphischen Kartensatzes und eines Koeffizientensatzes, der auf Lochkarten gespeichert ist, den Verwaltungen für ihre speziellen Zwecke zur Verfügung. In beiden Darstellungsarten sind sämtliche Meßergebnisse, die in der Vergangenheit mittels Ionosonden gewonnen wurden, verarbeitet. Von Zeit zu Zeit werden neue Meßergebnisse eingearbeitet. Man hat gefunden, daß bei fester geographischer Breite die F2-MUF einen Längeneffekt, der durch das Erdmagnetfeld hervorgerufen und gesteuert wird, aufweist. Ebenso besteht eine Abhängigkeit der Elektronendichte von der erdmagnetischen Deklination (Deklinationseffekt). Die Basiskarten tragen diesen Tatsachen Rechnung, indem man nicht die geographische Breite, sondern den Parameter $I/\sqrt{\cos \varphi}$ (I = Inklination) als Interpolationslinie eingeführt hat. Dadurch hat man erreicht, daß die Residuen (Unterschiede zwischen numerisch errechneten und tatsächlich beobachteten Ionosphärendaten) auf dem gesamten Erdball in engen Grenzen gehalten werden. Kurzfristfunkprognosen (Tages- und Wochenfunkprognosen) werden von mehreren Verwaltungen herausgegeben und z. T. über Normalfrequenzsender ausgestrahlt werden. Basis der Kurzfristprognosen sind die durch das Ursigramm gemeldeten Vorgänge auf der Sonne,

Beobachtung der kosmischen Strahlung, der Radiostrahlung der Sonne, Verhalten der Ionosphärenparameter sowie spezielle Beobachtungen, besonders des Übertragungsfrequenzbereiches (ÜFB) (s. Bild) für eine Reihe von Strecken (Nordamerika, Japan, Südamerika). Aufgrund einer Synoptik aller dieser Daten und bei langjähriger Erfahrung ist es möglich, das → Funkwetter, seine augenblicklichen Ausbreitungsbedingungen und seine Tendenz für die allernächste Zeit, vorherzusagen. Die deutsche Verwaltung errechnet aus den ÜFB-Beobachtungen Güteziffern in folgender Weise: Nach Beobachtungen der Quasi-MUF (f'_M) und der Quasi-LUF (f'_L) sowie der mittleren gemessenen Feldstärke in einer S-Skala (1—9) erfolgt die Berechnung der Bandkennziffer für 16 Tagesabschnitte zu $1^1/_2$ Stunden

$$BK = F(f'_M - f'_L + 1)$$

sowie des 27tägigen laufenden Rotationsmittels für die Vergangenheit BK_{rot}. Nach Mittelung von BK und BK_{rot} über entsprechende Abschnitte (Tag und Nacht) ergibt sich die Güteziffer $G = 6\,BK/BK_{rot}$. Eine übersichtliche Darstellung zeigt das Bild. Diese Güteziffer wird für kürzere Zeitspannen, in Tages- und Wochenfunkprognosen extrapoliert und den daran interessierten Stellen mitgeteilt. Dabei bedeutet 1 unbrauchbar, 2 sehr schlecht, 3 schlecht, 4 schlecht bis mäßig, 5 mäßig, 6 gut (normal), 7 sehr gut, 8 besser und 9 ausgezeichnet. Andere Dienste, z. B. die USA, verwenden eine weit größere Skala bei der Beurteilung des Funkwetters, verzichten allerdings dann auf eine exakte Berechnung. Dienststellen, die sich mit der Prognose des Funkwetters beschäftigen, sind Funkwetterdienste. Ihnen kommt in neuester Zeit im Hinblick auf die Weltraumforschung und -raumfahrt erhöhte Bedeutung zu, z. B. bei der Vorhersage von Sonneneruptionen und den damit verbundenen Störungen im erdnahen Kosmos. Als Auf- bzw. Untergang einer Frequenz wird der Eintritt bzw. die Beendigung eines brauchbaren Funkdienstes auf einer festen Frequenz bezeichnet. Entsprechend ihrer Anwendung während der Nacht oder am Tage spricht man von Nacht- bzw. Tagfrequenzen. Es hat sich gezeigt, daß es eine ganze Reihe von Merkmalen gibt, aus denen man auf eine zu erwartende Ionosphären- und damit Ausbreitungsstörung schließen kann. Ein solches Merkmal ist die positive Phase, d. h. eine starke, manchmal schlagartige Verbesserung der Ausbreitungsbedingungen, der oft — aber nicht immer — eine kräftige Störung nachfolgt (siehe Bild am Abend des 22. 3. 1966 und den darauffolgenden Einbruch am 23./24. 3. 1966). Eine Nennung aller Indikatoren und Vorläufer für Ionosphärenstörungen (precursors) würde zu weit führen. Sind Anzeichen gegeben, die eine Ausbreitungsstörung erwarten lassen, dann erfolgt weltweit auch die Ausgabe eines Alerts (Warnung) über Funk- und Fernschreibkanäle (→ Ursigramm).



Berechnung von Bandkennziffern (BK) und Güteziffern (G) aus den Beobachtungen des Übertragungsfrequenzbereichs (ÜFB).

Literatur: B. Beckmann, Über den derzeitigen Stand der Funkwettervorhersage. Fernmeldepraxis, 44, (1967), 673–700 — A. Ochs, Die Kurzwellenausbreitung in der Ionosphäre und ihre Vorhersage, Funktechnik, 21, (1966), Heft 15–21. *Eyfrig*

Funksendeanlage, die Gesamtheit der Anlage einschl. des Grundstückes mit sämtlichem Zubehör, das zum Betrieb des oder der dort untergebrachten → Funksender nötig ist.

Funksender ist eine technische Einrichtung zur Erzeugung und Modulation elektrischer Schwingungen zur Aussendung von Zeichen zum Zweck der Nachrichtenübertragung mittels Hertzscher Wellen. Ähn-

liche Geräte, die nicht für die Nachrichtenübertragung bestimmt sind, nennt man Hochfrequenz-Generatoren. F., stationärer, ein an einem bestimmten Standort errichteter und betriebener F. für feste Funkdienste. F., bewegbarer, ein an verschiedenen Orten schnell aufstellbarer F. F., fahrbarer, ein in Fahrzeugen untergebrachter F., der bei Stillstand der Fahrzeuge oder auch im bewegten Fahrzeug betrieben werden kann. F., gerasteter, ein F., der für bestimmte Betriebszustände einschl. der Sendefrequenz und Betriebsart voreingestellt und nach Bedarf durch Fernbedienung, z. B. Druckknopfbetätigung, auf diese sich vollautomatisch einstellt. Es sind gewöhnlich drei bis zehn Voreinstellungen vorgesehen.

Funksicherheitsverordnung, -zeugnis → Sicherheitszeugnis.

Funksonde → Wetterhilfenfunkdienst.

Funkstelle. Ein nachrichtentechnischer Begriff, der einen oder mehrere Sender oder Empfänger umfaßt oder eine Zusammenfassung von Sendern und Empfängern, einschließlich der Zusatzgeräte, die zur Durchführung eines → Funkdienstes an einem gegebenen Ort erforderlich sind. Jede Funkstelle wird nach dem Funkdienst bezeichnet, für den sie ständig oder zeitweise arbeitet.

Funkstelle des Erde-Weltraum-Funkdienstes → Erdefunkstelle.

Funkstille → Funkwache.

Funkstörmeßgeräte.

1. Zum Auffinden einer unbekannten Störquelle wird ein Störsuchgerät (ein tragbarer Ton-Rundfunkempfänger für den Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich), verwendet. Mit Hilfe einer an das Störsuchgerät angeschalteten → Rahmen- und/oder einer Tastantenne kann die Funkstörquelle ermittelt werden.

2. Mit dem Frequenz-Panoramaempfänger kann eine Störfrequenz oder auch ein Störfrequenzspektrum auf dem Leuchtschirm sichtbar gemacht und die Amplitude und Frequenz unter Zuhilfenahme eines Meßsenders bestimmt werden. In Verbindung mit einer Drehantennenanlage lassen sich Empfänger, deren Oszillatorstörstrahlung unzulässig stark ist, leicht ermitteln.

3. Funkstörspannungsmeßgerät ist ein Überlagerungsempfänger für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 30 000 kHz mit einer definierten Bandbreite von 9 kHz und einem Geräuschwertzeiger.

Bei nicht sinusförmigen Störern spielt für den angezeigten Wert die Bandbreite sowie die Bewertungsschaltung in der Gleichrichtung des Meßgerätes eine entscheidende Rolle.

Das → CISPR hat drei Gerätetypen als Funkstörungsmeßgeräte in dem Frequenzbereich 10 kHz ... 1000 MHz festgelegt, die nachstehende Bandbreiten haben:

	Bereich	Bandbreite
I	10 kHz .... 150 kHz	200 Hz
II	150 kHz .... 30 MHz	9000 Hz
III	30 MHz .... 1000 MHz	120 kHz

Die ebenfalls vorgeschriebene Bewertungsschaltung in der Gleichrichtung der Funkstörmeßgeräte trägt dem physiologischen Eindruck pulsförmiger Störungen auf Ohr bzw. Auge Rechnung, der von der Folgefrequenz der Störimpulse abhängt. Ein Einzelknack darf z. B. für den Bereich II einen 30mal höheren Scheitelwert haben als ein Dauerstörer, um den gleichen Störeindruck hervorzurufen. Abhängig von der Pulsfolgefrequenz müssen daher Funkstörungsmeßgeräte einen definierten Verlauf der Anzeige aufweisen.

Die Daten des Geräuschwertanzeigers sind nach den Steudelschen Untersuchungen in den VDE-Bestimmungen 0876 festgelegt.

Steudelsche Untersuchungen wurden zur Ermittlung des Störeindrucks einer Knack- und Dauerstörung auf das menschliche Ohr gemacht. Sie sind bestimmend für die elektrischen Daten des Geräuschwertzeigers, der als Meßgerät sich im NF-Teil in jedem Funkstörspannungsmeßgerät befindet.

4. Netznachbildung bildet das Stromversorgungsnetz mit einem definierten Widerstand von 150 Ohm (Netzersatzwiderstand) (dem Mittelwert des Widerstandes von zahlreichen gemessenen Netzanschlüssen) nach. An ihn wird das auf Störspannung zu messende Objekt angeschlossen, wenn mit dem Funkstörmeßgerät die Funkstörspannung ermittelt wird.

5. Meßkäfig dient zur Schirmung des Meßobjektes gegen starke HF-Felder, die eine einwandfreie Funkstörspannungsmessung beeinträchtigen könnten sowie ab etwa 6 MHz gegen unmittelbare Kopplung oder Einstrahlung auf den Meßplatz bei Funkstörmessungen aller Art.

6. Funkstörspannungsschreiber ermöglicht in Verbindung mit dem Funkstörmeßgerät auf beliebig einstellbaren Frequenzen die zeitliche Aufzeichnung von unbekannten Störquellen.

7. Die Meßantenne ist eine definierte Stab- oder Rahmenantenne bis zu 30 MHz oder ein abgestimmter Dipol für Frequenzen über 30 MHz. Die Störfeldstärke wird über einen Antennenmeßzusatz am Funkstörmeßgerät bis 30 MHz oder unmittelbar an einen Meßempfänger, oberhalb von 30 MHz gewöhnlich über einen Bewertungszusatz gemessen. Letzterer gestattet eine Beurteilung der Störung nach einer von der → CISPR festgelegten Definition.

8. Frequenzmeßgeräte werden als passive oder aktive Frequenzmesser zur unmittelbaren oder zur vergleichenden (über Panoramaempfänger) optischen oder akustischen Frequenzbestimmung benutzt.

Der Quarzfrequenzmarkengeber, der zwischen Meßantenne und Eingang eines Panoramaempfängers geschaltet wird, zeigt auf einem Schirmbild an,

ob die Arbeitsfrequenz des zu prüfenden HF-Gerätes während aller möglichen Betriebsbedingungen innerhalb der beiden Grenzfrequenzmarken verbleibt.

9. Störleistungsmeßzusätze ermöglichen in den Frequenzbereichen von 80 bis 105 MHz, von 174 bis 230 und von 450 bis 800 MHz festzustellen, ob die an den Antennenanschlüssen eines Ton- oder Fernseh-Rundfunkempfängers bestehende Störleistung die einzuhaltenden Grenzwerte der Störfeldstärke überschreiten. Zur Vermeidung von Fehlmessungen aufgrund unterschiedlicher Impedanzen erfolgt im Störleistungsmeßzusatz eine Impedanzanpassung sowohl für die symmetrische als auch für die unsymmetrische Komponente der Störleistung. Als Anzeigeinstrument wird der → Frequenzpanoramaempfänger verwendet.

10. Funkstörungsmeßplatz ist die Zusammenstellung von Meßgeräten, die für Funkstörungsmessungen erforderlich sind.

11. Funkmeßwagen sind ausgerüstet mit einer Umformereinrichtung zur Erzeugung von 50periodischem Wechselstrom von 220 Volt. Sie besitzen eine eingebaute Drehantennenanlage mit einer Empfangsmöglichkeit von etwa 40 bis 1000 MHz. Ein Teleskopmast als Kurbel-, Hydraulik- oder pneumatischer Mast, der auf max. 10 m ausgefahren werden kann, dient als Antennenträger für Nutz- und Störfeldstärkemessungen sowie für Reflexionsmessungen (s. Bild).



Funkmeßwagen.

Hochfrequenzgesetz, Gesetz über den Betrieb von HF-Geräten, abgekürzt: HfrGerG vom 9. 8. 1949 wurde zur Verhinderung von HF-Störungen durch Geräte, Maschinen und Anlagen erlassen.

Koronastörungen entstehen durch die von Spitzenentladungen herrührenden in breitem Frequenzspektrum wirksamen HF-Energien. Auch Kriechströme über feuchte, verschmutzte Isolatoren, die meist zu Glimmentladungen führen, wirken in bezug auf Funkstörungen wie Koronaentladungen. Die damit verbundenen Energieverluste werden als Sprühverluste bei Hochspannung bezeichnet.

Rundfunkstörungen sind Beeinträchtigungen des Ton- und Fernseh-Rundfunkempfangs, die von atmosphärischen, kosmischen oder Funkenstörungen oder von fremden HF-Störquellen sowie von fremden Sendern gleicher Empfangsfrequenz herrühren können. Mängel an Antennenanlagen, unzureichende ZF-Einstrahlungsfestigkeit des Empfängers, unzureichende Spiegelselektion usw. zählen nicht zu Rundfunkstörungen, sondern sind Fehler in der eigenen Empfangsfunkanlage.

Literatur: CISPR Specification dé l'appareilage de mesure CISPR Publication 1 et 2 (Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale, 1, rue de Varembé, Genf 1961).

Kuning

Funkstörquelle ist der Entstehungsort der störenden HF-Energie, die sich selektiv auf einer bestimmten Frequenz als Störfrequenz oder breitbandig als Störspektrum in einem Empfangsgerät bemerkbar macht. Als Störfrequenz oder Störspektrum wird die fremde, in die Empfangsbandbreite fallende und störende HF-Energie bezeichnet. Abgesehen von atmosphärischen und kosmischen Störungen können Störungsursachen sein:

1. HF-Energie,

1.1. die von → Sendefunkanlagen bei Überreichweiten als frequenzgleiche oder frequenznahe HF-Energie (Gleichkanalstörung) herrührt,

1.2. die von Amateursendern (Funkstörungen durch Amateursender) verursacht wird (Amateurfunkdienst),

1.3. von Röhrengeneratoren als Nebenfrequenzen. Das sind Nebenaussendungen nach DIN 45 053 auf einer Frequenz oder auf Frequenzen, die außerhalb des erforderlichen Bandes liegen und deren Pegel herabgesetzt werden kann, ohne die Übertragung der Nachricht des Senders zu beeinflussen. Nebenaussendungen umfassen Harmonische, parasitäre, Mischfrequenzen und andere Aussendungen, schließen jedoch die → Randaussendungen aus.

1.4. die von HF-Geräten herrührt. HF-Geräte werden meist auf zugelassenen Arbeitsfrequenzen (diskreten Frequenzen) betrieben. Störungen können herrühren:

1.4.1. von Harmonischen der Grundfrequenzen und Arbeitsfrequenzen, die den zugelassenen Grenzwert überschreiten,

1.4.2. von HF-Geräten mit breitem Frequenzspektrum, (Funkenstreckengeräte und Funkenero-

sionsgeräte) die die für sie vorgesehenen Grenzwerte (Störfeldstärke, Funkstörspannung oder Störleistung) überschreiten.

1.5. die von einer Funkenstrecke oder bei einer Funkenbildung abgestrahlt wird. Hier handelt es sich um eine Breitbandstörung.

1.6. die von Koronastörungen an Hochspannungsleitungen herrührt.

2. Sekundärstrahler. Dies sind antennenähnliche Gebilde, die von starken elektromagnetischen Feldern zum Schwingen angeregt werden und daher strahlen. Um solche Sekundärstrahler entstehen zumeist → Interferenzzonen.

Sekundärstrahler können zusätzlich die von ihnen abgestrahlte Schwingung störmodulieren. Das kann durch veränderbare Kontaktgabe mit anderen Metallteilen geschehen oder durch andere elektrische Einflüsse stattfinden; z. B. im UKW-Bereich bei Leuchtstoffröhren mit Stromzuführung, ähnlich einem Faltdipol. Während der Halbperiode (Brenndauer) schwingt sie sekundär erregt als Faltdipol, bei Stromnull des Netzwechselstromes wirken die Netzzuführungen als Dipol.

3. Tastklicks. Der Tastklick ist die elektrische Energie, die als rechteckförmig modulierte HF erzeugt wird und am Ausgang eines Telegrafiesenders mit steilen Flanken ein merkbares Frequenzvielfaches bildet. Je nach Zeitdauer werden die Störgeräusche unterschieden in:

3.1. Dauerstörung als ununterbrochen störende, fast immer modulierte, von Elektrogeräten herrührende HF-Energie, selten als unmodulierte, diskrete Frequenz, bei amplitudenmoduliertem Empfang oft als Pfeifton wahrnehmbar, und

3.2. Impulsstörung, Schaltknack, Störimpuls, die als kurzzeitiges Geräusch von → Schaltkontakten herrühren. Knackstörung heißt eine Funkstörung dann, wenn sie am Anzeigeinstrument eines Funkstörspannungsmeßgerätes einen einmaligen kurzen Ausschlag hervorruft.

Knackrate sind nach VDE 0875 z. B. 10 aufeinanderfolgende Knackstörungen aus einem Arbeitsablauf von einem Elektrogerät.

Die störende HF-Energie breitet sich je nach Frequenz als Störspannung längs der Stromversorgungsleitung als symmetrische Funkstörspannung zwischen dem Leiterpaar oder hauptsächlich als unsymmetrische Funkstörspannung zwischen Stromversorgungsleitung und Erde aus. Die durch Kopplung von beliebigen Elektrogeräten auf eine Empfangsantenne innerhalb eines Hauses einwirkende HF-Energie heißt »Störnebel«.

Literatur: Seelemann, Funk-Entstörung, Elsner-Verlag, Darmstadt-Berlin — Richtlinien für Gemeinschafts-Antennenanlagen RGA vom Arbeitskreis Rundfunk-Empfangsantennen. *Kuning*

Funkstörspannung → Entkopplung.

Funkstörspannungsmeßgerät, -schreiber → Funkstörmeßgeräte.

Funkstörungsmeßdienst (FuStöMD) ist der von der Deutschen Bundespost eingerichtete und unterhaltene Dienstzweig, der die Aufgabe hat, gemeldeten Funkstörungen nachzugehen, sie zu messen und ihre Beseitigung zu ermöglichen. Für Störungen, die von größeren Sendefunkanlagen verursacht werden, ist der → Funkkontrollmeßdienst zuständig.

Literatur: Dienstanweisung des FuStöMD — Seelemann, Funk-Entstörung, Elsner-Verlag, Darmstadt-Berlin.

Funkstörungsmeßplatz → Funkstörmeßgeräte.

Funksystem. Eine Gruppe zusammenhängender und zusammenwirkender → Funkstellen, die einen bestimmten drahtlosen Fernmeldeverkehr durchführt. Unter Zusammenwirken wird eine Reihe miteinander zu einem gemeinsamen Zweck verknüpfter Funktionen verstanden.

Funktagebuch. Ein Tagebuch urkundlichen Charakters, das bei Funkstellen geführt wird und in das aller Funkverkehr sowie Dienstvorkommnisse aller Art eingetragen werden.

Funktelegramm. Ein Telegramm, das von einer beweglichen Funkstelle ausgeht oder an eine solche gerichtet ist und das ganz oder streckenweise auf Verbindungen eines beweglichen Funkdienstes übermittelt wird. Neben gewöhnlichen oder dringenden Funktelegrammen gibt es u. a. Wetterfunktelegramme, Schiffsbrieftelegramme und F. mit Sammelrufzeichen.

Wetterfunktelegramme (gebührenpflichtiger Dienstvermerk OBS) sind F., die Wetterbeobachtungen oder -vorhersagen enthalten und die von einer amtl. Wetterdienststelle oder von einer mit einer solchen Wetterdienststelle in amtl. Verbindung stehenden Stelle, z. B. Bordwetterwarte, ausgehen, und an eine solche Wetterdienststelle oder Stelle gerichtet sind; diese Telegramme werden zu ermäßigter Gebühr befördert.

Schiffsbrieftelegramme (gebührenpfl. Dienstvermerk SLT) sind F. zu ermäßigter Gebühr, die auf dem Landwege in der Regel als gewöhnliche Briefe befördert werden.

F. mit Sammelrufzeichen dienen im deutschen Seefunkdienst der Übermittlung von Nachrichten über Angelegenheiten des Schiffs- oder Funkbetriebes an die unter dem betr. Sammelrufzeichen zusammengefaßten Seefunkstellen; ihr Inhalt muß für sämtliche dieser Seefunkstellen bestimmt sein; sie werden von den Küstenfunkstellen der DBP im einseitigen → Funkverkehr gesendet.

Die Bestimmungen über die im deutschen Seefunkdienst zugelassenen F., über die mögl. zusätzlichen Leistungen und die mögl. besondere Behandlung der F., die Zuteilung von Sammelrufzeichen und die Gebühren für F. enthält die → Seefunkordnung. *Förster*

Funktionen der Schaltalgebra. Eine Funktion der Schaltalgebra gibt den Zusammenhang zwischen einer oder mehreren (binären) logischen Variablen, den Eingangsvariablen x_i, und einer oder mehreren daraus durch irgendeine Verknüpfung gebildeten (binären) logischen Variablen, den Ausgangsvaria-

blen y_j, an. Man schreibt sie wie in der normalen Algebra als

$$y = f(x)$$

bei nur je einer Eingangs- und Ausgangs-Variablen bzw. als

$$\begin{aligned} y_1 &= f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n) \\ y_2 &= f_2(x_1\, x_2, \ldots, x_n) \\ &\;\;\vdots \\ y_m &= f_m(x_1, x_2, \ldots, x_n) \end{aligned}$$

bei n Eingangs- und m Ausgangsvariablen. Sowohl Eingangs- als auch Ausgangsvariable können dabei als binäre Größen nur zwei diskrete Werte annehmen, nämlich 0 oder 1. Eine Konstante kann somit ebenfalls nur 0 oder 1 sein.

Die einfache Bezeichnung

$$y = f(x) = x$$

bedeutet demnach, daß $y = 1$, wenn $x = 1$ und $y = 0$, wenn $x = 0$ ist. Beispiel: Es wird die Aussage gemacht, daß eine Blume gelb ist; mathematisch bedeutet diese Aussage $y = 1$. Es stehen nun verschiedene Blumen zur Auswahl — ihre Farbeigenschaft entspricht der Eingangsvariablen x. Eine gelbe Farbe bedeutet: $x = 1$, jede andere Farbe: $x = 0$. Die Aussage $y = 1$, nämlich, daß die Blume gelb ist, ist dann und nur dann wahr, wenn

$$y = x = 1.$$

Im anderen Fall wäre

$$y = x = 0,$$

d. h., die Aussage wäre falsch.

Die Negation. Ändert man die ursprüngliche Aussage »die Blume ist gelb« um in »die Blume ist nicht gelb«, also »andersfarbig«, und ordnet man dieser neuen Aussage wiederum $y = 1$ zu, so erhält man die Negation der ersten Aussage:

$$y = \overline{f(x)} = \bar{x} \text{ (gelesen »}x\text{ nicht«).}$$

y ist dann und nur dann 1, die neue Aussage mithin nur dann wahr, wenn $x = 0$, wenn die Blume andersfarbig, also nicht gelb ist.

Die Negation erhält als Symbol einen Querstrich über der zu negierenden Funktion bzw. Variablen. Durch die Negation wird 1 zu 0 und 0 zu 1:

$$y = \bar{x} = \bar{0} = 1.$$

Doppelte Negation einer Funktion oder Variablen ergibt wieder die ursprüngliche Funktion bzw. Variable:

$$y = \overline{\overline{f(x)}} = \bar{\bar{x}} = f(x) = x$$

Für die Negation von Funktionen wird vorteilhaft das Theorem von de Morgan angewendet:

$$\overline{f(x_i, \bar{x}_i, \cdot, \vee, \equiv, \not\equiv)} = f(\bar{x}_i, x_i, \vee, \cdot, \not\equiv, \equiv)$$

In Worten: Man negiere alle vorkommenden Variablen ($x \to \bar{x}$, $\bar{x} \to \bar{\bar{x}} = x$) und ersetze alle Disjunktionen durch Konjunktionen und umgekehrt und alle Äquivalenzen durch Antivalenzen und umgekehrt.

Die Konjunktion. Bisher wurden die beiden Möglichkeiten gezeigt, die eine logische Variable enthält. Nun sollen Verknüpfungen mehrerer logischer Variablen betrachtet werden. Es werden zwei Aussagen gemacht:

1. Die Blume ist gelb ($y_1 = 1$)
2. Die Blume ist eine Rose ($y_2 = 1$)

Beide Aussagen können wahr oder falsch sein. Eine Blume kann gelb, braucht aber deswegen keine Rose zu sein; sie kann eine Rose, aber andersfarbig sein; aber sie kann gelb und eine Rose sein. Die Verknüpfung beider Aussagen durch das und zu einer neuen Aussage: »die Blume ist gelb und eine Rose« stellt die Konjunktion oder UND-Verknüpfung dar. Die Aussage der Konjunktion ist dann und nur dann wahr, wenn beide Einzelaussagen wahr sind, wenn die Blume sowohl gelb als auch eine Rose ist. Ordnet man den Eigenschaften »gelb« $x_1 = 1$, »andersfarbig« $x_1 = 0$, »Rose« $x_2 = 1$, »keine Rose« $x_2 = 0$ zu, so ist

$$y = x_1 \cdot x_2 \text{ (gelesen } x_1 \text{ und } x_2)$$

nur dann 1, wenn $x_1 = 1$ und $x_2 = 1$ ist.

Als Symbol für die Konjunktion dient der Punkt (Multiplikationszeichen), da die Multiplikation in der Algebra formal der Konjunktion entspricht. Man kann die Konjunktion für beliebig viele Variable bilden:

$$y = x_1 \cdot x_2 \cdot \ldots \cdot x_{n-1} \cdot x_n = \sum_{i=n}^{i=1} x_i$$

y ist nur dann gleich 1, wenn alle Variablen gleich 1 sind.

Die Funktionstafel. Bei n Eingangsvariablen, die jeweils 0 und 1 sein können, sind 2^n nicht identische Kombinationen denkbar. Zum besseren Verständnis einer → logischen Schaltung kann man deshalb alle Kombinationen der Eingangsvariablenwerte und die zugehörigen Werte der Ausgangsvariablen in einer Funktionstafel zusammenfassen.

Als Beispiel wird die vollständige Funktionstafel einer UND-Verknüpfung mit drei Eingängen gezeigt, Tafel 1.

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Tafel 1. Funktionstafel einer UND-Verknüpfung.
Die drei Eingangsvariablen können $2^3 = 8$ nicht identische Wertekombinationen annehmen. Zu jeder Wertekombination gehört ein ganz bestimmter Wert der Ausgangsvariablen.

Die Disjunktion. Legt man keinen Wert darauf, daß die Blume gelb und eine Rose sein soll, sondern möchte man entweder eine gelbe Blume (die durchaus auch eine Rose sein darf) oder eine Rose (die durchaus auch gelb sein darf) haben, so hieße die neue Aussage: »Die Blume ist gelb oder eine Rose.« Dies ist die Disjunktion oder ODER-Verknüpfung. Die Aussage der Disjunktion ist schon dann richtig, wenn nur eine der beiden Einzelaussagen zutrifft. Das oder wird mithin nicht im ausschließenden Sinne gebraucht. (Inklusives ODER, im Gegensatz zum exklusiven ODER, der Antivalenz. Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man unter ODER immer das inklusive ODER).

Ordnet man wieder den Eigenschaften »gelb« $x_1 = 1$, »andersfarbig« $x_1 = 0$, »Rose« $x_2 = 1$, »keine Rose« $x_2 = 0$ zu, so ist

$$y = x_1 \vee x_2 \quad \text{(gelesen: } x_1 \text{ oder } x_2\text{)}$$

schon dann 1, wenn nur eine der Variablen 1 ist.

Als Symbol für die Disjunktion dient das $\vee$ (lat.: vel = oder). Tafel 2 zeigt die Funktionstafel einer ODER-Verknüpfung mit zwei Eingangsvariablen.

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Tafel 2. Funktionstafel einer ODER-Verknüpfung.

Man kann die Disjunktion für beliebig viele Variable bilden:

$$y = x_1 \vee x_2 \vee \ldots \vee x_{n-1} \vee x_n = \bigvee_{i=n}^{i=1} x_i$$

y ist schon dann gleich 1, wenn nur eine der n Variablen gleich 1 ist.

Die Äquivalenz. Die Äquivalenz zweier Variablen ist dann und nur dann 1, wenn beide den gleichen Wert haben. Verknüpfungssymbol ist das Identisch-Zeichen ($\equiv$):

$$y = x_1 \equiv x_2 \quad \text{(gelesen: } x_1 \text{ identisch } x_2\text{)}.$$

Man kann sich die Äquivalenz zusammengesetzt denken aus Disjunktionen und Konjunktionen:

$$y = x_1 \equiv x_2 = (x_1 \cdot x_2) \vee (\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2).$$

Tafel 3 zeigt die Funktionstafel einer Äquivalenz-Verknüpfung mit zwei Eingangsvariablen.

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Tafel 3. Funktionstafel einer Äquivalenz-Verknüpfung.

Die Antivalenz. Die Antivalenz oder das exklusive ODER zweier Variablen ist dann und nur dann 1, wenn beide unterschiedliche Werte haben. Verknüpfungssymbol ist das Nicht-Identisch-Zeichen ($\not\equiv$):

$$y = x_1 \not\equiv x_2 \quad \text{(gelesen: } x_1 \text{ nicht identisch } x_2\text{)}.$$

Die Antivalenz ist die Negation der Äquivalenz:

$$y = x_1 \not\equiv x_2 = \overline{x_1 \equiv x_2}$$

Man kann sich die Antivalenz zusammengesetzt denken aus Disjunktionen und Konjunktionen:

$$y = x_1 \not\equiv x_2 = (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2) \cdot (x_1 \vee x_2).$$

Tafel 4 zeigt die Funktionstafel einer Antivalenz-Verknüpfung mit zwei Eingangsvariablen:

x_1	x_2	y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Tafel 4. Funktionstafel einer Antivalenz-Verknüpfung.

Die Peircefunktion. Damit bei der Peirce- oder NAND-Funktion (engl.: not-and) $y = 1$ wird, müssen alle Eingangsvariablen gleich 0 sein. Das Verknüpfungssymbol, ein nach unten gerichteter Pfeil ($\downarrow$), ist wenig gebräuchlich, man zieht die Schreibweise als Konjunktion mit negierten Variablen vor:

$$y = x_1 \downarrow x_2 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$$

Die Peircefunktion ist die Negation der Disjunktion:

$$y = x_1 \downarrow x_2 = \overline{x_1 \vee x_2} = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$$

Tafel 5 zeigt die Funktionstafel einer Peirce-Verknüpfung mit zwei Eingangsvariablen:

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Tafel 5. Funktionstafel einer Peirce-Verknüpfung.

Aus der Peirce- und der folgenden Shefferfunktion, und zwar nur aus diesen, lassen sich alle anderen logischen Funktionen aufbauen.

Die Shefferfunktion. Damit bei der Sheffer- oder NOR-Funktion (engl.: not-or) $y = 1$ wird, muß mindestens eine der Eingangsvariablen gleich 0 sein. Das Verknüpfungssymbol, ein senkrechter Strich (|), ist wenig gebräuchlich, man zieht die Schreibweise als Disjunktion mit negierten Variablen vor:

$$y = x_1 | x_2 = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2.$$

Die Shefferfunktion ist die Negation der Konjunktion:

$$y = x_1 \quad x_2 = \overline{x_1 \cdot x_2} = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2.$$

Tafel 6 zeigt die Funktionstafel einer Sheffer-Verknüpfung mit zwei Eingangsvariablen:

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Tafel 6. Funktionstafel einer Sheffer-Verknüpfung.

Literatur: Steinbuch, K. (Herausgeber): Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962.

Hanke

Funktionsprüfung. An die am Verbindungsaufbau beteiligten Schaltglieder der Fernsprechvermittlungstechnik müssen hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit gestellt werden, denn schon das Versagen eines Kontaktes kann eine Verbindung stören oder gar unmöglich machen. Damit auftretende Fehler möglichst früh erkannt werden, unterzieht man jedes Schaltglied in kurzen Zeitabständen einer regelmäßigen Prüfung. Zweck dieser Funktionsprüfung ist es, die betrieblichen Anforderungen an das Schaltglied nachzubilden (z. B. Drehen eines Wählers) und sein Verhalten unter verschärften Bedingungen zu kontrollieren (z. B. Grenzwerte von Schaltkennzeichen). Die Funktionsprüfung kann sowohl von Hand (Prüfgeräte) oder auch automatisch (automatische Prüfeinrichtung) durchgeführt werden.

Funktionsstörung → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Funktionszeichen. F. sind Codezeichen, durch deren Übermittlung bestimmte Funktionen, z. B. bei einer Fernschreibmaschine, ausgelöst werden (Buchstaben-Ziffern-Umschaltung, → Kennungsgeberauslösung, Empfangslocher-Ein- und -Ausschaltung, Betätigen einer akustischen Einrichtung, Auslösen des Wagenrücklaufs und des Zeilenvorschubs bei Blattdruckern, Zeichenauswertung für besondere Steuerungen u. ä.).

Funktypengebäude → Funkübertragungsstelle.

Funkübertragungsstelle (FuÜSt).

Die F. ist die Zusammenfassung aller Einrichtungen und aller Anlagen an einem gegebenen Ort, die für eine richtfunkmäßige oder andere funkmäßige Übertragung von Nachrichten benötigt werden. Dazu gehören auch Senderanlagen für eine Flächenversorgung.

Standort einer F. ist der geographische Mittelpunkt des Antennenträgers. Teile einer F. sind Grundstücke, Betriebsgebäude, Antennenträger.

Bei der Vielzahl von F. wird eine Typisierung der Betriebsgebäude und Antennenträger bei der DBP angestrebt. Dadurch soll auch eine gute Wirtschaftlichkeit und ein gleichmäßiger Aufbau der funktechnischen Anlagen erreicht werden.

Es gibt zwei grundsätzliche Anordnungen für eine F.:

1. ebenerdige Betriebsgebäude mit daneben angeordnetem Antennenträger,

2. Bauwerke mit hoch gelegenem Betriebsraum in unmittelbarer Nähe der Antennenplattform, wie Fernmeldetürme, Hochhäuser.

Zu 1.:

Arten der Betriebsgebäude:

Fernmeldedienstgebäude mit Antennenaufstellplätzen.

Funktypengebäude:

Fu I Maschinengebäude in verschiedenen Größen 1–5

Fu II Geb. für Funkanlagen mit Kellergeschoß

Fu III Geb. für Funkanlagen (eingeschossig)

Fu IV Geb. für Fernsehsenderanlagen (Ausf. b und c mit Rifu-Betriebsraum)

Räume in fremden Gebäuden.

Arten der Antennenträger:

Stahlgitterturm mit Plattformen,

Betonturm mit Plattformen (ohne Betriebsräume),

Stahlgittermast, abgespannt mit Plattformen,

Rohrmast, abgespannt mit Plattformen und/oder Haltekonstruktionen,

Schleuderbetonmast, eingespannt mit Haltekonstruktionen,

Antennenplattformen auf Gebäuden.

Zu 2.:

Fernmeldeturm (FMT)

Mehrere Betriebsräume untereinander im Schaft hinter den Plattformen, entwickelt 1952, eingesetzt z. B. Trasse Hamburg–Hannover.

Mehrere Betriebsräume untereinander im Schaft unter den Plattformen, entwickelt 1954, eingesetzt z. B. Trasse München–Stuttgart.

Fernmeldetypenturm (FMTT)

ein großer Betriebsraum in der Kanzel zwischen den Plattformen.

FMTT I Turm mit TV-Antenne, Höhe der untersten Rifu-Plattform 50 m

II Turm mit TV-Antenne, Höhe der untersten Rifu-Plattform 75 m

III Turm mit TV-Antenne, Höhe der untersten Rifu-Plattform 40 m

IV Turm ohne TV-Antenne, Höhe der untersten Rifu-Plattform 35 m

V Turm ohne TV-Antenne, Höhe der untersten Rifu-Plattform 50 m

VI Turm ohne TV-Antenne,
Höhe der untersten Rifu-Plattform 65 m
FMTT I—III entwickelt 1965,
FMTT IV—VI entwickelt 1967 für geringeren Platzbedarf der Geräte durch Transistorisierung.

Fernsehsender werden im allgemeinen in ebenerdigen Betriebsräumen untergebracht. Der FMTT I—III dient nur zur Aufnahme der Fernsehantennen.

Die Fernmeldetypentürme und hohe Antennenträger sind bei Bedarf mit einer Flugwarnkennzeichnung (→ Hindernisbefeuerung) zu versehen.

Funkverbindung. Das Zusammenwirken zweier oder mehrerer Funksende- und Funkempfangsstellen derart, daß ein → Funkverkehr durchgeführt werden kann.

Dient eine solche F. dem Zwecke, für eine andere F. die Modulation zuzuführen, spricht man von einer Zubringerfunkverbindung. Die selbsttätig übermittelnde Funkstelle wird als Relaisfunkstelle bezeichnet, die Gesamtheit beider Funkverbindungen als Relaisfunkverbindung. Der Begriff Relaisfunkstelle wird darüber hinaus auch im → festen Funkdienst verwendet.

Funkverkehr. Ein Fernmeldeverkehr mit Hilfe von Funkwellen. Wird ein F. nur in einer Übertragungsrichtung durchgeführt, spricht man von einseitigem F.

Funkverkehrsbereich (FuVB). Geographischer Bereich um den Standort einer festen Landfunkstelle des → öffentl. bewegl. Landfunkdienstes, in dem Funkverkehr zwischen beweglichen Landfunkstellen und dieser festen Landfunkstelle möglich ist. Im Normalfall ist der FuVB kreisförmig mit einem Radius von 25 bis 30 km. Geländegestalt (Bodenerhebungen, Senken usw.) und Bebauung deformieren in der Praxis den FuVB meist zum nichtkreisförmigen Gebilde. Die bei Benutzung von Ultrakurzwellen möglichen Überreichweiten werden bei den durch Feldstärkemessungen ermittelten Grenzen des FuVB nicht berücksichtigt.

Funkversorgungsbereich. Ein um eine Funkstelle festgelegtes Gebiet, das von ihr bei gegebenen Auflagen ausreichend versorgt wird. Als ausreichend versorgt gilt ein Gebiet, in dem eine bestimmte, in den einzelnen Frequenzbereichen und bei verschiedenen Funkdiensten unterschiedlich festgelegte Mindestfeldstärke in einem bestimmten Prozentsatz der Orte und der Zeit erreicht oder überschritten wird. Der Prozentsatz schwankt zwischen 50% und nahe 100%, je nach Bedeutung des Funkdienstes.

Funkwache. Es ist zu unterscheiden zwischen Sicherheitsfunkwache und Dienststunden für den internationalen öffentlichen Nachrichtenaustausch (→ Gruppeneinteilung, → Seefunk). Nach dem Schiffssicherheitsvertrag muß jedes Schiff, das mit einer Telegrafie-Seefunkstelle ausgerüstet ist, auf See eine ununterbrochene Sicherheitsfunkwache auf der Notfrequenz 500 kHz wahrnehmen; wenn es kein selbsttätiges Telegrafiefunk-Alarmgerät besitzt, muß diese Wache eine Hörwache sein, die durch einen Funkoffizier ausgeführt werden muß. Ist ein selbsttätiges Telegrafiefunk-Alarmgerät vorhanden, so richtet sich die Dauer der Hörwache nach Art, Größe und Fahrtgebiet des Schiffes; außerhalb der Hörwache muß das Alarmgerät eingeschaltet sein.

Jedes Schiff, das mit einer Sprech-Seefunkstelle auszurüsten ist, muß — wenn es keine Telegrafiefunkanlage hat — auf See eine ununterbrochene Hörwache auf der Notfrequenz 2182 kHz mittels Lautsprechers oder anderer geeigneter Mittel sicherstellen.

Eine Hörwache darf nur in bestimmten Fällen unterbrochen werden.

Die Zeiten der Hörwache und der Dienststunden für den öffentlichen Nachrichtenaustausch sind bei Telegrafie-Seefunkstellen in der Regel identisch; Sprech-Seefunkstellen haben für den öffentlichen Nachrichtenaustausch im allgemeinen besondere Dienststunden (werden von den Verwaltungen festgesetzt).

Zur Erhöhung der Sicherheit des menschlichen Lebens auf See müssen die Funkstellen des Seefunkdienstes während ihrer Dienststunden auf 500 kHz stündlich von x Uhr 15—18 und x Uhr 45—48 bzw. auf 2182 kHz stündlich von x Uhr 00—03 und x Uhr 30—35 hörbereit sein. Diese Zeiträume werden als Funkstille bezeichnet; alle Sendungen außer Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitssendungen müssen in der Funkstille eingestellt werden.

Förster

Funkwellen. → Elektromagnetische Wellen, die sich ohne künstliche Führung im freien Raum ausbreiten oder an einem Leiter entlang geführt sind (nach FAG). Die Vollzugsordnung für den Funkdienst definiert F. als elektromagnetische Wellen mit Frequenzen unter 3000 GHz, welche sich ohne künstliche Führung im freien Raum ausbreiten. Sie werden auch als Hertzsche Wellen bezeichnet.

Funkwesen (Geschichte) → Geschichte des Fernmeldewesens.

Funkwetter bezeichnet die durch solare Einflüsse (→ Sonnenaktivität, → interplanetarer Raum) verursachten Ionisationsschwankungen und Störungen der Ionosphäre sowie die hieraus resultierenden Funkausbreitungsbedingungen zwischen positiven Phasen der → Übertragungsfrequenzbereiche (sehr gutes Funkwetter) und Einbrüchen (Verschlechterung der Bedingungen). Die Bezeichnung rührt daher, daß die ionosphärischen Eigenschaften seit 1927 mit elektromagnetischen Wellen auf Ionosphärenstationen laufend beobachtet werden (→ Echolotung) und sich auch in dem der Nachrichtenübermittlung dienenden Funkverkehr wiederspiegeln.

Literatur: B. Beckmann, A. Ochs, Funkwetter im Internationalen Geophysikalischen Jahr, Nachrichtentechn. Z. 13 (1960), 414 bis 418 — B. Beckmann, Kennzeichnung und Vorhersage des Funkwetters, Fernmelde-Ing. 9 (1955), Heft 3 und 5.

Funkwetterdienst → Funkprognosen.

Funk-WT-Systeme → Wechselstromtelegrafie.

Funkzeugnis → Flugfunkzeugnis, → Seefunkzeugnis.

Fürsorgemaßnahmen der DBP → Personalfürsorge.

Fußboden- und Fensterbankkanäle werden vorwiegend in größeren Gewerbebauten und Büro- und Geschäftshäusern angewendet, weil hier häufig besonderer Wert auf eine veränderbare Raumanordnung und Raumnutzung gelegt wird. In diesen Fällen wird anstelle der üblichen Wandinstallation, die auch für kleinere Gewerbebauten meist ausreicht, eine Versorgung durch F. nötig. Es handelt sich dabei vorwiegend um mehrzügige Kanäle (Blech-, Kunststoffkanäle) mit

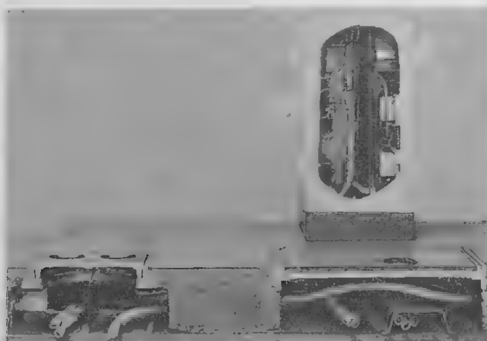


Bild 1.
Schnittbild, Kanal mit Ziehdose und große Anschlußsäule.



Bild 2.
Schnittbild, Kanal und Anschluß für Fernsprecher und Licht.

Durchzugs- oder Verteilerkästen, in denen sowohl Fernmelde- als auch Starkstromleitungen in getrennten Kanalzügen untergebracht werden. Soweit diese Anlagen — besonders die Kästen und Kanalauslässe — den VDE-Bestimmungen und besonderen Anforderungen der DBP bezüglich der Leitungsführung und Aufnahme der Endeinrichtungen entsprechen, können

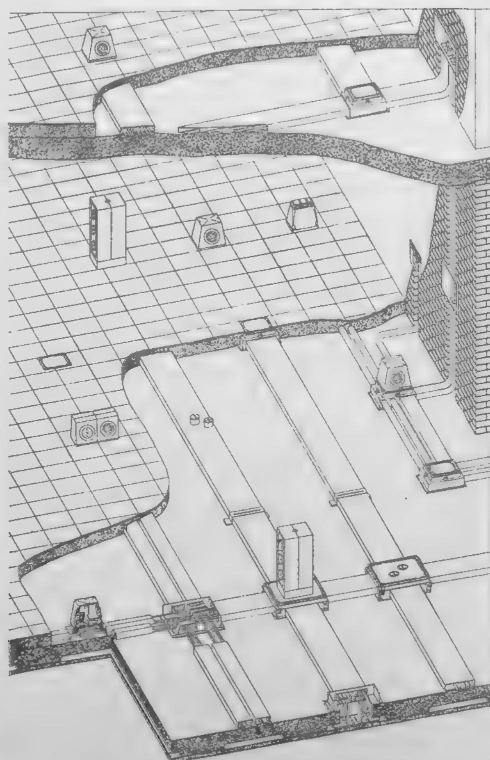


Bild 3. Schaubild einer Fußbodeninstallation.

sie für posteigene Leitungen benutzt werden (siehe Bild 1 bis 3).

Fußbodenpflege → Wählerräume.

Fußpunktspeisung. Zuführung der Senderausgangsenergie über eine Speiseleitung oder direkt an das erdseitige Ende der Antenne.

Fußpunktswiderstand → Antennenwiderstand.

Fußschutzverfahren für Fernmeldemaste. (Poulain-Verfahren). Spezialverfahren der Kesseldrucktränkung für Fernmeldemasten mit zusätzlicher Behandlung des Mastfußes. Vorgetrocknete Masten werden in horizontal liegenden, um die Längsachse schwenkbaren Tränkzylinder eingefahren und im Rüpingverfahren mit Steinkohlenteeröl oder Salzgemischlösung getränkt. Nach Leeren des Zylinders vertikale Schwenkung der Längsachse. Evakuieren über 15 Minuten, Einfüllen von Öl bis zur vorgeschriebenen Höhe über das Mastfußende mit anschließendem mehrstündigem Luftdruck. Das F. wird häufig getrennt von Ersttränkung ausgeführt. Anwendung in Frankreich und den Niederlanden. In Deutschland seit 1965 erstmals für die DBP eingesetzt.

G

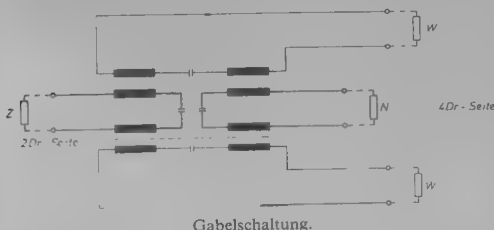
Gabelanschaltesatz. Gemäß Übersichtsplan zu → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 (FernVStHand F 62) werden bei der Herstellung von Verbindungen in das eigene Ortsnetz über einen Anrufsucher für Ortsverkehr (AS_O) ein G. und ein zugeordneter Zweidraht-Ortsgruppenwähler (OGW) belegt. Der G. hat ähnliche Aufgaben wie der für die Herstellung von Fernverbindungen benötigte → Fernanschaltesatz (FAnS). Über Relaissuchwähler (RSW) wird ein Ortsregister (ORg) herbeigerufen, an das der G. die vom Fernplatz kommende Wählinformation weitergibt und von dem er die Wählimpulse zur Einstellung des OGW und der folgenden Wähler empfängt und weitergibt. Der G. nimmt ferner die aus dem Wählnetz kommenden Rückwärtszeichen, wie gassenbesetzt, teilnehmerbesetzt, Wahlende, Gesprächsbeginn und Gesprächsanschluß, auf und gibt sie in einer für die Steuerung der Anzeigemittel geeigneten Form zum Fernplatz F 62 weiter.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128.

Gabeldämpfung → Gabelschaltung.

Gabelklinkenübertragung → Klinkenübertragung.

Gabelschaltung. Beim Übergang von Vierdraht- auf Zweidrahtleitungen und umgekehrt bedient man sich einer G., oder, wie sie meist kurz genannt wird, einer Gabel. Die G. stellt einen Achtpol dar, bei dem die jeweils gegenüberliegenden Anschlüsse möglichst vollkommen gegeneinander entkoppelt sind. Die technische Realisierung einer G. geschieht durch eine Brückenschaltung. Man verwendet hierzu im Prinzip einen Differentialübertrager, der oft deshalb auch als Brückenübertrager bezeichnet wird. In der Praxis haben sich verschiedene G. entwickelt, die meist zwei Übertrager enthalten. Eine solche G. zeigt das Bild.



Gabelschaltung.

Es sei zunächst der Übergang von einer Zweidrahtleitung auf eine Vierdrahtleitung betrachtet. Unter der Voraussetzung gleicher Teilwicklungen, Übereinstimmung der Abschlußwiderstände auf den Vierdrahtseiten und unter Berücksichtigung der Polung der Wicklungen ist die Brückenschaltung abgeglichen, d. h., über die Nachbildung N fließt kein Strom. Die an der Zweidrahtseite zugeführte Leistung verteilt sich gleichmäßig auf die beiden Vierdrahtseiten. Die Gabeldurchgangsdämpfung a_g errechnet sich somit aus

$$a_g = \frac{1}{2} \ln 2 = 0{,}35 \text{ Np} .$$

In der Praxis rechnet man meist mit $a_g = 0{,}4$ Np; dieser Wert schließt die Dämpfung durch den ohmschen Widerstand der Wicklungen ein.

Betrachtet man die G. von der Vierdrahtseite, so ist — unter den obigen Voraussetzungen, und wenn die Scheinwiderstände der Nachbildung und der Zweidrahtseite gleich sind — wiederum die Brückenschaltung abgeglichen. Beide Vierdrahtseiten sind vollständig gegeneinander entkoppelt, es fließt keine Leistung vom ankommenden in den abgehenden Vierdrahtweg zurück. Für den Fall, daß der Scheinwiderstand W des Vierdrahtweges gleich dem der Zweidrahtleitung Z ist, ist die Gabelübergangsdämpfung $a_ü$ definiert zu

$$a_ü = \ln 2 + \ln \frac{Z + N}{Z - N} \text{ in Neper} .$$

Literatur: Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung; Springer-Verlag 1966, S. 294.

Gabelübergangsdämpfung → Gabelschaltung.

Gabelübertrager → Differentialübertrager.

Gabelverkehr → Verkehrsart (Funk).

Gabelverstärker sind transistorisierte Verstärker, die in Verkehrsbeziehungen mit bespulten Zweidraht- oder Vierdrahtleitungen eingesetzt werden. Derartige Leitungen finden sich vor allem in den Nahverkehrsnetzen, etwa zwischen Knotenvermittlungsstellen (KVSt) und Endvermittlungsstelle (EVSt). Daneben bieten sich für einen Einsatz von G. auch Querleitungen (Ql) an, z. B. Ql zwischen zwei KVSt, die beide nicht der gleichen Hauptvermittlungsstelle (HVSt) zugeordnet sind.

G. dienen zur Entdämpfung zweidrähtig oder vierdrähtig geführter bespulter Leitungen. Sie entsprechen damit den → NLT-Verstärkern, die jedoch nur als Zweidrahtverstärker auf unbespulten Leitungen betrieben werden. Die Verwendung von G. ermöglicht es in vielen Fällen, unter Einhaltung der Forderungen des Dämpfungsplanes auf die Auslegung von Kabeln mit einem Leiterdurchmesser $>$ 0,9 mm zu verzichten. Da G. wartungsarm sind, geringen Platzbedarf benötigen und wegen ihres verhältnismäßig einfachen Aufbaus auch nicht allzu kostspielig sind, werden vielfach aus wirtschaftlichen Gründen G. anstelle dickerer Leiter in den Kabeln vorgezogen.

G. sind einsetzbar als:

a) Zweidrahtverstärker;

b) Übergangsverstärker beim Übergang von Zweidraht- auf Vierdrahtbetrieb bzw. von Vierdraht- auf Zweidrahtbetrieb. Da in derartigen Fällen eine Gabel (→ Gabelschaltung) eingefügt werden muß, bietet es

sich an, den G. mit der Gabel räumlich zusammen aufzubauen. Von diesem häufigen Anwendungsfall leitet sich daher auch die Bezeichnung »Gabelverstärker« ab;

c) Vierdrahtverstärker.

Um G. universell für diese drei Betriebsfälle einsetzen zu können, ist jeder G. konstruktiv aus zwei elektrisch gleichen Grundeinheiten (»Halbverstärker«) aufgebaut. Jede der beiden Sprechrichtungen besitzt ihren eigenen Halbverstärker. Beide Halbverstärker können entweder zusammen oder auch unabhängig voneinander betrieben werden. Die Einstellung des G. auf den jeweiligen Betriebsfall nach a), b) oder c) kann damit leicht vorgenommen bzw. bei späterem Einbau an anderer Stelle den dortigen Anforderungen angepaßt werden. Wegen dieser flexiblen Bauweise kommt man mit *einem* Verstärkertyp für alle Betriebsfälle aus.

Eine besondere Ausführungsform des G. ist der sog. Gabelklinkenverstärker, der — im Gegensatz zu dem beschriebenen G. der Entdämpfung von Leitungen — vor allem der Scheinwiderstandsanpassung dient.

Literatur: Der Transistor-Gabelverstärker, Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe (B) Jg. 12 1959, Nr. 6, S. 127.

Gabelverstärkerklinkenübertragungen werden in handbedienten Fernvermittlungsstellen F36 (FernVSt-Hand F36) für Rufleitungen, Fernwahlleitungen, Einstiegsleitungen in das Landesfernwahlnetz und Ausstiegsleitungen aus dem Landesfernwahlnetz (→ Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz) verwendet. Die Grundausführungen — GaVrKlUe-g und GaVrKlUe-k — können in einfacher Weise auf unterschiedliche Schaltvarianten eingestellt werden. Wesentlicher Bestandteil ist der in Aufbau (Bild 1) dargestellte Transistor-Gabelverstärker. Er hat die besondere Aufgabe, eine Beeinflussung des Scheinwiderstandes auf der Zweidrahtseite durch die Sperrkondensatoren in den Fernwahlübertragungen sowie durch die Kapazität der Amtsverdrahtung und des Wählervielfachs, die je nach Einstellung des Wählers sehr verschieden sein kann, oder durch das niederfrequente Verbindungskabel zwischen Verstärkerstelle und FernVStHand zu verhindern. Der Reflexionsfaktor auf der Zweidrahtseite gegen 600 Ohm ist im ganzen Übertragungsbereich kleiner als 0,02, entsprechend einer Fehlerdämpfung größer als 3 N. Die Größe der Verstärkung des Gabelverstärkers ist in beiden Übertragungsrichtungen gleich und beträgt bis zu 1,2 N. Mit Hilfe eines Drehschalters läßt sich der Verstärkungsgrad in 13 Schritten von je 0,1 N zwischen −0,1 und +1,2 N einstellen.



Bild 1. Gabelverstärker, eingebaut in die Schiene der Gabelverstärkerklinkenübertragung.

Darüber hinaus kann die Verstärkung noch wahlweise durch schaltbare Dämpfungsglieder (1,5 N oder 2 × 0,4 N) in jeder Übertragungsrichtung unabhängig von der Reglereinstellung herabgesetzt werden. Der Frequenzgang des Verstärkers beträgt im Bereich von 300 bis 3400 Hz etwa 0,03 N. Die Stromversorgung des Verstärkers erfordert eine Gleichspannung von 60 V bei einer Stromaufnahme von etwa 18 mA.

Bild 2 zeigt den Pegelplan einer über 2 GaVrKlUe und einen Fernplatz F36 verlaufenden Wählverbindung.

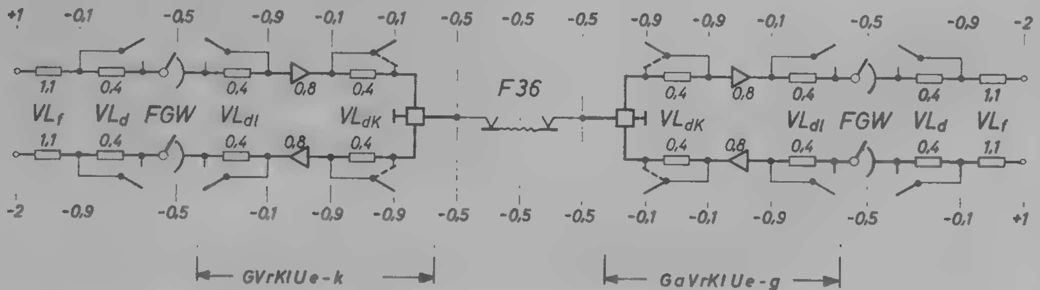


Bild 2. Verbindung über 2 Gabelverstärkerklinkenübertragungen und einen Fernplatz F36.

Gaborröhre → Farbbildwiedergaberöhre.

gain → Antennengewinn.

galaktisches Rauschen → Antennentemperatur.

Galvanealingverfahren. Herstellen von Zinküberzügen auf Eisenwerkstoffen nach dem Schmelztauchverfahren mit anschließendem Erwärmen der verzinkten Gegenstände auf etwa 670° C, wodurch der größte Teil des Zinks durch Reaktion mit dem Eisenuntergrund in eine Eisen-Zinkverbindung umgewandelt wird.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Galvani, Luigi, geb. 7. 9. 1737, gest. 4. 12. 1789, Mediziner, entdeckte 1780 die Berührungselektrizität bei Versuchen mit präparierten Froschschenkeln.

Literatur: W. Ostwald: Die Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre. Leipzig 1896. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie, S. 81ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Darmstaedter: Naturforscher und Erfinder, S. 59ff. Leipzig: Velhagen & Klasing 1926. Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik, Bd. 1, S. 150; Leipzig: Friedrich Brandstetter 1924. C. Matschoß: Männer d. Technik. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr.-Wesens.

galvanische Anoden → kathodischer Korrosionsschutz.

galvanische Elemente sind Anordnungen aus Elektroden und Elektrolyten, die die Energie chemischer Reaktionen zur Stromerzeugung ausnutzen. Man unterscheidet zwischen Primär- und Sekundär-E. (→ Akkumulatoren).

1. Primär-E. sind g. E., bei denen die zur Stromlieferung erforderliche chemische Umsetzung nicht umkehrbar ist.

2. Sekundär-E. (Akkumulatoren) sind g. E., bei denen die zur Stromlieferung erforderliche chemische Umsetzung umkehrbar ist. Durch Zufuhr einer bestimmten Strommenge kann der chemische Zustand des E. vor der Entladung wieder hergestellt werden.

3. Trocken-E. (Zelle), g. Primär-E. (Zelle), bei dem der Elektrolyt durch quellbare oder aufsaugende Stoffe in einen nichtflüssigen Zustand überführt ist.

4. Zelle ist eine Einheit aus negativer Elektrode, positiver Elektrode und Elektrolyt, die, falls erforderlich, in einem Behälter untergebracht sind (auch E. genannt).

5. Polarisation, Vorgänge an den Elektroden bei Stromlieferung des E., die bewirken, daß die Elektrodenpotentiale einen vom unbelasteten Zustand der Elektroden abweichenden, von der Stromdichte abhängigen Wert annehmen.

6. Depolarisation, Verhinderung der Polarisation einer Elektrode durch chemische oder physikalische Hilfsmittel.

7. Braunstein-E. (Zelle) Nennspannung 1,5 V, ein g. Primär-E. (Zelle), bei dem als wirksamer Bestandteil (Depolarisator) der positiven Elektrode → Braunstein verwendet wird.

8. Luftsauerstoff-E. (Zelle) Nennspannung 1,5 V, g. Primär-E. (Zelle), bei dem als wirksamer Bestandteil (Depolarisator) der positiven Elektrode der Sauerstoff der Luft verwendet wird, der durch Aktivkohle katalytisch übertragen wird. *Vetter*

galvanische Kopplung liegt vor, wenn zwei Kreise einen gemeinsamen ohmschen Widerstand haben oder über einen ohmschen Widerstand als Ableitung verbunden sind, → Kopplung elektrischer Kreise, → Stromübergang.

galvanomagnetischer Verstärker. Der g. V. nutzt die Widerstandszunahme im Magnetfeld aus, die in günstiger geometrischer Anordnung Werte $\Delta\varrho/\varrho_0 = 20$ erreicht. Der g. V. hat keine praktische Bedeutung erlangt (→ galvano-thermomagnetische Effekte).

Galvanoplastik. Herstellung von Kopien von Medaillen, Plastiken, Naturgegenständen u. dgl. mit Hilfe stärkerer galvanischer Metallniederschläge. Grundsätzlich kann man folgendes Verfahren anwenden: Man fettet das Modell mit etwas Leinöl ein und preßt dann einen Brei von Alabastergips auf, der nach 8 bis 10 Minuten erhärtet. Nach dem Abheben des Originals hat man eine naturgetreue Nachbildung. Zum Schließen der zahlreichen Gipsporen überstreicht man die Form mehrmals mit Leinölfirnis. Um die Form für den elektrischen Strom leitend zu machen, wird sie mit ganz reinem feingeschlämmten Graphit so lange gebürstet, bis sie vollständig überzogen ist. Dann hängt man das Negativ als Minuspol in die Galvanisierflüssigkeit. Das Galvanisieren dauert ziemlich lange, zur Bildung eines etwa 0,15 mm dicken Kupferüberzugs braucht man bei einem gewöhnlichen Kupferbad etwa 5 Stunden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Galvano-Technik. Technik zur Herstellung metallischer Überzüge, die in einem Elektrolyten auf Werkstücken oder Gebrauchsgegenständen kathodisch abgeschieden werden (siehe DIN 50960). Die Bezeichnung »Plattieren« und »Elektroplattieren« soll dafür nicht verwendet werden.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

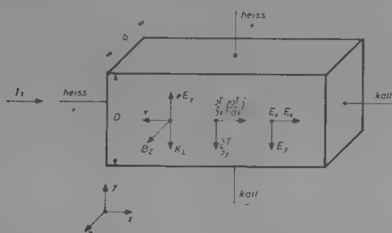
galvano-thermomagnetische Effekte.

(ETTINGHAUSEN-Effekt,
ETTINGHAUSEN-NERNST-Effekt,
HALL-Effekt,
MAGGI-RIGHI-LEDUC-Effekt,
NERNST-Effekt,
NERNST-ETTINGHAUSEN-Effekt,
RIGHI-LEDUC-Effekt,
Widerstandsänderung im Magnetfeld)

Bei der gleichzeitigen Einwirkung von elektrischen und magnetischen Feldern und von Temperaturgradienten treten in Leitern und Halbleitern eine Reihe von Effekten (meist vermischt) auf. Legt man (vgl. Bild) ein Magnetfeld B_z senkrecht zu einem Strompfad I_x, so entsteht senkrecht zu B_z, I_x eine Potentialdifferenz U_H (Hall-Effekt) und ein Temperaturgradient $\partial T/\partial y$ (ETTINGHAUSEN-Effekt). Ferner kann eine Widerstandszunahme im Magnetfeld auftreten.

Legt man ein Magnetfeld B_z senkrecht zu einem Temperaturgradienten $\partial T/\partial x$, so entsteht senkrecht zu B_z, $\partial T/\partial x$ eine Potentialdifferenz U_y (NERNST-ETTINGHAUSEN-Effekt) und ein Temperaturgradient $\partial T/\partial y$ (RIGHI-LEDUC-Effekt).

Senkrecht zu B_z, jedoch parallel zu $\partial T/\partial x$ tritt eine Potentialdifferenz U_x (ETTINGHAUSEN-NERNST-Effekt) und ein zusätzlicher Temperaturgradient $(\partial T/\partial x)'$ auf (MAGGI-RIGHI-LEDUC-Effekt).



Richtungen und Vorzeichen der eingeprägten und resultierenden Kräfte, Felder, Ströme und Temperaturgradienten der galvanothermomagnetischen Effekte.

Deutung:

1. HALL-Effekt (Eingeprägt: I_x, B_z, Resultat: U_H) Auf ein Elektron, das sich mit der Geschwindigkeit v durch einen Leiter oder Halbleiter bewegt, wirkt im Magnetfeld B_z die LORENTZ-Kraft $K_L = B_z e v$ senkrecht zu B_z, v und lenkt das Elektron aus seiner Bahn ab. Die dadurch hervorgerufene Polarisation des Leiters erzeugt ein elektrisches Feld E_y senkrecht zu B_z, v. Über dem Kontaktabstand D entsteht damit die HALL-Spannung U_H. Im Gleichgewicht ist

$$e E_y = B_z e v$$

und

$$U_H = E_y D = B_z v D.$$

Mit $v = \mu E_x$ und $I_x = n e \mu E_x b D$ erhält man:

$$U_H = \frac{1}{ne} \frac{B_z I_x}{b} = R_H \frac{B_z I_x}{b}$$

(μ = Beweglichkeit, n = Konzentration der Ladungsträger).

Der Betrag der HALL-Koeffizienten R_H ist ein Maß für die Ladungsträgerkonzentration n. Das Vorzeichen gibt die vorhandene Ladungsträgerart an. $R_H < 0$ für Elektronen; $R_H > 0$ für Löcher. Das Produkt aus Leitfähigkeit σ und R_H definiert die HALL-Beweglichkeit $\mu_H = \sigma \cdot R_H$.

Die übrigen Effekte (außer dem zum HALL-Effekt analogen NERNST-ETTINGHAUSEN-Effekt) sind nur verständlich, wenn man die Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen und deren Richtungsabhängigkeit berücksichtigt.

2. Widerstandszunahme im Magnetfeld (I_x, B_z; $\Delta\varrho$) Das HALL-Feld kompensiert die Ablenkung der Ladungsträger im Magnetfeld nur für Träger einer mittleren Geschwindigkeit v (Gleichgewicht). Langsamere oder schnellere Träger werden nach der einen oder anderen Seite abgelenkt, ihre mittlere freie Weglänge in Richtung des Stromes I_x nimmt ab, damit nimmt der Widerstand zu. Die Widerstandszunahme $\Delta\varrho$ ist geometrieabhängig. An der Corbino-Scheibe läßt sich die Widerstandszunahme ohne überlagerten HALL-Effekt messen (→ galvanomagnetischer Verstärker). Durch Kurzschluß der HALL-Spannung kann die Widerstandszunahme länglicher Leiter erhöht werden. Der Kurzschluß kann entweder durch äußere Verschaltung oder durch den Einbau einer metallisch leitenden Phase in Nadelform (Feldplatten) hergestellt werden.

3. ETTINGHAUSEN-Effekt (I_x, B_z; $\partial T/\partial y$) Da wegen der Geschwindigkeitsverteilung der Ladungsträger die langsameren Träger entgegengesetzt den schnellen Trägern abgelenkt werden, entsteht senkrecht zu B_z, v ein Temperaturgradient $\partial T/\partial y$, da die Temperatur des Leiters durch die Ladungsträgergeschwindigkeit mitbestimmt wird. Der ETTINGHAUSEN-Koeffizient P ist bestimmt durch

$$\partial T/\partial y = P \cdot B_z I_x.$$

4. NERNST-ETTINGHAUSEN-Effekt ($\partial T/\partial y$, B_z; U_y) Ein Wärmestrom in Richtung x infolge eines Temperaturgradienten $\partial T/\partial x$ bedeutet eine Diffusion von Ladungsträgern. Die diffundierenden Träger erfahren im Magnetfeld die LORENTZ-Kraft und werden abgelenkt. Analog zum HALL-Effekt entsteht ein Feld E_y und eine Potentialdifferenz $U_y = E_y D$. Der NERNST-ETTINGHAUSEN-Koeffizient Q ist bestimmt durch

$$E_y = Q B_z \partial T/\partial x.$$

5. RIGHI-LEDUC-Effekt ($\partial T/\partial x$, B_z; $\partial T/\partial y$) Infolge der Geschwindigkeitsverteilung der Ladungsträger entsteht außer der Spannung U_y (NERNST-ETTINGHAUSEN-Effekt) ein Temperaturgradient $\partial T/\partial y$ analog zum ETTINGHAUSEN-Effekt. Der RIGHI-LEDUC-Koeffizient S ist bestimmt durch

$$\partial T/\partial y = S B_z \partial T/\partial x.$$

S ist mit dem HALL-Koeffizienten R_H durch $S = \sigma R_H$ verknüpft. Das Vorzeichen von S gibt wie das von R_H die im Leiter vorhandene Trägerart an.

6. ETTINGHAUSEN-NERNST-Effekt ($\partial T/\partial x$, B_z; E_x) Gleichzeitig mit dem Feld E_y des NERNST-ETTINGHAUSEN-Effektes tritt ein Feld E'_x in Richtung des Wärmestromes auf.

7. (MAGGI-)RIGHI-LEDUC-Effekt Gleichzeitig mit dem Temperaturgradienten $\partial T/\partial y$ des RIGHI-LEDUC-Effektes tritt ein zusätzlicher Temperaturgradient $(\partial T/\partial x)'$ in Richtung des Wärmestromes auf.

Literatur: Putley, The HALL-Effect and related phenomena, Butterworths, London, 1960.

Heime

Gammavorentzerrung → Fernsehen 2.

Ganzwellendipol → Dipolantenne, → Rundstrahler, → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

G-Armierung → Seekabelaufbau.

Gasansammlung → Kabelkanal unter 14.

gasdichte Zellen → Akkumulatoren.

Gasentladung. Unter Gasentladung versteht man den Übergang eines elektrischen Stromes zwischen Elektroden in einem gasgefüllten Raum.

Zum Entstehen einer Gasentladung ist es erforderlich, daß sich im Gas (z. B. auch Luft) Ladungsträger befinden. Diese können entweder im Gas selbst vorhanden sein und durch den Entladungsprozeß immer wieder neu gebildet werden, oder sie können durch äußere Einwirkung im Gasraum erzeugt werden. Im ersten Falle spricht man von selbständiger Entladung, im zweiten Falle von unselbständiger Entladung. Wir haben außerdem zwischen Entladung in dichten und verdünnten Gasen zu unterscheiden. Selbständige Entladungen in dichten Gasen sind z. B.: der Funkenüberschlag (Blitz), das St. Elmsfeuer; in verdünnten Gasen: die Leuchterscheinungen in Geisslerschen Röhren, wie man sie bereits seit Mitte des vorigen Jahrhunderts kennt sowie gegenwärtig in Glimmlampen und Leuchtröhren benutzt. Die bekannteste unselbständige Entladung in dichten Gasen ist der Lichtbogen, bei dem von der glühenden Kathode ausgehend Ladungsträger in das umgehende Gas emittiert werden. Als unselbständige Entladung ist in verdünnten Gasen die Auslösung von Gasentladungen durch Elektronen- oder Ionenquellen anzusprechen. Als Elektronenquelle kann der glühelektrische Effekt, der z. B. in Thyratrons und Leuchtröhren zur Erzielung niedriger Zündspannungen für die Gasentladung dient, sowie der Fotoeffekt verwendet werden; Ionenquellen sind z. B. ultraviolettes Licht, Röntgenstrahlen sowie Gammastrahlen. Die Gasentladung reißt ab, wenn die Löschspannung unterschritten wird.

Eine selbständige Gasentladung tritt immer nur dann ein, wenn das elektrische Feld zwischen beiden Elektroden (und damit auch die Spannung) so groß ist, daß der Mechanismus einer selbständigen Ladungsträgererzeugung im Gas einsetzt. Das Gas besteht unter normalen Verhältnissen aus neutralen Atomen bzw. Molekülen. Diese wiederum sind aus positiven Atomkernen und negativen Elektronen aufgebaut. Die Zahl der Elektronen ist gleich der Kernladungszahl der Atomkerne, so daß die Gebilde als Ganzes nach außen elektrisch neutral wirken. Die Gasmoleküle bzw. -atome besitzen Bewegungsenergien verschiedenster Größe, deren Wirkung wir nach außen als Wärmeenergie wahrnehmen. Sie fliegen völlig ungeordnet durcheinander und erleiden ungezählte Zusammenstöße. Dabei stellt sich eine Energieverteilung ein (→ Maxwell-Boltzmannsche Verteilung), die für die betreffende Temperatur charakteristisch ist. Sie besagt, daß in dem Gas außer einer sehr großen Anzahl von Gasmolekülen bzw. -atomen mittlerer Energien einige wenige kleiner, aber auch großer und größter Energien vorhanden sind. Beim Zusammenstoß von Teilchen sehr hoher Energie passiert es gelegentlich, daß der elektrische Gleichgewichtszustand eines Moleküls bzw. Atoms dadurch gestört wird, daß ein Elektron durch den Aufprall aus dem neutralen Verband gelöst wird. Dann bleibt dieses Elektron und ein positiv geladener Atomrest, ein Ion (→ Ionisation), zurück (Paarbildung). Man bezeichnet diesen speziellen Stoßprozeß als Stoßionisation. Gelegentlich lagert sich auch wieder das freigewordene Elektron an eines der gebildeten Ionen an, das damit zum neutralen Teilchen (Atom oder Molekül) wird (Rekombination). Die geschilderten thermischen Verhältnisse bedingen, daß der Paarbildungsprozeß stets den Rekombinationsprozeß etwas überwiegt. Daher sind in jedem Gas auch unter normalen Verhältnissen einige wenige elektrische Ladungsträger (Ionen, Elektronen) vorhanden. Ist das angelegte elektrische Feld zwischen den Elektroden so groß, daß es diese wenigen Ladungsträger so stark beschleunigt, daß sie im elektrischen Feld genügend viel Energie aufnehmen, um beim Zusammenstoß mit neutralen Gasteilchen den Stoßionisationsprozeß auszulösen und damit neue Ladungsträger zu bilden, so wird die Gasentladung aufrecht erhalten, d. h., sie ist selbständig geworden. Die Stoßionisation breitet sich dann als Kettenreaktion lawinenartig aus. Diese Ionenleitung kann nur dadurch in Grenzen gehalten werden, daß die Nachlieferung elektrischer Energie von den Elektroden gedrosselt wird. In der Regel leistet dies ein in der Zuführungsleitung eingeschalteter Widerstand. Beim Funkenüberschlag benutzt man die Eigenschaft von Teilchen gleicher Ladung, sich abzustoßen, um mittels des Hörnerblitzableiters die Funkenstrecke und damit den inneren Widerstand der Gasentladung so stark selbsttätig zu vergrößern, daß der Funken abreißt.

Die Abhängigkeit der Gasentladungserscheinungen vom Gasdruck kommt dadurch zustande, daß mit sinkendem Druck die sogenannte mittlere freie Weglänge, d. h. die Strecke, die ein Ion oder Elektron im Gas durchfliegen kann, ohne mit einem Molekül bzw. Atom zusammenzustoßen, immer größer wird. Sie ist umgekehrt proportional dem Druck; bei einer Atmosphäre (760 Torr) beträgt sie rund 10^{-5} cm, beim Druck von 1 Torr etwa 0,1 mm, bei 10^{-3} Torr 10 cm. Durch diese verschiedenen freien Weglängen ist dann auch das Erscheinungsbild der Gasentladung in verdünnten Gasen zu erklären. Zuerst bemerkt man eine fadenförmige Glimmentladung zwischen Kathode und Anode; etwa beim Gasdruck von 1 Torr überzieht sich die negative Elektrode (Kathode) mit einer bläulichen Lichthaut, der Glimmschicht. Sie liegt der Kathode aber nicht unmittelbar an, sondern ist von ihr um den Betrag der mittleren freien Weglänge getrennt. Dieser dunkle Zwischenraum wird nach seinen Entdeckern Hittorfscher oder Crookesscher Dunkelraum genannt. In ihm herrscht ein besonders starker Spannungabfall, der Kathodenfall. Bei weiterem Absinken des Druckes und damit Zunahme der mittleren freien Weglänge verbreitert sich der Dunkelraum, und das blaue Kathodenlicht dehnt sich weiter zur Anode hin aus. Erlangen die Ladungsträger, die aus Ionen (Stoßionisation) und Elektronen (zusätzlich erzeugt durch Ionenaufprall auf die Kathode) bestehen, beim Durchlaufen der mit sinkendem Druck größer werdenden freien Weglänge die zu erneuter Stoßionisation ausreichende Energie, so macht sich dies durch eine Bildung leuchtender Gasschichten bemerkbar. Die Leuchterscheinung wird dabei dadurch hervorgerufen, daß bei einer großen Zahl von Zusammenstößen die Energie nicht

ausreicht, um ein Elektron aus dem neutralen Verband zu lösen, aber groß genug ist, dieses Elektron innerhalb des atomaren bzw. molekularen Gefüges anzuheben, d. h. in eine Lage zu bringen, die nicht dem Gleichgewichtszustand entspricht. Man bezeichnet dies als Anregung. Beim Zurückspringen des Elektrons in den Gleichgewichtszustand, also dem Übergang des Atoms bzw. Moleküls vom instabilen angeregten zum stabilen normalen Zustand, wird Energie in Gestalt von elektromagnetischer Strahlung (Licht) frei. Der Abstand der in der Gasentladung auftretenden Schichten wird um so größer, je größer die freie Weglänge ist. Erreicht sie die Länge des Entladungsrohres, so prallen die Ladungsträger (speziell die aus der Kathode durch Ionenaufprall ausgelösten Elektronen) auf die Gefäßwand des Entladungsrohres und regen diese zu einem grünen bzw. blauen Fluoreszenzleuchten an. Sinkt der Druck noch weiter auf 10^{-4} Torr, so reicht die Ladungsträgererzeugung durch Stoßionisation nicht mehr aus, um die Entladung aufrechtzuerhalten, weil infolge der zu großen freien Weglänge keine Stoßprozesse mehr stattfinden; dann reißt die Entladung ab. *Teichmann*

Gasentladungsröhre → Elektronenröhre.

Gasgesetze → Thermodynamik.

Gaslaser → Laser und Maser.

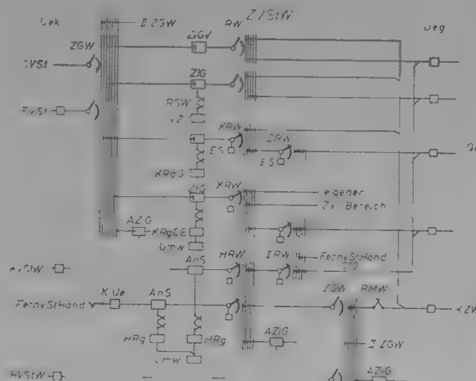
Gasnitrieren. Nitrieren in Stickstoff abgebenden Gasen (entspricht DIN 17014, Ausgabe Oktober 1959).

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Gasöl → Mineralöl.

gassenbesetzt. Besetztfall, der beim Verbindungsaufbau zwischen zwei Wahlstufen auftritt, wenn keine weiterführende freie Leitung gefunden wird. Durch eine verkehrsgerechte Bemessung der Wähler und Leitungen werden die Gassenbesetztfälle oder Hemmungen klein gehalten. → Verkehrsverlust.

Gassentechnik ist ein in der Fernvermittlungstechnik verwendeter Begriff für eine besondere Gruppierung von Schaltgliedern in der Zentralvermittlungsstelle (ZVSt). Die Gruppierung von Schaltgliedern in der Gasse besagt, daß die Einrichtungen für die Verzonung und für die Leitweglenkung erst hinter einem ZGW angeordnet sind. Der Teilnehmer z. B. eines Ortsnetzes am Sitz der ZVSt erreicht nicht schon mit Wahl der Verkehrsausscheidungsziffer »0« die Verzonungseinrichtungen, sondern erst nach Wahl der folgenden Z-Ziffer. Die Gassentechnik (s. Bild) gilt als Regel für ZVSt. Sie hat neben betrieblichen Vorteilen (Übersichtlichkeit in großen ZVSt, zweckmäßige Weiterverwendbarkeit von Einrichtungen der → Übergangstechnik) auch bei Verwendung des → Fernwahlsystems 62 (FwS 62) in den Gassen noch erhebliche Vorzüge, weil die Erreichbarkeit durch sie merklich gesteigert werden kann. Zählimpulsgeber mit Verzonung (ZIGV), die ursprünglich in den Gassen einsetzbar waren, in denen alle Ziele mehr als 100 km entfernt waren (Tarifgestaltung), können in den Gassen mit den geringsten Verkehrswerten zusammengefaßt weiter verwendet werden. Zählimpulsgeber mit impulsgesteuerten Richtungswählern (RWi) und → Verzonern werden in solchen Gassen betrieben, in denen die Erreichbarkeit des (einstufigen) RWi von 110 Aufgängen dies noch gestattet. In den Gassen mit den größten Verkehrswerten wird FwS 62 (mit zweistufiger Richtungswähleranordnung) eingesetzt. Die fraglichen Knotenregister weichen von



Gassentechnik.

den üblicherweise verwendeten ab. Vorhanden sind die Knotenregister für die Gasse (KRgG 62), die nur 2 Stellen (H und K) auswerten, da die Z-Ziffer nicht empfangen wird, und Knotenregister für die Gasse mit Auswertung der E-Ziffer (KRg GE 62). Bei letzteren werden die empfangenen 3 ersten Wählziffern H, K und E in die Speicher für Z-, H- und K-Ziffer eingeordnet, so daß sich dadurch die Auswertung von 4 Stellen ergibt. Dadurch wird die Schaltung von Ql auf OGW allgemein möglich, also Ql zu den Ortsnetzen offener KVStW und zu EVSt. Die Leitungen von KVSt zu ZVSt, die auf HV-Technik 62 enden, die Leitungen von HVSt, die auf ZGW enden, sowie der Zugang der FernVStHand werden in die Gassengruppierung nicht eingeschlossen. In einzelnen Anwendungsfällen ist es sinnvoll, von der Gassengruppierung abzuweichen. Dies gilt dann, wenn z. B. bei Neubauten ausschließlich FwS 62 eingesetzt wird, eine vorgegebene Endausbaugröße (von z. B. 1200 ZIG) in einer bestimmten Zeit nicht überschritten wird, für die Entdämpfung vieler Zubringer auch im Eingang vierdrähtig durchgeschaltet und die Ausnahmeverzonung bewältigt werden muß sowie bereits für künftige Erweiterungen ein neues Fernwahlsystem mit Koppelfeldern berücksichtigt wird. *Altehage*

Gasspürgerät → Kabelkanal unter 14.

Gasversorgungsleitungen mit zentraler Fernüberwachung (→ Fernwirktechnik). Die grundsätzlichen Gesichtspunkte und Methoden entsprechen denen von fernüberwachten → Wasserversorgungsanlagen, jedoch Behälterüberwachung hier durch Druck- und

Temperaturmessungen (Widerstandsthermometer). Durchflußmessungen nach dem Wirkdruckverfahren an Stauorganen meist mittels Ringwaagen (drehbar gelagerte U-Rohre in Ringform mit Sperrflüssigkeit). Bei Wirkdrücken über ca. 1,5 mWS Schwimmerdruckmesser mit feststehendem U-Rohr oder Meßumformer für Durchfluß nach dem Kraftvergleichverfahren mit »eingeprägtem« Ausgangsgleichstrom (z. B. Teleperm-System von Siemens). Im Gegensatz zu Flüssigkeiten ist bei Gasen eine Temperatur- und Druckkorrektion der Durchflußmessungen erforderlich; abhängig von den Berechnungsdaten der Drosselgeräte (z. B. Normblende, Kurzventurirohr). Dieser Korrekturfaktor läßt sich z. B. automatisch in einer Brückenschaltung aus Temperatur- und Druckmessungen bilden und der elektrischen Durchflußanzeige aufschalten.

Gated RQ-Verfahren. Betrieb eines → ARQ-Systems in der Weise, daß nach Erkennen eines Fehlers der Rest des Sperrzyklus nicht mehr auf richtiges 3 : 4-Verhältnis geprüft wird, im Gegensatz zum → Tested RQ-Verfahren.

Gatter → logische Schaltung.

Gauß, Karl Friedrich, geb. 30. 4. 1777 zu Braunschweig, gest. 23. 2. 1855 zu Göttingen, Mathematiker und Astronom, erfand 1820 das »Heliotrop«, ein Fernrohr mit Spiegelanordnung, und 1833 zusammen mit Wilh. Weber den elektromagnetischen Telegrafen und baute mit ihm die erste kurze elektromagnetische Telegrafenlinie über die Dächer der Stadt Göttingen; entwickelte die »Methode der kleinsten Quadrate« für die Fehlerrechnung; stellte für letztere die Gaußsche Fehlerverteilungsfunktion auf. Eine Reihe fundamentaler Beziehungen der Potentialtheorie (Gaußscher Satz) und Differentialgeometrie (Gaußsche Flächentheorie, Gaußsche Krümmung) sind mit seinem Namen verknüpft.

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie Bd. 7, S. 430. Leipzig: Duncker & Humblot 1878. Arch. Post Telegr. 1878, S. 380; 1877, S. 237. Waltershausen: Gauß zum Gedächtnis. Leipzig 1856. Dt. Verk. Zg. 1899, Nr. 38 und Nr. 26. ETZ 1883, H. 12, S. 490ff. Feldhaus, F. A.: Ruhmesblätter der Technik, Bd. 2, S. 84/85. Leipzig: Friedrich Brandstetter 1924. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 73, 79, 100ff. Leipzig 1908: Joh. Ambr. Barth. La Cour u. Appel, deutsch von G. Siebert: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung Bd. 1, S. 337; Bd. 2, S. 237ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1905. Zetzsche: Geschichte der elektrischen Telegraphie S. 71ff. Berlin: Julius Springer 1877. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil, S. 128ff. und 689ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1909. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr.-Wesens. Telecommunication Pioneers.

Gauß. Diese Einheit (G), benannt nach K. F. → Gauß, wird, abweichend von einer älteren Definition, vielfach nach der Beziehung

$$1\,\mathrm{G} = 10^{-8}\,\frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{cm}^2} = 10^{-4}\,\frac{\mathrm{Wb}}{\mathrm{m}^2} = 10^{-4}\,\mathrm{T}$$

verstanden und als Einheit der magnetischen Flußdichte B (→ magnetische Feldgrößen) benutzt.

Gaußsches Fehlergesetz → statistische Methoden.

Gaußsche Verteilung (Normale Verteilung). Die G. beschreibt die Dichte der relativen Häufigkeit $h(x)$ (→ Wahrscheinlichkeitsdichte) einer statistischen Verteilung als Funktion des sich stetig ändernden Merkmals x der Verteilung:

$$h(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}}\, e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2};$$

hierbei sind

$$\mu = \int_a^b h(x) \cdot x\, dx$$

der Mittelwert (a, b sind die äußersten Grenzen der vorkommenden Merkmalswerte) und

$$\sigma^2 = \int_a^b h(x) \cdot (x-\mu)^2\, dx = \int_a^b h(x) \cdot x^2\, dx - \mu^2$$

die Streuung (oder mittlere quadratische Abweichung vom Mittelwert).

Eine wichtige Rolle spielt die G. bei der Theorie der → Zufälligkeitsfehler. Ist eine Beobachtungsreihe nur zufälligen Fehlern unterworfen, und ist x die Abweichung des gemessenen Wertes vom wahren Wert (also der wahre Fehler), so gilt für die Dichte der relativen Häufigkeit dieser Abweichung

$$\varphi(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}}\, e^{-h^2 x^2} \quad \text{mit} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x)\, dx = 1.$$

h ist das Genauigkeitsmaß der Beobachtungsreihe. Es ergibt sich aus dem Mittelwert der Quadrate aller Abweichungen vom arithmetischen Mittel μ, also aus der Größe

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{k} n_i \cdot (x_i - \mu)^2,$$

als $h = \dfrac{1}{\sigma\sqrt{2}}$ (n = Anzahl der Messungen, n_i = Anzahl der Messungen, die das Ergebnis x_i erbrachten, k = Anzahl der verschiedenen Meßergebnisse). Die Integration über $\varphi(x)$ liefert das → Fehlerintegral.

Literatur: Freudenthal, Wahrscheinlichkeit und Statistik, 1963 — Goldberg, Die Wahrscheinlichkeit, 1964 — Haseloff u. Hoffmann, Kleines Lehrbuch der Statistik, 2. Aufl. 1965 — Kreiszig, Elementare mathematische Statistik, 1965 — Morgenstern, Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, 1964 — Richter, Wahrscheinlichkeitstheorie, 2. Aufl. 1966 — Willers, Methoden der praktischen Analysis, 3. Aufl. 1957 — Zurmühl, Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker, 5. Aufl. 1965.

Gerber

Gaußsche Wahrscheinlichkeitsfunktion → Fehlerintegral.

Gaußsche Zahlenebene → komplexe Rechnung 2.

Gebiet wird als Wortbezeichnung für regionale oder Flächengebilde verwendet, z. B. Staatsgebiet, Gebiet eines Fernmeldeamtes. Dagegen Verwendung der Wortbezeichnung → »Bereich« zur Abgrenzung oder Einteilung von Gegenständen oder abstrakten Begriffen nach sachlichen oder fachlichen Merkmalen.

Gebläse für Zettelrohrpost. Zur Erzeugung der Saug- und Druckluft für die → Zettelrohrpost werden vorwiegend elektrisch angetriebene Drehkolbengebläse verwendet. Sie saugen die Luft über die Saugluftfahrrohre an und pressen sie in die Druckluftfahrrohre hinein. Die Gebläse erzeugen Drücke bis 3000 mm WS. Die Leistung der Antriebsmotoren beträgt je nach dem Umfang einer Zettelrohrpostanlage zwischen 1,5 bis 3 kW.

In der Regel werden zwei Maschinensätze — je ein Betriebs- und Reservemaschinensatz — vorgesehen und möglichst im Keller auf schwingungsgedämpften Sockeln aufgestellt. Um eine Übertragung der Maschinenschwingungen auf das Rohrleitungssystem zu vermeiden, werden in die Luftleitungen flexible Verbindungsstücke eingefügt. Die Pulsationen der Treibluft werden durch Schalldämpfer gemindert.

Die Leistung der Gebläse richtet sich nach der Größe einer Zettelrohrpostanlage. In Anlagen mit 70 × 10 mm Rohrquerschnitt legt man der Berechnung einen Druckabfall bzw. Druckanstieg von ungefähr 8 mm WS je m Rohrlänge und einen Luftbedarf von 0,8 m³/min je Fahrrohrleitung zugrunde. Da sämtliche Saugluftleitungen parallel liegen, gehen sie vollzählig in die Rechnung ein, die Zahl der Druckluftleitungen jedoch nur zur Hälfte. Um ein unzulässiges Ansteigen des Betriebsdruckes in diesen Leitungen zu verhindern, werden in die Zuleitungen Sicherheitsventile, die bei Überschreitung des zulässigen Betriebsdruckes öffnen, eingebaut. Als Mittelwert ergibt sich bei Zettelrohrpostanlagen ein Unter- oder Überdruck von ca. 500 mm WS. Je nach Länge der Fahrrohre ergeben sich für das Gebläse Drücke von 600 bis 1500 mm WS. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft beträgt im Mittel 12 m/s, die Fahrgeschwindigkeit der Gesprächsblätter 8 m/s.

Nimmt man bei einem Luftbedarf von 0,8 m³/min den Druckabfall bzw. -anstieg der Fahrrohre zu 8 mm WS/m Rohr an, so errechnet sich die Leistung der Gebläseanlage bei 6 Ansaugleitungen (längste Saugluftleitung 35 m) und 11 Druckluftleitungen (längste Druckluftleitung 27 m) wie folgt:

1. Saugluft

a) 6 Ansaugstellen. 6 × 0,8 m³/min = 4,8 m³/min.

b) Längste Saugluft-Fahrrohrleitung 35 m.
35 m × 8 mm WS/m = 280 mm WS Unterdruck.

2. Druckluft

a) 11 Druckluftleitungen. 11 × 0,8 m³/min × 0,5 = 4,4 m³/min.

b) Längste Druckluft-Fahrrohrleitung 27 m.
27 m × 8 mm WS/m = 220 mm WS Überdruck.

Die vorstehende Berechnung ergibt eine Gebläseanlage mit einer Förderleistung von 4,8 m³/min bei einem Druckunterschied von 500 mm WS.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 24, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1954, S. 369 bis 379 und S. 420 bis 434 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Gänsler

Gebrauchsdauer von Fernmeldemasten. Die natürliche G. (Verwendungstauglichkeit) nicht getränkten Holzes ist abhängig von der Holzart, den Verwendungsbedingungen, dem Klimaeinfluß und der Schädlingsverbreitung. Dauerhafte Hölzer sind z. B. Eiche, Robinie, Eibe. Wenig dauerhafte Hölzer: Pappel, Weide. Für nicht geschützte Holzmasten beträgt die G. je nach der Nadelholzart 3-9 Jahre. Die G. kann durch geeignete → Holzschutzmittel auf ca. 30 Jahre verlängert werden. Auf eine längere G. der thanalithgetränkten Kiefernmasten im Vergleich zu teerölgetränkten hat Winnig hingewiesen.

Literatur: K. Winnig, Der Schutz von Holzmasten bei der Deutschen Reichspost, Holz als Roh- und Werkstoff, 2 (1939), S. 272—278.

Gebühren im Dienst »Funknachrichten an mehrere Empfänger«. Die Höhe der Gebühr je Sendekanal eines von der DBP überlassenen Kurz- oder Langwellensenders ist abhängig von der Sendeleistung und der täglichen Betriebszeit. Entsprechend der Sendeleistung gelten unterschiedliche Gebühren für Sendekanäle mit einer Leistung von 0,1 bis 5 kW, über 5 bis 20 kW und über 20 bis 60 kW. Ein Gebührensatz für höhere Sendeleistungen ist vorgesehen. Als tägliche für die Gebührenberechnung maßgebende Betriebszeit wird die vom Nachrichtenabsender beantragte Sendezeit zugrunde gelegt, und zwar unabhängig davon, ob während des Senderlaufs Nachrichten übermittelt werden oder nicht, ob im Laufe des Monats Betriebsruhetage oder Tage mit kürzeren Betriebszeiten vorkommen. Die Gebühren werden stets für volle Stunden berechnet. Angefangene Stunden zählen als volle Stunden. Die Gebühr für den Sendekanal umfaßt auch die Überlassung einer einfachen Sendeantenne und die Überlassung einer Tast- oder Besprechungsleitung. Für zusätzliche Leistungen (Bereitstellung besonderer Einrichtungen für Hell-Schreib-, Bild- oder Faksimilebetrieb, Bereitstellung von Sendeantennen besonderer Ausführung, Bereitstellung zusätzlicher Fernsprechleitungen als Verständigungsleitungen) werden besondere Gebühren erhoben.

Von jeder Nachrichten-Empfangsstelle wird eine Aufnahmegebühr erhoben. Die Höhe dieser Gebühr hängt davon ab, ob es sich um die Aufnahme eines über Sender der DBP ausgestrahlten Dienstes oder um den Empfang ausländischer Funknachrichten an mehrere Empfänger handelt. Im ersteren Falle wird ferner unterschieden zwischen Empfangsstellen in Deutschland, im europäischen oder im außereuropäischen Ausland, auf deutschen oder fremden Schiffen. Beim Empfang ausländischer Funknachrichten an mehrere Empfänger ist neben einer einheitlichen Nachrichten-Aufnahmegebühr eine monatliche Gebühr für die Empfangserlaubnis zu entrichten.

Die Gebühren für den Dienst »Funknachrichten an mehrere Empfänger« sind in der Anlage 2 zur Verordnung über Funknachrichten an mehrere Empfänger vom 14. Januar 1936 (Amtsbl. des Reichspostministeriums S. 17) enthalten. *Hutter*

Gebühren für Funkgespräche im Seefunkdienst. Die Gebühren für Funkgespräche von oder nach einem Seefahrzeug, ausgenommen Funkgespräche zwischen Schiffen, setzen sich zusammen aus

1. der Bordgebühr für die Tätigkeit der Ursprungs- oder Bestimmungsseefunkstelle;

2. der Küstengebühr für die Tätigkeit der Küstenfunkstelle;

3. der Fernsprechgebühr für die Inanspruchnahme des öffentlichen Fernsprechnetzes;

4. den zusätzlichen Gebühren für die vom Anmelder verlangte besondere Behandlung (Anmeldung von V-, XP- und R-Gesprächen).

Bei Funkgesprächen zwischen Schiffen setzen sich die Gebühren zusammen aus

1. den Bordgebühren für die Tätigkeiten der Ursprungs- und der Bestimmungsseefunkstelle;

ferner, wenn Küstenfunkstellen an der Herstellung der Verbindung beteiligt sind,

2. der Küstengebühr für jede an der Herstellung beteiligten Küstenfunkstelle;

3. der Fernsprechgebühr für die Verbindung zwischen den Küstenfunkstellen bei Beteiligung von zwei Küstenfunkstellen.

Bei Funkgesprächen über Küstenfunkstellen der DBP wird hinsichtlich der Gebührenberechnung unterschieden nach

1. Gesprächen auf Ultrakurzwellen mit deutschen oder fremden Schiffen;

2. Gesprächen auf Grenz- oder Kurzwellen mit deutschen oder fremden Schiffen in der 1., 2. oder 3. Seezone.

Es gehören zur

1. Seezone die Ostsee, die Nordsee, begrenzt durch die Linie Shetland-Inseln—Bergen, und der Ärmelkanal, begrenzt durch die Linie Landsend—Quessant;

2. Seezone die Gebiete nördlich der 1. Seezone einschließlich des Nördlichen Eismeeres bis 50° Ost, der Nordatlantik bis 35° West und 25° Nord, das Mittelmeer und das Schwarze Meer;

3. Seezone die Gebiete außerhalb der 1. und 2. Seezone.

Bei Funkgesprächen, die durch ausländische Küstenfunkstellen mit deutschen oder fremden Schiffen vermittelt werden, gelten für die Gebührenberechnung größtenteils andere Bestimmungen (z.B. einheitliche Küsten- und Bordgebühren für alle Funkgespräche — unabhängig von Entfernung und Frequenz — oder Unterteilung nach Gesprächen auf Ultrakurzwellen, Grenz- oder Kurzwellen).

Für jedes Funkgespräch werden die Gebühren für eine Dauer von mindestens 3 min berechnet (Gebühreneinheit). Für jede weitere volle oder angefangene Minute wird ein Drittel der Gebühreneinheit erhoben. Eine Ermäßigung der Gebühren während bestimmter Tages- oder Nachtzeiten wird bei Funkgesprächen nicht gewährt.

Kommt ein Funkgespräch aus Gründen nicht zustande, die weder von der DBP oder einer anderen beteiligten Fernmeldeverwaltung noch von den beteiligten Seefunkstellen zu vertreten sind, so wird die Gebühr für eine Gesprächsminute berechnet.

Die Gebühren für Funkgespräche im Inlandsdienst sind in der Anlage 2 zur Seefunkordnung vom 27. Juli 1964 (Bundesanzeiger Nr. 141 vom 4. 8. 1964) festgesetzt worden. Für den Auslandsdienst sind die von den einzelnen Verwaltungen festgesetzten Küstengebühren für Funkgespräche im Verzeichnis der Küstenfunkstellen angegeben. Im Verzeichnis der Seefunkstellen sind außerdem zum Teil Angaben über die Höhe der Bordgebühren oder Mindestgebühren für ein Dreiminuten-Funkgespräch enthalten. *Hutter*

Gebühren für Funktelegramme im Seefunkdienst. Die Gebühren für Funktelegramme von oder nach einem Seefahrzeug, ausgenommen Funktelegramme zwischen Schiffen, setzen sich zusammen aus

1. der Bordgebühr für die Tätigkeit der Seefunkstelle,

2. der Küstengebühr für die Tätigkeit der Küstenfunkstelle,

3. der Telegrafengebühr für die Übermittlung auf dem Landweg,

4. den Gebühren für die vom Absender verlangte zusätzliche Leistung oder besondere Behandlung.

Bei Funktelegrammen zwischen Schiffen setzen sich die Gebühren zusammen aus

1. den Bordgebühren für die Aufgabe- und Bestimmungs-Seefunkstelle,

2. den Gebühren für die vom Absender verlangte zusätzliche Leistung oder besondere Behandlung,

ferner, wenn Küstenfunkstellen an der Übermittlung beteiligt sind,

3. der Küstengebühr für jede Küstenfunkstelle,

4. der Telegrafengebühr für die Übermittlung zwischen den Küstenfunkstellen bei Beteiligung von zwei Küstenfunkstellen.

Für Funktelegramme werden die Bord-, Küsten- und Telegrafengebühr nach der Anzahl der gebührenpflichtigen Wörter berechnet. Im Inlandsdienst werden für einzelne und im Auslandsdienst für alle Funktelegrammarten Mindestgebühren erhoben. Die Gebühren für Funktelegramme im Inlandsdienst sind in der Anlage 2 zur Seefunkordnung vom 27. Juli 1964 (Bundesanzeiger Nr. 141 vom 4. 8. 1964) festgesetzt worden. Für den Auslandsdienst sind die von den einzelnen Verwaltungen festgesetzten Bord- und Küstengebühren für Funktelegramme zu voller Wortgebühr im Verzeichnis der See- bzw. der Küstenfunkstellen angegeben. Im Verzeichnis der Küstenfunkstellen sind außerdem Angaben über die Telegrafengebühr nach Orten des Landes der Küstenfunkstelle und nach Orten in angrenzenden Ländern enthalten. *Hutter*

Gebühren für Gespräche im Selbstwählferndienst. Die Höhe der Gebühren für selbstgewählte Ferngespräche hängt von der Sprechdauer und der Gebührenzone ab. Die Gesprächsgebühren werden bei Teilnehmersprechstellen, gemeindlichen → öffentlichen Sprechstellen und bei öffentlichen Sprechstellen mit gewöhnlichem Sprechapparat bei Privaten vom zugehörigen Gesprächszähler in der Ortsvermittlungsstelle als Vielfaches der für diese Sprechstellen geltenden → Ortsgesprächsgebühr erfaßt. Die für eine Ortsgesprächsgebühreneinheit gewährte Sprechdauer (Zeiteinheit) richtet sich nach der Gebührenzone, in die die überbrückte Entfernung eingestuft ist. Jeder Bruchteil einer Zeiteinheit, der am Anfang und am Ende eines Gesprächs entstehen kann, wird als volle Zeiteinheit erfaßt.

Während der Zeit von 18 bis 7 Uhr werden die Gebühren für Gespräche im Nah- und Weitverkehrsbereich ermäßigt, indem die für eine Ortsgesprächsgebühreneinheit vorgesehene Zeiteinheit verlängert wird (Nachtgebühr). Diese Gebührenermäßigung gilt an Samstagen bereits von 14 Uhr an und an Sonntagen und Tagen, die überall im Geltungsbereich der Fernsprechordnung gesetzliche Feiertage sind, den ganzen Tag.

Auf die nach den Aufzeichnungen der Gesprächszähler aufgekommenen Gebühren wird ein Nachlaß von 1 v.H. gewährt.

Die Gebühren für Gespräche im Selbstwählferndienst, die von öffentlichen Sprechstellen mit Fernwahlmünzfernsprecher aus geführt werden, werden im Wege des Münzeinwurfs als Vielfaches von 10 Pf vereinnahmt. Für die Gebühreneinheit von 10 Pf sind besondere, diesem Geldwert entsprechende Zeiteinheiten festgelegt.

Einzelheiten, insbesondere über die Gebührenzonen im Selbstwählferndienst, s. Abschnitt X B der Fernsprechgebührenvorschriften (Anlage 3 zur Fernsprechordnung). *Battermann*

Gebühren für handvermittelte Ferngespräche. Die Höhe der Gebühren für Gespräche, die im handvermittelten Ferndienst (→ Ferndienst, handvermittelter) abgewickelt werden, hängt von der Gesprächsdauer und der Gebührenzone ab. Für jedes Gespräch wird mindestens die Gebühr für 3 min berechnet. Gesprächszeiten, die über 3 min hinausgehen, werden nach min berechnet, wobei Bruchteile von min als volle min erfaßt werden. Über die Gebührenzonen im handvermittelten Ferndienst s. Abschnitt X A der Fernsprechgebührenvorschriften (Anlage 3 zur Fernsprechordnung).

Für dringende Gespräche wird das Doppelte, für → Blitzgespräche das Zehnfache der Gebühr eines gewöhnlichen Gesprächs gleicher Dauer erhoben. Lehnt einer der Beteiligten es ab, in das Gespräch einzutreten, oder läßt der Anmelder des Gesprächs bei der Herstellung der Gesprächsverbindung den Anruf der → Fernvermittlungsstelle unbeantwortet, obwohl sein Anschluß betriebsfähig ist, so wird ein Drittel der Gebühr für ein gewöhnliches Drei-Minuten-Gespräch (Drittelgebühr) berechnet.

Ferngespräche mit der zuständigen Entstörungs- oder Auskunftsstelle sind gebührenfrei. Ferngespräche mit nicht zuständigen Entstörungs- und Auskunftsstellen sind gebührenpflichtig.

Über die besonderen Zuschläge für → XP-Gespräche, → N-Gespräche, → V-Gespräche und → R-Gespräche sowie über die Gebühren für → Monats- und Wochengespräche und → Vorranggespräche besonderer Art (→ Notgespräche, → Staatsgespräche und → Militärgespräche) s. Abschnitt XI der Fernsprechgebührenvorschriften. *Battermann*

Gebühren für die Herstellung und Änderung von Teilnehmereinrichtungen. Für die Herstellung und Änderung von Teilnehmereinrichtungen erhebt die DBP einmalige Gebühren (Einrichtungs- bzw. Änderungsgebühren).

Einrichtungsgebühren

Für die Herstellung von Dauereinrichtungen mit Leitungen, die im allgemeinen Netz der DBP geführt sind, werden feste Einrichtungsgebühren berechnet, so z. B. für die Herstellung von → Hauptanschlüssen, post- und teilnehmereigenen → Nebenanschlüssen, posteigenen Leitungen für private → Nebenstellen, → Querverbindungen, → Abzweigleitungen, posteigenen → Stromwegen für Privatfernmeldeanlagen, Fernschreibleitungen usw. Ferner sind feste Einrichtungsgebühren vorgesehen für das Anbringen von Weckern aller Ausführungen, Anschlußdosen, zweiten Sprechapparaten, → Gebührenanzeigern und anderen → Zusatzeinrichtungen, die ohne besonderen Bauaufwand anschaltbar sind. Soweit keine festen Einrichtungsgebühren vorgesehen sind, werden die Einrichtungsgebühren für Dauereinrichtungen nach dem Aufwand an Arbeitsstunden, Baustoffen und Fahrleistungen berechnet. Das gilt auch für die Herstellung von Teilnehmereinrichtungen, die bei besonderen Anlässen auf kurze Zeit überlassen werden; in diesen Fällen gelten jedoch Mindestgebührensätze, die der Höhe nach den vorerwähnten festen Einrichtungsgebühren entsprechen.

Änderungsgebühren

Feste Änderungsgebühren werden berechnet für die Änderung von Fernmeldeeinrichtungen, die aus Anlaß der Verlegung der zugehörigen Endeinrichtungen erforderlich wird, vorausgesetzt, die Verlegung erfordert eine Neu- oder Umschaltung der zugehörigen, im allgemeinen Netz der DBP geführten Leitung. Feste Änderungsgebühren werden ferner berechnet für die Verlegung von Weckern aller Ausführungen, Anschlußdosen, zweiten Sprechapparaten, Gebührenanzeigern und Zusatzeinrichtungen, die ohne besonderen Bauaufwand anschaltbar sind. Für Änderungen anderer Art werden Änderungsgebühren nach dem Aufwand an Arbeitsstunden, Baustoffen und Fahrleistungen berechnet.

Einzelheiten gehen aus Abschnitt VII der Fernsprechgebührenvorschriften (Anlage 3 zur Fernsprechordnung [FeO]) hervor. *Battermann*

Gebühren für Sonderfunkdienste im Seefunkdienst. Die Sonderfunkdienste im Seefunkdienst, die der Sicherheit des menschlichen Lebens auf See dienen, werden von den Küstenfunkstellen zu besonders niedrigen Gebührensätzen wahrgenommen. Zu unterscheiden ist zwischen Diensten, die von Seefunkstellen ausgehen oder von diesen angefordert werden, und solchen, die von Küstenfunkstellen auf Antrag bestimmter Nachrichtenabsender an alle ausgesendet werden.

Für Meldungen über Gefahren für die Schiffahrt, die Küstenfunkstellen von Seefunkstellen aufnehmen, wird für die Übermittlung auf dem Funkweg keine Gebühr berechnet. Für die Weiterleitung auf dem Landweg von Küstenfunkstellen der DBP zum → Deutschen Hydrographischen Institut (DHI) wird vom Empfänger die halbe Telegrafengebühr erhoben.

Für die Anforderung ärztlicher Ratschläge durch Funktelegramme oder Funkgespräche wird den Seefunkstellen ebenfalls keine Gebühr für die Übermittlung auf dem Funkweg berechnet. Werden die ärztlichen Ratschläge über Küstenfunkstellen der DBP eingeholt, entfällt für die Seefunkstelle auch die Entrichtung der Telegramm- oder Fernsprechgebühr.

Wiederholungen von Wetterberichten, Wetterwarnungen, nautischen Nachrichten, Eisberichten sowie Wetternachrichten (Nebelwarnungen) auf Verlangen einer Seefunkstelle, Vermittlungen von Wetterauskünften des → Deutschen Wetterdienstes (DWD) und nautischen Auskünften des DHI, Auskünfte über die Uhrzeit sowie Funkpeilungen oder Aussendungen von Peilzeichen auf Anfordern einer Seefunkstelle werden von den Küsten- bzw. Ortungsfunkstellen der DBP zu niedrigen Pauschalgebührensätzen ausgeführt.

Schließlich gelten auch für die nach festen Sendeplänen und zu bestimmten Zeiten durch Küstenfunkstellen der DBP an alle verbreiteten Wetterberichte, Wetterwarnungen, nautischen Nachrichten und Eisberichten des DWD und des DHI günstige Gebührenbestimmungen, ebenso für die Verbreitung von Wetternachrichten (Nebelwarnungen) durch Küstenfunkstellen der DBP für andere Nachrichtenabsender, für die tägliche Verbreitung des Zeitzeichens des DHI um 12.00 und 24.00 MGZ sowie für die Aussendung von Suchnachrichten zur Nachforschung nach dem Verbleib überfälliger Schiffe. Die Aufnahme dieser Dienste ist für die Seefunkstellen gebührenfrei.

Die Gebührenbestimmungen für die besonderen Funkdienste im Seefunkdienst über Küstenfunkstellen der DBP enthält die Anlage 2 zur Seefunkordnung vom 27. Juli 1964 (Bundesanzeiger Nr. 141 vom 4. 8. 1964). Welche Sonderfunkdienste ausländische Küstenfunkstellen wahrnehmen und ob und in welcher Höhe ggf. von den Seefunkstellen Gebühren für die Inanspruchnahme dieser Dienste erhoben werden, ist aus dem Verzeichnis der Ortungsfunkstellen und der Funkstellen für Sonderfunkdienste zu ersehen. *Hutter*

Gebühren für Teilnehmereinrichtungen. Für die Überlassung von → Teilnehmereinrichtungen erhebt die DBP monatlich laufende oder in bestimmten Fällen einmalige Gebühren.

Gebühren für Hauptanschlüsse.

Für die Überlassung von → Hauptanschlüssen werden monatliche Grundgebühren erhoben. Ihre Höhe hängt ab von der Art des Anschlusses (Differenzierung nach Einzel-, Zweier- und Zehneranschlüssen) und von der Gesamtzahl der im → Ortsnetz vorhandenen Hauptanschlüsse. Näheres s. Abschnitt I der Fernsprechgebührenvorschriften (Anlage 3 zur Fernsprechordnung [FeO]).

Gebühren für Nebenstellenanlagen.

1. Gebühren für apparattechnische Einrichtungen (Vermittlungseinrichtungen, → Reihenanlagen, Sprechapparate usw.).

Die von einer → Nebenstellenanlage umfaßten apparattechnischen Einrichtungen werden dem Teilnehmer entweder gegen Entrichtung laufender Gebühren zur Benutzung überlassen (posteigene Nebenstellenanlagen) oder diesem gegen Kostenerstattung übereignet (teilnehmereigene Nebenstellenanlagen). Die Unterhaltung übereigneter Anlagen hat der Teilnehmer durch laufende Gebühren zu entgelten. Näheres s. Abschnitt II der Fernsprechgebührenvorschriften.

2. Gebühren für Leitungen.

Die für Nebenstellenanlagen benötigten Leitungen (→ Nebenanschlußleitungen, → Querverbindungen, → Abzweigleitungen), die zwischen verschiedenen Grundstücken verlaufen, überläßt die DBP dem Teilnehmer i. allg. aus den Beständen ihres allgemeinen Netzes gegen Entrichtung laufender Gebühren. Für die Herstellung von Innenleitungen und nicht im allgemeinen Netz der DBP geführten Leitungen auf dem Grundstück der Hauptstelle sowie für die Herstellung von Leitungen, die unmittelbar nach anderen Grundstücken führen, ohne daß Linien des allgemeinen Netzes der DBP benutzt werden, hat der Teilnehmer einmalige Einrichtungsgebühren zu entrichten.

Neben den laufenden Gebühren für Leitungen, die die DBP dem Teilnehmer aus Beständen ihres allgemeinen Netzes zur Benutzung überläßt, hat der Teilnehmer unter bestimmten Voraussetzungen zusätzliche monatliche Gebühren als Ersatz für den Ausfall der Gesprächsgebühren zu entrichten, die aufkämen, wenn der Gesprächsverkehr mittels Orts- bzw. Ferngesprächen in der üblichen Form abgewickelt würde. Bei Leitungen, deren Endpunkte in verschiedenen Ortsnetzen liegen, können noch einmalige Kostenzuschüsse hinzutreten.

Teilnehmern, die über mehr als 100 Fernsprech- und Fernschreibquerverbindungen zwischen verschiedenen Ortsnetzen verfügen, werden ortsnetzüberschreitende

Fernsprech-Querverbindungen zu besonderen laufenden Gebühren überlassen.

Näheres über Leitungen für Nebenstellenanlagen s. Abschnitte II J, V und VI der Fernsprechgebührenvorschriften.

Gebühren für → Sprechapparate besonderer Art und → Zusatzeinrichtungen.

Sprechapparate besonderer Art und Zusatzeinrichtungen für Hauptanschlüsse und posteigene Nebenstellenanlagen überläßt die DBP dem Teilnehmer gegen Entrichtung laufender Gebühren. Im Rahmen teilnehmereigener Nebenstellenanlagen werden sie dem Teilnehmer gegen Kostenerstattung übereignet; der Teilnehmer hat jedoch für die Instandhaltung der übereigneten Einrichtungen laufende Gebühren zu entrichten.

Über die Mindestüberlassungsdauer für posteigene Nebenstellenanlagen und Leitungen → Mindestüberlassungsdauer. *Battermann*

Gebühren für Telegramme → Telegrammgebühren.

Gebührenansage. Der Anmelder kann bei der Anmeldung wünschen, daß ihm am Schluß des Gesprächs die dafür entstehende Gebühr angesagt wird. Die Ansage ist gebührenfrei. Auf Wunsch werden auch die → Gebührenminuten mitgeteilt. Bei → R-Gesprächen kann die Ansage vom Verlangten, der die Bezahlung übernommen hat, verlangt werden. Für die G. sind in der Regel besondere Gebührenansageplätze eingerichtet, von denen die Ansage spätestens 6 min nach Gesprächsschluß erfolgt. Nachträglich verlangte G. können nicht durchgeführt werden, weil das Heraussuchen des entsprechenden Gesprächsblattes (→ Einheitsgesprächsblätter) zu zeitaufwendig ist. Der nachfragende Teilnehmer wird an die zuständige Fernmelderechnungsstelle verwiesen, bei der nach einer angemessenen Frist nachgefragt werden kann. Im → Auslandsferndienst wird die anzusagende Gebühr von einer Aufsicht besonders nachgerechnet bzw. auch angesagt.

Gebührenanteile ist der Sammelbegriff für die in einer Verkehrsbeziehung den beteiligten Verwaltungen zustehenden → End- oder → Durchgangsgebühren. Die nach den internationalen Empfehlungen errechneten Anteile nennt man »hypothetische G.«. Nach einer etwaigen → Pro-rata-Angleichung entstehen aus ihnen die »reellen G.«. Die Summe der G. bildet die → Gesamtgebühr.

Gebührenanzeiger ist eine Zusatzeinrichtung i. S. der Fernsprechordnung. Mit Einführung des Selbstwählferndienstes entstand das Bedürfnis, dem Teilnehmer den Gebührenbetrag für ein geführtes Ferngespräch, welcher als Vielfaches der Ortsgesprächsgebühr berechnet wird, sofort, ohne Mitwirkung einer Person in einer Vermittlungsstelle zur Kenntnis zu bringen und ihm über den Stand der Gesprächsgebühren (des Wähldienstes) Aufschluß zu geben. Es gibt G. mit und ohne Rückstellung; das Anzeigefeld ähnelt dem Anzeigefeld einer Uhr oder dem eines Rollenzählers. Der G. hat nicht die Aufgabe, eine Kontrolle der amtlichen Gebührenberechnung zu bieten. Mit der Gebühr für die Zusatzeinrichtung (bei Hauptanschlüssen) ist auch die Übermittlung der Zählimpulse abgegolten. Daneben gibt es Einrichtungen für die Gebührenanzeige bei Nebenstellenanlagen; neben der Gebühr für diese Zusatzeinrichtung selbst wird für jede mit Zählimpulsen beschickte Amtsleitung eine Gebühr für die Übermittlung der Zählimpulse erhoben. Bei allen öffentlichen Sprechstellen, die nicht mit Münzfernsprechern ausgerüstet sind, werden die im Fernsprechwählverkehr aufgekommenen Gebühren aufgrund der Anzeige eines G. vereinnahmt.

1. Gebührenanzeiger (GbAnz) 52, 55 K, GbAnz T 55. Frühere Verfahren, für die Übermittlung der Zählimpulse Wechselstrom von 50 Hz zu verwenden, wurden wegen des hierzu erforderlichen technischen Aufwandes aufgegeben. Seit 1952 wird für die Übermittlung der Gebühreneinheiten (GE) eine Wechselspannung der Frequenz 16 kHz verwendet.

Mit dieser Frequenz ist mit relativ geringem Aufwand und raumsparend herzustellenden Siebmitteln eine sichere Übertragung möglich. Die Dämpfung dieser 16-kHz-Frequenz auf den Anschlußleitungen (Asl) und die Mindestempfangsenergie der Empfangsschaltung der GbAnz bestimmten die Entwicklung der verschiedenen GbAnz.

Der GbAnz muß wegen der erforderlichen Teilnehmerweiche (Gb Wt) grundsätzlich vor den FeAp geschaltet werden. Wie Bild 1 zeigt, benötigte der GbAnz 52 zur sicheren Betätigung einen Mindestempfangspegel der 16-kHz-Wechselspannung von +1 N. Durch Verbesserung des mechanischen Aufbaues beim GbAnz 55 konnte dieser Wert auf 0,5 N gesenkt werden. Beide GbAnz entnehmen ihre Antriebsenergie von etwa 5 mW unmittelbar nach Gleichrichtung der Energie des 16-kHz-Impulses.

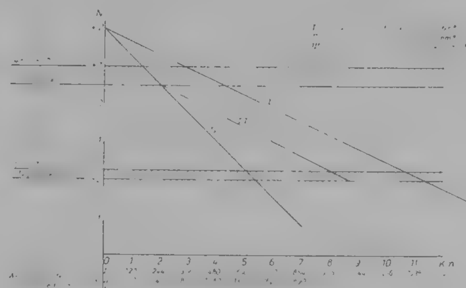


Bild 1. Reichweite von Gebührenanzeigern.

Die Reichweite des GbAnz 52 betrug bei Verwendung von 0,6-mm-Adern der Asl nur 2,5 km. Die anfänglich angewendete Einspeisung der 16-kHz-Impulse mit einem Spannungspegel von +3 N ermöglichte bei 0,6-mm-Adern eine Reichweite bis 7,5 km. Sie führte aber zu einem unwirtschaftlich hohen Aufwand in

den OVStn und insbesondere zu Störungen durch Nebensprechen. Neben dem GbAnz 55 K, der bei 0,6-mm-Adern eine Reichweite von 4 km hat, bei Verwendung der in den Ortskabeln inzwischen geführten 0,4-mm-Adern aber nur im Nahbereich bis etwa 2 km Entfernung verwendbar ist, mußte daher 1955 ein GbAnz mit Transistor, der GbAnz T 55, eingeführt werden, der noch bei einem Spannungspegel von —1,8 N sicher anspricht. Er kann entsprechend Bild 1 (Kurve II) auch bei Verwendung von 0,4 mm DA innerhalb des 5-km-Bereiches der ON eingesetzt werden. Bei längeren Asl wird man 0,6 mm ⌀ oder Übergänge von 0,4 auf 0,6 mm ⌀ entsprechend Bild 1 (Kurve III) verwenden, so daß der GbAnz T 55 auch bei von der OVSt weitab liegenden Sprechstellen betriebsfähig bleibt.

Die genannten G. werden nur als Vorsatz-G. verwendet, da ein Einbau in den FeAp W 48 zu großen, unschönen Gehäuseformen geführt und bei Störungen des G. stets auch eine Auswechslung des FeAp zur Folge gehabt hätte.

In den G. werden die während der Gespräche einlaufenden GE summiert. Die Summe wird durch 2 Zeiger angezeigt (Bild 2).

Der große Zeiger zeigt die abgesprochenen GE bis 100 an. Der innere Zeiger dreht sich um 1/10 langsamer und zeigt 10 × 100 GE an. Der G. zählt also bis 999 Einheiten und beginnt dann wieder mit 0.



Bild 2. Gebührenanzeiger.

Eine Einzelgesprächszählung wird ermöglicht durch einen Stellring an der Peripherie des Sichtfensters, der die Ziffer 0 der äußersten Skala bei Gesprächsbeginn auf den Stand des großen Zeigers zu drehen ermöglicht. Die je Gespräch aufkommenden GE lassen sich dadurch an der äußeren Skala ablesen. Die GbAnz bieten dem Tln darüber hinaus die Möglichkeit, durch einen Drehgriff mit Schloß die Zeiger jeweils auf 0 zurückzustellen. Das Schloß hat 2 Stellungen. Stellung I.: Die Rückstellung des Drehgriffs auf 0 wird verhindert, die Summierung der GE kann dann nicht unterbrochen werden. Stellung II.: Rückstellen der Zeiger auf »0«. Der FeAp wird dabei gegen das Führen abgehender Gespräche gesperrt, indem in dieser Stellung der nsi-Kontakt des Nummernschalters überbrückt wird, so daß keine Verbindung aufgebaut werden kann.

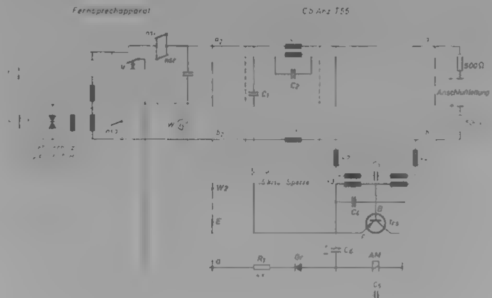


Bild 3. Schaltung des Gebührenanzeigers T 55.

Die Schaltung des GbAnz T 55 zeigt Bild 3. Die Gb Wt besteht aus einem Tiefpaß, der die Sprachfrequenzen von 300 bis 3400 Hz praktisch ungedämpft zum FeAp durchläßt, aber die 16 kHz vom Apparat fernhält. Letzteres ist erforderlich, weil u. a. in Amtsnähe der hohe Spannungspegel der 16-kHz-Impulse die Gehörschutzgleichrichter im FeAp zum Ansprechen bringt und hierdurch die Hörkapsel während der Impulsdauer kurzgeschlossen und damit das Hören unterbunden würde. Sie besteht ferner aus einem Hochpaß, der infolge seiner Anpassung an den Scheinwiderstand des Kabels bei 16 kHz diese Frequenz ohne weitere Energieverluste der Empfangsschaltung des GbAnz zuführt. Aus Bild 3 geht ferner hervor, daß die Energie des Antriebmagnetes (AM) nicht mehr der Energie des 16-kHz-Impulses selbst entnommen wird. Dieser dient lediglich zur Öffnung des Transistors TrS. Die Energie für den AM wird von dem Kondensator C 6 geliefert, der sich über die Emitter-Kollektor-Strecke des TrS entlädt. C 6 lädt sich während der Impulspausen auf, die bei den im SWF-Verkehr innerhalb Deutschlands vorkommenden Zählimpulsfolgen sehr lang gegenüber der Aufladezeit sind. Bei der vom AM benötigten Energie von etwa 6 mW und einem Transistorstrom von 1,8 mA muß der Kondensator C 6 eine Mindestspannung von 3,5 Volt erhalten. Wird mit einem Gesamtwiderstand der Asl von 1000 Ohm und einem Widerstand des FeAp von 200 Ohm gerechnet, so beträgt der Schleifenstrom 27 mA und die Spannung am FeAp 5,4 Volt. Diese Werte gewährleisten ein sicheres Arbeiten der Schaltung in dem Bereich der Asl bis 1000 Ohm. Da bei Ortsgesprächen der Zählimpuls erst nach Beendigung des Gespräches erfolgt, trifft auch erst der 16-kHz-Zählimpuls ein, nachdem der Handapparat aufgelegt und der Gabelumschalter

bereits geöffnet ist. Ein weiteres Aufladen von C 6 ist damit nicht möglich. Die Verzögerung bis zum Eintreffen des Ortsimpulses kann bis zu 500 ms betragen. Die vor dem FeAp liegende Tln-Weiche nimmt den 16-kHz-Impuls jedoch auf. Hierdurch wird TrS geöffnet und die Zählung noch durchgeführt, weil C 6 infolge des vorausgegangenen Ortsgespräches noch geladen ist. Die Entladezeit

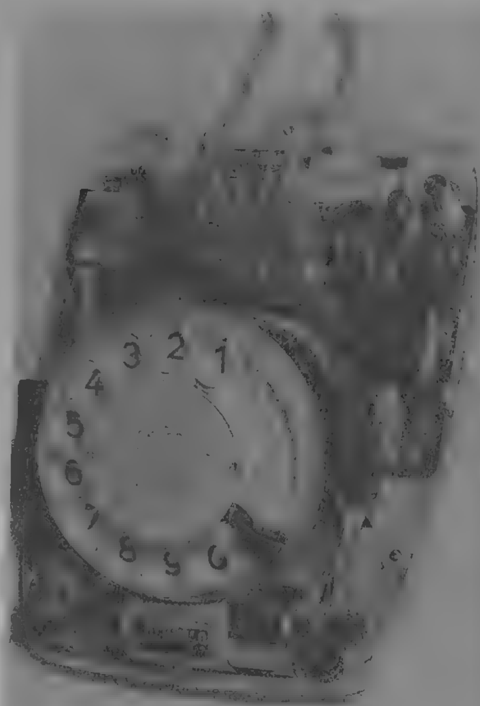


Bild 4. Fernsprechapparat mit eingebautem Gebührenzähler.

von C 6 wird durch den Sperrwiderstand der E-C-Strecke des TrS bestimmt, sie beträgt mehrere Sekunden, so daß die Energie für einen erst nach 500 ms eintreffenden Ortszählimpuls noch voll zur Verfügung steht.

2. Der GbAnz im FeTAp 611 und der GbAnz 68 V. Das mechanisch sehr empfindliche Antriebssystem für die 2 Zeiger der Systeme 52/55 benötigte einen Leistungsbedarf von nur etwa 6 Milliwatt. Diese Konstruktion war aber bei hoher Schalthäufigkeit leicht gestört und infolge des AM mit seiner hohen Windungszahl und seinem Anker mit Hebel zur Betätigung des Zählwerkes platzaufwendig. Die Ausdehnung des Inlands-SWFD auf europäische und interkontinentale Verkehrsbeziehungen erfordert Zählfolgen von mindestens 2 Imp./sec., denen ein Zählgerät voll gewachsen sein muß. Das Zeigersystem war ferner nicht übersichtlich genug. Die Zählung bis nur 999 Einheiten hatte sich für Vielsprecher als nicht ausreichend erwiesen. Es war erforderlich, Zählungen bis zu 10 000 Einheiten zu registrieren. Die neuen elektronischen Bauelemente boten dazu die Möglichkeit, alle zur Steuerung eines GbAnz erforderlichen Teile mit auf der Leiterplatte des FeAp 611 und somit im unveränderten Gehäuse des FeAp unterzubringen.

Der von der DBP in den FeTAp einbezogene GbAnz vermag durch die Verwendung eines Drehfeldmotors 4 Zahlenrollen mit einer Leistung von nur 12 mW fast stoßfrei zu steuern. Das Zählwerk kann störungsfrei bis zu 2 Mio Zählimpulse aufnehmen. Es führt jedes Verstellen der Einer-Zahlenrolle in je 2 Halbschritten durch, und zwar je zu Beginn des Geb.-Impulses und nach dessen Ende. Infolge Prellungen von Kontakten in der OVSt beim Aufbau einer Verbindung treten Einschwingvorgänge auf, die während einiger Millisekunden Anteile von 16-kHz-Schwingungen enthalten. Die Zähler dürfen daher auf kurze 16-kHz-Fehlimpulse nicht ansprechen. Die Ansprechverzögerung des GbAnz im FeTAp 611 beträgt etwa 15 ms. Da die Impulsdauer selbst zwischen 80 und 250 ms liegt und nach dem Ende des Geb.-Impulses der zweite Halbschritt des Zählermotors innerhalb von längstens 70 ms erfolgt, können höchstens 3 Zählungen/sec. vorgesehen werden.

Der in Bild 4 ohne Gehäusekappe gezeigte FeTAp 611 GbAnz zeigt vorn das 4stellige Rollenzählwerk mit dem Antriebsmotor (rechts).

Links das Sperrschloß und auf der Grundplatte die Leiterplatte mit sämtlichen Bausteinen der Sprech- und G.-Schaltung. Das Schloß ist in seiner Funktion erweitert. Es hat 3 Stellungen. Bei Stellung senkrecht

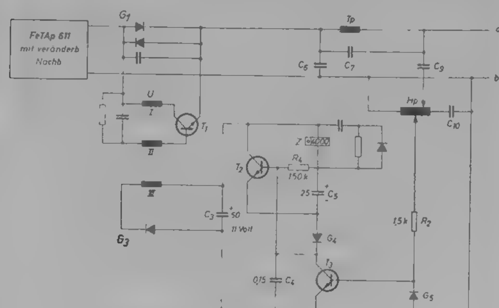


Bild 5. Schaltung des Gebührenzählers im Fernsprechapparat nach Bild 4.

(↑) werden sämtliche GE addiert. Der Schlüssel kann zur Verhinderung der Rückstellung abgezogen werden. Bei Stellung nach links (←) ist der FeAp gegen abgehende Gespräche gesperrt. Der letzte Summenwert des Zählers bleibt hierbei erhalten. Bei Stellung nach rechts (→) wird der Zähler auf 0 zurückgestellt. Nach

Loslassen des Schlüssels geht dieser selbsttätig auf Stellung (↑) zurück.

Die Schaltung des G. im FeTAp 611 GbAnz ist unverändert auf den Vorsatz G (GbAnz 68 V) übernommen worden. Die Schloßbetätigung an GbAnz 68 V ist dieselbe wie am FeTAp 611 GbAnz. Die Antriebsenergie wird (Bild 5) der Asl entnommen.

Die Widerstandserhöhung der Asl durch Einfügen des G. darf nur gering gegenüber dem Apparatewiderstand sein. Sie beträgt infolge Einfügens der Diode G 1 20 bis 40 Ohm. Der Spannungsabfall hieran bei einem Schleifenstrom von 20 mA etwa 0,8 V. Die NF-Durchflußdämpfung beträgt 0,03 N. Die Apparatschaltung des FeTAp 611 ist entsprechend der Reichweite des GbAnz, wie die der FeAp 613 bis 616, mit einer veränderbaren Nachbildung ausgerüstet.

Wie beim GbAnz T 55 wird der eintreffende 16-kHz-Impuls lediglich dazu benutzt, nach Passieren des Hochpasses (Hp) den Transistor T 3 zu öffnen. Der G. kann über den Pegelbereich von +2 N bis −2 N eingesetzt werden. Die Antriebsenergie wird dem Kondensator C 3 entnommen. Nach Aufheben des Handapparates setzt die Spannung an der Diode G 1 einen Multivibrator über die Wicklungen I. und II. von Ü in Gang, wodurch in Wicklung III. die Spannung hochtransformiert wird. Nach Gleichrichtung an der Diode G 3 wird dadurch der Kondensator C 3 innerhalb von 400 ms geladen und hält diese Spannung von im Mittel 10 V durch ständige Nachladung durch den Multivibrator auch bei der Impulsfolge von 2 Imp./sec. Durch Öffnen von T 3 wird über G 4 der Kondensator C 5 geladen, dieser Ladeimpuls fließt über Z nach C 3 zurück und dreht den Zähler auf den ersten Halbschritt. Die Basis von T 2 wird bei diesem Vorgang negativ, so daß T 2 gesperrt ist. Erst nach dem Ende des 16-kHz-Impulses sperrt T 3 wieder, dadurch wird die Basis von T 2 positiv. Hierdurch öffnet T 2, so daß sich C 5 nun über T 2 und Z entlädt. Dabei vollbringt der Zählmotor den zweiten Halbschritt.

Auch nach Auflegen des Handapparates bleibt die Spannung an C 3 so lange erhalten, bis ein erst nach 500 ms eintreffender Ortsgebührenimpuls sicher gezählt ist. *H. Fischer/Breidt*

Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst mit Angabe der Leitwege, Betriebszeiten und der Gebührensätze wird vom Bundespostministerium herausgegeben.

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Übersicht der Länder in alphabetischer Reihenfolge mit Hinweis auf Blattnummern und Angabe des Zeitunterschiedes gegenüber mitteleuropäischer Zeit. Graphische Darstellung der Leitwege. Gebührenrechner für Auslandsferngespräche.

Teil II: Europa. Allgemeines (zugelassene Gesprächsarten usw.). Teil III: Europa mit Gebührensätzen, Gesprächsarten, Leitwegen und Betriebszeiten.

Beispiel: Tschechoslowakei Gebühreneinheit (3 min):

zwischen jedem Ort in Deutschland und der Tschechoslowakei	DM 5,10

Zugelassene Gesprächsarten:

Notgespräche dringende Staatsgespräche dringende Privatgespräche gewöhnliche Privatgespräche V-Gespräche XP-Gespräche (XPL-Gebühr: 2,50 DM) R-Gespräche Auskünfte	Monats- und Wochengespräche (von 19.00 bis 08.00 Uhr einfache Gebühr für ein gewöhnliches Gespräch von gleicher Dauer)

Dazu Zeittaktangaben nach Aufnahme des vollautomatischen Dienstes und Angaben über den Grenzfernsprechverkehr.

Leitwege:

Aus den Gebieten der Zentral-, Haupt- und Knotenvermittlungsstellen	Handdienst, halbautomatischer Dienst über Auslandsvermittlungsstellen
2, 5, 6, 7, 8 und 9	Frankfurt/Main
3	Berlin (West)
4	Hamburg

Betriebszeiten: täglich durchgehend

Teil IV: Außereuropa. Allgemeines (zugelassene Gesprächsarten usw.).

Teil V: Außereuropa. Gebühren, Gesprächsarten, Leitwege, Betriebszeiten.

Beispiel: Iran Gebühreneinheit (3 min):

Zwischen jedem Ort in Deutschland und dem Iran (s. unter 4)	DM
Gesprächsgebühr	49,50
Vorbereitungsgebühr	4,90

Zugelassene Gesprächsarten: gewöhnliche Gespräche von Person zu Person, gewöhnliche Privatgespräche, gewöhnliche Staatsgespräche

Leitwege und Betriebszeiten:

1. Über Frankfurt, Main	
täglich	13.30 bis 17.30 Uhr
2. Über Bern	
täglich	11.15 bis 17.30 Uhr
3. Über London	
montags bis freitags	08.00 bis 11.30 Uhr
und	17.30 bis 19.30 Uhr
samstags	08.00 bis 11.30 Uhr
sonn- und feiertags	kein Dienst
4. Über Paris	
täglich	06.30 bis 19.30 Uhr

Verzeichnis der Orte, mit denen Gesprächsverbindungen hergestellt werden können: Abadan, Teheran.

Anhang I: Fernsprechverkehr mit Schiffen. Anhang II: Fernsprechverkehr mit Schiffen auf dem Rhein. *Trommer*

Gebührenbuch für Telegramme enthält neben Zusammenstellungen der Gebühren für Inlands- und Auslandstelegramme mit den zugelassenen Sonderdiensten und Sprachen auch Umrechnungstafeln von DM in Goldfrank und umgekehrt, allgemeine Bestimmungen, gebührenpflichtige Dienstvermerke und Sonderdienste.

Gebühreneinheit. Fernsprechinlandsdienst. Die Ortsgespräche und → Ferngespräche im Selbstwählferndienst werden in G. berechnet. Die G. ist gleich der Ortsgesprächsgebühr (z. Z. 18 Pf). Für eine G. steht je nach der Gebührenzone eine unterschiedlich lange Sprechzeit zur Verfügung (im Inland 90 bis 8 4/7 s). Die Gebührensätze im handvermittelten → Ferndienst lassen sich heute nicht mehr durch G. ausdrücken, da hier andere Grundsätze gelten. Man spricht von der G. bisweilen auch dann, wenn man die → Dreiminutengebühr meint. Auslandsferndienst. Als G. für eine bestimmte Sprechbeziehung gilt die Gebühr für ein gewöhnliches Privatgespräch von 3 min Dauer in der verkehrsstarken Zeit. Die G. für eine bestimmte Sprechbeziehung ist stets die gleiche, welcher Weg auch bei der Herstellung benutzt wird (→ Leitwege im handvermittelten Ferndienst). *Altehage*

Gebührenerfassung im Selbstwählferndienst, selbsttätiges Verfahren zur Ermittlung des Entgelts für eine gebührenpflichtige Gesprächsverbindung im Selbstwählverkehr. Für ein Verfahren mit Gebührenzetteldruck wären mindestens 4 Angaben notwendig, um Gebührenzettel ausstellen zu können: nämlich die Kennzahl und Rufnummer des rufenden Teilnehmers (Rechnungsempfänger), die Kennzahl und Rufnummer des gerufenen Teilnehmers (Zone), das Datum mit Tageszeit und Zeitdauer des Gesprächs (Dauer) und die Gebühr (Tarif).

Eine Mehrfachzählung am Ende des Gesprächs (→ Netzgruppentechnik) ermöglicht bereits keinen Einzelgesprächsnachweis mehr. Schwerwiegender Nachteil liegt in der Gesprächszeitbegrenzung. Ein Zeitzonenzähler (ZZZ) ermittelt aus der Kennzahl die Zone, mit Hilfe der Zeitdauer sodann die Gebühr (in Form von Gebühreneinheiten) und überträgt am Ende des Gesprächs Anzahl der Gebühreneinheiten als Zählimpulse zum Gesprächszähler des rufenden Teilnehmers.

Bei der DBP ist die Mehrfachzählung während des Gesprächs üblich; die Fernsprechgebührenvorschriften sehen eine KVSt-Gebühr und 8 Fernzonen vor; der Abstand zweier Zählimpulse verkürzt sich mit wachsender Entfernung von 90 sec auf 8,6 sec. Das Beginnzeichen wird immer als ein Zählimpuls ausgewertet. Zeitimpulszählung wird auch im SWFD nach dem Ausland angewandt. Hochtarifierte Gespräche bedingen wesentlich kürzere zeitliche Abstände zwischen den Zählimpulsen (z. B. bei interkontinentalen Gesprächen). Ermöglicht werden billige Kurzgespräche zum Vorteil des Teilnehmers. Bei Inlandsverbindungen von Münzfernsprechern wird der Abstand zweier Zählimpulse so verändert, daß direkte Einheiten von 0,10 DM kassiert werden können.

Die Zeitimpulszählung wird wie folgt durchgeführt: Aus der Ortsnetzkennzahl (und nötigenfalls der Ursprungskennzeichnung) wird durch Verzoner oder → Umwerter die Zone ermittelt und im → Zählimpulsgeber (ZIG) der hierfür entsprechende Zeittakt vorbereitend angeschaltet. Mit Beginn der Zählpflicht (→ Beginnzeichen) wird der erste (Melde-) Zählimpuls zum Gesprächszähler des rufenden Teilnehmers übermittelt. Weitere Zählimpulse folgen in gleichmäßigen, dem anliegenden Zeittakt entsprechenden Abständen. Eine Ausnahme bildet der dem Meldezählimpuls folgende Zählimpuls: Die Zeittakte für eine FernVStW werden zentral von einem Zeittaktgeber (ZTG) erzeugt. Der Nullpunkt der Zeitberechnung (Einsatz des Zähltaktes) stimmt nur selten mit dem Gesprächsbeginn überein. Die Zählung erfolgt dann nicht zeitgerecht. Um einen (annähernd) zeitgerechten Zähleinsatz zu ermöglichen, wird der Zeittakt vom ZTG in schnellerer Folge, als es dem Zähltakt entspricht, abgegeben (bei der DBP z. B. in 6mal schnellerer Folge, im Ausland teilweise auch 10mal schnellere Folge). Im ZIG werden dann z. B. die Sechsteltakte aufaddiert und während jedes 6. Sechsteltaktes ein Zählimpuls ausgesandt. Die Streuung, mit der der zweite Zählimpuls gesendet wird, ist somit von 0 ... 100 v. H. auf 0 ... 16 v. H. begrenzt worden. *Altehage*

Gebührenerfassung im Telexdienst. Die Tarifgestaltung kann nach den gleichen Grundsätzen wie im Fernsprechdienst erfolgen. In technischer Hinsicht sind 2 Verfahren zu unterscheiden:

Die Zeitimpulszählung und die Aufzeichnung der Gebührendaten (Datum/Uhrzeit, Zielort, rufende Stelle), z. B. durch → Lochstreifenempfänger. Bei der Zeitimpulszählung sind Gebührenzähler (5stellige Trommelzähler) und Gebührenermittlungsgeräte in der Ursprungs-VSt eingebaut. Letztere an einer gegenüber dem Gebührenzähler netzmäßig übergeordneten VSt einzusetzen, ist wegen der geringen Bandbreite der Telexleitungen nicht möglich. Aufzeichnungsgeräte für die Gebührendaten sind wegen der hohen Investitionskosten stets zentralen Schaltgliedern zugeordnet.

In den → Systemen TW 39, TW 100, → TW 56 wird für Selbstwahlverbindungen die Zeitimpulszählung angewendet (Ausnahme: Zeiterfassungseinrichtung s. weiter unten). Jeder → Teilnehmerschaltung ist ein Gebührenzähler zugeordnet. Als Gebührenermittlungsgeräte sind Zeitzonenzähler (ZZZ) und Zeitimpulsgeber (ZIG) eingesetzt. ZZZ und ZIG sind in Voll-VSt den I. GW bzw. Durchschaltegliedern (→ Richtungswähler TW 39), in TeilEVSt (hier nur ZZZ) den → Übertragungen der abgehend und wechselseitig betriebenen Leitungen zugeordnet. Die Systeme TW 100, TW 56 haben einen kombinierten ZZZ für Inlands- und Auslandsverbindungen. Im System TW 39 wird nach Wahl der Verkehrsausscheidungsziffern 00 (Ausland) über Suchwähler

ein Auslandszeitzonenzähler (ZZZa) angeschaltet. Allen ZZZ ist gemeinsam, daß der Zonenschalter (Wähler oder Relaisketten) durch die ersten Ziffern eingestellt wird (Eigensteuerung). Im Inlandsverkehr sind bis zu 3, im Auslandsverkehr bis zu 4 Ziffern auszuwerten, 00 im ZZZi, Netzkennzahl im ZZZa). Der Zonenschalter des ZIG wird vom Umwerter (→ Richtungswähler TW 39) eingestellt (Fremdsteuerung). Die Gebührenimpulse werden einem zentralen → Zeittaktgeber (ZTG) entnommen.

Der Beginn der gebührenpflichtigen Belegungszeit wird vom ZZZi oder vom Register (s. unter Richtungswähler TW 39) durch Auswertung des Freizeichens ermittelt. Die Auswertezeit beträgt rd. 0,8 s, um das Freizeichen vom Besetztzeichen zu unterscheiden. Anschließend folgt der Beginnimpuls und die weiteren Impulse vom ZTG. Für interkontinentale Selbstwählverbindungen sind den → Zusatzübertragungen der Auslandsleitungen Zeiterfassungseinrichtungen (ZE) vorgeschaltet, die folgende Gebührendaten aufzeichnen:

a) die Leitungskennzeichnung; b) die Rufnummer des Gerufenen; c) das Datum und die Uhrzeit, die → Kennung der gerufenen und rufenden Endstelle; e) die gebührenpflichtige Belegungszeit in 0,1 min; f) Auslösevermerke.

Soweit die Aufgaben c) und e), die auch den Endstellen zugeschrieben werden, nicht vom Zielland übermittelt werden, blendet sie die ZE ein bzw. fordert die Kennung an. Die Gebühr wird nach diesen Angaben z. Z. (1968) noch manuell ermittelt, später ist hierfür der Einsatz eines Rechners vorgesehen. *Jendra*

Gebührenerfassungseinrichtung in Fernsprech-Nebenstellenanlagen zählt nach den → Ausstattungsvorschriften für → Nebenstellenanlagen zur allgemein verwendbaren Ergänzungsausstattung. Entsprechend den für Hauptanschlüsse als → Zusatzeinrichtung vorgesehenen → Gebührenanzeiger gibt es G. für Nebenstellenanlagen, um die bei Orts- und SWFD-Verbindungen aufkommenden Gebühreneinheiten der amtsberechtigten Nebenstellen zu erfassen. Die während einer bestehenden SWFD-Verbindung zur Nebenstellenanlage in Abhängigkeit von Tageszeit und Entfernung der Teilnehmer übertragenen 16-kHz-Gebührenimpulse werden in der Nebenstellenanlage in 16-kHz-Empfangskreisen mit Sperrfilter aufgenommen und entsprechend den betrieblichen Erfordernissen ausgewertet. Dabei sind im wesentlichen folgende Arten der Gebührenerfassung üblich:

1. Gebührenzähler je Amtsleitung bei der Abfragestelle: Die während eines Gesprächs zur Nebenstellenanlage übertragenen Gebührenimpulse werden von dem der Amtsleitung zugeordneten Gebührenzähler (meist Rückstellzähler) angezeigt, nach Gesprächsende abgelesen und für die beteiligte Nebenstelle vermerkt. Die Schaltungen sind so ausgelegt, daß ein einwandfreier Betrieb und die richtige Zuordnung der Gebührenimpulse sichergestellt ist. 2. Gebührenzähler je Nebenstelle: In der Vermittlungseinrichtung kann für jede Nebenstelle ein Gebührenzähler (meist Summenzähler) eingebaut werden, bei dem alle für den betreffenden Nebenanschluß anfallenden Gebühreneinheiten angezeigt werden. Dabei werden ohne zusätzliche Auswertekosten die Gebühreneinheiten je Nebenstelle erfaßt. 3. Vollautomatische Gebührenerfassung: Hierbei werden selbsttätig alle Gebühreneinheiten ermittelt. Die vom Nebenstellenapparat bei abgehenden Amtsverbindungen gewählten Ziffern werden selbsttätig bei gleichzeitiger Identifizierung der Nebenstelle mit den während des Gesprächs eintreffenden Gebührenimpulsen erfaßt. Nach Gesprächsende werden alle Daten — bei Bedarf noch mit Uhrzeit und Datum ergänzt — von einem Gebührendrucker oder einem Gebührenlocher für die weitere Verwertung aufgezeichnet.

Es sind Ergänzungen und Kombinationen der einzelnen G. möglich. Das allgemein angestrebte Ziel einer modernen Nebenstellenanlage ist weitgehende Freizügigkeit bei der Wahl von Verbindungen in Vereinigung mit einer auf den Einzelfall abgestellten Einrichtung für die Gebührenerfassung. *Paul*

Gebührenermittlung. Feststellen des für eine Fernsprech- oder Fernschreibverbindung notwendigen Entgelts. Bei handvermittelten Verbindungen erfolgt G. gewöhnlich an Hand von Entfernung (Zone), Dauer (Zeit) des Gesprächs und des jeweilig gültigen Tarifs. Bei selbstgewählten Verbindungen erfolgt G. auf Grund der aufgekommenen → Gebühreneinheiten.

Gebührenerstattung für Telegramme → Erstattung von Telegrammgebühren.

Gebührenfeldzahl. Einteilung von Landgebieten in kleine quadratische Flächen (Taxquadrate) zur Feststellung der Entfernungen für die Gebührenberechnung. Seitenlänge = 2 geographische Meilen = 14,840 km. Das System gilt auch zur Berechnung der Entfernungszone bei den Paketgebühren. Als Entfernung gilt der Abstand der beiden Quadratmittelpunkte, bis 25 km Entfernung jedoch die Luftlinienentfernung. Im Ausland werden zur Berechnung der Zonen bestimmte Distrikte, Departements, Kantone, Taxkreise usw. zusammengefaßt. In der BRD werden heute die Entfernungen zwischen den Knotenvermittlungsstellen bis 100 km auf der Kartenebene gemessen, über 100 km zwischen den Hauptvermittlungsstellen nach Hoch- und Rechtswerten mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie.

Gebührenminuten. Die tatsächliche Dauer eines Gesprächs wird in Gesprächsminuten ausgedrückt, wobei bis zu einer Dauer von 3 min ohne Ausnahme die → Gebühreneinheit von 3 min als Mindestgebühr im handvermittelten Dienst angesetzt wird. Jede angefangene neue min wird als volle min gerechnet. Bei einer Gesprächsdauer von 4 min 20 s werden also 5 min berechnet.

Gebührenpflicht des Teilnehmers.

Allgemeines.

Schuldner aller Gebühren, die im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Fernmeldebenutzungsverhält-

nisses an die DBP zu entrichten sind, ist derjenige, der der DBP aus diesem Rechtsverhältnis verpflichtet ist. So schuldet der Fernsprechteilnehmer alle Gebühren, die sich aus dem Rechtsverhältnis ergeben, das zwischen ihm und der DBP aufgrund der Fernsprechordnung besteht (s. § 13 FeO). Da der Teilnehmer Schuldner aller Gebühren ist, schuldet er auch die Gebühren, die Personen verursachen, die seinen Anschluß mit seiner Einwilligung gelegentlich oder ständig mitbenutzen oder diesen auf seine Veranlassung hin ständig allein benutzen.

Eine Gesamtschuldnerschaft kommt im Rahmen des Fernmelderechts nur in einigen wenigen in den Fernmeldebenutzungsverordnungen ausdrücklich vorgeschriebenen Fällen vor (s. z. B. § 14 Abs. 3 FeO und Ausführungsbestimmung 3 zu § 10 FeO). Die Gesamtschuldnerschaft regelt sich in diesen Fällen nach den Vorschriften des allgemeinen Rechts (§§ 421ff. BGB).

Fälligkeit der Gebühren.

Gebühren, deren Höhe sich feststellen läßt, bevor die Leistung erbracht ist, werden im voraus fällig (so z. B. alle laufenden Gebühren, einmalige Kostenzuschüsse für Leitungen, für teilnehmereigene Fernsprecheinrichtungen zu erstattende Kosten, feste Einrichtungs- und Änderungsgebühren). Bei den laufenden Gebühren ist die Fälligkeit jeweils auf den Zeitraum beschränkt, für den die Gebühr nach den Gebührenvorschriften erhoben wird. Eine Monatsgebühr ist z. B. am Ersten des Monats fällig, für den sie berechnet wird.

Gebühren, deren Höhe sich erst nach Ausführung der Leistung feststellen läßt, sind fällig, sobald die Leistung erbracht ist (so z. B. alle Gesprächsgebühren und die nach Einzelleistung berechneten Einrichtungs- und Änderungsgebühren).

Vorschüsse.

Die DBP hat das Recht, auf Gebühren, die noch nicht fällig sind, auf die sie also noch keinen Anspruch hat, Vorschüsse zu erheben, wenn Gebührenausfälle zu besorgen sind oder wenn sie erheblich vorleisten muß. Vorschüsse, die erhoben wurden, weil Gebührenausfälle zu befürchten waren, werden in der Regel erst auf aufgekommene Gebühren angerechnet, nachdem der Teilnehmer mehrere, i. allg. sechs aufeinanderfolgende Rechnungen fristgemäß beglichen hat.

Erhebliche Vorleistungen kommen bei der Herstellung und Änderung umfangreicher Teilnehmereinrichtungen in Betracht. Vorschüsse werden in diesen Fällen von der DBP jedoch nur verlangt, wenn vorauszusehen ist, daß die Einrichtungs- bzw. Änderungsgebühren den Betrag von 1000 DM übersteigen werden. Handelt es sich um sehr umfangreiche Arbeiten, deren Ausführung eine längere Zeit beansprucht, so kann die DBP entsprechend dem Fortgang der Arbeiten auf die Gebühren, die voraussichtlich während des nächsten Arbeitsabschnitts aufkommen, Teilvorschüsse einfordern. Die Vorschüsse bzw. Teilvorschüsse werden in der Schlußrechnung über die erbrachte Gesamtleistung angerechnet.

Abschlagszahlungen.

Abschlagszahlungen, d. h. Teilzahlungen auf bereits fällige Gebühren, kommen im allgemeinen nur bei teilnehmereigenen Fernsprechnebenstellenanlagen in Betracht und betreffen die Gebühren, die der Teilnehmer für die Übereignung der Einrichtungen zu entrichten hat. Die DBP verlangt von sich aus Abschlagszahlungen nur, wenn bei größeren → Nebenstellenanlagen Gebührenbeträge von mehr als 2500 DM aufgelaufen sind und die Gesamtleistung nicht binnen vier Wochen abgerechnet werden kann.

Abschlagszahlung ist aber ausnahmsweise auch im Interesse des Teilnehmers möglich. In solchen Fällen dehnt die DBP die Gebühreneinforderung, vom Beginn der Arbeiten an gerechnet, auf einen Zeitraum von drei Monaten oder, wenn die Arbeiten einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen, bis zur Beendigung der Arbeiten aus. Die bereits fällige Gesamtgebühr wird unabhängig von ihrer Höhe in gleiche Monatsbeträge eingeteilt, die sodann als monatliche Abschläge eingefordert werden. Der Ausgleich zwischen der Gesamtgebühr und den monatlichen Abschlägen wird in der Schlußrechnung herbeigeführt.

Leistungsbescheid, Zahlfrist.

Die Einziehung fälliger Gebühren setzt die Erteilung eines Leistungsbescheids voraus, durch den der Teilnehmer zur Zahlung aufgefordert wird. Die Rechnungen der DBP sind Leistungsbescheide. Gemäß § 13 Abs. 4 FeO hat der Teilnehmer die übersandte Rechnung binnen einer Woche nach ihrer Bekanntgabe zu begleichen. Der Tag der Bekanntgabe ist der dritte Kalendertag nach Einlieferung der Rechnung bei der Post. Der Teilnehmer braucht die Rechnung also erst 10 Tage nach ihrer Absendung zu begleichen. Der letzte Zahltag ist in der Rechnung vermerkt.

Sofern Gebührenausfälle zu besorgen sind, hat die DBP das Recht, die → Zahlfrist zu verkürzen.

Verzinsung von Gebühren.

Der Fernsprechteilnehmer hat rückständige und auf Antrag gestundete Gebühren zu verzinsen, und zwar jährlich höchstens mit 2 v. H. über dem Wechseldiskontsatz der Deutschen Bundesbank. Eine Senkung des Wechseldiskontsatzes braucht die DBP erst vom Ersten des auf die Senkung folgenden Monats an zu berücksichtigen.

Der Zinsenlauf beginnt grundsätzlich nach Ablauf des in der Rechnung angegebenen letzten Zahltags. Die Verzinsung entfällt jedoch, wenn eine Gebührenschuld bis zu 100 DM innerhalb 14 Tagen nach dem letzten Zahltag oder eine Gebührenschuld von mehr als 100 DM innerhalb einer Woche nach dem letzten Zahltag beglichen wird. Versehentlich nicht erhobene Gebühren, die nachgefordert werden, sind vom Tage der Nachforderung an zu verzinsen. Umgekehrt braucht die DBP weder Vorschüsse auf noch nicht fällige Gebühren noch Gebühren, die sie erstattet, zu verzinsen.

Gebührenerstattung.
Der Teilnehmer kann einen Anspruch auf Erstattung von Gebühren nur geltend machen, wenn er der DBP die Rechnung einschl. der besonderen Lastzettel vorlegt, durch die er zur Entrichtung der Gebühr aufgefordert wurde.

Verjährung.
Gebührenforderungen der DBP verjähren in einem Jahr. Die Jahresfrist beginnt am Anfang des Jahres, das auf den Fälligkeitszeitpunkt der Gebühr folgt. Ist der DBP die Tatsache, durch die die Pflicht zur Entrichtung der Gebühr entstanden ist, unbekannt geblieben, so beginnt die Jahresfrist erst am Anfang des Jahres, das auf den Zeitpunkt folgt, zu dem die DBP diese Tatsache erfahren hat. Ansprüche des Teilnehmers auf Erstattung laufender Gebühren verjähren in vier Jahren. Die Vierjahresfrist beginnt an dem Tag, an dem die zu erstattende Gebühr an die DBP entrichtet worden ist. Für die Verjährung von Ansprüchen auf Erstattung anderer Gebühren gelten die Verjährungsvorschriften des bürgerlichen Rechts. Die Verjährung bewirkt kein Erlöschen der Forderung, sondern lediglich, daß die Forderung nach Eintritt der Verjährung mit der Einrede der Verjährung behaftet ist. Der Gläubiger kann daher seine Forderung gegenüber dem Schuldner auch noch nach Eintritt der Verjährung geltend machen. Erhebt Schuldner der keine Verjährungseinrede, sondern er begleicht die Schuld, so kann er die Leistung nicht mit der Begründung zurückfordern, er habe in Unkenntnis der Verjährung geleistet.

Die Verjährung wird durch folgende Tatbestände unterbrochen: erstens durch jede schriftliche Zahlungsaufforderung des Berechtigten und jede Anerkennung des Verpflichteten, zweitens durch Klageerhebung oder eine dieser gleichstehende Rechtsverfolgung, drittens durch jede schriftliche Nachfrage über den Verbleib der Leistung bis zur Erteilung des Bescheids, viertens durch Gewährung eines Zahlungsaufschubs und durch jede Handlung der DBP, die sie zur Feststellung des Verpflichteten oder zur Beitreibung vornimmt.

Die Unterbrechung der Verjährung hat das Inlaufsetzen einer neuen Verjährungsfrist zur Folge, auf die die vorher schon abgelaufene Zeit nicht angerechnet wird. Die neue Verjährungsfrist beginnt bei Gebühren erst am Anfang des Jahres, das auf das Ende der Unterbrechung folgt.

Eine Hemmung der Verjährung findet im Fernmeldegebührenrecht nicht statt.

Soweit im Fernmeldegebührenrecht keine speziellen Verjährungsvorschriften vorgesehen sind, gelten die Vorschriften des bürgerlichen Rechts über die Verjährung entsprechend.

Ruhen der Gebührenpflicht.
Das Ruhen der Gebührenpflicht setzt einen Antrag des Teilnehmers voraus. Der Teilnehmer kann einen entsprechenden Antrag stellen,

1. wenn er gemäß § 12 Abs. 5 FeO dulden muß, daß seine Teilnehmereinrichtungen aus Gründen des öffentlichen Wohls länger als 14 Tage ununterbrochen in vollem Umfange stillgelegt werden,

2. wenn seine Teilnehmereinrichtungen ohne sein Verschulden aus technischen Gründen betriebsunfähig geworden sind und dieser Zustand, nachdem er der DBP bekanntgeworden ist, länger als 14 Tage besteht,

3. wenn seine Teilnehmereinrichtung auf seinen Antrag hin verlegt wird und die Wiedereinrichtung am neuen Unterbringungsort aus Gründen, die die DBP zu vertreten hat, um mehr als 14 Tage verzögert wird.

Die DBP ist verpflichtet, den Anträgen zu entsprechen. Die Gebührenpflicht lebt wieder auf, sobald dem Teilnehmer die Einrichtung wieder betriebsfähig zur Verfügung steht. *Battermann*

gebührenpflichtige Dienstsprüche → Telegrammarten.

gebührenpflichtige Dienstvermerke. Mit einem oder mehreren g. D., die vor der Anschrift in amtlich abgekürzter Form in Doppelstrichen niederzuschreiben sind, kann der Absender die → Telegrammart, eine bestimmte Anschriftsart (→ Abfassen der Telegramme) und/oder einen → Sonderdienst kennzeichnen.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen Abs. VI, 1 (Telegrafenordnung); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst; »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Bd. 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar.

Gebührenplätze → Fernmelderechnungsstelle.

Gebührentafeln dienen der Errechnung der auf den Gesprächsblättern (→ Einheitsgesprächsblätter) anzusetzenden Gebühren. Es gibt G. für Gespräche im handvermittelten Fernsprechferndienst (Inland), für handvermittelte Gespräche zwischen Orten mit Selbstwählferndienst zur Taggebühr sowie zur Nachtgebühr. Ähnliche Zusammenstellungen gibt es für den Seefunkdienst usw. im Anhang des → Gebührenbuches für den Fernsprechauslandsdienst und im gleichen Buch allgemein für den Auslandsdienst den Gebührenrechner. Die G. haben den Zweck, die Gebühren ohne eigentliche Berechnung unmittelbar nach der Dauer, Zone usw. ablesen zu können.

Gebührenüberwachungsstelle überwacht die richtige und rechtzeitige Vereinnahmung der Fernmeldegebühren und sonstiger Forderungen nach Belegen und eigenen Feststellungen. Es besteht als Empfehlung ein vom Fernmeldetechnischen Zentralamt herausgegebener Prüfkatalog über Art und Umfang der häufigsten Prüfungen. Die Prüfungen finden bei allen Fernmeldeämtern — vornehmlich in den Dienststellen der Aufgabenbereiche 3, 4, 5 u. 6 und ggf. bei Postämtern — wegen der öffentlichen Sprechstellen und Telegrammannahme statt. Um ihre Unabhängigkeit zu betonen, ist die G. organisatorisch dem Aufgabenbereich 2 (Haushalt) zugeschlagen.

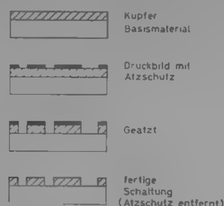
gedruckte Schaltungen. Durch Drucken hergestellte Schaltung, die gedruckte Bauelemente, gedruckte Verdrahtung und eine Kombination beider umfaßt, in einer vorgegebenen Anordnung in oder auf der Oberfläche oder den Oberflächen eines gemeinsamen

Trägers und mit diesem innig verbunden. Nach zwei Grundverfahren werden g. Sch. hergestellt:

1. beim subtraktiven Verfahren wird die Kupferfläche der kaschierten Hartpapierplatten an den Stellen weggeätzt, wo sie unerwünscht ist, so daß nur das gewünschte Leiterbild übrig bleibt (s. Bild).

2. beim additiven Verfahren wird das Leiterbild auf chemischem oder galvanischem Wege auf Isolierplatten aufgebracht.

Im allgemeinen findet das subtraktive Verfahren, das wegen des Ätzprozesses auch Ätzverfahren genannt wird, Anwendung. Bearbeitungsablauf nach Bild: Ausgangsmaterial ist Hartpapier, das ein- oder zweiseitig mit einer homogenen Kupferschicht



Fertigungsstufen bei der Herstellung gedruckter Schaltungen nach dem Subtraktions-Verfahren.

von 35 µm oder 70 µm Dicke belegt ist. Als erster Arbeitsgang wird das gewünschte Leiterbild in ätzfester Farbe aufgedruckt. Im allgemeinen wendet man dazu das Siebdruckverfahren an, bei dem das Leiterbild auf feinmaschigen Netzen aufgebracht ist. Nach dem Trocknen der Farbe werden die nicht bedruckten Stellen der Kupferfläche in Eisenchlorid- oder Chromsäurebädern herausgeätzt. Die gewünschten Leiterzüge und die Kontaktstellen für die Anschlußdrähte der Bauelemente sind damit auf der Trägerplatte abgebildet. An das Spülen und Reinigen von Säureresten schließen sich die mechanischen Bearbeitungsgänge: Bohren, Stanzen, Konturenschneiden an.

Die Hartpapierplatte dient gleichzeitig als mechanischer Träger für die Bauelemente. Nach der Bestückung werden die Lötverbindungen im Tauchlötbad hergestellt. Mit den G. läßt sich der Fertigungsablauf elektrischer Geräte weitgehend automatisieren und rationalisieren.

Obwohl die Ätztechnik bei der Herstellung der g. Sch. überwiegt, gewinnen in neuerer Zeit die additiven Verfahren immer mehr an Bedeutung. Die anfänglichen Schwierigkeiten in der Haftung zwischen Trägerplatte und Leiterbahnen sind durch verbesserte Technologien beseitigt worden, so daß es möglich ist, nicht nur Leiterbilder auf beiden Seiten der Hartpapierplatte aufzubauen, sondern auch Durchverbindungen zwischen den beiden Ebenen herzustellen. Wirtschaftlich und technisch interessant ist ein Verfahren, bei dem der Katalysator, der das Haften der leitenden Schichten ermöglichen soll, in dem Basis-Material in feiner Verteilung bereits eingebettet ist. Damit werden die Leiterzüge und die Metallisierung der Löcher in einem Arbeitsgang hergestellt. Komplizierte Netzwerke mit mehrfachen Leitungsüberkreuzungen lassen sich durch Mehrebenenschaltungen realisieren, die aus einem kompakten Verband mehrerer übereinandergelegten Folien mit g. Sch. bestehen, wobei die elektrischen Verbindungen der Lagen untereinander über durchverkupferte Löcher erfolgen.

Literatur: DIN 40 804, Blatt 1, Entwurf Mai 1967 — R. Mantz, Hat die gedruckte Schaltung die Erwartungen erfüllt? Funktechnik 14 (1959), Heft 9 — G. Seidel, Gedruckte Schaltungen, Verlag Technik, Berlin — Eisler, Gedruckte Schaltungen, Hauser Verlag, München 1961 — M. Moses, Printed Circuits, Gernsbach Library, New York 1959.

Franke

Geduldsdauer. Mittlere Dauer bis zum Verzicht auf Gesprächsverbindungen, die trotz wiederholter Versuche während dieser Zeit nicht zustande gebracht wurden. Unter der Annahme, daß die G. negativ exponential verteilt ist, $P(> t) = \exp\left(-\frac{t}{G}\right)$ kann man die Anzahl der Gespräche P und damit die Gebühren berechnen, die bei länger dauernden Störungen ausfallen. Man hat festgestellt, daß die Geduldsdauer im Fernsprechdienst etwa 10 Stunden beträgt. Innerhalb dieser Zeit verzichten 63,3% der Benutzer auf ein gewünschtes Gespräch.

Gefahrenfeuer → Hindernisbefeuerung.

Gefahrmeldung → Sicherheitsmeldung.

Gefahrübergang und Abnahme im Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP. Gefahr eines zufälligen Unterganges oder einer zufälligen Verschlechterung der zu erbringenden Leistung geht auf DBP über mit der Abnahme (Übernahme) der Leistung durch Empfangsstelle, wenn Beförderung durch Post, Eisenbahn, Schiff, Kraftwagen des Auftragnehmers oder andere Beförderungsmittel erfolgte. Bei Beförderung einer Lieferung durch Kraftwagen der DBP ab Werk oder bei Abholung am Bestimmungsbahnhof oder -hafen durch DBP erfolgt G. auf DBP mit Beendigung der Beladung. Bei Beförderung mit Post (z. B. als Paket) geht Gefahr erst bei Übernahme der Sendung durch Empfangsstelle auf DBP über. Ansprüche für Verlust oder Beschädigung von Postsendungen, die für DBP bestimmt sind, stehen Absender nur in dem Umfange zu, wie DBP für die jeweilige Sendungsart haftet. Eigentum an Leistungen geht gleichzeitig mit der Gefahr auf DBP über, es sei denn, daß Leistung bereits vor G. an DBP übereignet worden ist (Übereignungsvertrag). Bei Lieferungen und Aufbau nach »Besonderen Vertragsbedingungen (BVB)« für Fernmeldeanlagen geht Gefahr mit dem Zeitpunkt der Abnahme der Leistung auf DBP über. Bei Lieferungen gilt als Abnahme Entgegennahme am Erfüllungsort nach Prüfung auf Vollständigkeit und vertragsgemäße Beschaffenheit der Leistung. Bei Abnahme können alle sich zeigenden Mängel, ungeachtet einer vorherigen Güteprüfung, geltend gemacht werden. Im Falle der Zurückweisung von mit Mängeln behafteten Gegenständen hat Auftragnehmer diese unverzüglich abzuholen bzw. auf seine Kosten zurückzusenden und durch vertragsgemäße Leistungen zu ersetzen. Etwaige Kosten für Aus- und Wiedereinbau hat Auftragnehmer zu

tragen. Lieferungen und Aufbau nach BVB für Fernmeldeanlagen werden nach Bereitstellung zur Abnahme, die Auftragnehmer der DBP rechtzeitig schriftlich mitzuteilen hat, abgenommen. Ist nach Ausführung des Aufbaues Probebetrieb vereinbart worden, gilt Leistung erst nach Ablauf der dafür festgelegten Frist als bewirkt. Abnahme bezieht sich auf ordnungsgemäße Beschaffenheit der Leistung und auf ihre Betriebsfähigkeit. Festgestellte Mängel hat Auftragnehmer unverzüglich abzustellen.

Wigand/Dewitz

Gefährdungsbereich (einer Starkstromanlage) → Starkstromeinwirkung.

Gefahrzeit. Veraltete Bezeichnung für → Blockierungsdauer.

Gegenbetrieb - Gegenschreibbetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie, → Betriebsverfahren (Funk).

Gegenerklärung der DBP zur Grundstückseigentumserklärung → Haftung der DBP 1.2.

Gegeninduktivität, auch Koeffizient der gegenseitigen Induktion genannt: Befindet sich in der Nachbarschaft eines Stromkreises 1 ein Stromkreis 2, wird durch einen zeitlich veränderlichen Strom in 1 ein zeitlich veränderliches magnetisches Feld erregt, so entsteht durch dieses nach dem elektromagnetischen Induktionsgesetz in 2 eine induzierte Quellenspannung. Man nennt diese Erscheinung, für welche es gleichgültig ist, welcher Kreis mit 1 und welcher mit 2 bezeichnet wird, die Erscheinung der Gegeninduktion und die kennzeichnende physikalische Größe Gegeninduktivität. Sie ist eine Konstante, wenn die Permeabilität des ganzen felderfüllten Raumes konstant ist und die Stromkreise starr und gegeneinander ruhend sind. Dann ist der magnetische Fluß, der vom Strom i_1 in 1 erregt und mit dem stromlosen Kreis 2 verkettet ist, $\Phi_{12} = L_{12} i_1$ und die in 2 induzierte Quellenspannung $u_{2i} = -L_{12} \mathrm{d} i_1/\mathrm{d} t$. Entsprechend gilt, wenn der Kreis 2 von einem zeitlich veränderlichen Strom i_2 durchflossen ist, $\Phi_{21} = L_{21} i_2$ und $u_{1i} = -L_{21} \mathrm{d} i_2/\mathrm{d} t$. Zu beachten ist, daß hier jeweils der andere Kreis stromlos (z. B. unterbrochen) angenommen ist, und nur dann ist der Koeffizient L_{12} durch das Feldbild des stromführenden Kreises 1, der Koeffizient L_{21} durch das Feldbild des stromführenden Kreises 2 bestimmt. Die Definition dieser Koeffizienten gilt nicht nur für lineare Stromkreise, sondern z. B. auch für Spulen mit beträchtlichem Wicklungsquerschnitt. Es läßt sich beweisen, daß unter Voraussetzung konstanter Permeabilität stets gilt

$$L_{21} = L_{12};$$

diese Größe wird Gegeninduktivität genannt und in der Elektrotechnik meist mit dem einfachen Zeichen M geschrieben. Die Gegeninduktivität ist sonach eine Größe, die nur durch die Geometrie der Anordnung und durch die Permeabilität gegeben ist, aber nicht etwa durch die Ausbildung des magnetischen Feldes, wenn beide Kreise Strom führen. Die Einheit der Gegeninduktivität ist dieselbe wie die der Selbstinduktivität, die SI-Einheit also 1 Henry (H). Sind L_1 und L_2 die Selbstinduktivitäten der beiden Stromkreise, so läßt sich zeigen, daß der obere (asymptotische) Grenzwert ihrer Gegeninduktivität das geometrische Mittel

$$\sqrt{L_1 L_2}$$

ist. In jedem anderen Falle ist

$$M = k \sqrt{L_1 L_2}.$$

Man nennt $k = M^2/L_1 L_2$ den Faktor der magnetischen Kopplung; es ist also

$$0 \leqq M < \sqrt{L_1 L_2}, \quad 0 \leqq k < 1.$$

Man bezeichnet als Streuungsfaktor

$$\sigma = 1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} = 1 - k^2; \quad 1 \leqq \sigma < 0.$$

Manchmal ist es nützlich, k^2 als Produkt aufzufassen:

$$k^2 = k_1 k_2 \text{ mit } k_1 = M/L_1 \text{ und } k_2 = M/L_2.$$

Der Faktor der magnetischen Kopplung berücksichtigt, daß sich in der Nähe der beiden Stromkreise weitere Stromkreise oder Leiter befinden, in denen sich Wirbelströme ausbilden können, wodurch die induzierte Quellspannung geändert wird. So hebt z. B. eine kurzgeschlossene Wicklung auf einem Transformator die induktive Kopplung zwischen den anderen Wicklungen fast vollständig auf. Die unter solchen Umständen verbleibende G. ist frequenzabhängig und enthält eine Wirkkomponente infolge der Verluste durch Wirbelströme. Zu den Leitern, die diesen Einfluß ausüben können, zählt auch das Erdreich, um so stärker, je größer seine Leitfähigkeit ist. In der Beeinflussungstechnik ist es üblich, diesen Einfluß besonders als → Kompensation in Rechnung zu stellen, wenn er von dritten metallenen Leitern ausgeht, ihn dagegen in die G. einzubegreifen, wenn er vom Erdreich ausgeübt wird. Aus der Betrachtung des magnetischen Feldes der einzelnen Leitungen ergibt sich die G. zwischen den beiden parallelen Doppelleitungen 1,2 und 4,5 ohne Rücksicht auf den Einfluß des Erdreichs zu (1) $M_{1,2/4,5} = 200 \ln \frac{a_{14}}{a_{15}} \frac{a_{25}}{a_{24}}$ µH/km, wobei a_{14} der Abstand zwischen den Leitern 1 und 4 ist. Sie nimmt mit steigendem Abstand schnell ab. Sind p_1 und p_4 die Breiten der Projektionen der Schleifen 1,2 und 4,5 auf die Verbindungsgerade ihrer Mitten, $\overline{a}_{14}$ der Abstand zwischen den Mittellinien der Schleifen, so ist mit guter Annäherung, falls $\overline{a}_{14}$ nicht zu klein ist, (1a) $M_{1,2/4,5} = 200 \frac{p_1 p_4}{\overline{a}_{14}^2}$ µH/km, wie sich durch Reihenentwicklung der Logarithmen ergibt. Läßt man den Leiter 2 ins Unendliche rücken, so erhält man für die G. zwischen einer Einfachleitung mit undefinierter Rückleitung und einer Doppelleitung den Wert (2) $M_{1/4,5} = 200 \ln \frac{a_{14}}{a_{15}}$ µH/km mit dem Näherungswert (2a) $M_{1/4,5} = 200 \frac{p_4}{\overline{a}_{14}}$ µH/km. Man wendet diese Formeln auch für die G. zwischen einer Einfachleitung mit Erdrückleitung und einer Doppelleitung an, obgleich in ihnen die wirkliche

Stromverteilung im Erdreich nicht berücksichtigt ist. Der Wert (2) ist offenbar wesentlich größer als (1).

In der Beeinflussungstechnik ist die G. zwischen zwei Einfachleitungen mit Erdrückleitung besonders wichtig, weil einerseits Starkstromleitungen vielfach mit Erdrückleitung arbeiten (Bahnen, Hochspannungsleitungen mit Erdschluß) und andererseits, selbst wenn man von Fernmeldeleitungen mit Erdrückleitung absieht, jede Fernmeldedoppelleitung mindestens kapazitiv geerdet ist und mithin als Leitung mit Erdrückleitung angesehen werden kann. Durch Induktion kann sich in diesem Stromkreis eine Längs-EMK ergeben, die ziemlich hoch sein kann (Gefährdung) und die in Verbindung mit Unterschieden in den Eigenschaften der Leitungszweige zu Störungen in der Doppelleitung führen kann. Für diese G. läßt sich aus (1) kein Ausdruck ableiten. Breisig hat auf Grund vereinfachter Annahmen den Wert (3) $M_{1/4} = 200 \left(\ln \frac{2\,l}{a_{14}} - 1\right)$ μH/km angegeben[1].

Die kilometrische G. hängt hiernach noch von der Länge l der Parallelführung ab. Messungen an kurzen engen Näherungen schienen zunächst diese Formel zu bestätigen. Bei langen Näherungen mit großem Abstand versagte sie jedoch. Genauere Untersuchungen zeigten, daß die G. zwischen Leitungen mit Erdrückleitung, ähnlich wie die Hautwirkung, außer von dem Abstand a auch von der Frequenz f und von der Leitfähigkeit σ des Erdreichs abhängt, die in dem Parameter $p = a\sqrt{\sigma f}$ vereint auftreten. Die Abhängigkeit von der Höhe der Leitungen über oder unter der Erdoberfläche ist dagegen bei den üblichen Höhen gering und kann meist vernachlässigt werden. Bei kleinem waagerechtem und großem senkrechtem Abstand ist a der wirkliche Abstand, im allgemeinen der waagerechte Abstand. G. ist nun nicht reell, sondern komplex. Der Winkel zwischen I und e ist größer als 90°. Für kleine p fanden alle Autoren Ausdrücke der Form (4) $M_{1/4} = \text{const} - 200 \ln p - 100\, j\, \pi/2$ μH/km, die bis $p = 180$ gelten. Dabei sind a in m und σ in Siemens/m einzusetzen. In diesem Bereich ändert sich G. also mit dem Logarithmus von p. Für große Werte von p ergaben sich dagegen sehr verschiedene Werte von M, je nach den Annahmen über die Stromverteilung im Erdreich. Einige Verfasser kamen auf eine exponentielle Abhängigkeit von p, also auf eine sehr schnelle Abnahme mit wachsendem p, andere auf einen Gang mit $1/p^2$. Entsprechend verschieden war auch der Phasenwinkel, der im ersten Falle ständig zunimmt, im zweiten pendelnd gegen 90° konvergiert. Für die induzierte EMK ergibt sich im zweiten Falle der Grenzwert 180°. Sie wird dabei frequenzunabhängig, weil ωM gegen $\omega/p^2 = 2\pi/a^2\sigma$ konvergiert. Bei großen Werten von p handelt es sich also nicht mehr um eine induzierte Spannung, sondern um eine galvanische Kopplung zwischen den Rückströmen.

Messungen an besonders gebauten Leitungen in Gebieten mit verschiedener Leitfähigkeit des Erdreichs[2] zeigten, daß die oben als zweite erwähnte Theorie von Pollaczek[3], Carson[4], Haberland[5] und Buchholz[6] mit der Erfahrung besser übereinstimmt als die Theorien von Breisig[7], Rüdenberg[8] und Mayr[9]. Der Unterschied wird allerdings erst für große Werte von p beträchtlich. Dabei ergaben sich auch Anhaltspunkte für die Werte der Leitfähigkeit, mit denen zu rechnen ist. Es handelt sich immer um den Widerstand ausgedehnter geologischer Gebilde, mit Klüften, Wasseradern usw., der mit dem Widerstand der einzelnen Gesteine nicht übereinstimmt. Extremwerte sind 0,0001 bis 1 Siemens/m. Weiter zeigte sich, daß in manchen Gebieten alle Messungen über einen weiten Frequenz- und Abstandsbereich mit einem Wert von σ dargestellt werden konnten, während in anderen für jede Frequenz f ein anderer Wert von σ gewählt werden mußte, um den Gang mit dem Abstand richtig zu geben. Im ersten Falle ist das Erdreich offenbar homogen, im zweiten inhomogen, in der Regel geschichtet. Die scheinbare Frequenzabhängigkeit der Leitfähigkeit ist ein Ausdruck dafür, daß die Rückströme bei niedriger Frequenz tiefer eindringen als bei hoher. Es ist manchmal nützlich, die verteilten Rückströme durch eine fingierte Rückleitung in der Tiefe $660/\sqrt{\sigma f}$ m zu ersetzen und dann Formel (2) zu benutzen. Die Eindringtiefe ist wohl groß gegen die Höhe, aber meist klein gegen die Länge der Leitungen. Die Rückströme breiten sich daher nicht, wie beim Gleichstrom, unendlich weit aus, sondern werden an die stromführende Leitung herangezogen, um so stärker, je höher die Frequenz ist. Der Rückstrom einer gekrümmten Einfachleitung verläuft daher nur bei Gleichstrom auf dem kürzesten Wege zwischen den Erdungspunkten; bei Wechselstrom folgt er der stromführenden Leitung um so genauer, je größer $\sigma \cdot f$ ist. Man kann diesen Strom als »induziert« ansehen. Durch seine kompensierende Wirkung wird die G. abhängig von f und σ. Wenn eine Leitung statt über Erde über eine weit entfernte Rückleitung metallisch geschlossen ist, fließt in ihrer Nähe in der Erde der gleiche Strom, wie wenn sie über Erde geschlossen wäre. Die induktive Beeinflussung benachbarter Leitungen ist in beiden Fällen gleich. Wenn die Schichtung des Erdreichs bekannt ist, ist es wenigstens grundsätzlich möglich, für jede Frequenz eine äquivalente Leitfähigkeit zu berechnen, mit der sich die G. aus den Tafeln für homogenes Erdreich ergibt. Für den einfachsten Fall, daß eine Schicht endlicher bekannter Dicke auf einer sehr dicken Schicht abweichender Leitfähigkeit liegt, haben Radley und Josephs[10] Kurven zur Bestimmung der äquivalenten Leitfähigkeit berechnet, die in den Direktiven des Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT) gegeben sind. Hier finden sich auch Tafeln für die G. als Funktion von p. VDE 0228 enthält Kurven zur Bestimmung von G. Beide Quellen enthalten Tafeln für die Leitfähigkeit verschiedener Bodenarten. Eine recht brauchbare Näherungsformel, die auf Haberland zurückgeht, ist (5)

$$M = 100 \ln \left(1 + \frac{600\,000}{p^2}\right) \text{ μH/km}.$$

Alle diese Formeln gelten für den beeinflussungstechnisch wichtigsten Fall, daß die Leitungen lang sind gegenüber dem Abstand a. Die Kopplung zwischen den

Erdelektroden ist in ihnen nicht berücksichtigt. Bei kurzen Leitungen und großen Abständen — ein Fall, der kaum als »Näherung« bezeichnet werden kann — ist diese Kopplung wesentlich. Formeln hierfür haben Pollaczek[11], Foster[12] und Lacey[13] gegeben; sie finden sich auch in den Direktiven des CCITT. Auch die G. zwischen einer Einfach- und einer Doppelleitung hängt von σ und f ab, praktisch aber erst bei großen Werten von p. Bei senkrechten Schleifen muß dann auch die sonst vernachlässigte Änderung der G. mit der Höhe der Leitungen berücksichtigt werden; siehe dazu die Directiven CCITT. Die G. zwischen zwei Doppelleitungen kann für den Bereich von p, in dem sie Bedeutung hat, meist als unabhängig von σ und f angesehen und nach (1) oder (1a) berechnet werden. Die Induktivität einer Leitung mit Erdrückleitung ist gleich der G. zweier Leitungen, deren Abstand gleich dem Drahtradius ist. Sie hängt grundsätzlich ebenso von σ und f ab, wie die G. v. L., praktisch aber nur schwach wegen des kleinen Abstandes. Die Bestimmung von σ durch Messung der Induktivität einer Leitung mit Erdrückleitung, die an sich einfach ist, wird daher immer ungenau, besonders wenn kompensierende Leitungen (Erdseil, Schienen) vorhanden sind, deren Einfluß sich nicht genau erfassen läßt. Die Mittelwerte von σ über große Tiefen und Längen, die man zur Berechnung von G. braucht, können nach Wenner auch mit Gleichstrom gemessen werden. Liegen die Punkte A, B, C und D in gleichen Abständen d (in m) auf einer Geraden auf der Erdoberfläche und findet man zwischen B und C die Spannung E (in V), wenn von A nach D der Strom I (in A) fließt, so ist die Leitfähigkeit $\sigma = I/2\pi d E$ in Siemens/m, vorausgesetzt, daß das Erdreich homogen und unendlich ausgedehnt ist. Andernfalls ergibt sich eine mittlere Leitfähigkeit, die um so tiefere Schichten erfaßt, je größer d ist. Für $d = 1000$, $I = 6{,}28$ und $\sigma = 0{,}01$ wird $E = 0{,}1$ V, ist also wegen der Erdpotentiale schwer zu messen. Meist benutzt man kommutierten Gleichstrom. Am sichersten findet man die Leitfähigkeit des Erdreichs für ein Gebiet durch Messung der G. zwischen geeigneten Leitungen, wobei man verschiedene Tiefen durch Frequenzänderung erfaßt.

Literatur:

[1] F. Breisig, Theoretische Telegraphie, Berlin 1910 S. 168.

[2] A. Zastrow, Über die Größe der Gegeninduktivität zwischen Leitungen mit Erdrückleitung, Elektrische Bahnen 2 (1926) S. 368 — H. Klewe, Gegeninduktivitätsmessungen an Leitungen mit Erdrückleitung, ENT 6 (1929) S. 467 — G. Swedenborg, Undersökningar beträffande jordade ledningar, Teknisk Tidskrift, Elektrotechnik 61 (1931) S. 17 — A. E. Bowen u. C. L. Gilkeson, Mutual Impedances of Ground Return Circuits, Bell STJ 9 (1930) S. 628 — J. Collard, Measurement of the Mutual Impedance of Circuits with Earth Return, J. Inst. El. Eng. 71 (1932) S. 674 — S. Whitehead and W. G. Radley, Experiments relating to the Distribution of Alternating Electric Currents in the Earth and the Measurement of the Resistivity of the Earth, Proc. Phys. Soc. London 47 (1935) S. 589.

[3] F. Pollaczek, Über das Feld einer unendlich langen wechselstromdurchflossenen Einfachleitung, ENT 3 (1926) S. 339: Über die Induktionswirkungen einer Wechselstromeinfachleitung, ENT 4 (1927) S. 18.

[4] J. R. Carson, Wave Propagation in Overhead Wires with Ground Return, Bell STJ 5 (1926) S. 539.

[5] G. Haberland, Theorie der Leitung von Wechselstrom durch die Erde, Z. angew. Math. Mech. 6 (1926) S. 366; Die Leitung von Wechselstrom durch die Erde, ETZ 48 (1927) S. 456.

[6] H. Buchholz Untersuchungen über die Wärmeverluste, die magnetische Energie und das Induktionsgesetz bei Mehrfachleitersystemen unter Berücksichtigung des Einflusses der Erde, Arch. Elektrot A 21 (1928/29) S. 106; Die flüchtigen Induktionsspannungen in einer beliebig verlaufenden geerdeten Einfachleitung, Arch. Elektror. 30 (1936) S. 637; Die Beziehungen für das quasistationäre Feld einer rechteckigen, über den Erdkörper geschlossenen Leiterschleife bei einwelligem Wechselstrom, ENT 13 (1936) S. 425; Die Formeln für die Induktionskoeffizienten von Erdschleifen, ENT 14 (1937) S. 180.

[7] F. Breisig: Über die Berechnung der magnetischen Induktion aus Wechselstromleitungen mit Erdrückleitung, TFT 14 (1925) S. 93.

[8] R. Rüdenberg: Die Ausbreitung von Erdströmen in der Umgebung von Wechselstromleitungen, Z. ang. Math. Mech. 5 (1925) S. 361.

[9] O. Mayr, Die Erde als Wechselstromleiter, ETZ 46 (1925) S. 1352 u. 1436.

[10] W. G. Radley u. H. J. Josephs, Mutual Impedance of Circuits with Return in a Horizontally Stratified Earth, J. Inst. El. Eng. 80 (1937) S. 99.

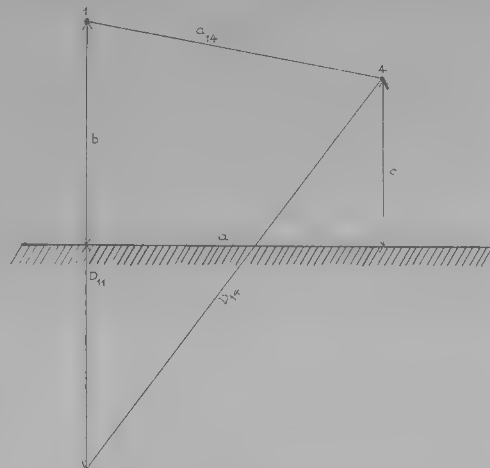
[11] F. Pollaczek, Gegenseitige Induktion zwischen Wechselstromfreileitungen endlicher Länge, Ann. Phys. 87 (1928) S. 965.

[12] R. M. Foster, Mutual Impedance of Grounded Wires Lying on the Surface of the Earth, Bell S. T. J. 10 (1931) S. 408; Mutual Impedance of Grounded Wires Lying on or above the Surface of the Earth, Bell S. T. J. 12 (1933) S. 264.

[13] L. J. Lacey, The Mutual Impedance of Earth-Return Circuits, Proc. Inst. El. Eng. 99, Part IV (1952) S. 156.

J. Fischer/Klewe

Gegenkapazität von Leitungen. Bei Beschränkung auf L., die gegenüber den Querabmessungen (Durchmesser, Abstände) lang sind, reduzieren sich alle räumlichen Betrachtungen auf zweidimensionale. Das elektrische Feld wird mittels des logarithmischen Potentials berechnet. Der Einfluß der Erde wird durch das



Potentialberechnung mittels Spiegelbildverfahrens.

Verfahren des elektrostatischen Spiegelbildes berücksichtigt, wobei das Spiegelbild des wirklichen Leiters an der Erdoberfläche die gleiche Ladung hat wie der wirkliche Leiter, jedoch mit entgegengesetztem Vorzeichen (s. Bild). Dieses Verfahren ist genau, wenn das Erdreich vollkommen leitet. Diese Bedingung ist zwar nie erfüllt; doch kann bis zu Frequenzen von etwa 10^6 Hz ohne Fehler mit dem elektrostatischen Spiegelbild gearbeitet werden, d. h. die Erde durch das Spiegelbild ersetzt werden. Trägt die Längeneinheit des

unendlich langen Leiters 1 die Ladung q_1, so ist das Potential in einem benachbarten Punkte 4 unter Berücksichtigung der Wirkung des Erdreichs $\varphi_4 = K q_1 \ln \frac{D_{14}}{a_{14}}$, wobei sich die Bedeutung von D_{14} und a_{14} aus dem Bild ergibt. An der Oberfläche des Leiters 1 selbst, mit dem Radius a_{11}, ist das Potential $\varphi_1 = K q_1 \ln \frac{D_{11}}{a_{11}}$. K hängt von den benutzten Einheiten ab; im m-kg-sec-A-System ist $K = 18 \times 10^9$. Wird zur Abkürzung $\ln \frac{D_{11}}{a_{11}} = d_{11}$ und $\ln \frac{D_{14}}{a_{14}} = d_{14}$ gesetzt, so wird $\varphi_1 = K q_{11} d_{11}$ und $\varphi_4 = K q_1 d_{14}$.

Ist nur der Leiter 1 vorhanden, so ist φ_1 gleich der Spannung U_1 dieses Leiters gegen Erde. Seine Erdkapazität je Längeneinheit ist daher $C_1 = \frac{q_1}{U_1} = \frac{1}{K d_{11}}$. Für das System 1/4 ergibt sich, da die Potentiale mehrerer L. sich ungestört überlagern,

$$U_1 = K(q_1 d_{11} + q_4 d_{14}) \quad \text{und} \quad U_4 = K(q_1 d_{14} + q_4 d_{44}).$$

Um die vier Unbekannten U_1, U_4, q_1 und q_4 zu bestimmen, werden noch zwei Gleichungen benötigt. Die eine ergibt sich aus der Schaltung der Leitung 4; außerdem muß U_1 oder q_1 gegeben sein. Ist 4 isoliert, so ist $q_4 = 0$. Die **Influenzleerlaufspannung** ist $U_{4\infty} = U_1 d_{14}/d_{11}$. Für d_{14} wird durch Entwicklung des ln der Näherungsausdruck (erstes Glied der Reihe) $\frac{2bc}{a^2 + b^2 + c^2}$ gefunden, der um so genauer ist, je größer der Abstand a zwischen den beiden Leitungen gegen die Höhen b der Leitung 1 und c der Leitung 4 ist. Wenn a kleiner ist als b oder c, können diese Näherung und andere daraus abgeleitete Formeln nicht benutzt werden. d_{11} kann meist durch einen Mittelwert, etwa 8, ersetzt werden, weil sich Radius und Höhe von 1 meist im gleichen Sinne ändern. Damit wird $U_{4\infty} = \frac{U_1}{4} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2}$. Für $a = 20$, $b = 12$ und $c = 6$ ist z. B. $U_{4\infty} = 0{,}031\, U_1$. Ist anderseits 4 vollkommen geerdet, so ist $U_4 = 0$. Es wird die Ladung je Längeneinheit $q_4 = -\frac{U_1}{K} \frac{d_{14}}{d_{11} d_{44} - d_{14}^2}$ gefunden und mit guter Annäherung $q_4 = -\frac{U_1}{K} \frac{d_{14}}{d_{11} d_{44}}$, weil d_{14}^2 auch bei kleinen Abständen klein gegen $d_{11} d_{44}$ ist. Der gleiche Wert wird erzielt, wenn in der Gleichung für U_1 von vornherein q_4 weggelassen wird, d. h. wenn die Rückwirkung der Leitung 4 auf die Leitung 1 vernachlässigt wird. Aus der Ladung q_4 ergibt sich durch Differentiation der Ladestrom. Bei jeder Wechselstromgröße wird die Zeitabhängigkeit wie üblich durch den Faktor $\exp(j \omega t)$ ausgedrückt und wird für den **Influenzkurzschlußstrom** je Längeneinheit

$$I_{40} = -j \omega q_4 = j \omega \frac{U_1}{K} \frac{d_{14}}{d_{11} d_{44}}$$

$$= j \omega \frac{U_{4\infty}}{K d_{44}} = j \omega U_{4\infty} C_4$$

gefunden, weil die Erdkapazität $C_4 = 1/K d_{44}$ ist.

Ist die Leitung 4 nicht unmittelbar, sondern über den Widerstand R geerdet, so ist die fehlende Gleichung $U_4 = R I_4$. Im allgemeinen ist es zulässig, die Widerstände der zwischen zwei Leitungen oder zwischen Leitung und Erde eingeschalteten Geräte gegenüber den kapazitiven Widerständen zu vernachlässigen. Die Spannung $U_{4\infty}$ einer isolierten Leitung ist von der Frequenz und der Länge der Näherung unabhängig. Der aus der geerdeten Leitung abfließende Strom I_{40} ist der Frequenz und der Länge der Näherung proportional. Wenn die Leitung 4 der Gesamtlänge l' nur auf der Teillänge l einer Näherung angehört, muß bei der Berechnung der Leerlaufspannung die Erdkapazität der ganzen Länge l' eingesetzt werden. Die Leerlaufspannung wird daher — im eingeschwungenen Zustand, nicht für Wanderwellen — durch überschießende Leitungsstrecken im Verhältnis l/l' gesenkt. Der Influenzkurzschlußstrom wird dadurch nicht geändert, abgesehen von einer etwaigen Dämpfung. Ist 4 eine Leitung einer Linie mit z Drähten, so ändert das nichts an der Leerlaufspannung. Der auf das ganze Bündel übergehende Ladestrom nimmt schwächer als proportional mit z zu, der Strom einer Leitung wird also kleiner, wenn z wächst. Auflösung der Gleichungen für die z Leitungen zeigt, daß das Bündel durch eine Leitung mit dem **äquivalenten Radius** a_{zz} ersetzt werden kann. Es wird a_{zz} gefunden, indem das Produkt aller Radien und aller Abstände gebildet $(a_{11} a_{12} \ldots a_{1z} a_{21} a_{22} \ldots a_{2z} \ldots a_{z1} a_{z2} \ldots a_{zz})$ und aus diesem Produkt von z^2 Faktoren die z^2 Wurzel gezogen wird. Näherungsweise kann für die Kapazität einer Leitung eines Bündels $C_4 = \frac{18}{z + 2}$ nF/km gesetzt werden, und es wird, wenn l die Länge der Näherung ist,

$$|I_{40}| = \omega U_4 C_4 l = \frac{4{,}5\, l b c \omega U_1}{(a^2 + b^2 + c^2)(z + 2)} \text{ nA}$$

gefunden.

Bei einem System von n Leitungen ergeben sich für die $2n$ Variabeln zunächst n Potentialgleichungen. Weitere n Gleichungen folgen daraus, daß die Spannungen, Ladungen — oder Kombinationen davon — der beeinflussenden Leitung und der Schaltzustand der beeinflußten Leitung bekannt sein müssen. Bei von Erde isolierten Systemen folgt eine Gleichung daraus, daß die Summe der Ladungen Null ist. Die Influenzeffekte von und auf Mehrfachsysteme können durch Aufstellung der entsprechenden Anzahl von Gleichungen berechnet werden. Wenn der Abstand groß genug ist, wird es einfacher, Schleifeneffekte durch Differentiation der Ausdrücke für Einfachleitungen nach Abstand und Höhe zu bestimmen. Hierfür ist es genauer, anstelle des oben eingeführten Näherungswertes für d_{14} die genaue Formel $d_{14} = \ln \frac{D_{14}}{a_{14}} = \frac{1}{2} \ln \frac{a^2 + (b + c)^2}{a^2 + (b - c)^2}$ zu benutzen. Werden die Hilfsgrößen $u = (b + c)/a$ und $v = (b - c)/a$ eingeführt, so wird $d_{14} = \ln \sqrt{1 + u^2} - \ln \sqrt{1 + v^2}$.

Die Formeln in der Ausgabe der Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) von 1963 benutzen diese Hilfs-

größen. Die Beziehungen zwischen Ladungen und Spannungen der Leitungen werden häufig nicht in der oben benutzten Form $U_1 = K(q_1 d_{11} + q_4 d_{14})$; $U_4 = K(q_1 d_{14} + q_4 d_{44})$ geschrieben, sondern in der nach den Ladungen aufgelösten Form $q_1 = c_{11} U_1 + c_{14} U_4$; $q_4 = c_{14} U_1 + c_{44} U_4$. Die Koeffizienten in diesem System werden als Maxwellsche Induktionskoeffizienten bezeichnet. Durch geeignete Zusammenfassung ergeben sich daraus die Teilkapazitäten, das sind die Koeffizienten der in folgender Form geschriebenen Gleichungen $q_1 = k_{10} U_1 + k_{14}(U_1 - U_4)$; $q_4 = k_{40} U_4 + k_{14}(U_4 - U_1)$. Die Aufstellung der Gleichungen unter Benutzung der Teilkapazitäten ist einfach, die Auswertung dagegen umständlich, weil die Teilkapazitäten aus den logarithmischen Potentialen erst durch Auflösung linearer Gleichungen berechnet werden müssen.

Häufig handelt es sich nicht um Näherungen mit konstantem Abstand (Parallelführungen), auf die sich die bisherigen Ausführungen beziehen, sondern um schräge Näherungen, bei denen sich der Abstand zwischen den Werten a_1 und a_2 gleichmäßig mit der Länge ändert. In diesem Falle müssen die allgemeinen Formeln auf die Längenelemente angewendet werden, und es ergibt sich die Ladung bzw. der Influenzkurzschlußstrom durch Summation oder durch Integration über die ganze Länge, die Leerlaufspannung durch entsprechende Mittelwertsbildung. Dieser Mittelwert ergibt sich mit ausreichender Annäherung, wenn in die Näherungsformeln als Abstand der geometrische Mittelwert von a_1 und a_2 eingesetzt wird. Wenn die Näherung von einem sehr kleinen bis zu einem großen Abstand reicht, wird sie in Teilstrecken zerlegt, auf denen sich der Abstand höchstens verdreifacht. Die Direktiven des CCITT von 1963 rechnen mit dem arithmetischen Mittel. Der Endabstand darf dann nur das Doppelte des Anfangsabstandes sein. Als Länge ist für die Influenz eigentlich die wirkliche Länge der Fernmeldeleitung einzusetzen, nicht, wie in den Vorschriften üblich, ihre Projektion auf die Starkstromleitung, weil auch zwei Leitungen, die aufeinander senkrecht stehen, eine nicht verschwindende G. besitzen. Bei induktiver Kopplung ist die Projektion richtig, sie wird der Einfachheit halber allgemein benutzt. Der Fehler, der dabei begangen wird, ist verhältnismäßig um so größer, je näher der Winkel zwischen den Leitungen einem Rechten ist. Dann ist die Beeinflussung bei wirklichen Näherungen so klein, daß der Fehler selten eine Rolle spielt.

Anders ist es bei Kreuzungen. Hier kommen die Leitungen einander so nahe, daß auch eine senkrechte Kreuzung einen merklichen, bei Höchstspannungsleitungen sogar einen beträchtlichen Beitrag zu der gesamten Beeinflussung liefert. Für Kreuzungen (oder schräge Näherungen) mit gleichem Anfangs- und Endabstand, aber verschiedenem Winkel ψ, ist offenbar die Leerlaufspannung die gleiche, der Beitrag zum Influenzkurzschlußstrom proportional der Länge, d. h. proportional zu $(a_2 \pm a_1)/\sin\psi$, wobei das $+$-Zeichen für eine Kreuzung, das $-$-Zeichen für eine schräge Näherung gilt. Es kann daher der Faktor, mit dem die übrigen eingehenden Größen (Spannung, Phasenabstand usw.) zu multiplizieren sind, in Abhängigkeit vom Abstand a für mittlere oder verschiedene Werte von b und c tabelliert werden. Es ergibt sich dann durch Addition dieser Faktoren für die Endabstände auf beiden Seiten der Beitrag einer Kreuzung, durch Subtraktion der einer schrägen Näherung. Einfacher und hinreichend genau ist es, eine schräge Kreuzung durch zwei schräge Näherungen zu ersetzen, deren Anfangsabstand (VDE 0228) gleich der Hälfte des wirklichen Abstandes zwischen den Leitungen am Kreuzungspunkt ist. (→ Beeinflussung durch Starkstromanlagen.) Bemerkenswert ist, daß bei einer Kreuzung, die sich bis ins Unendliche erstreckt, die Beeinflussung nur von der Höhe der Fernmeldeleitung abhängt, nicht von der Höhe der Starkstromleitung oder dem Höhenunterschied. Wenn die Summe der Ladungen der verschiedenen Leiter einer Hochspannungsleitung Null ist, verschwindet die Beeinflussung an der Kreuzung.

Literatur: F. Schrottke, Berechnung der Leitungskapazitäten, ETZ 28 (1907) S. 711 — W. Lienemann, Zur Berechnung der Influenzwirkung von Starkstromanlagen, TFT 8 (1920) S. 173 — Ferner das unter »Leitsätze und Directiven« in dem Beitrag → Beeinflussung durch Starkstromanlagen gegebene Schrifttum, besonders die verschiedenen Ausgaben der Direktiven des CCITT.

Klewe

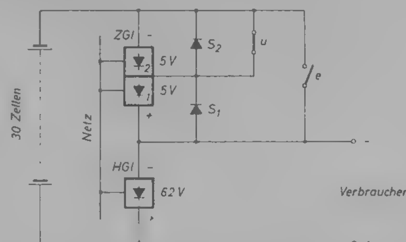
Gegenkopplung ist eine Kopplung zwischen einem Ausgangs- und Eingangskreis, die eine Verminderung der Verstärkung oder einer vorhandenen Kopplung zur Folge hat, → Kopplung elektrischer Kreise, → Entkopplung.

Gegenmessung bei der Fehlerortsbestimmung, Messung vom anderen Kabelende zur Prüfung der ersten Messung → Fehlerortung.

Gegennebensprechen, älterer Ausdruck für das Fernnebensprechen, → Nebensprechen.

Gegenspannungsdraht → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Gegenspannungstechnik bezeichnet eine bestimmte Schaltung einer Gleichstromversorgungsanlage im Umschaltebetrieb ohne Unterbrechung. Im Bild ist die Grundschaltung für eine 60-V-Stromversorgungsanlage dargestellt.



Prinzipschaltung einer 60-V-Stromversorgungsanlage in Gegenspannungstechnik. Schaltungsdarstellung bei vorhandener Netzspannung. Batterie in Erhaltungsladung.

Bei vorhandener Netzspannung speist der Hauptgleichrichter (HGl) die Fernmeldeverbraucher. Mit der Spannung des HGl (62 V) ist die Spannung der Stufe 1 des Zusatzgleichrichters ZGl (5 V) in Reihe

geschaltet. Die Summenspannung von 67 V wird zur Erhaltungsladung der 30 Batteriezellen (2,23 V/Zelle) benutzt. Bei Netzausfall schließt das Entladeschütz e und legt die Spannung der 30 Batteriezellen an die Verbraucher. Bis zum Schließen der Schützkontakte wären jedoch die Verbraucher spannungslos. Aus diesem Grunde ist der Stufe 1 des ZGl die Spannungsschleuse S 1 parallel geschaltet. Die Schleuse S 1 ist so ausgelegt, daß bei Betrieb des ZGl ein geringer Vorbelastungsstrom fließt, der einen Spannungsabfall von 5 V erzeugt. Dadurch wird die Batterie an der Stromlieferung gehindert. Bei Netzausfall kann nun der Strom aus der Batterie über S 1 fließen. Je nach Größe des Verbraucherstroms entsteht dabei ein Spannungsabfall bis zu 10 V. Bis zum Schließen des Entladeschützes e ist jedoch dadurch die Unterbrechungsfreiheit der Verbraucherspannung gewährleistet. Die Stufe 2 des ZGl wird zur Ladung der Batterie auf 72 V (2,4 V/Zelle) gebraucht. Der Stufe 2 ist die Spannungsschleuse S 2 parallel geschaltet, damit auch bei Netzausfall während der Ladung die unterbrechungsfreie Versorgung der Verbraucher gewährleistet ist. Bei der DBP werden derartige Anlagen neben den Anlagen in der → Abgrifftechnik für Verbraucherspannungen von 60 V und Verbraucherströme von 12 A bis 2000 A eingesetzt. Mit etwas abgewandelter Schaltung werden auch Gleichrichtergeräte mit G. 60 V/6 A und 60 V/12 A für die DBP gebaut. *Vetter*

Gegensprechen → Betriebsverfahren (Funk).

Gegensystem → symmetrische Komponenten.

Gegentaktendstufen, eisenlos in Transistortechnik haben heute in tragbaren und stationären Rundfunk-, Phono- und Tonbandgeräten ein breites Anwendungsfeld. Infolge der kleinen Versorgungsspannungen und der niederohmigen Lastwiderstände bietet die Transistortechnik wesentlich günstigere Voraussetzungen für die Realisierung von G. (kleinerer Raumbedarf, bessere Übertragungseigenschaften). Bei G. werden die Grenzfrequenzen nur von den Koppelkondensatoren und den Eigenschaften der verwendeten Transistoren bestimmt. Nach Bild 1a ist bei G. der

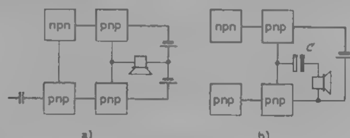


Bild 1.
Blockschaltung von Gegentaktendstufen in eisenloser Technik.

Lautsprecher unmittelbar an den Mittelpunkt der Endtransistoren und an die Mitte der aufgeteilten Batteriespannung angeschlossen. Der Lautsprecher kann aber auch nach Bild 1b über einen großen Kondensator C an den einen Pol der Batteriequelle gelegt werden, wenn keine unterteilte Batteriespannung zur Verfügung steht. Bei Verwendung von Endtransistoren mit gleichen Leitungsmechanismen, müssen in der vorgeschalteten Treiberstufe zwei zueinander gegenphasige Spannungen erzeugt werden, um die Endtransistoren ansteuern zu können. Das geschieht nach Bild 1 durch zwei Transistoren mit unterschiedlichen Leitungsmechanismen (pnp und npn). Der Schaltungsaufwand läßt sich vereinfachen, wenn die Endstufe mit komplementären Transistoren aufgebaut wird. In diesem Fall benötigt man zur Ansteuerung ein gleichphasiges Signal. Bild 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer G. mit Komplementärtransistoren.

Für G. wird vorzugsweise wegen der besseren Leistungsausnützung die B-Schaltung angewendet.

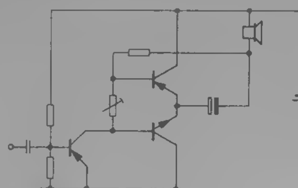


Bild 2. Prinzipschaltbild von Treiber- und Endstufe einer Gegentakt B-Schaltung mit Komplementärtransistoren.

Auf diese Weise lassen sich große Ausgangsleistungen mit verhältnismäßig kleinen Transistorabmessungen erzielen. Zur Abführung der Verlustwärme werden die Endtransistoren auf Kühlkörper gesetzt.

Literatur: Siemens, Technische Mitteilungen, München: Nr. 1-6300-18: Transistor-NF-Verstärker mit eisenlosen Endstufen — Nr. 1-6300-125: Niederfrequenz-Leistungsverstärker, Telefunken Laborbuch, Bd. 2 und 3, München. *Franke*

Gegentaktmodulator. Schaltung zur ausgangsseitigen Unterdrückung des Trägers bei Amplitudenmodulation. Der Ringmodulator und der Sternmodulator sind Doppel-G. Hierbei werden sowohl der Träger als auch die modulierende Schwingung ausgangsseitig unterdrückt. Es treten nur noch Seitenbandfrequenzen auf (→ Modulatoren für TF-Geräte).

Gegentaktverstärker → Senderverstärker.

Gegenzellen werden dort verwendet, wo die Versorgungsspannung von in Erhaltungsladung betriebenen Batterien für die Verbrauchereinrichtungen zu hoch ist. Durch die Spannung der G. wird die Versorgungsspannung auf die vorgeschriebene Spannung heruntergesetzt. Früher verwendete man alkalische G. Diese elektrolytischen G. sind ähnlich wie ein Akkumulator aufgebaut. Die Platten aus Nickel- und Eisenblechen haben jedoch keine Kapazität. Der Elektrolyt ist verdünnte Kalilauge. Der Spannungsabfall der G. beträgt je nach Belastung 2,2 bis 2,6 V/Zelle. Die G. können kurzgeschlossen werden. Heute werden Halbleiter-G. aus Selen oder Silizium verwendet. Die Halbleiter-G. haben kleine Abmessungen und sind wartungsfrei. Es sind nichtlineare Widerstände, d. h., der Widerstand wird mit zunehmender Spannung kleiner. In einem bestimmten Bereich der Durchlaßkennlinie kann man dann mit einem konstanten Spannungsabfall (bei Selen mit etwa 0,7 V und bei Silizium mit etwa 0,9 V) rechnen. Die DBP verwendet Halbleiter-G. bei ihren Fernmeldestromversorgungsgeräten mit Phasensteuerung. Je nach Betriebszustand ist eine 1,5-Volt-,

4-Volt- oder 5-Volt-G. eingeschaltet. Eine 5-Volt-Selen-G. hat etwa 8 Platten, eine 5-Volt-Silizium-G. etwa 6 Platten je nach dem Spannungsabfall der einzelnen Platten. *Vetter*

geglätteter Verkehr ist ein Fernmeldeverkehr, der die für den Zufallsverkehr typischen hohen Spitzen nicht mehr hat. Die relative Häufigkeit der Anzahl gleichzeitiger Belegungen gleicht beim g. V. einer sehr stark gestutzten Poissonverteilung. Der g. V. tritt auf in Querleitungsbündeln, wo der Spitzenverkehr fehlt, weil er auf andere Bündel überläuft und hinter Wahlstufen, die den Verkehr stark begrenzen und ihn überwiegend nur noch in eine Richtung weiterleiten.

Gehalt → Bundesbesoldungsgesetz.

Gehäuselegierung (Deutsche Legierung). A-Gußlegierung (für Motorengehäuse mit 6 bis 14% Zn, 2 bis 3% Cu, etwas Fe, Rest Al.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1960.

geheime Sprache → Abfassen der Telegramme.

Gehörschutz bei Fernsprechapparaten → Fernsprechapparate.

Gehörschutzgerät → Knallgeräusche.

Geh-Steh-Apparat. Deutsche Übersetzung für → Start-Stop-Apparat. → Springschreiber.

Geiger-Müller-Zähler → Elektronenröhre.

Geisterecho → troposph. Echo.

geknickte Marconi-Antenne → Langdrahtantenne, → Verlustleistung einer Antenne.

gekoppelte Systeme → Kopplung elektrischer Kreise.

Geländeprofil, Geländeschnitt → Streckenprofil.

Gelbbrennen. Brennen von Kupferlegierungen, besonders Messing, zum Erzielen einer blanken, gelben Oberfläche.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Gelbguß (Messing). Kupfer-Zink-Legierung, die nach DIN 1709, DIN 17660 und 17661 genormt ist. M. enthält bis zu 70% Kupfer; Cu-Zn-Legierungen mit über 70% Kupfer heißen Tombak. Verschiedene M. haben noch härtende Zusätze, wie z. B. Pb, Al, Fe. Die sogenannten reinen M. enthalten 56 bis 67% C und 44 bis 33% Z.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1960.

Geltungsbereiche der amtlichen Fernsprechbücher → Fernsprechbuch.

gemeindliche öffentliche Sprechstelle → öffentliche Sprechstelle.

Gemeingebrauch. Sowohl an Wegen als auch an Wasserläufen, die beide zu den »öffentlichen Sachen« gehören, besteht ein G. G. im Sinne des Wegerechts ist der jedermann gestattete Gebrauch der öffentlichen Wege zum Verkehr im Rahmen der Widmung und der verkehrsbehördlichen Vorschriften (§ 7 Bundesfernstraßengesetz). Wasserrechtlich ist unter G. das jedermann zustehende Recht zu verstehen, oberirdische Gewässer zum Baden, Waschen, Tränken, Schwemmen, Schöpfen mit Handgefäßen, Eissport und Befahren mit kleinen Fahrzeugen ohne Treibkraft zu benutzen. Ausgeschlossen vom G. sind Gewässer in Hofräumen, Gärten, Park- und Betriebsanlagen, wenn sie den Eigentümern dieser Grundstücke gehören, Fischteiche sowie — teilweise — Talsperren und Wasserspeicher.

Gemeinsame Dienstordnung (GDO) → Tarifrecht.

gemeinsames Volumen → troposph. Streuausbreitung.

Gemeinschaftsanschluß ist ein Fernsprechhauptanschluß, an dessen Anschlußleitung mehrere Sprechstellen (S) so geschaltet sind, daß jede S ohne Inanspruchnahme einer anderen Amtsgespräche aufbauen oder entgegennehmen kann.

Falls die gemeinsame Anschlußleitung zu einer Wählvermittlung gehört, können die angeschalteten S untereinander keinerlei Fernsprechverkehr führen; während von einer S ein (Amts-)Gespräch geführt wird, sind die anderen S von der gemeinsamen Leitung abgetrennt, um eine ordnungsgemäße Betriebsabwicklung und die Wahrung des Fernmeldegeheimnisses zu gewährleisten. Aus diesem Grunde wird im allgemeinen nur sog. Wenigsprechern ein G. zugeteilt. Im Bereich der DBP gibt es im wesentlichen nur noch Zweieranschlüsse; Zehneranschlüsse werden vereinzelt eingerichtet. Bei den in Österreich üblichen sog. 4tel- und 8tel-Anschlüssen sind bis zu 4 bzw. 8 Sprechstellen an eine Anschlußleitung geschaltet. Die z. B. in Amerika vorkommenden Gesellschaftsanschlüsse (partylines) rechnen ebenfalls zu den G. Mitunter werden Vorkehrungen zu raschen Durchgaben von Notrufen (bei besetzter Anschlußleitung) getroffen. Wegen der eingeschränkten Benutzungsmöglichkeit erhebt die DBP für einen G. eine geringere laufende Gebühr als für einen Einzel-(Haupt-)anschluß. Ob Zweieranschlüsse wirtschaftlich sind, hängt u. a. von der Länge der (gesparten) Anschlußleitung ab. Jeder S ist in der Vermittlungsstelle ein eigener Gebührenzähler zugeteilt, so daß eine getrennte Gebührenerfassung möglich ist. Im übrigen legt die DBP Wert darauf, auch andere betriebliche Forderungen bei Zweieranschlüssen zu verwirklichen. (Sperre, Fernsprechauftragsdienst, Einsatz von Gebührenanzeigern.) Viele Wünsche auf einen Fernsprechanschluß lassen sich — z. B. wegen der Engpässe im Ortskabelnetz — nur durch Schaltung eines Zweieranschlusses erfüllen. Dabei ist es häufig notwendig, einen vorhandenen Einzelanschluß in einen G. (als Zweierpartner) umzuwandeln; dieses Recht steht der DBP gemäß § 17 der Fernsprechordnung zu, wenn für das Sprechbedürfnis des Teilnehmers die eingeschränkte Benutzungsmöglichkeit eines G. ausreicht. Andererseits hat niemand ein Recht auf Überlassung einer Gemeinschaftssprechstelle; die DBP ist auch nicht verpflichtet, in jedem Ortsnetz die technischen Voraussetzungen für die Einrichtung von G. zu schaffen. Wegen Zweiernebenanschluß siehe Nebenstelle.

Ende Dezember 1969 wurden im Bereich der DBP 1,4 Mill Gemeinschaftssprechstellen von Zweieranschlüssen gezählt, d. s. 18,5% aller geschalteten Fernsprechhauptanschlüsse.

Technisch gesehen sind G. Vorfeldeinrichtungen, bei denen mehrere gleichberechtigte Sprechstellen über eine zweiadrige Leitung an die Vermittlungsstelle herangeführt werden. Sie genügen in technischer Hinsicht nahezu allen an Einzelanschlüsse gestellten Anforderungen, lassen jedoch keinen Sprechverkehr zwischen den über die gemeinsame Leitung zusammengeschalteten Sprechstellen zu. Bei der DBP werden Zweieranschlüsse mit Gemeinschaftsumschaltern verwendet, vereinzelt werden Zehneranschlüsse eingerichtet und versuchsweise Zweieranschlüsse ohne Umschalter betrieben (vergl. S. 655).

Zweieranschlüsse mit Gemeinschaftsumschaltern. Für die Umschaltung zwischen den beiden Sprechstellen wird ein Gemeinschaftsumschalter (GUm) eingesetzt, der i. allg. mit einer Gemeinschaftsübertragung 1/2 GAsUe (oder besonderen Wählern ohne Übertragung) zusammenarbeitet (Bild 1). Jeder Anschluß hat eine eigene Rufnummer, über die er ohne Nachwahl erreicht wird.

Führt einer der Teilnehmer ein Gespräch, so wird der andere abgeschaltet und kann weder mithören noch mitsprechen. Im Gemeinschaftsumschalter neuerer Bauart (GUm 53) sind die beiden dafür erforderlichen Umschalterrelais als Haftrelais ausgebildet (Bild 2).

Es sind Flachrelais ohne Trennblech, jedoch mit Polschuhen aus nichtrostendem Stahl, die sich ohne Haltestrom durch die Remanenz des Relaiseisens halten. Für den Abwurf besitzen die Relais eine besondere Gegenwicklung.

Beim Abnehmen des Handapparates wird als Unterscheidungsmerkmal für die beiden Anschlüsse Erde an die a- oder b-Ader gelegt, die von den Kennzeichnungsrelais der 1/2 GAsUe in der Vermittlungsstelle

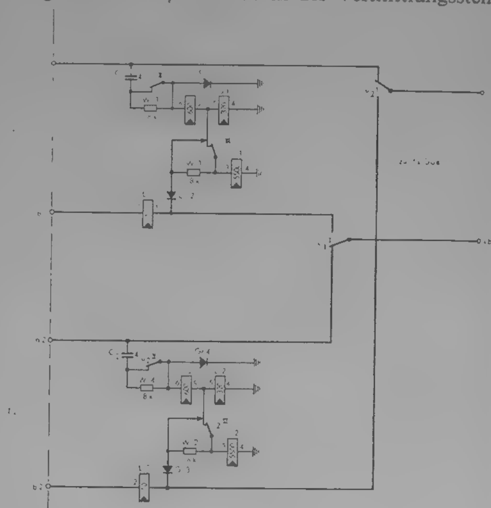


Bild 2. Stromlaufplan des Gemeinschaftsumschalters 53.

ausgewertet wird. Bei ankommenden Verbindungen werden die Umschalterelais durch den Rufstrom auf der a- oder b-Ader betätigt. *Breidt/Remer*

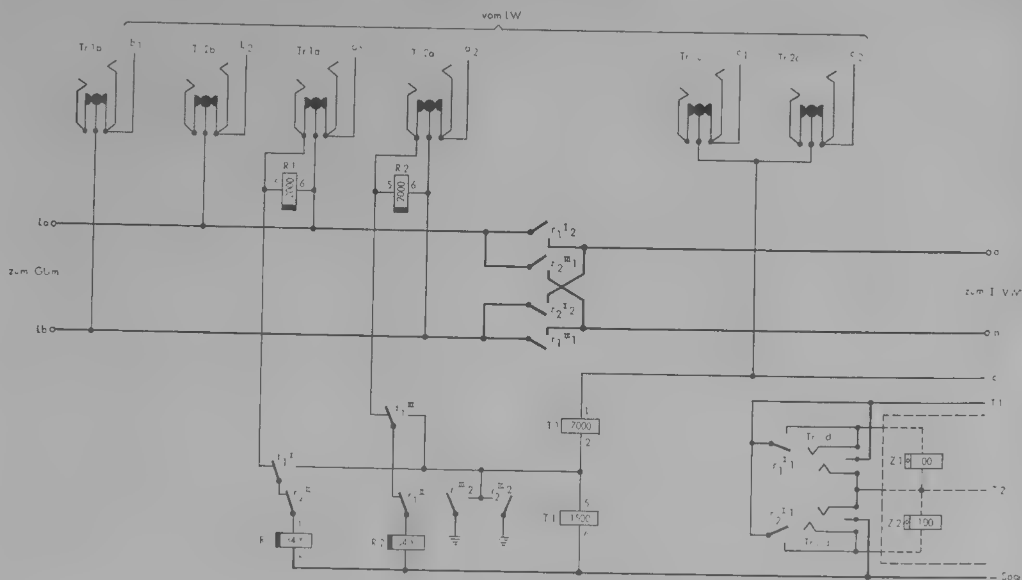


Bild 1. Stromlaufplan der Gemeinschaftsübertragung 1/2 GUe 53 VW.

Gemeinschaftsantenne (s. a. Großgemeinschaftsantennenanlagen). Zum einwandfreien Empfang von Ton-Rundfunk- und Fernseh-Sendungen soll die Antenne möglichst hoch über dem Dach angebracht werden, damit sie aus dem Störnebel des Gebäudes und seiner Umgebung herausragt. Für eine gute Rundfunkversorgung eines Mehrfamilienhauses ist eine Gemeinschaftsantennenanlage unerläßlich, um eine größere Anzahl von Empfangsantennen auf dem Dach zu vermeiden, die sich gegenseitig beeinflussen können. Sind an eine Gemeinschaftsantennenanlage mehr als 6–8 Teilnehmer angeschlossen, dann empfiehlt sich die Verwendung eines breitbandigen Antennenverstärkers, dessen Ausgang über Stamm- und Stichleitungen mit den Antennensteckdosen der Teilnehmer verbunden ist.

Gemeinschaftsfrequenz → Frequenz.

Gemeinschaftslager → Arbeitsvorrat, → Bestandskartei.

Gemeinschaftsprogramm → Rundfunkanstalt.

Gemeinschaftssprechstelle → Gemeinschaftsanschluß.

Gemeinschaftswelle, eine Welle, auf der von mehreren Sendern verschiedene Programme ausgestrahlt werden. Dabei müssen nach den Ausbreitungsbedingungen bei gegebenen Entfernungen die Leistungsverhältnisse und Antennendiagramme die Empfangsmöglichkeiten in den Versorgungsbereichen gewährleisten.

gemischtpaariges Kabel, Kabel mit Leitern verschiedenen Durchmessers (→ Bezirkskabel).

Genehmigung, fernmelderechtliche → Private Fernmeldeanlagen.

Genehmigung von Funkanlagen. Ein fernmelderechtlicher, rechtsverleihender Hoheitsakt der DBP, die in der BRD aufgrund des »Gesetz über Fernmeldeanlagen« (FAG) vom 14. Januar 1928 die Fernmeldehoheit ausübt. Die Genehmigung ist nicht übertragbar. Auf Erteilung einer Genehmigung besteht kein öffentlich-subjektiver Rechtsanspruch (Kontrahierungszwang). Ausnahme nur bei der Amateurfunkgenehmigung.

Das Errichten und Betreiben von Funkanlagen ist grundsätzlich genehmigungspflichtig. Die Genehmigungspflicht gilt für alle Funkanlagen, und zwar sowohl für Sende- als auch für Empfangsfunkanlagen.

Die Funkanlage darf nur an dem in der Genehmigungsurkunde angegebenen Standort oder Einsatzgebiet betrieben werden. Der Geltungsbereich der fernmelderechtlichen Genehmigung ist grundsätzlich auf das Staatshoheitsgebiet der BRD einschl. seines Luftraumes und seiner Meeresufer beschränkt, soweit nicht zwischenstaatliche Verträge oder Abkommen, z. B. für See- und Luftfahrzeuge des internationalen Verkehrs, eine Erweiterung des Geltungsbereiches zulassen. Der Betrieb einer Funkanlage innerhalb ausländischer Hoheitsgebiete bedarf i. allg. einer besonderen Genehmigung des betreffenden Landes.

Es wird unterschieden zwischen Versuchsgenehmigung, Vorführgenehmigung und Betriebsgenehmigung. Die Genehmigung enthält die technische Kennzeichnung der betreffenden Funkanlage und »Genehmigungsauflagen«, d. h. sachbezogene technische, betriebliche und sonstige Ordnungs- und Verhaltungsmaßregeln. Hierzu gehören u. a. die Widerrufs- und Verzichtsvorbehalte sowie die Gebührenfestsetzung.

Eine Genehmigung wird von der DBP i. allg. erteilt, wenn Frequenzen verfügbar und die »Genehmigungsbedingungen« erfüllt sind. Die Genehmigungsbedingungen enthalten die Voraussetzungen, unter denen die Genehmigung erteilt werden kann. Hierzu gehört z. B.: der Nachweis des Bedürfnisses für den Betrieb der Funkanlage sowie die »Gerätezulassung«. Gerätezulassung bedeutet, daß für den betreffenden Gerätetyp einschl. der Zusatzeinrichtungen der Nachweis auf Einhaltung der technischen Vorschriften in Form einer Serien- oder Einzelprüfung erbracht wurde. Die Genehmigung kann jederzeit widerrufen oder geändert werden, wenn insbesondere fernmeldemäßige Gründe dies erfordern. Anträge auf Erteilung einer Genehmigung sind i. allg. an die Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen des für den Antragsteller zuständigen Fernmeldeamts zu richten. Die Genehmigungsgebühren sind Hoheitsgebühren; sie werden vom Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen im Rahmen der für den betreffenden Funkdienst geltenden Rechtsverordnung oder Verwaltungsanweisung festgesetzt und im Einzelfall als Auflage in die Genehmigung übernommen. Die Genehmigung tritt i. allg. mit dem Tage in Kraft, an dem die Genehmigungsurkunde ausgefertigt wird. Der Zeitpunkt des Inkrafttretens sowie zeitliche Befristungen können darüber hinaus in der Urkunde besonders festgelegt werden.

Versuchsgenehmigung

Eine fernmelderechtliche Genehmigung der DBP zum Errichten und Betreiben einer Versuchsfunkanlage. Die Genehmigung kann Herstellerfirmen oder auch Fachleuten erteilt werden, z. B. für das Entwickeln und Erproben von Funkanlagen, für die Durchführung eines Forschungsauftrages oder für die Erprobung einer hochfrequenztechnischen Erfindung auf dem Gebiete der Nachrichtenübertragung. Die Versuchsfunkanlagen können im Rahmen der Genehmigung fortlaufend technischen Änderungen unterworfen werden. Die Versuchsgenehmigung ist Voraussetzung für eine Gerätezulassung (Serienprüfung). Die Versuchsfunkstelle ist i. allg. an den in der Genehmigungsurkunde angegebenen Standort gebunden.

Vorführgenehmigung

Eine fernmelderechtliche Genehmigung der DBP zum Errichten und Betreiben von Vorführfunkanlagen, die zum Zwecke ihres Verkaufs in den Geschäftsräumen des Genehmigungsinhabers oder bei anderen vorgeführt werden sollen. Die Vorführgenehmigung kann Firmen oder Händlern erteilt werden, die sich mit dem Verkauf von Funkanlagen befassen. Vor-

führfunkanlagen sind i. allg. an keinen festen Standort gebunden; sie können — sofern keine einschränkenden Auflagen gemacht werden müssen — im ganzen Bundesgebiet zum ausschließlichen Zwecke des Vorführens betrieben werden. Eine Kopplung der Vorführgenehmigung mit einer Versuchs- oder Betriebsgenehmigung ist nicht statthaft. Die zum Vorführen benutzten Funkanlagen müssen den technischen Vorschriften der DBP entsprechen und seriengeprüft sein.

Betriebsgenehmigung

Eine fernmelderechtliche Genehmigung zum Errichten und Betreiben von Funkanlagen. Die Funkanlagen müssen i. allg. einzel- oder seriengeprüft sein (Gerätezulassung). Die Betriebsgenehmigung wird nach den für den betreffenden Funkdienst geltenden Bestimmungen erteilt. Die Funkanlage ist an einen bestimmten in der Genehmigungsurkunde angegebenen Standort (ggf. Einsatzgebiet) gebunden; sie darf nur im Rahmen des angegebenen Verwendungszwecks betrieben werden. Bei Betriebsgenehmigungen wird unterschieden nach »Allgemeinen Genehmigungen« und »Einzelgenehmigungen«. Allgemeine Genehmigungen sind für bestimmte Organisationen und Behörden (z. B. Polizei, Bundesbahn, Luftschutz, Bundesanstalt für Flugsicherung) zum Errichten und Betreiben einer unbestimmten Anzahl von Funkanlagen verschiedenen Typs erteilt worden. Darüber hinaus gibt es Allgemeine Genehmigungen für bestimmte, genau gekennzeichnete Funkanlagen, die von einem unbestimmten Personenkreis betrieben werden dürfen. Letztere müssen verschärften technischen Vorschriften entsprechen, weil ihr Einsatzort unbekannt und damit die Möglichkeit von Störungen anderer Funkdienste verstärkt gegeben ist. Die verschärften technischen Vorschriften bedingen eine erhebliche Leistungsbeschränkung; die Hochfrequenzstrahlung darf i. allg. nicht mehr betragen als die maximal zulässige Störstrahlungsleistung einzelner Funkempfangsanlagen. Allgemeine Genehmigungen werden von Fall zu Fall im Amtsblatt des Bundespostministeriums veröffentlicht. Genehmigungen für Funkanlagen, die nicht unter eine Allgemeine Genehmigung fallen, müssen im einzelnen nach den für den jeweiligen Funkdienst geltenden Bestimmungen erteilt werden. *Binz*

Genehmigung von Privatfernmeldeanlagen. Für die Errichtung und den Betrieb → genehmigungspflichtiger Fernmeldeanlagen bedarf es der Genehmigung durch den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen oder durch die von ihm hierzu ermächtigten Behörden; vgl. § 2 des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG). Genehmigungspflichtig sind alle Fernmeldeanlagen, die nicht nach § 3 Abs. 1 FAG als → genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen errichtet und betrieben werden können.

genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen. Kraft Gesetzes können gemäß § 3 Abs. 1 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen vom 14. Januar 1928 (Fernmeldanlagengesetz, FAG) nachstehend aufgeführte Fernmeldeanlagen ohne besondere Genehmigung errichtet und betrieben werden (genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen):

1. Fernmeldeanlagen, die ausschließlich dem inneren Dienst der Länderbehörden, der Behörden der Gemeinden oder Gemeindeverbände sowie von Deichkorporationen, Siel- und Entwässerungsverbänden gewidmet sind (§ 3 Abs. 1 Nr. 1 FAG). Für die Behörden des Bundes ist mit Datum vom 30. 4. 1928 vom damaligen Reichspostminister die »Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Fernmeldeanlagen der Behörden des Reichs« erteilt worden; sie gilt heute für die Bundesbehörden. Der Begriff »innerer Dienst« beinhaltet, daß der über die Anlage abgewickelte Verkehr sich auf rein dienstliche Angelegenheiten zwischen den Angehörigen der betreffenden Behörde oder des betreffenden Verbandes beschränkt; »innerer Dienst« meint nicht den Gegensatz zum »äußeren Dienst« einer Behörde oder eines Verbandes, sondern den Gegensatz zum »Verkehr mit dritten Personen« oder für »Dritte«. Im Rahmen des »inneren Dienstes« unterliegt der Verkehr keinen Beschränkungen.

Entsprechend der Voraussetzung der Genehmigungsfreiheit für Behördenanlagen, nämlich ihrer ausschließlichen Widmung für den inneren Dienst einer Behörde, ist die Verbindung der Anlage einer Behörde mit der Anlage einer anderen Behörde, z. B. die Verbindung der Anlage einer städtischen Ordnungsbehörde mit der Anlage einer städtischen Straßenbau-Behörde im Rahmen der Genehmigungsfreiheit unzulässig;

2. Fernmeldeanlagen von → Transportanstalten, die auf deren Linien, z. B. Bahnkörpern, errichtet sind und die ausschließlich zu Zwecken des Betriebes der Transportanstalt oder für einen Nachrichtenverkehr des Publikums (der Reisenden) innerhalb des bisher zugelassenen Rahmens benutzt werden (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 FAG);

3. Fernmeldeanlagen, die in ihrer Gesamtheit innerhalb der Grenzen eines → Grundstücks errichtet und betrieben werden (Grundstücksanlagen, § 3 Abs. 1 Nr. 3a FAG).

Bei diesen Anlagen unterliegt der Verkehr keinen sachlichen Beschränkungen. Die Anlage kann nicht nur vom Inhaber benutzt werden; dieser kann vielmehr die Benutzung jedermann entgeltlich oder unentgeltlich gestatten.

4. Fernmeldeanlagen zwischen mehreren Grundstücken, wenn die Grundstücke einem Eigentümer gehören oder wenn die Grundstücke zwar verschiedenen Eigentümern gehören, miteinander aber zu einem Betriebe verbunden sind; der Inhaber der Privatfernmeldeanlage braucht also nicht Eigentümer des Grundstücks zu sein.

Weitere Voraussetzungen für die Genehmigungsfreiheit nach 4. sind,

daß die größte Entfernung zwischen zwei Grundstücken in der Luftlinie nicht mehr als 25 km beträgt und

daß die Anlagen ausschließlich für den der Benutzung der Grundstücke entsprechenden unentgeltlichen Verkehr bestimmt sind; ihre Benutzung für andere Betriebe oder für private Zwecke Dritter ist unzulässig.

Die Bestimmungen nach 3. und 4. könnnn nicht dadurch umgangen werden, daß eine Anlage mit größerer Ausdehnung in einzelne Teile aufgeteilt wird.

Sie unterliegen der Überwachung daraufhin, daß Errichtung und Betrieb sich innerhalb der gesetzlichen Grenzen halten (§ 6 Abs. 2 FAG).

Die Vorschriften des § 3 Abs. 1 FAG über genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen gelten gemäß Abs. 2 des § 3 FAG nicht für Funkanlagen (→ private Fernmeldeanlagen). *Dude*

Genehmigungsgebühren für Privatfernmeldeanlagen. Für genehmigungspflichtige Privatfernmeldeanlagen (PrFAnl) werden monatliche Genehmigungsgebühren erhoben, wie sie im Gebührenverzeichnis der Anlage 3 zur Verordnung über Privatfernmeldeanlagen festgesetzt sind.

Genehmigungsgebühren werden berechnet für jedes → Grundstück mit → Betriebsstellen einer genehmigungspflichtigen PrFAnl, wobei die Anzahl der Betriebsstellen auf einem Grundstück sowie die Zahl der Verbindungswege (Leitungen) zwischen den Grundstücken ohne Einfluß auf die Höhe der Genehmigungsgebühr sind; deshalb wird die Genehmigungsgebühr auch als Grundstücksgebühr bezeichnet.

Die Höhe der Genehmigungsgebühr ist allein abhängig von der Ausdehnung der Anlage, also von der größten, in der Luftlinie gemessenen Entfernung zwischen zwei Betriebsstellen der PrFAnl; die Entfernung zwischen den Grundstücken ist dabei unmaßgeblich.

Abweichend von der vorstehenden Regelung der Berechnung von Genehmigungsgebühren je Grundstück werden für PrFAnl für Feuer- oder Unfallmeldezwecke (dazu gehören auch Notrufanlagen) — sofern die Anlagen ausschließlich hierfür bestimmt sind und auch nur dafür benutzt werden — Genehmigungsgebühren je Betriebsstelle erhoben.

genehmigungspflichtige Fernmeldeanlagen. Der Bund ist Träger der Fernmeldehoheit. Das ergibt sich aus § 1 Abs. 1 Satz 1 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen (FAG) in Verbindung mit Art. 123 Abs. 1, Art. 124 und Art. 73 Nr. 7 Grundgesetz. Die dem Bund zustehende Fernmeldehoheit umfaßt das ausschließliche Recht, Fernmeldeanlagen zu errichten und zu betreiben; die Fernmeldehoheit wird — soweit es sich nicht um Fernmeldeanlagen handelt, die zur Verteidigung des Bundes bestimmt sind — durch den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ausgeübt. Die von ihm beauftragten Dienststellen erteilen auf Antrag die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Fernmeldeanlage (Verleihung).

Genehmigungspflichtige Fernmeldeanlagen nach § 2 FAG unterliegen der Überwachung durch die Genehmigungsbehörde daraufhin, daß sie den Rechtsvorschriften entsprechen und die Genehmigungsbedingungen (Auflagen) eingehalten werden; die Auflagen sind Bestandteil der Genehmigung.

Die Genehmigung erlischt, wenn die Genehmigungsbehörde sie widerruft oder der Inhaber auf sie verzichtet. Widerruf und Verzicht sind nur mit dreimonatiger Frist zulässig; sie müssen schriftlich erklärt werden. Dabei ist der Zeitpunkt anzugeben, an dem die Genehmigung erlöschen soll. Die DBP kann aus wichtigen Gründen die Genehmigung fristlos widerrufen. *Dude*

geneigte Bahn → Satellitenbahn.

Generalpostkasse (GPK) ist die Zentralkasse der DBP und außerdem Amtskasse des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen (BPM), hat also die von diesem angeordneten Ausgaben zu leisten und Einnahmen anzunehmen. Sie ist der Abteilung IV des BPM angegliedert, führt über alle Einnahmen und Ausgaben des BPM nach den Bestimmungen der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) XII Buch und legt darüber Rechnung. Außerdem nimmt sie die Geschäfte einer Besoldungskasse für das BPM wahr. Ihr obliegt die zentrale Abrechnung mit den Oberpostkassen (OPKn). Alle Einnahmen und Ausgaben der DBP, über die insgesamt abgerechnet werden muß, faßt sie für die Gesamtrechnungslegung gegenüber dem Bundesrechnungshof (BRH) zusammen. Sie regelt den Giroverkehr aller Giropostkassen mit der Bank Deutscher Länder und den Landeszentralbanken. Ferner rechnet sie mit den Geldinstituten ab, bei denen die DBP Postscheck- und Postsparkassengelder, die Rücklage und sonstige vorübergehend entbehrliche Gelder zinsbringend angelegt hat. Die Aufgaben der GPK sind in den Haushalts- und Kassenbestimmungen für das BPM (HKB), die im wesentlichen als ergänzende Bestimmungen zu den ADA XI, 2 und XII für das BPM anzusehen sind, niedergelegt.

Gentel. Von den meisten Ländern für ihre Telegrafenverwaltung im zwischenstaatlichen telegrafischen Dienstverkehr angewendete Kurzanschrift. (Aus dem Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929.)

Gentexanschlüsse, -formatumsetzer, -kennung → Gentexnetz.

Gentexnetz (abgeleitet aus der englischen Bezeichnung General Telegraph Exchange) ist ein internationales, vollautomatisches Telegrafenwählnetz für die unmittelbare fernschriftliche Übermittlung von Telegrammen des allgemeinen Telegrafendienstes zwischen den teilnehmenden Gentex-Telegrafenstellen (Gentex-TSt) verschiedener Länder über selbstgewählte, zeitweilige Durchschalteverbindungen (Gentexverbindungen). Das G. wird im Ausland auch als Circuitswitching System (Leitungsvermittlungssystem) bezeichnet.

1. Netzform. Telegrafen-Verbundnetz (50 Baud, Telegrafen-Alphabet Nr. 2), gebildet durch Zusammenschalten der verschiedenen nationalen Telegrafenwählnetze mit internationalen Telegrafen-Verbindungsleitungen (Gentexleitungen); Koppelung mit

dem → Umtelegrafiernetz durch Gentexanschlüsse (TGA) der internationalen Umtelegrafiervermittlungsstellen (UTgVSt), → CCITT-Empfehlungen, F. 20, F. 22, F. 31.

2. Größe. 916 Gentex-TSt und UTgVSt von 29 Post- und Telegrafen-(PTT-)Verwaltungen und Telegrafenbetriebsgesellschaften in 23 Ländern (darunter auch die USA und Kanada). Begrifflich umfaßt das G. die Gesamtheit der technischen Einrichtungen, die entweder ausschließlich oder fallweise für die internationale Telegrammübermittlung nach dem Gentexverfahren benutzt werden.

3. Wählvermittlungssysteme. Zugelassen sind alle Telegrafen-Wähl-(TW-)Systeme, deren Schaltkennzeichen den Bedingungen der → CCITT-Empfehlung U. 30 entsprechen, z. B. unmittelbar gesteuerte Schrittschaltsysteme für Nummernschalterwahl (TW 39) oder mittelbar gesteuerte Registersysteme für Tastaturwahl.

4. Netzkennzahlenplan (Telex/Gentex) CCITT-Empfehlung F. 69. Die Wählnummer, die eine Gentex-TSt wählen muß, um eine Gentexverbindung mit der verlangten Gentex-TSt eines anderen Landes herzustellen, besteht aus einer Zugangskennzahl, die Zugang nach dem internationalen G. gibt (i. allg. 0 oder 00), einer Netzkennzahl, die meistens aus zwei oder drei Ziffern besteht und das verlangte Land bzw. Netz bezeichnet, und der nationalen Rufnummer der verlangten Gentex-TSt (Platzgruppe), deren Länge auf höchstens acht Ziffern begrenzt ist.

5. Gentexanschlüsse sind die Fernschreibwählanschlüsse, die die Gentex-TSt für die Übermittlung der Telegramme im Gentexverfahren benutzen. Sie bilden den Endabschnitt des G. und bestehen aus den Teilnehmereinrichtungen der Gentex-TSt, den Anschlußleitungen und den Teilnehmer-Anschlußorganen in der zuständigen Gentexvermittlung. Die TGA sind für die Gentex-TSt mit Fernschreibapparaten (Telegrafenalphabet Nr. 2 — 50 Baud) ausgestattet, und zwar mit Streifenschreibern oder in bestimmten Fällen mit Blattschreibern. Die UTgVSt können anstelle von Fernschreibern und Lochstreifengeräten elektronische Empfangs- und Sendeeinrichtungen verwenden. Die Teilnehmereinrichtungen, bestehend aus einem Fernschreibapparat mit Fernschaltgerät und den nötigen Zusatzeinrichtungen je TGA, sind bei den Gentex-TSt zu Gentexplätzen zusammengefaßt. Für die eindeutige Kennzeichnung der Gentexanschlüsse auf weltweiter Grundlage ist der Kennungsgeber des Fernschreibers auf die Gentex-Kennung (früher Namengebertext) einzustellen. Sie enthält außer den erforderlichen Funktionszeichen (z. B. Wagenrücklauf [WR], Zeilenvorschub [ZL], Ziffernumschaltung [ZI]) die nationale Rufnummer der Gentex-TSt/Platzgruppe, ein bis zwei Platzkennbuchstaben, den Namen bzw. die Namensabkürzung und ein bis zwei Netzkennbuchstaben.

6. Gentex-Telegrafenstellen sind die Endtelegrafenstellen der betreffenden Länder, die mit Fernschreibanschlüssen teilnehmergleich an das G. bzw. nationale Telegrafen-(T-)Wählnetz angeschlossen und von ihren PTT-Verwaltungen oder T-Betriebsgesellschaften uneingeschränkt oder mit betrieblichen und zeitlichen Einschränkungen für die Übermittlung der internationalen Telegramme nach dem Gentexverfahren zugelassen sind. Sie sind in dem von der Union Internationale des Télécommunications (UIT) Genf herausgegebenen »Leitverzeichnis für die am Gentexverfahren teilnehmenden TSt« nach Ländern geordnet verzeichnet.

7. Als Gentex-Vermittlungsstellen (Gentex-VSt) gelten im engeren Sinne die vollautomatischen T-Wählvermittlungsstellen, die die Aufgaben einer Auslands-Kopf-VSt haben und durch internationale T-Verbindungsleitungen mit den Gentex-VSt anderer Länder verbunden sind. Sie können auch mit den Telex-VSt vereinigt sein. Im weiteren Sinne gelten die anderen Telegrafenvermittlungsstellen (TVSt) als Gentex-VSt, soweit sie für das Herstellen und Durchschalten von Gentexverbindungen benutzt werden. Alle Gentex-VSt müssen vollautomatisch durchschalten, ständig betriebsbereit sein und den Bedingungen der CCITT-Empfehlung U. 30 für die Schaltkennzeichen entsprechen; ggf. paßt sich das Abgangsland/-Netz an die unterschiedlichen Schaltkennzeichen des Ankunftslandes/-Netzes an.

8. Gentex-Verbindungsleitungen (TGX) sind im engeren Sinne die internationalen Telegrafen-Verbindungsleitungen zwischen den Gentex-VSt verschiedener Länder. Sie sind aus Wechselstromtelegrafie-Kanälen (50 Baud) gebildet und können mit den Telex-Verbindungsleitungen (TX) zu einem gemeinsamen, gemischten Gentex/Telexbündel (TGX/TX) zusammengefaßt werden. Die TGX-Bündel werden in der Regel gerichtet betrieben (gehend, kommend) und für eine Besetzthäufigkeit (Verlustwahrscheinlichkeit) von V = 2% (1/50) bemessen. Um für das G. eine befriedigende mittlere Verkehrsgüte von Land zu Land zu gewährleisten, ist festgelegt, daß die Besetzthäufigkeit in der Hauptverkehrsstunde eines normalen Tages nicht mehr als 10% (1/10) betragen soll, und zwar vom Eingang der Anrufe im Ankunftsland bis zum Erreichen des verlangten Gentexanschlusses oder eines entsprechenden Überlaufplatzes.

9. Im Bereich der DBP ist das G. als oberste Netzebene mit zwei Gentex-VSt (Frankfurt, Hamburg) in das → Telegrafenwählnetz (Tgw-Netz) für den Allgemeinen Telegrafendienst voll integriert. 460 Endtelegrafenstellen (ETSt) der DBP sind als Gentex-TSt für das → Gentexverfahren mit 435 ausländischen Gentex-TSt und 6 UTgVSt von 28 PTT-Verwaltungen und Telegrafen-Betriebsgesellschaften in 23 Ländern zugelassen. Sie haben im Rechnungsjahr 1966 8,447 Mio. Telegramme über das G. abgewickelt, davon 4,335 Mio. gesendet und 4,392 Mio. empfangen. Im vollautomatischen Gentex-Transit sind über das G. der DBP 0,465 Mio. Telegramme von anderen Ländern übermittelt worden.

10. Gentex-Formatumsetzer mit Fehlerkorrektureinrichtung ist ein elektronischer Zwischenspeicher (vierkanalig) mit den zugehörigen Steuer- und Schalteinrichtungen, der in die betreffenden abgehenden Gentexverbindungen eingeschaltet wird und dazu dient, die Gentex-Streifenschreiber-Sendenormen (A1 und

A2) in die entsprechenden Gentex-Blattschreiber-Sendenormen (B1 und B2) umzusetzen und dabei die durch das Fehlersignal »XXXXX« gekennzeichneten Schreibfehler zu unterdrücken. Die Gentex-VSt der DBP in Frankfurt und Hamburg haben je eine zentrale Gentex-Formatumsetzergruppe, die für alle abgehenden Gentexleitungen, den Gentex-Blattschreibernetzen und den UTgVSt gemeinsam benutzt werden. Über das Anschalteglied und ein Herkon-Koppelfeld schaltet sich ein freier Formatumsetzerkanal nach dem Herstellen des Schreibzustands in die abgehende Gentexleitung ein. Er bleibt für die Dauer der jeweiligen Gentexverbindung angeschaltet und arbeitet entsprechend der Steuerung durch die von der rufenden Gentex-TSt verwendete Sendenorm entweder im Durchlaufbetrieb oder in der Betriebsart Formatumsetzung mit Fehlerkorrektur. Als Steuerzeichen dienen der Kennungsgeberabruf (Zi D — Wer da ?) und das Zeichen Doppelstrich (=) (Kombination 22 der Ziffernseite), das zugleich umgesetzt wird in die Zeichen Wagenrücklauf und/oder Zeilenvorschub.
Großmann

Gentexplätze → Gentexnetz.

Gentex-Sendenorm → Gentexverfahren.

Gentex-Telegrafenstellen → Gentexnetz.

Gentex-Verbindungsleitungen → Gentexnetz.

Gentexverfahren, Betriebsverfahren für die direkte fernschriftliche Übermittlung von Telegrammen des Allgemeinen Telegrafendienstes über Selbstwählverbindungen des → Gentexnetzes im Verkehr zwischen den Gentex-Telegrafenstellen (TSt) der verschiedenen Länder untereinander und mit den angeschlossenen Umtelegrafiervermittlungsstellen (UTgVSt) (s. CCITT-Empf. F. 22 und F. 31). Die sendende Gentex-TSt ermittelt dafür anhand des Gentex-Verzeichnisses die in Frage kommende Gentex-Empfangs-TSt und vermerkt deren »Wählnummer« als Gentex-Leitvermerk auf dem Telegramm. Nach dem Herstellen der Gentex-Verbindung und dem 1. Auslösen der Gentex-Kennungen des Empfangs- und des Sendeplatzes wird das Telegramm in der vereinbarten »Gentex-Sendenorm« (für Streifenschreiber, Blattschreiber oder UTgVSt; auch als Telegramm-Format bezeichnet) an den erreichten Empfangsplatz der verlangten Gentex-TSt übermittelt. Nach dem 2. Auslösen der Gentex-Kennungen des Empfangs- und des Sendeplatzes wird die Gentexverbindung sofort getrennt, falls kein weiteres Telegramm zu übermitteln ist. Die 2. Empfangskennung gilt im allgemeinen als automatisch erteilte Empfangsbestätigung. Für die internationale Telegrammabrechnung der im Gentexverfahren übermittelten Telegramme wird das vereinfachte Abrechnungsverfahren angewandt.
Großmann

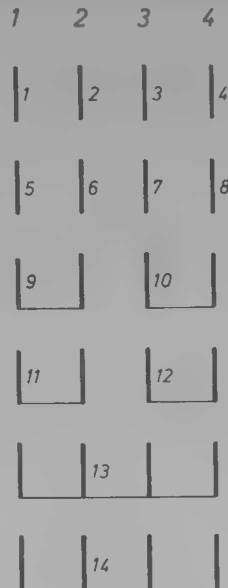
Gentex-Vermittlungsstellen → Gentexnetz.

Geoalert → Ursigramm.

geologisches Element → Korrosion.

Geradeausempfänger verstärken die von der Antenne empfangenen Hochfrequenzschwingungen in einer (Einkreisempfänger) oder mehreren Verstärkerstufen (Zwei- und Dreikreisempfänger). Dabei wird die Frequenz während des Verstärkungsvorganges nicht verändert. Zur Erleichterung der Abstimmung sind in Mehrkreisempfängern die Rotoren der Drehkondensatoren für die einzelnen Schwingungskreise auf einer gemeinsamen Welle angeordnet: Einknopfabstimmung. Die verstärkten Hochfrequenzschwingungen werden in einer Audion-Gleichrichterschaltung demoduliert und die niederfrequenten Signale in einer Endstufe weiter verstärkt und einem Lautsprecher zugeführt. G. sind durch → Überlagerungsempfänger, die in der Bedienung einfacher sind und bessere Eigenschaften aufweisen, verdrängt worden.

gerade Staffel ist eine Mischung mit Staffelung, in der nur gleichnumerierte Ausgänge von unmittelbar benachbarten Zubringerteilgruppen vielfach geschaltet sind (s. Bild.) Die Verbindungen zwischen den Aus-



Gerade Staffel.

gängen verschiedener Zubringerteilgruppen greifen nicht auf entferntere Zubringerteilgruppen über und sind nicht verschränkt (→ Staffel).

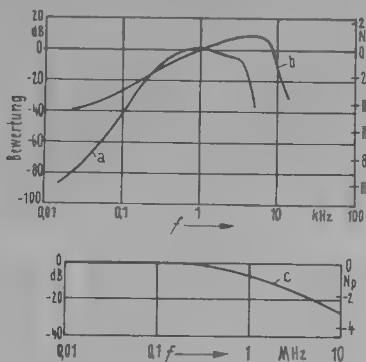
Gerätekennung. Die G. wird im → Auslandsfernwählsystem 64 vom → Auslandsumwerter zur Programmableitung benötigt. G. gibt an, welches individuelle Schaltglied (z. B. → Auslandszählimpulsgeber, → Auslandsanschaltesatz) am Verbindungsaufbau beteiligt ist. Bei Auslandszählimpulsgebern und Auslandsanschaltesätzen, denen ein → Auslandszonenkoppler zugeordnet ist,

übermittelt dieser dem Auslandsumwerter eine solche Eingabe. Für Auslandsanschaltesätze für Durchgangsverkehr, denen kein Auslandszonenkoppler zugeordnet ist, wird die für sie festgelegte G. vom → Auslandsregister zum Auslandsumwerter gegeben.

Geräteschnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Geräusch, ursprünglich ein unerwünschter Schall (Gemisch von Einzeltönen, deren Frequenzdifferenzen kleiner als der tiefste, hörbare Ton, d. h. $f < 16$ Hz sind), ist jede unerwünschte Störung im Nutzfrequenzband, also alle unerwünschten Schwingungen in einem Übertragungskanal. Ein G., das durch die Überlagerung einer großen Anzahl von elementaren Störungen gebildet wird, die zeitlich nach dem Zufall (stochastisch) auftreten, heißt Rauschen, z. B. Wärmerauschen, Röhrenrauschen, Schrotrauschen.

Da ein G. i. allg. mehrere störende Frequenzen enthält, die unkorreliert zueinander sind und sich daher leistungsmäßig addieren, ist es zweckmäßig, nur mit der Geräuschleistung in einem bestimmten Frequenzband oder (bei Rauschen) mit der Leistungsdichte (Leistung/Hz) zu rechnen. Das Verhältnis der Nutzleistung zur Geräuschleistung ist das Signal-Geräusch-Verhältnis oder der Signal-Geräusch-Abstand, i. allg. in logarithmischem Maß (Neper oder Dezibel) angegeben. Hat die Nutzleistung keinen festen Pegelwert, so versteht man unter dem Geräuschabstand häufig den Abstand des Geräuschpegels von dem Pegel eines Meßtones, der mit 1 mW Leistung am Punkt des relativen Pegels 0 eingespeist wird, also den negativen Wert des absoluten Geräuschpegels (→ Pegel).



a) Fernsprechen, b) Rundfunk, c) Fernsehen.
Geräuschbewertungskurven nach CCITT-Empfehlungen.

Aus der Geräuschleistung P_R an einem ohmschen Widerstand R kann eine Stör- oder Geräuschspannung U_R definiert werden als der Effektivwert einer sinusförmigen Spannung, die an R die gleiche Leistung liefern würde: $U_R = R\sqrt{P_R}$. Bei CCITT-Angaben ist $R = 600$ Ohm.

Da gleich große Geräuschleistungen in verschiedenen Frequenzbereichen auf das menschliche Ohr oder Auge (in Fernsehbildern) oder in den Wiedergabegeräten verschieden stark stören, z. B. ein Brummton von 50 Hz weniger stört als ein gleich starker Pfeifton von 800 Hz, muß man zur Beurteilung der wirklichen Störwirkung eines Geräuschs die einzelnen Leistungsdichten mit einem frequenzabhängigen Bewertungsfaktor, z. B. nach den vom CCITT vorgeschlagenen Bewertungskurven, s. Bild, multiplizieren. Die mit dieser Bewertung erhaltene Geräuschleistung heißt bewertete Geräuschleistung, die zugehörige Spannung bewertete Geräuschspannung (→ Geräuschspannung). Der Unterschied der bewerteten zur wirklich vorhandenen objektiven Geräuschleistung ist das Bewertungsmaß (bei den CCI-Kurven −2,5 dB für einen Fernsprechkanal mit weißem Rauschen von 300 bis 3400 Hz, +6 dB für einen Rundfunkkanal mit weißem Rauschen von 0 bis 10 kHz, −8,5 dB für Schwarz-Weiß-Fernsehen mit 625 Zeichen, 5 MHz Breite). Beim CCI ist bei Geräuschangaben i. allg. das bewertete Geräusch gemeint. Nach den Empfehlungen des CCITT soll der Stundenmittelwert der bewerteten Geräuschleistung für einen Fernsprechkanal von 300 bis 3400 kHz für den Bezugskreis mit einer Länge von 2500 km 10 000 pW am Punkt des relativen Pegels 0 nicht überschreiten, wovon je 2500 pW auf thermisches Rauschen, Intermodulationsgeräusch, Nebensprechen und Rauschen der Endgeräte vorgesehen sind, für einen Tonrundfunkkanal von 10 kHz Breite 16000 pW. Unter Berücksichtigung des Bandbreitenverhältnisses 10 kHz zu 3,1 kHz und der verschiedenen Bewertungsmaße +6 dB und −2,5 dB würde das für den Sprechkanal 700 pW sprachbewertete Geräuschleistung ergeben, so daß für Rundfunkübertragung über Fernsprechleitungen (1 Rundfunkkanal statt 3 Sprechkanälen) i. allg. eine zusätzliche Geräuschminderung, z. B. mit Hilfe eines → Kompanders, erforderlich ist. Im Fernsehen soll der Signal-Geräusch-Abstand am Ende eines 2500 km langen Bezugskreises mindestens 52 dB betragen. *Zuhrt*

Geräuschabstand ist die Differenz zwischen Nutz- und Störpegel (→ Empfindlichkeit, → Volumenregler).

Geräuscharten. Nach ihrer Herkunft kann man verschiedene G. angeben: Raumgeräusche sind die Geräusche am Ort der Sprechstellen. Eigengeräusche oder Eigenstörungen sind die im eigenen Übertragungskanal entstehenden Geräusche, wie Mikrophongeräusche, Kontaktgeräusche, Wärmerauschen, Röhren- oder Transistorrauschen, Verstärkergeräusche, Klirrgeräusche, Intermodulationsgeräusche, Quantisierungsgeräusche. Fremdgeräusche oder Fremdstörungen sind die durch äußere Ursachen oder durch Kopplung mit fremden Leitungen entstehenden Geräusche, wie atmosphärische Störungen (z. B. durch elektrische Entladungen und Gewitter in der unteren Atmosphäre, Störungen von Kurzwellen durch magnetische Ströme oder Änderungen der Ionisationsschichten in der oberen Atmosphäre), Netzbrumm und sonstige Starkstrom-

störungen (verursacht durch elektrische oder magnetische Beeinflussung von benachbarten Senderanlagen, Starkstrom- oder Bahnleitungen, z. B. durch Oberwellen von Generatoren, Kollektorgeräusche von Motoren), Schalt-, Knack- und Telegrafiegeräusche (verursacht durch Kondensatorentladungen oder Schaltvorgänge in benachbarten Leitungen), verständliches und unverständliches Nebensprechen (verursacht durch Kopplung mit benachbarten Fernsprechleitungen oder durch zeitliche Staffelung von Gesprächen wegen der Restspannungen aus Nachbarkanälen im Abtastmoment). Erdgeräusche oder Erdstörungen sind Fremdstörungen, die durch Erdströme, vor allem bei benachbarten Sender- und Hochspannungsanlagen, in erdunsymmetrischen Leitungen entstehen. *Zuhrt*

Geräuschleistung → Geräusch, → Geräuschspannung.

Geräuschminderer werden in → Überleiteinrichtungen für den Übersee- und → Seefunk auf KW und GW hinter den Empfangsvolumenregler (→ Volumenregler) eingeschaltet, um das Funkgeräusch in den Sprechpausen herabzusetzen. Es sind vorwärtsgeregelte Dehner (→ Dynamikregelung) mit einstellbarem Schwellwert (Einsatzpunkt der Regelung), s. Bild 1. Der Einsatzpunkt wird als Schnittpunkt

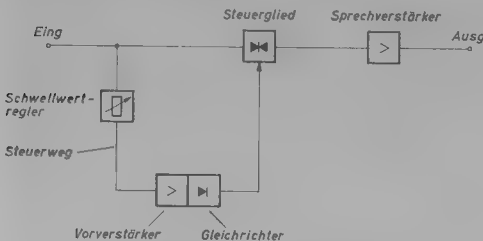


Bild 1. Geräuschminderer, Blockschaltbild.

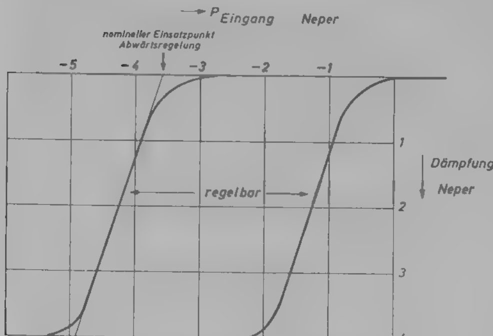


Bild 2. Kennlinien eines Geräuschminderers.

der Wendetangente der Regelkennlinie (Bild 2) mit der waagerechten Geraden für die Dämpfung Null definiert. Für Eingangspegel oberhalb des Einsatzpunktes (beim Sprechbeginn) sinkt die Regelglieddämpfung mit zunächst großer, dann kleiner Regelsteilheit bald auf Null herab, so daß der hier liegende Dynamikbereich der Sprache nahezu unverändert bleibt. Beim Absinken des Eingangspegels unter den Einsatzpunkt erhöht sich die Dämpfung des Regelgliedes mit großer Regelsteilheit bis auf etwa 4 Np, so daß dieser Wert für die Geräuschunterdrückung in Abwesenheit von Sprache wirksam ist. Die Ansprechzeit des G., d. i. die Zeit für die Verstärkungserhöhung beim Übergang vom gedämpften in den ungedämpften Zustand beim Sprechbeginn, darf etwa 5 ms nicht nennenswert übersteigen, damit das Beschneiden von Silbenanfängen nicht bemerkbar wird. Die Zeit für die Herabsetzung der Verstärkung nach Aufhören der Sprache wird Nachwirkzeit genannt. Sie ist zwischen etwa 20 und 100 ms einstellbar.

Geräuschpegel → Pegel, → Geräusch.

Geräuschspannung ist die entsprechend ihrer Wirkung frequenzgemäß bewertete Störspannung. Als Störspannung bezeichnet man hierbei eine unerwünschte, die Nutzspannung störende Spannung, wie sie z. B. durch das Rauschen von Bauelementen, durch Schaltvorgänge an Wählern, Relais und Schaltern (Schaltknacken, Zündfunken, Wählergeräusche), über unerwünschte Koppelwege von Starkstromleitungen (Netzbrummen) und von benachbarten Fernsprech- und Rundfunkleitungen (Übersprechen) verursacht wird. Die G. wird mit einem → Geräuschspannungsmesser gemessen.

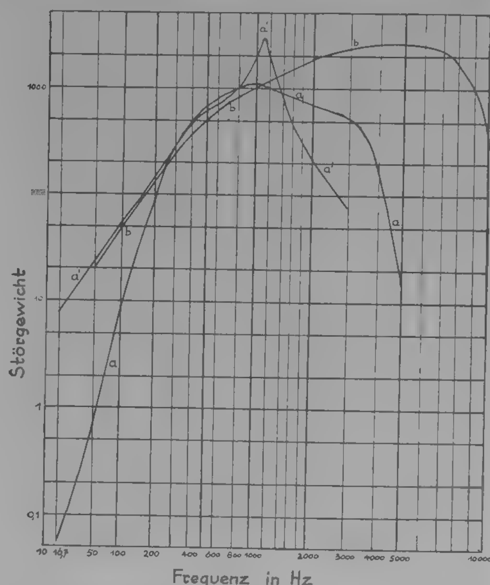
Geräuschspannung in Fernsprechleitungen, Störspannung und Störstrom. In Fernsprechleitungen treten oft neben den Wechselströmen der zu übertragenden Sprache andere Wechselströme (Fremdströme, Fremdspannungen) auf, die aus verschiedensten Quellen herrühren können (Nebensprechen, Oberwellen der Stromversorgungsanlagen, Beeinflussung durch Starkstromanlagen) und die, wenn genügend stark, die Verständigung verschlechtern. Die Störfähigkeit dieser Fremdgeräusche ist, wie die Empfindlichkeit von Fernhörer und Ohr, stark frequenzabhängig. Ihre in üblicher Weise gemessene Spannung (oder Stromstärke) kann daher kein Maß für die Störfähigkeit sein. Ein solches Maß ist aber besonders dann erforderlich, wenn die Geräusche merklich stören und wenn daher die Fremdströme durch wirtschaftliche Maßnahmen ausreichend gesenkt werden müssen. Da die Kosten u. U. von dem Besitzer der störenden Anlage getragen werden müssen, ist ein objektives Maß erwünscht.

Früher hat man verschiedene subjektive Verfahren benutzt: Einschaltung einer Dämpfung (Löschdämpfung), bis das Geräusch unhörbar wird, Vergleich mit einem Normalgeräusch oder Normalton. Das erste Verfahren ist offenbar nur für den Vergleich verschiedener Geräusche kurz nacheinander durch denselben Beobachter geeignet, bei den anderen ist, auch wenn das zu messende Geräusch und das Normalgeräusch oder der Normalton wesentlich verschieden sind, die Übereinstimmung geübter

Beobachter verhältnismäßig gut. Bei einem in den USA viel benutzten Gerät mit Normalgeräusch gilt als Einheit $^1/_{10^6}$ der Spannung eines Normal-Schnarrsummers, bezeichnet als noise unit.

Bei dem von Siemens und Halske entwickelten[1] »Geräuschspannungsmesser« wird ein Vergleichston von 800 Hz benutzt und das Leitungsgeräusch durch eine gleichwertige Spannung von 800 Hz, in mV, gemessen, die man als »Geräuschspannung« bezeichnet. 1 mV entspricht ungefähr 150 noise units.

Da die Genauigkeit der subjektiven Messung nicht groß ist, wird man ein objektives Verfahren, das reproduzierbare Werte gibt, auch dann vorziehen, wenn bei seiner Entwicklung Vernachlässigungen notwendig sind, so daß es kaum richtiger mißt als subjektive Verfahren. Ein derartiges Verfahren ist zuerst in den USA entwickelt worden[2], und zwar zur Messung der Störfähigkeit von Drehstromleitungen (s. u.). Es beruht auf folgendem Gedanken:



Durch fernsprechtechnische Messungen wird ermittelt, wie große Spannungen verschiedener Frequenzen an einen Hörer anzulegen sind, um die gleiche Störung (gemessen durch Minderung der Silbenverständlichkeit, Zahl der Rückfragen usw.) zu erhalten. Diese Messungen sind bei normalem bis niedrigem Sprachpegel und bei einer Stärke der Störung zu machen, die man etwa als zulässig erachtet; für andere Pegel können sich abweichende Werte ergeben. Trägt man die Kehrwerte der Spannungen über der Frequenz auf und normiert so, daß bei der Bezugsfrequenz 800 Hz der Wert 1000 ist, so erhält man die Bewertungskurve a (s. Bild). Sie gibt an, wieviel stärker oder schwächer eine Spannung der Frequenz f stört als die gleiche Spannung der Frequenz 800 Hz. Die Amplitude p_f wird als Störgewicht bezeichnet, das Verhältnis p_f/p_{800} als Frequenzbewertung. Die Gewichte hängen von der Charakteristik des Fernhörers ab. Mit der Verbesserung der Hörer ist die Kurve seit 1919 wesentlich flacher geworden. Zum Vergleich ist außer der neuesten Kurve a die älteste a′ eingetragen. Die Gewichte hängen außerdem davon ab, was man unter »Störung« versteht. Daher haben Tonleitungen in Anbetracht des geebneten Frequenzganges neuzeitlicher Geräte und der Forderung, daß auch bei Piano-Stellen und in Pausen kein Geräusch hörbar sein darf, eine abweichende Frequenzbewertung (Kurve b). Bei ihnen ist die Bezugsfrequenz 1000 Hz.

Baut man ein Netzwerk, dessen Durchlässigkeit in Funktion der Frequenz der Gewichtskurve entspricht, und eicht das am Ende angeschlossene Meßgerät — in der Regel ein Röhrenvoltmeter — so, daß es eine an den Anfang angelegte Spannung von 800 Hz richtig anzeigt, so wird das Gerät stets die einer beliebigen angelegten Spannung beliebiger Frequenz hinsichtlich der Störung gleichwertige Spannung der Bezugsfrequenz anzeigen. Man bezeichnet diese Spannung allgemein als G. zwischen den beiden Eingangsklemmen. Bei dem Aufbau solcher Geräte ist neben der Frequenzbewertung wesentlich eine Vorschrift darüber, wie die Beiträge verschiedener Frequenzen zu bewerten sind; bei Störungen handelt es sich ja meist um Geräusche, nicht um reine Töne. Die Kurven a und b beziehen sich auf Störungen durch andauernde Töne oder Geräusche. Hierbei summiert man die Geräuschleistungen der einzelnen Frequenzen, bildet also den Effektivwert aus den bewerteten Spannungen, weil dies meßtechnisch einfache Verfahren erfahrungsgemäß[3] Werte ergibt, die innerhalb des Streubereichs subjektiver Verfahren liegen. Zur Messung der Störungen durch knackartige, mit Pausen auftretende Geräusche sind diese Geräte nicht geeignet. Auch Verfahren, die die »Lautheit« von Einzelknacken messen, sind unbrauchbar, weil innerhalb gewisser Grenzen die Störung weniger von der Lautheit als von der Häufigkeit der Knacke abhängt.

In Übereinstimmung mit diesem objektiven Meßverfahren bezeichnet man als »Geräuschspannung« zwischen zwei Punkten den Wert $\frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum (p_f\, v_f)^2}$, in dem v_f die Spannung der Teilschwingung der Frequenz f zwischen den beiden Punkten ist. Werden für p_f die Werte der Kurve a in Bild 1, die genauer in der folgenden Tafel gegeben sind, benutzt, so bezeichnet man die Spannung als psophometrische Spannung, weil das Meßgerät, das der Bewertungskurve a, der Leistungssummierung und einigen anderen Forderungen entspricht, vom Comité Consultatif International Télégraphiques et Téléphoniques (CCITT) als Psophometer[4] bezeichnet wird.

Die psophometrische Spannung (G.) kann zwischen zwei beliebigen Punkten eines Fernsprechstromkreises

gemessen werden. Unter der **psophometrischen elektromotorischen Kraft (EMK)** oder **Geräusch-EMK** versteht man das Doppelte der G., die man an einem reinen Widerstand von 600 Ω mißt, mit

Relativwerte des Störgewichts.

1	2	3	4	1	2	3	4
Frequenz f Hz	Störgewicht p_f a	a′	b	Frequenz f Hz	Störgewicht p_f a	a′	b
16,67	0,056	7,6	—	1400	905	—	—
50	0,71	23,6	20,6	1500	861	586	—
100	8,91	52,8	49,5	1600	824	453	—
150	35,5	92,0	—	1800	760	302	—
200	89,1	—	136	2000	708	220	1840
300	295	281	—	2200	670	—	—
400	484	484	360	2400	634	135	—
500	661	—	—	2600	598	107	—
600	794	679	—	2800	562	87	—
700	902	807	—	3000	525	77	—
800	1000	1000	810	3500	376	—	—
900	1072	1340	—	4000	178	—	2570
1000	1122	2010	1000	4500	56,2	—	—
1050	1109	—	—	5000	15,9	—	2630
1100	1072	2895	—	7000	—	—	2320
1200	1000	2010	—	9000	—	—	970
1300	955	—	—	10000	—	—	328

dem die Leitung, notfalls über einen Anpassungsübertrager, abgeschlossen ist. Am fernen Ende ist die Leitung mit ihrem Wellenwiderstand Z abzuschließen. Mißt man die G. an einem Abschlußwiderstand R, so erhält man die Geräusch-EMK durch Multiplikation mit $\frac{R+Z}{R}\sqrt{\frac{600}{Z}}$. Für $R = 600\,\Omega$, jedoch ohne Anpassung, ist der Faktor $\frac{600+Z}{\sqrt{600\,Z}}$; der Fehler ist also nicht groß, 6% zu wenig bei $Z = 1200$.

Geräuschmessungen sollten eigentlich an den Fernhörerklemmen gemacht werden. Praktisch wird man aber meist im Fernamt, am Ende der Fernleitung messen. Um auf den gewollten Wert zu kommen, müßte man zwischen Leitung und Psophometer ein zusätzliches Netzwerk einschalten, dessen Durchlässigkeit der mittleren Charakteristik der Verbindung Amt–Teilnehmer einschl. der Sprechstelle selbst entspricht. Ein solches Netzwerk, als »B-Filter« bezeichnet und für verschiedene Länder verschieden, war in der bis 1952 gültigen Spezifikation des Psophometers vorgesehen. Seitdem hat man eine mittlere Kennlinie dieser Art in die Frequenzbewertung a eingeschlossen. Für eine Messung an den Hörerklemmen müßte man jetzt also einen Teil des Netzwerks ausschalten. Manche Psophometer sehen diese Möglichkeit vor. Im allgemeinen kann man aber davon Abstand nehmen. Die mittlere Dämpfung zwischen Amt und Hörer muß natürlich in Rechnung gestellt werden. Es sei noch bemerkt, daß bei Messung am Hörer keine Spannungen über Mikrophon oder Hörer in den Stromkreis kommen dürfen. Beide sind also abzudecken, die Mikrophonkapseln besser noch durch passende Widerstände zu ersetzen.

Für Fernsprechleitungen des öffentlichen Verkehrs ist eine Geräusch-EMK von 1 mV, gemessen an den Leitungsklemmen der Sprechstelle (nicht am Hörer), zulässig. Die leidige Frage, wie dieser Wert auf verschiedene beeinflußte Teilstrecken aufzuteilen ist — bei unabhängiger Beeinflussung addieren sich die Leistungen; die Störung wächst mit der Wurzel der Leitungslänge; für eine Teillänge von 160 km einer Fernverbindung von im ganzen 4000 km sind nur 0,2 mV zulässig —, hat sich dadurch gelöst, daß bei moderner Weitverkehrstechnik, besonders der Benutzung von Trägerfrequenzen, der Hauptteil einer internationalen Verbindung frei von Starkstromstörungen ist. Man braucht nur noch die Endstrecken zu untersuchen. Bei Tonleitungen berücksichtigt man die Länge (s. VDE 0228).

Die **Störfähigkeit** einer Starkstromanlage kann grundsätzlich durch die G. gemessen werden, die sie in einer genormten Näherung erzeugt. Aus der bekannten Kopplung kann man eine Spannung der Bezugsfrequenz (800 Hz) berechnen, die, anstelle der Betriebsspannung mit ihren Oberschwingungen in der Starkstromanlage wirkend, in der genormten Näherung die gleiche G. erzeugt. Man bezeichnet diese Spannung von 800 Hz als **äquivalente Störspannung**. Entsprechend ist **äquivalenter Störstrom** der Strom von 800 Hz, der, in der Starkstromleitung fließend, in der genormten Näherung dieselbe G. erzeugt wie der Betriebsstrom mit seinen Oberschwingungen. Wenn man voraussetzt, daß für verschiedene Entfernungen der etwa vorhandene Gang der Kopplung (z. B. Gegeninduktivität) mit der Frequenz derselbe ist, kann man von der genormten Näherung überhaupt absehen. Praktisch ist man übereingekommen, die Definition noch weiter zu vereinfachen und von jeder Änderung der Kopplung mit der Frequenz abzusehen.

Man erhält somit für die Störspannung den Ausdruck $\frac{1}{p_{800}}\sqrt{\sum(U_f\,p_f\,h_f)^2}$, in dem U_f die Teilspannung der Frequenz f, p_f ihr Gewicht und h_f ein von f in einfacher Weise abhängiger Faktor ist, der berücksichtigt, daß z. B. im Falle von Induktion auch bei konstanter Gegeninduktivität die induzierte Spannung der Frequenz proportional ist. Übliche Werte für h_f sind 1, f/800, 800/f. Je nachdem spricht man von der Störspannung »x 1, xf, /f«.

Man mißt die Störspannung hinter einem Vierpol (Zusatzgerät zum Geräuschspannungsmesser), der die Kopplung durch eine Näherung nachbildet. Er enthält außer einem Spannungsteiler eine Schaltung zur Darstellung des Faktors h_f. An den Ausgang wird ein Psophometer angeschlossen. Entsprechend mißt man den Störstrom an einem kleinen Abgreifwiderstand oder, wenn z. B. der Faktor f/800 eingeführt werden soll (in diesem Falle als k_f bezeichnet),

an einer Gegeninduktivität mit niedrigem Primärscheinwiderstand. Bei der hohen Empfindlichkeit des Psophometers ist der Leistungsbedarf für diese Messungen sehr klein. Er entspricht, auch bei ungünstiger Zusatzschaltung, dem der in der Starkstromtechnik üblichen Spannungs- und Strommesser. Die Messung kann also in Hochspannungsanlagen hinter den Meßwandlern ausgeführt werden, ohne daß eine Überlastung dieser Wandler oder eine Störung anderer Messungen zu befürchten wäre. Allerdings können hohe Frequenzen durch die Wandler gefälscht werden. Die Messung mittels eines Spannungsteilers, den man für Gleichstrom ohnehin braucht, ist einwandfreier.

Das Verhältnis der Störspannung einer Anlage zur Betriebsspannung bezeichnet man als Fernsprechformfaktor der Spannung, das Verhältnis des Störstroms zum Betriebsstrom als Fernsprechformfaktor des Stromes. Störspannung und Störstrom kennzeichnen die Störfähigkeit einer bestimmten Anlage. Der Fernsprechformfaktor sollte dagegen ein Maß für die Mangelhaftigkeit — unter dem Gesichtspunkt von Fernsprechstörungen — einer bestimmten Gattung elektrischer Maschinen (z. B. Gleichrichter gleicher Phasenzahl) sein. Das leistet jedoch nur der Fernsprechformfaktor der Spannung, weil für eine bestimmte Maschine die Spannung annähernd konstant ist (man bezieht den Formfaktor meist sogar auf die Nennspannung), der Formfaktor also nur von dem Oberwellengehalt abhängt und sich mit der Belastung, falls sich dabei die Kurvenform ändert, ebenso ändert wie die Störfähigkeit. Der Oberwellenstrom ist dagegen mit der Oberwellenspannung in anderer Weise verknüpft als der Betriebsstrom mit der Betriebsspannung. Häufig ist der Widerstand für die Oberschwingungen ein annähernd konstanter Wechselstromwiderstand, während der Widerstand für den Betriebsstrom von der Belastung abhängt. In solchen Fällen nimmt der Fernsprechformfaktor des Stromes bei steigender Belastung stark ab, während der wirkliche Störstrom sogar zunehmen kann, falls bei steigender Belastung die Spannungskurve stärker verzerrt wird. Auch wenn man den Fernsprechformfaktor auf den Nennstrom der Anlage statt auf den jeweiligen Betriebsstrom beziehen würde, wäre nicht viel gebessert, weil bei einer Erweiterung der Anlage der Fernsprechformfaktor des Stromes trotz unveränderter Störung abnehmen würde. Bei Berechnungen, in denen der Fernsprechformfaktor des Stromes vorkommt, ist also Aufmerksamkeit geboten. Es empfiehlt sich, möglichst bald zum Störstrom überzugehen.

Zahlenwerte des Fernsprechformfaktors sind unter → Influenz und → Induktion angegeben. Hier sei nur erwähnt, daß der Fernsprechformfaktor (xf) von Drehstromhochspannungsleitungen in der Regel kleiner ist als 0,02, bei Höchstspannungsleitungen wesentlich kleiner, daß er aber z. B. bei starker Belastung durch Gleichrichter auch merklich größer sein kann. Bei niedriger Grundfrequenz ($16\,{}^2/_3$ Hz) ist in der Regel auch der Fernsprechformfaktor klein.

Die Störspannung von Starkstromanlagen ist meist so groß, daß man auch bei Messung hinter einem Spannungswandler (100 V) trotz Einschaltung des Filters zur Frequenzbewertung ohne Verstärkung auskommen könnte. Das erste Gerät dieser Art[2] bestand daher nur aus dem »Osborne-Filter«, an das ein Thermokreuz angeschlossen ist. Da es zur Messung der Störspannung von Hochspannungsleitungen gebaut ist, enthält das Filter auch den Faktor $h_f = f/800$. Der »Telephone Interference Factor« (TIF) ist das Verhältnis des Ausgangsstromes in µA zur Eingangsspannung in V. Sieht man von dem Unterschied in der Bewertung ab, so entspricht ein TIF von 40 einem Fernsprechformfaktor von 1%. Heute wird in den USA nicht mehr das Osborne-Filter benutzt, sondern ein Filter mit geänderter Bewertungskurve. Das Meßergebnis damit wird als »Telephone Influence Factor« bezeichnet, aber weiterhin als TIF abgekürzt[5]. Dem Fernsprechformfaktor 1% entspricht TIF_{neu} 46. Die Entwicklung nach 1945 hat in den USA dazu geführt, daß für Fernsprechmessungen modernere Bewertungskurven benutzt werden, während für Starkstrommessungen die ältere Kurve beibehalten wird. Die Begriffe Störspannung und Störstrom sind im US-amerikanischen Schrifttum nicht gebräuchlich. An ihrer Stelle erscheinen immer die Produkte aus TIF und Betriebsspannung oder Betriebsstrom.

Literatur: [1]K. Küpfmüller, Vergleichende Geräuschmessung, Wiss. Veröff. Siemens-Werke, 3, (1924) S. 153 — [2]H. S. Osborne, Review of Work of Subcommittee on Wave Shape Standards of the Standards Committee, Trans. Am. Inst. El. Eng. 38, (1919), S. 261 — [3]H. Kösters, Subjektive und objektive Geräuschmessung, Verh. dtsch. phys. Ges. 21, (1940), S. 48 — Vgl. aber K. Braun, Theoretische und experimentelle Untersuchung der Bezugsdämpfung und der Lautstärke, TFT 29, (1940) S. 31 — [4]Directiven des CCIF, Ausgabe Rom. Oslo, — H. R. Harbottle, The Circuit Noise-Meter (Psophometer) and its Applications, J. Inst. El. Eng. 83 (1938) S. 261 — H. Klewe, Messung von Leitungsgeräuschen, ENT 15 (1938) S. 121 — [5]J. M. Barstow, P. W. Blye und H. E. Kent, Measurement of Telephone Noise and Power Wave Shape, Electr. Eng. 54, (1935) S. 1307.

Klewe

Geräuschspannungsmesser. Der Geräuschspannungsmesser dient zur objektiven Ermittlung der → Geräuschspannung. Wird der G. zur Messung von Störspannungen in Nf-Fernsprechkanälen eingesetzt, sollte er den in den CCITT-Empfehlungen festgehaltenen Anforderungen genügen. Beim Einsatz in Rundfunksübertragungseinrichtungen werden gemäß den CCITT-Empfehlungen sowie der deutschen DIN-Norm 45405 bestimmte Bedingungen an den G. gestellt.

Als Bewertungsfilter wird in Fernsprechsystemen das A-Filter (auch Fernsprechfilter genannt), bei elektroakustischer Breitbandübertragung das C-Filter (Rundfunkfilter) verwendet.

Das A-Filter bildet die mittlere Frequenzcharakteristik des Ohres und des Fernhörers nach (Bild 1). Ein zusätzliches B-Filter für den unmittelbaren Anschluß des G. an die Fernhörerklemmen beim Teilnehmer berücksichtigt den Frequenzgang einer mittleren Fernsprechanschlußleitung und des Teilnehmerapparates. Bei einer Frequenz von 800 Hz, der sogenannten Bezugsfrequenz, ist bei Verwendung des A-Filters die

Geräuschspannung gleich der Fremdspannung, d. h. die Störspannung ist im frequenzmäßig bewerteten und unbewerteten Fall gleich groß. Die Fremdspannung ist als frequenzunabhängig gemessene Störspannung definiert. Der G. wird zu einem Fremdspannungsmesser, wenn ausschließlich die unbewertete Störspannung angezeigt wird. Die DIN-Norm 45405 empfiehlt, die Fremdspannung für elektroakustische Breitbandübertragung innerhalb eines Frequenzbereiches von 31,5 Hz bis 20 kHz zu erfassen.

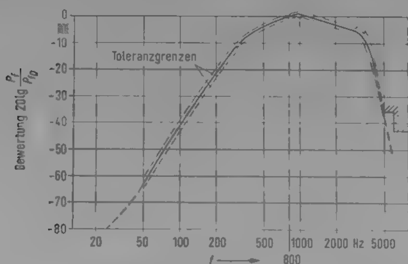


Bild 1. Amplitudenfrequenzgang des Bewertungsfilters für Fernsprechleitungen nach CCIF.

Das C-Filter bewertet nur das menschliche Ohr. Da ein Geräusch bei Rundfunkübertragungen schon störend wirkt, wenn es die Hörschwelle des Ohres überschreitet, muß die Bewertungskurve einen ähnlichen Verlauf wie die Ohrkurve bei kleinen Lautstärken (30 phon) haben (Bild 2). Die Bezugsfrequenz liegt bei 1 kHz. Für höhere Frequenzen als 10 kHz unterscheiden sich die vom CCITT und in der DIN-Norm 45405 angegebenen Bewertungskurven.

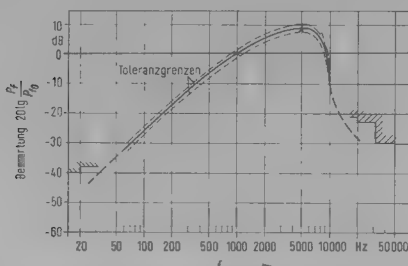


Bild 2. Amplitudenfrequenzgang des Bewertungsfilters für Rundfunkleitungen nach DIN 45405.

Der G. soll das unmittelbare Messen von Geräuschspannungen zwischen 0,05 mV und mindestens 100 mV gestatten. Neben einem symmetrischen Eingang, dessen Eingangswiderstand größer 6 kΩ sein soll, wird eine bestimmte Störfestigkeit gegen äußere magnetische Wechselfelder und ein geringes Eigenstreufeld gefordert.

Die CCITT-Empfehlungen sehen eine Effektivwertanzeige mit folgenden dynamischen Eigenschaften vor. Es soll ein einmaliger Wechselstrom-Impuls der Dauer 150 ms bis 250 ms den gleichen Höchstausschlag hervorrufen wie eine dauernd angelegte Wechselspannung gleicher Amplitude. Eine um 2,5fach größere Spannung als für Vollausschlag darf noch zu keiner Begrenzung in den Verstärkern des G. führen. Es ist jedoch zweckmäßig, eine höhere Übersteuerungsfähigkeit, z. B. 25fach, anzustreben, um impulshaltige Geräusche ohne Begrenzung anzeigen zu können.

Die DIN-Norm 45405 empfiehlt eine (Quasi-) Spitzenwertanzeige des Meßinstrumentes mit bestimmten dynamischen Eigenschaften. Untersuchungen haben ergeben, daß bei Rundfunkübertragung die Lautstärke, die näherungsweise durch den Quasispitzenwert erfaßt wird, die Wirkung der Störungen besser charakterisiert als der Effektivwert.

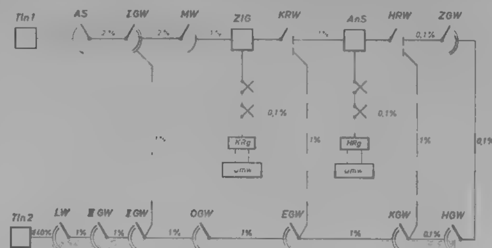
Literatur: DIN-Norm 45405, CCITT-Rotbuch, Bd. V, S. 123 bis 133 — E. Belger, Über die Messung und Bewertung von Störgeräuschen. NWDR, Techn. Hausmitteilungen (1953), S. 51 bis 59 — K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik (1962), S. 251-262 — E. Zwicker und E. Terhardt, Über die Störwirkung von Impulsfolgen beim Telefonieren. NTZ 1965, H. 2, S. 80-90.

Daum

Geräuschunsymmetrie → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen.

Gerber-Norm → Filmübertragungsanlagen.

gereihte Verluste. Beim Aufbau von Verbindungen über mehrere Leitungsabschnitte (s. Bild) addieren



Verlustwahrscheinlichkeiten B % für Verbindungen im Orts- und SWFD-Netz. Querwege haben keinen Verlust. Sie sind nicht dargestellt.

sich die Verlustwahrscheinlichkeiten der einzelnen Leitungsabschnitte B_1, B_2, B_3 nach folgender Formel:

$$B = B_1 + B_2 + B_3 - (B_1 \cdot B_2 + B_2 \cdot B_3 + B_1 \cdot B_3 - B_1 \cdot B_2 \cdot B_3).$$

Solange die Verluste der einzelnen Leitungsabschnitte nur einige Prozente oder weniger betragen, kann man die Glieder höherer Ordnung vernachlässigen.

$$B \approx B_1 + B_2 + B_3.$$

Nach dieser Formel, deren Summanden noch vermehrt werden können, kann der Gesamtverlust im Orts- und SWFD-Netz errechnet werden. Voraussetzung ist dabei, daß die einzelnen Verbindungsabschnitte richtig dimensioniert sind und die Hauptverkehrsstunde für alle Abschnitte etwa zur gleichen Zeit eintritt.

Socher

gerichteter Betrieb → Betriebsrichtung.

Germanium. Chemischer Grundstoff mit Halbleitereigenschaften. Steht in der IV. Hauptgruppe des Periodischen Systems, Ordnungszahl 32, Atomgewicht 72,60. Findet sich in der Natur in selten vorkommenden Mineralien wie Stottit, Argyrodit und Germanit. Zur Gewinnung wird z. B. Germanit mit Salpeter-Schwefel-Säure aufgeschlossen, darauf Germanium-(IV)-chlorid $GeCl_4$ im Cl_2-HCl-Strom wiederholt abdestilliert. Hieraus entsteht durch Hydrolyse Germanium(IV)-oxid GeO_2, aus dem das Element durch Reduktion mit Wasserstoff bei 600° C gewonnen wird. Weitere Reinigung durch (mehrfache) Zonenschmelze. Hierbei erzielt man die Reinigungswirkung dadurch, daß man durch die stabförmige Materialprobe in einer Schutzgasatmosphäre eine Schmelzzone wandern läßt, meistens mittels einer beweglichen Spule für induktive Heizung. Verunreinigungen reichern sich i. allg. in der Schmelzzone an, wodurch sie schließlich zum Ende des Stabes transportiert werden, während der übrige Teil des rekristallisierten Stabes erhöhte Reinheit aufweist. — G. ist grauweiß und sehr spröde, kristallisiert regulär im → Diamantgitter. Gitterkonstante 5,657 Å (20° C), Schmelzpunkt 936° C, Siedepunkt etwa 2710° C, Dichte 5,35 g/cm³, Dielektrizitätskonstante 17 (77° K). Breite der verbotenen Zone 0,73 bis 0,77 eV (nach Absorptionsmessungen) (→ Bändermodell des Halbleiters). Von Fremdatomen freies G. besitzt bei Raumtemperatur einen spezifischen Widerstand von etwa 50 Ohm cm (Eigenleitfähigkeit, → Leitungsmechanismus in Halbleitern). Zur Erzeugung von Störstellenleitung eignen sich beispielsweise Zusätze von Gallium oder Indium (p-Leitung) oder von Arsen oder Antimon (n-Leitung).

Literatur: Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, Bd. 45, Verlag Chemie GmbH Berlin, 1931; desgl. Ergänzungsband 45, Verlag Chemie GmbH Weinheim, 1958 — W. Pfann, Zone Melting. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1958.

Moeller

Gesamtbezugsdämpfung. Die Gesamtbezugsdämpfung oder Bezugsdämpfung einer Verbindung ist die Bezugsdämpfung, die durch Vergleich einer Nachrichtenverbindung zwischen zwei Fernsprechapparaten gegebenenfalls mit zwischengeschalteten Leitungen und Vermittlungseinrichtungen mit dem Ureichkreis bestimmt wird (→ SFERT).

Gesamtdämpfung ist die Summe der → Dämpfungsmaße eines aus mehreren Teilstrecken und Apparaten bestehenden Übertragungssystems.

Gesamtgebühr ist die Summe der von den an einer Verkehrsbeziehung beteiligten Verwaltungen festgesetzten → Gebührenanteile. Die Gesamtgebühr wird in → Goldfrank, seltener in US-Dollar vereinbart und von den beiden → Endverwaltungen dieser Verkehrsbeziehung in die nationale → Erhebungsgebühr umgerechnet. Die G. ist in einer Verkehrsbeziehung ohne Rücksicht auf unterschiedliche Leitwege immer gleich hoch, ebenso für beide Verkehrsrichtungen. In der Regel liegt ihr die Summe der Gebührenanteile des billigsten Weges zugrunde; für teurere Wege setzt die → Pro-rata-Angleichung ein.

Gesamtrechnung → Jahresrechnung bei der DBP.

Gesamtverzerrung → Telegrafieverzerrung.

Geschäftsbericht. Nach § 19 (4) Postverwaltungsgesetz (PostVwG) hat die DBP zur Erläuterung ihres → Jahresabschlusses einen G. zu erstellen. Aufgrund des Reichspostfinanzgesetzes vom 18. 3. 1924 wurde ein G. erstmalig für das Rechnungsjahr (Rj.) 1924 herausgegeben. Von 1936 bis 1940 trug er die Bezeichnung »Verwaltungsbericht«. In den Jahren 1941 bis 1943 wurden nur Bezirksstatistiken veröffentlicht, bis für das Rj. 1948 wieder ein Verwaltungsbericht erscheinen konnte. Seit 1949 wird er wie früher regelmäßig als G. herausgegeben. Herausgeber ist das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM). Im G. werden die Gesamtbilanz und die Teilbilanzen der DBP eingehend erläutert und die Erträge und Aufwendungen nach der Gewinn- und Verlustrechnung den Leistungen und Kosten nach der → betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnung gegenübergestellt. Darüber hinaus bringt der durch Einschaltung vieler Bildwiedergaben, graphische Darstellungen und Übersichten gefällig gestaltete G. eine Darstellung der Tätigkeit des Verwaltungsrats der DBP, einen Überblick über die Gesamtverhältnisse der DBP, die Entwicklung der einzelnen Dienstzweige, des Personal- und des Bauwesens sowie die Bezirksstatistik, in der die wichtigsten statistischen Zahlen der DBP, nach OPD-Bezirken aufgegliedert, für das jeweilige Rj. enthalten sind. Der G. ist nach § 12 (3), Ziff. 5, PostVwG dem Verwaltungsrat der DBP zur Stellungnahme zuzuleiten. Danach wird er vom Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat zur Kenntnis vorgelegt und anschließend veröffentlicht (§ 19 (6) und (7) PostVwG). Für das Rj. 1966 ist er in einer Auflage von 9000 Stück bei einem Umfang von 195 Druckseiten herausgegeben worden. Er wird den Mitgliedern des Bundestags und des Bundesrats, den wichtigsten Behörden und der Presse sowie den Spitzenverbänden von Handel, Industrie und Handwerk, außerdem den Universitäten, wissenschaftlichen Instituten und großen Büchereien zugesandt. Auch an die wichtigsten Dienststellen der DBP und an die fremden Post- und Fernmeldeverwaltungen wird er verteilt.

Literatur: Geschäftsbericht der DBP, 1966 — Aufsatz: Der Geschäftsbericht der DBP über das Rj. 1966, von Eberhard Müller (Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 16/1967, S. 598).

Clement

Geschäftsverteilung ist die Verteilung von Dienstgeschäften (Aufgaben) auf die einzelnen Stellen. Sie wird im Geschäftsverteilungsplan und in der Geschäftsordnung der → Ämter usw. festgelegt.

geschäumtes Polystyrol → Isolierhülle.

Geschenke → Annahme von Belohnungen und Geschenken.

Geschichte des Fernmeldewesens

Übersicht

1. Geschichte des Telegrafenwesens.

Die Entwicklungsabschnitte greifen, wie beim gesamten Fernmeldewesen, weit ineinander über.

1. Abschnitt. Vorchristliche Zeit, etwa 6. Jahrhundert v. Chr. bis Mitte des 19. Jahrhunderts: Nichtelektrische Telegrafie.

2. Abschnitt. Etwa 1750 bis 1850: Anfänge der elektrischen Telegrafie.

3. Abschnitt. Etwa 1820 bis 1860: Telegrafie durch Magnetablenkung; Nadel- und Zeigertelegrafen; Anfänge der Schreibtelegrafen.

4. Abschnitt. Etwa 1840 bis Anfang des 20. Jahrhunderts: Aufkommen eines Telegrafenalphabets; Weiterentwicklung der Schreibtelegrafen; Entwicklung von Drucktelegrafen; erste Apparate für Schnelltelegrafie; Verwendung eines Umlauf-Zeitschalters (Verteilers) auf der Sendeseite, des Typenrads auf der Empfangsseite; Gleichlauf von Sender und Empfänger in Drehzahl und Winkelstellung; Bremsregelung und Feinkorrektionseinrichtungen; Kopier- und Bildtelegrafen.

5. Abschnitt. Etwa 1870 bis 1930: Wechselzeitige Mehrfachtelegrafen.

6. Abschnitt. Etwa 1920 bis zur Neuzeit: Entwicklung mechanischer und elektrischer Fernschreibmaschinen; Start-Stop-Apparate (Springschreiber); Mehrfachausnutzung von Telegrafenleitungen durch Verwendung elektrischer Schwingungssiebe (Wechselstromtelegrafie).

7. Abschnitt. Ab 1933: Teilnehmerfernschreibdienst.

8. Abschnitt. Ab 1967: Hochleistungsfernschreibnetze für Datenübertragung.

1.1. Entwicklung von Geräten und Apparaten.

1.1.1. Nichtelektrische Telegrafie.

1.1.1.1. Akustische Telegrafen.



Bild 1. Signaltrommel.

Bereits im vorchristlichen Altertum erste Versuche einer Nachrichtenübermittlung durch Rauch-, Trommel- und Fackelsignale. Im 6. Jahrhundert v. Chr. Schallsignale bei den Persern, später bei den Chinesen und Indianern. Im 1. Jahrhundert n. Chr. übermitteln Rufposten mit starker Stimme Befehle und Nachrichten über Entfernungen von 30 Tagereisen an einem Tag (sog. Hallwege; Schilderung von Diodorus Siculus aus Sizilien).

1.1.1.2. Optische Telegrafen.

Im 5. Jahrhundert v. Chr. nach Aeschlyos Lichtzeichentelegrafie durch Signalfeuer. Diese wird später zur Fackeltelegrafie entwickelt und bis zum Anfang des 2. Jahrhunderts v. Chr. in steigendem Ausmaß verwendet. Auch Plinius der Ältere beschreibt Feuerzeichen als Nachrichtenmittel. Im 1. Jahrhundert n. Chr. diente eine Lichtsignalanlage unter Kaiser Titus der Nachrichtenverbindung von Rom nach Capri.

Im Mittelalter sind in Kriegszeiten Feuertelegrafen weit verbreitet.

1684 schlägt Robert Hooke (England), der Royal Society die Einrichtung der Licht- und Fackeltelegrafie vor.

1731 Erstes Feuerschiff in der Themsemündung. Bei den Naturvölkern werden bei Tag meist Rauch, bei Nacht brennendes Feuer oder Brandpfeile zur Nachrichtenübermittlung benutzt.

Die Erfindung des Fernrohres in der Neuzeit ermöglicht eine weitergehende Ausnutzung der Lichttelegrafie.

1768 Erster Leuchtturm mit signalgebendem Feuer in Orskär (Schweden).

1805 Flaggencode von Popham in England eingeführt.

1821 Heliotrop (Nachrichtenübermittlung durch Sonnenlicht) von Gauß.

1875 Heliografen, Helioskope und Heliotrope für militärische Zwecke.

1886 Zeichengebung mit Scheinwerfer.

1889 Lichttelegraf für Schiffe von Boughton.

1898 Telegrafie mit ultravioletten Strahlen.

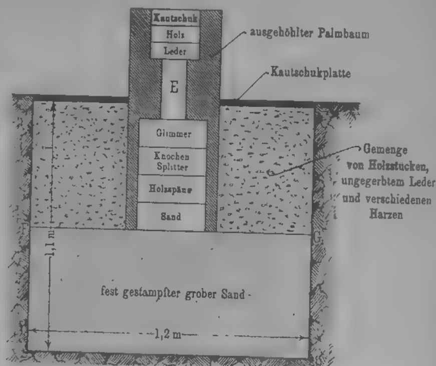


Bild 2. Cambarys[1], ein indianischer Telegraf.

1.1.1.3. Hydraulische Telegrafen.

1797 Hydraulischer Telegraf von Bramah.
1827 desgl. von Jobard.
1867 desgl. von Tabourin.

1.1.1.4. Pneumatische Telegrafen.

1838 Apparat von Rowley.
1839 desgl. von Crosley.
1867 Haustelegraf von Sparre.
1874 Gegensprechapparat von Deprez.



Bild 3. Gauthey's akustischer Telegraf.

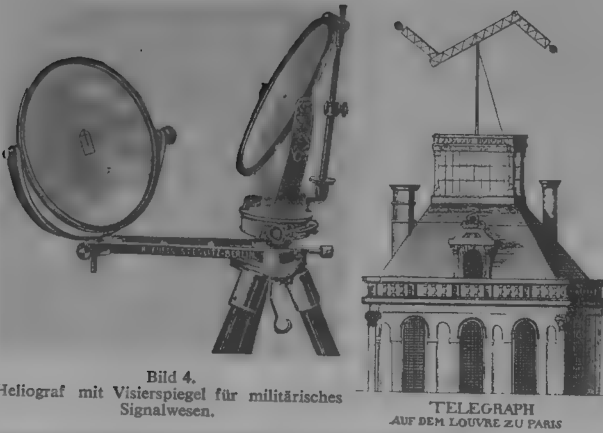


Bild 4.
Heliograf mit Visierspiegel für militärisches Signalwesen.



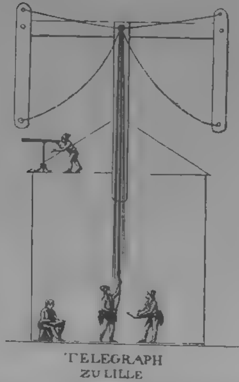


Bild 5. Darstellung einer optisch-mechanischen Telegrafenlinie in Frankreich, 1794.



Bild 6. Optisch-mechanischer Telegraf von Pistor auf der Dorfkirche von Dahlem bei Berlin, 1832.

1.1.1.5. Optisch-mechanische Telegrafen.

1684 Mechanischer Telegraf von Hooke.
1695 desgl. von Amontons.
1763 desgl. von Edgeworth.
1785 desgl. von Bergsträsser.
1790 Optisch-mechanischer Telegraf von Chappe.
1794 Telegraf von Böckmann.
1795 Telegraf von Murray.
1796 Telegraf von Conté.
1830 Optisch-mechanischer Telegraf von Pistor.
1835 Einführung der optisch-mechanischen Telegrafie in Österreich und bei den preußischen Eisenbahnen.
1838 Optisch-mechanische Telegrafie bei den englischen Eisenbahnlinien.

1.1.2. Elektrische Telegrafie.

1.1.2.1. Telegrafen mit Reibungselektrizität.

1735 Erster Vorschlag für Telegrafie mit Reibungselektrizität wird in Schottland gemacht.
1767 Apparat von Bozolus.
1774 desgl. von Lesage.
1778 desgl. von Dupuy.
1787 desgl. von Lomond.

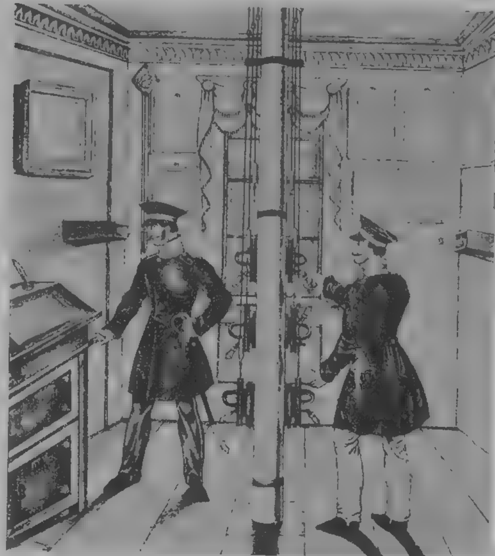


Bild 7. Blick in eine königlich preußische Telegrafenstation mit optisch-mechanischem Telegrafen.

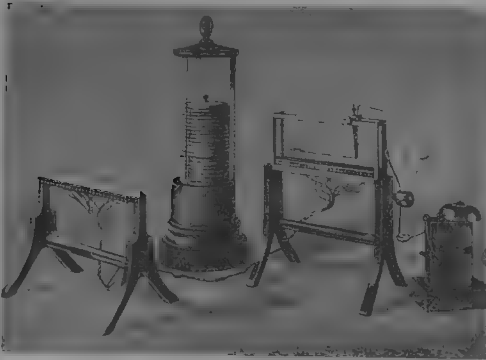


Bild 8. Elektrochemischer Telegraf von Sömmering.

1794 Reußer und Böckmann telegrafieren mit Reibungselektrizität.
1795 Apparat von Cavallo; desgl. von Salva y Campillo.
1816 Vorschlag von Ronalds.
1844 Telegraf von Highton.

1.1.2.2. Telegrafen mit elektrochemischer Anzeige.

1809 Telegraf von Sömmering.

1.1.2.3. Physiologische Telegrafen.

1839 Telegraf von Vorsselmann de Heer.

1.1.2.4. Telegrafen mit Ablenkung beweglicher Stromleiter (Einwirkung von Magneten auf stromdurchflossenen Leiter oder Drahtspulen).

1821 Faraday zeigt die Drehung stromdurchflossener Drähte im magnetischen Feld.
1846 Goldblatt-Telegraf von Highton.
1867 Heberschreiber von Thomson.
1876 Rußschreiber von Siemens und Halske.

1.1.2.5. Elektromagnetische Telegrafen.

1.1.2.5.1. Telegrafen mit Magnetablenkung (Einwirkung des elektrischen Stromes auf Magnetnadeln).

1820 Vorschlag von Ampère für einen Nadeltelegrafen.
1829 Vorschlag von Fechner.
1830 Fünfnadeltelegraf von Schilling von Cannstatt.
1832 Einnadeltelegraf von Schilling von Cannstatt.
1833 Gauß und Weber entwickeln Magnetometer mit Spiegelablesung.
1836 Steinheil verbessert den Apparat von Gauß und Weber; Telegraf von Sturgeon.
1837 Nadeltelegraf von Alexander; Fünfnadeltelegraf von Cooke und Wheatstone; Wecker zum Nadeltelegraf von Cooke.

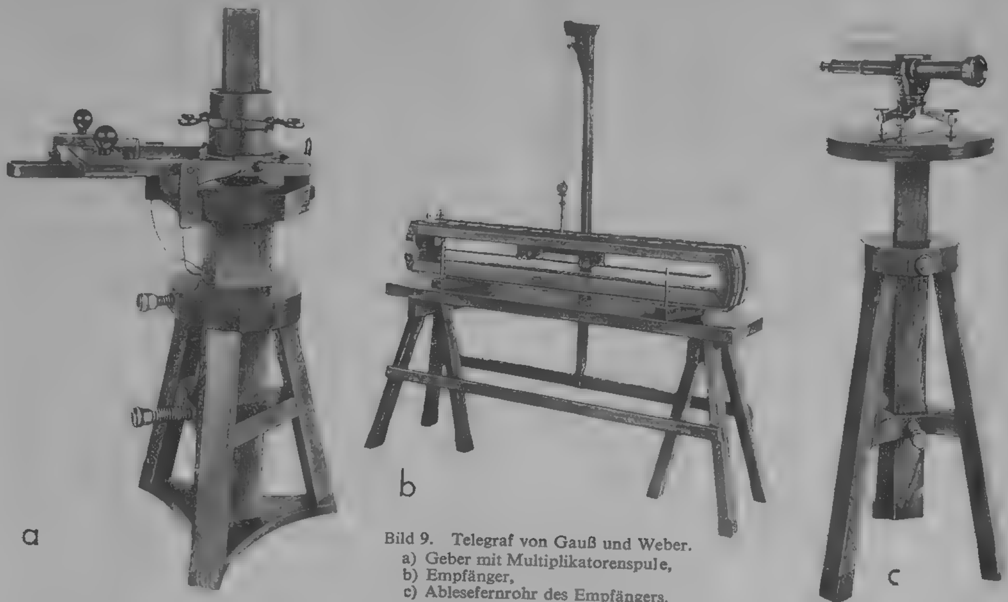


Bild 9. Telegraf von Gauß und Weber.
a) Geber mit Multiplikatorenspule,
b) Empfänger,
c) Ablesefernrohr des Empfängers.

1838 Nadeltelegraf von Davy mit elektrochemischem Empfänger.
1846 Telegraf von Bain.
1850 desgl. von Gintl; chemischer Doppelschreiber von Stöhrer.
1893 Empfänger von Delany.

1838 Nadeltelegraf von Davy; Glockentelegraf von Lohmeyer.
1843 I- und V-Telegraf von Bain.
1845 Einnadeltelegraf von Wheatstone; Doppelnadeltelegraf von Cooke und Wheatstone; Bain erfindet den Lochstreifen.

1846 Ekling verändert den Bainschen Apparat.
1848 Nadeltelegraf der Gebrüder Highton. Weitere Nadeltelegrafen von Brett (1847), Little, Mapple und Brown (1848), Siemens/London (1849), Allan (1850), Varley (1866). Induktionsnadeltelegraf von Henley und Foster (1848).

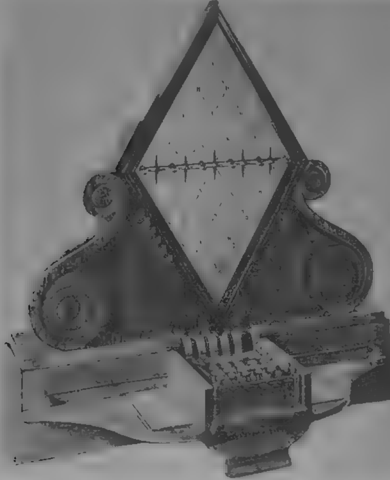


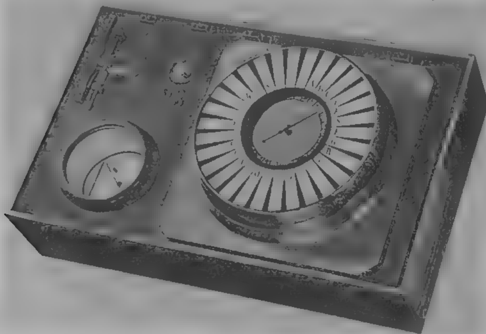
Bild 10. Fünfnadeltelegraf von Wheatstone.

1852 Glockentelegraf von Bright.
1853 Stiftschreiber mit schwingendem Magnetkern von Siemens und Halske.

1.1.2.5.2. Zeigertelegrafen.

1836 Zeigertelegraf mit Uhrwerksantrieb und Pendelantrieb von Cooke.
1839 Zeigertelegraf von Wheatstone und Cooke.
1843 desgl. von Fardely.
1844 Erde erstmalig als Rückleitung für eine Telegrafenleitung benutzt.
1845 Zeigertelegraf von Bréguet; Typotelegraf von Leonhardt (Geber 1848 von Pelchrzim verbessert).
1846 Magnetelektrischer Zeigertelegraf von Stöhrer; Zeigertelegraf mit Selbstunterbrechung von Siemens.

Bild 11. Zeigertelegraf von Siemens, 1846.



1847 Zeigertelegraf von Kramer; desgl. von Geiger für die Württembergischen Eisenbahnen; desgl. von Drescher; desgl. von Mapple und Brown.
1848 Induktionszeigertelegraf von Henley; Zeigertelegraf für die Französischen Eisenbahnen von Bréguet.
1850 bis 1859 verschiedene Tastengeber von Froment für den Apparat von Bréguet.
1855 Induktionstelegraf von Lippens für die Belgischen Eisenbahnen.
1856 Induktionszeigertelegraf von Siemens.
1860 Induktionszeigerapparat von Wheatstone.

1.1.2.5.3. Elektromagnetische Schreibtelegrafen, Klopfer und Summer.

1832 Morse entwickelt den Gedanken für einen Schreibtelegrafen.
1837 Vorführung des ersten Morseapparates.

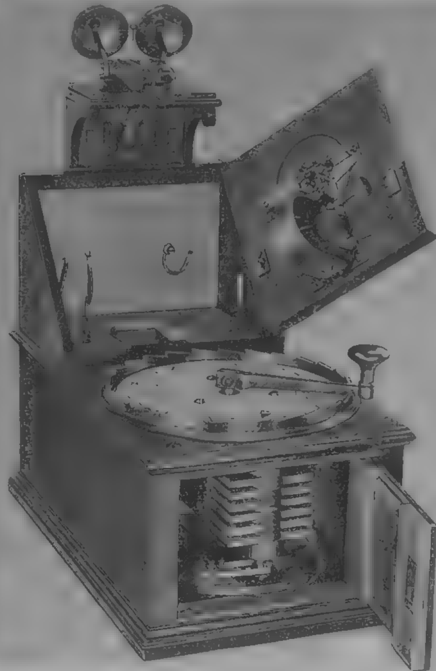


Bild 12. Induktionszeigertelegraf von Siemens, 1856.

1838 Doppeltaste mit getrennten Hebeln zur Benutzung beider Stromrichtungen von Davy; weitere Doppeltasten-Konstruktionen von Wheatstone (1847), Ekling und Stöhrer (1850); Vail verbessert den Morse-Geber; der Schreibapparat wird in den Ortsstromkreis gelegt.
1840 Morse-Alphabet.
1843 Bain schlägt einen Buchstabentelegrafen vor.
1845 Dujardin versucht den Bau eines Farbschreibers.
1846 Morse baut seinen Apparat zum Stift- oder Relaisschreiber mit Selbstauslösung um.

1847 Der Morse-Apparat wird von Robinson nach Europa gebracht; Gerke führt den Namen Taste ein.
1848 Hannover und Preußen kaufen Morse-Apparate; die amerikanische Taste (mit geschwungenem Hebel) wird von Preußen übernommen.
1849 Doppelstiftapparat von Stöhrer.
1850 Frischen erfindet die deutsche Ruhestromschaltung; Zickzackschreiber von Froment.
1851 Buchstabenschreibtelegraf von Hipp; Siemens und Halske entwickeln Stiftschreiber.
1852 Bright verwendet einen Tastenhebel mit Erdungsfedern für den Seekabelbetrieb; desgl. Thomson (1858), Varley (1865), Siemens und Halske (1881).
1853 Zickzackschreiber von Wilkins; Stiftschreiber mit schwingendem Magnetkern von Siemens und Halske.
1854 Farbschreiber von John; Doppeltaste von Varley (für Betrieb mit 1 ungeerdeten Batterie).
1855 Die Möglichkeit zum Abhören durchlaufender Zeichen bei den Übertragungsrelais wird geschaffen; Siemens und Halske schlägt den Morsebetrieb mit Induktionsströmen vor.
1858 Farbschreiber von Digney und Baudoin.
1859 Polarisierter Farbschreiber von Siemens und Halske; der Gegenstrombetrieb wird von Teirich vorgeschlagen; in Amerika wird der Klopferbetrieb eingeführt.
1860 Buchstaben-Schreibtelegraf von Bonelli.
1861 Farbschreiber von Siemens und Halske für Doppelstrombetrieb.
1862 Senkrechte Morseschrift nach Hipp.
1865 Vavin und Fribourg erfinden elektrochemischen Buchstabenschreibtelegrafen (dasselbe 1860 von Bonelli und 1862 von Barnes versucht).
1866 Die Aufzugsfedertrommel des Morse-Apparates wird außerhalb des Gehäuses untergebracht.
1867 Heberschreiber für Seekabelbetrieb von Thomson (Lord Kelvin).
1868 Fern- und Schnellschreiber von Jaite.
1869 Indofarbschreiber (hohe Zeichengeschwindigkeit) von Siemens und Halske; Tastenlocher für Morsezeichen von Siemens und Halske.
1870 Normalfarbschreiber von Siemens und Halske; senkrechte Morseschrift nach Herring und Navare.
1871 Württemberg führt die Siemens-Taste mit Feder ein.
1873 Lochstreifensender für Kabelschrift von Thomson und Fleming-Jenkin.
1878 Undulator von Lauritzen.

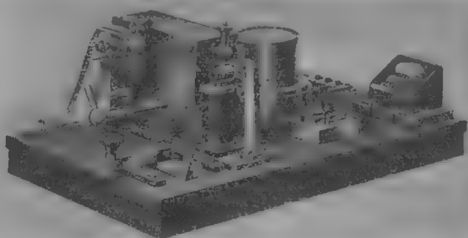


Bild 13. Normalfarbschreiber von Siemens und Halske, 1870.

1879 Erste Verwendung eines Summers durch Ferrodon und Trouvé.
1882 Senkrechte Morseschrift nach Estienne.
1885 Querschreiber von Siemens und Halske.
1888 Vibrierapparat (Unterbrechungssummer) für Feld-Telegrafie; Versuch einer Stenotelegrafie durch Estienne.
1893 Versuche von Jaite für Stenotelegrafie; Klopfer-Versuchsbetrieb bei der Reichstelegrafenverwaltung mit leichteren Tasten nach amerikanischem Muster.
1903 Differentialsummer von Mix und Genest.
1904 Doppelmagnetsummer von Ammon.

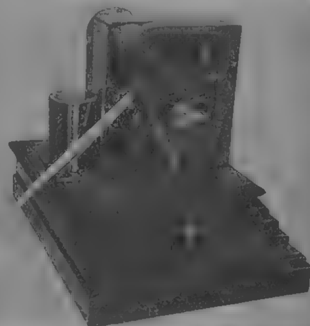


Bild 14. Ferndrucker von Siemens und Halske, 1898.

1906 Bau von Morseapparaten für die Eisenbahn durch die C. Lorenz A. G. (später auch für die Postverwaltung).
1907 Polarisierte Klopfer für längere Frei- und Kabelleitungen.
1922 Siemens-Schnellmorsesystem (Lochstreifensender und -empfänger).
1925 Siemens-Undulator (Drehspul-Schnellschreiber).

1.1.2.5.4. Drucktelegrafen.

1.1.2.5.4.1. Drucktelegrafen mit Schrittschaltbetrieb.

1837 Drucktelegraf von Vail.
1841 Wheatstone'scher Drucktelegraf durch Umbau des 1840 erfundenen Zeigertelegrafen.
1843 Drucktelegraf von Bain.
1844 Fardely'scher Drucktelegraf durch Umbau des 1843 gebauten Zeigertelegrafen.
1845 Drucktelegraf von Brett und House.
1850 Siemens-Drucktelegraf (aus dem Zeigertelegraf entwickelt) mit Selbstunterbrechung.
1859 Typendrucker von Phelps (Combination Printing Telegraph).
1871 Stadt- oder Ferndrucker von Gray und Phelps.
1873 Typendrucker von Phelps mit Elektromotorantrieb.
1874 Börsendrucker von Siemens und Halske (1891 Ausführung mit Steigrad).
1894 Telescripteur von Hoffmann.
1896 desgl. von Steljes; Zerograph von Kamm.
1898 Ferndrucker von Siemens und Halske (aus dem Börsendrucker von 1891 entwickelt).

1903 Ferndrucker von Siemens und Halske mit Elektromotor und selbsttätiger Ein- und Ausschaltung.

1.1.2.5.4.2. Drucktelegrafen mit Synchronbetrieb.

1854 Typendrucker von Hughes.
1860 Patent für Hughes-Apparat an Frankreich verkauft.
1867 Börsendrucker von Calahan; desgl. (Universal Stock Printer) von Phelps.
1870 bis 1909 Deutsche Verbesserungen am Hughes-Apparat.
1882 Tastenlocher für Hughes-Apparat von Ostrogovitsch.
1889 Empfangslocher von Parment.
1890 Lochstreifensender von Nault.
1899 Elektrischer Antrieb für Hughes-Apparate in Deutschland.
1906 Pendeltelegraf von Siemens und Halske.
1924 Tastenschnelltelegraf von Siemens und Halske.
1927 Streifenschreiber (Springschreiber), der Morkrum-Kleinschmidt-Gesellschaft (Chicago) von der C. Lorenz A. G. in Deutschland eingeführt und laufend verbessert; Bezeichnung Teletype, später T 28; hieraus wird der Streifenschreiber T 36 entwickelt.

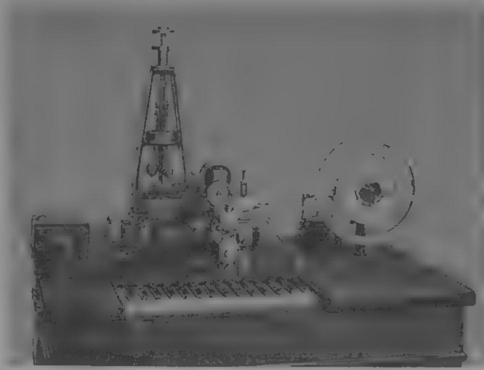


Bild 15. Hughes-Apparat, 1898.

1929 Elektrisch arbeitender Springschreiber von Siemens und Halske.
1930 Mechanisch arbeitender Springschreiber von Siemens und Halske.
1932 Blattschreiber Lo 15.
1934 Siemens-Blattschreiber T 34.
1937 Siemens-Blattschreiber T 37.

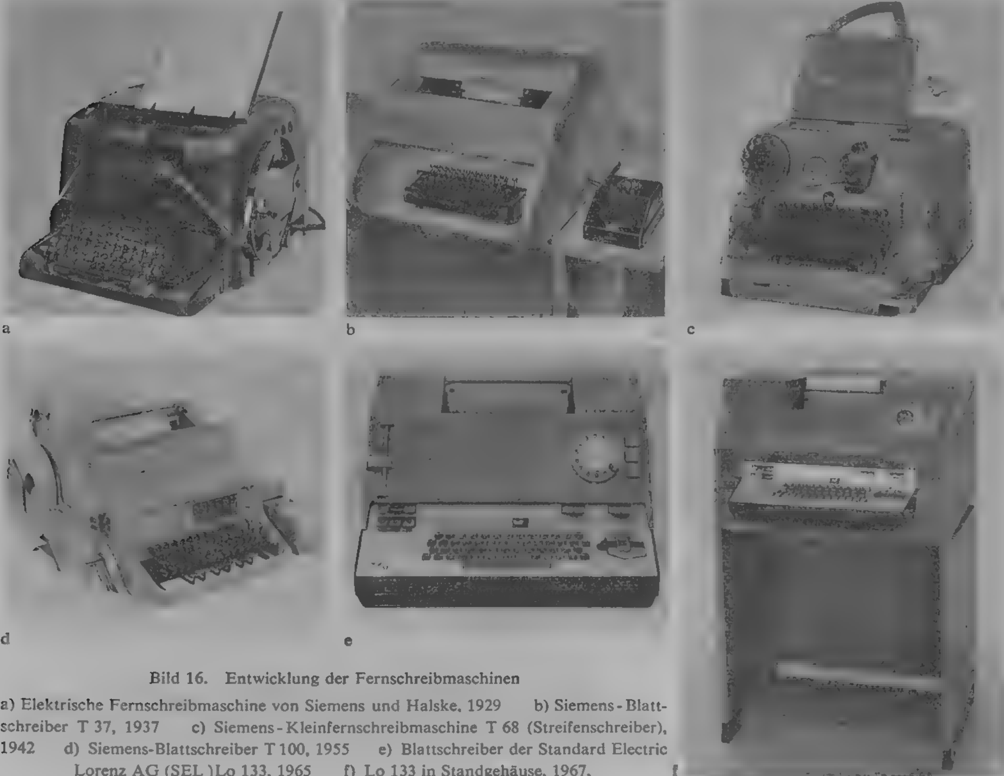
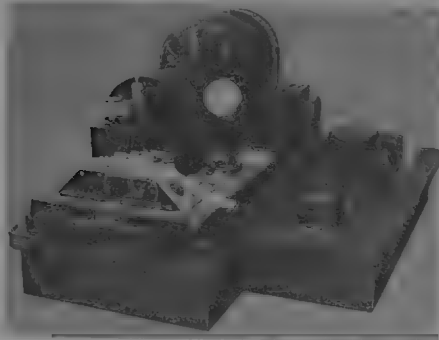
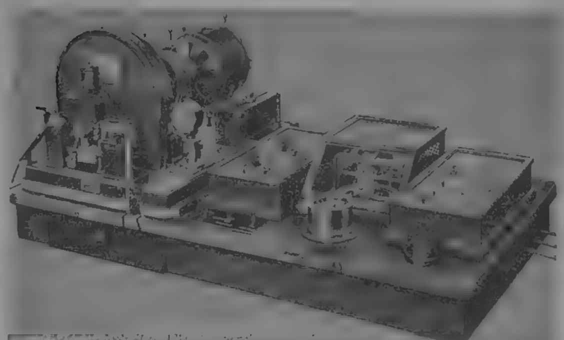


Bild 16. Entwicklung der Fernschreibmaschinen

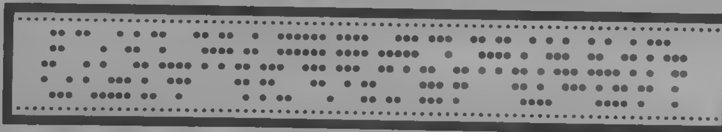
a) Elektrische Fernschreibmaschine von Siemens und Halske, 1929 b) Siemens-Blattschreiber T 37, 1937 c) Siemens-Kleinfernschreibmaschine T 68 (Streifenschreiber), 1942 d) Siemens-Blattschreiber T 100, 1955 e) Blattschreiber der Standard Electric Lorenz AG (SEL)Lo 133, 1965 f) Lo 133 in Standgehäuse, 1967.





a   a) Sender.   Bild 17. Siemens-Schnelltelegraf, 1912.   b) Empfänger.   b

·	/	’	&	3	!	„	;	8	=	§	+	?	–	9	0	1	4	:	5	7	)	2	(	6	,	Buchstaben u	Zeichen u	Jrrungs-	Gleichlauf-	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	Zwischenraum	Zwischenraum	Zeichen ✕	Zeichen ⌽	Halt
		●	●	●	●	●	●	●			●		●	●							●	●		●	●			●		●
●	●	●		●		●	●		●		●	●	●		●					●			●				●	●		●
●		●		●	●						●				●	●		●		●	●			●	●	●	●		●	●
	●				●	●				●	●			●			●	●		●	●	●	●			●	●	●		●
	●	●	●			●	●		●					●	●	●	●		●		●				●	●	●			●



schriftprobe des siemens - schnelltelegraphen von siemens & halske , berlin .

Bild 18. Siemens-Schnelltelegraf, 1912 Schriftprobe.

1959 Blattschreiber Lo 15B.
1963 desgl. Lo 15C.
1964 Streifenschreiber von Siemens T 68d mit Lochstreifenzusatz.
1965 Blattschreiber Lo 133.

1.1.2.5.5. Maschinentelegrafen (Reihen- oder Schnelltelegrafen).

1853 Lochstreifensender von Siemens und Halske (1868 weitere Ausführung).
1872 Dosenschriftgeber von Hefner von Alteneck.
1893 Sender von Delany.
1895 Apparat von Buckingham; Maschinentelegraf von Murray.
1898 Telegraf von Pollak und Virag (2. Ausführungsform 1900).
1902 Telegraf von Siemens und Halske mit fotografischem Empfänger.
1904 Maschinentelegraf von Murray.
1912 Schnelltelegraf von Siemens und Halske mit Druckempfänger.
1912 Siemens-Pendeltelegraf (abgewandelt 1916).

1.1.2.5.6. Mehrfachtelegrafen.

1841 Vorläufiger Verteiler für Kopiertelegraf von Wheatstone.
1848 Verteiler von Bakewell.
1853 Patent von Farmer zur Verbindung mehrerer Morseapparate mit einer Leitung.
1860 Taktgeber von Burnett.
1865 Benutzung von Zusatzströmen durch Millar.
1869 Baudot-Apparat.

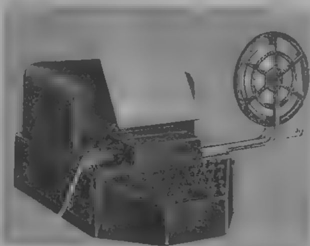
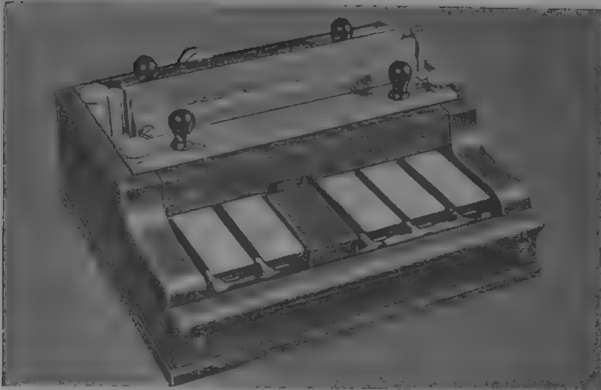


Bild 19. Siemens-Tastenlocher, 1911.



Bild 20. Siemens-Pendeltelegraf, Sender und Empfänger kombiniert, 1916.



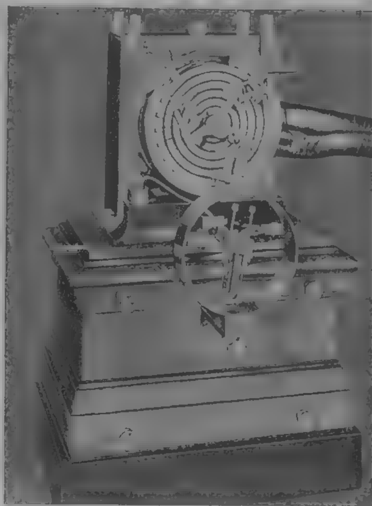
a

Bild 21.
Baudot-Apparat, 1869
a) Geber
b) Empfänger
c) Verteiler
d) Alphabet

Buch.	Zeich.	Baudot-Telegrafen				
A	1	−	+	+	+	+
B	8	+	+	−	−	+
C	9	−	+	−	−	+
D	0	−	−	−	−	+
E	2	+	−	+	+	+
F	*)	+	−	−	−	+
G	7	+	−	+	−	+
H	*)	−	−	+	−	+
I	*)	+	−	−	+	+
J	6	−	+	+	−	+
K	(	−	+	+	−	−
L	=	−	−	+	−	−
M	)	+	−	+	−	−
N	№	+	−	−	−	−
O	5	−	−	−	+	+
P	%	−	−	−	−	−
Q	/	−	+	−	−	−
R	−	+	+	−	−	−
S	;	+	+	−	+	−
T	!	−	+	−	+	−
U	4	−	+	−	+	+
V	’	−	−	−	+	−
W	?	+	−	−	+	−
X	,	+	−	+	+	−
Y	3	+	+	−	+	+
Z	:	−	−	+	+	−
t	.	−	+	+	+	−
é	*)	−	−	+	+	+
Bu	Bu	+	+	+	+	−
Zi	Zi	+	+	+	−	+
*	*	+	+	+	−	−



b



c

d

1870 Vierfachtelegraf von Meyer.
1872 Sechsfachtelegraf von Meyer.
1878 Apparat von Lacour-Delany.
1882 Verbesserungen (Korrektionsströme in Betriebspausen) von Ostrogovitsch.
1884 Neuer Apparat von Delany.
1890 Lochstreifenbetrieb für Baudot-Apparat nach Vallence.
1899 Vierfachtelegraf von Rowland.
1903 Autoplex von Murray.
1911 bis 1914 Mehrfachtelegrafen der Western Union Telegraph Co und Western Electric Co.
1926 Mehrfachtelegraf der Siemens und Halske AG.

1.1.2.6. Kopier- und Bildtelegrafen.

1846 Elektrochemischer Telegraf von Bain kann auch Bilder übertragen.
1847 Apparat von Bakewell.
1855 Pantelegraf von Caselli.
1864 Kopiertelegraf von Meyer.
1866 Elektrograf von Lenoir; Elektrochemische Apparate von Jordery, Hummel, Dunlany, Palmer, Mills und Sémat.
1881 Erste Verwendung des Selens für Bildtelegrafie durch Bidwell.
1888 Telautograf von Gray.
1890 Bildtelegraf von Amstutz.
1894 Pantelegraf von Cerebotani.
1902 Apparat von Gruhn und Grzanna.
1903 Telautograf von Korn.
1904 Selenapparat von Korn.
Relieftelegraf von Berlin.
1910 Statistisches Übertragungsverfahren auf Kabeln zwischen England und USA.
1920 Bell-System (Lichtstrahlabtastung, Film und Fotozelle) für Bildtelegrafie.
1926 Bildübertragungsversuche mit lichtelektrischen Zellen; Bildtelegraf von Siemens-Telefunken mit Karoluszelle.

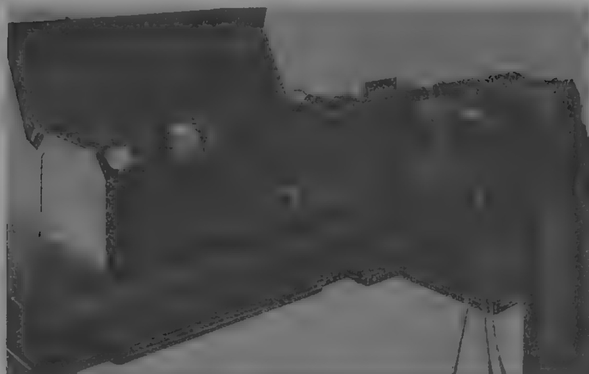


Bild 22. Bildtelegrafie-Apparatur, 1927.



Bild 23. Bildtelegrafensender für die Olympischen Spiele in Berlin, 1936.

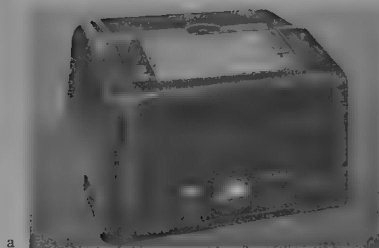
1927 Bildtelegraf von Lorenz-Korn.
1929 Bildtelegraf von Siemens und Halske mit Kompensationszelle.
1930 Chemograf von Siemens und Halske; Faksimile-Telegraf von Hell; für Funkbetrieb Geräte von Dieckmann, Freund, Marconi und Ranger; Empfangsgerät von Nesper.

1.1.2.7. Telegrafen für Funkbetrieb.

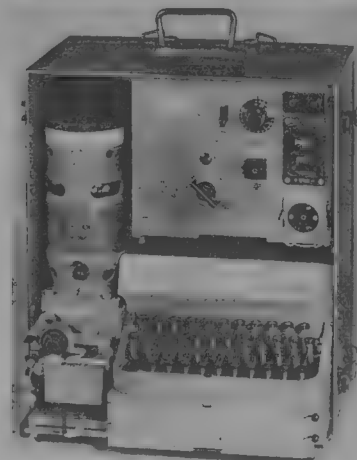
2. Hälfte des 19. Jahrhunderts Beginn der Funktelegrafie; anfangs Einfachverkehr, später Doppel- und Vielfachverkehr.
1896 Lochstreifensender von Creed und Wheatstone. Bis 1939 Drehspulschreiber von Siemens und Halske; abgelöst von Schnellmorsesender nach Hell; später Siemens-Hell-Streifen-Schreiber (Entwicklungsbeginn 1932) und Siemens-Hell-Blattschreiber (1950/51); es sind auch tragbare Siemens-Hellschreiber (1933 entwickelt) in Benutzung gewesen.
1959 Neuer Siemens-Hell-Blattschreiber.

1.2. Allgemeine Entwicklung des Telegrafenwesens.

1793 In Frankreich wird mit Hilfe des optischen Telegrafen das erste Telegramm übermittelt; Bau der optischen Telegrafenlinie Paris–Lille wird beschlossen.
1813 Erste optisch-mechanische Telegrafenlinie in Deutschland von Metz nach Mainz (mit Chappe'schen Geräten).



a

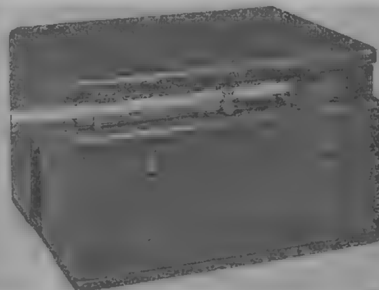


b

Bild 24. Siemens-Hell-Drucker
a) Blattdrucker, 1935 b) Tragbarer Schreiber, 1939
c) Streifenschreiber, 1949 d) Streifenschreiber, 1959.



c



d

1820 Ampère schlägt der Akademie der Wissenschaften in Paris den elektrischen Telegrafen vor.
1826 Erstes Telegrafenalphabet aus Punkten und Strichen von Dyar.
1832 Baubeginn für die optisch-mechanische Telegrafenlinie Berlin–Potsdam–Magdeburg–Paderborn–Köln–Trier.
1836 Optisch-mechanische Telegrafenlinie Hamburg–Cuxhaven.
1839 O'Etzel legt dem Großen Generalstab in Berlin eine Denkschrift »betreffend den Versuch einer elektromagnetischen Telegraphie« vor.
1840 Erstes Alphabet von Morse aus Strichen, Punkten und verschieden langen Zwischenräumen.
1843 Erster Eisenbahntelegraf in Europa bei der Rheinischen Eisenbahn (Aachen) mit Apparaten von Wheatstone; der USA-Kongress bewilligt Morse 30000 Dollar für eine 64 km lange Versuchslinie Washington–Baltimore mit Morsebetrieb.
1846 Bau der Telegrafen-Versuchsstrecken für elektrische Telegrafie Berlin–Potsdam und München–Nannhofen.
1847 Guttaperchapresse zur nahtlosen Umhüllung eines Kabelleiters von Siemens erfunden.
1848 Telegrafenkabel von Berlin nach Westdeutschland (Frankfurt/Main, Köln bis zur Belgischen Grenze); die Telegrafenlinie Hamburg–Cuxhaven wird gebaut und mit Morseapparaten ausgerüstet; die Telegrafenlinie Berlin–Halle–Erfurt–Kassel–Gießen–Frankfurt/Main wird mit Zeigertelegrafen (Siemens) eröffnet; es folgen die Telegrafenlinien Berlin–Hamburg, Berlin–Breslau und Berlin–Köln. Gerke erfindet ein Morsealphabet mit Punkten, gleichlangen Strichen und gleichen Abständen.
1849 Eine Kabinettsorder bestimmt, daß in Preußen der elektromagnetische Staatstelegraf von der Öffentlichkeit mitbenutzt werden darf; die preußischen Telegrafendirektionen werden eingerichtet; Reuter (1821 in Kassel geboren) gründet in Paris die Pressenachrichtenkorrespondenz (später Reuters Telegrafenbüro); erste bayerische Telegrafenlinie fertiggestellt.
1850 Telegrafenlinie München–Salzburg in Betrieb genommen.
1851 Die staatliche elektrische Telegrafie in Württemberg eingerichtet und für den öffentlichen Gebrauch freigegeben; Freigabe des Telegrafen für die öffentliche Benutzung in Baden; die Einführung des Morseapparates wird im Deutsch-Österreichischen Telegrafenverein beschlossen; erstes Telegrafen-Seekabel zwischen Dover und Calais; zwischen Manchester und Liverpool werden Guttaperchaadern in Holzkästen verlegt.
1852 Preußen benutzt 4,8 mm starken Eisendraht für Telegrafenleitungen; Bayern, Sachsen und Württemberg führen den Morseapparat ein; die Schweiz, Holland und Belgien folgen.
1853 Gintl schlägt das Gegensprechverfahren (Duplexbetrieb) vor; das letzte Teilstück Köln–Koblenz der optischen Telegrafenlinie wird außer Betrieb gesetzt; von Maron wird die Brückenschaltung entwickelt.
1854 Frischen und Siemens erfinden gleichzeitig die Differential-Gegensprechschaltung.
1856 Doppelsprech-(Diplex-)Telegrafie von Kramer.
1857 Erster Versuch von Field, ein Kabel von Irland nach Neufundland auszulegen, scheitert.
1858 Zweiter Versuch einer transatlantischen Kabellegung mißglückt; dritter Versuch einer Kabellegung (von Valentia/Irland nach Neufundland) gelingt; Kabel versagt nach der Durchgabe des 366. Telegramms; erstes deutsch-englisches Kabel von Emden nach Cromer ausgelegt.
1859 In Preußen wird der Morse-Farbschreiber eingeführt, in den USA der Klopfer.
1864 Der telegrafische Sturmwarndienst wird in Preußen eingerichtet.
1865 Ein vierter Versuch einer Kabellegung zwischen England und Amerika mißglückt; der Morsefarbschreiber wird für den zwischenstaatlichen Verkehr im Welttelegrafenverein zugelassen; erste deutsche Telegrafen-Rohrpostlinie in Berlin.
1866 Erstmals stehen zwei dauerhafte Telegrafenverbindungen Europa-Amerika zur Verfügung, nachdem eine neue Kabellegung Valentia-Neufundland geglückt ist; in Preußen wird der Hughes-Apparat eingeführt.
1867 Nach der Verfassung des Norddeutschen Bundes werden Post und Telegrafie Bundesangelegenheit.
1868 Der Hughes-Apparat wird im Welttelegrafenverein zugelassen.
1870 Das Telegrafenwesen wird in England verstaatlicht; die Indo-Europäische Telegrafenlinie entsteht, ebenfalls das Kabel- und Liniennetz der Großen Nordischen Telegrafengesellschaft.
1871 Morse tastet das erste »Kreistelegramm« an die »Telegrafenbruderschaft«; das Seekabel Emden–Borkum–Lowestoft wird ausgelegt.
1872 Stearns verbessert die künstliche Leitung der Brückenschaltung; Vaes verwendet eine Taste ohne Schwebelage; Fuchs benutzt diese Taste in seiner Gegensprechschaltung 1881; weitere Gegensprechverfahren von Santano, Vianisi und Gattino; Doppelsprech-(Diplex-)Verfahren von Stark.
1873 Eisenbahntelegrafenreglement für das Deutsche Reich; einadriges Telegrafenkabel zwischen Cuxhaven und Helgoland in Betrieb genommen.
1874 Doppelbrückenschaltung von Schwendler; Doppelsprechtelegrafie von Edison und von Edison und Prescott.
1876 Vereinigung des Post- und Telegrafenwesens im Deutschen Reich; Einheitsworttarif mit Grundgebühr innerhalb Deutschlands anstelle der Dreizonensätze; erste Versuchslinie Berlin–Halle des großen Guttapercha-Telegrafenkabelnetzes in Deutschland fertiggestellt; Doppelgegensprechen nach Smith; Stephan verfügt die Planung eines modernen deutschen Telegrafenkabelnetzes (von 1876 bis 1881 werden 5463 km Leitungen mit einem Kostenaufwand von 30 Millionen RM ausgelegt).
1877 Die französische Telegrafenverwaltung führt das von Baudot gebaute Telegrafengerät auf der Strecke Paris–Bordeaux ein; die Dienstanweisung für den Betrieb von »Telegrafenlinien mit Fernsprechern« wird erlassen; der telegrafische Wasserstandsmeldedienst wird eingerichtet.

1878 Die Telegrafenordnung von 1872 erscheint im Neudruck mit Ausführungsbestimmungen.
1879 Das Kabel Sylt–Arendal wird in Betrieb genommen; Heaviside schlägt vor, zur Erhöhung der Telegrafiergeschwindigkeit Selbstinduktion in die Kabel einzuschalten und Nebenschlüsse anzubringen.
1880 Die Telegrafenordnung (TO) für das Deutsche Reich wird erlassen; Post und Telegrafie werden in Bayern vereinigt, ebenso in Württemberg.
1882 van Rysselberghe verwendet die Simultantelegrafie für das gleichzeitige Telegrafieren und Fernsprechen; Inbetriebnahme des Seekabels Emden–Borkum–Valentia (Irland).
1883 Optische Telegrafenverbindung mit 1 qm großen Planspiegeln zwischen den Inseln Mauritius und Réunion.
1886 Reine Wortgebühr von 6 Pf für Telegramme innerhalb Deutschlands.
1887 Differentialgegensprechschaltung von Canter; Phonopore von Langdon-Davis (Doppelsprecher für beliebige Richtung); Phonoplex (Dreifachtelegraf) von Edison.
1888 Beim Reichspostamt wird ein Telegrafeningenieurbüro eingerichtet.
1890 Hughes-Gegensprechbetrieb Bremen–London; Wechselstromtelegrafie von Mercadier und Magunna.
1892 Gesetz über das Telegrafenwesen des Deutschen Reiches; das Kreistelegramm wird eingeführt; telegrafische Postanweisungen werden zugelassen.
1893 Der telegrafische Eisnachrichtendienst wird an den deutschen Küsten eingerichtet; Versuche mit Klopfern.
1896 Das Seekabel Emden–Vigo wird in Betrieb genommen.
1899 Das Telegrafenwegegesetz wird in Deutschland erlassen; die Deutsch-Atlantische-Telegrafengesellschaft wird gegründet; das Telegrafen-Versuchsamt wird eingerichtet.
Um die Jahrhundertwende nimmt mit zunehmender Industrialisierung und beachtlicher Wohnortsverlagerung vieler Volksteile das Telegrafenwesen einen raschen Aufschwung mit Höhepunkt in der Inflation nach dem ersten Weltkrieg. Mit der Ausbreitung des Fernsprechers macht sich eine rückläufige Entwicklung des Telegrafenverkehrs im Nahbereich der Telefon-Zentren bemerkbar. Beginn der Entwicklung der Telegrafentechnik zum Weitverkehrsnachrichtenmittel; Zunahme des Auslandsverkehrs.
1900 Das Telegrafen-Seekabel Borkum–Horta (Azoren)–New York wird in Betrieb genommen.
1902 Telegrafenzeugämter werden eingerichtet.
1903 Der Klopfer wird für den zwischenstaatlichen Verkehr zugelassen; für wichtige Telegrafenleitungen werden Erdstromschaltungen eingeführt.
1905 Deutsche Seekabel Jap–Guam und Jap–Menado, Jap–Schanghai.
1906 Neuregelung des Telegrafenbaudienstes.
1907 Polarisierte Klopfer in Deutschland eingeführt; erste Bildtelegrafenübertragung München–Berlin.
1908 Erste Förderbandanlage für Telegramme eingerichtet.
1909 Das Seekabel Emden–Borkum–Teneriffa wird in Betrieb genommen.
1910 Das Kabel wird bis Monrovia fortgesetzt.
1911 Das Kabel Monrovia–Pernambuco wird in Betrieb genommen; das Brieftelegramm wird in Deutschland eingeführt.
1912 LC (zurückgestellte Telegramme) nach Übersee werden in Deutschland zugelassen; das Kabel Emden–Norderney–Mundesley wird ausgelegt.
1913 Die deutschen Seekabel Monrovia–Lome und Lome–Duala werden in Betrieb genommen.
1914 Das Telegrafenapparateamt wird eingerichtet; im Überseeverkehr werden Wochenendtelegramme eingeführt.
1916 Im innerdeutschen Verkehr werden Pressetelegramme zur halben Wortgebühr eingeführt.
1919 Wechselstromtelegrafie mit 6 Frequenzen wird in Betrieb genommen; die Hochfrequenz-Mehrfachtelegrafie wird zwischen Berlin und Magdeburg versucht.
1920 Die Post- und Telegrafenverwaltungen von Bayern und Württemberg gehen auf das Reich über; das Telegrafentechnische Reichsamt wird eingerichtet; das Gesetz über die Aufhebung der Gebührenfreiheiten im Post- und Telegrafenverkehr für das gesamte Reichsgebiet wird erlassen.
1922 In Berlin findet ein internationaler Telegrafistenwettstreit statt; der telegrafische Wetterdienst wird eingestellt.
1924 Das Blitztelegramm wird eingeführt; der Klopferbetrieb wird in Deutschland auf Summerbetrieb umgestellt.
1925 Einführung von Schreibmaschinen zur Niederschrift von Telegrammen an Summerleitungen; das Kabelpfandgesetz wird erlassen; Wochenendtelegramme nach Amerika werden nach dem 1. Weltkrieg wieder zugelassen; am Hughes-Apparat fällt der Mitlesestreifen weg.
1926 Erste Springschreiberversuche finden zwischen Berlin und Chemnitz statt; die Legung des neuen krarupisierten Schnelltelegrafenkabels von Borkum nach den Azoren wird beendet; die 24-Stunden-Zeit wird im amtlichen Verkehr eingeführt; Schmuckblatt-(Lx-)Telegramme werden geschaffen; im Überseeverkehr werden Glückwunschtelegramme zu Weihnachten und Neujahr zugelassen.
1927 Im Verkehr mit den USA werden Kabelbriefe (NLT-Telegramme) eingeführt; Stromstoß-Unterlagerungstelegrafie (Impulstelegrafie) wird zwischen Berlin und Magdeburg eingerichtet; der öffentliche Bildtelegrafendienst wird zwischen Berlin und Wien eingerichtet; die Einfach-Unterlagerungstelegrafie wird in Deutschland eingeführt; Wechselstromtelegrafie mit 12 Frequenzen.
1928 Das Gesetz über Fernmeldeanlagen (FAG) wird erlassen; das Reichspostzentralamt entsteht aus dem Telegrafentechnischen Reichsamt; erster inländischer Bildtelegrafendienst Berlin–Köln Pressa; für Ankunfts- und Durchgangstelegramme wird ein Einheitsformblatt geschaffen; der Springschreiber wird für Neben- und besondere Telegrafenanlagen allgemein zugelassen; die Zustellung der Telegramme wird wieder unter Umschlag vorgenommen; Glückwunschtelegramme zu Weihnachten und Neujahr werden im innerdeutschen Verkehr zugelassen.

1929 Der Bildtelegrafendienst wird mit Dänemark und Schweden aufgenommen; die Gegensprech-Unterlagerungstelegrafie wird eingeführt; ein neues Seekabel Emden–Vigo wird in Betrieb genommen.
1930 Zwischen Deutschland, Holland und der Schweiz wird Achtertelegrafie (gleichzeitiges Telegrafieren und Fernsprechen) eingerichtet; der Bildtelegrafendienst zwischen Deutschland und den USA und der Bildfunkdienst zwischen Deutschland und Argentinien wird aufgenommen.
1931 Für Flugpassagiere werden Funktelegramme eingeführt.
1933 Beginn des »Öffentlichen Fernschreibdienstes« (Telex); das erste öffentliche Fernschreibnetz der Erde wird mit 19 Teilnehmern zwischen Hamburg und Berlin in Betrieb genommen.
1934 Beginn des Öff. Fernschreibdienstes mit dem Ausland (Schweiz und Holland); 1936 mit Großbritannien, 1937 mit Belgien und Österreich.
1935 Einrichtung der Fernschreib-Vermittlungsstellen (Tx-VSt) Köln, Essen und Braunschweig.
1936 der Tx-VSt München, Nürnberg und Kiel; weitere folgen. Der Siemens-Hell-Schreiber findet im In- und Ausland große Verbreitung.
1938 Endgültige Verdrängung des Hughes-Telegrafen durch den Springschreiber.
1939 Der Ausbau des Telexdienstes nimmt größere Ausmaße an; das TW-System 39 wird entwickelt; bei Kriegsbeginn werden das Azoren- und das Vigo-Kabel von Feindmächten geschnitten.
1944 Das Telexnetz in Deutschland umfaßt 17 VSt mit etwa 3000 Telexstellen.
1945 Durch Feindeinwirkung und Demontage ist das gesamte Fernschreibnetz in Deutschland außer Betrieb gesetzt; bis 1948 werden etwa 900 Tx-Anschlüsse mit den entsprechenden Tx-VSt wieder geschaltet, bis 1962 sind in der Bundesrepublik Deutschland einschl. West-Berlin rd. 40000 Tx-Anschlüsse vorhanden; der jährliche Zugang beträgt 3000-4000 Anschlüsse.
1950 Erste interkontinentale Telexverbindung zwischen Holland und den USA mit Funksystem TOR (Telegraphie over Radio); dieses System wurde von der RCA (Radio Corporation of America Co) und der Van Duuren (niederländische PTT) entwickelt; die Verbindung wird über sogenannte Mux-Plätze vermittelt (auf jeder Seite der Verbindung eine Vermittlungskraft); später nur noch im Abgangsland eine Vermittlungskraft tätig. Seit der Auslegung der Transatlantikkabel führt die Verbindung über normale WT-Kanäle; die direkte Wahl von Teilnehmer zu Teilnehmer befindet sich heute noch im Anfangsstadium. In absehbarer Zeit ist ein Fernschreibverkehr über Satelliten zu erwarten.
1951/1953 Das Vigo-Kabel wird instandgesetzt; vom Azorenkabel erhält die DAT das Benutzungsrecht für 2 Kanäle.
1955 Für den Telegrammdienst wird ein wirtschaftliches neues Netz geschaffen (Tgw-Netz); die Zahl der Umtelegrafierungen wird reduziert; zur Ersparnis von Personal wird weitgehendst von der Wähltechnik Gebrauch gemacht; am Prinzip der Trennung von allgemeinem Telegrammverkehr und Tx-Verkehr wird festgehalten.
1961 Der Wählverkehr für den Telegrammdienst (Tgw) zwischen der Bundesrepublik Deutschland und New York wird aufgenommen (erster interkontinentaler Wählverkehr).
1964 Auf der Erde sind 104 Telexnetze in Betrieb; der internationale Verkehr wird zu mehr als 90% automatisch abgewickelt; die prozentuale Verteilung der Tx-Stellen ergibt folgendes Bild:

Europa	51,54%
Nordamerika	40,10%
Asien	4,0%
Südamerika	1,7%
Afrika	1,53%
Australien, Ozeanien	0,82%
Mittelamerika	0,31%.

In Europa verläuft nach dem 2. Weltkrieg die Entwicklung des Teilnehmer-Fernschreibverkehrs parallel zur Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland; jedoch wird das Fernsprechnetz durch Einsatz von Eintonübertragungssystemen mitbenutzt; Fernschreibnetze mit Direkt-Wahlsystemen und indirekten Wahlsystemen bestehen nebeneinander; nach der Einführung der Europäischen Teilnehmerwahl im Jahre 1956 sind 1964 etwa 95% aller europäischen Teilnehmer in der Lage, ihre Verbindungen selbst aufzubauen.
1967 Öffentliche Telexstellen werden in der BR Deutschland eingerichtet, zwei sind ständig in Betrieb, die übrigen werden bei Großveranstaltungen eingesetzt.

Entwicklung des Telexverkehrs in außereuropäischen Staaten: In den USA Beginn des Telexverkehrs Anfang der 20er Jahre; größere Zahl von Netzen mit Handvermittlung, z. T. bis heute erhalten; Netz der American Telephone and Telegraph Company (ATT) am umfangreichsten; in den letzten Jahren teilweise Übergang zu automatischen Vermittlungseinrichtungen (Wählsystemen); der Fernschreibverkehr über Funkwege wird entwickelt, hierbei werden Systeme mit automatischer Fehlerkorrektur entwickelt; die neueste Entwicklung ist das vollautomatische Fernschreibnetz der Western Union Tel. Co. (W. U.-Telex); für höhere Netzebenen TWM-2-System, für mittlere Ebenen TW-39-System, für Kleinanlagen TW-56 als »Concentrators«;

Canada entscheidet sich 1957 für ein automatisches Netz mit dem Siemens-TW-39-System;

in Mittel- und Südamerika begann erst vor wenigen Jahren der Aufbau von Fernschreibnetzen; ähnlich ist es in Afrika und Asien, mit Ausnahme von Japan; dort sind schon seit längerer Zeit Fernschreibnetze in Betrieb;

in der UdSSR ist der Aufbau eines großen Fernschreibnetzes auf der Grundlage des TW-39-Systems im Gange.

Für den allgemeinen Telegrammverkehr sind in der Bundesrepublik Deutschland 1967 730 Endtelegrafenstellen (ETSt) vorhanden, die den Verkehr 36000 kleinen Telegrafenstellen (TSt) zuleiten; es bestehen 263 zum Auslandsverkehr (Gentexdienst) zugelassene ETSt, über 2 Auswechslungsanstalten wird der Telegramm-Auslandsverkehr abgewickelt; 23 Staaten (bzw.

Gesellschaften) nehmen am internationalen Gentexdienst teil; zwischen Europa und Nordamerika besteht ein internationales Gentexnetz, der Anschluß von Australien ist zu erwarten, ein weltweites Netz ist in Aussicht; neben Telex- und Gentexnetz bestehen in vielen Staaten Fernschreibsondernetze, z. B. von Organen der öffentlichen Sicherheit, Fluggesellschaften, Flugsicherungsbehörden, Verkehrsgroßunternehmen, Wetterdienste, Presseagenturen und andere.

Vom Jahre 1967 an werden bei der DBP im Telegrafendienst Faksimileübertragungen erprobt; dafür wird hauptsächlich das Telefax-Gerät Kf 108 eingesetzt; das Verfahren ist ziemlich zeitaufwendig; neue Versuche werden mit Helfax-Geräten unternommen. Große Bedeutung gewinnt die Datenübertragung über Hochleistungs-Fernschreibnetze; 1967 wird der Datel-Dienst eingeführt zwischen Telex-Anschlüssen, auf überlassenen Telegrafenleitungen und Fernsprechstromwegen, zwischen Anschlüssen des öffentlichen Fernsprechnetzes, zwischen Datex-Anschlüssen über das öffentliche Telegrafen-Wählnetz (Datex-Netz).

Der Telegrafendienst umfaßt 1967 den Telegrammdienst mit Wählbetrieb im Inland (Tgw-Dienst), den Telegrammdienst mit Wählbetrieb mit dem Ausland (Gentex = General telegraph exchange), den Datenübertragungsdienst (datex-Dienst), den Datel-Dienst und den Teilnehmer-Fernschreibdienst zwischen inländischen und mit ausländischen Teilnehmern (Telex-Dienst).

1.3. Internationale Entwicklung.

1850 Gründung des Deutsch-Österreichischen Telegrafenvereins.

1851 Zweite Konferenz des Deutsch-Österreichischen Telegrafenvereins in Wien.

1853 Dritte Konferenz in Berlin.

1854 Telegrafenvertrag zwischen Preußen, Frankreich, Belgien und Rußland.

1855 Vierte Konferenz des Deutsch-Österreichischen Telegrafenvereins in München; der Westeuropäische Telegrafenverein (Frankreich, Belgien, Sardinien, Schweiz, Spanien) wird gebildet.

1857 Fünfte Konferenz des Deutsch-Österreichischen Telegrafenvereins in Stuttgart; weitere Konferenzen 1861 in Haag, 1863 in Hannover und 1865 in Schwerin.

1858 Telegrafenübereinkommen von Bern; Zusammenschluß des Deutsch-Österreichischen und Westeuropäischen Telegrafenvereins.

1865 Gründung des »Allgemeinen Telegrafenvereins« (Welttelegrafenverein) — Internationale Telegrafenunion, später Internationale Fernmeldeunion (Union Internationale des Télécommunications, UIT); der Wirkungskreis ist zunächst auf die Telegrafie beschränkt; in Paris wird der erste Internationale Telegrafenvertrag unterzeichnet.

1868 Das Welttelegrafenbüro (Internationales Büro des Welttelegrafenvereins) tritt in Bern in Tätigkeit; in Wien findet die zweite Welttelegrafenkonferenz statt.

1869 Die »Große Nordische Telegrafengesellschaft« wird gegründet.

1872 Dritte Welttelegrafenkonferenz in Rom; Internationaler Telegrafenvertrag.

1875 Vierte Welttelegrafenkonferenz in St. Petersburg.

1879 Fünfte Welttelegrafenkonferenz in London.

1884 Internationaler Vertrag zum Schutz unterseeischer Kabel.

1885 Sechste Welttelegrafenkonferenz in Berlin; die Tätigkeit des Welttelegrafenvereins wird auf das Fernsprechwesen ausgedehnt.

1890 Siebte Welttelegrafenkonferenz in Paris.

1896 Achte Welttelegrafenkonferenz in Budapest.

1903 Neunte Welttelegrafenkonferenz in London.

1908 Zehnte Welttelegrafenkonferenz in Lissabon.

1920 Europäische Eisenbahn-Post- und Telegrafenkonferenz in Paris.

1921 Mitteleuropäische Telegrafenkonferenz in Prag; Osteuropäische Telegrafenkonferenz in Riga.

1925 Elfte Welttelegrafenkonferenz in Paris; auf deutschen Vorschlag wird der Beschluß gefaßt, eine internationale Körperschaft zum Studium von technischen und betrieblichen Fragen zu gründen.

1926 In Auswirkung dieses Beschlusses tritt das CCIT (Comité Consultatif International des communications Télégraphiques) in Berlin zur ersten Vollversammlung zusammen.

1928 Zwölfte Welttelegrafenkonferenz in Brüssel.

1931 Vollversammlung in Bern.

1932 Welttelegrafenkonferenz in Madrid; Zusammenschluß des Welttelegrafenvereins und des Weltfunkvereins zum Weltnachrichtenverein (seit 1948 in Deutschland als Internationaler Fernmeldeverein — jetzige offizielle Bezeichnung »Internationale Fernmeldeunion« — bezeichnet).

1934 Vollversammlung des CCIT in Prag.

1936 Vollversammlung in Warschau.

1948 Vollversammlung in Brüssel (die Mitgliedschaft Deutschlands im Internationalen Fernmeldeverein ist bis 1952 unterbrochen).

1953 Vollversammlung des CCIT in Arnheim.

1956 Vollversammlung in Genf; das CCIT wird mit dem CCIF zum CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) vereinigt.

Literatur: H. Bornemann, Entwicklung und Aufbau der CCI und deren gegenwärtige wesentliche Probleme, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1952 — E. Feyerabend, Der Telegraf von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegrafie, 1933 — E. Feyerabend, An der Wiege des elektrischen Telegrafen, 1933 — Th. Harras, Geschichte der Telegrafie, 1. Teil, Verlag Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1909 — R. Henning, Die älteste Entwicklung der Telegrafie und Telefonie, 1908 — A. Kunert, Die Entwicklung des Fernmeldewesens für den öffentlichen Verkehr (Ein geschichtlicher Überblick), Teil 1, Telegrafie, R. v. Deckers Verlag, G. Schenk, Abt. für Verkehrswissenschaft, Berlin, 1931 — Müller-Fischer, Zeittafel zur Geschichte des Post- und Fernmeldewesens, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1953 — E. Rossberg, Telegrafenanlagen mit Wählbetrieb, 2. unveränderte Auflage, mit einem Hinweis auf die neuere Entwicklung der Fernschreibwähltechnik, Verlag R. Oldenburg, München, 1955 — F. Schiweck, Telegrafentechnik, R. v. Deckers Verlag, G. Schenk, Hamburg—Berlin—Bonn, 1955 — F. Schiweck, Fernschreibtechnik, 2. durchgesehene und erweiterte Auflage, Verlag C. F. Winter, Leipzig, 1942 — Schiweck und Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1962 und 1964 — SEL-Taschenbuch, Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart, 1962 — K. Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1961.

2. Geschichte des Fernsprechwesens.

1. Abschnitt. 1837 bis 1878: Grundlegende Entdeckungen; Erfindung des Fernsprechers.

2. Abschnitt. 1878 bis 1903: Fernsprechtechnik mit Ortsbatterie-(OB-)System.

3. Abschnitt. 1903 bis 1922: Fernsprechtechnik mit Zentralbatterie-(ZB-)System.

4. Abschnitt. Ab 1908: Fernsprechtechnik mit Wähl-(W-)Systemen.

5. Abschnitt. Ab 1923: Selbstwählferndienst (SWFD).

6. Abschnitt. Ab 1962: Elektronische Wählsysteme.

Die Zeitabschnitte 2 bis 6 greifen weit ineinander über und geben den jeweiligen Hauptanwendungszeitraum einer bestimmten Vermittlungstechnik wieder.

2.1. Technische Entwicklung.

2.1.1. Grundlegende Entdeckungen; Erfindung des Fernsprechers.

Die Erfindung des Fernsprechers wird für mehrere Persönlichkeiten in Anspruch genommen; in Deutschland für Philipp Reis (1834—1874), in englischsprechenden Ländern für Graham Bell (1847—1922); in Frankreich für Charles Bourseul (1829—1912); in Italien für Antonio Meucci (1808—1899). Alle Genannten haben sich ungefähr gleichzeitig mit der Möglichkeit des Fernsprechens befaßt; daneben hat auch Elisha Gray Prioritätsansprüche angemeldet.

1837 Page entdeckt, daß durch schnelle Veränderung des magnetischen Zustandes eines Elektromagneten ein Dauerton hörbar wird.

1852 Reis baut sein Modell eines künstlichen Ohres; Meucci glückt der Versuch, von Stockwerk zu Stockwerk eines Hauses elektrisch fernzusprechen.

1854 Bourseul legt einen Vorschlag zur Übertragung der menschlichen Stimme auf elektromagnetischem Wege schriftlich nieder.

1856 Du Moucel beschreibt eine Beobachtung zur physikalischen Grundlage des Kontaktmikrofons; mit der Theorie des mikrofonischen Kontakts beschäftigen sich auch Lüdtge (Deutschland), Hughes und Blake (England); zwischen Edison und Berliner entsteht in den USA ein Patentstreit über das Mikrofon.

1860 Versuch von Meucci, die menschliche Sprache über größere Entfernung zu übertragen.

1861 Reis führt sein Telefon in Frankfurt/Main vor.

1862 hält Reis im Physikalischen Verein in Frankfurt/Main einen Vortrag über sein Telefon.

1863 führt Reis sein Telefon dem Kaiser Franz-Joseph von Österreich und dem König Maximilian von Bayern vor.

1864 zeigt Reis sein Telefon auf der Naturforschertagung in Gießen.

1871 Patentierung der schwingenden Metallplatte als Membran von Meucci.

1872 Bell meldet sein »Improvement in Telegraphy« (speaking telephone) zum Patent an und führt sein erstes Telefongespräch.

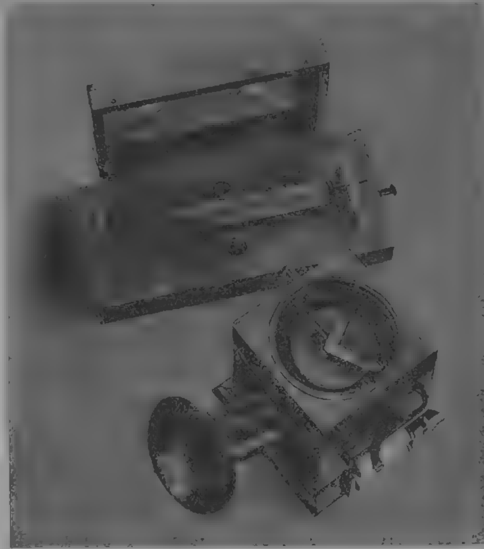


Bild 25. Telefon von Reis, 1861.

2.1.2. Fernsprechtechnik mit Ortsbatterie-(OB-)System.

1877 Stephan führt die deutsche Bezeichnung »Fernsprecher« für Telefon ein; erste deutsche Telegrafenlinie mit Fernsprecher von Rummelsburg nach Friedrichsberg bei Berlin; Erlaß einer »Dienstanweisung für den Betrieb von Telegrafenlinien mit Fernsprechern«; die deutsche Postverwaltung stellt Versuche mit Bell-Fernsprechgeräten an; das erste fernmündliche Pressegespräch wird zwischen Boston und Salem (USA) geführt.

1878 Erfindung des Mikrofons; Hughes weist auf die schallverstärkende Wirkung loser Kohlekontakte (Mikrofoneffekt) hin; erstes Fernsprechamt der Welt in New Haven (USA); Siemens verbessert das Telefon durch einen Hufeisenmagnet mit Weicheisenpolschuhen.

1880 Erste Musikübertragung über eine Fernsprechleitung (Zürich-Basel); der Fernsprecher wird in Preußen für den Privatverkehr zugelassen; Stephan erläßt einen Aufruf zur Beteiligung an der Stadtfernsprecheinrichtung in Berlin; in Bayern werden Post und Telegrafie vereinigt.

1881 Bau der ersten Ortsvermittlungsstellen (OVSt) in Deutschland (Berlin 8 Teilnehmer, Hamburg 94).

1882 Erste württembergische Telefonanstalt in Stuttgart.

1883 Erste oberirdische Doppelleitung Berlin–Magdeburg.

1884 München führt als erste Stadt Deutschlands den Fernsprech-Nachtdienst ein (Berlin 1899); Patenterteilung an Barnard (USA) für Hörer und Mikrofone mit Kopfbügel.

1885 Scribner (USA) erfindet Vielfachumschalter für OVSt.
1886 Erste internationale Fernleitung von Deutschland nach der Schweiz; im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet entsteht ein Bezirksfernsprechnetz.
1887 Kohlenwalzen- und Kohlenscheibenmikrofone; von Mix und Genest werden Mikrofon und Hörer zu einer konstruktiven Einheit (Mikrotelefon) zusammengefaßt.
1888 Dringende Ferngespräche zur dreifachen Gebühr werden eingeführt.
1889 In Berlin wird der 10 000. Fernsprechanschluß hergestellt; in den VSt werden selbsttätig sich zurückstellende Schauzeichen anstelle der Schlußzeichenklappen eingebaut.
1891 Patenterteilung an Berliner für ein Mikrofon mit Metallkontakten; auf der »Internationalen Elektrischen Ausstellung« in Frankfurt/Main wird zum ersten Mal ein Münzfernsprecher gezeigt.
1892 Patenterteilung an Edison für ein Mikrofon mit Metallmembran und Kontakt-Graphitscheibe.

2.1.3. Fernsprechtechnik mit Zentralbatterie-(ZB-)System.

1893 Erste Zentralbatterie-Vermittlungsstelle (ZB-VSt) in Lexington (USA) wird in Betrieb genommen.
1903 Erste deutsche ZB-Netze in Charlottenburg, Kiel und Königsberg; 1904 folgen Mannheim und Ludwigshafen.
1910 Von den Vielfachumschaltern ZB werden das System mit Abtrennschaltung (Western), das System von Ericsson in einer Ausführung von Siemens und Halske und das zweiadrige System von Siemens und Halske benutzt; bemerkenswert sind außerdem das System der Stromberg-Carlson & Cie und das System der Sterling & Co; bei größeren Fernämtern werden die Fernschränke ZB 10 eingeführt, später Fernschränke M 24.
1925 Die letzte große Handvermittlungsstelle ZB für den Ortsdienst wird in Betrieb genommen.
1928 Die Tischfernämter Mannheim und Berlin werden gebaut, 1933 Hamburg.



Bild 26. Stahlmagnettelefon von Bell, 1876, Hufeisenmagnettelefon von Siemens, 1878.



Bild 28. Fernsprechortsvermittlungsstelle, 1896.

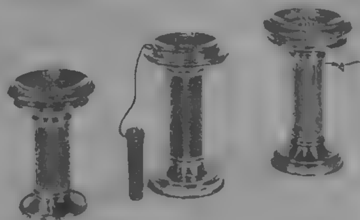


Bild 27. Telefon mit Anrufflöte und Anrufknarre, 1878.

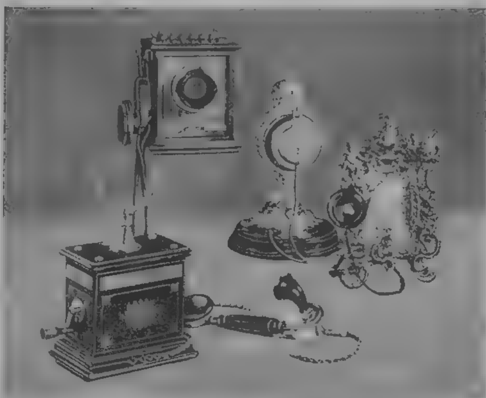


Bild 29. Fernsprech-Teilnehmerapparate, 1895—1900.

1900 Als Kapsel ausgebildete Kohlekörner-Mikrofone und Fernhörer mit Dose und Handstiel werden eingeführt; Magnetinduktoren treten an die Stelle von Weckerbatterien; vom Mikrotelefon wird Gebrauch gemacht; der Münzfernsprecher wird in Deutschland eingeführt; Fernsprechleitungen werden pupinisiert; besondere Vermittlungsstellen für den Fernverkehr werden geschaffen.
1901 Als Anruf- und Überwachungszeichen wird in Vermittlungsschränken die Glühlampe verwendet.
1902 Einrichtung von Telegrafenzeugämtern.

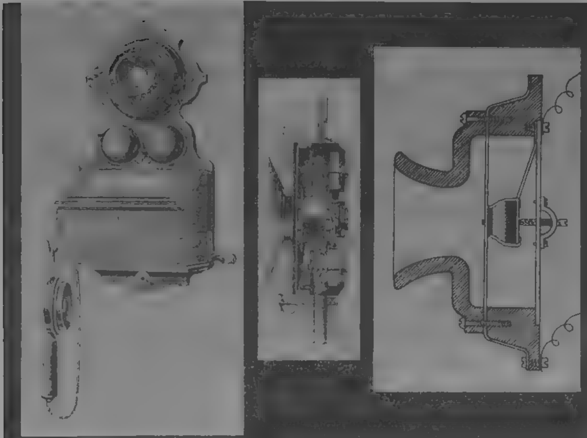


Bild 30. Wandfernsprecher mit Kohlemikrofon und Dosenfernhörer, 1905.

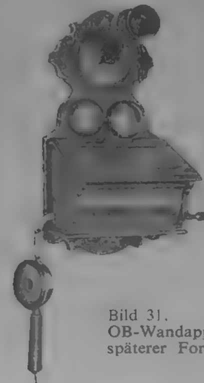
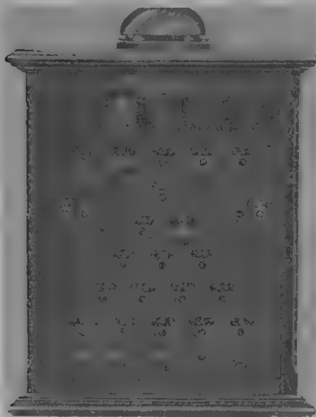
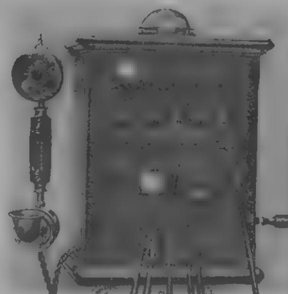
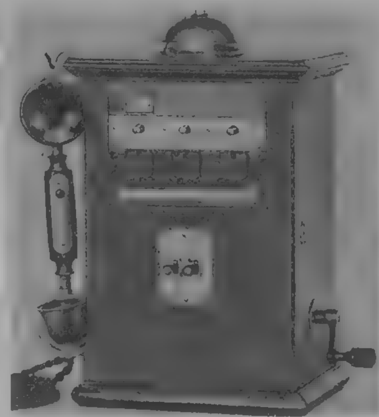


Bild 31. OB-Wandapparat späterer Form.







a b c

Bild 32. OB-Klappenschränke

a) Schnurloser Klappenschrank OB 00 für 5 Leitungen (Pyramidenschrank)
b) Klappenschrank OB 05 für 5 Leitungen
c) Klappenschrank OB 07 für 3 Leitungen.



Bild 33. Vorschalteplätze mit Teilnehmervielfachfeld für Zuschaltung der Ortsteilnehmer zum Fernamt, 1900.

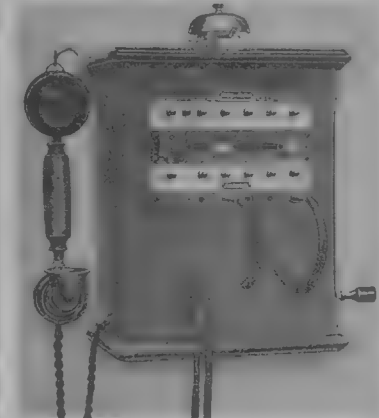


Bild 34. Klappenschrank ZB 10 für 6 Leitungen.



Bild 35.
Fernsprechvermittlungsstelle mit Vielfachumschaltern ZB, 1905.



Bild 36. Fernsprech-Ortsvermittlungsstelle mit tischförmigen Vielfachumschaltern, 1908.

2.1.4. Fernsprechtechnik mit Wähl-(W-)Systemen.

1879 Erste Patentanmeldung für Wähler als automatische Vermittlungsorgane durch Conolly und Tighe (USA).

1883 Conolly entwickelt ein Wählsystem, das als Vorläufer der Maschinenwählersysteme gelten kann.

1889 Schrittschaltwähler auf dekadischer Basis von A. B. Strowger.

1892 Erste Wähl-Vermittlungsstelle (VStW) in La Porte (USA).

1895 Verbesserte Wählsysteme von Keith, Erickson und Martin; es entsteht die verbesserte Form des Strowger-Wählers.

1898 Strowger-Wähler in Augusta (USA) eingesetzt.

1899 Erstes Wählamt mit selbsttätiger Freiwahl.

1900 Versuchs-VStW in Berlin; Hersteller Aut. El. Co, Chicago; Anlage wird zunächst nicht mit dem öffentlichen Netz verbunden und 1903 gegen verbesserte Anlage nach dem 10 000-System ausgewechselt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts werden im Ausland Maschinenwähler entwickelt; die Western Electric Co entwickelt Stangenwähler, die Bell Telephone Mfg Co (International Standard Electric Co, IT & T Co, Antwerpen) entwickelt die Rotary-Wähler des Systems 7A (Drehwähler), 7D und 7E.



Bild 37. Tischfernamt Hamburg, 1933.

1905 Ein Auftrag auf Lieferung einer OVStW für den öffentlichen Verkehr wird an ein Konsortium unter Führung der Fa. L. Loewe & Co erteilt, das die Fabrikation und damit die Lizenz für Strowger-Wähler an die Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken Berlin-Karlsruhe überträgt.

1906 Steidle (München) entwickelt die Landgruppenstelle; Siemens und Halske entwickelt einen Kugelwähler (nicht für Reichspostsysteme verwendet).

1907 Gründung der »Gesellschaft für automatische Telefonie«.

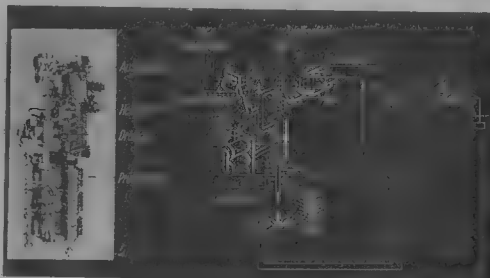


Bild 38. Strowger-Hebdrehwähler, Funktionsschema.

1908 Die erste europäische (und deutsche) VStW (damalige Bezeichnung: Selbstanschluß-[SA-]Amt) wird in Hildesheim in Betrieb genommen; die Entwicklung einer brauchbaren Wähltechnik hat etwa 20 Jahre gedauert; die VStW waren auf der Grundlage der OB-Technik aufgebaut; die Teilnehmerleitungen waren ohne Vorwahlstufe unmittelbar an die ersten Gruppenwähler angeschlossen, jede Verbindung, die den angerufenen Teilnehmer frei fand, wurde, auch wenn er sich nicht meldete, gezählt; durch Wählton wurde zum Beginn des Wählens aufgefordert, und es bestand die Trennmöglichkeit von Ortsverbindungen zugunsten von Fernverbindungen.

1909 Erste automatische kleine Landzentrale in Dallin bei Potsdam; erstes bayerisches Selbstanschlußamt (OVStW) in München.



Bild 39.
Ansicht eines Strowger-Hebdrehwählers.

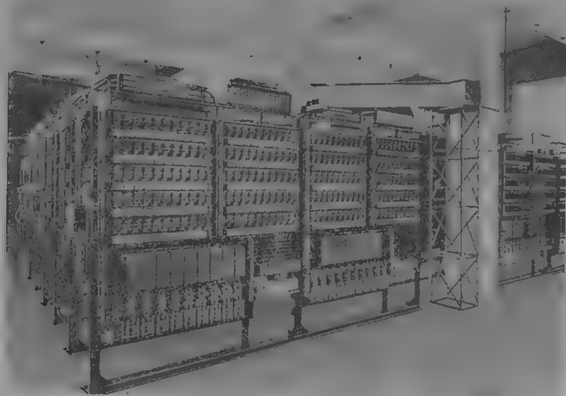


Bild 41. Erstes bayerisches Selbstanschlußamt (OVStW) in München. Zum ersten Mal werden Vorwähler verwendet; das Patent für Vorwähler, das die Grundlage für die heute noch gebrauchten Schrittschaltvorwähler bildet, wurde bereits 1901 erteilt.



Bild 42. Vorwähler, 1909.

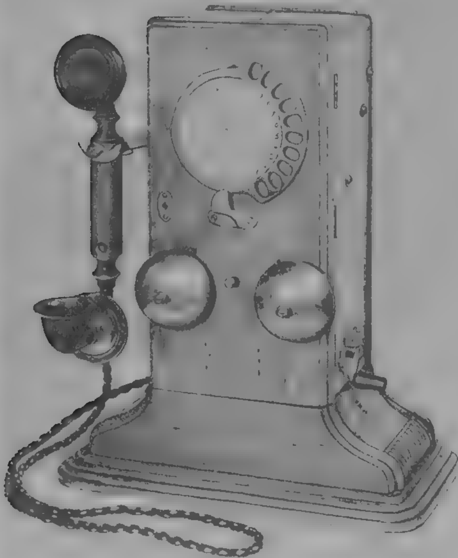


Bild 40.
Erster Tischfernsprecher für Wählbetrieb, Hildesheim, 1908.

1910 OVStW Altenburg eröffnet; die Technik ist gekennzeichnet durch ZB-Betrieb, Vorwahlstufe zur Einsparung von Gruppenwählern, Einzelgesprächszählung für zustande gekommene Gespräche, sofortiger erster Ruf nach Freiprüfen des gewählten Anschlusses und Überwachen der Amtseinrichtung durch Alarmzeichen; bei großen OVStW halbselbsttätiges Wählsystem mit Zahlengeberplätzen und Tastwahl der Vermittlungsbeamtin, anstelle der Erde als Rückleitung wird das Schleifensystem eingeführt; etwa 10 Millionen Fernsprechteilnehmer auf der Erde (USA 7 Mio, Deutschland 941 000, England 665 000, Canada 239 000, Frankreich 212 000).

1913 In München Ansteuerung der Teilnehmer vom Fernamt über Wähler mit zwangsweiser Trennung von Ortsverbindungen zugunsten von Ferngesprächen.

1914 bis 1918 Der Entwicklungsfortgang wird durch den 1. Weltkrieg sehr gehemmt.

1916 Gabel-Schaltung nach Campbell.

1919 Die Gestaltung der Teilnehmer-Apparate wird ganz auf Wählbetrieb ausgerichtet und dem jeweiligen Zeitgeschmack angepaßt.

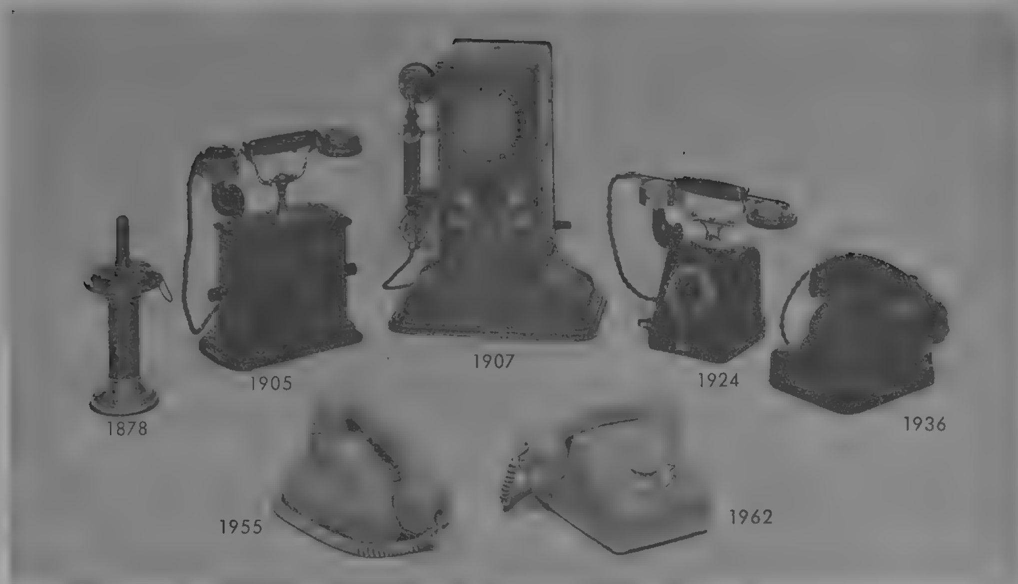


Bild 43. Entwicklung der Teilnehmer-Apparate für Wählverkehr von 1908 bis 1965.

Verbesserte Hebdrehwähler mit 11. Kontaktreihe (für verkürzte Einstellzeit in der Anrufsucherstufe) werden in Betrieb genommen.

1920 Beginn der Einrichtung von Telegrafenbauämtern.

1921 Das Tel.-Apparateamt, das Tel.-Versuchsamt, das Fernsprechlinienbüro, das Starkstrombüro und andere fernmeldetechnischen Sonderstellen werden in dem Telegraphentechnischen Reichsamt (TRA), später Reichspostzentralamt (RPZ), heute Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ), zusammengefaßt.

1922 Die Fernsprechtechnik wird planmäßig und auf lange Sicht weiterentwickelt; für den Ortsverkehr wird das Reichspostsystem 22 geschaffen; 10teilige Schrittschaltdrehwähler als Vorwähler, 100teilige Hebdrehwähler, Rundrelais, Leitungswähler mit Steuerschalter, Orts/Fernleitungswähler mit Aufschalten auf ortsbesetzte Anschlußleitungen durch die Fernbeamtin, Trennen von Ortsverbindungen, Rufen und Nachrufen durch die Fernbeamtin.

1923 Netzgruppentechnik mit zunächst verdecktem, später offenem Kennzahlsystem; Direktwahlsystem mit Umsteuerwählern und Blindbelegung bis in die oberste Vermaschungsebene; Gebührenerfassung mit Zeitzonenzählern (individuell im Ortsnetz der Leitung zugeordnet); keine selbsttätige Verkehrslenkung; Technik des »vereinfachten Selbstwählferndienstes«. Reynolds entwickelt die Idee von Roberts (1901) für einen Koordinatenwähler weiter und meldet ein neues Patent an.

1924 Ericsson (Schweden) bringt den Kulissenwähler auf den Markt; Philips Telecommunicatie (Holland) entwickelt einen Schnellwähler; XY-Wähler von Ericsson; in Bayern wird erster Netzgruppenverkehr der Erde eröffnet mit vollselbsttätigem Verkehr der Teilnehmer und selbsttätiger Gebührenerfassung nach Entfernung und Gesprächsdauer (Netzgruppe Weilheim/Oberbayern); auf der Strecke Berlin–Hamburg Zugtelefonie mit leitungsgerichteten Hochfrequenzströmen (später wegen Unwirtschaftlichkeit wieder eingestellt).

1925 Viereckwähler von Siemens und Halske.

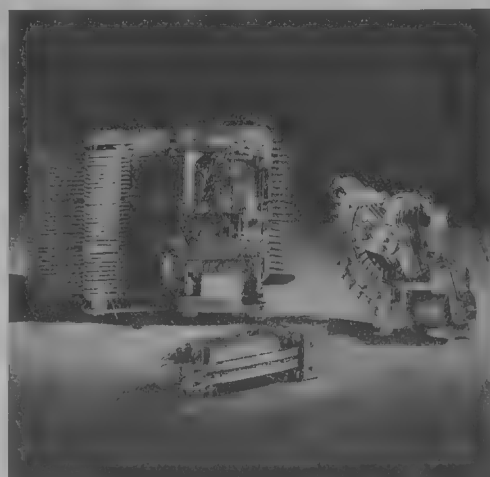


Bild 44. Viereckwähler, Schrittschaltwähler und Relais, 1926.

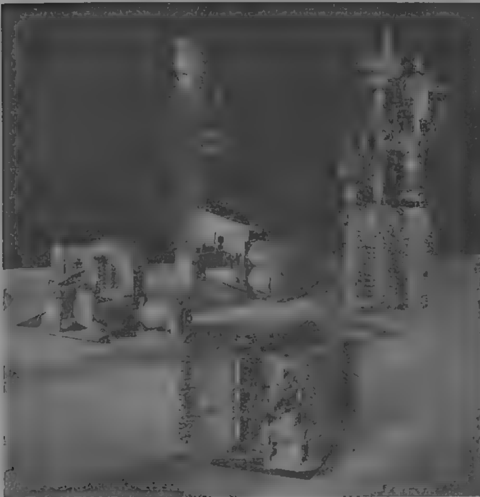


Bild 45. Entwicklung der Wähler: Kugelwähler 1904; Stangenwähler 1904; Strowgerwähler 1905; Viereckwähler 1925.

Auf der Verkehrsausstellung in München wird die Netzgruppenwahl und das Modell eines Schnurfernamtes mit halbautomatischer Wahl durch die Abgangsbeamtin vorgeführt.

1926 entsteht das bayerische Postsystem 26 und als Sonderausführung für Berlin das Reichspostsystem 26 B mit Schrittschaltdrehwählern, großen Viereckwählern und Rundrelais mit senkrechtem Federsatz; der Fernsprechverkehr Berlin–London wird aufgenommen; die schwedische Post- und Tel.-Verwaltung baut das Versuchsamt Sundsvall mit Koordinatenwählern.

1927/1929 werden die Reichspostsysteme 27 und 29, für Berlin 29 B, mit verkleinerten Schrittschaltdrehwählern und verkleinerten Viereckwählern und mit kleinen Flach- und Rundrelais bzw. großen Flachrelais eingesetzt; rd. 370 kleine Landzentralen mit Wählbetrieb und mit etwa 27 000 Teilnehmern werden in Betrieb genommen.

1928 Für große Entfernungen wird die Einfrequenztonwahl für die Beamtinnenfernwahl eingeführt (500 Hz); der Fernsprechdienst Deutschland–Amerika wird (über Funk) aufgenommen; das TRA wird in das RPZ umgewandelt.

1929 Das erste »Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens« mit 1733 Seiten und 2967 Bildern erscheint; auf der Funkausstellung in Berlin wird das Gegenseh-Fernsprechen gezeigt.

1930 Beginn der Motorwähler-Entwicklung in Deutschland; in anderen Ländern (vor allem in den USA) Entwicklung der Koordinatenschalter (crossbar-switch); Grundgedanke ist die Anwendung des Kreuzschienenverteilers und dessen Einstellung durch elektromagnetisch bewegte waagerechte und senkrechte Schienen.

1933 Die trägerfrequente Ausnutzung der Fernleitungen setzt sich durch (siehe unter 2.1.6.2.).

1935 Der Funkfernsprechdienst Deutschland–Japan wird aufgenommen; die Uhrzeitansage durch Fernsprecher wird in Berlin eingeführt.

1936 Der öffentliche Fernseh-Sprechdienst Berlin–Leipzig wird aufgenommen; es folgen 1937 Berlin–Nürnberg und 1938 Berlin München.

1938 Versuchsamt der DRP mit Motorwählern in Eisenberg (Thüringen); Entwicklungsbeginn für schnurlose Wählerfernämter mit Vierdraht-Durchschaltung über Motorwähler; 74% der automatisierten Fernsprechanschlüsse der Erde sind an Schrittschaltwähler, 26% an Maschinenwähler angeschlossen.

1939 In den USA beginnen Versuche für Schutzrohr-Kontakte (SRK).

1940 Der öffentliche Fernsehsprechdienst wird in Deutschland kriegsbedingt eingestellt; eine Funksprechverbindung Berlin–New York (bis Sept. 1939 über London) wird eingerichtet; das steuerschalterlose Reichspostsystem 40 für ortsverkehrsmäßige Abwicklung von Ferngesprächen, d. h. ohne Aufschalten, Trennen und Nachrufen durch die Fernbeamtin, wird eingeführt.

1941 Ein reichsautobahneigenes Weitverkehrsnetz, das sich auf Leitungen der DRP abstützt, wird in Betrieb genommen.

1945 In Deutschland sind von den 1,675 Mio Anrufeinheiten 457 000, d. s. etwa 1/3, zerstört; von 6956 Fernplätzen sind 3450, d. s. etwa die Hälfte, vernichtet; ein beträchtlicher Teil des Fernkabelnetzes und bedeutende Teile der fernmeldetechnischen Einrichtungen sind von den Besatzungsmächten beschlagnahmt; die Fernmeldefirmen sind teils ausgebrannt, teils demontiert; fast sämtliche wichtigen Lieferanten befinden sich in Berlin oder der sowjetischen Besatzungszone; ein großer Teil des Postpersonals ist entlassen; von den Besatzungsmächten wird ein deutscher Fernmeldedienst verboten; er kommt nur allmählich wieder in Gang. Siemens Brothers (London) und ATE (Liverpool) bauen ein abgewandeltes System der Siemens-Motorwähler.

1946 Die Landesfernwahl wird weiter entwickelt.

1947 Die Hauptverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen in der amerikanischen und britischen Besatzungszone wird gebildet; das Vermittlungssystem ZB 48 wird zum Ersatz fehlender Wähleinrichtungen entwickelt.

1948 Einführung des vereinfachten Selbstwählferndienstes (vSWFD) mit individuellen Zählübertragungen für Zählung während des Gesprächs; der Teilnehmer-Fernsprechapparat W 48 (bis 1964 ausgeliefert) wird gefertigt.

1949 Fußballtoto-Ansagedienst.

1950 Fernsprechansagedienste für Wetternachrichten, Theaterspielpläne, Kochrezepte und andere; das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen für die 3 westlichen Besatzungszonen wird gebildet; das Bundespostsystem 50 für OVStW ent-

steht; Aufschaltemöglichkeit für Fernbeamtin auf Ortsverbindungen; keine Trennmöglichkeit; Nachrufen durch Fernbeamtin; veränderte Kennzeichengabe (Impulskennzeichen für Gesprächsbeginn und -schluß; Wahlendezeichen; Teilnehmer- und Gassenbesetztrückmeldung; Mehrfachzählung während und

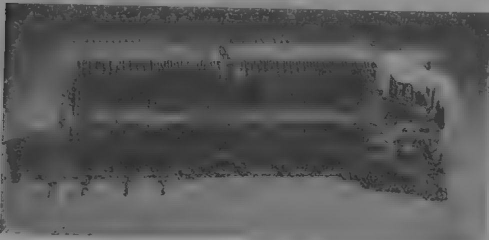


Bild 46.
Edelmetall-Motor-Koordinatenwähler (EMK-Wähler), 1952.

nach dem Gespräch); Zweifrequenztonwahl (2040/2400 Hz) zwischen München und Frankfurt wird erprobt.

1951 62% des Fernverkehrs wird wartezeitlos abgewickelt.

1952 Erste Übergangstechnik im SWFD mit zweidrähtiger Durchschaltung der Sprechadern; Automatisierung geschlossener Knotenamts-(KV-)Bereiche; Siemens bringt das Motorwählersystem mit Edelmetall-Koordinatenwählern (EMK-Wähler) heraus; Berliner System unter Anpassung an Bundespostsystem 50; Bell (Antwerpen) baut Versuchsamt mit mechanisch-elektronischem System (ME-System) in Norwegen.

1953 Motorwählersystem mit Edelmetall-Motordrehwählern von Siemens; die DBP führt auf der Verkehrsausstellung in München Planung und Technik einer auf alle Teilnehmer des Bundesgebietes ausgedehnten »Landesfernwahl« vor; die Verzonungseinrichtungen stehen im Mittelpunkt der Vermittlungstechnik; in der Ortsvermittlungstechnik Hebdrehwähler 50 und die ersten 8armigen Edelmetall-Motordrehwähler (EMD-Wähler).

1954 Einfrequenztonwahl (2280 Hz) für Kabelleitungen niedriger Grundfrequenz; die letzte große



Bild 47. Laufwerk eines Edelmetall-Motordrehwählers, 4armig, 2 Schaltarmsätze, 1953.

OVSt mit ZB-Handbetrieb (Karlsruhe) wird auf Wählbetrieb umgestellt; das CCI legt für den halbautomatischen Wählbetrieb einen Kennzahlplan für Europa und die angrenzenden Mittelmeergebiete fest; der EMD-Wähler wird als Umsteuerwähler, Richtungswähler, Umsteuergruppenwähler usw. verwendet; die »Compagnie Générale des Constructions Téléphoniques (CGCT)« in Paris entwickelt den »Pentaconta-Wähler«; Mix und Genest entwickelt aus ihm den Koordinatenschalter KS 53.

1955 Die erste internationale Selbstwählferndienstverbindung Deutschlands wird von Lörrach nach Basel in Betrieb genommen; das erste Endamt mit EMD-Wählern geht mit 90 Teilnehmern in Betrieb; der Fernsprechdienst der Bundesrepublik Deutschland (BRD) mit der UdSSR wird aufgenommen.

1956 Endamt 57 mit EMD-Wählern; zweite Übergangstechnik im SWFD mit EMD-Wählern und vierdrähtiger Durchschaltung der Sprechadern; Ersatz des dem Zählimpulsgeber (ZIG) der Übergangstechnik I nachgeschalteten Umsteuerwählers (UWz) durch EMD-Wähler als Richtungswähler (RW); Auswahl der Ziele ist weder an die regionale noch an eine

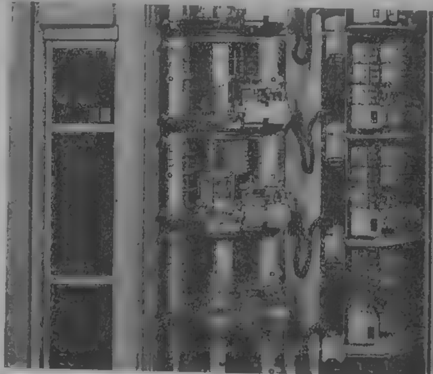


Bild 48. Richtungswähler in einer Hauptvermittlungsstelle, 1957.

durch Netzebene orientierte Lage gebunden; weiterer Ausbau des zwischenstaatlichen Selbstwählferndienstes (Konstanz–Kreuzlingen, Lindau–Dornbirn, Garmisch-Partenkirchen–Innsbruck, Traunstein–Salzburg); der Fernsprechbetrieb über das Transatlantikkabel I wird aufgenommen; von den ursprünglich 451 handbedienten Fernämtern in der BRD (10 Durchgangs-, 32 Verteil- und 409 Endfernämtern) werden durch Einführung des SWFD bis Mitte 1956 87 Ämter aufgehoben.

1957 EMD-Wählersystem mit Markierung in allen Wahlstufen; SWFD Passau–Schärding.

1958 Erster Zusammenschluß zweier Landesfernwahlnetze (Deutschland–Luxemburg); SWFD Düsseldorf–Brüssel, Aachen–Vervier, Simbach–Braunau; Siemens beginnt den Versuchsbetrieb einer vollelektronischen VSt in Zeitmultiplexschaltung für 1000 Teilnehmer; im Zeitansagedienst wird das Magnetbandverfahren eingeführt.





a b

Bild 49. EMD-Technik.
a) OVStW in EMD-Technik, 1957. b) Zentralamt in EMD-Technik, 1957.

1959 Zweifrequenz-Code-Wählverfahren für halbautomatischen Verkehr von Deutschland nach Großbritannien, Holland, Belgien und Italien.

1960 In der BRD sind noch 45 OVSt-Hand mit ZB-48-System in Betrieb (mit 127 Vermittlungsplätzen und 22 000 Teilnehmern); SWFD HVSt-Bereich Düsseldorf–Holland; der prozentuale Anteil der vom Teilnehmer selbstgewählten Fernverbindungen erreicht in der BRD 82 v. H., im internationalen Verkehr von der BRD aus bis 5 v. H.

1961 SWFD Flensburg–Apenrade, HVSt-Bereich Düsseldorf–Schweiz, Saarbrücken-Straßburg und -Metz.

1962 Volltechnik im SWFD; Edelmetall-Schnellkoppelrelais (ESK-Relais) als schnelle Anschaltmittel für Register; Bauelemente der sogenannten elektronischen Schaltkreistechnik; Speicher mit Bandringkernen; vollelektronische Umwerter im ersten Entwicklungsgang; teilelektronische Ausführung hat Magnetfederrelais mit Schutzrohrkontakt (SRK-Relais); Siemens liefert die erste VStW (München) mit elektronisch gesteuertem System und Magnetfeldkopplern (ESM).

Die Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) liefert das gleiche quasi-elektronische System für eine OVStW in Stuttgart, Telefonbau- und Normalzeit (T & N) für eine OVSTW in Frankfurt/Main; neue schnurlose handbediente Fernvermittlungstechnik für Wählfernämter, System F 62; die letzten OVSt-Hand werden von 1962 bis 1966 abgebaut: Ebern (OPD Nürnberg), Rückstellklappenschrank OB 08, 300 Anrufeinheiten (AE) am 4. 10. 63; Marne (OPD Kiel), ZB 37,800 AE, am 11. 4. 62, und Uetze (OPD Hannover), ZB 48,400 AE, am 19. 4. 66.

1963 SWFD ZVSt-Bereich Düsseldorf–Schweiz und Österreich; Einführung des Teilnehmerapparates 61 als neuen Einheitstyp, zunächst als einfacher FeAp (FeAp 611) ohne oder mit Erdtaste (FeAp 612); Fernsprechapparate der gleichen Serie mit erweitertem Gabelumschalter und Schauzeichen (FeAp 613 bis 616) ab 1966; die Apparateserie 61 entspricht im konstruktiven Aufbau und der äußeren Gestaltung dem Zeitgeschmack und dem Stand der Technik (Baukastenprinzip, moderne Farb- und Formgebung); halbautomatische Transatlantikwahl zwischen Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich und der Schweiz einerseits und den USA und Kanada andererseits.

1964 Gebührenerfassung mit zentralem elektronischem Gebührenrechner in der ESM-OVStW München.

1965 Auf der Verkehrsausstellung in München wird die interkontinentale Teilnehmerfernwahl Deutschland–Nordamerika vorgeführt; die Technik der Fernwählsysteme 62 (Inland) und 64 (Ausland) steht im Mittelpunkt der vermittlungstechnischen Betrachtungen; SWFD HVSt-Bereich München-Österreich, Schweiz, Frankreich (Wählzone Paris), Belgien, Holland und Großbritannien; Vorführung der vollelektronischen VSt von Siemens.



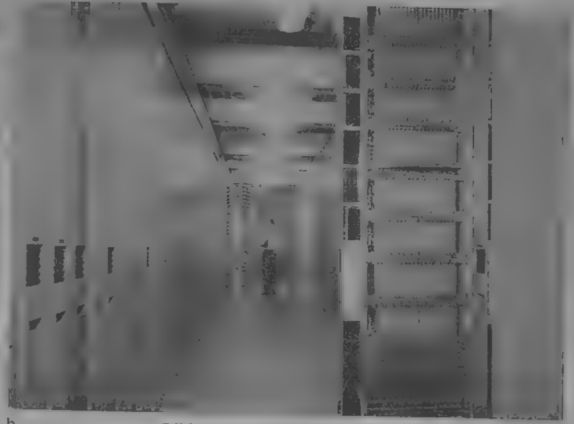


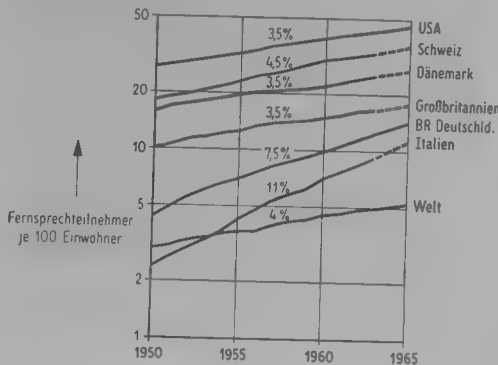
Bild 50. ESM-OVStW München, 1962
a) Durchblick b) Blick auf die Technik.

1966 SWFD HVSt-Bereich Stuttgart–Schweiz, Frankreich (Wählzonen Paris und Nancy) und einigen Bereichen der Skandinavischen Länder; Verteilung der Fernsprechanschlüsse in der Welt:

Insgesamt 200 Millionen, davon in

Nordamerika	52,4%
Europa	31,4%
Asien	9,6%
Mittel- und Südamerika	3,1%
Ozeanien	2,1%
Afrika	1,4%
	100 %

Die Fernsprechdichte und ihr Wachstum zeigen die nachstehenden Kurven:



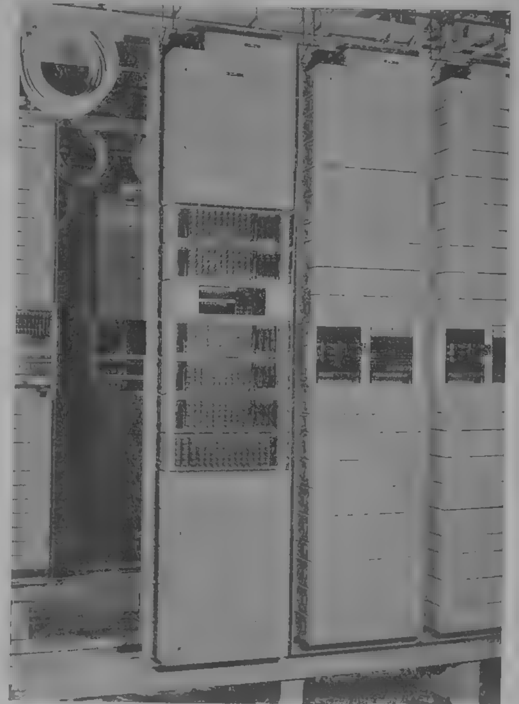


Bild 51. ESK — Koppelfeld, 1962.

1967 Stand der Automatisierung im bundesdeutschen Selbstwählferndienst: 98,8%; voraussichtlich in der ersten Hälfte der 70er Jahre wird das vollelektronische Wählsystem Wirklichkeit sein.

2.1.5. Nebenstellenanlagen.

1900 Verordnung der deutschen Reichsregierung erlaubt, an jeden Hauptanschluß bis zu 5 Neben-

stellen anzuschließen; einfachste Nebenstellenanlage ist der Zwischenstellenumschalter mit 1 Haupt- und 1 Nebenanschluß; Ausführung: OB 08, ZB 13 (2 Formen, Tisch- und Schrankgehäuse), SA 25 für Wählbetrieb; die ersten größeren Nebenstellenanlagen bestanden in Schränken mit Ein- und Zweischnursystem; Klappenschrank OB 00 für 5 und 10 Leitungen, schnurlos; Klappenschrank OB 05 für 3, 5, 10 und 20 Leitungen mit festen Schnurpaaren und Fallklappen als Schlußzeichen; Klappenschrank OB 07 ohne Schnüre und Stöpsel, mit Anrufklappen und Drucktasten zum Abfragen und Verbinden; Klappenschrank ZB 10 für 3 oder 6 Leitungen, 1 Klappe für Amtsleitung, Abfragetasten und Tasten für die Verbindung Nebenstelle–Amt, Auslösetaste, Verbindung der Nebenstellen untereinander mit losen Stöpselschnüren, erstmalig Speisung der Nebenstellen über Amtsleitung (siehe Bild 32).

1907 Rückstellklappenschränke mit größerem Aufnahmevermögen, Ausführung: Rückstellklappenschrank OB 08a für 60 und mehr Leitungen, Rückstellklappenschrank ZB 21 nach Baukastenprinzip für 20, 40, 60 und mehr Leitungen; 3 Größen; die größte Form hat ein Fassungsvermögen von 100 Leitungen (u. U. Vielfachklinken); Nebenstellen noch größeren Umfangs: Glühlampenschränke, bei denen die mechanischen Schauzeichen durch Glühlampen für Anruf und Gesprächsüberwachung ersetzt sind.

1908 In OB- und ZB-Netzen Reihenanlagen; Bedienungskraft ist nicht mehr erforderlich; Ausführung: Reihenanlagen für 1 bis 6 Amtsleitungen und 6 bis 31 Sprechstellen; sie sind für größere Anlagen ungeeignet; u. U. werden gemischte Anlagen aus Reihen- und Schrankanlagen nebeneinander benutzt; die Entwicklung der Nebenstellentechnik wird von der Fernmeldeindustrie stark beeinflußt.

1909 Nebenstellenanlagen mit Wählbetrieb; Siemens und Halske bringt Nebenstellenanlagen mit 2 voneinander unabhängigen Wähleinrichtungen für Amts- und Hausverkehr auf den Markt.

1910 Siemens erhält Patent für die Anschaltung verschieden berechtigter Anschlüsse (z. B. amts- und nichtamtsberechtigte) in einer Wählgruppe; weitere Patente über die Mitlaufwerke in Wählanlagen zum Ausscheiden oder Sperren bestimmter Verkehrsrichtungen und über die halbselbsttätige Vermittlung ankommender Amtsverbindungen folgen.

1925 Auf der Verkehrsausstellung in München werden Selbstanschluß-Nebenstellenanlagen gezeigt, die eine Durchwahl bis zur Nebenstelle gestatten; die Wähltechnik wird in immer größerem Umfang für Nebenstellenanlagen nutzbar gemacht; Gebührenanzeige für Teilnehmersprechstellen, Konferenzanlagen, Rückfrage- und Umlegemöglichkeit der Amtsverbindungen durch den Nebenstellenteilnehmer, Gesprächszetteldrucker für schriftliche Gebührenverrechnung, Blindenvermittlungen, Übersetzeranlagen werden geschaffen; in neuester Zeit werden für große Nebenstellenanlagen selbsttätig schreibende oder lochende Gebührenerfassungseinrichtungen mit selbsttätiger Identifizierung der zu belastenden Nebenstelle verwendet; die Elektroakustik wird für die Steigerung der Annehmlichkeiten der Nebenstellenteilnehmer eingesetzt; sie ermöglicht Telefongespräche über Mikrofon und Lautsprecher.

1955 Chef- und Direktionsanlagen bringen eine weitere Vervollkommnung der Nebenstellentechnik; große Nebenstellenanlagen werden mit EMD-Wählern ausgestattet.

1957 Der Siemens-Edelmetall-Schnellkontakt (ESK) wird für Relais der Nebenstellenanlagen verwendet; seine Schaltgeschwindigkeit beträgt weniger als 2 Millisekunden.

1964 Nebenstellenanlage ESK 400 E der Siemens-Crosspoint-Technik; der elektronische Tastfernsprecher (ET-Fernsprecher) mit völlig entmechanisierten Tastmulden für die Wahl der Rufnummer und für andere Funktionen weist die Richtung für den Fernsprecher der Zukunft.

2.1.6. Drahtgebundene Übertragungswege.

2.1.6.1. Allgemeine Entwicklung.

(Richtfunkübertragungswege siehe 3.3.)

Die Fernsprech-Ortsnetze sind in der Anfangszeit des Fernsprechers mit rein oberirdisch geführten Leitungen ausgestattet; zunächst Eisendraht von 2 bis 3 mm Stärke, später Drähte aus Kupferbronze.

1847 Einführung der Guttapercha als Isoliermaterial für unterirdische Leitungen durch Siemens.

1851 Erstes Bleimantelkabel für das Feuermeldenetz in Berlin.

1877 Erste Fernsprechleitung zwischen Berlin-Rummelsburg und Friedrichsberg.

1880 Erfindung der hydraulischen Kaltbleipresse.

1883 Erste Fernsprech-Doppelleitungen; als Fernsprechkabel werden zuerst Einzeladern verwendet, die mit Baumwollgarn isoliert und zum Schutz gegen Korrosion mit Staniolband umhüllt sind; erste Fernverkehrsfreileitung Berlin–Hamburg (300 km) aus Siliziumbronzedrähten.

1900 Die Unzulänglichkeit der Freileitung über weite Strecken wegen der vielen kleinen Fehler wird erkannt (eine 400 km lange Freileitung wird wegen der häufigen Störungen z. B. nur zu 50% ausgenutzt); der Ausbau des Fernsprechnetzes bringt eine Belastung von Doppelgestängen mit bis zu 130 Leitungen; es ist keine Sicherheit gegen Umbrechen bei Schneelast und seitlichem Winddruck mehr gegeben; Bau von Freileitungen nach dem Telegrafenwegegesetz von 1899 längs der öffentlichen Verkehrswege; beschränkte Mitbenutzung des Eisenbahngeländes im Einvernehmen mit der Eisenbahnverwaltung.

1902 Das erste pupinisierte Kabel (Berlin–Potsdam, 32,5 km) wird verlegt, und die erste pupinisierte Freileitung (Berlin–Magdeburg, 150 km) wird hergestellt.

1903 Das erste Krarup-Seekabel wird im Fehmarn Belt verlegt; die Krarupisierung wird später allgemein zugunsten der Pupinisierung aufgegeben; der Dieselhorst-Martin-Vierer entsteht und ermöglicht bei Kabelleitungen einen dritten Sprech-(Phantom-) Kreis aus zwei Doppeladern.

1906 Das erste bespulte Seekabel wird im Bodensee verlegt.

1908 Vierer-Pupinisierung nach Ebeling.

1909 Großstörungen auf nord-, nordwest- und westdeutschen Freileitungsstrecken (Gestängeumbrüche durch Schnee- und Eisbildung und durch starke Stürme) schneiden wochenlang große Verkehrsgebiete in Deutschland vom Fernsprechverkehr ab; das Reichspostamt gibt Auftrag, die Freileitungen durch zuverlässigere Kabelleitungen zu ersetzen; zunächst werden die Strecken von Berlin nach Westdeutschland verkabelt.

1910 Ebeling entwickelt die Idee des Rheinlandkabels und seiner Pupinisierung; grundlegende Berechnungen der Vierer-Pupinisierung von Lüschen; theoretische Grundlagen von Breisig; Entschluß, das Rheinlandkabel von Berlin nach Westdeutschland in einem Kabelkanal zu verlegen.



Bild 52. Lieben-Verstärker, 1912.

1911 Erstes, mit Stamm- und Viererspulen ausgerüstetes Fernsprechkabel Frankfurt/Main–Höchst (1912 in Betrieb genommen).

1912 Erster Fernsprechverstärker in Deutschland (Liebenröhre); erste deutsche Fernleitung für Musikübertragung (Berlin–Danzig).

1913 Erster Teilabschnitt des Rheinlandkabels fertiggestellt.

1914 Fernsprechleitung New York–San Franzisko; mit Fernsprechverstärkern sind in Deutschland bereits 3000 km Sprechkreislänge ausgerüstet.

1919 Erste trägerfrequente Ausnutzung einer Fernsprechleitung; Ausgleich von Nebensprechkopplungen durch Kondensatoren.

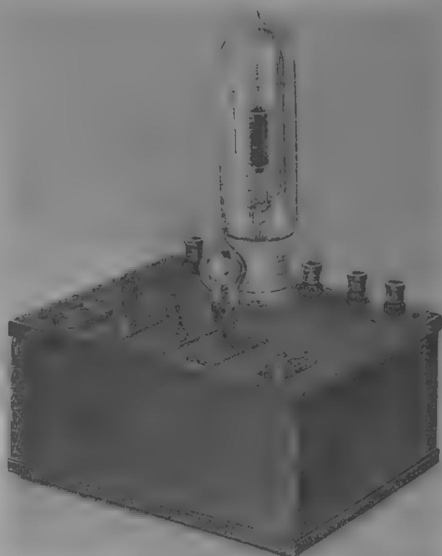


Bild 53. Rundfunkleitungsverstärker, 1924.

1921 Die gesamte Anlage des Rheinlandkabels ist fertiggestellt; das Aufkommen der Fernsprechverstärker beeinflußt die Kabeltypen; die Pupinspulen haben zunächst Drahtringkerne; trotz Dicke der Kabeladern (3 mm) und Pupinisierung bleibt die Reichweite der Fernkabel-Übertragungswege auf etwa 1200 km beschränkt; die Deutsche Fernkabelgesellschaft wird gegründet.



Bild 54. Niederfrequenzverstärkergestell, 1925.

1922 Pupinspulen mit Massekernen; bei Fernsprechkabeln längs elektrifizierter Eisenbahnlinien wird ein besonderer Induktionsschutz aufgebracht; im automatisierten Nahverkehr (Netzgruppenverkehr) wird die Wahl über unverstärkte Zweidrahtleitungen vorgenommen.

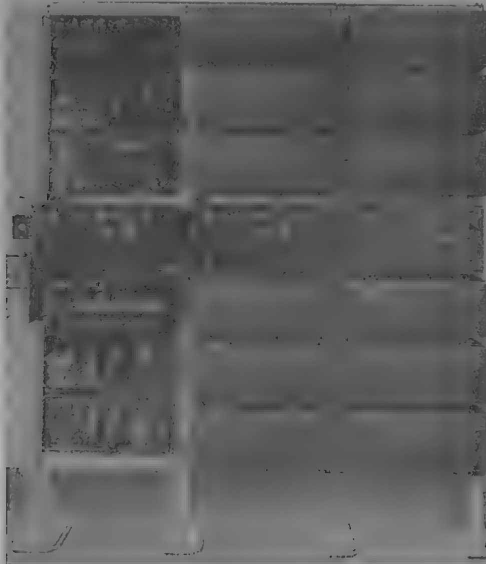


Bild 55. Trägerfrequenz-Endstelle, System M 1, 1926.

1926 Auf Leitungen, die durch Starkstrom beeinflußt werden, wird die Wechselstromfernwahl benutzt.

1931 Erste Fernsprech-Richtfunkverbindungen.

Anfang der 20er Jahre Automatisierung des Ortsverkehrs; die intensive Umstellung der Ortsnetze vom Freileitungs- zum Kabelnetz und die Verkabelung der Bezirksleitungen wird vorangetrieben.

1932 Entwicklung von Trägerfrequenz-(TF-) und blitzgeschützten Kabeln.

1933 Erstes Breitband-Koaxialkabel.

1934 Einführung von Styroflex als Isoliermaterial.

1937 Kabel mit Polyvinylchlorid-(PVC-)Isolierung und PVC-Mantel.

1939 Kabel mit Aluminium-(Al-)Mantel.

1949 Polyäthylen (PE) als Isoliermaterial für Kabeladern.

1950 TF-Kabel mit Papierisolierung für den Frequenzbereich bis 252 kHz (Ausnutzung mit 60 Sprechkreisen je Aderpaar).

1951 Kombiniertes Fernkabel mit Koaxialpaar und symmetrischen Adern; Ferritschalenkerne für Pupinspulen.

1953 Ausnutzung styroflexisolierter TF-Kabel bis 552 kHz (120 Sprechkreise je Aderpaar).

1954 Druckgasüberwachungssysteme zur Meldung und Ortung von Kabelfehlern werden eingeführt; es wird immer mehr von der Kabelverlegung abseits der öffentlichen Wege Gebrauch gemacht, mit den Grundstückseigentümern werden Gestattungsverträge abgeschlossen; ein Netz von TF-Fernkabeln wird in der BRD gebaut; Grundtyp ist das TFk 17a (1 Koaxialpaar und 16 symmetrische Paare); auch die Bezirkskabelstrecken werden mit TF-Kabeln ausgestattet; die TF-Fernkabel mit Kleinkoaxialpaaren entstehen (Ausnutzung mit V-300-System).

1955 Erfolgreiche Erprobung von Hohlleitern mit wendelförmiger Wandstruktur durch Young; Verlegungsbeginn für das erste transatlantische Fernsprechseekabel von Schottland nach Neufundland (TAT I); zur Verbindung von Ballungszentren des Fernsprechverkehrs werden Kabel mit 8 normalen und 6 Kleinkoaxialpaaren (Sprechkreiszahl $= 8 \times 2700 + 6 \times 300 = 23400$) geschaffen.

1958 Kabelmäntel aus Polyäthylen mit Metallbändern.

1959 Ein deutsch/französisch/amerikanisches Transatlantikkabel (TAT II) wird von der Bretagne nach Neufundland ausgelegt; die Weiterentwicklung der Pupinspulen bringt eine fortschreitende Verringerung ihres Volumens.

1961 Ein drittes Transatlantikkabel (TAT III) wird von Schottland nach Kanada ausgelegt.

1962 Erste Kunststoff-Bündelkabel in der BRD; unterirdische Kabelverstärker für transistorisierte Weitverkehrssysteme.

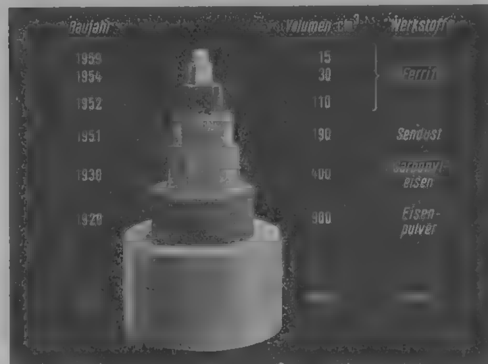


Bild 56. Entwicklung der Pupinspulen von 1912 bis 1959.

1963 Ein viertes Transatlantikkabel (TAT IV) wird von England nach New Jersey ausgelegt.

1964 Für die Verbindung von PE-Kabelmänteln wird ein elektrisches Schweißverfahren (Siemens) angewendet.

1965 Erste Versuchsstrecken der DBP mit Weitverkehrshohlleitern (1728000 Sprechkreise je Hohlleiter); für den Fernverkehr werden kaum mehr

Freileitungen benutzt, im Ortsverkehr Freileitungen nur noch zur Versorgung der Ausbaugebiete in den Netzausläufern; das fünfte Transatlantikkabel (TAT V) wird von Frankreich nach New Jersey ausgelegt.

Entwicklung der Freileitungslinien von Ort zu Ort und für den Ortsverkehr als Vomhundertsatz der Freileitungslinien insgesamt:

Jahr	1933	1938	1952	1955	1958	1966
Freileitungslinien von Ort zu Ort	46,6%	38,7%	25,8%	19,2%	11,5%	1,3%
Freileitungslinien im Ortsdienst	53,4%	61,3%	74,2%	80,8%	88,5%	98,7%
Freileitungslinien insgesamt km	283 377	273 629	150 401	147 426	134 971	130 194
	Reichspostgebiet			Bundespostgebiet		

2.1.6.2. Trägerfrequenz-(TF-)Technik.

2.1.6.2.1. Bausysteme.

Drei Entwicklungsabschnitte: Der 1. Abschnitt ist gekennzeichnet durch die Entwicklung der Verstärkerröhre vom physikalischen zum technischen Gegenstand; Anwendung der Röhre in Verstärkern für einzelne, sehr lange Fernleitungen; die Röhre ist der Mittelpunkt des Verstärkergeräts; die Normierung nimmt ihren Anfang; mehrere gleichartige oder unterschiedliche Geräte werden nebeneinander und übereinander in Gestellen (von der Vermittlungstechnik übernommen) untergebracht.

Der 2. Abschnitt wird mit Bauweise 32 bezeichnet; neben der Niederfrequenz-(NF-)Verstärkertechnik macht sich zunehmend die technische Ausprägung der Trägerfrequenz-(TF-)Technik und ihre Anwendung in Nachrichtennetzen bemerkbar; Normierung von Bauteilabmessungen; einzelne Bauteile oder Bauteilgruppen in Metallbechern mit genormten Abmessungen; übersichtliche und leicht zugängliche Lötösen; Becherdeckplatten aus Isolierstoffen; Verdrahtung auf den Becherdeckplatten durch Blankdrähte; Großgeräte für ortsveränderliche Verwendung; im ersten Jahr nach dem 2. Weltkrieg teilweise neue Bauteile in Baugruppenaufbau; Bauteile zu Funktionseinheiten zusammengefaßt; Zusammenbau von Baugruppen in Wannen.

Der 3. Bauabschnitt — die Bauweise 52 — läßt erkennen, daß TF-Systeme hoher Kanalzahl notwendig geworden sind; es ist eine Gerätehäufung zu verzeichnen; elektrischer und bautechnischer Neuentwurf von Multiplex- und Verstärkereinrichtungen; äußere Kennzeichen sind Schränke mit Türen, einzelstehend oder reihenweise in Gruppenrahmen; durch den Übergang von den Röhren zu Transistoren sind später wesentliche Gründe für Ausstattung mit Türen weggefallen; neben genormten Schränken Koffer in 5 verschiedenen Größen für vorübergehenden Einsatz; tablettartige Gehäuse für die innere Struktur; Messersteckverbindungen mit Verriegelung (Geräteeinschübe); Verkleinerung der Einzelteile vor allem im Zusammenhang mit der Einführung von Transistoren; Schaltungsträger in Form von Platten mit geätzter Verdrahtung; weitgehende Anpassungsfähigkeit der Bauweise 52 an die gewünschte Technik; die Miniaturisierung bringt die Gerätevolumen durchschnittlich alle 5 Jahre auf die Hälfte zurück; der Raumbedarf für Kanalumsetzer und Primärgruppen wird weiter um den Faktor 2,5 reduziert; dadurch geht die benötigte Grundfläche zur Aufstellung auf etwa 54% zurück; das Hauptproblem liegt im Anschluß der Amtskabel und Gestellverdrahtungen; die neueste Lösung sind Gestelle mit senkrecht gestellten Geräteeinheiten statt waagerechten Einschüben; bei den Zwischenverstärkereinrichtungen werden, solange Röhren als aktive Verstärkerelemente benutzt wurden, begehbare unterirdische kesselförmige Stahlbehälter in den Erdboden versenkt; mit der Einführung von Transistorverstärkern wurde das Gesamtvolumen im Verhältnis 20 : 1 gesenkt; ferngespeiste Zwischenverstärkereinrichtungen werden in Gußgehäusen im Erdboden untergebracht.

2.1.6.2.2. Trägerfrequenzsysteme.

Vier Entwicklungsabschnitte:

1886 bis 1911 Vorentwicklungen.

1911 bis 1924 erste Entwicklung bis zur Loslösung der TF-Technik von der Funktechnik.

1924 bis 1938 Mehrfachausnutzung vorhandener Leitungen durch Trägerfrequenz.

Seit 1935 Entwicklung großer, geschlossener Übertragungssysteme und von Leitungen nach trägerfrequenten Gesichtspunkten; das Problem der Einsparung von Leitungskosten wird durch die TF-Technik gelöst.

1886 Gray benutzt für die Telegrafie erstmalig verschiedene Trägerfrequenzen.

1895 Pupin ersetzt mechanische Empfangsfilter durch elektrische Schwingungskreise; das Aufkommen der Funktechnik um die Jahrhundertwende schafft die Grundlage für eine trägerfrequente Sprachübertragung durch die Modulation elektrischer Schwingungen mit Sprache.

1908 Ruhmer wendet erstmalig die Prinzipien der Funktechnik für die Sprachübertragung auf Draht an (er führt auf der Weltausstellung in Brüssel 1909 seine Entdeckung vor).

1911 Squier (USA) gelingt ein zusätzlicher trägerfrequenter Sprechweg auf einer 11 km langen Kabelleitung; die eigentliche Entwicklung der TF-Technik beginnt mit dem Vordringen der Verstärkerröhre in die Nachrichtentechnik.

1914 Die Bell-Laboratorien beginnen sich mit der TF-Technik zu befassen; in Deutschland nehmen sich die Fa. Lorenz und die Gesellschaft für drahtlose Telegrafie, Telefunken, der neuen Technik an; die Entwicklung wird durch Jewett, K. W. Wagner, Faßbender und Habann weiterverfolgt.

1917 Vom Deutschen Telegrafen-Versuchsamt werden Vakuumröhren in größerem Umfang für TF-Versuche benutzt.

1918 Die 300 km lange Strecke Berlin–Hannover wird mit 3 zusätzlichen TF-Sprechkreisen dem Verkehr übergeben; bald danach auch die 600 km lange Strecke Berlin–Frankfurt/Main.

1924 Es werden bereits 5200 km Leitungsstrecke mit 17000 km Sprechkreislänge trägerfrequent genutzt; die Fernbedienung von Verstärkern wird untersucht und die TF-Technik wird immer mehr in die Drahtnachrichtentechnik übernommen; ein neues TF-System wird von Siemens und Halske und Telefunken entwickelt; durch die neue Gestellbauweise wird der Raumbedarf auf 1/3 gesenkt.

1926 M 1-System (Siemens und Halske) für Freileitungen; 3 zusätzliche Kanäle bei Einseitenbandverfahren mit voller Übertragung des Trägers.

1930 M 2-System; gemeinsame Zwischenverstärkung der trägerfrequenten Gespräche; M 3-System mit gegen M 2-System versetztem Träger zur Verringerung der Übersprechreste; M 4- und M 5-System für sehr lange Fernleitungen; E 1-System für sehr große Entfernungen; 1 zusätzliches Gespräch; benutztes Frequenzgebiet dicht über dem niederfrequenten Sprachband; Einseitenbandübertragung mit völlig unterdrücktem Träger; es wurde auf 4 mm Bronzeleitungen bis 700 km Entfernung ohne Zwischenverstärker eingesetzt.

1933 Verwendung des Ringmodulators; Modulation und Demodulation ohne Röhren; E 2-System, erstes mit Ringmodulator gebautes TF-System; 1 zusätzlicher Sprechkreis für kürzere Leitungen im Zubringerdienst des Weitverkehrs; Reichweite etwa 300 km; auch für beweglichen Einsatz (Koffer) bestimmt.

1935 MK-System (Siemens und Halske) mit zusätzlich 5 Sprechkreisen oberhalb des durch E- und M-Systeme belegten Frequenzbandes; es wird eine große Zahl von Geräten dieses Systems auf Entfernungen bis 100 km eingesetzt.

1936 T 1/T 3-Geräte mit Ringmodulatoren und Einseitenbandübertragung ohne Träger; etwa 200000 TF-Sprechkreiskilometer in Deutschland, in den USA über 1 Mio; die Normungsfragen sind aktuell geworden; die Firmen Ericsson, Standard Elektrik und Siemens beteiligen sich hieran; zunächst werden Frequenzpläne für ein Weitverkehrssystem auf Freileitungen festgelegt; neues Einfach-System E 3 für den Bereich 3,7 bis 10 kHz; die TF-Technik auf Kabelleitungen nimmt bei Seekabeln ihren Anfang; in den USA wurde schon 1926 ein Versuch auf einem 48 km langen Seekabel bei Los Angeles mit 6 TF-Kreisen angestellt; Siemens lieferte 1930 12 TF-Gerätesätze für Zweibandbetrieb für ein 160 km langes Seekabel von Stralsund nach Malmö; für den allgemeinen Einsatz der TF-Technik auf Kabeln war die Bespulung hinderlich; das L- System mit 1 TF-Kanal ist geeignet für mittlere Entfernungen; Frequenzlage zwischen 3,3 und 5,7 kHz; beim S-System werden für den Weitverkehr auf sehr leicht bespulten Kabeln mit besonders geringen Laufzeitverzerrungen 3 zusätzliche TF-Kreise ermöglicht; eine höhere trägerfrequente Ausnutzung wurde durch den Verzicht auf die Bespulung ermöglicht; bei neuen Kabeln wurden unbespulte Adern vorgesehen oder bei verlegten Kabeln die Spulen ausgeschaltet; als TF-System für 12 Sprechwege wurde das U-System entwickelt; auch wurden Leitungen mit einer für die TF-Ausnutzung berechneten Bespulung geschaffen; dabei wurden die Spulenabstände stark verkürzt und die Grenzfrequenz so hoch gewählt, daß ebenfalls 12 TF-Kanäle möglich wurden; es konnten dadurch größere Verstärkerabstände als bei unbespulten Leitungen erreicht werden; 1935 wurden die Planungsarbeiten für ein Koaxialkabelsystem mit 200 trägerfrequenten Sprechkreisen und für Fernsehübertragung aufgenommen; damit war die Schaffung großer, geschlossener Übertragungssysteme nach trägerfrequenten Gesichtspunkten in die Wege geleitet; der Bereich unter 1 MHz wird für die Sprachübertragung ausgenutzt; die Verstärkerfeldlängen sind 35 km.

1937 Erste Betriebsversuche Berlin–Leipzig mit dem neuen System.

1938 Die ersten 30 Sprechkreise gehen in Betrieb; bis zum Beginn des 2. Weltkrieges werden 3 Strecken für Fernseh-Sprechen, Berlin–München–Wien, Berlin–Hamburg und Hamburg–Hannover–Köln–(Frankfurt/Main) größtenteils fertiggestellt; Teilstrecken sind heute noch in Betrieb, z. B. wurde die Koaxialkabelstrecke Frankfurt/Main–Hamburg 1951 um 100 auf 300 Sprechwege erweitert; für Freileitungen wird ein neues TF-System MG 15 geschaffen; Übertragungslagen zwischen 48 und 156 kHz; Verstärkerabstand 100 bis 150 km.

1939 Kleingerät EK 1; 1 zusätzlicher Sprechkreis im Frequenzbereich 41 bis 55 kHz für Entfernungen von 40 bis 60 km.

Während des 2. Weltkriegs Pause in der Entwicklung neuer TF-Systeme; jedoch sofort nach 1945 Entwicklung fortgesetzt; CCIF setzt eine Grundgruppe von 12 Kanälen fest; aus dieser einheitlichen Grundstufe werden Trägerfrequenzsysteme mit verschiedenen Kanalzahlen aufgebaut; es wurden in Betrieb genommen:

1946 MEK 8 und MEK 16
1951 V 60 und das Vielbandsystem B mit 300 Kanälen
1953 Z 6 NT und Z 12 K
1954 Z 6 NC
1955 V 120 und V 960
1956 Z 24
1957 Z 60
1958 V 12000
1963 V 2700.

Die neuzeitlichen TF-Geräte bringen eine ständig wachsende Raumersparnis gegenüber früheren Ausführungen; Raumverhältnis 1942 zu 1954 = 10 zu 1; die Einführung des Transistors (1948 zum Patent angemeldet) hat eine weitere Herabsetzung des Raumbedarfs um den Faktor 2,5 gebracht; daneben hat die Transistortechnik entscheidende Vorteile: Teile, die durch Abnutzung altern, sind nicht mehr vorhanden; die Zuverlässigkeit ist größer, die Wartung geringer; die Leistungsaufnahme aus der Stromversorgungsanlage ist erheblich kleiner, und die Schaltelemente sind in übersichtlicher Form zu handlichen Geräteeinheiten zusammengefaßt.

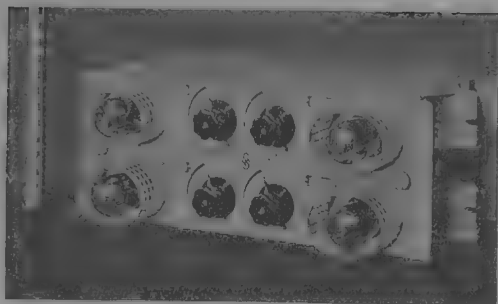


Bild 57. Baukastenverstärker, 1932.



Bild 58. Fernleitungs-Endschaltung, 1934.



Bild 59. Tragbare Trägerfrequenzeinrichtung, 1938.



Bild 60. Fahrbare Verstärkeranlage, 1935.

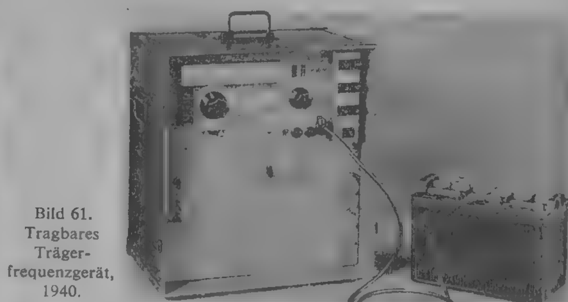


Bild 61. Tragbares Trägerfrequenzgerät, 1940.



Bild 62. Trägerfrequenzsystem E 3, Endstelle, 1942.



Bild 62 a.
Verstärkeramt für Trägerfrequenz-Fernsprechen und -Fernsehen (Zwischenamt) 1940.

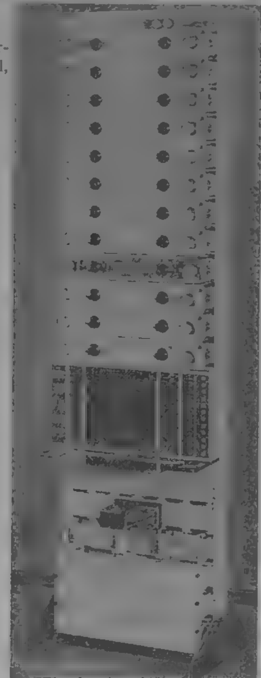


Bild 63.
All-verstärker-II-Gestell, 1941.

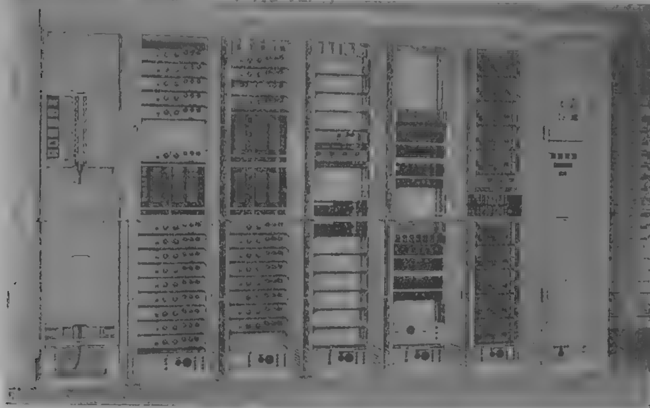


Bild 64. Trägerfrequenzamt V 60, 1951.



Bild 65.
Kanalumsetzer-Gestell für 48 Kanäle, 1953.

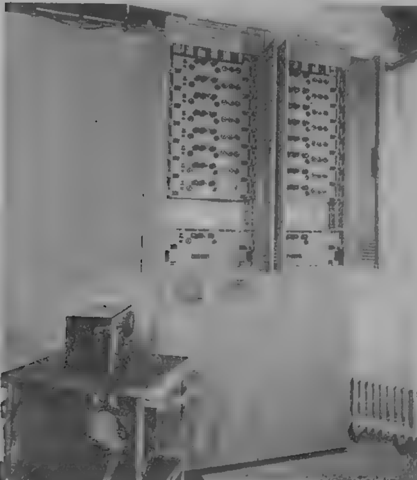


Bild 66.
Verstärkergestelle V 120 in 36-km-Amt für 120 Kanäle auf symmetrischem Styroflexkabel, 1954.

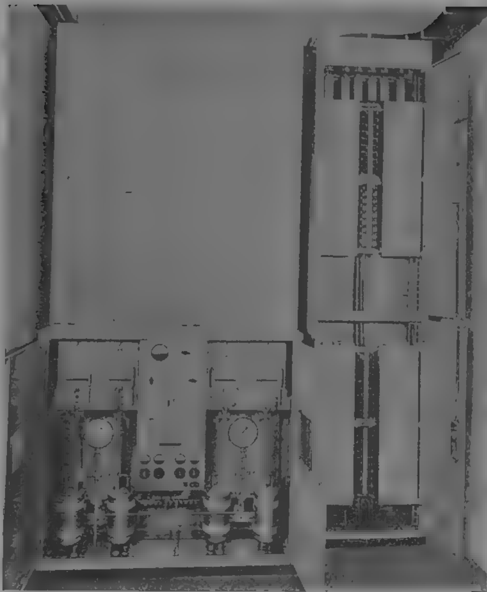


Bild 67. Fernspeisung eines unbemannten TF-Verstärkeramtes (18-km-Amt) und Druckgasüberwachung. Kabelaufteilungsschrank mit daraufstehendem Netzgestell, daneben Kabelendgestell, 1955.

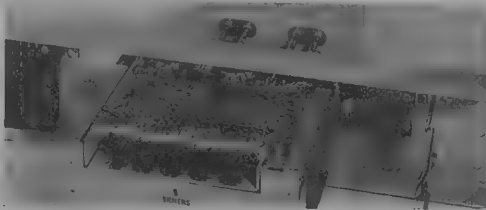


Bild 68. NLT-Leitungsverstärker, 1958.

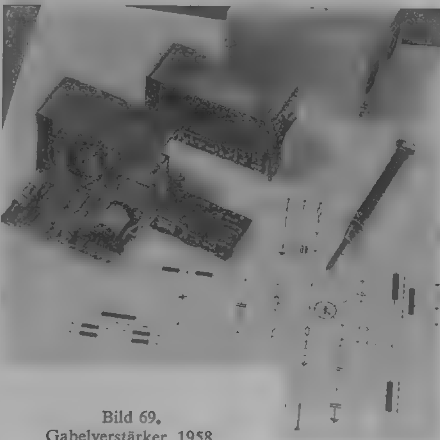
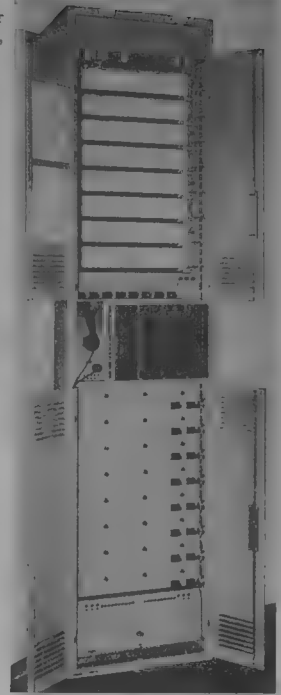


Bild 69. Gabelverstärker, 1958.

Bild 70. Kanalumsetzer-Gestell für 60 Kanäle mit Transistoren, 1960.



2.2. Internationale Entwicklung.

1885 Der Fernsprecher wird in den internationalen Nachrichtendienst eingegliedert; der Welttelegrafenverein dehnt seine Tätigkeit auf das Fernsprechwesen aus.

1922 Gill (England) schlägt eine internationale Vereinigung der Fernsprechverwaltungen zur Lösung technischer Fragen vor.

1923 In Paris wird das CCI (später CCIF genannt) — Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance — gegründet.

1924 1. Vollversammlung des CCI in Paris; 19 europäische Fernsprechverwaltungen nehmen teil.

1925 Vollversammlung des CCI in Paris.

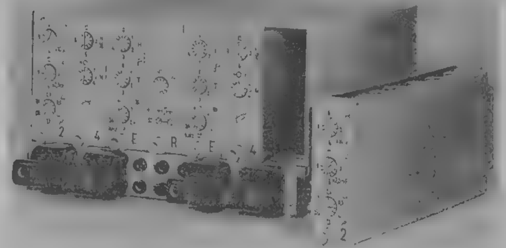


Bild 71. Transistor-Verstärker, 1961.

1926 Organisationsform (in ihren Grundzügen bis heute erhalten) des CCI wird geschaffen; Vollversammlung des CCI in Paris; Beschluß zur Gründung einer Internationalen Kommission zur Zusammenarbeit mit Starkstrominteressenten (siehe 2.2.1.) — CMI —.

1927 Vollversammlung des CCI in Como, 1928 in Paris; das Fernsprechakustische Labor des CCI wird in Betrieb genommen.

Weitere Vollversammlungen des CCI 1929 in Berlin, 1930 in Brüssel, 1931 in Paris, 1932 in Madrid; das CCI wird der Oberbegriff für die Organisation der drei Ausschüsse für den Fernsprechdienst, Telegrafendienst und Funkdienst; der Ausschuß für den Fernsprechdienst wird ab 1932 mit CCIF bezeichnet; die Bezeichnungen der Ausschüsse werden in Comité International Téléphonique, Télégraphiqué und des Radiocommunications zusammengefaßt.

1934 Vollversammlung des CCIF in Budapest; weitere Vollversammlungen 1936 in Kopenhagen, 1938 in Kairo, 1945 in London, 1946 in Montreux, 1949 in Paris, 1951 in Florenz.

1952 tritt die BRD der Internationalen Fernmeldeunion (UIT) bei (siehe 1.3.).

1954 CCIF-Vollversammlung in Genf.

1956 CCIF-Vollversammlung in Genf, zugleich 1. Vollversammlung des CCITT (siehe 1.3.).

1960 Vollversammlung des CCITT in New Delhi, 1964 in Genf und 1968 in Mar del Plata.

2.2.1. Geschichte des CMI.

1926 Das CCI beschließt die Gründung der »Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunications et de canalisations souterraines« — CMI —.

1927 Erste Tagung der CMI in Bern; Mitglieder werden außer dem CCIF und CCITT die Internationale Vereinigung der Elektrizitätserzeugungs- und Verteilungsunternehmen (CIGRE und UIPDE), der Eisenbahnen (UIG), ferner werden als außerordentliche Mitglieder verschiedene nationale Organisationen aufgenommen.

1929 Vollversammlung der CMI in Paris; weitere Vollversammlungen 1934, 1936, 1947, 1950, 1954, 1959 und 1964, sämtliche in Paris.

2.2.2. Konferenzen der Regierungsbevollmächtigten der UIT.

1865 in Paris, 1868 in Wien, 1871 in Rom, 1875 in St. Petersburg, 1932 in Madrid, 1947 in Atlantic City, 1952 in Buenos Aires, 1959 in Genf und 1965 in Montreux.

Literatur: M. Bauer, Fünfzig Jahre Telephon, Techn. Mitteilungen der Telegrafen- und Telefonverwaltung, Bern, Jg. 8, 1930 — E. Feyerabend, 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877 — 1927, Verlag des RPM, Berlin — W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, Teil II Fernämter, Kleine Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar, 1954 — O. Grosse, 40 Jahre Fernsprecher Stephan-Siemens-Rathenau, Verlag Julius Springer, Berlin, 1917 — E. Horstmann, 75 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877 — 1952, Ein Rückblick auf die Entwicklung des Fernsprechers in Deutschland und auf seine Erfindungsgeschichte, Verlag des BPM, Bonn, 1952 — K. Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Verlagsbuchhandlung Erich Herzog Goslar, 1959 — K. Knebel, Telegrafen-Land- und Seekabel, Fernsprechseekabel, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1960 — K. Knebel, Fernsprech- und Telegrafenkabel einschließlich der Seekabel, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1966 — W. Krause, Einführung in die Fernsprechtechnik, Teil I, Ortsämter mit Wählbetrieb, Kleine Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1952 — W. Mönch, Mikrofon und Telefon einschließlich der Lauthörer (Lautsprecher). Ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Bedeutung im Nachrichtenwesen, besonders im Rundfunk, 1925 — APräs Dipl.-Ing. Mattern, Die Entwicklung des Fernwählsystems FWS 62 der Deutschen Bundespost (Volltechnik), Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1962 — E. Müller-Fischer, Zeittafel zur Geschichte des Post- und Fernmeldewesens, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1953 — H. Panzerketer, Ein Beitrag zur künftigen Entwicklung der Vermittlungstechnik, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1958 — Dipl.-Ing. Pausch, Propleme einer weltweiten Fernwahl, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1962 — W. Rihl, Chronik und Zeittafel der Fernmeldekabel im Hause Siemens, 1947 — A. Roth, Das Telefon und sein Werden, Verlag Springer, Berlin, 1927 — G. Seelmann-Eggebert, Ein Blick auf die Wähltechnik der Welt, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1954/55 — K. Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, 1961 — Beiträge zur Entwicklung der Fernsprech-Vermittlungstechnik, Sonderdruck der Siemens AG, 1966 — Technik Geschichte, Bd. 30, im Auftrag des VDI herausgegeben von C. Matschoff, VDI-Verlag Berlin, 1941 — Zur Geschichte der Siemens-Trägerfrequenzgeräte, Sonderdruck der Siemens und Halske AG., 1954.

3. Geschichte des Funkwesens.

3.1. Wissenschaftliche Erkenntnisse und Entdeckungen.

1840 Erster Nachweis elektrischer Schwingungen durch Henry (USA).

1855 Thomson stellt die Formel für die Eigenschwingungszahl eines Kreises aus Induktivität und Kapazität auf: $\omega = 1/\sqrt{L \cdot C}$.

1859 Fedderson beobachtet die oszillatorische Entladung eines Schwingkreises am Bild eines Funkens.

1884 Nipkow erhält sein erstes Fernsehpatent.

1888 Experimenteller Nachweis elektrischer Wellen durch Hertz in Karlsruhe.

1891 Fritter durch Branly angegeben.

1895 Erste Verwendung einer Antenne durch Popow; praktische Versuche mit einem funktelegrafischen System durch Marconi.

3.2. Funktelegrafie; Anfänge der Funktelefonie.

1897 Geburtsstunde der Funktelegrafie; Marconi überbrückt funktelegrafisch den Bristol-Kanal (5,5 km), bald darauf eine Strecke von 14 km; Reichweitenversuche für Funktelegrafie durch Slaby (Assistent ist Arco); es werden 21 km überbrückt; Braun ist maßgeblich an der Entwicklung der Funktechnik beteiligt; er erfindet die Kathodenstrahlröhre.

1898 Braun schlägt den geschlossenen Schwingungskreis vor (Schwungradschaltung); er ist die Grundlage der späteren Senderschaltungen; die Erdung wird durch ein Gegengewicht ersetzt; Braun erhält damit sein grundlegendes Funkpatent; in England wird das erste bezahlte Funktelegramm getastet;

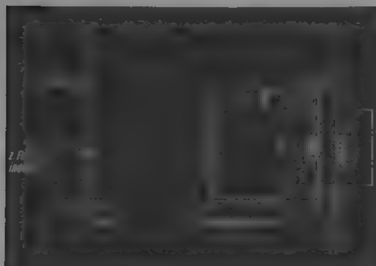


Bild 72.
Sender mit Funkenstrecke nach Marconi;
Sender mit geschlossenem Schwingkreis und angekoppelter Antenne nach Braun.



Bild 73. Versuchstation von Braun auf Helgoland; Dr. Koepsel, Prof. Braun, Prof. Zenneck.

die »Braun-Telegraphie GmbH« wird gegründet (u. a. ist Siemens und Halske daran beteiligt); Slaby und v. Arco richten eine »Funktelegrafische Abteilung« bei der AEG ein.

1899 Zenneck (Assistent von Braun) stellt Funkverbindung von Cuxhaven nach dem Feuerschiff Elbe her, später nach Helgoland; Slaby und v. Arco überbrücken bei der Kaiserlichen Marine eine Entfernung von 48 km; Marconi stellt über den Ärmelkanal eine funktelegrafische Verbindung her.

1900 Zenneck baut eine Antenne mit Richtwirkung (Prinzip der Funkpeilung); v. Arco entdeckt die Beziehungen zwischen der Länge der Antenne und den ausgestrahlten Wellen; Dudell erzeugt ungedämpfte Schwingungen mittels Gleichstrom-Kohlelichtbogen (Frequenzen bis 15000 Hz bei wenigen Watt Schwingleistung); deutsche Militärfunkstellen stellen über von wasserstoffgefüllten Ballonen getragenen Antennen Dauerfunkverbindungen her; erste deutsche Funktelegrafenanlage für den allgemeinen Verkehr zwischen Borkum und dem Feuerschiff Borkum-Riff wird eröffnet.

1901 Erste funktelegrafische Ozeanüberbrückung (3400 km) durch Marconi; Koepsel erfindet den Drehplattenkondensator zur Schwingkreisabstimmung.

1901 Zenneck baut den ersten Wellenmesser; Lichtbogensender nach Poulsen; er erzeugt Frequenzen bis 3×10^6 Hz bei nahezu beliebig großen Schwingleistungen; Schloemilch gibt einen elektrolytischen Detektor an; das erste Funktelegramm mit zusammenhängendem Text wird über den Ozean gesendet; Slaby führt Wortverbindungen mit Funk ein (Beispiel Funk-Telegramm).

1903 Die »Gesellschaft für drahtlose Telegrafie mbH. System Telefunken« wird gegründet (von Siemens und Halske und AEG); brauchbarer Wellenmesser von Franke und Dönitz; Marconi stellt die Lautstärkeänderung des Funkverkehrs bei Tag und Nacht fest; die »Times« führt den Funkpressedienst (Marconigramme) ein; Börsentelegramme werden in Paris und

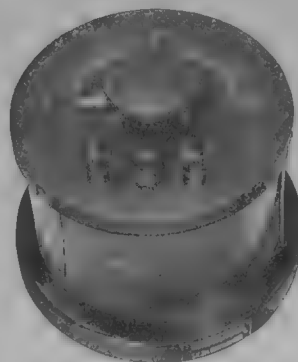


Bild 74. Drehplattenkondensator von Koepsel, 1901.

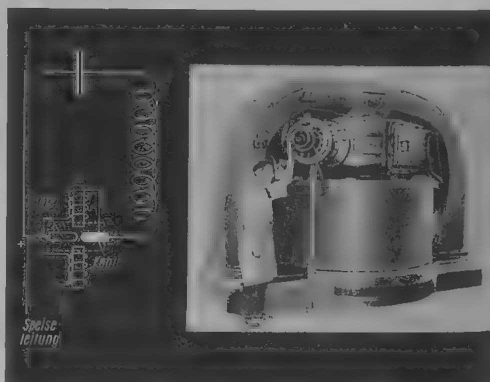


Bild 75. Lichtbogengenerator, 100 kW, nach Poulsen, 1904.

New York funktelegrafisch verarbeitet; ein Probetelegramm der Pariser Zeitung »Temps« benötigt um die Erde 6 Stunden und 20 Minuten.

1904 Glühkathoden-Gleichrichter nach Fleming; Poulsen erhält das Patent auf einen verbesserten Lichtbogen-Generator mit Wasserstoffatmosphäre und magnetischem Feld; Poulsen erzielt mit 200 Watt Schwingleistung eine Sprechverbindung über 200 m; Hochfrequenzmaschine nach Alexanderson und Fessenden; erste mustergültige Sprachübertragung auf dem Funkweg über 18 km; erstmalig wird eine längere Pressemitteilung über den Ozean gefunkt; Hülsmeyer erhält das Patent für ein Verfahren, mit Funkwellen Entfernungen zu messen (erstes Radargerät); Wehnelt gibt Ventilröhre an; sie ist der Ausgangspunkt für alle folgenden Gasdetektoren, Röhrenverstärker und Röhrensender.

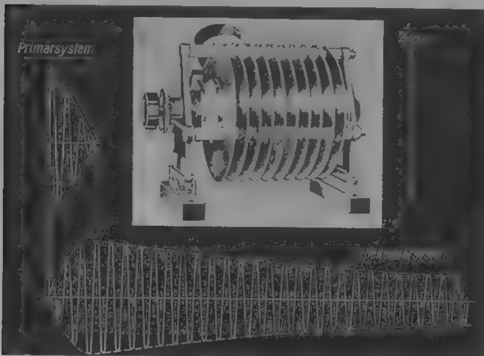


Bild 76. Löschfunkenstrecke mit Schwingungsbild, 1905.

1905 Der Fritter-(Kohärer-)Schreiber wird vom Hörempfang verdrängt; Wien erkennt die Bedeutung der Löschfunkenstrecke; de Forest berichtet über einen Glühkathoden-Detektor, die Audion-Röhre;

erster deutscher Funkbetrieb auf Schiffen; Kampf gegen das Marconi-Monopol.

1906 Baubeginn für die Großfunkstelle Nauen; Lorenz entwickelt einen Lichtbogensender für drahtlose Telegrafie; Telefunken entwickelt den Lichtbogensender nach Schapira; als Modulator werden bei allen Systemen Kontaktmikrofone benutzt, bei geringen Leistungen gewöhnliche Fernsprechmikrofone, bei größeren Leistungen werden mehrere Mikrofone hintereinander oder parallel geschaltet, oder die Körnerkammern werden mit Wasser gekühlt oder es wird Wasserstoffgas in die Kammern eingeführt; hydraulische Mikrofone von Majorana und Chambers; als Demodulator werden verwendet: Bolometer (Fessenden), Liquid Baretter, Thermokreuz, Thermodetektor (Telefunken); Branly gelingt die Lenkung eines Torpedobootes mit Funkwellen (erste Funksteuerung); Sydow (Reichspostamt) eröffnet über Funk vom Telefunken-Labor Berlin-Tempelhof zur Empfangsstelle Nauen »eine neue Aera der Telefontechnik«.

1907 Poulsen erreicht eine brauchbare Telefonie-Verständigung über 270 km (Esbjerg–Lindby) mit 900 Watt Antennenleistung bei 1200 m Wellenlänge; Telefunken verwendet den Kristalldetektor von Braun; Korn stellt Bildtelegrafen-Versuche mit dem Selen-Kompensator an; Notzeichen SOS auf Anregung Deutschlands geschaffen; Dieckmann überträgt Schrift und Zeichen fernsehmäßig mit der Braunschen Röhre; Telefunken entwickelt einen Tönenden Löschfunkensender; der regelmäßige Funk-Pressedienst wird eingerichtet; die Audion-Röhre mit dritter Steuerelektrode, später mit Hilfsgitter von de Forest wird patentiert; Funksprechverbindung Berlin–Rheinsberg über 75 km; Übertragung von Grammophonmusik; Vorführung drahtlos übertragener Schallplatten vor dem deutschen Kaiserpaar durch Slaby. Die Küstenfunkstelle Norddeich-Radio nimmt den öffentlichen Verkehr auf; Rufzeichen: KND.

1908 Braun macht erfolgreiche Versuche mit einer Rahmenantenne; das Telegrafenregal wird auf Funk ausgedehnt.

1909 Der Nobel-Preis für Physik wird zu gleichen Teilen an Braun und Marconi vergeben.

1910 Die Funkstellen Norddeich und Eiffelturm strahlen die ersten Funkzeitzeichen aus; Lieben führt ebenfalls Steuergitter bei Verstärkerröhren ein;

Telefunken und die Marconi-Gesellschaften einigen sich über den Welt-Seefunkverkehr; regelmäßiger Funkverkehr Europa–Nordamerika.

1911 Die »Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie« (DEBEG) wird gegründet; ihre Aufgaben sind die Einrichtung, Vermietung und der Betrieb von Funkstellen auf Handelsschiffen; Telefunken entwickelt einen Maschinensender mit ruhenden Frequenzwandlern.

1912 Die Erfinderrechte von Lieben gehen an ein Konsortium, bestehend aus Siemens und Halske, AEG, Felten und Guilleaume und Telefunken, über; de Forest entwickelt die erste Schaltung für Tonfrequenzschwingungen mittels Röhren; die erste deutsche Kolonialfunkstelle wird in Kamina (Afrika)

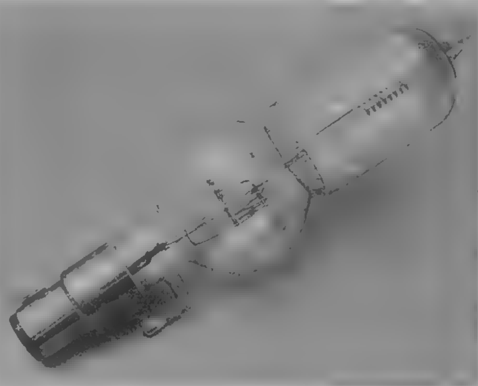


Bild 77. Liebenröhre, 1910.

errichtet; Norddeich erhält einen 4-kW-Lichtbogensender; in Deutschland gibt es 252 Funkstellen auf Kriegs- und Handelsschiffen, 66 Landstationen und 72 bewegliche Funkstationen; die erste musikalische Rundfunkübertragung veranstaltet Bredow über den Maschinensender der Telefunkenstation Sayville (Long Island).

1913 Strauß und Meißner erfinden die Rückkopplungsschaltung zur Schwingungserzeugung; am gleichen Tag erhält E. Reiß (USA) ein Patent auf Rückkopplung zur Niederfrequenzverstärkung; wechselseitiger Funksprechverkehr Berlin–Nauen mit Hilfe eines Röhrensenders nach Meißner; die Aera der Röhrensender nimmt ihren Anfang;
neben Meißner melden Franklin und Round (England), ferner Armstrong und Langmuir Rückkopplungsschaltungen zum Patent an; inzwischen ist die Entwicklung der Hochfrequenzmaschinen weitergegangen; es entstehen Maschinen größerer Leistung von Alexanderson (Frequenz 100 000 Hz), von Goldschmidt, 1910 mit 10 kW Leistung bei 5000 m Wellenlänge, Telefunken-Maschinensender 1911 mit ruhenden Frequenzwandlern (Grundfrequenz 5000 bis 10000 Hz).

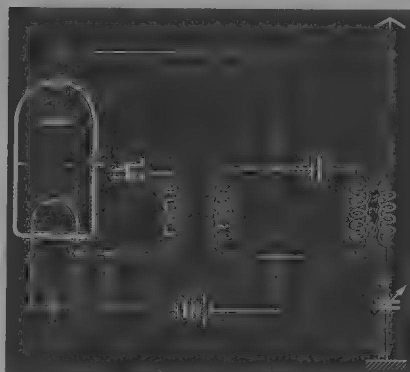


Bild 78. Röhrensender nach Meißner, 1913.

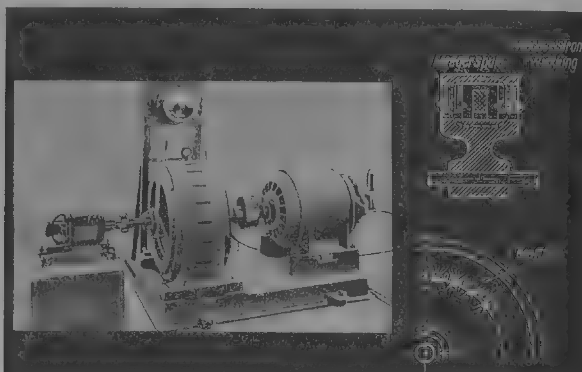


Bild 79. Telefunken Hochfrequenzmaschine mit Längs- und Querschnitt, 1912.

1914 Die überseeischen deutschen Funkstationen gehen nach Ausbruch des 1. Weltkrieges verloren; Siemens und Halske stellt unter Mitwirkung von Pirani die erste Hochvakuum-Elektronenröhre (Triode) her; Telefunken bringt damit den ersten zweistufigen Niederfrequenzverstärker für Hörempfang heraus; Beginn der Herstellung von Senderöhren bei Telefunken nach Rukop (Hochvakuumröhren in Dreipunktschaltung).

1915 Erste Versuchs-Röhrensender kleiner Leistung (10 bis 20 Watt); für militärische Zwecke wird die Großfunkstelle Königs-Wusterhausen gebaut (zunächst mit Löschfunken- und Lichtbogensendern); Telefonieversuche zwischen Fürstenbrunn und Seegefeld bei Berlin gelingen über 15 km; das Mikrofon befindet sich unmittelbar in der Antenne; später wird es in einen mit der Antenne gekoppelten Absorptionskreis verlegt; erstmalig wird der rückgekoppelte Audion-Empfänger nach Meißner und Schloemilch benutzt.

1916 Schottky erfindet die Schirmgitterröhre.

1917 Praktischer Einsatz von Röhrensendern kleiner Leistung bei der Truppe; die Versuche werden von Meißner und Bredow geleitet; ein Heimat-Funknetz für den Luftschutz wird aufgebaut; bei Sendern wird von der Gitterspannungsmodulation Gebrauch gemacht.

1918 Die »Drahtlose-Übersee-Verkehrs AG (Transradio)« wird gegründet; Sende- bzw. Empfangsanlagen werden in Nauen und Geltow aufgebaut; Siemens und Halske stellt die ersten wassergekühlten Senderöhren her.

1919 Beginn der Hochfrequenztelegrafie- und Telefonie längs Leitungen; Entwicklung des Drehrahmenpeilers mit Hilfsantenne; richtungsweisender Vortrag von Bredow über »Funktelegrafie und Presse«; die Reichsrundfunkkommission zur Vereinheitlichung des Rundfunkdienstes wird eingesetzt; die Reichsrundfunk-Betriebsverwaltung wird gegründet und das Funkbetriebsamt dem RPM unterstellt; im RPM wird eine besondere Abteilung für Funktelegrafie eingerichtet, die Bredow leitet.

1920 Telefunken liefert die ersten Röhrensender mit 10 kW Leistung; amerikanische Funkamateure arbeiten auf Kurzwelle unter 200 m; Ausbau des deutschen Funkwetterdienstes (Sturmwarnungen); bei der Hauptfunkstelle Königs Wusterhausen werden 5-kW-Lichtbogensender und Maschinensender für den Langwellenbetrieb aufgebaut; das Inlands-Funknetz besteht aus der Hauptfunkstelle Königs Wusterhausen, 20 Sende- und 76 Empfangsstellen; der telegrafische Presse-Rundspruchdienst wird eingeführt, muß aufgrund des Versailler Friedensvertrags wieder eingestellt werden, wird aber kurz darauf unter Beteiligung der Telegrafen-Union wieder aufgenommen; das Funkbetriebsamt wird eine Dienststelle des neugegründeten Telegrafentechnischen Reichsamtes (TRA).

1921 Das gesamte Funkwesen der DRP wird Bredow unterstellt; regelmäßige Telefonieversuche über den

Sender Königs Wusterhausen, abwechselnd über Maschinensender und 5-kW-Lichtbogensender (3500 und 2700 m Wellenlänge); erste Konzertübertragung im Rundfunk; erste Rundfunkübertragung aus der Berliner Staatsoper durch die Lorenz AG; mit 2,5-kW-Röhrensender werden bis 3900 km überbrückt; die »Eildienst-GmbH« führt als einziges Nachrichtenunternehmen den telegrafischen Wirtschaftsrundspruchdienst durch; Telefunken, Lorenz und Huth entwickeln zusammen mit dem TRA einen Einheits-Rundspruchempfänger mit Netzanschluß; die vier größten Funkgesellschaften, Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegrafie mbH, Marconi's Wireless Telegraph Co Ltd. London, Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil Paris und Radio Corporation of America New York, schließen sich zum »Commercial Radio International Committee« zusammen.

1922 Bredow schlägt die Einführung des Unterhaltungs-Rundfunks vor; der telegrafische Wirtschaftsrundspruchdienst der Eildienst GmbH wird auf drahtlose Telefonie umgestellt; Telefunken, Lorenz und Huth gründen in Zusammenarbeit mit dem TRA die »Deutsche Stunde für drahtlose Belehrung und Unterhaltung«; später kommt die »Drahtlose Dienst AG. für Buch und Presse« (Dredag) hinzu.

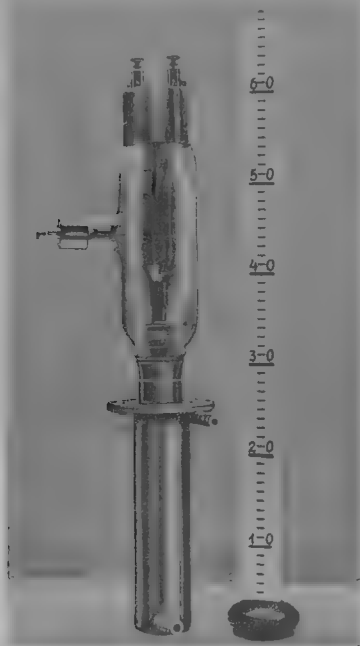


Bild 80.
Senderöhre mit Wasserkühlung, 10 kW HF-Leistung, 1923.

1923 Unter Führung von Telefunken wird die »Rundfunkgesellschaft mbH« ins Leben gerufen (Bau und Betrieb von Sendeanlagen, Herstellung und Vertrieb von Empfängern); die DRP faßt den Beschluß, Sendeanlagen in eigener Regie zu errichten und die Programmgestaltung privater Initiative zu überlassen; Korn versucht drahtlose Bildtelegrafie zwischen Deutschland und den USA.

1924 Marconi funkt mit sehr geringer Energie von England nach Australien; die Funkverbindung Berlin–Mukden wird aufgenommen und die Funkverbindung Berlin–Buenos Aires eröffnet.

1925 Esau telegrafiert mit einer 3-m-Welle über 40 km.

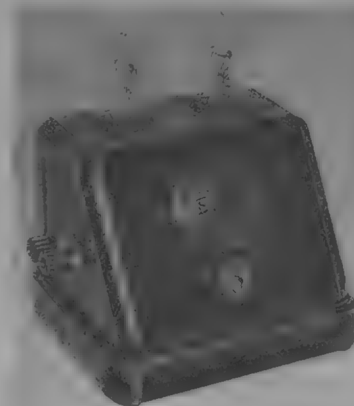


Bild 81. Zweiröhren-Niederfrequenzverstärker, 1926.

3.3. Ton-Rundfunk; Richtfunk und andere Funkdienste.

1923 Der Unterhaltungsrundfunk wird in Deutschland eröffnet (25. Oktober, 20 Uhr); der Rundfunksender Berlin (Radiostunde AG., später Funkstunde) nimmt die Programmausstrahlung auf; er arbeitet mit einer Leistung von 0,25 kW auf der Wellenlänge 400 m; der deutsche Rundfunk übermittelt erstmalig politische Nachrichten.

1924 Das Reichsgebiet wird in 9 Sendebezirke eingeteilt; die erste Bauperiode der Rundfunksender-Technik dauert bis Ende 1924; der von TRA-Personal gebaute erste Sender in Berlin wird durch den ersten Industrie-Sender ersetzt; in Leipzig wird ein von Lorenz gebauter, fremdgesteuerter Sender in Betrieb genommen (500 Watt); es folgen Sender in München, Frankfurt/Main, Hamburg, Stuttgart, Breslau, Königsberg und Münster; außer den 9 Hauptsendern werden bald in den Stadtgebieten von Bremen, Hannover und Nürnberg weitere Sender zur Erweiterung des Detektor-Empfangsbereichs errichtet; die DRP stellt Versuche mit dem von Lorenz entwickelten Maschinensender nach Schmidt an; die Telegrafie-Löschfunkensender werden durch Röhrensender (außerhalb des Rundfunkfrequenzbandes) ersetzt; erster Kurzwellenverkehr mit Übersee (Argentinien) auf der 70-m-Welle wird aufgenommen; mit Schiffen auf See wird der drahtlose Sprechverkehr aufgenommen; die ersten Rundfunkröhren mit Oxydkathode gehen bei Telefunken in Serienfertigung.

1925 Erste Große Deutsche Funkausstellung in Berlin; der Selbstbau von Detektorempfängern ohne Verstärker wird freigegeben; die Audion-Versuchserlaubnis wird eingeführt; sie wird bald wieder aufgehoben; die Rundfunkgebühr wird von ursprünglich 60 RM jährlich auf 24 RM herabgesetzt; sie kann in 12 Monatsraten zu 2 RM bezahlt werden; die »Heinrich Hertz Gesellschaft« wird gegründet; die zweite Bauperiode für Rundfunksender erstreckt sich von 1924 bis Mitte 1927; sie ist gekennzeichnet durch die Ausstattung der 9 Hauptsender mit einer höheren Sendeleistung; für Nebensender reicht die zweite Bauphase von 1925 bis 1928; es werden die Sender Dresden, Dortmund, Kassel, Gleiwitz, Stettin, Kiel, Nürnberg, Augsburg, Köln, Aachen, Elberfeld, Kaiserslautern, Flensburg, Freiburg mit 1,5 und 2 kW Telefonieleistung gebaut; das Fernsprechmikrofon wird durch das Mikrofon der Telegrafen AG. ersetzt; es enthält 12 Kohlekörnerkapseln mit wattegedämpften Membranen; ihm folgt das Kathodophon der Lorenz AG., das Kohle-Querstrom-Mikrofon nach E. Reiss und 1929/30 ein rauscharmes Bändchenmikrofon von Siemens und Halske.

1926 Der Zugfunk wird zum öffentlichen Verkehr zugelassen; im Rangierdienst der Deutschen Reichsbahn wird der drahtlose Sprechverkehr versuchsweise eingeführt; Einführung von Senderöhren mit wassergekühlter Kupferanode mit einer nutzbaren Hochfrequenzleistung von 10 bis 20 kW; Gründung der »Deutschen Welle GmbH« in Berlin; ihr wird der Sender in Königs Wusterhausen zugeordnet; Deutschland erhält vom Weltrundfunkverein 12 Haupt- und 11 Gemeinschaftswellen zugeteilt; die ersten netzbetriebenen Rundfunkempfänger kommen auf den Markt; der Sender Königs Wusterhausen — erstmalig Deutschlandsender genannt — erhält einen 5-kW-Telefunkensender; die Funkverbindung zwischen Berlin und Rio de Janeiro wird aufgenommen; in Königs Wusterhausen wird ein Telefunken-Kurzwellensender mit 1 kW Leistung aufgebaut; an den deutschen Küsten wird ein Funkfeuernetz (Nebel-Signalnetz) errichtet.

1927 Die Rundfunksender Langenberg (Köln) und Augsburg mit 15 kW Trägerleistung werden in Betrieb genommen; Der Deutschlandsender erhält einen 35-kW-Sender mit Standort in Zeesen; in Berlin wird das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung gegründet; die Schirmgitterröhre und der dynamische Lautsprecher setzen sich durch.

1928 Das Netzanschlußgerät verdrängt bei den Rundfunkempfängern das Batteriegerät; die Lautsprecher werden in die Geräte eingebaut; im Empfängerbau werden neben Schirmgitterröhren Endpentoden benutzt; im Seefunk beginnt die Kurzwellen-Telefonie; der erste Kurzwellensender für den Rundfunk nach Übersee (Richtstrahler) wird in Betrieb genommen mit einer in Oberwellen erregten Eindrahtantenne; der Deutschlandsender erhält einen 7stufigen Telefunken-Kurzwellensender mit Quarzsteuerung und einer Leistung von 8 kW.

1929 Die Rundfunkversorgung wird durch Drahtfunk über das Fernsprechnetz verbessert; in Bayern wird die niederfrequente Übertragung (Frequenzband 100 bis 10000 Hz) gewählt; sie hat sich bis 1945 gehalten.

1930 Es werden UKW-Sender für die 6-m-Welle mit 1,5 bis 2 kW Leistung gebaut; als Antennen werden Rundstrahler aus 4 waagerecht übereinander angeordneten Dipolquadraten (nach Böhm) verwendet; der erste quarzgesteuerte UKW-Sender wird im Betrieb vorgeführt; wegen der Beeinträchtigung des deutschen Rundfunkempfangs durch die im Ausland errichteten Großsender müssen auch in Deutschland Sender größerer Leistung gebaut werden; es entsteht der Großsender Mühlacker (7stufig mit 60-kW-Telefonieleistung), dann der 8stufige Sender Heilsberg; bei der Standard Elektrizitätsgesellschaft (SEG) werden Dezimeterwellen-Röhren und -Geräte entwickelt.

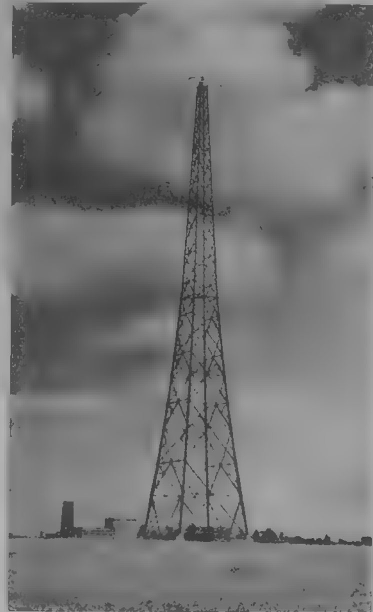


Bild 82. Antenne des Rundfunk-Senders Breslau, 1930.

1931 bis 1936 werden Richtstrahlantennen in Tannenbaumanordnung gebaut; das Kondensatormikrofon, später das dynamische Tauchspulenmikrofon werden benutzt; an die Stelle der Tischverstärker treten Gestellverstärker in zentralem Verstärkerraum; als Spitzenorganisation der deutschen Rundfunkgesellschaften entsteht die »Reichsrundfunkgesellschaft mbH«; außerdem wird die »Studiengesellschaft für Funkrecht« gegründet; Baird (England) nutzt die Eigenschwingung des Quarzkristalls zur Wellenkontrolle aus; Dieckmann erhält ein Patent auf eine lichtelektrische Bildzerlegeröhre; etwa 435000 industriegefertigte und 500000 Bastelgeräte sind in Deutschland in Betrieb; mit Dezimeterwellen

werden Versuche angestellt; das Reichspostzentralamt (RPZ) unternimmt Versuchssendungen für den UKW-Hörrundfunk mit amplitudenmodulierten UKW-Sendern; für die 25 ständig im Betrieb eingesetzten Rundfunksender werden fahrbare, sofort einsetzbare Ersatzsender, 6stufig mit 20 kW Leistung und 140-kVA-Dieselaggregat entwickelt; sie werden in dreiachsigen 10-t-Lastwagen und drei Spezialanhängern untergebracht; dazu gehört ein geländegängiger Wagen mit Teleskop-Antennenmast; eingesetzt wurden solche Sender beim Umbau des Großsenders Leipzig 1934 und beim Zusammenbruch des Antennenturms in Langenberg durch eine Windhose 1935; später wird ein zweiter Typ fahrbarer 20-kW-Sender entwickelt; er wird auf 10 3-t-Lastwagen untergebracht; im 2. Weltkrieg werden 100-kW-Sender in Eisenbahnwagen eingebaut; der Bildfunk Deutschland–New York wird eröffnet; der Funkdienst zur ärztlichen Beratung von Personen auf See wird verbessert.

1932 Für die Sender Langenberg und Breslau werden erstmalig Halbwellenantennen statt Vertikalantennen verwendet; durch moderne Leistungsröhren wird eine Telefonieleistung von 100 kW erreicht; damit ist die endgültige technische Ausführung für Großsender der dritten Bauperiode festgelegt; die neuen Großsender Leipzig, München, Frankfurt/Main, Berlin und Hamburg und die Nebensender Berlin-Ost, Trier, Stettin, Koblenz, Reichenbach und Stolp werden in Dienst gestellt; Bredow setzt bei der Weltkraftkonferenz in Berlin eine VDE-Kommission für Rundfunkentstörung ein; die Rundfunkhörer-Zahl in Deutschland beträgt 3 Mio; in Zeesen wird ein neuer Kurzwellensender in Dienst gestellt.

1933 Ein selbsttätiger Funkalarmempfänger für Notfälle auf See wird eingeführt; der »Volksempfänger« zum Preis von 75 RM kommt auf den Markt; deutsche Flughäfen und Verkehrsmaschinen werden mit Bordfunkgerät, Zielflug- und Blindlandeanlagen ausgestattet; die Sendeleistung weiterer Rundfunksender wird auf 100 kW erhöht; bei den Rundfunkapparaten wird ein Kurzwellenteil eingebaut; Siemens entwickelt die Großsenderöhre RS 300 für eine maximale Hochfrequenzleistung von 300 kW; später wird diese Röhre durch die RS 301 mit 200 kW Nutzleistung, geringerer Heizleistung (25 kW), höherer Spannungssicherheit und einer Lebensdauer von mehr als 10000 Betriebsstunden ersetzt; der deutsche Rundfunk verfügt über ein Schallplattenarchiv von 20000 Wachs- und 80000 Schwarzplatten; die AEG verwendet zur Schallaufzeichnung ein unmagnetisches, mit pulverförmigem Eisenoxyd (Fe_3O_4 = Magnetit) belegtes Band; in Zusammenarbeit mit der I. G. Farben wird ein Acetyl-Zellulose-Filmband mit magnetisierbarer Schicht entwickelt und 1937 zum erstenmal im Rundfunk verwendet.

1934 Die deutschen Kurzwellensender verfügen über 10 Richtstrahler nach Nord-, Mittel- und Südamerika, Afrika und Ostasien.

1935 Für die Olympischen Spiele (1936 in Berlin) werden 2 neue 40-kW-Kurzwellensender in Zeesen aufgebaut und mit Tannenbaum-Antennen ausgestattet; der Turm des Langenbergsenders (160 m hoch) wird durch eine Windhose zerstört.

1937 Die DRP baut in Zusammenarbeit mit Siemens und Halske 2 Drahtfunkversuchsnetze auf; das deutsche Rundfunksendernetz wird weiter ausgebaut; für einige Sender wird der Gleichwellenbetrieb



Bild 83. Richtstrahl- und Tannenbaum-Antennen für Kurzwellen, 1934.

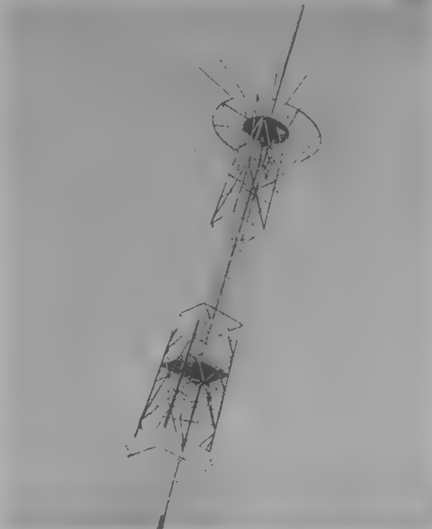


Bild 84. λ/4-Strahler (Papstfinger) in Norddeich, 1937.

versuchsweise eingeführt; Norddeich-Radio erhält einen $\lambda/4$-Strahler (sogenannten Papstfinger); das magische Auge wird als Abstimmanzeiger für Rundfunkgeräte eingeführt; der Rundfunkentstörungsdienst wird vom Fernsprechentstörungsdienst getrennt.

1938 17 Drahtfunkversuchsanlagen bestehen.

1939 Ein 500-kW-Langwellensender wird in Herzberg/Elster in Betrieb genommen; das deutsche Rundfunkversorgungsnetz ist fast vollständig verkabelt; der Meßfunk (Radar) wird weiterentwickelt; es wird eine Peilgenauigkeit von 0,1° bei einer Reichweite von 30 km erzielt; 60 Drahtfunksende- und 200 Drahtfunkverstärkerämter sind in Betrieb; im Rundfunksenderbau beginnt die vierte Entwicklungsstufe; es werden Umbausender geschaffen mit 5 Stufen mit besonderen Steuerquarzen für die vorgesehenen Frequenzen; sie können innerhalb von 10 bis 20 Minuten auf jede beliebige Frequenz zwischen 500 und 1500 kHz abgestimmt werden; in der Endstufe enthalten sie die neuentwickelte Röhrentype RS 366 mit 70 kW Nutzleistung; für den Dezimeter- und Zentimeter-Bereich werden Metall-Keramik-Röhren entwickelt; Hochleistungsröhren mit Thorium-Kathode.

1940 Ein frequenzmoduliertes Dezimeter-Richtfunknetz wird für die deutsche Luftwaffe geschaffen; die Radarortung von Bomberverbänden bewährt sich; die Rundfunksender erhalten Halbwellen-Antennen in Form von selbstschwingenden Masten; bei der Aufzeichnung von Tonaufnahmen für den Rundfunk erzielen v. Braunmühl und Weber (Reichsrundfunkgesellschaft) durch vorausgehende Entmagnetisierung des Bandes mit Hochfrequenz eine wesentliche Verbesserung der Aufzeichnungsqualität; eine unmittelbare Funksprechverbindung (vorher über London) Berlin–New York wird eröffnet.

1941 Es werden Radargeräte in Flugzeuge zur Ortung feindlicher, anfliegender Verbände eingebaut.

1942 Die englische Marine setzt Bord-Radargeräte, die auf sehr kurzen Wellen arbeiten, zur Bekämpfung deutscher U-Boote ein; in Elmshorn wird eine Kurzwellenstation errichtet und zunächst mit zwei 50-kW-Sendern des Olympia-Typs ausgerüstet; für einen besseren Übersee-Propagandadienst werden in München vier Kurzwellensender mit 75 bis 100 kW Leistung aufgestellt; die Senderöhre RS 566 (thorierte RS 366 mit thorierter Wolframkathode, wassergekühlt) entsteht.

1943 Tonnenweise von Feindflugzeugen abgeworfene Stanniolstreifen erschweren die deutsche Radarortung einfliegender Bomberverbände; neue Rundfunk-Leistungsverstärker in Form von dreistufigen gegengekoppelten Verstärkern V 41 mit Stahlröhren werden eingeführt; bei der Reichspostforschungsanstalt (RPF) wird von Graziadei eine neue Form der selbstschwingenden Rohrantenne mit Obenspeisung entwickelt.

1944 Der Rundfunk ist fast das einzige Nachrichtenmittel für die Luftschutzwarnung.

1945 In Oebisfelde werden acht 100-kW-Kurzwellensender, zwei 20-kW- und ein 5-kW-Sender in Betrieb genommen, weitere Sender sind im Aufbau; bei Kriegsende sind in Deutschland 38 Mittelwellensender, davon 24 im heutigen Bundesgebiet, in Betrieb, 9 Rundfunksender sind völlig, 7 sind teilweise zerstört; mit der Besetzung des Senders Flensburg stellt der letzte Reichssender den Betrieb ein; der Artikel IX der Erklärung der Alliierten verbietet jeden deutschen Sendebetrieb; Rundfunk ist nur unter der Leitung und im Dienste der Besatzungsmacht möglich; Radio Hamburg beginnt unter britischer Leitung mit dem Betrieb; der NWDR wird aus Radio Hamburg und Köln gegründet; sämtliche Drahtfunkanlagen werden von den Besatzungsmächten außer Betrieb gesetzt.

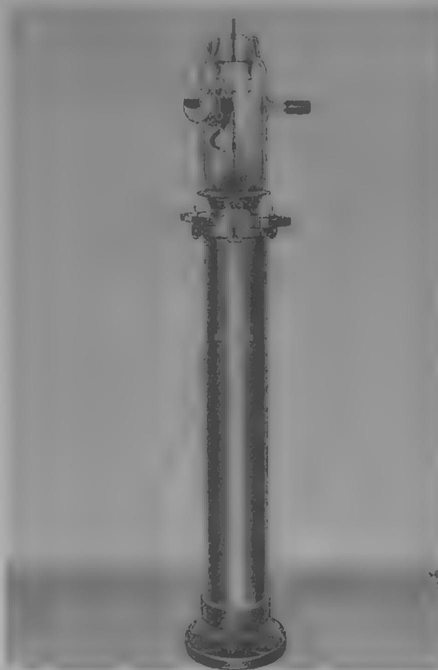


Bild 85. Senderröhre RS 566 für 100 kW, 1942 bis 1959.

1946 Der Wiederaufbau von Rundfunkstationen beginnt; völlig zerstörte Anlagen (z. B. Langenberg I) werden ausgeschlachtet, und die noch brauchbaren Teile werden anderen Sendern (z. B. Mühlacker) zur Verfügung gestellt; ein erster Notbetrieb (in einigen Fällen mit kleinen fahrbaren Sendern) wird von den Besatzungsmächten durchgeführt, ein fast normaler Betrieb wird mit fahrbaren 20-kW-Sendern der Post möglich; von den Besatzungsmächten werden bis 1949 zwölf teils fahrbare, teils stationäre Soldatensender (teilweise im Gleichwellenbetrieb) errichtet; acht frühere deutsche Sender sind als Sender für die Besatzungsmacht eingesetzt; in Berlin wird der DIAS (Drahtfunk im amerikanischen Sektor) gegründet; der NWDR beginnt mit seiner Tätigkeit in Berlin; der DIAS wird in RIAS (Rundfunk im amerikanischen Sektor) umgewandelt; die fünfte Entwicklungsstufe

im Senderbau beginnt; sie bringt den Bau von 14 Mittelwellensendern mit einer Leistung von 2 bis 20 kW; neue luftgekühlte Senderöhren (10-kW-Triode RS 720) werden verwendet; die Antennen werden fast durchweg als selbstschwingende Gitter- oder Rohrmaste errichtet; es entstehen neue Produktionsstätten für die Rundfunkindustrie, eine Übersee-Funkstelle wird bei Frankfurt/Main errichtet.

1947 Im Überseeverkehr werden die Funkdienste von Deutschland nach New York, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Bogota, Lima und Santiago de Chile aufgenommen; die Post übernimmt die Richtfunknetze der Besatzungsmächte; die Sendestelle Elmshorn und die Empfangsstelle Lüchow werden Zentralstellen für den Überseefunk; der Bau von Rundfunkempfängern erreicht wieder den Qualitätsstand von 1936; neue Rundfunkanstalten entstehen; durch Verordnung der Militärregierung wird der NWDR als Anstalt des öffentlichen Rechts bestätigt; RIAS beginnt als erster deutscher Sender mit dem Werbefunk; die europäische Funkkonferenz in Kopenhagen läßt Deutschland ohne Exklusivfrequenzen im Mittelwellenbereich und ohne Frequenzen im Langwellenbereich.

1948 Gesetz über den Bayerischen Rundfunk und Gesetz über den Hessischen Rundfunk; Gründung des Südwestfunks Baden-Baden und des Südfunks Stuttgart; in der britischen Besatzungszone sind wieder 32 Drahtfunksendeämter und 201 Verstärkerämter, in der amerikanischen Zone 4 Drahtfunksende- und 12 Verstärkerämter in Betrieb; als erster deutscher frequenzmodulierter Sender wird München mit 0,25 kW, einen Tag später der UKW-Sender Hannover in Betrieb genommen; Gesetz über Radio Bremen.

1949 Gesetz über den Amateurfunk; in Mainflingen wird von der Post eine Langwellenstation in Betrieb genommen; 100-kW-Sender für RIAS Berlin; Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten für wissenschaftliche, medizinische und industrielle Zwecke; der hochfrequente Drahtfunk über das Starkstromleitungsnetz zur Rundfunkversorgung enger Gebirgstäler wird mit Erfolg versucht; Eröffnung der UKW-Rundfunks; 0,25-kW-UKW-Sender von Rhode und Schwarz in München; 0,1-kW-UKW-Sender von Telefunken in Hannover; es folgen die UKW-Sender Hamburg, Stuttgart, Frankfurt, Kassel, Nürnberg, Würzburg und Köln; sämtlich im 3,3-m-Band; sie werden vorwiegend mit horizontalen Dipol-Elementen in Quirlform als Antenne oder mit Richtstrahlern nach Yagi ausgerüstet; bei neueren ausfahrbaren Rundstrahlern für Mittelwelle wird anstelle der Erde ein Gegengewicht verwendet; der Rheinfunkdienst als internationaler Fernsprechdienst mit Rheinschiffen wird eröffnet; die 600 km lange deutsche Rheinstrecke wird durch 5 Funkstellen versorgt; erste UKW-Richtfunkverbindung nach Berlin.

1950 Der UKW-Rundfunk verdrängt den Drahtfunk; die Verwendung einer Polyvinylgrundlage verbessert die Magnettonbänder; der Kopenhagener Wellenplan veranlaßt die für die Rundfunkversorgung zuständigen Besatzungsmächte, den UKW-Rundfunk aufzugreifen; in der BRD werden 76 Rundfunksender auf 37 Frequenzen betrieben, davon 22 mit Einzelwellen; 15 Frequenzen sind mehrfach belegt; die deutsche Ostzone verfügt über 2 Frequenzen; die DBP baut das UKW-Richtfunknetz aus; im 4—7-m-Band werden bei Sendeleistungen von 1,5 kW (Röhrenleistung) Entfernungen von 200 km und mehr überbrückt; 1 Funkweg wird mit 12, 15 oder 24 Sprechkanälen belegt; die Sprechfunkverbindung Berlin–Torfhaus (Harz) wird auf 3 Linien mit 35 Kanälen erweitert; Beginn der regelmäßigen Programme UKW-Nord und UKW-West des NWDR; konstituierende Sitzung der ARD (Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands); erste deutsche Funkausstellung nach dem 2. Weltkrieg in Düsseldorf; die Kurzwellenstation Bonames (bei Frankfurt/Main) für den Nachrichtenverkehr Deutschland–Übersee wird eröffnet; erstes PPM-Versuchsmuster mit CCI-Übertragungsqualität.

1951 Der Fernmeldeturm auf dem Großen Feldberg/Taunus wird Mittel- und Knotenpunkt des deutschen Dezimeternetzes; er beherbergt 10 Sender mit 20 Antennen für den Fernsprechdienst in 6 Richtungen; der öffentliche bewegliche Landfunkdienst (öbL) für den Sprechverkehr zwischen Fahrzeugen (Kraftfahrzeugen), Schiffen in Häfen und auf Binnenwasserstraßen, Eisenbahnzügen und dem öffentlichen Netz der DBP wird versuchsweise mit verschiedenen Selectivrufsystemen und auf verschiedenen UKW-Frequenzbereichen erprobt; erste Fernsehversuchsverbindung über Richtfunk (Düsseldorf/Wuppertal zur Funkausstellung); der Bildtelegrafendienst wird wiederaufgenommen; beim Richtfunk ist das 24-Kanalsystem mit Pulsphasenmodulation PPM 24/2500 in Gebrauch, ferner das System FM 24/50, später FM 120/2000 (1957) und FM 120/7000 (1962); das Breitbandsystem 960 TV/4000 wird entwickelt; die Funkbetriebskommission zur Erörterung von technischen und betrieblichen Fragen der Wellenverteilung und des deutschen Funkdienstes wird geschaffen.

1952 In der BRD einschließlich West-Berlin gibt es nahezu 10 Millionen Rundfunkteilnehmer; Beginn der ersten europäischen UKW- und Fernseh-Konferenz in Stockholm; die BRD erhält Frequenzen für 246 UKW-Sender; die DBP nimmt zwei 50-kW-Langwellensender und vier 20-kW-Kurzwellensender für den Überseefunkverkehr in Betrieb; in Berlin wird ein Fahrzeugfunkdienst im 160-MHz-Band mit Selektivruf eingerichtet; der Funkentstörungsdienst wird in Funkstörungsmeßdienst umbenannt; der Hafenfunk wird in Bremerhaven und Kiel eingeführt; erste TV-Leitung Hamburg–Köln mit FMTV/1900 (Freda).

1953 Beginn der regelmäßigen Kurzwellensendungen der Deutschen Welle über den Sender Osterloog; Beginn von Versuchssendungen auf Langwelle (151 kHz) mit Genehmigung der Alliierten Hohen Kommission; Gründung des Senders »Freies Berlin« (SFB) aus dem früheren NWDR Berlin; der 100. UKW-Sender wird in Betrieb gestellt.

1954 Das Richtfunknetz der DBP für Fernsprechzwecke ist 3600 km lang, seine Sprechkreislänge beträgt 49000 km (ohne Funkbrücke nach Berlin); die Fertigung von Flächentransistoren beginnt; als

Brücke zum Ausland erhält die Deutsche Welle zwei 100-kW-Kurzwellensender; sie beginnt mit der Ausstrahlung von fremdsprachigen Nachrichten; Beginn eines vorübergehenden dritten Programms des NWDR auf UKW; 65 Rheinschiffstellen führen monatlich etwa 3000 Gespräche.

1955 Nord- und Ostsee-Sprechfunkabkommen durch die Nord-Ostsee-Konferenz in Göteborg; für die neue



Bild 86. Leistungstransistoren, 1960.

Kurzwellensendestelle der Deutschen Welle wird in Jülich der Grundstein gelegt; erste Richtfunkleitung FM 60/2000 Frankfurt–Würzburg; FM 240/1900 Hannover–Münster.

1956 Teilung des NWDR in einen norddeutschen (NDR) und westdeutschen (WDR) Rundfunk; Inbetriebnahme des ersten 100-kW-Kurzwellen-Senders in Jülich; Beginn eines vorübergehenden zweiten Programms des WDR auf UKW; ein Richtfunksystem im Bereich 7,5 cm (4 GHz) wird fertigentwickelt; es ermöglicht über eine Richtantenne 6 Breitbandübertragungskanäle für je 1 Fernsehprogramm oder 600 Fernsprechkanäle; im Bundesgebiet (einschl. West-Berlin) gibt es 13,8 Mio Tonrundfunkteilnehmer und 681000 Fernsehrundfunkteilnehmer; das Richtfunknetz der DBP hat eine Gesamtstreckenlänge von 11000 km mit 106 Richtfunkstellen; das entspricht



Bild 87. Fernmeldeturm der DBP in Wardböhmen.

200000 km trägerfrequenten Fernsprechkanälen; der erste volltransistorisierte Rundfunkempfänger kommt auf den Markt. Erste Rundfunk-Tonübertragung über PPM-Richtfunk Hamburg–Höbeck (Berlin).

1957 Richtfunklinien für 120 Kanäle im 2000-MHz-Bereich und für 600 Kanäle im 4-GHz-Bereich werden gebaut; weitere Bezirksstrecken werden mit 24- und 60-TF-Richtfunksystemen gebaut.

1958 Erste deutsche Stereo-Versuchssendung durch den SFB über 2 UKW-Sender; ein Netz fester Landfunkstellen für den öffentlichen beweglichen Landfunkdienst wird im 160-MHz-Bereich mit einem einheitlichen Selectivrufsystem aufgebaut.

1959 In der BRD, einschl. West-Berlin, gibt es mehr als 15 Mio Rundfunkteilnehmer; ein Dreh-Adcock-Peiler für UKW-Peilung wird entwickelt: Aufbau von 2 Scatter-Verbindungen FM 120/2000 Torfhaus–Berlin.

1960 Inbetriebnahme des fünften 100-kW-Senders der Deutschen Welle in Jülich; die Deutsche Welle

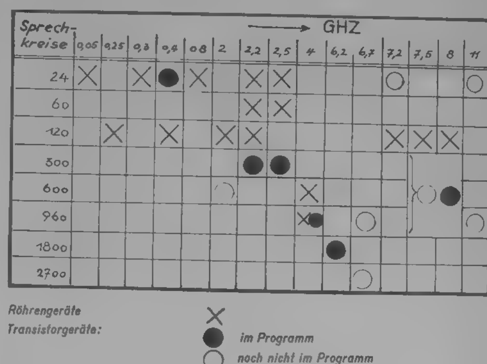


Bild 88. Frequenzbereiche von Richtfunksystemen und Anzahl der Sprechkreise je Richtfunk-Kanalpaar, 1966.

erweitert ihr Programm beträchtlich; Gesetz über die Bundesrundfunkanstalten »Deutsche Welle« und »Deutschlandfunk«.

1961 Urteil des Bundesverfassungsgerichts im sog. Fernsehstreit; Staatsvertrag über die Errichtung der Anstalt des öff. Rechts »Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF)« — siehe 4.11. —; konstituierende Sitzung der Rundfunkräte der Bundesrundfunkanstalten Deutsche Welle und Deutschlandfunk; der erste Intendant des Deutschlandfunks wird gewählt; Übergabe der Kurzwellensendestelle Jülich der Deutschen Welle vom WDR an die DBP; der erste Intendant der Deutschen Welle als Bundesrundfunkanstalt wird ernannt.

1962 Der Deutschlandfunk beginnt auf Langwelle und Mittelwelle mit der Ausstrahlung seines Programms; der Stockholmer Plan für UKW tritt in Kraft; die DBP übernimmt die Ausstrahlungen des Deutschlandfunks mit zwei Mittelwellensendern 548 kHz und 1538 kHz und einem Langwellensender 151 kHz; neue luftgekühlte Sendetrioden und Scheibentetroden für Einseitenbandsender (Nutzleistung 1 kW max. bei 1250 MHz, bzw. 50 W bei 3 GHz) werden entwickelt.

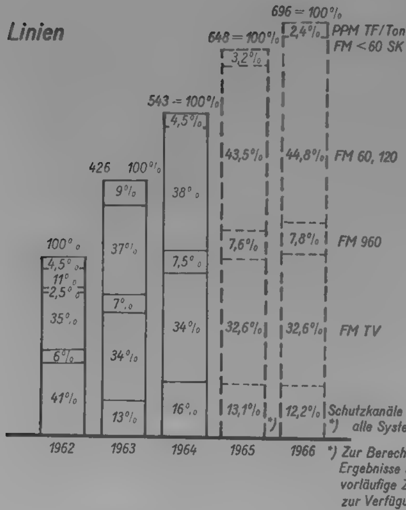


Bild 89. Linienanteile der Richtfunksysteme auf den Grundleitungen im Netz der DBP, Entwicklung von 1962 bis 1966.

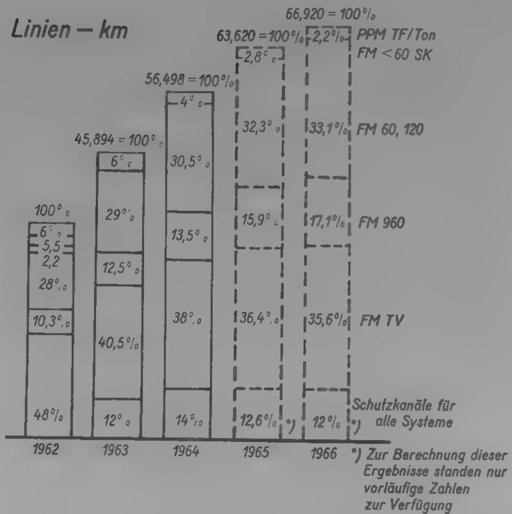


Bild 90. Linien-Kilometer-Anteile der Richtfunksysteme auf den Grundleitungen im Netz der DBP, Entwicklung von 1962 bis 1966.

1963 Der Deutschlandfunk beginnt mit fremdsprachigen Sendungen; der Langwellensender Mainflingen des Deutschlandfunks wird von 20 kW auf 50 kW Sendeleistung verstärkt.

1965 Die Relaisstation der Deutschen Welle in Kigali/Rwanda (Afrika) wird mit einem 250-kW-Sender offiziell in Betrieb genommen.

1966 In Berlin werden als letztem Bereich die Drahtfunksendungen eingestellt; für die Deutsche Welle werden in Jülich sieben 100-kW-Kurzwellensender mit insgesamt 65 Sendestunden täglich betrieben.

1967 Der Langwellensender der DBP für den Deutschlandfunk wird von 50 kW auf 70 kW verstärkt; neuer Standort Donebach; der Mittelwellensender Neumünster mit 300 kW wird für den Deutschlandfunk in Betrieb genommen; sein Endausbau ist mit 600 kW vorgesehen; es werden 3 Gruppen von Richtfunksystemen betrieben: Gruppe der Kleinkanalsysteme mit 6, 12 oder 24 Kanälen für den Zubringerverkehr zum Fernverkehr und für Dienstleitungen; Gruppe der Systeme mit mittleren Kanalzahlen mit 300, 600 oder 960 Sprechkreisen oder für Belegung mit äquivalenten Nachrichten des Zubringer- oder Weitverkehrs und Gruppe der Systeme mit großen Kanalzahlen, z. B. 1800 Sprechkreisen oder äquivalenter Belegung mit einem TV-Programm und vier Tonprogrammen (noch nicht bei der DBP).

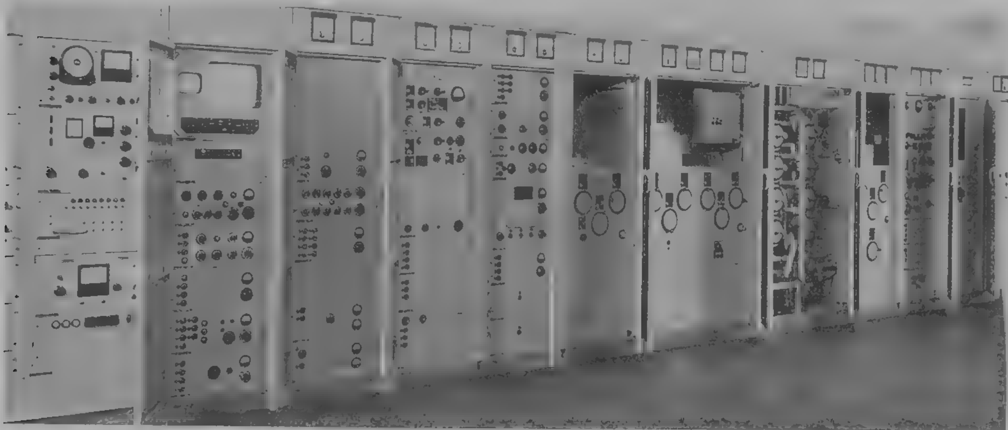


Bild 91. 10-kW-Fernsehsender Band III ,1952.

1968 Inbetriebnahme des 8. und 9. Kurzwellensenders mit einer Leistung von je 100 kW für die Deutsche Welle in Jülich; für den Deutschlandfunk sind in Tätigkeit die nachstehenden Sender der DBP:

Mainflingen	1538 kHz	700 kW
Braunschweig	548 kHz	800 kW
Braunschweig	755 kHz	200 kW
Neumünster	1268 kHz	600 kW
Ravensburg	755 kHz	40 kW
Bad Dürrheim	548 kHz	20 kW
Donebach	151 kHz	70 kW;

in der BRD einschl. West-Berlin werden außerdem von den Rundfunkanstalten des Landesrechts und anderen (z. B. AFN) 34 Mittelwellensender mit

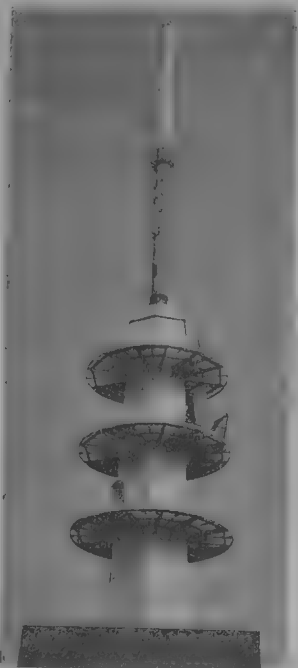


Bild 92. TV-Antenne, Bereich IV-V, 1964.

Strahlungsleistungen von 10 bis 400 kW und 121 UKW-Sender mit Strahlungsleistungen von 10 bis 100 kW betrieben; außerdem sind bei den einzelnen Rundfunkanstalten noch einige Kurzwellensender in Betrieb; die monolithische Schaltkreistechnik entsteht, und die Kapazitätsdiode oder der Varaktor (zur Frequenzvervielfachung) wird entwickelt; die 7-GHz-Technik findet ihre erste Anwendung; beim Richtfunk geht die Röhrentechnik zu Ende; die Halbleitertechnik kommt auf; Spezialröhren werden nur noch dort verwendet, wo größere Hochfrequenzleistungen benötigt werden; die DBP führt das 6-GHz-Breitbandsystem beim Richtfunk ein, das bis

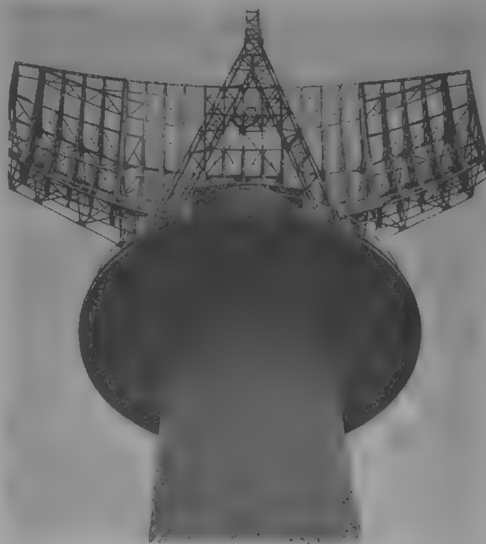


Bild 93. Mittelbereichs-Radaranlage auf einem Flughafen, 1964.

auf eine Wanderfeldröhre im Ausgangsverstärker voll transistorisiert ist; es ermöglicht 1800 Sprechkanäle auf einem Radio-(oder Rundfunk-)kanal und enthält 8 Radio-Kanäle in jeder Richtung zwischen 5925 und 6425 MHz; wegen des notwendigen Ersatzkanals werden nur 7 Kanäle ausgenutzt und damit 12600 Sprechkanäle; das künftige System besitzt 2700 Kanäle je Radiofrequenz-Kanal im Frequenzbereich 6425 bis 7125 MHz; das bedeutet 18900 bzw. 16200 Sprechkreise; erste Richtfunkverbindung FM 960-1800-TV/6200 Nürnberg–München.

3.4. Internationale Entwicklung.

1903 Internationale Funktelegrafenkonferenz in Berlin.

1906 Erste Weltkonferenz in Berlin; 27 Staaten unterzeichnen den Internationalen Funkvertrag; die USA ratifizieren nicht, England und Italien nur mit Vorbehalten; das Marconi-Monopol wird noch nicht gebrochen; auf Anregung Deutschlands wird der Seenotruf geschaffen.

1908 Das Internationale Telegrafenbüro des Welttelegrafenvereins in Bern erhält eine besondere Abteilung für Funkwesen.

1911 Teilverständigung Telefunken-Marconi über den europäischen Seefunk.

1912 Internationale Funkkonferenz in London (Titanic-Konferenz).

1913 Schiffssicherheitskonferenz in London; Ende des Konkurrenzkampfes Telefunken-Marconi; Gemeinschaftsgründung der »Société Anonyme de Télégraphie sans Fil« in Brüssel.

1914 Der Internationale Vertrag zum Schutz des menschlichen Lebens auf See wird von 18 Staaten unterzeichnet.

1919 Wiederaufnahme des deutschen Übersee-Nachrichtenverkehrs durch Transradio.

1921 Das »Commercial Radio International Comitee« wird gegründet (Telefunken, Berlin; Marconi's Wireless Telegraph Co, London; Compagnie Général de Télégraphie sans Fil, Paris, und Radio Corporation of America, New York).

1925 Der Weltrundfunkverein (Union Internationale de Radiodiffusion) — UIR — wird in Genf auf Anregung von Bredow gegründet; er erstellt den ersten Frequenzplan für den Bereich von 545 bis 1500 kHz (Genfer Plan 1925).

1926 Der Genfer Plan wird von den Fernmeldeverwaltungen in Kraft gesetzt; Deutschland erhält 12 Haupt- und 11 Gemeinschaftswellen; in Brüssel wird eine Technische Überwachungsstelle der UIR eingerichtet.

1927 Im Zusammenhang mit der Weltfunkkonferenz wird in Washington unter der Teilnahme von 76 Regierungen und 65 Gesellschaften der Genfer Plan revidiert; es entsteht der Brüsseler Plan; er enthält erst- und einmalig Rundfunksendestellen im Langwellenbereich von 160 bis 224 kHz; er weist bestimmte Frequenzen an die einzelnen Funkdienste fest zu; der Plan tritt 1929 in Kraft; erstmalig wird eine Formel für die Zahl der einem Land zustehenden Exklusivfrequenzen angewendet; das CCIR (Comité Consultatif International Technique des Communications Radioélectriques) wird gebildet.

1929 Die Konferenz der Fernmeldeverwaltungen schafft den Prager Plan; der kHz-Abstand der Rundfunksender wird von 10 auf 9 kHz herabgesetzt; Schiffssicherheitsvertrag von London; er enthält u. a. die Festsetzung von Funkdienstzeiten an Bord und die Anerkennung selbsttätiger Funkalarmempfänger; die erste Vollversammlung des CCIR findet in Den Haag statt.

1931 Vollversammlung des CCIR in Kopenhagen.

1932 Auf der Weltnachrichtenkonferenz in Madrid wird der Prager Plan revidiert; der alte Welttelegrafenvertrag von St. Petersburg von 1875 wird mit dem Weltfunkvertrag von Washington von 1927 vereinigt; der Weltnachrichtenverein zur einheitlichen Regelung für Draht und Funk entsteht; das CCIR wird vertraglich anerkannt.

1933 Eine Europäische Rundfunkkonferenz nimmt einen neuen Plan in Luzern an (er war praktisch bis zum Kopenhagener Abkommen 1948 in Kraft); für 200 Rundfunkanstalten werden 115 verschiedene Wellen vorgesehen; Deutschland erhält 1 Lang-, 3 Mittel- und 13 Gemeinschaftswellen neu.

1934 Vollversammlung des CCIR in Lissabon.

1935 Funkkonferenz in Stockholm (Grenzwellenbereiche).

1937 Vollversammlung des CCIR in Budapest.

1938 Weltnachrichtenkonferenz in Kairo; eine neue Vollzugsordnung für den Funkdienst wird geschaffen.

1939 In Montreux wird von der Europäischen Funkkonferenz ein neuer Frequenzplan aufgestellt; er tritt wegen des 2. Weltkriegs nicht mehr in Kraft.

1946 Beratung der USA, Frankreichs, Großbritanniens, Chinas und der UdSSR über die zukünftige Regelung des Fernmeldewesens.

1947 Funkverwaltungskonferenz von Atlantic-City über Fragen des Europäischen Lang- und Mittelwellen-Rundfunks; 78 Staaten unterzeichnen einen internationalen Fernmeldevertrag, der 1949 in Kraft tritt; zur Vorbereitung einer neuen Konferenz, zu der Dänemark einladen soll, wird unter Vorsitz Belgiens ein Acht-Länder-Ausschuß gebildet; in Kopenhagen findet eine Europäische Rundfunkkonferenz statt; das »Europäische Rundfunkabkommen Kopenhagen 1948« wird von 25 europäischen Ländern unterzeichnet; Deutschland erhält 8 Wellen im Mittelwellenbereich, aber keine Langwelle; Abkommen und Wellenplan treten 1950 in Kraft; der Verwaltungsrat der UIT beschließt die Abhaltung einer Internationalen Flugfunkverwaltungskonferenz (siehe 3.4.1.); in Stockholm findet eine Vollversammlung des CCIR statt.

1948 Internationale Rundfunkkonferenz in Mexiko-City; es sind 69 Länder vertreten; die USA und die UdSSR unterzeichnen die Beschlüsse nicht.

1949 Der Planungsausschuß (11 Länder) arbeitet in Paris.

1950 Internationale Rundfunkkonferenz in Florenz-Rapallo; 53 Länder sind vertreten; kein Abkommen; Empfehlungen für bilaterale und multilaterale Abkommen zur Kurzwellen-Verteilung der Länder unter Einschaltung des IFRB (International Frequency Registration Board); in Kopenhagen wird eine Europäische Seefunkkonferenz abgehalten.

1951 Außerordentliche Funkverwaltungskonferenz (CAER = Conférence Administrative Extraordinaire des Radiocommunications) in Bern; erste deutsche Teilnahme nach dem 2. Weltkrieg; Vollversammlung des CCIR in Genf.

1952 Europäische Rundfunkkonferenz in Stockholm; sie befaßt sich mit dem Aufstellen von Frequenzplänen im UKW-Bereich für Fernsehen und UKW-Rundfunk; die BRD wird Mitglied des Internationalen Fernmeldevereins.

1953 Vollversammlung des CCIR in London.

1954 Der Internationale Fernmeldevertrag von Buenos Aires (siehe 2.2.) tritt in Kraft.

1956 Vollversammlung des CCIR in Warschau.

1957 Regionales Abkommen über den Internationalen Sprech-Seefunkdienst auf Ultrakurzwellen in Den Haag. Regionales Abkommen über den Internationalen Rheinfunkdienst auf Ultrakurzwellen in Brüssel.

1959 in Los Angeles; Funkverwaltungskonferenz in Genf; erstmalig wird der Weltraumfunk behandelt.

1960 Eine regionale Konferenz in Genf beschäftigt sich bei Anwesenheit von 23 Verwaltungen mit dem Rundfunk auf Ultrakurzwellen. Internationale Konferenz zum Schutz des menschlichen Lebens auf See, London.

1961 Vorkonferenz in Cannes und Europäische Rundfunkkonferenz in Stockholm (38 Verwaltungen).

1963 Vollversammlung des CCIR in Genf. Außerordentliche Funkverwaltungskonferenz zur Behandlung von Fragen des Weltraumfunkdienstes in Genf.

1966 in Oslo; endgültige Spaltung Europas in 2 Farbfernsehsystemgebiete (nächste Vollversammlung des CCIR soll in New Delhi stattfinden). Außerordentliche Funkverwaltungskonferenz zur Behandlung von Fragen des Flugfunkdienstes in Genf.

1967 Weltweite Funkverwaltungskonferenz zur Behandlung von Fragen des beweglichen Seefunkdienstes in Genf.

1970 CCIR-Vollversammlung in New-Delhi.

3.4.1. Internationale Entwicklung des beweglichen Kurzwellen-Flugdienstes.

1948 Der Verwaltungsrat der UIT (Union International des Télécommunications) beschließt in Genf eine Internationale Flugfunk-Verwaltungskonferenz (CIARA = Conférence Internationale Administrative des Radiocommunications Aéronautiques) abzuhalten; die Konferenz hat die Aufgabe, die dem beweglichen Flugfunkdienst zugewiesenen Kurzwellen-Frequenzbereiche auf die einzelnen Hauptfluggebiete der Welt (ZLAMP = Zones de passage des Lignes Aériennes Mondiales Principales/RDARA = Major World Air Route Areas) und die regionalen und nationalen Flugstrecken (ZLARM = Zones des Lignes Aériennes Regionales et Nationales/RDARA = Regional and Domestic Air Route Aereas) zu verteilen.

1951 Eine Außerordentliche Funkverwaltungskonferenz (CAER = Conférence Administrative Extraordinaire des Radiocommunications) in Genf genehmigt eine neue internationale Frequenzliste (IFL).

1959 Die Funkverwaltungskonferenz (CAOR = Conférence Administrative Ordinaire des Radiocommunications) in Genf revidiert die gesamte Vollzugsordnung für den Funkdienst; der Fernmeldeausschuß der Internationalen Luftfahrtorganisation (ICAO = International Civil Aviation Organisation) befaßt sich mit der Entschließung der CAOR über die Einberufung einer Flugfunk-CAER.

1963 ICAO-Konferenz in Montreal zur Änderung des Frequenzverteilungsplanes.

1964 Flugfunk-CAER in Genf; an der 1. Sitzungsperiode nehmen 53 Länder, an der 2. Sitzungsperiode (1966) 57 Länder teil.

4. Geschichte des Fernsehens.

4.1. Allgemeine Entwicklung.

Bemerkung (s. a. 4.11.): Gemeinschaftsentwicklung Post/Fernmeldefirmen bis zum 2. Weltkrieg; daher in den nachfolgenden Abschnitten Angabe nur für diese Zeit; nach 1945 nur Netzausbau durch DBP; Senderbau für 1. Programm durch die ARD; mit Gründung des »Zweiten Deutschen Fernsehens« Senderaufbau für ein zweites und alle folgenden Programme durch DBP.

1843 Vorschlag von Bain für die Zerlegung körperlicher Bildvorlagen in Zeilen; Umwandlung der Helligkeitswerte in Stromimpulse und Übertragung nacheinander in einem Kanal.

1851 Untersuchung von Selen durch Hittorf.

1855 Caselli gibt für die Bildtelegrafie die Zerlegung des Bildfeldes in Zeilen und Punkte an.

1875 Zweidimensionale Fernseheinrichtung nach Carey.

1878 De Paiva schlägt die Verwendung von Selen für Fernsehzwecke vor.

1879 Carey beschreibt das Schema eines elektrischen Fernsehers.

1880 Telectroscop von Senlecq; Le Blanc veröffentlicht eine theoretische Untersuchung zur Lösung des Fernsehens.

1881 Neue Lösung eines Telectroscops von Senlecq; Bidwell führt einen Telephotographen vor.

1883 Nipkow entwickelt Gedanken für ein elektrisches Teleskop.

1884 Elektrisches Tachyskop von Anschütz zur Wiedergabe von lebenden Bildern (Schnellseher); rotierende Spiegellochscheibe nach Nipkow; er erhält sein erstes Fernsehpatent; Fernseher von Rabourdin.

1889 Spiegelprisma von Weiller; Bildabtaster nach Liesegang.

1890 Fernseher nach Sutton unter Ausnutzung des phonischen Rades von La Cour und des Kerr-Effektes.

1891 Der Begriff »Fernsehen« wird von Liesegang erstmalig benutzt; Bildzerlegung nach Brillouin.

1893 Lichtsteuerung nach Poutois.

1894 Zerlegerscheiben nach Majorana.

1895 Erste Filmvorführung der Welt (als Vorläufer des Fernsehens) durch die Gebrüder Skladanowsky in Berlin mit Bioskop.

1897 Fernsehvorrichtung von Szcepanik.

1898 Teleskop von Dussand.

1900 Ein elektrisches Fernsehbild wird auf Vorschlag von Bronk nach dem Verfahren von Poulsen magnetisch gespeichert.

1902 Ruhmer versucht mit moduliertem Licht über den Wannsee zu telefonieren; Patentanmeldung von Bronk für das Fernsehen mit farbigen Bildern; Coblyn schlägt die Zeilenablenkung durch magnetisch gesteuerte Schwingspiegel vor.

1903 Vielzellen-Fernseher von Nisco; Vorschlag von Schneider für die Bildrasterung durch von Telefonmembranen gesteuerte Spiegel; Lichtbogen nach Simon als Lichtrelais; Fernseher-Vorschläge von Ré, Jaworsky und Frankenstein.

1906 Selenzellen-Fernseher von Lux; Dieckmann benutzt die Braun'sche Röhre als Bildschreiber; Lieben entwickelt ein Kathodenrelais für höchste Frequenzen.

1907 Vorschlag von Rosing für die Braun'sche Röhre als Bildschreiber.

1908 Hinweis von Campbell Winton auf die Verwendung von Kathodenstrahlen für das Fernsehen auf der Geber- und Empfangsseite.

1909 Vielzellen-Fernseher von Rignoux und Fournier; Ruhmer demonstriert das Prinzip der Fernübertragung eines Bildes (25 Bildelemente).

1910 Der Fernseh-Demonstrationsapparat von Ruhmer wird vorgeführt; Fernseher-Vorschläge von Saint Renée, Armengand und Gebrüder Andersen.

1911 Fotoelektrische Trägerfrequenz nach Rosing; Korn und Glatzel erkennen, daß mit den bekannten Hilfsmitteln das Problem des Fernsehens (mit einer Leitung oder einer kleineren Zahl von Leitungen) nicht gelöst werden kann.

1914 Baubeginn eines Fernsehers nach dem Selencq'schen Prinzip durch Mihály.

1918 Bildpunktsignale werden erstmalig durch Elektronenröhren verstärkt.

1919 Zeilenabtastung durch Oszillographenspiegel, Zeilenvorschub durch mechanisch gekippten Spiegel durch Mihály (Telehor).

1922 Neue Bildabtastung von Mihály; Vorschläge vieler Erfinder zur Lösung des Fernsehproblems; Schoultz (Kathodenstrahlröhre); Belin (Schwingspiegel); Barthélémy; Carny (Schlitz- oder Lochscheibe); Valensi; Dauvillier; Belin; Carny; Claye (Kombination dieser Elemente); der Begriff »Television« wird erstmalig als wörtliche Übersetzung des deutschen Wortes »Fernsehen« von Langer gebraucht.

1923 Patentanmeldung von Zworykin (USA) für das rein elektronische Fernsehen; (elektronischer Bildabtaster, später Ikonoskop); schematische Untersuchungen von Photozellenströmen, des Farada-Effektes und des Kerr-Effektes durch Karolus.

1925 Objektabtastung nach dem Verfahren von Ekström durch Karolus; Registrierung der Helligkeitswerte unter Verwendung von Alkalizellen von Preßler; Fernseh-Schattenbilder-Vorführung durch Jenkins (USA); auf der Münchener Verkehrsausstellung werden erstmalig einfache, bewegte Schattenbilder übertragen; Baird'sche Fernsehapparatur mit gegenläufigen Schlitzscheiben nach Majorana; Patenterteilung an Dieckmann und Hell auf die erste »Lichtelektrische Bildzerlegungsröhre für Fernseher«.

1926 Beginn der Entwicklungsstudien für das Fernsehen bei der DRP (Auftrag für Banneitz); enger Kontakt mit Mihály; die DRP macht erste Fernsehversuche; Schröter weist auf Fernsehsendungen durch gebündelte Ultrakurzwellen hin; Halbton-Bild eines stark beleuchteten Gesichts (30 Zeilen, 5 Bildwechsel/sec [Baird]).

1927 Das Telegrafentechnische Reichsamt (TRA) führt systematische Versuche für die Lösung der Gleichlauf-Regelung beim Geber bzw. Empfänger durch; Übertragung eines grob gerasterten Bildes über die Fernsprechleitung Glasgow–London (Baird); Fernseh-Sprechverbindung Washington–New York über 330 km Freileitung durch Ives; Vorschlag von Arco für die Gleichtakt-Fernsteuerung von Film-Projektoren durch Tempo-Leitfilme zur optischen Illustration im Hörrundfunk.

1928 Übertragung von Diapositiv-Bildern über die Ortsleitung in Berlin durch Mihály; Vorführung einer Fernseh-Apparatur durch Mihály auf der 5. Großen Deutschen Rundfunkausstellung; die Möglichkeit des gegenseitigen Sehens beim Fernsprechen wird durch Krawinkel gezeigt; v. Mihály gründet zur Nutzung seiner Patente die Telehor AG. Berlin (die Firma geht 1930 an TEKADE in Nürnberg über); Karolus zeigt die Abtastung von Filmbildern mit 96 Zeilen durch den Mechau-Projektor (Fernsehsystem Telefunken-Karolus).

1929 Fernkino nach Mihály; Krawinkel baut im RPZ die erste Fernseh-Sprechanlage. Weitere Entwicklung der Bildabtaster: Die erste drahtlose Fernseh-Rundfunksendung der DRP wird vorgeführt; Filmabtaster der Telehor AG.; Episkopischer Bildabtaster von Mihály; auf der Funkausstellung in Berlin stellen die DRP, Telefunken, die Telehor AG. und die Fernseh-AG. aus; Tageslicht-Fernsehsender des RPZ nach Roessler; die DRP erprobt Fernsehsendungen über die Mittelwelle; auf der Kurzwelle und der UKW (3,4 m) werden zusammen mit Telefunken Versuche aufgenommen.

1930 Verlegung des RPZ-Fernseh-Labors von Tempelhof nach dem Rundfunksender Witzleben; das RPZ beginnt nach der vorläufigen ersten Norm (30 Zeilen zu je 40 Bildpunkten = 120 Rasterelemente; 12,5 Bildwechsel/sec) drahtlose Filme und Bilder lebender Personen mit dem Fernsehabtaster der Fernseh-AG. zu übertragen; außer dem RPZ beschäftigen sich in Deutschland drei Firmen mit Fernsehversuchen; Telefunken unter Leitung von Karolus, Telehor AG. unter v. Mihály und Deutsche Fernsehgesellschaft nach dem System Baird/Zeiss/Bosch/Loewe; Mihály konstruiert den Volksfernseher; das Bild erscheint auf der Mattscheibe in Postkartengröße in rötlichgelber Farbe; der Preis des Gerätes sollte 32 RM betragen; in Berlin wird der »Allgemeine Deutsche Fernsehverein« zur Förderung des Fernsehens gegründet; die erste Fernsehzeitschrift erscheint; es werden Fernsehversuche auf dem Kurzwellenband unter 100 m angestellt; Schröter wendet beim Fernsehen das Zeilensprungverfahren und die Bilderzeugung mit Braun'scher Röhre an; in den USA zeigt Zworykin das Ikonoskop.

1931 Der von Zworykin 1923 angegebene elektronische Diapositiv- oder Film-Abtaster nach dem Flying-Spot-System wird von v. Ardenne in Deutschland verwirklicht; erste planmäßig durchgeführte drahtlose Fernsehübertragung mit der Zeilenzahl 48 über einen deutschen Kurzwellensender.

1932 Elektronischer Filmgeber des RPZ nach neuer Fernseh-Norm (90 Zeilen, 25 Bildwechsel/sec); die Fernsehtechnik beginnt vereinzelt Hochvakuumzellen statt Photozellen zu verwenden; die DRP errichtet in Witzleben 3 KW-Fernsehsender auf Ultrakurzwelle 6,985 m; es werden Fernsehbilder und das Programm des Berliner Rundfunks übertragen; die Firma TEKADE nimmt die Fernsehentwicklung auf; sie bleibt bei der Spiegelschraube anstelle der Braun'schen Röhre; Telefunken benutzt das Weiller'sche Spiegelrad und die Braun'sche Röhre.

1933 Mechanische Filmabtaster für 180 Zeilen (40000 Bildpunkte) bei 25 Bildwechseln/sec werden

vom RPZ und der Fernsehindustrie auf der Funkausstellung gezeigt; Filmgeber von Karolus mit Raster von 96 Zeilen (mit 24teiligem Spiegelrad über 4 getrennte Übertragungskanäle erzeugt).

1934 Der erste große UKW-Fernsehsender (14 kW) wird in Berlin aufgestellt; Filmabtaster der Fernseh-AG. für 180 Zeilen-Bilder, Vierfach-Spirallochscheibe im Hochvakuum; DRP und deutsche Fernsehindustrie beginnen mit der selbständigen Weiterentwicklung elektronischer Bildabtaster.

verkehr Berlin–Leipzig eingerichtet; Telefunken stellt Fernsehempfänger für die Öffentlichkeit her.

1937 Neuartige elektronische Personen- und Filmabtaster bei Telefunken von Knoll und Elstermann (nach Zworykin'schem Prinzip); Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost (RPF) zur Förderung des Fernsehens gegründet; das Farbfernsehen wird zum erstenmal auf der Funkausstellung in Berlin gezeigt; Fernsprechverkehr Berlin–Nürnberg aufgenommen; in England wird die erste größere Fernsehreportage

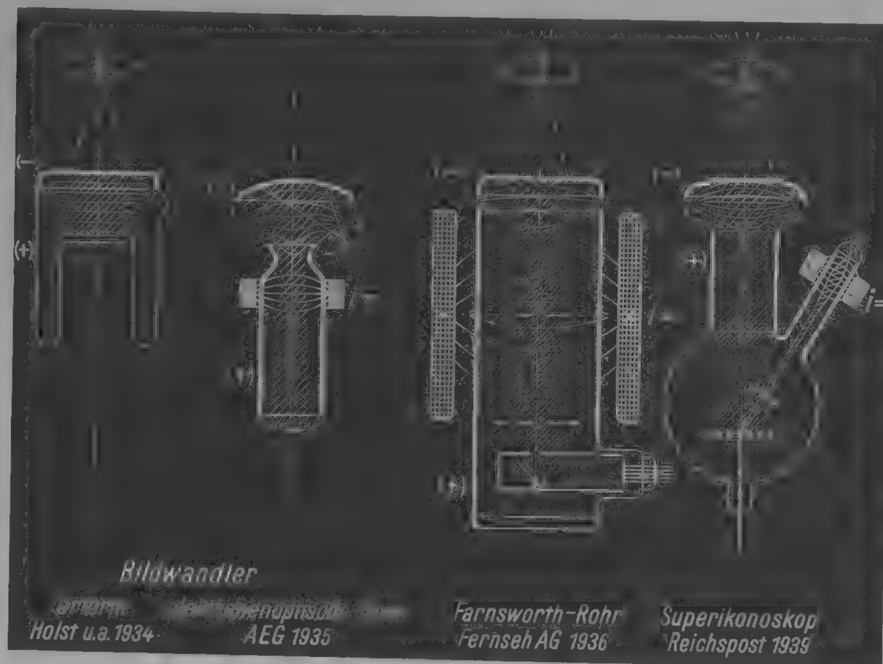


Bild 94. Bildwandler-Röhren-Entwicklung (Schemazeichnungen) 1934 bis 1939.

1935 Einführung des Zeilensprungverfahrens bei den Firmen Telefunken, TEKADE und Loewe; Linsenkranzabtaster von Telefunken nach Mechau; Bau der ersten elektronischen Bildabtaster in Deutschland; Vorführung des ersten brauchbaren Personen-Abtasters in der Fernsehstelle des RPM; zwei 10-kW-UKW-Sender für Fernsehversuche werden in Witzleben in Betrieb genommen; Prallnetz-Vervielfacher von Weiß; zur Verwendung bei den Olympischen Spielen wird je 1 anodenspannungsmodulierter 40-kW-Sender von Telefunken und Lorenz in Zeesen gebaut; der deutsche Fernsehrundfunk wird proklamiert; auf der 12. Deutschen Funkausstellung in Berlin wird eine Fernsehstraße gezeigt; die Firma Lorenz bringt einen Fernsehempfänger mit 360 Zeilen und 120000 Bildpunkten heraus.

1936 Großeinsatz des deutschen Fernsehens während der Olympischen Spiele; öffentlicher Fernsehsprechverkehr vom fahrenden Studio aus aufgenommen; Reichspostministerium erklärt 441 Zeilen zur deutschen Fernsehnorm (1950: 625 Zeilen); die RPF behandelt elektronische Einzelprobleme.

1938 Eröffnung des Fernsehsprechverkehrs Berlin–München; Superikonoskop nach Schröter (Vorabbildung).

1938 Mechanische Bildgeber der Fernseh-AG. für 441 Zeilen.

1939 Zwillingsabtaster für Filme der Fernseh-AG.

1940 Elektronischer Sucher (mit Braun'scher Röhre) der Fernseh-AG.

4.2. Bildschreiber.

1929 Es werden ausschließlich rotierende mechanische Lochblenden oder Spiegelflächen verwendet; als Lichtrelais dient die Kerrzelle in Verbindung mit der Kohlenbogenlampe; als steuerbare Lichtquelle

die Flächenglimmlampe; Leithäuser (RPZ) entwickelt die Glimmröhre (mit Argon und Quecksilberdampf gefüllt und mäanderförmig gebogen).

1930 Bildschreiber mit Doppelspirallochscheibe und umsteckbarer Flächenglimmlampe; v. Ardenne zeigt die Bedeutung der Braun'schen Röhre für ein lichtstarkes und genaues Bildraster; Telefunken führt einen Fernsehempfänger mit Bildausschnitt 30 × 30 cm und 2500 Bildpunkten vor.

1931 Spiegelschraube der Telehor AG.; die Natriumdampflampe tritt neben die Flächen- und Punktlicht-Glimmlampe als modulierbare Lichtquelle; Wettbewerb zwischen mechanischen und elektronischen Bildschreibern; RPZ-Fernsehanordnung nach Hudec und Perchermeier mit Braun'scher Röhre (60 Zeilen, 25 Bildwechsel/sec).

1932 Das Heinrich-Hertz-Institut entwickelt die Quecksilber-Argon-Kapillarleuchte.

1933 Die Braun'sche Röhre hat sich durchgesetzt; die Fernseh-AG. führt eine Hochvakuum-Bildschreiberröhre mit magnetischer Fokussierung ein; Bildgröße zwischen 10 × 12 und 15 × 18 cm; Thun zeigt ein ruhendes 45-Zeilenbild nach dem Linien-Steuerungsverfahren von Rosing.

1934 TEKADE benutzt als einzige Firma noch den mechanischen Bildschreiber mit Hohl- oder Spiegelschraube oder Doppel-Spiegelschraube; erstmalig können Schwarz-Weiß-Bilder gezeigt werden (80-W-Glühlampe und Kerrzelle); Bildgröße zwischen 15 × 17 und 24 × 30 cm.

1935 Es werden Maßnahmen ergriffen, das Flimmern der hellen Bildteile zu beseitigen; als Grundlage dient der Vorschlag von Nipkow, bei jeder 2. Umdrehung eine seitliche Verschiebung der Achse um 0,5 mm zu erreichen; das Zeilensprungverfahren nach Schröter in Verbindung mit 180 Zeilen bringt eine erhebliche Verbesserung der Bildgüte; Übergang zur magnetischen Fokussierung; Anodenspannung 5 kV; Bildgröße zwischen 19 × 22 und 25 × 30 cm; die Fernseh-AG. zeigt ein 320zeiliges Kurzschluß-Bild ohne Zeilensprung; die TEKADE wendet das Zeilensprungverfahren auf der Spiegelschraube an.

1936 Bildschreiberröhren nach Schleede für unmittelbare Bild-Betrachtung; Entwicklungsbeginn für Projektionsröhren; Ganzmetall-Projektionsröhren mit kalter Kathode der Lorenz AG.

1937 Die elektronische Ablenkung bei Bildschreiberröhren wird aufgegeben; es wird nur noch die magnetische Ablenkung und Fokussierung verwendet.

1939 Als Gemeinschaftsentwicklung der DRP/Fernmeldeindustrie wird ein Fernseh-Einheitsempfänger mit 30-cm-Rechteckröhre von Telefunken herausgebracht (441-Zeilenbild bei 50 Bildwechseln/sec; Bildpunktzahl 160000 bis 230000); im RPM wird ein Fernsehkino für öffentliche Fernsehvorführungen (Großbild 4 × 5 m) eingerichtet.

4.3. Fernseh-Sender.

1929 Der Rundfunk-Sender Witzleben wird zeitweise mit Fernseh-Bildsignalen moduliert; auf der Großen Deutschen Funkausstellung wird ein RPZ-Fernsehsender auf der Langwelle gezeigt.

1930 Auf der 7. Großen Deutschen Funkausstellung wird ein RPZ-Kurzwellen-Bildsender (90-Zeilenbilder) demonstriert.

1931 Beginn der DRP-Fernseh-Sendeversuche mit UKW-Sendern; erste Übertragungen mit Zeilenzahl 48.

1932 RPZ-UKW-Fernsehsender; Telefunken-Sender von Buschbeck entwickelt; er wird bei der Großen Deutschen Funkausstellung eingesetzt.

1934 Telefunken-UKW-Bildsender in Berlin (180 Zeilen, über 2. Sender tonbegleitet); Scholz (RPZ) führt Feldstärkemessungen zur Planung der Fernsehversorgung Deutschlands durch; fahrbarer 10-kW-Fernsehsender der DRP für 180-Zeilenbild.

1935 Der UKW-Fernseh-Sender (2) der DRP wird beim Brand der Funkhalle in Berlin zerstört; neues DRP-Studio entsteht; Ton- und Bildsender-Ausstrahlungsversuche auf dem Großen Feldberg (Taunus).

1937 Fertigentwicklung eines Schnellbildverfahrens mit Benutzung fahrbarer UKW-Bildsender durch die RPF; Fernseh-Ausbreitungsmessungen im westfälischen Industriegebiet; Richtfest für Fernseh-Senderturm auf dem Brocken (Harz); Hochbauarbeiten für Fernseh-Senderturm auf dem Großen Feldberg.

1938 Der Telefunken-UKW-Sender (2) wird auf dem Brocken (20 kW) errichtet; Lorenz-Bild- und Tonsender werden für München bestellt, sie werden nicht mehr errichtet; ein kW-Bildsender wird in Berlin-Neukölln zur Versorgung des Berliner Ostens aufgestellt; fahrbare UKW-Sender zur Erprobung eines Leitstrahl-Ortungsverfahrens.

1939 Deutsche Fernsehschau in Buenos Aires; zu Beginn des 2. Weltkrieges werden fahrbare Sender für ein 441-Zeilenbild zu Leitstrahl-Ortungsverfahren eingesetzt.

1940 Ikonoskop-Fernsehkameras zur Beobachtung der V2-Abschüsse in Peenemünde.

4.4. Fernseh-Empfänger.

1929 Bildschreiber- und Tonempfänger bilden getrennte Einheiten.

1930 Erste vollständige Fernsehgeräte mit Nipkow-Scheibe oder Spiegelrad und eingebautem Empfänger; Versuche ergeben die Unmöglichkeit transozeanischen Fernsehens auf der Kurzwelle.

1932 Fernseh-Heimempfänger in Truhenform.

1934 Preis für gutes Fernsehgerät 2500 bis 3000 RM.

1935 Eröffnung des Deutschen Fernsehrundfunks; die regelmäßige Ausstrahlung eines Fernsehprogramms gibt der Entwicklung von Fernsehgeräten einen großen Auftrieb.

1936 Erster Standempfänger mit vertikalstehender Braun'scher Röhre für 375 Zeilen; Bildbetrachtung über Spiegel; Bildgröße 31 × 36 cm.

1937 Die deutsche Industrie fertigt nur noch Empfänger mit Braun'scher Röhre; neue deutsche Norm: 441 Zeilen mit Zeilensprung.

1938 Neben Standgeräten Tisch-Kleinempfänger; Bildgröße etwa 20 × 23 cm; die Fernseh-AG. schafft eine um 50% verkürzte Braun'sche Röhre, Heim-Projektorempfänger, Bildgröße etwa 40 × 50 cm; ein verbilligter Fernsehrundfunkempfang wird von Telefunken in Form von Gemeinschaftsanlagen vorgeschlagen; Auftrag des RPM an die RPF, zusammen mit der Fernsehindustrie Einheits-Fernsehempfänger zu schaffen.

1939 Erstes Mustergerät gebaut; Verkaufspreis 650 RM; die DRP veranstaltet eine Fernsehschau in Santiago de Chile.

1941 Etwa 250 Standempfänger und 50 Einheitsempfänger für 441zeiliges Bild sind in Berlin und Umgebung in Betrieb.

4.5. Kabel-Übertragungstechnik.

1931 Freileitung Döberitz–Lehrte (70 km) für die Übertragung 48zeiliger Fernsehbilder; Widerstandsverstärker.

1932 Breitbandkabel-Entwicklung vom RPZ begonnen.

1934 Erstes Breitbandkabel zwischen RPZ (Tempelhof) und Fernseh-Labor (Charlottenburg) (symmetrisches Kabel).

1935 Erstes Weitverkehrs-Breitbandkabel Berlin–Leipzig von der Deutschen Fernkabelgesellschaft (DFKG) ausgelegt (Koax.-Kabel).

1936 Eröffnung des Fernsehsprechens auf diesem Kabel.

1937 Breitbandkabel bis Nürnberg verlängert; Fernseh-Breitbandkabel Berlin–Hamburg verlegt (300 km); 3 Koax.-Typen (Siemens & Halske, Felten & Guilleaume, AEG).

1938 Breitbandkabel von Nürnberg nach München verlängert; Planung Breitbandkabel Berlin–Frankfurt/Main; Brauchbare Übertragung von Fernsehbildern über eine Gesamtkabelstrecke von 1735 km.

1939 Bauarbeiten am Fernsehkabel München–Wien.

1945 Breitbandkabel Berlin–Hannover–Köln bis Bad Nenndorf fertiggestellt; nach 1945 werden die Breitbandkabel Berlin–München und München–Wien ausgebaut und an die sowjetische Besatzungsmacht abgeliefert.

1947 Die Reste der Kabel im amerikanischen und britischen Besatzungsgebiet werden für die neue Vielband-Verbindung Hamburg–Hannover-Göttingen–Frankfurt verwendet.

4.6. Fernseh-Sprechdienst.

1912 Campbell bezeichnet das Fernsehsprechen als eines der Ziele der Fernsehentwicklung.

1929 RPZ-Fernseh-Sprechanlage von Krawinkel gebaut.

1935 Zwei vollständige Fernsehsprechzellen (Nipkow-Scheibe zur Abtastung des Sprechgastes) werden auf der Großen Deutschen Funkausstellung vorgeführt; der Fernseh-Rundfunksender DRP wird beim Brand der Funkhalle in Berlin zerstört; ein Ersatzsender ist nach 30 Stunden einsatzbereit.

1936 Erste deutsche öffentliche Fernseh-Sprechverbindung Berlin–Leipzig.

1937 Fernsehsprechverbindung Berlin–Nürnberg.

1938 Fernsehsprechverbindung Berlin–München; Gladenbeck entwickelt das Kompensationsverfahren der akustischen Rückkopplungen beim Gegensprech-Fernsehen; trägheitslose elektronische Speicherung der Modulierung nach Krawinkel.

1940 Der Fernsehsprechdienst Berlin–München wird aufgegeben (Störung des Fernsprechbetriebs auf Vielbandbündeln).

4.7. Fernseh-Drahtfunk.

1934 Drahtfunk-Fernseh-Versuchsanlagen in Berlin; in Breslau werden sie nach den Untersuchungen von Laub und Kirschstein eingerichtet.

1936 Beginn der Versuche mit dem Fernseh-Drahtfunk über das öffentliche Fernsprechnetz.

1941 Versuche in Hamburg.

1942 In Berlin besteht ein ausgedehntes Fernseh-Kabel- und Drahtfunknetz.

1943 durch Kriegseinwirkung wird es zerstört.

4.8. Studios.

1930 RPZ-Labor in der Funkhalle Berlin.

1934 Das Labor wird nach dem Haus der DFKG in Berlin-Charlottenburg verlegt.

1935 Die DRP stellt der RRG ihre Studioräume für die Inszenierung von Fernsehprogrammen zur Verfügung.

1936 Linsenkranz-Abtaster nach Mechau (Telefunken) als Bildgeber; die DRP mietet im Deutschlandhaus Berlin-Charlottenburg Räume für den Fernsehrundfunk an.

1937 Ausbaubeginn der Studios.

1939 Die Reichspost-Fernseh-GmbH übernimmt den Studio-Betrieb; zentrale Taktgeberanlagen für Überblendungen (von Telefunken).

4.9. Fernseh-Berichterstattung.

Zunächst Umweg über Filmaufnahmen als Zwischenklischee.

1936 Der Fernseh-Rundfunk wird erstmalig für die Übertragung der Olympischen Spiele benutzt.

1938 RPF-Fernseh-Reportage-Wagen.

1940 Für die geplanten Olympischen Spiele in Helsinki werden besondere Reportage-Geräte entwickelt (sie sind wegen des 2. Weltkrieges nicht mehr zum Einsatz gekommen).

4.10. Speicherung von Fernsehbildern.

1884 Die Patentschrift von Nipkow erwähnt die Möglichkeit, mit dem Teleskop gewonnene Bilder photographisch Punkt für Punkt aufzuzeichnen.

1910 Vorschlag von Bronk, Bild einer Vielzellentafel auf »telegraphonischem« Weg (magnetisch) zu speichern.

1929 Mihály führt die vom Bildabtaster gelieferten Bildsignalspannungen dem Aufsprechkopf eines Poulsen'schen Telegraphons zu (Drahtgeschwindigkeit 50 cm/sec); Bildgrammophon von Baird; Vorschlag von Levy-Michel und Zeitlin für eine besondere Ringrille mit Synchronisierungsimpulsen auf Bildschallplatten oder für die amplitudengetrennte Aufspeicherung in einer Rille.

1933 Die Fernseh-AG. speichert das Fernsehbild im Zwischenfilm-Großprojektionsgerät für einen beliebigen Zeitraum.

1937 Bildspeicherung nach Krawinkel.

1941 Ladungsspeicherröhre der Fernseh-GmbH; während des 2. Weltkrieges Entwicklung eines elektronischen Bildspeicheroszillographen nach Krawinkel; in den 60er Jahren Bandspeicherung der Firma Ampex.

4.11. Organisatorische Probleme.

1928 Erste Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Fernsehanlage für den Erfinder Mihály.

1932 Das Hoheitsrecht der DRP auf dem Fernsehgebiet wird anerkannt.

1933 Übergang der Bearbeitung aller Rundfunkangelegenheiten, soweit sie nichttechnischer Natur sind, an das Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda.

1934 Reichsrundfunkgesellschaft (RRG) verpflichtet Kirschstein (RPZ), zusammen mit der Industrie eigene Bildgeber- und Reportageeinrichtungen für die RRG zu entwickeln.

1935 Vereinbarung zwischen der RRG und der DRP über den Fernseh-Rundfunk; Zuständigkeitsverlagerung für das Fernsehen auf den Reichsminister der Luftfahrt (Ausübung im Benehmen mit dem Reichspostminister).

1936 Die Tätigkeit der RRG im deutschen Fernsehrundfunk beschränkt sich ausschließlich auf die Gestaltung des Programms.

1938 Gründung der Reichspost-Fernseh-Gesellschaft mbH (Geschäftsführer Stumpf).

1941 Gründung der Elektro-Optik-GmbH (DRP und Berliner Physikalische Werkstätten mbH. zu je 50% beteiligt); entwicklungstechnische Betreuer: Groß, Heimann und Weiß (RPF); Geschäftsführer ab 1943 Stumpf.

1942 Reichspost-Fernsehgesellschaft richtet in Paris ein Fernsehstudio ein.

1944 Verlagerungsbetrieb »Elte« in Singen (später Landstuhl/Pfalz).

1945 Rundfunkvermögen der DRP und der RRG beschlagnahmt.

1948 Beschluß des NWDR-Verwaltungsrates im Einvernehmen mit der britischen Militärregierung, die Entwicklung des Fernsehens wieder aufzunehmen; für den NWDR-Fernsehversuchsbetrieb wird eine Norm von 625 Zeilen festgesetzt; das Fernsehen wird nach vorangegangenem Verbot erstmals wieder in der Gründungsurkunde des NWDR erwähnt; Nestel (techn. Direktor) wirkt als Initiator des neuen deutschen Fernsehens.

1950 gibt die Vollversammlung des CCIR eine Empfehlung zur Normung eines Fernsehsystems von 625 Zeilen; England bleibt bei 405 Zeilen, Frankreich bei 819 Zeilen, der wallonisch sprechende Teil Belgiens bei 819 Zeilen, der flämisch sprechende übernimmt das 625-Zeilensystem; die Bildfrequenz wird auf 25 Bilder/sec. festgelegt; das NWDR-Fernsehen sendet das erste deutsche Fernsehbild nach dem Kriege (Testbild); Inbetriebnahme des NWDR-Fernsehsenders in Hamburg; erstes deutsches Programm nach dem Kriege; Beginn eines regelmäßigen Fernsehversuchs-Programms in Hamburg.

1951 Das deutsche Fernsehen wird wieder der Öffentlichkeit gezeigt (anläßlich der Eröffnung der Deutschen Industrieausstellung in Berlin; 1-kW-Fernsehsender).

1952 Das CCIR nimmt die 625-Zeilen-Norm mit 25 Bildwechseln/sec an; die Fernseh-Richtfunkstrecke Hamburg–Köln wird in Betrieb genommen; die Fernseh-Übertragungsstrecke Hamburg–Berlin wird versuchsweise in Betrieb genommen; Inbetriebnahme des Fernsehsenders Langenberg, Senderstärke 10 kW; Beginn des täglichen NWDR-Fernsehens.

1953 Inbetriebnahme der Fernsehstrecke Hamburg–Köln; Beginn des Fernseh-Gemeinschaftsprogramms der 3 NWDR-Studios Hamburg, Berlin und Köln; Inbetriebnahme des Fernsehsenders Feldberg des Hessischen Rundfunks und des Fernsehsenders Weinbiet des Südwestfunks; die Fernseh-Übertragungsstrecke Hamburg–Berlin wird versuchsweise in Betrieb genommen; erste Fernsehdirektübertragung England–Bundesrepublik Deutschland; 43-cm-Bildröhre bei Fernseh-Apparaten; die Eurovision (Verbindung der Fernsehländer Westeuropas) verbindet 45 Fernsehsender mit über 80 Relaisstationen von 8 Ländern.

1954 Fernseh-Richtfunkstrecke von Hamburg über Köln–Frankfurt–Stuttgart nach München wird in Betrieb genommen; Beginn des Gemeinschaftsprogramms des Deutschen Fernsehens (Bayerischer Rundfunk, Hessischer Rundfunk, NWDR, SDR, SWF, SFB).

1955 80 Fernsehsender West-Europas erfassen 150 Millionen Menschen.

1956 Das Fernseh-Übertragungsnetz der BRD umfaßt mit 4000 km Gesamtlänge 22 Fernsehsender, 33 Richtfunklinien, 51 Richtfunkrelaisstellen und 12 Frequenzumsetzer.

1957 Eine Million Fernsehteilnehmer in der BRD; Normwandler zur Umwandlung von Fernsehsignalen verschiedener Norm (Deutschland 625, Frankreich 819, England 405 Zeilen); zweigleisiger Ausbau der Fernsehrichtfunkstrecke München–Hamburg.


Fernsehsender
der
Deutschen Bundespost
für das 2. Programm
O S T S E E
N O R D S E E
Strahlungsleistung (ERP)
Landesgrenzen
in Betrieb
(Stand 1. Jan. 1969)
weiterer Ausbau
Fernsehkanal für das 2. Programm
Fernsehkanal für die 3. Programme

Bild 95.

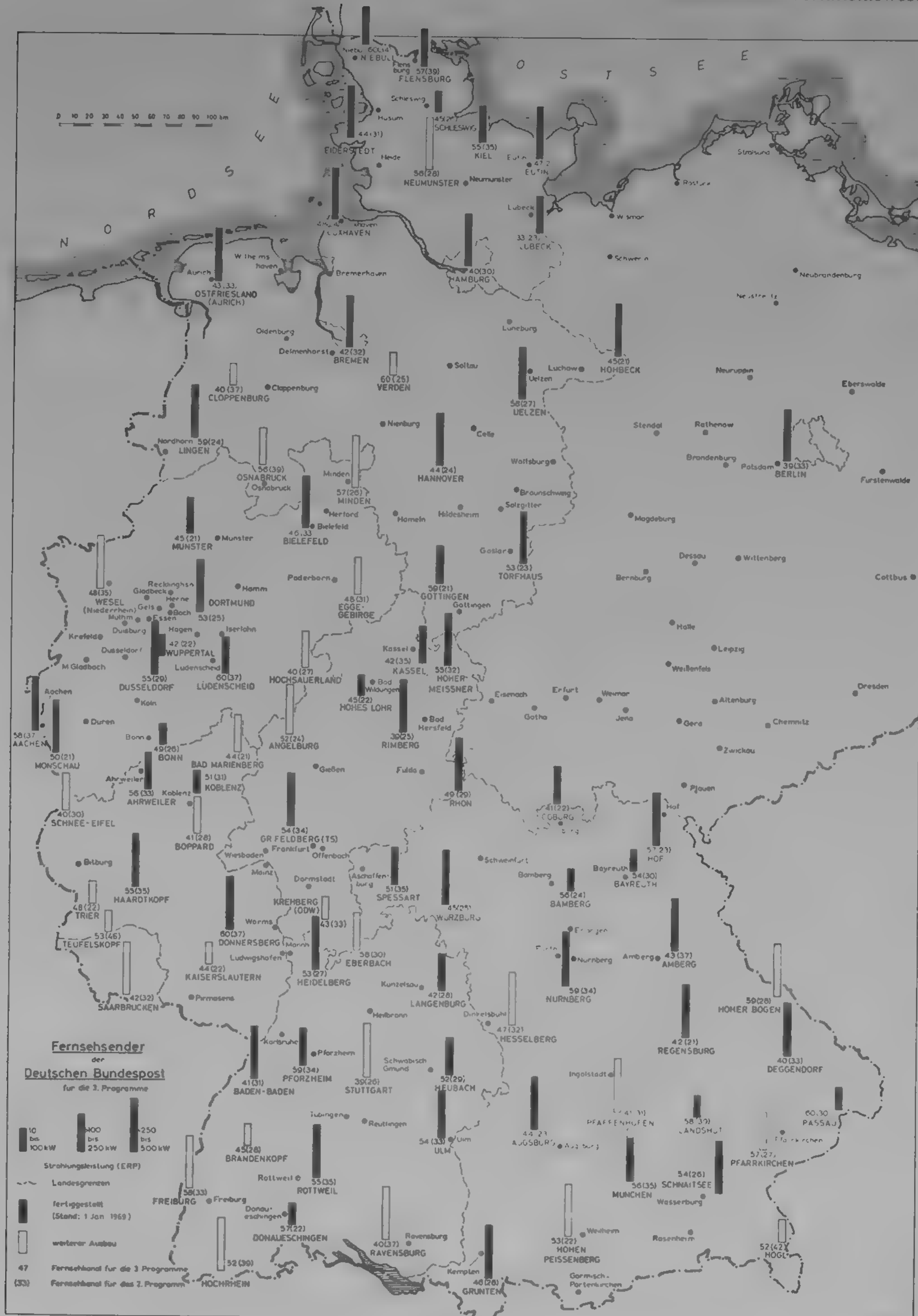

N O R D S E E
O S T S E E
Fernsehsender
der
Deutschen Bundespost
für die 3. Programme
10 bis 100 kW
100 bis 250 kW
250 bis 500 kW
Strahlungsleistung (ERP)
Landesgrenzen
fertiggestellt (Stand: 1 Jan 1969)
weiterer Ausbau
47 Fernsehkanal für die 3 Programme
(33) Fernsehkanal für das 2. Programm
NEBEL
57(39) FLENSBURG
44(31) EIDERSTEDT
SCHLESWIG
55(35) KIEL
58(28) NEUMÜNSTER
EUTIN
CUXHAVEN
LÜBECK
43(33) OSTFRIESLAND (AURICH)
40(30) HAMBURG
42(32) BREMEN
60(25) VERDEN
45(21) HOHBECK
40(37) CLOPPENBURG
56(27) UELZEN
59(24) LINGEN
56(39) OSNABRÜCK
57(26) MINDEN
44(24) HANNOVER
39(33) BERLIN
45(21) MÜNSTER
BIELEFELD
48(35) WESEL (Niederrhein)
DORTMUND
53(25)
48(31) EGGE-GEBIRGE
59(21) GÖTTINGEN
53(23) TORFHAUS
42(22) WUPPERTAL
55(29) DÜSSELDORF
60(37) LÜDENSCHEID
40(27) HOCHSAUERLAND
42(35) KASSEL
55(32) HOHER MEISSNER
45(22) HOHES LOHR
39(25) RIMBERG
AACHEN
50(21) MONSCHAU
49(26) BONN
44(21) BAD MARIENBERG
57(24) ANGELBURG
51(31) KOBLENZ
56(33) AHRWEILER
40(30) SCHNEE-EIFEL
41(28) BOPPARD
54(34) GR. FELDBERG (TS)
49(29) RHÖN
COBURG
57(23) HOF
55(35) HAARDTKOPF
48(22) TRIER
53(46) TEUFELSKOPF
51(35) SPESSART
WÜRZBURG
54(30) BAYREUTH
56(24) BAMBERG
60(37) DONNERSBERG
KREHBERG (ODW)
43(33)
58(30) EBERBACH
53(27) HEIDELBERG
44(22) KAISERSLAUTERN
42(32) SAARBRÜCKEN
42(28) LANGENBURG
59(34) NÜRNBERG
43(37) AMBERG
47(32) HESSELBERG
59(28) HOHER BOGEN
42(21) REGENSBURG
40(33) DEGGENDORF
41(31) BADEN-BADEN
59(34) PFORZHEIM
39(26) STUTTGART
52(29) HEUBACH
PFAFFENHOFEN
LANDSHUT
PASSAU
AUGSBURG
PFARRKIRCHEN
45(26) BRANDENKOPF
54(33) ULM
55(35) ROTTWEIL
58(33) FREIBURG
56(35) MÜNCHEN
54(26) SCHNAITSEE
57(22) DONAUESCHINGEN
40(37) RAVENSBURG
53(22) HOHEN PEISSENBERG
52(42) HÖGL
52(39) HOCHRHEIN
46(26) GRÜNTEN

Bild 96.

1958 Die Teilnehmerzahl des Deutschen Fernsehens hat die 2-Millionen-Grenze überschritten; UHF-Fernsehempfänger (über 300 MHz).

1959 Das Bundeskabinett billigt den vom BPMin vorgelegten Plan eines zweiten Fernsehnetzes; es sind zwei Ausbaustufen vorgesehen; Einweihung des Dortmunder Fernsehturms.

1960 Baubeginn des Fernsehsendernetzes der DBP für das zweite Programm.

1961 Urteil des Bundesverfassungsgerichts im Fernsehstreit über die Zuständigkeit von Bund und Ländern; der Beginn der Ausstrahlung eines zweiten Programms wird vom Verwaltungsrat des NDR auf den 1. 6. 1961 festgelegt; die Ministerpräsidenten der Bundesländer unterzeichnen den Staatsvertrag über die Errichtung einer neuen Fernsehanstalt »Zweites Deutsches Fernsehen«; Fernsehübertragung vom Empfang zu Ehren des ersten Kosmonauten Juri Gagarin aus Moskau über die BBC London an die Eurovision.

1962 Die Ministerpräsidenten setzen für den Sendebeginn des Zweiten Deutschen Fernsehens den 1. 4. 1963 fest; erste Direktübertragung aus den USA über den Nachrichtensatelliten »Telstar«.

1963 Das Zweite Deutsche Fernsehen nimmt seinen Sendebetrieb auf; die DBP hat 45 Fernsehsender in Betrieb; der WDR strahlt die Sendung »Prisma des Westens« über einen UHF-Sender der DBP als Beginn des »Dritten Programms« aus; Fernsehübertragungen über Synchronsatelliten.

1964 Der Bayerische Rundfunk eröffnet das »Dritte Fernsehprogramm« (Studienprogramm); Beginn des 3. Programms im Bereich des Hessischen Rundfunks; 10 Millionen Fernsehteilnehmer in der BRD.

1965 Der NDR beginnt mit dem 3. Programm in Zusammenarbeit mit dem SFB und dem BR.

1966 Beginn von regelmäßigen Testsendungen des Farbfernsehens beim WDR; 12 Millionen Fernsehteilnehmer in der BRD.

1967 Eröffnung des Farbfernsehens anläßlich der 25. Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin.

1969 Stand des Ausbaues der Fernsehnetze: Im Betrieb sind für das 1. Programm im Bereich I und III 34 Grundnetzsender, 585 Fernsehumsetzer und 8 Umlenkantennen, im Bereich IV/V 28 Grundnetzsender, 74 Fernsehumsetzer; für das 2. Programm im Bereich IV/V 88 Grundnetzsender und 401 Fernsehumsetzer; für das 3. Programm im Bereich IV/V 83 Grundnetzsender und 211 Fernsehumsetzer. 15,9 Mio Fernsehteilnehmer in der Bundesrepublik.

Beginn des 3. Programms beim SWF, SDR und SR.

Aufbau eines Versuchsnetzes der Deutschen Bundespost in Berlin im 12-GHz-Bereich.

4.12. Farbfernsehen.

1855 Caselli (Frankreich) erfindet ein Übertragungsverfahren der zeilenfrequenten Abtastung, verbunden mit sequentieller Übertragung; die Geräte dienten der Verbindung von Paris nach einigen französischen Provinzstädten.

1928 Versuche von Baird mit der Nipkow-Scheibe (drei nacheinander ablaufende Lochspiralen, von denen die eine rote, die nächste grüne und die dritte blaue Farbgläser auf die Löcher gekittet trug); die Bell-Company (USA) zeigt ein simultanes Farbfernsehen (Übertragung von drei Farbauszügen über drei gleichwertige Leitungen).

1935 Erörterung der Farbfernsehprobleme bei der DRP.

1936 Pressler (RPF) greift das Problem erneut auf; Verfahren von Hatzinger (Telefon & Normalzeit) auf Farbmischung im Zeilensprungverfahren.

1937 2farbiges Fernsehbild der RPF auf der Großen Deutschen Funkausstellung.

1938 Otterbein (RPF) schafft den elektrisch umsteuerbaren Farbfilter zur Veränderung von Polarisationsfarben; Flechsig (Fernseh-GmbH) meldet sein Patent für die Schattenmaskenröhre an.

1940 Durch den 2. Weltkrieg werden die Entwicklungsarbeiten der RPF am Farbfernsehen eingestellt; Goldmark (USA) beschäftigt sich mit mechanisch rotierenden Farbblenden.

1950 Die RCA (Radio-Corporation of America) vertritt den Standpunkt, daß Farbfernsehen ohne mechanisch bewegte Teile realisierbar ist; Entwicklung eines 3-Strahlen-3-Farben-Geräts mit Siebmaske; die oberste Fernmeldebehörde der USA (FCC = Federal Communications Commission) gibt das CBS-(Columbia Broadcasting Corporation-)System zur Ausstrahlung frei (keine Kompatibilität = Verarbeitung von Farb- in Schwarz-Weiß-Sendungen).

1954 Die FCC erklärt das CBS-System als NTSC-(National Television System Committee-)Norm zur einheitlichen USA-Norm; Abänderungsvorschläge von Bontry, Haantjes, Teer und Valensi konnten sich nicht durchsetzen; de France, später unterstützt von Cassagne und Melchior (Compagnie Française de Television), erfindet das abwechselnde, sequentielle Übertragen der Farbinformationen mit »Erinnerungsspeicher« = das SECAM-(Séquentiel à Mémoire-) Verfahren.

1958 Das PAL-(Phase Alternation Line-)System wird von Bruch (Telefunken) entwickelt.

1962 Intereuropäisches Treffen der Farbfernsehfachleute zum Zwecke der Schaffung einer Farbfernsehnorm für Westeuropa; Arbeitsgruppe der EBU (European Broadcastin Union) gegründet; Vorsitzender: Theile, Leiter des Instituts für Rundfunktechnik in München; weitere deutsche Mitglieder: Müller (FTZ), Rindfleisch (ARD) und Bruch (Industrie).

1963 Tagung einer Studienkommission im Telefunken-Fernsehgrundlagenlabor Hannover; Bruch berichtet über Änderungen zur NTSC-Norm.

1964 Die europäischen Staaten geben die Zeitpunkte für den Start des Farbfernsehens bekannt.

1965 Die Studiengruppe XI (Fernsehen) des CCIR berät in Wien über ein europäisches Farbfernsehsystem, Frankreich und die Sowjetunion vereiteln eine Einigung auf das PAL-System durch den Vorwegabschluß eines Nutzungsvertrags für das französische SECAM-System; regelmäßige Farbfernsehsendungen in den USA und in Japan.

1966 Großbritannien entscheidet sich für das PAL-System, Holland folgt; die CCIR-Vollversammlung in Oslo spaltet Europa endgültig in zwei Farbfernsehgebiete; der PAL-Bereich umfaßt BRD, Dänemark, Finnland, Großbritannien, Irland, Island, Italien, Norwegen, Niederlande, Österreich, Schweiz und Schweden.

1967 Das Farbfernsehen in der BRD (ARD und ZDF) beginnt zur Eröffnung der Großen Deutschen Funkausstellung nach dem PAL-System.

Literatur: L. Bergmann, F. Dümmler, Versuche mit hochfrequenten, ungedämpften Schwingungen und kurzen elektrischen Wellen, Berlin 1932 — F. Budischin, Das Fernsehrichtfunknetz der Deutschen Bundespost, Sonderdruck der Zeitschrift Funkschau, Hefte 17, 18 und 24 — Dietrich, Die deutsche Erdefunkstelle für den interkontinentalen Satellitenverkehr, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1964 — Elsner's Taschen-Jahrbuch für Funk und hochfrequente Elektronik, Geschichte des Funkwesens in Stichworten, S. 40—47, 1957 — H. Frahm, Das drahtlose Jahrhundert, Süddeutscher Verlag, München 1957 — F. Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens. Deutsches Museum, Abh. und Berichte, Nr. 3, VDI-Verlag, Berlin 1931 — A. Gehrts, Der Fernsehdienst der Deutschen Reichspost, Vortrag gehalten am 12. 1. 1938 im Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Leipzig mit 14 Bildern, 30 S., (Schriften des Instituts für Verkehrswissenschaft an der Universität Leipzig) Heft 6 — G. Goebel, Der Deutsche Rundfunk, Archiv für das Post- und Fernmeldewesen. Nr. 6, 1950 — J. Großkopf, Die Überreichweiten extrem kurzer Wellen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1958 — Heilmann, W. Scholz, Planung und Technik des Sendernetzes der Deutschen Bundespost für ein zweites Fernsehprogramm, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1960/61 — Hölzler, Bath, Holzwarth, Gedanken zur Weiterentwicklung der großen Übertragungssysteme, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1963 — Kaiser, Neuere Richtfunksysteme der Deutschen Bundespost, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1960/61 — Kotowski-Sobotka, Drahtloser Überseeverkehr, S. Hiezel-Verlag, Leipzig 1950 — W. Kronjäger, W. Scholz, Fernsprechen mit beweglichen Sprechstellen in Kraftwagen und auf Binnen- und Küstenschiffen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1952 — Küpfmüller, Funk und Kabel im Überseedienst, Technische Hochschule Darmstadt, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1952 — F. Meiner, A. Korn und E. Nesper, Bildrundfunk, mit 65 Textabb., 101 S., J. Springer, Berlin 1926 — Meinke, Radar und elektronisches Rechnen zur Sicherung der Luftfahrt und der Schiffahrt, Deutsches Museum, Abh. und Berichte, Nr. 28, R. Oldenburg-Verlag, München 1960 — G. Morgenstern, Nachrichtenübermittlung mit Laser, Darmstadt. Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 15, 1967 — U. Mohr, Außerordentliche Funkverwaltungskonferenz (CAER) für den beweglichen Kurzwellen-Flugfunkdienst, Archiv für Post- und Fernmeldewesen, 19. Jahrgang Nr. 3, Mai 1967 — J. Müller, Die Fernsehleitungen der Deutschen Bundespost, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1959 — E. Müller-Fischer, Zeittafel zur Geschichte des Funkwesens, Telefunken GmbH., Sonderdruck 1961 — Nestel, Probleme der Runkfunkversorgung Westdeutschlands, NWDR, 1952 — Nestel, Grenzen und Aussichten des Funkverkehrs, Telefunken GmbH., Ulm, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1960/61 — Pressler, Zur Wiedereinführung des Fernsehens in Deutschland, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1954/55 — H. Pressler Zwischenstaatliche Rundfunkabkommen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1960/61 — Pressler, Zwischenstaatliche Vorbereitungen für ein Nachrichtensatellitensystem, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1964 — Polizei, Technik, Verkehr Nr. 8/August 1966, Aufbau und Betrieb des öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes — Pressemitteilungen des BPM Nr. 1/31. 1. 1961, Blatt 7 und 8, Öffentlicher beweglicher Landfunkdienst — Pressemitteilungen des BPM Nr. 16/17. 9. 1964, Blatt 1a und 2, Öffentlicher beweglicher Landfunkdienst — H. Rothe, Technische Hochschule Karlsruhe, Molekular-Verstärker, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1958 — K. Schmidt, Die Richtfunktechnik des Dezimeter- und Zentimeterwellenbereichs im deutschen Fernmeldenetz, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1952 — Schmidt, Typengebäude für Richtfunkstellen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1963 — K. Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1966 — Telefunken-Archivdienste 1959—1966 — H. E. Weppler, New York, Interkontinentaler Fernmeldeverkehr über Nachrichtensatelliten, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1960/61 — E. Winkler, Funkentelegrafie und Sicherheit des Menschenlebens zur See, Zeitschrift für Post und Telegrafie Nr. 23, 1916 — Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 20/25, Okt. 1960, S. 776—782, Technische und betriebliche Entwicklung des öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes — J. Zenneck, Die Entwicklung der Funkentelegrafie, Deutsches Museum, Abh. und Berichte Nr. 8, VDI-Verlag, Berlin 1936 — OPD Hamburg, Festschrift zum 50jährigen Bestehen der Küstenfunkstelle Norddeich Radio, 1907—1957.

5. Geschichte der Nachrichten-Satelliten.

5.1. Technische Entwicklung.

Die Eignung von Mikrowellen-Richtfunkverbindungen zur Übertragung großer Bandbreiten auf Landstrecken wird seit Anfang der 50er Jahre erprobt; das Verfahren zur Überbrückung von Ozeanen ist unwirtschaftlich; 1945 von Clarke erstmals Vorschlag, künstliche Satelliten als Relaisstellen zu benutzen. 1955 veröffentlicht Pierce seine Arbeit über die technische Durchführbarkeit überseeischer Fernmeldeverbindungen mit Hilfe künstlicher Satelliten; spätere Untersuchungen zeigen, daß mit dem Satelliten-Richtfunk ein großer Teil der in den nächsten Jahrzehnten erforderlichen erdumspannenden Nachrichtenverbindungen geschaffen werden kann; der fernmeldetechnische Nachrichtensatellit ist ein neuartiges, dem Weitverkehr dienendes Fernmeldemittel, das im Weltraumkörper untergebracht ist; er stellt eine aktive Relaisstelle für Richtfunkweitverbindungen dar; mit ihm wird eine größere Sichtweite als bei terrestrischen Relaisfunkstellen erzielt; die Verwendung erfordert im allgemeinen nur 2 Funkfelder zwischen den Endpunkten einer Weitverbindung; viele neue technologische Fortschritte erleichtern die praktische Verwirklichung der Nachrichtensatelliten; größter Entwicklungsfortschritt durch die Nutzung der Frequenzen zwischen 100 MHz und denen der Wärme- und Lichtstrahlen; Maser (microwave amplification by stimulated emission of radation), die Mikrowellenverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission und Laser (light amplification by stimulated emission of radation), die Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission werden erfunden; Frequenzbereich beim Maser 10^8 — 10^{11} Hz, beim Laser 10^{11} — 10^{16} Hz; der erste Maser wird 1951 von Townes (USA) aufgebaut; an weiteren Entwicklungen waren hauptsächlich Forscher der Bell-Laboratorien beteiligt, die auch die Wanderwellen-Maser für die Nachrichtenübermittlung über Satelliten schufen; der amerikanische Physiker Maimann baut 1960 den ersten Rubin-Laser (Aluminiumoxyd, in den Chromatome eingebaut sind); die Verwendung der Laser-Strahlen als Übertragungsmedium für Nachrichtenkanäle großer Bandbreite auf der Erde (Fernsehen über Laser) und als Übertragungsmedium für Nach-

richtenkanäle großer Reichweite (Weltraum) wird untersucht; ebenso die Verwendung als Medium der Radartechnik (sehr präzise Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessungen) und als Medium zur Energiekonzentration auf kleinem Raum (für die Metallbearbeitung und für medizinische Zwecke).

5.2. Internationale Maßnahmen für die Schaffung eines Nachrichten-Satelliten-Systems.

1956 nimmt die Internationale Fernmeldeunion (UIT) die Behandlung von Fernmeldefragen in Zusammenhang mit der Erforschung und Nutzung des Weltraumes durch Weltraumfahrzeuge auf.

1958 der erste Nachrichtensatellit — Score — wird in Umlauf um die Erde gebracht.

1959 Auf der ordentlichen Funkverwaltungskonferenz der UIT (CAOR) befaßt man sich mit Fragen des Weltraumfunks; die Arbeitsgruppe »Funk« der europäischen Organisation CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications) ((CETS) (Conférence Européenne sur les Télécommunications speciales)) beschäftigt sich mit Fragen des Weltraumfunks; konstituierende Vollversammlung der CEPT in Montreaux; im beratenden Funkausschuß (CCIR) wird eine besondere Studiengruppe für Weltraumfunk gebildet.

1960 Vollversammlung der CEPT in Paris. In den USA werden Versuche mit dem als Reflektor wirkenden passiven Ballonsatelliten »Echo« gemacht.

1961 Abkommen zwischen der DBP und der NASA (National Aeronautics and Space Administration) über die Beteiligung der DBP an Versuchen zur interkontinentalen Nachrichtenübertragung durch Satelliten; die Arbeitsgruppe TSA (Télécommunications par satellites artificiels) der CEPT wird gebildet; sie beschäftigt sich mit technischen Fragen der Fernmeldeverbindungen durch Erdsatelliten; die Generalversammlung der UNO verabschiedet eine Entschließung über die friedliche Nutzung des Weltraums; Vollversammlung der CEPT in Torquay.

1962 Die USA und die UdSSR schließen ein Abkommen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Weltraumforschung; in den USA wird ein »Satellite Communications Act« verabschiedet; es hat die Bildung der »Communications Satellite Corporation« (COMSAT) zur Folge; das Gesetz beruht auf der Vorstellung, ein weltweites Nachrichtensatellitensystem für kommerzielle Zwecke in Zusammenarbeit mit anderen Ländern zu errichten; der Nachrichtensatellit (aktiver Relaissatellit) »Telstar« wird als Versuchssatellit für das öffentliche Fernsprechen, Fernschreiben und Fernsehen in den Weltraum geschossen; es folgt der ebenfalls tieffliegende aktive Relaissatellit »Relay«; die CEPT hält eine außerordentliche Tagung des Ausschusses für Fernmeldewesen in Köln ab; von 1957 bis 1963 werden zahlreiche Forschungssatelliten, die ihre Meßergebnisse zur Erde funken, in den Weltraum geschossen; die USA und die UdSSR starten in diesem Zeitraum erfolgreich etwa 137 Erdsatelliten.



Bild 97. Erdefunkstelle Raisting (Radom- und Betriebsgebäude).



Bild 98. Funkstelle Raisting Antennenanlage.

1963 Die CETS hält eine Sitzung in Rom ab; Entschließung, in der die CETS als provisorische europäische Organisation für Nachrichtensatelliten betrachtet wird; Vollversammlung der CEPT in München.

1964 Die Konferenz in Washington verabschiedet ein Abkommen zur vorläufigen Regelung für ein weltweites kommerzielles Fernmeldesatellitensystem und ein Sonderabkommen; es entsteht das »International Communications Satellite Consortium« (INTELSAT); die Deutsche Erdefunkstelle Raisting (Oberbayern) wird in Betrieb genommen; erste Sitzung des Vorläufigen Fernmeldesatellitenausschusses des INTELSAT.

1965 Der erste Nachrichtensatellit für den öffentlichen Fernmeldeverkehr zwischen Europa und den USA wird in den Weltraum geschossen INTELSAT I;



Bild 99. Satellit HS 303 (Early-Bird): Prüfung der elektronischen Geräte.

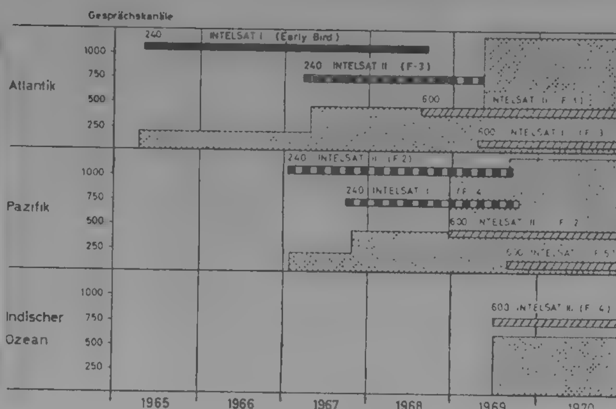


Bild 100.
Fernmeldesatelliten-Programm der INTELSAT von 1965 bis 1970.
(graugetönte Fläche = Angebot an Fernsprechkanälen)

(»Early Bird«) 240 Fernsprechkanäle oder 1 Fernsehprogramm (bis 3,5 MHz); Standort über dem Äquator auf 25.—30. Längengrad; Umlaufgeschwindigkeit = die der Erde (Synchronsatellit); Höhe über der Erde ca. 36000 km.

1967 Der zweite Synchron-Nachrichtensatellit INTELSAT II (»Canary Bird«) wird über dem Äquator auf seinen Standort gelenkt; Vollversammlung der CEPT in Rom; ein ziviles, weltumspannendes Fernmeldenetz mit neuen leistungsfähigen Satelliten (INTELSAT III) soll geschaffen werden (→ INTELSAT-Satelliten).

6. Geschichte der programmgesteuerten Rechenautomaten.

6.1. Vorgeschichte.

Vorzeit. Erste Zähl- und Zahlensysteme der Menschheit; Versuche zur Darstellung von Zahlzeichen; die ersten Hilfsmittel — Sprache und Schrift — entwickeln sich; Bilderschrift der Chinesen; arabisches und lateinisches Alphabet; Katankana-Schriftzeichen der Japaner; offensichtlich Zusammenhang zwischen Darstellung der Ziffern und den Fingern der menschlichen Hand.

Altertum. Griechen, Römer, Mayas und Chinesen verwenden 5er-Stufung, Ägypter, Sumerer und Babylonier 10er-Stufung; bei Indern und Mayas ist auch die 20er-Stufung (entsprechend den Fingern und Zehen) zu finden.

3. Jahrtausend vor Chr. 60er-Stufung bei den Sumerern und Babyloniern; in Stein gemeißelte Bilderschrift bei den Ägyptern; die Erfindung des Papyrus vereinfacht das Schreiben; die heute verwendeten arabischen Ziffern sind indischen Ursprungs; das Hauptproblem war die Darstellung großer Zahlen; die Ägypter wählten eine unterschiedliche Darstellung (Symbole) für die Zahlen 1, 10, 100, 1000 usw.; die Römer hatten 7 Zahlzeichen und verwendeten das Subtraktionsprinzip: I vor V bedeutete 4; V, L, D durften in einer Zahl nur einmal, I, X und C nicht öfter als dreimal und M durfte beliebig oft vorkommen; die Inder, Chinesen, Mayas und Babylonier hatten Stellwort- oder Positionssysteme; hierbei hängt der Wert des Zahlzeichens nicht nur von ihm selbst, sondern von der Stelle ab, an der es innerhalb der Zahl geschrieben steht.

8. Jahrhundert v. Chr. Die Null taucht zum ersten Mal in einer alten indischen Schrift auf.

3. Jahrhundert v. Chr. Salaminische Rechentafel (waagerechte Linien, auf denen Rechensteine hin- und hergeschoben wurden; darunter Stellenbezeichnungen in griechischen Buchstaben; die Abacus-Rechenmaschine ist der älteste Computer unserer Geschichte; aus ihr wurde die »Rechenmaschine für ABC-Schützen« entwickelt.

Anfang des 9. Jahrhunderts n. Chr. In Europa wird bis zu diesem Zeitpunkt auf Rechenbrettern gerechnet; der arabische Mathematiker AL-Chwarazni erfindet eine neue Rechenmethode; Adam Riese erfindet das »Rechnen auf Linien«.

1617 Napier (England) führt das Komma zur Trennung der ganzen Zahlen von Dezimalbrüchen ein und entwickelt die logarithmische Rechentafel.

1623 Schickard (Tübingen) konstruiert eine Rechenuhr nach dem Zählradprinzip; Vierspeziesmaschine; erste urkundliche nachweisbare Rechenmaschine der Erde.

1624 Gunter (England) erfindet die erste logarithmische Rechenskala der Erde.

1642 Pascal führt in Paris seine Rechenmaschine vor.

1650 Der Rechenstab hat die heutige Form mit beweglicher Zunge erreicht.

1671 Modell für eine Vierspeziesmaschine von Leibniz und von Grillet und Polonius; Leibniz er-

findet die Staffelwalze und ermöglicht damit den Bau mechanischer Rechenmaschinen; er gibt das duale Zahlensystem an, das von grundlegender Bedeutung für die späteren digitalen Computer wird.

1709 Polenius (Italien) veröffentlicht die Beschreibung einer Rechenmaschine nach dem Prinzip der Sprossenradmaschine.

1727 Braun (Österreich) baut eine Rechenmaschine nach dem Prinzip von Leibniz.

1774/1790 Die ersten praktisch brauchbaren Rechenmaschinen werden von dem schwäbischen Pfarrer Hahn hergestellt.

1850 In England wird das erste Patent für eine tastaturgesteuerte Addiermaschine erteilt.

6.2. Festprogrammierte und extern gesteuerte Anlagen.

6.2.1. Automaten mit festprogrammierter Ablaufsteuerung.

Antike. Heron von Alexandria konstruiert einen automatischen Tempel-Türöffner.

Mittelalter. Es werden astronomische Uhren zum Anzeigen von Monat, Tierkreiszeichen, Mondphase, Lauf der Planeten, Mond- und Sonnenfinsternisse gebaut; spielerische Varianten von Automaten entstehen in Form von Androiden, das sind schreibende, zeichnende oder klavierspielende Puppen; ihre Schöpfer waren P. und H. L. Jaquet-Droz (Schweiz).

18. und 19. Jahrhundert. Spieldosen und Musikautomaten mit einem durch Nocken und Schaltwalzen gespeicherten Programm entstehen.

6.2.2. Extern gesteuerte Anlagen.

1728 Die Lochkarte tritt in ihrer Urform aus Holz in Erscheinung; Falkon (Frankreich) baut eine Webstuhlsteuerung mit Holzbrettchen, das an bestimmten Stellen Löcher zur Auslösung von Steuerfunktionen aufweist.

1745 Vaucauson (Frankreich) konstruiert eine Maschine zum Weben von Mustern.

1890 Hollerith (USA) benutzt erstmalig die Lochkarte als Informationsspeicher und wird Begründer der maschinellen Datenverarbeitung; durch Löcher werden bei Zählkarten elektrische Kontakte geschlossen, die Zählwerke fortschalten; diese Lochkartentechnik breitet sich rasch aus.

1896 Hollerith gründet die »Tabulating Machine Company«; diese wird 1924 nach mehreren Zusammenschlüssen mit anderen Firmen in IBM (= International Business Machines Company) umbenannt.

1900 Die dekadische Lochkarte wird eingeführt.

1910 Die »Deutsche Hollerith-Maschinen-Gesellschaft« wird gegründet; die elektromechanische Datenverarbeitung setzt sich durch; später kommen die Lochstreifensteuerungen auf.

6.3. Rechenautomaten.

6.3.1. Allgemeiner Überblick.

Rechenoperationen werden durch Datenverarbeitungsanlagen (programmgesteuerte digitale Rechenanlagen) nach beliebig auswechselbaren Programmen ausgeführt; die Programme wurden zunächst in der Maschinensprache der betreffenden Anlage oder in einer maschinenorientierten Assemblersprache erstellt; in dieser haben Befehlswörter leicht merkbare Abkürzungen des Namens der betreffenden Operation im Operationsteil und Namen oder relative Nummern im Adressteil; jeder Befehl muß durch den Programmierer niedergeschrieben werden; durch geschickte Unterteilung des Programms in mehrfach nutzbare Unterprogramme wird die Programmierarbeit abgekürzt; wesentliche Vereinfachung durch Schaffung der problemorientierten Programmiersprachen Algol und Fortran für überwiegend mathematische Aufgaben sowie von Cobol für kommerzielle Aufgaben (siehe 6.3.3); beim Programmieren in problemorientierten Sprachen wird die Aufgabe nicht mehr bis in die winzigen Schritte der Maschinenbefehle aufgelöst, sondern die Anweisungen im Programm werden in größeren Schritten abgefaßt; für die Übersetzung der Programme aus der Quellensprache (Algol, Fortran oder Cobol) in die Maschinensprache sind Compiler (Übersetzerprogramme) erforderlich, die heute bei fast allen neuen Digitalrechnern vorhanden sind; mit dem Fortschritt der Programmiersprachen, der Programmierung von Betriebssystemen und Anwachsen der Programmbibliotheken wird die Möglichkeit geschaffen, immer schwierigere und umfangreichere Programme zu verarbeiten; gleichzeitig werden immer schnellere und größere Rechenanlagen mit leistungsfähigen Ein- und Ausgabegeräten entwickelt; Bausteine und Struktur einer Rechenanlage und der dazugehörigen Geräte werden als Hardware bezeichnet; im Gegensatz dazu wird die Gesamtheit der verfügbaren Programme Software genannt. Hardware und Software zusammen machen die Leistungsfähigkeit einer Maschine aus; Hersteller von Rechenanlagen sind heute bestrebt, möglichst viele Aufgaben durch gut ausgearbeitete Software zu erfüllen; die Leistungsfähigkeit einer Rechenanlage hängt von der Struktur und der Schnelligkeit des Rechen- und Steuerwerks, von der Kapazität und der Zykluszeit des Arbeitsspeichers, der Kapazität und der Zugriffszeit der Zubringerspeicher und der Anzahl und der Schnelligkeit der Druck- und Lesegeräte sowie von der Anzahl der Ein- und Ausgabekanäle ab; die Zubringerspeicher umfassen die Magnettrommel-, Magnetband-, Magnetkarten- und Magnetplatten-Speicher; die Zahl der gleichzeitig, d. h. im time-sharing-Betrieb verarbeitbaren Programme ist von der Struktur der Leistungsfähigkeit sowohl der Hardware als auch der Software abhängig; große Datenverarbeitungsanlagen mit der Möglichkeit des time-sharing-Betriebs gestatten auch den Realzeit (real time-)Betrieb, bei dem die Benutzer, insbesondere bei Datenfernverarbeitung, unmittelbar nach der Eingabe von Daten ein Ergebnis erhalten; die Verarbeitung der Daten geht so schnell vor sich, daß auch bei mehreren

gleichzeitigen Anfragen jeder Benutzer den Eindruck hat, die Anlage stände ihm allein zur Verfügung; die Hersteller nennen die zur Zeit hergestellten Datenverarbeitungsanlagen wegen der heute weitgehend verwendeten monolithischen Bausteine Anlagen der dritten Generation; die erste Generation enthielt Elektronenröhren als aktive Bauelemente, die zweite Transistoren.

6.3.2. Entwicklung der Rechenautomaten.

1822 Babbage (England) führt einen Rechenautomaten vor.

1833 Babbage entwirft das Konzept seiner »Analytical Engine«, des ersten digitalen Rechenautomaten.

1849 Die Boole'sche Algebra wird konzipiert, das wichtigste technische Hilfsmittel zum Entwurf digitaler Computer.

1934 Zuse (Berlin) entwirft programmgesteuerte Rechenautomaten mit rein dualer Darstellung von Zahlen und Operationsbefehlen.

1941 Der erste programmgesteuerte Rechenautomat der Erde wird nach Angaben von Zuse gebaut; die Rechengeschwindigkeit beträgt 15 bis 20 arithmetische Operationen in der Sekunde; Multiplikation in 4 bis 5 Sekunden; das Rechenwerk besteht aus 600 Relais, Relaisspeicher für 64 Zahlen zu 22 Dual- bzw. etwa 7 Dezimalstellen; insgesamt 2600 Relais; Kosten etwa 25000 RM; seit 1937 Entwicklung von elektronischen Schaltungen; Spezialröhren werden von Telefunken nach Angabe von Schreyer gebaut; Zuse entwickelt Plankalkül, der nicht nur Zahlenrechnen, sondern auch deren kombinatorische Verknüpfung behandelt.

1939 In den USA beginnt Aiken mit dem Bau seines »Automatic Segnence Controlled Computer« (ASCC); er wird unter dem Namen »Havard Mark I« bekannt; Kosten etwa 400000 Dollar; er hat Lochstreifenleser, steuert sich über Stecktafeln der Einzelmaschinen; besitzt keinen variablen Speicher und keine zentrale Programmsteuerung. Ausführbare Programme: 3 Grundrechnungsarten, Radizieren, Potenzieren, Interpolieren; der Additionsvorgang dauert 0,3 Sek., der Multiplikationsvorgang 6 Sek.; das Gewicht des Computers beträgt 35 Tonnen bei einer Länge von 16 Metern; weitere Computer folgen: Havard Mark II (Aiken Relais Calculator = ARC) Havard Mark III (Aiken Dahlgreen Electronic Calculator = ADEC) und Havard Mark IV.

1946 Eckert und Mauchly (USA) konstruieren ihren ersten Röhrenrechner; Electronic Numerial Integrator and Computer (ENIAC); er besitzt über 18000 Elektronenröhren und 1500 Relais; der Leistungsverbrauch beträgt 150 kW; ENIAC rechnet wie Mark Havard I parallel-dezimal; der Zeitaufwand beträgt 2,8 Millisekunden für die Multiplikation zweier zehnstelliger Dezimalzahlen.

1941 Erster programmgesteuerter Computer in Deutschland; nach dem 2. Weltkrieg wird die Computertechnik durch Walther (Darmstadt) gefördert; der Computer DERA (Darmstädter Elektronische



Bild 101. Blick in einen Digitalrechner.

Rechenanlage) wird gebaut; Piloty (München) beginnt 1950 mit dem Entwurf eines Computers; die PERM (Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München) wird nach dem Prinzip des sog. Priceton-Computers gebaut, sie hatte eine sehr schnell rotierende Magnettrommel.

1952 Arbeiten von Biermann und Billing (Göttingen) zur Herstellung eines Trommel- und Kernspeichers.

1955 Transistoren und Dioden beginnen die Elektronenröhre bei den Rechenautomaten abzulösen; die eidgenössische Technische Hochschule Zürich trägt mit der ERMETH, die technische Hochschule Wien mit dem »Mailüfterl« (ersten volltransistorisierten Rechenautomaten Europas) zur Einführung der Rechenautomaten maßgeblich bei.

1956 Das Rechenzentrum der IBM in Sindelfingen entsteht; die Technische Hochschule München erhält

einen Computer; der erste Transistor-Computer kommt auf den Markt; Zuse entwickelt elektronischen Computer Z 22; Telefunken baut den Analogrechner.

1957 Das Rechenzentrum der Technischen Hochschule Darmstadt arbeitet mit der IBM 650; Verwendung des SEL-Informatik-Systems Quelle mit 16000 Transistoren.

1958 Siemens-Transistor Computer 2002; SEL-Transistor-Computer ER 56.

1959 Telefunken-Computer TR 4.

1960 Der Computer G 3 (nach Billing) mit Mikroprogrammsteuerung wird gebaut; Beginn der Daten-Fernverarbeitung; Volltransistorisierte Elektronenrechner (Digital und Analog).

1961 Zuse-Transistor-Computer Z 23 und Z 31.

1962 Siemens-Computer 3003.

1963 IBM-Computer 7040 und 7044; Zuse-Computer Z 25; es werden Zeichenleser nach dem Potentialverfahren (Steinbuch und Kazmierczak) entwickelt.

1964 Siemens-Computer 4004; IBM-Computer System 360; Telefunken-Computer TR 10.

1965 In der BRD sind 1984 Computer erstellt und 1589 in Auftrag gegeben; für 1967 ist ein Computer CDC 6800 mit einer Additionsgeschwindigkeit von 0,075 Mikrosekunden angekündigt.

6.3.3. Programmspeicherung.

1945 Neumann (Ungarn) veröffentlicht seine Fundamentalprinzipien eines Rechenautomaten mit als Information gespeichertem Programm und entwirft das Konzept des EDVAC = Electronic Discrete Variable Automatic Computer.

1954 Backus macht den ersten Schritt zur Einführung »problemorientierter« Programmierung mit der »FORTRAN« (Formula Translator) — Programmierungssprache.

1955 Programmierungsausschuß der GAMM gegründet.

1958 Bericht über Programmierungssprache ALGOL (Algorithmic Language).

1959 Programmierungssprache COBOL (Common Business Oriented Language) für kommerzielle Zwecke.

1965 Die internationale Normierungsorganisation (ISO) nimmt in Tokio ALGOL-Norm an; Sprachen für die Verarbeitung von Zeichenketten (z. B. FORMAC) und für die Simulation erhalten Bedeutung.

Literatur: Karl Ganzhorn und Wolfgang Walter, Die geschichtliche Entwicklung der Datenverarbeitung. — G. Haas, Grundlagen und Bauelemente elektronischer Ziffern-Rechenmaschinen, Philips Technische Bibliothek, 1961. — W. Hoffmann, Digitale Informationswandler, Vieweg und Sohn, Braunschweig 1962. — H. D. Leeds, Computer Programming Fundamentals, MC Graw-Hill, Book Company, New York 1961. — E. J. McCarthy, Integrated Data Processing Systems, Wiley a. Sons, New York 1966. — Ch. J. Sippl, Computer Dictionary and Handbook, Sams a. Co, New York 1966. — Steinbuch, Die informierte Gesellschaft, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1966. — Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1967.

7. Geschichte der Bauelemente der Fernmeldetechnik.

7.1. Wissenschaftliche Erkenntnisse.

1745 v. Kleist und v. Muschenboek erfinden die Leydener Flasche.

1833 Entdeckung des negativen Temperaturkoeffizienten von Metallen durch Faraday.

1859 Plücker entdeckt die Kathodenstrahlen in verdünnten Gasen.

1869 Hittorf beobachtet die magnetische Ablenkung von Kathodenstrahlen.

1874 Stoney definiert den Begriff Elektron; Braun entdeckt den Gleichrichtereffekt an halbleitenden Mineralien.

1876 Siemens stellt die Halbleitereigenschaften des Selens fest.

1880 Der von Coulomb vermutete piezoelektrische Effekt (Erzeugung elektrischer Ladungen an gewissen Kristallen durch Druck) wird durch die Gebrüder Curie entdeckt.

1881 Lippmann folgert aus thermodynamischen Überlegungen den reziproken piezoelektrischen Effekt (Längenänderung piezoelektrischer Kristalle im elektrischen Feld); dieser Effekt wird auch von den Gebrüdern Curie nachgewiesen.

1883 Edison stellt den sog. Edison-Effekt fest (Stromfluß durch eine Glühlampe, wenn der Glühfaden mit dem negativen Pol einer Batterie und die Gegenelektrode mit deren positiven Pol verbunden wird).

1903 Richardson erfaßt den Edison-Effekt rechnerisch.

1913 Langmuir und Schottky berechnen das $U^{3/2}$-Gesetz.

1932 Grundlegende Arbeiten von Nottebrock über SIRUFER.

1937 Schottky und Spenke stellen die Randschichttheorie bei Halbleitern auf.

1942 Die Metall-Kapillar-Kathode wird durch Katz entwickelt.

1948 Der Transistoreffekt wird durch Bardeen und Brattain entdeckt (siehe auch 7.3.).

1951 Die ersten Maser werden von Townes aufgebaut.

1952 Transistor-Symposion in den USA.

1960 Der erste Rubin-Laser wird von Maimann gebaut.

7.2. Röhren (Verstärkerröhren, Senderöhren, Gasentladungsröhren, Laufzeitröhren).

1857 Herstellung von Gasentladungsröhren (Geislerröhren); damaliger Begriff der Röhre luftdicht abgeschlossener Glasbehälter mit vermindertem Gasdruck.

1859 Entdeckung der Kathodenstrahlen in verdünnten Gasen (Plücker).

1897 Erste Kathodenstrahlröhren (Braun).

1902 Telefonrelais mit gesteuerter Gasentladung nach Hewitt.

1903 Wehnelt entdeckt die Elektronenemission der Erdalkalioxyde.

1904 Fleming entwickelt die Glühkathoden-Gleichrichterröhre.

1906 v. Lieben entdeckt die Verstärkerwirkung einer gasgefüllten Elektronenstrahlröhre durch magnetische Transversalsteuerung des Strahls.

1907 Forest entwickelt die Dreielektrodenröhre mit Hochvakuum als Audiondetektor.

1908 Fleming führt die Wolframkathode bei Vakuumröhren ein.

1909 Langmuir verbessert durch Thoriomheizfaden die Emission.

1910 v. Lieben entwickelt die gasgefüllte Röhre mit Steuergitter.

1914 Erste Hochvakuum-Verstärkerröhren.

1915 Langmuir und Schottky entwickeln die Raumladegitterröhre; Schottky entwickelt die Schirmgitterröhre; Nicholson erfindet die indirekt geheizte Röhre; Rukop entwickelt Senderöhren.

1916 Auf dem Gebiet der Röhrenschaltungen betätigen sich Armstrong, de Forest, v. Lieben, Meißner und Reiss.

1917 Die erste Fernsprech-Verstärkerröhre erscheint.

1918 Erste Senderöhre mit Wasser- und Siedekühlung nach Rukop; Schottky entwickelt Mehrgitterröhre.

1920 Erste 10-kW-Senderöhre (wassergekühlt); Verstärkerröhre der DRP mit Wolframkathode.

1923 Serienfertigung der ersten Empfängerröhren mit indirekt geheizten Bariumoxydkathoden in Europa; Beginn der Fertigung von Glühkathodenröhren mit Argonfüllung für Gleichrichterzwecke; Magnetfeldröhre (Magnetron) nach Zacek.

1925 Jobst erfindet das Bremsgitter (Pentode); Dieckmann und Hell erfinden die lichtelektrische Bildzerlegeröhre für Fernsehzwecke.

1928 Senderöhren mit Thoriumkathode und zirkonisierter Anode mit Getterungswirkung.

1930 Zworykin entwickelt die erste speichernde Bildaufnahmeröhre (Ikonoskop); Schröter führt die Bildabtastung mit der Braunschen Röhre durch; Postverstärkerröhre mit Oxydkathode mit Platin-Nickelträger.

1931 Die Braunsche Röhre wird für die Bildwiedergabe beim Fernsehempfang eingeführt.

1932 Steimel entwickelt Hexodenröhren.

1933 Die wassergekühlte Senderöhre mit 300 kW Leistung wird hergestellt; die Fertigung gesteuerter Gasentladungsröhren (Stromtore, Metallstromtore) beginnt.

1934 Schaffernicht entwickelt die erste Bildwandler- bzw. Bildverstärkerröhre; Kleinröhren mit Preßglasteller werden hergestellt; Entwicklung von Mischröhren (Trioden-Hexoden).

1935 Das Klystron nach einem Patent der Gebrüder Heil wird hergestellt; erste europäische Breitbandröhre.

1937 Empfängerröhren mit einseitig ausgeführten Elektroden und Metallkolben (Stahlröhren) werden serienmäßig gefertigt; Abstimmanzeigeröhren werden hergestellt; die Luftkühlung wird bei Senderöhren eingeführt; thorierte Wolframkathode bei Senderöhren.

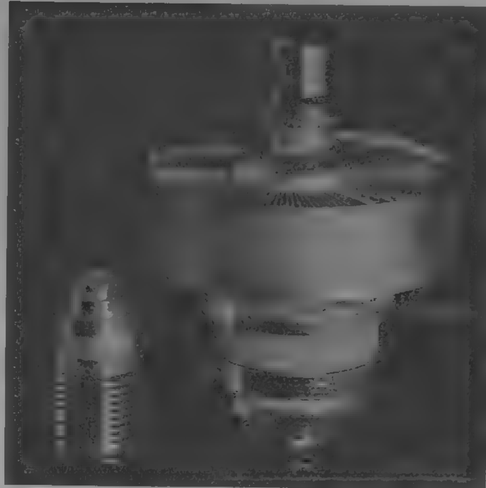


Bild 102.
Röhre YL 1050 Sendetriode und YL 1040 Scheibentetrode.

1939 Die ersten Rechteckbildröhren nach Schröter/Bartels werden gebaut; Metallkeramik nach Pulfrich für Mikrowellentrioden; Verwendung von aluminiumplattierten Eisen für Anoden in Empfängerröhren nach Weber anstelle von Nickel; Rose und Jams entwickeln das Orthikon, Lubszinski und Rodda das Superinkonoskop.

1943 In den USA werden sockellose Miniaturröhren (7-Stift-Rundfunkröhren) entwickelt.

1944 Kompfner entwickelt die Wanderfeldröhre.

1946 Rose, Weimer und Law entwickeln das Superorthikon; in Holland werden Rimlock-Röhren (8-Stift-Rundfunkröhren) gebaut.

1948 Bei Kathoden und Gittern von Senderöhren wird die Maschenbauweise angewandt.

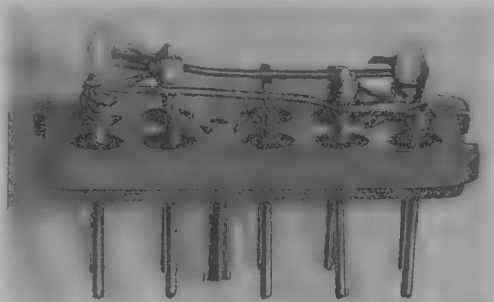


Bild 103. Erste in Deutschland gebaute Germanium-Diode von Siemens und Halske, 1944.

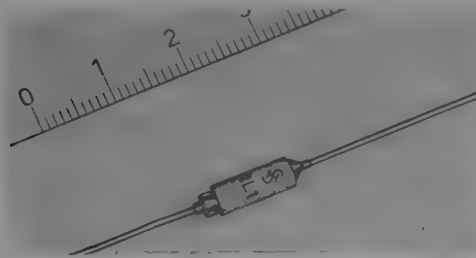


Bild 104. Silizium-Diode, 1957.

1950 Weimer, Forgue und Goodrich entwickeln das Vidikon.

1951 Lawrence entwickelt eine Farbbildröhre (Chromatron); Law und Flechsing entwickeln die Lochmasken-Farbbildröhre; in Deutschland werden sockellose 7- und 9-Stift-Rundfunkröhren eingeführt; ein Standardtyp für DBP-Verstärkerröhren wird geschaffen.

1952 Die Spanngittertechnik für Empfängerröhren mit kleinen Gitter-Kathodenabständen wird entwickelt; erste Spanngitterröhre für Koaxialkabel; erfolgreiche erste Verwirklichung des Wanderfeldröhrenprinzips durch Kompfner; Beurtheret baut die

Bild 105. Verschiedene Richtleiter und Transistoren, Silizium-Fotoelemente und Heißleiter.

1 Silizium-Zenerdioden und Silizium-Richtleiter — 2 Silizium-Zener-Leistungsdiode — 3 Germanium-Richtleiter für Rundfunk und Fernsehen — 4 Germanium-Richtleiter für die kommerzielle Nachrichtentechnik — 5 Germanium-Leistungstransistor — 6 Germanium-Transistor für mittlere Leistungen — 7 Germanium-Transistor fur große Leistungen — 8 Silizium-Transistor — 9 Germanium-Transistor für kleine Leistungen (TF 66) — 10 Mesa-Transistor — 11 Silizium-Solar-Element TP 60 — 12 Silizium-Fotoelement BPY 11 — 13 Meß-Heißleiter — 14 Anlaß-Heißleiter — 15 Fremdgeheizter Heißleiter — 16 Kompensations-Heißleiter — 17 Kompensations-Heißleiter — 18 Kompensations-Heißleiter — 19 Kompensations-Heißleiter.

Senderöhre mit Verdampfungskühlung (Ananas-Anode).

1954 Protze entwickelt die Senderöhre mit Verdampfungskühlung und Kanalanode.

1955 Scheibentrioden werden gebaut.

1956 Wanderfeldröhren und Hochleistungssenderöhren (250 kW) werden gefertigt; bei Rundfunkröhrenbau wird die Novaltechnik angewandt.

1957 Der Bau von Klystron beginnt.

1958 Senderöhren in Metall-Keramik-Technik für Fernseh-Sender. Bildröhren mit 110° Ablenkung werden gebaut.

1960 Die Miniaturtechnik bei Rundfunkröhren entwickelt sich; der Bau von Spezialverstärkerröhren wird vorangetrieben.

1961 Der Rückwärtswellenoszillator wird entwickelt.

1962 Der Resonanz-Rückwärtswellenoszillator wird gebaut; Bildröhren mit integriertem Implosionsschutz (Glasspannungs-Kompensation durch Metallband).

1964 2-kW-Wanderfeldröhre für Satellitenfunk.

1965 Erste Versuchsausführung eines Gas-Lasers.

7.3. Halbleiter (Dioden, Transistoren, Heißleiter, Kaltleiter, Fotoelemente-Bauteile, Hallgeneratoren, Feldplatten, Festkörperschaltkreise).

1941 Der Germanium-Spitzendetektor wird zur Gleichrichtung hoher Frequenzen benutzt.

1948 Bardeen und Brattain (USA) entdecken den Transistoreffekt; Shockley macht den theoretischen Vorschlag für einen Flächentransistor.

1950 In den USA beginnt die industrielle Herstellung von Spitzendioden und Spitzentransistoren; erste Legierungsversuche mit Germanium für Flächendioden und Flächentransistoren.

1951 Welker sagt Halbleitereigenschaften für Verbindungen von Elementen der dritten Gruppe mit denen der fünften Gruppe des Periodensystems voraus und entdeckt die hohe Elektronenbeweglichkeit in den III/V-Verbindungen Indiumantimonid und Indiumarsenid.

1952 In Deutschland wird die industrielle Bearbeitung von Halbleiterprodukten begonnen; Herstellung von Reinstsilizium durch tiegelfreies Zonenziehen; Feldeffekttransistor von Shockley.

1953 Krömer schlägt den Drifttransistor vor und gibt seine Berechnung an.

1954 Der Germanium-Legierungstransistor für Niederfrequenz wird in steigendem Maße eingesetzt.

1956 Technische Realisierung des Drifttransistors in Deutschland; er erschließt das UKW-Gebiet für Transistoren; erste Verwendung der durch Spannung variierbaren Diodenkapazität (Varaktordiode) zur Frequenzumsetzung bei sehr hohen Frequenzen; Entwicklung der Thermokompressionstechnik und der Mesatransistoren für hohe Frequenzen in den USA; Entwicklung der Silizium-Zenerdioden mit besonders steiler und stabiler Durchbruchskennlinie.

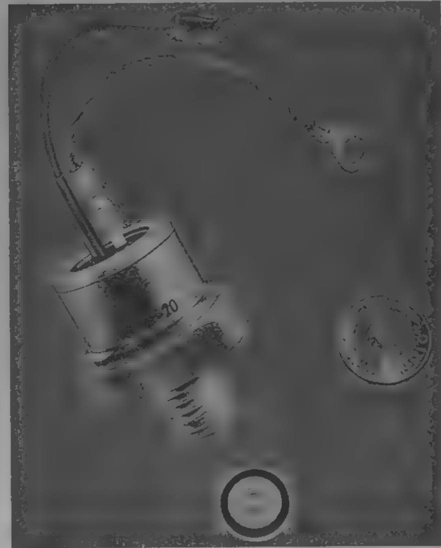


Bild 106. Silizium-Transistor, 1962 (Größenvergleich mit 1-Pfennig-Stück).

1959 Entwicklung der Planartechnik (Planartransistor 1 GHz) in den USA.

1960 Silizium-Fotoelemente (später »Solarzellen«).

1963 Industrielle Auswertung der Planartechnik in den USA und in Deutschland für Siliziumtransistoren und »Integrierte Schaltungen« (Festkörperschaltkreise, in denen alle Einzelteile und Leitungen in einem Halbleiterblock zusammengefaßt sind, so daß die Schaltung den Charakter eines Bauelementes hat); Mikrowellenerzeugung mit III/V-Verbindungen (z. B. Galliumarsenid) durch Gunn (USA).

1965 Industrielle Auswertung des Feldeffektes in Sperrschicht-Feldeffekt-Transistoren (FET) und metalloxydisolierten Feldeffekt-Transistoren (MOST); Entwicklung von Heißleitern (Meß-Heißleiter, Kompensations-Heißleiter und Regel-Heißleiter); industrielle Auswertung der Planartechnik in Germaniumtransistoren in Deutschland.

7.4. Mechanische Hochfrequenzfilter.

1942 Theoretische Vorarbeiten von Mason und anderen.

1949 Metallresonatoren und Ferritwandler bis 500 kHz nach Roberts und Burns (USA).

1956 Hochfrequente kreisförmige Plattenbieger nach Sharma.

1957 Longitudinal- und Torsionsfilter (Börner, Kettel und Ohnsorge, Deutschland).

1958 Longitudinalgekoppelte Torsionsfilter (hochwertige Einseitenbandfilter) von Börner.

1960 Mechanische Kanalfilter (Dämpfungspole) von Börner.

1961 Keramikfilter von Curreau u. a.

1965 Piezoelektrische Keramikwandler (Absmeier und Schüsseler).

1967 Mechanisch gekoppelte Quarzfilter 10 bis 100 MHz.

7.5. Piezoelektrische und atomare Resonatoren zur Frequenzstabilisierung.

1881 Lippmann folgert aus thermodynamischen Überlegungen den reziproken piezoelektrischen Effekt (Längenänderung piezoelektrischer Kristalle im elektrischen Feld), der von den Gebrüdern Curie nachgewiesen wird.

1917 Langevin und Nicolson untersuchen piezoelektrische Substanzen (Seignettasalz und Quarz) für die Erzeugung und den Empfang von Unterwasserschall.

1919 Nicolson entwickelt piezoelektrische Mikrofone, Lautsprecher und Tonabnehmer.

1920 Cady verwendet Quarzscheiben (Schwingquarze) zur Frequenzstabilisierung von Röhrenoszillatoren; damit beginnt die breite Anwendung des piezoelektrischen Effekts in der Elektroakustik, Ultraschall- und Nachrichtentechnik; hier besonders für die Frequenzstabilisierung (Steuerquarze) und die Frequenzselektion (Filterquarze) elektrischer Schwingungen.

1929 Erste Frequenznormale (hochkonstante, quarzgesteuerte Frequenzgeneratoren) für Meßzwecke und Sendersteuerung; Quarzuhr nach Giebe, Scheibe und Marrison zur Zeitbewahrung und Abgabe von Zeitzeichen.

1936 Scheibe und Adelsberger entdecken mit Hilfe der Quarzuhr Schwankungen in der Drehgeschwindigkeit der Erde; die Frequenzkonstanz von Quarznormalen beträgt $\pm 5 \times 10^{-11}$ pro Tag.

1949 Atomfrequenznormale nach Lyons, Townes und Essen; sie verwenden Eigenfrequenzen von Atomen (Cs, Rb und H) oder von Molekülen (NH_3) zur Stabilisierung von Schwingungen im Mikrowellenbereich; absolutes Zeit- und Frequenznormal (Atom- oder Moleküluhr); Frequenzkonstanz $\pm 5 \times 10^{-13}$ im Monat.

1960 Laser-Frequenzgeneratoren nach Townes, Bassov und Maiman im IR-, optischen und UV-Bereich.

7.6. Passive Bauelemente (Kondensatoren, Widerstände, magnetische Bauelemente).

1901 Drehkondensator von Koepsel.

1904 Silitwiderstände von Egly.

1905 Paraffinvergossene Becherkondensatoren.

1911 Glimmerkondensatoren für die Funktechnik nach Dubilier.

1914 Erste Ausführung eines Pupinspulenkastens in Berlin.

1923 Kleine Glimmerkondensatoren für die Funktechnik.

1924 Einführung des Massekerns aus Carbonyleisen für Pupinspulen.

1926 Kleine Pupinspulen mit Carbonyleisenkern nach Jordan-Ehlers.

1928 Ringkernspulen aus Carbonyleisen.

1930 Keramik-Kondensatoren.

1931 Massekernspulen für die Rundfunktechnik.

1932 Isoperm-Bandkernspulen; Störschutzkondensatoren.

1933 Halbtrockene Elektrolytkondensatoren.

1936 GLIWA-Kondensatoren der Hescho-AG (Hermesdorf-Schomburg AG).

1939 Massekernspulen für die kommerzielle Nachrichtentechnik.

1947 Entwicklung von Metall-Lack-Kondensatoren.

1949 Ringkernspulen aus Permalloy.

1952 Siferit-Schalenkerne, Ferrit-Topfkerne und E-Kerne.

1953 Ferrit-Schwinger für Filterzwecke; Ferrit-Ringkerne als Schalt- und Speicherelement; Gyromagnetische Ferritbauelemente für die Mikrowellentechnik.

1954 Ferrit-Schalenkerne.

1957 Geätzte Schaltungen.

1959 Kleine Permalloy-Bandringkerne für Schaltzwecke; Ferritkörper als Schwingkörper für Ultraschallsender und -Empfänger; magnetische Dünnfilm-Speicherelemente.

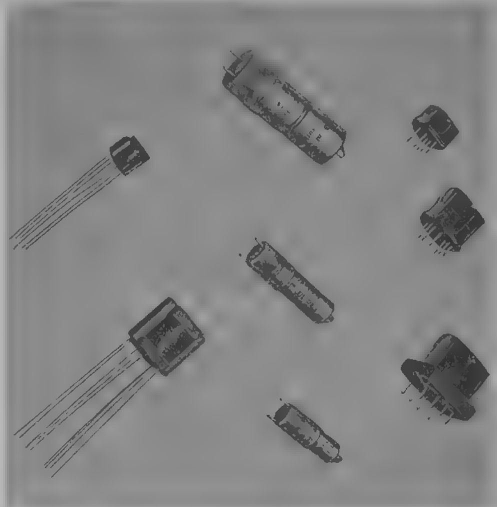


Bild 107.
Schalenkerne und Übertrager für Elektrolytkondensatoren, 1959.

1963 Regenerierender Dünnschicht-Kondensator.

1966 Magnetdrahtspeicher (Eisen-Nickel-plattierte Drähte [»Plated wire«] als Speicherelemente).

Literatur: Archive der Firmen Siemens AG und AEG-Telefunken. *Knebel*

Geschwindigkeit → Dynamik.

Geschwindigkeitsmessung → Funkortung.

Geschwindigkeitsverteilung → galvano-thermomagnetische Effekte, → Ladungsträgerstatistik.

Gesetz über den Amateurfunk (AFuG) vom 14.3.1949 (WiGBl. S. 20 = BGBl. III 9022-1). Das AFuG bildet die Rechtsgrundlage für die Betätigung der Funkamateure. Es gilt seit 1959 auch im Saarland und seit 1967 im Land Berlin. Ergänzt wird es durch die Durchführungsverordnung (AFuDV) vom 13. 3. 1967 (BGBl. I S. 284), die auf §§ 5, 7 AFuG beruht.

Als Funkamateure bezeichnet das AFuG (§ 1 Abs. 2) Personen, die sich lediglich aus persönlicher Neigung und nicht in Verfolgung anderer, z. B. wirtschaftlicher oder politischer Zwecke, mit Funktechnik und Funkbetrieb befassen. Sie bedürfen sowohl zum Errichten und Betreiben ihrer Amateurfunkstation als auch zur Mitbenutzung einer fremden Station einer fernmelderechtlichen Genehmigung, die von den OPDn erteilt wird und auf die Verwendung bestimmter, in Anlage 1 der Durchführungsverordnung (DVO) angegebenen Sendearten und Frequenzbereiche beschränkt ist. Der Funkamateur hat — entgegen den übrigen fernmelderechtlichen Genehmigungen (→ private Fernmeldeanlagen [FMA]) — bei Vorliegen bestimmter im AFuG festgelegter Voraussetzungen — Wohnsitz im Bundesgebiet, Mindestalter von 18 Jahren, Unbescholtenheit und Ablegen einer fachlichen Prüfung — einen Anspruch auf Erteilung der Genehmigung, der notfalls im Wege einer Klage vor den Verwaltungsgerichten durchgesetzt werden kann (§ 2 AFuG). Dementsprechend kann die Genehmigung auch nur widerrufen werden, wenn die Voraussetzungen für ihre Erteilung fortgefallen sind (§ 4 AFuG), z. B. der Funkamateur gerichtlich bestraft worden ist.

Die für die Erteilung der Genehmigung erforderliche Prüfung ist in § 3 DVO und in der Anlage 2 zur DVO näher geregelt. In der DVO (§§ 5 bis 16) finden sich auch die technischen und betrieblichen Vorschriften über die Abwicklung des Amateurfunkverkehrs.

Nach § 6 AFuG darf der Funkamateur Nachrichten, die von einer öffentlichen Zwecken dienenden FMA übermittelt werden und für seine Anlage nicht bestimmt sind, anderen nicht zur Kenntnis geben. Dieser Bestimmung kommt nur deklaratorische Bedeutung zu, da sich die Pflicht zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses für den Funkamateur bereits aus §§ 11, 18 des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) ergibt (→ Fernmeldegeheimnis). *Aubert*

Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten → Kollisionsrecht 3.1.

Gesetz über Fernmeldeanlagen vom 14. 1. 1928 (BGBl. I S. 8 = BGBl. III 9020-1), geändert durch das Einführungsgesetz zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. 5. 1968 (BGBl. I S. 503), im Sprachgebrauch allgemein als Fernmeldeanlagengesetz (FAG) bezeichnet.

Das FAG regelt vornehmlich die dem Bunde als Träger der → Fernmeldehoheit zustehenden Rechte und Pflichten, abgesehen vom → Fernmeldeleitungsrecht. Es stellt eine Neufassung des Gesetzes über das Telegrafenwesen des Deutschen Reiches vom 6. 4. 1892 (RGBl. S. 467) aufgrund des Abänderungsgesetzes vom 3. 12. 1927 (RGBl. I S. 331) dar und ist am 1. 1. 1928 in Kraft getreten. Gemäß Art. 123, 124, 73 Nr. 7 GG gilt es als Bundesrecht fort.

In den §§ 1 bis 6 befaßt sich das FAG mit dem Fernmeldehoheitsrecht. Hierbei umreißt es in § 1 dieses Recht nach Trägerschaft, Ausübung und Inhalt, regelt in den §§ 2, 3 und 6 das Recht der → privaten Fernmeldeanlagen und enthält in den §§ 4 und 5 Bestimmungen über den räumlichen Geltungsbereich des Fernmeldehoheitsrechts. Zum Gebiet des → Benutzungsrechts gehören die §§ 7, 8, die den → Zulassungszwang zum Gegenstand haben, § 9, der für Gebührenstreitigkeiten auf dem Fernmeldegebiet den → Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet hatte, unterdessen aber gegenstandslos geworden ist, und die §§ 10 bis 14, die sich mit dem → Fernmeldegeheimnis befassen. Die §§ 15 bis 22 haben → Fernmeldestrafrecht bzw. Strafprozeß- und Polizeirecht zum Inhalt und die §§ 23, 24 sind dem → Kollisionsrecht zuzurechnen, d. h. dem Rechtsgebiet, das sich mit den rechtlichen Folgen der Beeinträchtigung einer elektrischen Anlage durch eine andere bei ihrem Zusammentreffen befaßt.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., Hamburg — Berlin 1962 — Neugebauer, Fernmelderecht mit Rundfunkrecht, Berlin 1929.

Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens (PlVG) → Planfeststellung, → Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien.

Gesetz über die vermögensrechtlichen Verhältnisse der DBP → Rechtsstellung der DBP.

Gespräch → Ablehnung eines Gesprächs, → Anmelden eines Gesprächs.

Gespräche mit besonderer Behandlung. Es gibt folgende Gespräche mit besonderer Behandlung: → V-Gespräche, → XP-Gespräche, → R-Gespräche, → Gespräche von Person zu Person, → Monats- und Wochengespräche, → Gespräche zur festgelegten Zeit, → Sammelferngespräche, → N-Gespräche, → Notgespräche, → Staatsgespräche, → Militärgespräche, → Dienstgespräche. Über die einzelnen Gesprächsarten und deren Sonderbehandlung s. die einzelnen Stichwörter. Über die Möglichkeiten im Fernsprechinlandsdienst → Dienstanweisung für die Abwicklung des handvermittelten Fernsprechverkehrs, im Auslandsferndienst → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst.

Gespräche, dringende. Der Anmelder kann im handvermittelten Dienst die Herstellung eines Ferngesprächs mit dem Vorrang »dringend« verlangen, im → Auslandsferndienst nur dann, wenn dringende Gespräche zugelassen sind (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst). Für diese Gespräche wird die doppelte Gebühr erhoben, im Fernsprechinlandsdienst jedoch nur dann, wenn das Gespräch im → Rückwärtsaufbau hergestellt werden muß. Der

Anteil der dringenden Gespräche an der Gesamtzahl der Gespräche ist sehr gering, ein Zeichen guter Betriebsgüte. Weiteres → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen, → Vorranggespräche.

Gespräche zur festgelegten Zeit sind Gespräche, deren Ausführungszeit vom Anmelder für eine bestimmte Zeit festgelegt ist. Diese Gespräche sind nur mit bestimmten Ländern zugelassen (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst). Gebühren in der verkehrsarmen Zeit einfach, in der verkehrsstarken Zeit doppelt.

Gespräche, gewöhnliche sind im handvermittelten Dienst G., bei denen bei der Anmeldung kein Vorrang verlangt wurde.

Gespräche von Person zu Person sind nur im Überseedienst mit bestimmten Ländern zugelassen (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst). Ein solches Gespräch ist ein zwischen einer bestimmten Person und einer anderen bestimmten Person geführtes Gespräch. Ist die verlangte und näher bezeichnete Person nicht durch eine Sprechstelle zu erreichen, kann u. U. ein Bote entsandt werden. Im europäischen Bereich gelten dafür → V-Gespräche und → XP-Gespräche.

Gespräche mit Voranmeldung → V-Gespräche.

Gesprächsanmeldung → Anmelden der Gespräche.

Gesprächsarten. Es gibt 4 G.:
1. → Notgespräche, 2. → Staatsgespräche und Militärgespräche, 3. → Dienstgespräche, 4. → Privatgespräche. Abgesehen von Notgesprächen, die grundsätzlich den höchsten Dringlichkeitsgrad besitzen, können die 3 anderen G. mit verschiedenen → Dringlichkeitsstufen versehen werden. Über die Herstellung der Gespräche → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen.

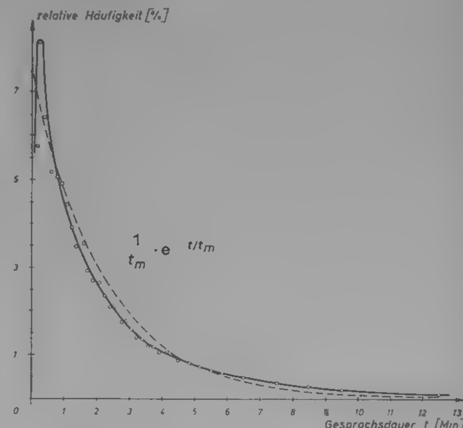
Gesprächsblätter → Einheitsgesprächsblätter.

Gesprächsblattmustersammlung s. Anlage der Dienstanweisung für die Abwicklung des handvermittelten Fernsprechverkehrs. In der G. sind die 3 Arten, weiße, grüne und rote Gesprächsblätter in ihrem Aussehen, ihrem Aufdruck usw. beschrieben. Eingangs ist festgelegt, wie bestimmte immer wiederkehrende Fälle zu behandeln sind, z. B. Kennzeichnung verschriebener Gesprächsblätter, Gesprächsblätter ohne Gebührenansatz (→ Dienstgespräche, → Streichung, → Ersatzgespräche, Gesprächsblätter nur für die internationale Abrechnung, Kennzeichnung von Gesprächsblättern im Abgabeverfahren). Sodann sind auf 64 Seiten Einzelbetriebsfälle des handvermittelten Ferndienstes (Fernsprechinlandsdienstes) und → Auslandsferndienstes dargestellt, wie, wann und wo auf den Gesprächsblättern die entsprechenden Eintragungen von den → Vermittlungskräften vorgenommen werden müssen, um die Einzelfälle in ihrer Darstellungsform eindeutig zu unterscheiden.

Gesprächsdauer. Zeitintervall zwischen Beginn und Ende eines Gesprächs. Die einzelnen Gespräche dauern unterschiedlich lang. Die Häufigkeit, mit der bestimmte Längen der G. auftreten, kann in einer Kurve dargestellt werden. Diese gleicht der negativen Exponentialverteilung (s. Bild):

$$W(t) = \frac{1}{t_m} \cdot e^{-t/t_m}.$$

t_m = mittlere Gesprächsdauer (→ Gesprächszeit).



Verteilung der Gesprächsdauer von Ortsgesprächen (t_m = 133 Sek.). Gemessen wurden 20000 Ortsgespräche.

Gesprächsdauer, gebührenpflichtige. Die Gesprächsdauer ist die Zeitspanne zwischen dem Beginn des Ferngesprächs und dem Gesprächsende. Nach dieser Zeitspanne wird die G. angesetzt (→ Gebührenminuten).

Gesprächsgebühr ist die Gebühr, die der Auftraggeber, d. h. der Anmelder — bei angenommenen → R-Gesprächen der Verlangte —, für die erfolgte Ausführung zahlen muß. Bei der Berechnung der G. bildet die tatsächliche Gesprächsdauer den Ausgangspunkt. Aus der tatsächlichen Gesprächsdauer wird auf die gebührenpflichtige → Gesprächsdauer geschlossen und unter Berücksichtigung der Entfernungszone, der verlangten → Dringlichkeitsstufe, ggf. der Tag- bzw. Nachtgebühr die G. mit Hilfe der richtigen → Gebührentafel berechnet. Außerdem sind ggf. noch Zusatzgebühren zu berücksichtigen (z. B. → V-, → XP-Gebühr usw.). Alle Gebühren zusammengezogen ergeben die Gesamtgebühr, die vereinfacht G. genannt wird.

Gesprächszählung. Erfassen der in einem beliebigen oder vorgegebenen Zeitraum aufgekommenen Gespräche (Ferngespräche), die über ein Schaltglied, z. B. → Zählimpulsgeber, vermittelt wurden.

Gesprächszeitmesser ist ein elektromechanisches Zählwerk mit dreistelliger Ziffernangabe für Fernplätze zur Anzeige der → gebührenpflichtigen Gesprächsdauer in Minuten und Zehntelminuten. Die dekadische Anzeige der Minuten erfordert einen von einem → Zeittaktgeber erzeugten Fortschaltezeittakt von 6 Sekunden. Einschaltung durch eine als → Magnettaste ausgebildete Anschaltetaste, Rück-

stellung auf Null durch eine mechanisch auf das Zählwerk wirkende Rückstelltaste, die zugleich über einen Kontakt die Anschaltetaste auslöst.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128.

Gestattungsverträge → Privatgelände 3.

Gestellkarte. Auf ihr sind die Abnehmerleitungen eingetragen, die von einem Wählergestellrahmen aus erreicht werden. Ebenso sind die Zubringerleitungen angegeben, die zu einem bestimmten Wähler oder zu einer bestimmten Übertragung führen. Diese Angaben werden benötigt beim Verfolgen von Verbindungen in Orts- und Fernvermittlungsstellen. G. sind an allen Wähler- und Übertragungsgestellrahmen angebracht.

Gestellrahmen. Gestellrahmen (GR) ist die Einheit, in welche fernmeldetechnische Einrichtungen jeder Art und in verschiedener Anzahl eingebaut werden.

Gestellreihe. Als Gestellreihe (GRh) bezeichnet man die Einheit, in welcher die einzelnen Gestellrahmen eingebaut werden.

gesteuerter Gleichrichter → Thyristor.

Gestörtschaltung. Durch die G. wird in Fernsprech-Nebenstellenanlagen die Verbindung mit der Vermittlungsstelle bei gestörter → Nebenstellenanlage im Rahmen der Ausstattungsvorschriften ermöglicht. Das Leistungsmerkmal G. ist Bestandteil der Regelausstattung. Teilweise bezieht sich die G. auf den Ausfall der Stromversorgungseinrichtung. Dabei muß der Amtsverkehr von einer festgeschalteten Nebenstelle möglich sein; die Umschaltung erfolgt selbsttätig. Der Nebenstellenapparat wird von seinem Teilnehmerorgan abgeschaltet und unmittelbar unter Umgehung der Wähleinrichtung über besondere Kontakte an die Amtsübertragung angeschaltet.

Getter. Gase stark absorbierende Substanz (z. B. Magnesium), die in evakuierten Apparaturen (z. B. Elektronenröhren) nach dem Abschmelzen von der Vakuumapparatur verdampft wird, um Restgase zu binden und ein gutes Vakuum zu garantieren.

Gewährleistung im Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP. Mit Lieferverpflichtung übernimmt Auftragnehmer G. dafür, daß Leistungen vertraglich zugesicherte Eigenschaften haben und frei von Fehlern sind, die Wert oder Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrage vorausgesetzten Gebrauche aufheben oder erheblich mindern. G.-Frist richtet sich nach den Angaben im Auftragschreiben, in den »Besonderen Vertragsbedingungen« und in Einzelfällen nach den Angaben in technischen Vorschriften. Sofern sich bei Leistungen einwandfreie und vertragsgemäße Beschaffenheit bei Abnahme unzweifelhaft feststellen läßt und später keine Mängel zu erwarten sind oder Überwachung der G.-Frist nicht möglich oder der damit verbundene Aufwand nicht vertretbar ist, kann im Vertrag auf besondere Vereinbarung verzichtet werden. In derartigen Fällen treten gesetzliche Mindestfristen ein, die die DBP beim Kauf von handelsüblichen Gegenständen oft gelten läßt. G.-Frist beginnt mit Abnahme der Leistung bei Empfangsstelle. Wird ein vom Auftragnehmer zu vertretender Sachmangel während G.-Frist festgestellt, kann DBP verlangen, daß vertragsmäßiger Zustand hergestellt wird. Hierzu kann sie bestimmte Rechte in Anspruch nehmen, die möglichst in nachstehender Reihenfolge geltend gemacht werden sollen, welches nicht ausschließt, Art der Mängelbeseitigung so zu wählen, daß sie für Vertragsparteien zumutbar und am wenigsten aufwendig ist. Fordert DBP Ersatzlieferung, so hat Auftragnehmer mangelhafte Sache auf seine Kosten (auch Transport, Ausbau, Einbau usw.) durch mangelfreie zu ersetzen. Beseitigen des Mangels durch Nachbesserung. Die DBP kann Auftragnehmer gegenüber dabei äußern, daß sie nach Ablauf der gesetzten angemessenen Frist Beseitigung des Mangels für Rechnung des Auftragnehmers veranlassen werde, sofern er ihn bis dahin nicht behoben hat. Beseitigung des Mangels kann Auftragnehmer ablehnen, wenn sie einen unverhältnismäßig großen Aufwand bereiten würde.

Minderung (Herabsetzen des Preises, z. B. bei Verwendbarkeit trotz geringer Toleranzabweichung) ist, sofern keine besonderen Vereinbarungen zwischen Vertragspartnern getroffen worden sind, erst nach fruchtlosem Ablauf der Frist für Nachbesserung bzw. Umtausch möglich. Bei Minderung ist vereinbarter Preis in dem Verhältnis herabzusetzen, in welchem z. Z. des Vertragsabschlusses Wert der Sache im mangelfreien Zustande zum wirklichen Wert gestanden haben würde.

Wandlung (Rückgängigmachen des Vertrages, Empfangenes ist Zug um Zug zurückzugewähren) kann in Anspruch genommen werden, wenn Frist für Beseitigen des Mangels oder Lieferung einer mangelfreien Sache abgelaufen ist, ohne daß Auftragnehmer Forderung erfüllt hat, und Interesse der DBP an Leistung durch Mangel aufgehoben oder erheblich gemindert ist. Bei ihrer Inanspruchnahme hat Auftragnehmer der DBP Beförderungskosten zu erstatten, die von ihr für mangelhafte Leistung übernommen worden sind. Außerdem hat er beanstandete Gegenstände unverzüglich fortzuschaffen (bzw. kann er sie auf seine Kosten zurücksenden lassen) und etwaige Kosten für Ausbau zu tragen.

Kann DBP Schadenersatz fordern, so haftet Auftragnehmer für Schaden, der am Gegenstand selbst entstanden ist. Weitergehende Schadenersatzpflicht ist gegeben, wenn entstandener Schaden auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit beruht und vom Unternehmer, seinen gesetzlichen Vertretern oder Erfüllungsgehilfen verursacht ist. Grobe Fahrlässigkeit ist jede besonders schwere, für jedermann deutliche Verletzung der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt. Ansprüche aus G. müssen innerhalb gesetzlicher bzw. vereinbarter Frist wirksam (insbesondere durch Anerkennung oder Klageerhebung) geltend gemacht werden, weil nach Ablauf dieser Zeit Auftragnehmer Einwand der Verjährung entgegensetzen kann. Sofern

Auftragnehmer Mangel arglistig verschwiegen hat, beträgt Verjährungsfrist 30 Jahre. Ist Kaufpreis noch nicht gezahlt und Mängelanzeige vor Ablauf der G.-Frist an den Auftragnehmer abgesandt, kann DBP Zahlung des Kaufpreises insofern verweigern, als sie aufgrund der Wandlung oder Minderung dazu berechtigt sein würde. Bei Werkverträgen ist Verjährung so lange gehemmt, bis Unternehmer, der sich im Einverständnis mit der DBP der Prüfung des Vorhandenseins oder der Beseitigung des Mangels unterzieht, Ergebnis der Prüfung der DBP mitteilt oder Mangel für beseitigt erklärt oder Fortsetzung der Beseitigung verweigert.

Ablauf der G.-Fristen wird wegen des damit verbundenen Aufwandes nur bei Gegenständen von bestimmtem Mindestwert an besonders überwacht. Für übrige Leistungen wird, soweit möglich und vertretbar, durch geeignete dem jeweiligen Fall angepaßte Maßnahmen sichergestellt, daß etwaige G.-Ansprüche vor Ablauf der G.-Frist geltend gemacht werden können. *Wigand/Dewitz*

gewässerkundliche Meldungen.

1. Die täglichen Wasserstandsmeldungen, die von dem Pegelbeobachter fernmündlich oder automatisch an das zuständige Wasser- und Schiffahrtsamt laufen. Bemerkenswert sind einige Übertragungen auf große Entfernungen (Mainz–Duisburg, Cuxhaven–Hamburg, Borkum–Emden). Das Wasser- und Schiffahrtsamt übermittelt die Meldungen seines Bereichs an die zuständige Wasser- und Schiffahrtsdirektion, die eine Auswahl an die jeweils zuständige Rundfunkanstalt zur Verbreitung in den Nachrichtensendungen weitergibt. In zunehmendem Maße werden wichtige Pegel mit Anrufbeantwortern ausgestattet. An der Küste geben die Wasser- und Schiffahrtsdirektionen Wasserstandsmeldungen an das →Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg, das die Rundfunkanstalten versorgt.

2. Hochwassermeldungen werden von den Wasser- und Schiffahrtsdirektionen und einigen Wasser- und Schiffahrtsämtern zusammengestellt und als WOBS-Telegramm (Wobs → Wetterschlüssel) an die in der Hochwassermeldeordnung festgelegten Interessenten übermittelt. Der Rundfunk erhält diese Meldungen ebenso wie einige Bundesbehörden.

3. Eismeldedienst: Die Wasser- und Schiffahrtsdirektionen erhalten Meldungen über die örtlichen Eisverhältnisse auf den Flüssen und geben sie an die in der Eismeldeordnung festgelegten Interessenten und den Rundfunk weiter.

4. Sonstiges: In den meisten an größeren Flüssen gelegenen Städten hat die DBP einen Fernsprechansagedienst über die täglichen Wasserstandsmeldungen sowie über die jeweils letzten Hochwasser- und Eismeldungen eingerichtet. Die Leitung der g. M. liegt bei der jeweils zuständigen Wasser- und Schiffahrtsdirektion. Internationale Verpflichtungen bestehen nicht. *Keil*

Gewichtsfunktion → Laplace-Transformation.

Gewinn (Antenne) → Antennengewinn.

Gewinnflächenfunktion → Wirkfläche.

Gewinnfunktion → Antennengewinn.

Gewinnminderung → troposph. Streuausbreitung.

Gewinnparameter → Wanderfeldröhre.

Gewinn- und Verlustrechnung (GVR) der DBP. Nach § 18 (1) des Postverwaltungsgesetzes (PostVwG) vom 24. 7. 1953 (BGBl. I, S. 676) hat die DBP ihr Kassen- und Rechnungswesen nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen so zu führen, daß die Finanzlage jederzeit festgestellt werden kann. Nach § 19 PostVwG ist sie außerdem verpflichtet, für jedes Rechnungsjahr (Rj.) im → Jahresabschluß eine GVR und eine Bilanz aufzustellen. Dieser Forderung wird die DBP seit dem Erlaß des Reichspostfinanzgesetzes (RPFG) vom 18. 3. 1924 gerecht, allerdings nicht mit Hilfe einer kaufmännischen doppelten Buchführung, sondern unter Beibehaltung der Kameralistik in der Form der gehobenen kameralistischen Buchführung, die als eine Weiterentwicklung der einfachen Kameralistik anzusehen ist. Damit vermag die DBP darzustellen, ob die Gebühren und sonstigen Erträge die Aufwendungen einschließlich der Ablieferungen an den Bund decken und welches Vermögen, welche Schulden und welches Eigenvermögen im ganzen und im einzelnen vorhanden sind. Die GVR und die Bilanz zusammen sollen die Finanzlage der DBP erkennen lassen. Sie sind aufgrund der → Jahresrechnung aufzustellen und stellen den → Jahresabschluß dar.

Die GVR, auch als Ertrags- oder Erfolgsrechnung bezeichnet, wird aufgrund der in der Jahresrechnung nach Verbuchungsstellen ausgewiesenen Betriebseinnahmen und Betriebsausgaben aufgestellt. Durch die Gegenüberstellung der Konten für Aufwendungen und Erträge aufgrund der Jahresrechnung läßt sich der Erfolg (Gewinn oder Verlust) jederzeit leicht ermitteln, indem die Gesamtkosten (Betriebskosten), wie Löhne, Gehälter, sächliche Betriebsausgaben, gezahlte Zinsen, Ablieferungen an den Bund und sonstige als Ausgabe zu buchende Kosten, den Gesamteinnahmen gegenübergestellt werden. Überwiegt hierbei die Summe der Einnahmeseite, so wird der Unterschied als Gewinn der Ausgabenseite zugeschlagen, so daß auch hier ein Gleichgewicht hergestellt ist. Der Gewinn geht als Zuwachs zum Eigenvermögen auf die Passivseite der Bilanz über. Falls die Ausgaben höher sind als die Einnahmen, ist ein Verlust entstanden, der aus der Rücklage gedeckt wird. Der Verlust ist als Verminderung des Eigenvermögens auf der Aktivseite der Bilanz einzusetzen.

Die Bilanz, auch Anlagerechnung genannt, ist eine Vermögensrechnung, die den Vermögensstand für den Schluß des Rj. auszuweisen hat. Unter ihr versteht man die Gegenüberstellung der vorhandenen Vermögenswerte (Aktiva) und der Verbindlichkeiten (Passiva) zu einem bestimmten Stichtag. Die Bilanz wird auch Anlagerechnung genannt, weil bei ihrer Aufstellung nur solche Kassenvermögen berücksichtigt werden, die das Anlagevermögen bilden oder verändern.

Bei der Rechnungslegung wie auch bei der Aufstellung des Voranschlags werden nicht nur Einnahmen und Ausgaben (Geldvorgänge), sondern auch alle sonstigen Änderungen (Nichtgeldvorgänge) veranschlagt oder gebucht, die im Vermögen der DBP eintreten (§ 17, Abs. 1, PostVwG). Zu den Nichtgeldvorgängen gehören auch die Wertminderungen am Sachvermögen, die durch Abnutzung eintreten. Da die DBP in größerem Umfange, besonders im Fernsprechbau, im Hochbau und Kraftwagenbau, mit eigenem Personal Vermögenswerte schafft, die Personalausgaben aber nach der Reichshaushaltsordnung (RHO) als Betriebsausgaben zu verrechnen sind, muß der Teil dieser Ausgaben, der wertschaffender Natur ist, von der Betriebs- auf die Anlagerechnung umgebucht und auch schon im Voranschlag veranschlagt werden.

Die Einnahmen und Ausgaben werden nach Betrieb und Anlage getrennt veranschlagt und verrechnet, je nachdem sie erfolgswirksam oder erfolgsunwirksam sind. Im Abschluß des Voranschlags und ebenso in der Jahresrechnung wird der Gewinn oder Verlust nach dem Zu- oder Abgang am Kassenvermögen und am sonstigen Vermögen getrennt ausgewiesen, so daß neben dem betriebswirtschaftlichen Erfolg auch der Überschuß oder Fehlbetrag im kameralistischen Sinne ersichtlich wird.

Literatur: Handwörterbuch für das Postwesen, S. 329 — Der Dienst bei der Deutschen Bundespost, Postleitfaden, Bd. 4, S. 461 — Handbuch des Reichshaushalts- und Kassenwesens, S. 241 — K. Schubel, Die Rechnungsführung der DBP, 1959.

Clement

Gezeitenwirkung → Atmosphäre, Bewegungen in der oberen.

gezogene pn-Übergänge → Herstellung von pn-Übergängen.

Gießen. Um die Herstellung eines Teiles auf dem Wege einmaliger Verformung zu ermöglichen, wendet man das Verfahren des Spritz- oder Fertiggusses an. Hierbei wird von Rohmaterial in einem Arbeitsgang ein fertiges Stück hergestellt. Das Anwendungsgebiet des Spritzgusses ist dadurch beschränkt, daß das zum Spritzen geeignete Material in der Hauptsache eine Legierung von Zinn, Zink und Aluminium, nicht die für den größten Teil der Konstruktionselemente erforderliche Festigkeit und Härte besitzt. Beim Gießen wird geschmolzenes Metall in Sandformen eingegossen. Die Modellformteile aus z. B. Holz werden in nassen Sand eingebettet, gestampft und anschließend entfernt. Der nasse Sand wird im Gußrahmen im Ofen getrocknet.

Literatur: Handwörterbuch des Elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Gießharze. Flüssige oder durch mäßiges Erwärmen leicht zu verflüssigende, in offene Formen gießbare Harze, die darin ohne Druckanwendung gehärtet werden. Hierzu werden z. B. bestimmte formaldehydreiche Phenolharzresole verwendet, deren Härtung durch mehrtägiges Erwärmen auf 60 bis 100°C zu den drechselbaren Edelkunstharzen führt. Außer durch Polykondensation härtenden Gießharze gibt es auch solche, die wie die ungesättigten Polyesterharze, die Epoxidharze, die Furanharze und die Polyäther-Cycloacetate unter dem Einfluß bestimmter Katalysatoren durch Polymerisation oder Polyaddition härten. Dabei ist die bei den einzelnen Gießharzen verschieden starke Schrumpfung zu beachten, die sich durch Zugabe von Füllstoffen mildern läßt (→ Füllmasse für Kabel).

Literatur: Kunststoff-Lexikon, 1958, Dr. K. Stoeckert, Carl Hanser Verlag.

Gips, $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$, Molekulargewicht 172,17, ϱ 2,32, findet sich in der Natur als Gestein und wasserfrei als Anhydrit. Es ist weißes Pulver, das beim Erhitzen auf etwa 100°C ca. 75% seines Wassers verliert und beim Verrühren mit Wasser dasselbe allmählich aufnimmt und nach einigen Minuten zu einer festen Masse erstarrt. Wird Natur-G. auf über 200°C erhitzt, so ist er »totgebrannt«. G. findet als Befestigungsmittel in Wänden u. dgl. Verwendung.

gittergesteuerte Vakuumröhre → Raumladungssteuerung.

Gittergrundschaltung → Röhrenersatzbild.

Gittermast, Gitterträger (Kräfteplan) → Maste und Türme, → Statik.

Gitterplatten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Gitterschauzeichen → Schauzeichen.

Gitterstörstellen → Epitaxie.

Gladenbeck, Friedrich, Prof., Dr. rer. nat., Dr.-Ing. E. h., Staatssekretär im BPM vom 1. Januar 1954 bis 31. Dezember 1959. Geboren am 29. November 1899 in Friedrichshagen bei Berlin. Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Berlin. 1923 Diplom-Hauptprüfung. Nach vorübergehender Tätigkeit in der Industrie am 1. Februar 1925 als Postreferendar in den Postdienst eingetreten. 1928 Große Staatsprüfung, sodann als Postassessor bei der OPD Trier und dem FA Berlin beschäftigt. 1931 zum Telegraphendirektor (heute: Postrat) beim Haupttelegraphenamt Berlin ernannt. 1933 ins RPM berufen und dort 1935 zum Oberpostrat und 1938 zum Ministerialrat befördert. 1938 Präsident der Forschungsanstalt der DRP. 1941 Honorarprofessor an der Universität Heidelberg; 1942 zum Dr. rer. nat. promoviert. Ebenfalls 1942 Verleihung des Dr.-Ing. E. h. durch die Technische Hochschule Berlin. Am 1. Juli 1942 aus dem Postdienst beurlaubt und Vorstandsmitglied der AEG. 1946 Leiter des Entwicklungsinstituts bei der Reichspost-Oberdirektion für die britische Besatzungszone. 1947 Gruppenleiter für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des Fernmeldewesens beim Post- und Fernmeldetechnischen Zentralamt, nebenbei Leiter des Forschungsrates der Hansestadt Hamburg und seit 1949 Gutachter für den Nordwestdeutschen Rundfunk. 1950 Präsident der OPD Hamburg. Am 1. August 1952 Ministerialdirektor, am 1. Januar 1954 Staatssekretär im BPM. 1959 Verleihung des Großen Verdienstkreuzes mit Stern und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. 1. Januar 1960 Ruhestand. 1969 Verleihung der Philipp Reis-Plakette.

Glanzbrennen. Brennen von Kupfer und Kupferlegierungen zum Erzeugen einer glänzenden Oberfläche.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Glänzen. Oberflächenbehandlung zum Erzielen eines erhöhten Glanzes.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Glas ist ein fester Werkstoff aus anorganischen Verbindungen, der in seiner Grundmasse ein kompakter, physikalisch einheitlicher Stoff in amorphem Zustand ist, bei niederer Temperatur starr und spröde ist und bei höherer Temperatur erweicht. Die G.-Sorten bestehen chemisch aus Anionoxyden (Siliziumdioxyd, Borsäureanhydrid), Alkalimetalloxyden und Erdalkalimetalloxyden zur Verhinderung der Hydrolyse. Darstellung: Sand, Kalk und Alkalikarbonat, bei Bedarf auch Metalloxyde zur Färbung und andere Rohmaterialien, werden zusammengeschmolzen. Die G.-Erzeugnisse teilt man ein in Flach-G., Hohl-G. und G.-Fasern. Zur ersten Gruppe gehören Fenster-G., Kali-G., Kristall-G., Flint-G., Milch-G. u. a. Verwendung: Isolatoren im Freileitungsbau, Glühlampen, Verstärkerröhren, Gleichrichterkolben. G.-Fasern dienen als elektrisches und wärmetechnisches unbrennbares Isoliermaterial.

Literatur: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Urban und Schwarzenberg Verlag, München und Berlin.

glasfaserverstärkte Kunststoffe sind Kunststoffe mit Glasfaserverstärkung zur Erzeugung einer größeren Festigkeit. Bedeutung hat u. a. der Einsatz von ungesättigtem Polyester zur Herstellung von Glasfaser-Schichtstoffen erlangt. Derartige Massen, die drucklos oder unter geringem Druck gehärtet werden, dienen u. a. zur Herstellung größerer Werkstücke oder Gegenständen, z. B. von Booten, Autokarosserieteilen, Badewannen, Waschbecken usw., die sich durch eine ungewöhnlich hohe Gebrauchsfestigkeit bei niedrigem Gewicht auszeichnen.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, 1958, Dr. K. Stoeckert, Carl Hanser Verlag.

Glasur ist ein sehr harter Überzug von glänzendem, glasartigem Aussehen und stellt ein kieselsäurereiches Glas dar, das arm an Kalk und frei von Blei ist. Bei Isolatoren ist die G. von großem Einfluß auf die Oberflächenisolation.

Glättungsdrossel → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Glättungseinrichtungen oder Wellensauger dienen dazu, eine Gleichspannung von überlagerten Wechselspannungen zu befreien. Ähnliche Anordnungen können auch die Oberschwingungen von Wechselspannungen unterdrücken. Sie haben die Aufgabe eines Tiefpasses und können wie ein solcher gebaut sein. In vielen Fällen genügt schon ein Längsglied, das den inneren Widerstand der Stromquelle für die Oberschwingungen vergrößert, und dahinter ein oder mehrere Querglieder, die die Oberschwingungen kurzschließen. Die Anordnung hängt von Stromstärke und Spannung, von der Amplitude und Frequenz der Wechselspannungen und von den Anforderungen an die Glättung ab. Wichtig sind G., wenn als Stromquelle ein Gleichrichter dient. Bei den Anodenspannungsgleichrichtern für Funksender dient als Längsglied eine große Drossel, als Querglied eine sehr große Kapazität, die alle Oberschwingungen unterdrückt. Die Senkung ist für hohe Oberschwingungen besser als für tiefe. In den Netzanschlußteilen der Rundfunkempfänger werden zwei solche Schaltungen hintereinander benutzt, wobei nach der ersten die Anodenspannung für den Endkreis, nach der zweiten für die empfindlicheren Eingangskreise abgenommen wird. Anstelle der Längsdrosseln können auch Widerstände treten, weil Spannungsabfall und Verluste keine Rolle spielen. G. für Straßenbahngleichrichter, die Fernsprechstörungen durch den welligen Strom verhindern sollen, bestehen aus einer Längsdrossel und mehreren Querresonanzkreisen für die zu unterdrückenden Frequenzen. Da diese Frequenzen bekannt und konstant sind, ist der Aufwand kleiner als für eine Querkapazität gleicher Wirksamkeit. Die Längsdrossel (Begrenzungsdrossel, weil sie den Oberwellenstrom begrenzt) wird vom gesamten Gleichstrom durchflossen. Sie muß daher einen sehr kleinen Widerstand haben, damit die Verluste nicht unwirtschaftlich groß werden. Andererseits soll ihre Induktivität hoch sein. Man kann diese Drosseln ohne und mit Eisenkern bauen. Bei eisenhaltigen Drosseln ist zu beachten, daß die Induktivität stromabhängig ist und bei großer Belastung abnimmt. Die Resonanzkreise sind auf die zu unterdrückenden Frequenzen abgestimmt. Ihr Verlustwiderstand muß sehr klein sein. Sie dürfen keinen Eisenkern haben und dürfen auch nicht durch benachbarte Eisenmassen verstimmt werden.

Bei einem sechsphasigen, an 50 Hz angeschlossenen Gleichrichter werden Saugkreise für 300, 600, 900 und 1200 Hz vorgesehen. Der letzte oder die beiden letzten können durch eine Querkapazität ersetzt werden. Werte für einen größeren Wellensauger sind z. B. Begrenzungsdrossel 1 mH, 1 mΩ, Saugkreis für 300 Hz rund 180 μF, 1,56 mH, 0,1 Ω, für 600 Hz rund 60 μF, 1,17 mH, 0,15 Ω, für 900 Hz rund 40 μF, 0,78 mH, 0,2 Ω und für 1200 Hz rund 40 μF, 0,44 mH, 0,3 Ω. Ein solcher Wellensauger senkt die Störspannung auf etwa $^1/_{20}$ ihres Wertes. Ein damit ausgerüsteter Gleichrichter hat somit eine kleinere Störspannung als ein Einankerumformer. Die Kondensatoren der Saugkreise müssen die ganze Gleichspannung zuzüglich der Wechselstromresonanzspannung ertragen und den Höchstwert des Wechselstroms, den die Begrenzungsdrossel zuläßt. Für diesen Strom sind auch die Spulen zu bemessen. Zu beachten ist, daß jeder Wellensauger ebenso viele Eigenfrequenzen hat, d. h. Frequenzen, für die er die Ausgangsspannung vergrößert, wie Saugkreise. Es sind die Frequenzen, für die die gesamte Saugkreisgruppe als Kapazität zusammen mit der Begrenzungsdrossel einen Sperrkreis bildet. Beim Entwurf muß vermieden werden, daß diese Eigenfrequenzen mit den Frequenzen von Wechselspannungen zusammenfallen, die auftreten können. Es können alle Vielfachen von 50 Hz vorkommen, wenn auch die meisten nur schwach. Die

Eigenfrequenzen des oben angegebenen Wellensaugers sind etwa 218, 465, 745 und 1057 Hz. Bei einer Begrenzungsdrossel mit Eisenkern ist es wegen der Änderung der Induktivität mit dem Gleichstrom schwierig, ungewollte Eigenfrequenzen zu vermeiden.

Literatur: H. Geise und F. Heinrich, Glättungseinrichtungen in Gleichstrom-Erzeugungsanlagen, insbesondere bei Verwendung von Gleichrichtern. AEG Mitt. (1937), S. 189 — L. Lebrecht, Spannungsresonanzkreise zur Beseitigung von Stromrichter-Rückwirkungen in Drehstromnetzen. AEG Mitt. (1938), S. 489 — P. Bingley, Filters for Rectifier equipment. A method for assessing the values of the principal components, Electrical Times 127 (1955), S. 779.

Klewe

Gleichgewicht, statisches → Statik.

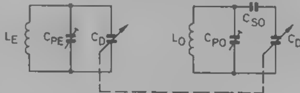
gleichgewichtiger Code → Codeprüfung.

Gleichkanalraute → Sendernetzplanung.

Gleichlauf. Unter G. versteht man die Übereinstimmung der Resonanzfrequenzen mehrerer Schwingungskreise im ganzen Abstimmbereich. Zur Erfüllung dieser Forderung müssen bei Abstimmung mit gleichartigen Drehkondensatoren, die bei Einknopfabstimmung von einer gemeinsamen Welle betätigt werden, die Kapazitäten der Schwingungskreise in jeder Abstimmstellung gleich sein. Das setzt gleiche Kapazitätskennlinien der Drehkondensatoren und gleiche Anfangskapazitäten der Schwingungskreise voraus. Beim → Überlagerungsempfänger liegt jedoch die Oszillatorfrequenz um die Zwischenfrequenz höher als die Frequenz der Eingangskreise. Dadurch unterscheiden sich die relativen Frequenzvariationen der Eingangs- und Oszillatorkreise. Es müssen dann zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um G. zu erzielen.

1. Die Verwendung von Drehkondensatoren mit verschiedenen Plattenschnitten. Von dieser Möglichkeit wird in Empfängern mit nur einem Wellenbereich Gebrauch gemacht.

2. Bei Empfängern mit mehreren Wellenbereichen werden allgemein Drehkondensatoren gleichen Plattenschnittes angewendet. Der G. wird dann so hergestellt, daß nach dem Bild in jedem Wellenbereich ein



Eingangs- und Oszillatorkreis eines Überlagerungsempfängers mit Schaltmitteln zur Herstellung des Gleichlaufs.

genau bemessener Serienkondensator C_{SO} in Reihe mit dem Oszillatordrehkondensator eingeschaltet wird. Dieser Kondensator wird auch Verkürzungskondensator genannt, da er die Frequenzvariation des Oszillatorkreises auf den gewünschten Betrag verkürzt. Auf diese Weise erhält man einen genauen G. an zwei Punkten des Abstimmbereiches. Um die Abweichungen zwischen den Punkten gering zu halten, wendet man den sogenannten Dreipunktgleichlauf an. Hier wird die Anfangskapazität des Oszillatorkreises größer als die Anfangskapazität der Eingangskreise bemessen, so daß noch an einem dritten Punkt des Abstimmbereiches G. auftritt. Die Herstellung des G. erfolgt durch Abgleich der Schaltelemente der Schwingungskreise. Dazu werden die Parallelkapazitäten und die Induktivitäten bei bestimmten Frequenzen in jedem Empfänger im Prüffeld eingestellt. Der richtige Wert der Serienkapazität wird vorher ermittelt und als Festkapazität in den Oszillatorkreis eingeschaltet. Zur Berechnung des Dreipunktgleichlaufs benutzt man graphische Verfahren, die hinreichend genaue Resultate liefern (→ Synchronismus, Synchronisierung).

Literatur: K. Fränz, E. Henze, Der Dreipunktgleichlauf von Überlagerungsempfängern. Telefunken-Ztg. 37 (1964), Heft 3/4 — O. Schmid, Berechnung von Gleichlaufschaltungen bei Induktivitätsabstimmung, Radio Mentor 19, (1953), S. 27.

Franke

gleichmäßig belastete Leitung → Belastung von Leitungen, → Krarupverfahren.

gleichmäßige Leitung oder homogene Leitung → Leitungstheorie 1.1.

Gleichrichter. Der vom öffentlichen Starkstromnetz gelieferte Wechselstrom kann nicht direkt zur Stromversorgung von Fernmeldeeinrichtungen verwendet werden. Hierzu wird Gleichspannung benötigt. Diese wird mit Hilfe von G.-Geräten aus der Wechselspannung erzeugt. Zur Gleichrichtung werden ausnahmslos Halbleitergleichrichtergeräte, → Selen-, Germanium- und → Silizium-G. verwendet. Die G.-Geräte geben bei einem sich ändernden Verbraucherstrom eine konstante Gleichspannung ab. Diese Abhängigkeit wird durch die → Kennlinien von G.-Geräten dargestellt. Die Kennlinie ist dabei auch weitgehend unabhängig von Schwankungen der Netzspannung. Die 60-V-G. mit kleinen Leistungen bis 10 A sind als → »Phasengesteuerte Gleichrichter« und die 60-V-G. mit großen Leistungen bis 400 A als → »magnetisch geregelte G.« ausgeführt. Der G. muß einerseits den Strom für die Fernmeldeeinrichtungen abgeben und andererseits zeitweise, z. B. nach einem Netzausfall, den Strom für das Aufladen der Batterien liefern. Mit Hilfe des → Haupt-G. und des → Zusatz-G. werden diese beiden Forderungen erfüllt. Dabei können auch eine Parallelschaltung mehrerer Haupt-G. und die weitere Zuschaltung von Zusatz-G. automatisch erfolgen. Um auch bei Netzausfall die Fernmeldeeinrichtungen mit einer konstanten Verbraucherspannung zu versorgen, liegen in Reihe mit der Batterie → Ausgleichseinrichtungen, die die mit der Zeit absinkende Batteriespannung automatisch immer auf den konstanten Spannungswert anheben (→ Stromrichter).

Literatur: Vetter/Krakowski, Fernmeldestromversorgung, Leitfaden für die Ausbildung, 6. Bd., 9. Teil; Deckers Verlag, Hamburg, 1966 — Braun/Windmann, Stromversorgung von Fernsprechanlagen, Siemens Fachbuchreihe; Verlag: Siemens AG, Berlin-München, 1964.

Vetter

Gleichrichter- oder Umformerbetrieb → Gleichstromversorgung.

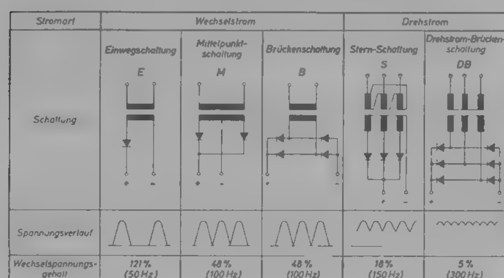
Gleichrichterraum. Fernmeldestromversorgungsanlagen können bis zu einer Stromabgabe von 25 A in den Räumen der fernmeldetechnischen Einrichtungen

untergebracht werden. Bei größeren Leistungen ist ein besonderer Raum vorzusehen. Da jede zentrale Fernmeldestromversorgungsanlage in erster Linie aus Gleichrichtergeräten besteht, die je nach Größe der Anlage durch Batteriefelder, Ausgleichseinrichtungen usw. ergänzt werden, wird der besondere Raum G. genannt (früher auch Maschinenraum). G. sind aus Sicherheitsgründen im Kellergeschoß in unmittelbarer Nähe des Batterieraumes unterzubringen. Die Deckentragfähigkeit sollte mindestens 1000 kg/m² betragen. Der Fußboden ist mit hellen, ungeriffelten Platten oder mit Kunststoff zu belegen. Die Wände und die Decken erhalten einen Anstrich mit heller, wischfester Farbe. Die zulässige Raumtemperatur beträgt + 35°C. Da Fernmeldestromversorgungsgeräte einen großen Teil ihrer Verlustleistung in Wärme abgeben, ist eine Heizung des G. nicht erforderlich, vielmehr muß durch eine geeignete Lüftung für eine Wärmeabfuhr gesorgt werden.

Gleichrichterschaltungen. Die in Stromversorgungseinrichtungen der DBP gebräuchlichen Gleichrichter-Grundschaltungen sind im Bild angegeben. Die von einem Gleichrichter gelieferte Spannung ist eine Mischspannung. Die Mischspannung besteht aus einer Gleichspannung und der ihr überlagerten Wechselspannung. Der Wert der Gleichspannung wird als Gleichrichtwert der Mischspannung angegeben. Die überlagerte Wechselspannung wird als Effektivwert gemessen. Der Wechselspannungsgehalt (Welligkeit) w der von der G. gelieferten Spannung ist das Verhältnis von Effektivwert $U_ü$ der überlagerten Wechselspannung zum Gleichrichterwert U_δ der Mischspannung in v. H. (s. Bild):

$$w = \frac{U_ü}{U_\delta} \cdot 100 \quad [\text{v. H.}] .$$

Die Grundfrequenz der überlagerten Wechselspannung ist abhängig von der G. Sie ist z. B. bei Einphasenwechselspannung und Doppelweggleichrichtung (Mittelpunkt- und Brückenschaltung) gleich der doppelten Grundfrequenz, also



Gleichrichter-Grundschaltungen.

100 Hz, bei Dreiphasenspannung (Drehstrom-Brückenschaltung) 300 Hz. Hierzu kommen bei Gleichrichtergeräten, in denen die Kurvenform des Wechselstroms beeinflußt wird, noch fast alle gradzahligen und ungradzahligen Oberschwingungen der Grundwelle. Da die Gleichrichtergeräte in Fernmeldestromversorgungsanlagen Stromkreise speisen, die einen möglichst reinen Gleichstrom erfordern, wird die von den G. gelieferte Gleichspannung entsprechend gesiebt.

Weitere Schaltungen sind in den VDE-Bestimmungen 0556, § 15, angegeben (→ Modulator). *Vetter*

Gleichspannungsumsetzer. Für den G. sind zwei grundsätzliche Schaltungen möglich:

1. G. mit Wechselstromzwischenkreis. Der G. besteht aus einem Wechselrichterteil (meist mit rechteckförmiger Ausgangsspannung), Transformator und nachgeschaltetem Gleichrichter. Galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgang ist leicht zu erreichen. Wegen der rechteckförmigen Zwischenkreisspannung ist nur geringer Siebmittelaufwand auf der Ausgangsseite erforderlich. Der Siebmittelbedarf auf der Eingangsseite richtet sich nach der zulässigen Rückwirkung auf die Eingangsspannung. Falls Rückwirkungen nicht belanglos sind, so ist zum Verbessern der Kommutierung ein Saugkreis für die doppelte Wechselrichterfrequenz vorzusehen. Die Ausgangsspannung kann durch Impulsbreitenreglung des Wechselrichters, Steuerung der Gleichrichterventile oder durch nachgeschalteten Verlustregler geregelt werden.

Anwendung: Stromversorgung von Wechselstrom-Telegrafieeinrichtungen WT 100 (Gleichstromanschlußgerät).

2. G. mit Impulsregler. Die Eingangsspannung wird über eine Siebkette und einen periodisch arbeitenden Schalter an eine Drosselspule gelegt. Der Verbraucher liegt am Ausgang der Drosselspule. Die Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Ausgang wird von der Drosselspule aufgenommen und als magnetische Energie im Magnetfeld gespeichert. Wegen der Selbstinduktion der Drosselspule steigen Strom und Spannung am Verbraucher nur langsam an. Beim Erreichen der Sollspannung wird der Schalter geöffnet. Jetzt wirkt die Induktionsspannung der Drosselspule als treibende elektromotorische Kraft (EMK) und läßt den Verbraucherstrom über eine Freilaufdiode weiterfließen. Beim Absinken der Verbraucherspannung wird der Schalter wieder geschlossen usf. Bei praktischer Ausführung werden meist Schalttransistoren hoher Sperrfähigkeit als Schalter verwendet. Die üblichen Taktfrequenzen liegen zwischen 1 und 3 kHz. Eine Spannungsreglung ist möglich:

2.1. durch Änderung der Impulsbreite (Tastverhältnis),

2.2. durch Änderung der Taktfrequenz (gleitende Taktfrequenz).

Guter Wirkungsgrad, geringer Aufwand an Schaltelementen. Anwendung: Stromversorgung von transistorisierten TF-Verstärkereinrichtungen. *Vetter*

Gleichstrombahn → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

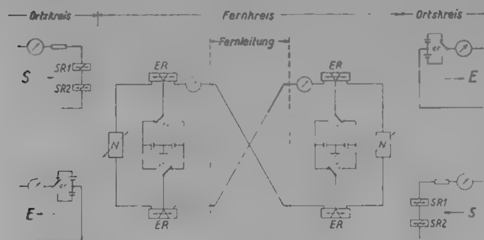
Gleichstromblockfeld → Bahnhofsblockfeld, → Blockfeld.

Gleichstromersatzschaltbild → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Gleichstromprüfübertragung. Die G. ist das Bindeglied zwischen dem Prüfplatz und den nachfolgenden Prüfwählern im Gleichstromwählprüfnetz. Sie überträgt alle Vorwärts- und Rückwärtszeichen und signalisiert am Prüfplatz die jeweiligen Betriebszustände auf der Prüfstrecke.

Gleichstromsteller → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Gleichstromtelegrafie (GT). Mit Hilfe der GT wird auf einer Doppelleitung ein Telegrafenkanal geschaffen, der im Vierdraht-Doppelstrom-Betrieb betrieben werden kann und Duplexbetrieb erlaubt. Die G. arbeitet nach dem Prinzip der Differenzschaltung (s. Bild).



Je nach dem zur Verfügung stehenden Übertragungsweg unterscheidet man folgende Anwendungsfälle der GT:

Vierertelegrafie (VT): Betrieb der GT über einen Viererstromkreis. Achtertelegrafie (AT): Betrieb der GT über einen Achterstromkreis. Unterlagerungstelegrafie (UT): Mitbenutzung einer Fernsprech-Doppelleitung durch Aufteilung des Frequenzbandes. Ein Tiefpaß mit einer Grenzfrequenz von 60 Hz teilt der GT-Einrichtung den Frequenzbereich von 0 bis 60 Hz zu, während ein Hochpaß mit einer Grenzfrequenz von 160 Hz die höheren Frequenzbereiche dem Fernsprechbetrieb zuteilt.

Zur Übertragung höherer Schrittgeschwindigkeiten dient das »Zweidraht-Gleichstromsystem für Datenübertragung mit niederem Pegel« (GDN). Mit diesem können z. B. Datex-Teilnehmerstellen über Ortskabeladern an die Datex-Vermittlungsstelle angeschlossen werden. Das GDN-System ist bis etwa 4800 Baud verwendbar. Wegen der bei höheren Schrittgeschwindigkeiten stärkeren Beeinflussung der Nachbaradern durch die Telegrafierzeichen muß mit geringeren Sendespannungen (< 1 V) gearbeitet werden.

Das GDN-System arbeitet ebenfalls nach dem im Bild dargestellten Prinzip. Lediglich die Relais sind durch elektronische Schaltungen ersetzt, und die Nachbildung ist komplex.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 447 — Schiweck, Telegraphenübertragungstechnik, 1954, S. 133 — Schönhammer/Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 61.

Bichler

Gleichstromversorgung. Die Bauelemente der Fernmeldetechnik werden fast ausschließlich mit Gleichstrom betrieben. Die G. umfaßt demzufolge einen großen Teil der Fernmeldestromversorgungstechnik. Je nach den Erfordernissen der Fernmeldeverbraucher gibt es verschiedene Betriebsarten. Man unterscheidet:

1. Batteriebetrieb. Die Fernmeldeeinrichtung wird hierbei aus Primär- oder Sekundärelementen versorgt. Im letzteren Fall wird die Batterie zur Ladung von der Fernmeldeeinrichtung abgetrennt. Man spricht auch von Lade-Entlade-Betrieb.

2. Gleichrichter- oder Umformerbetrieb. Die Fernmeldeeinrichtung wird aus einem räumlich getrennten Gleichrichter oder Umformer gespeist. Bei Wegfall der Netzspannung fällt die Fernmeldeeinrichtung aus.

3. Parallelbetrieb. Fernmeldeeinrichtung, Gleichrichter und Batterie sind ständig parallel geschaltet. Bei Wegfall der Netzspannung bzw. Ausfall des Gleichrichtergerätes wird die Fernmeldeeinrichtung unterbrechungslos aus der Batterie versorgt. Man unterteilt diese Betriebsart allgemein in: 3.1. Pufferbetrieb. Das Gleichrichtergerät deckt hierbei den mittleren Strombedarf der Fernmeldeeinrichtung. Die Batterie wird wechselweise zur Stromlieferung herangezogen oder geladen. Bei Ausfall der Netzspannung kann ggf. nicht mit der vollen Batteriekapazität gerechnet werden. 3.2. Bereitschafts-Parallelbetrieb. Das Gleichrichtergerät deckt den gesamten Strombedarf der Fernmeldeeinrichtung und erhält die Batterie geladen. Die Batterie steht mit ihrer vollen Batteriekapazität ständig bereit.

4. Umschaltbetrieb. Das Gleichrichtergerät deckt den gesamten Strombedarf der Fernmeldeeinrichtung. Die von ihr abgetrennte Batterie wird geladen erhalten. Bei Wegfall der Netzspannung bzw. Ausfall des Gleichrichtergerätes wird die Fernmeldeeinrichtung auf die Batterie umgeschaltet und daraus versorgt. Die Umschaltung kann mit Unterbrechung oder durch zusätzliche Schaltmittel auch ohne Unterbrechung erfolgen.

Vetter

Gleichstromwählprüfnetz. Der → Prüftisch (PrT) und der zu prüfende Fernsprechanschluß müssen miteinander galvanisch verbunden werden, um prüfen und messen zu können. Mit dem G. ist diese Forderung erfüllt, so daß jederzeit alle erforderlichen Prüfverbindungen vom PrT aus über Wähler hergestellt werden können. Lediglich die nicht wählbaren Prüfverbindungen, z. B. Durchwahlleitungen, werden über → Anschalteapparate bzw. → Anschalteübertragung an das G. angeschaltet. Das G. ist ein besonderes Fernsprechnetz, das in seinem Aufbau dem öffentlichen Netz entspricht und über das jeder Fernsprechanschluß unter seiner eigenen Rufnummer erreicht

werden kann. Da dieses Netz nicht vom Teilnehmer erreicht werden kann, werden über diese Wähler auch besondere An- und Abschaltungen durchgeführt (z. B. FeAD-Fernschaltung).

Wegen der flächenmäßig großen Ausdehnung des G. müssen vom → PrT bis zum Meßort (Sprechstelle) verschiedene Bedingungen eingehalten werden. Es darf z. B. der Schleifenwiderstand 3000 Ohm nicht überschreiten, und die induzierte Fremdspannung muß kleiner als 15 Volt sein.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 24—27.

Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer → Umformer.

Gleichungsdeterminante für Leitungen → Leitungstheorie 1.2.

Gleichwellenrundfunk, ein Rundfunk, bei dem mehrere Sender auf gleicher Welle das gleiche Programm ausstrahlen. Die Sender werden Gleichwellensender genannt.

Gleichwellensendernetz, eine Gruppe von Sendern, die das gleiche Programm auf der gleichen Welle ausstrahlt. Um Frequenzabweichungen, die sich auf den Empfang sehr störend auswirken (Verwirrungszone), zu vermeiden, steuert einer der Gleichwellensender (Muttersender) die übrigen (Tochtersender). Dies kann in der Weise geschehen, daß die Frequenz des Muttersenders durch Frequenzteilung bis auf eine Tonfrequenz abbereitet und über Leitungen den anderen Sendern als Steuerton zugeleitet wird. Dort wird sie wieder vervielfacht und zur direkten Steuerung oder zur Kontrolle (Phasenvergleich) der beim Tochtersender erzeugten Steuerfrequenz benutzt. Bei Verwendung von → Normalfrequenzgeneratoren als Steueroszillatoren kann bei der heute erreichten Genauigkeit, die einer Toleranz von 10^{-9} entspricht, auf eine Kontrolle verzichtet werden, weil die Schwebungszeiten der Einzelsender untereinander so lang werden, daß in Gebieten, in denen verschiedene Sender mit gleicher Feldstärke einfallen, in sog. Verwirrungszonen, gegenüber den normalen Schwunderscheinungen keine feststellbaren Veränderungen wahrnehmbar sind. Es empfiehlt sich, die Verwirrungszonen mit den Ausstrahlungen von Sendern einer anderen Frequenz zu überdecken.

Gleisbildstellwerk. Es ist die moderne Form eines elektrischen Stellwerks, bei dem die beim elektromechanischen Stellwerk noch bestehenden mechanischen Verschlußeinrichtungen durch Relais und Relaiskontakte ersetzt sind (→ Stellwerk, elektromechanisches). In den Außenanlagen unterscheiden sich die G. wenig von den elektromechanischen Stellwerken. Die meisten elektromechanischen Stellwerke besitzen Formsignale, während die G. grundsätzlich mit Lichtsignalen arbeiten. Das Fehlen der mechanischen Übertragungsmittel zwischen den Stellorganen hat in der Gestaltung des G. bahnbrechend gewirkt. Die Hebelbank ist durch einen Stelltisch ersetzt. Die Stellorgane sind mit den zugehörigen Lichtmeldern in ein geographisches Gleisbild eingeordnet. Als Stellorgane der G. werden bei der DB ausschließlich Drucktasten benutzt. Daher werden die G. in der amtlichen Sprache Dr-Stellwerke genannt, d. h. Drucktastenstellwerke. Die gesamte neue Signaltechnik, die neben den Dr-Stellwerken Selbstblock, Fernsteuerung, selbsttätige Zuglenkung, selbsttätige Zugnummernmeldung, Ablauftechnik u. a. m. umfaßt, wird als Dr-Technik bezeichnet. Das erste G. hat die DB im Oktober 1948 in Betrieb gesetzt, Ende 1968 waren es mehr als 850. Die Dr-Stellwerke sind im Laufe der Jahre verbessert worden, ohne daß die Grundkonzeption geändert werden mußte. Die Fortentwicklung liegt auf dem Gebiet der Schaltungen. Hatten die ersten Bauformen einen hohen Anteil an freier, d. h. individueller Schaltung, so haben die modernsten Dr-Stellwerke, die ihres Schaltungsaufbaus wegen Spurplanstellwerke genannt werden, eine feste, d. h. schematische Schaltung. Vom Stelltisch im Bedienungsraum führen Innenraumkabel in den Relaisraum, der in Relaisgestellen die gesamte Schaltanlage des Stellwerks mit allen Abhängigkeiten beherbergt. Die Relaisanlage steht mit dem Stelltisch, der Stromversorgungsanlage und den Außenanlagen in Verbindung. Die Stromversorgungsanlage benötigt einen Batterieraum, einen Schaltraum, in den auch Umformer und Gleichrichter gestellt werden, und einen Raum für das Netzersatzgerät. In einem weiteren Raum befinden sich die Kabelabschlußgestelle, die den Übergang von den Innenraumkabeln zu den Außenkabeln bilden. Die Außenanlagen (Weichenantriebe, Signallampen und Gleisstromkreise) werden mit Netzstrom betrieben, und zwar die Weichenantriebe mit Drehstrom von 380 Volt Spannung, die Signallampen und Gleisstromkreise mit Wechselstrom von 220 Volt Spannung, der unmittelbar am Signal bzw. am Gleisanschluß herabtransformiert wird. Die Signallampen werden mit 12 Volt, die Gleisstromkreise je nach Länge mit 1,5 bis 12 Volt Spannung betrieben. Die Relaisanlage selbst wird mit 60 Volt Gleichstrom aus einer Batterie in Bereitschaftsschaltung gespeist. Bei Netzausfall betreibt die Batterie zwischenzeitlich, bis der Diesel hochgefahren ist und die Stromversorgung des Stellwerks übernimmt, einzelne Umformer, die den Strom für die Außenanlagen liefern. Innerhalb von längstens 2 Sekunden müssen die Umformer die volle Spannung liefern, andernfalls wechseln sämtliche Fahrtsignale in Haltstellung. Die Batterien werden so groß bemessen, daß sie eine gewisse Zeit hindurch allein den Stellwerksbetrieb aufrechterhalten können. Je nach der Bedeutung des Stellwerks und der Möglichkeit, Netzersatz zu schaffen, schwankt die Reservezeit der Batterie zwischen 3 und 8 Stunden. Jede Stromversorgungsanlage besitzt Steckeranschlüsse, an die ein fahrbares Netzersatzgerät angeschlossen werden kann, falls der Diesel versagen sollte oder die Anlage wegen geringerer Bedeutung kein eigenes ortsfestes Netzersatzgerät erhalten hat. Das ortsfeste Netzersatzgerät übernimmt unmittelbar nach dem Netzausfall die Stromversorgung des Stellwerks, ohne daß der Betrieb eine Unterbrechung erleidet. Ein selbst-

startender Diesel betreibt die einzelnen Generatoren. Im Relaisraum, dem Schaltzentrum des Dr-Stellwerks, sind alle Schalteinrichtungen untergebracht, deren Masse Relais sind. Die Relais sind den einzelnen Verwendungszwecken entsprechend zu Relaisgruppen zusammengefaßt (Bild 1). Es gibt Weichen-, Hauptsignal-, Vorsignal-, Blockgruppen usw. Eine Relaisgruppe enthält alle Relais und Schalteinrichtungen,



Bild 1.

die für das Betätigen der zugehörigen Einrichtungen erforderlich sind. Die Relaisgruppen sind in gleichförmigen Gehäusen fest verdrahtet und in Relaisgestellen untergebracht. Die Zahl der Relaisgestelle schwankt dem Umfang des Stellwerksbezirks entsprechend. Mehrere Gestelle werden in einer Reihe aufgestellt. Die einzelnen Gruppenarten, z. B. die Weichengruppen, sind untereinander austauschbar. Sie lassen sich leicht auswechseln, weil sie mit dem Gestell nur durch Führungsleisten und Stecker verbunden sind. Die gestellseitigen Steckeranschlüsse der Gruppen sind durch Systemkabel mit einem Zwischenverteiler oder durch Spurkabel unmittelbar miteinander verbunden. Der Zwischenverteiler verbindet die Relaisgruppen mit dem Stelltisch, der Stromversorgungsanlage, den Weichen, Signalen und Gleisanschlußgehäusen der G l e i s f r e i m e l d e a n l a g e n. In der Signaltechnik werden nicht die im Fernmeldewesen üblichen Relais verwendet, sondern besondere → Signalrelais mit zwangsgesteuerten Kontakten, die eine höhere Sicherheit gewährleisten. Das Prinzip, für jede Gesamtfahrstraße eine einzige Relaisgruppe vorzusehen, ist durch das Aufteilen des Stellbezirks in Teilfahrstraßen abgelöst worden. Die Teilfahrstraßengruppen werden für alle den Teilbereich berührenden Fahrstraßen ausgenutzt. Teilfahrstraßen ermöglichten die stufenweise Fahrstraßenauflösung und die Einführung von R a n g i e r s t r a ß e n (→ Bahnhof). Rangierstraßen umfassen in der Regel kürzere Abschnitte als Z u g s t r a ß e n (→ Bahnhof), die sich meist aus mehreren Rangierstraßen zusammensetzen. Die Rangierstraßen beginnen an Lichtsperrsignalen, die Zugstraßen an Hauptsignalen oder Hauptsperrsignalen (→ Hauptsignal). Die Einrichtungen für Fahrstraßen sind technische Hilfsmittel, um die Weichen und Signale zusammenzufassen. Beim Spurplanstellwerk wird ohne besondere Fahrstraßengruppen gearbeitet, indem die Fahrstraßenglieder anteilig auf die Weichen- und Gleisgruppen verteilt werden. Letztere werden in geographischer Reihenfolge hintereinandergeschaltet und durch Spurkabel gleichartigen Aufbaus miteinander verbunden (Bild 2). In die Spurschaltung werden noch weitere Relaisgruppen eingebunden. An die Gleisgruppen sind die Signalgruppen angehängt, die nur Stell- und Überwachungsrelais enthalten. Ihre Stellaufträge erhalten sie von den Gleisgruppen, über die sie auch ihre Meldungen an den Stelltisch abgeben. Das Spurplanstellwerk enthält keine freie Schaltung. Dadurch werden Projektierung, Montage und Abnahmeprüfung erleichtert und beschleunigt. Die Relaisgruppen werden auf automatischen Prüfständen im Werk, die Spurkabel auf der Baustelle durch besondere Prüfautomaten geprüft. Die Schaltungen der

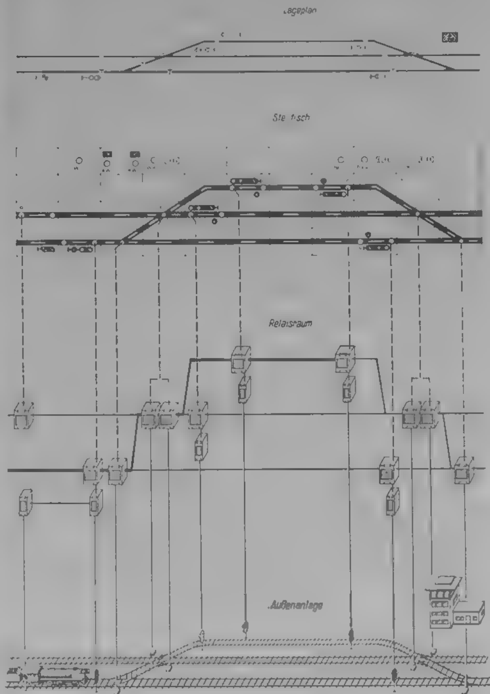


Bild 2.

Dr-Stellwerke erfüllen vielfältige Aufgaben. Die Leistungsschaltungen geben unmittelbar die Energie für das Umstellen der Weichen (Drehstrom 380 Volt) oder das Leuchten der Signallampen ab (Wechselstrom 220 Volt). Die Steuerschaltungen besorgen das Einschalten der Leistungsströme. Sie enthalten die Abhängigkeits- und Sicherheitsbedingungen, die Voraussetzung für das Umstellen der Weichen oder

Signale sind. Auf der Tischfläche des Stelltisches ist das ausgeleuchtete Gleisbild des Stellbezirks zu sehen. Inmitten des Gleisbildes sind die Stelltasten unmittelbar neben dem Weichen- oder Signalbild angeordnet. Farbige Lämpchen unterrichten den Bediener über die Stellung der Weichen und Signale.

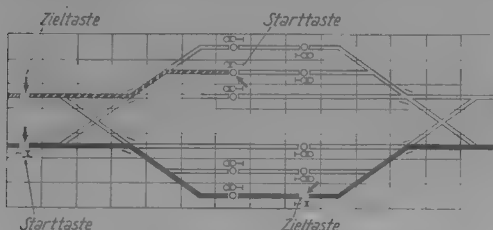


Bild 3. Gleisbildstellwerk. Einstellen von Zugstraßen.

Die Lämpchen zeigen nicht nur den Ordnungszustand und die Stellung der einzelnen Einrichtungen an, sondern auch Störzustände und Aufträge zu Bedienungshandlungen. Bei Störungen werden die optischen Meldungen noch durch hörbare unterstützt. Die Bedienung des Dr-Stellwerks ist einfacher als die der mechanischen oder elektromechanischen Stellwerke. Anstelle vieler Einzelbedienungen genügt eine Sammelbedienung, der gleichzeitige Druck auf zwei korrespondierende Tasten, die Starttaste am



Bild 4.

Beginn und die Zieltaste am Endpunkt der Fahrstraße, um alle Einrichtungen zu prüfen und zu stellen (Bild 3). Beim Durchfahren des Stellwerkbereichs stellt der Zug das Signal auf Halt und löst die einzelnen Fahrstraßenabschnitte Schritt für Schritt auf. Dabei verschwinden auch die Weichenverschlüsse. Der Stelltisch (Bild 4) setzt sich aus einzelnen Tischfeldern (Bild 5) mosaikförmig zusammen. Sämtliche Tischfelder haben einen gleichen Grundaufbau, sind jedoch mit Tasten und Meldelämpchen verschieden bestückt. Sie werden mit einer der Bestückung entsprechenden Deckplatte abgeschlossen. Auf der Deckplatte ist der jeweilige Ausschnitt aus dem Gleisbild aufgezeichnet (z. B. Weiche, Gleisstück mit oder ohne Signal). Die Platte enthält kleine runde oder schlitzförmige Öffnungen für den Lichtaustritt der Meldelämpchen. Die Tasten sind mit der Deckplatte fest

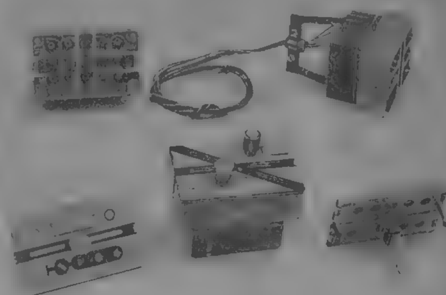


Bild 5.

verbunden. Für kleine Bahnhöfe mit nur wenigen Weichen und Signalen genügen Stellkästen, die in den Arbeitstisch des Fahrdienstleiters eingelassen werden.

Literatur: Handbuch des Eisenbahn-Bauwesens. *Sasse*

Gleisblock → Streckenblock.

Gleisfreimeldeanlage → Bahnhof, → Eisenbahnsignaltechnik, → Gleisbildstellwerk.

Gleismagnet → Zugbeeinflussung.

Gleisrelais → Gleisschaltmittel.

Gleisschaltmittel werden auch Zugeinwirkungen genannt, eine Bezeichnung, die von älteren Einrichtungen stammt. Die neuzeitlichen G. werden von Zügen, Rangierabteilungen und einzelnen Fahrzeugen betätigt. Es gibt zwei grundverschiedene Einwirkmöglichkeiten: punktförmige und abschnittsweise. Punktförmig wirken einzelne Schienenkontakte, abschnittsweise Gleisstrom- und Achszählkreise. Seit Jahrzehnten werden in Deutschland Schienendurchbiegungskontakte benutzt. Bei ihnen befindet sich in einer Druckkammer unter dem Schienenfuß Luft. Wenn ein Rad die Schiene durchbiegt, wird die Luft in ein Steigrohr gepreßt und gelangt über ein Druckventil in eine Arbeitskammer im seitlich der Schienen liegenden Kontaktgehäuse. Dadurch wird eine Membran bewegt, die den eigentlichen Kontakt betätigt. Rollt das Rad weiter, so geht die Schienendurchbiegung zurück, und die hochgepreßte Luft strömt aus der Arbeitskammer durch ein Saugventil in die Druckkammer zurück, in der ein Unterdruck entstanden ist (Bild 1). Der Vorgang verläuft langsamer, als die Achsen schneller Fahrzeuge folgen. Mit Schienendurchbiegungskontakten können nicht einzelne Achsen gezählt werden. Schienendurchbiegungskontakte können keine Aussage über Frei- oder Besetztsein von Abschnitten machen, sondern

nur bestimmte Schaltvorgänge einleiten. Die neuzeitlichen Magnetschienenkontakte und elektronischen Schienenkontakte geben beim Durchlauf jedes einzelnen Rades einen Impuls ab, der zum Betätigen von

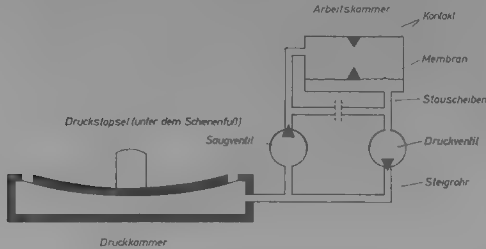


Bild 1. Schienendurchbiegungskontakt.

Zählwerken ausgenutzt werden kann. Die Magnet schienenkontakte (Bild 2) benötigen keine Erregerleistung, weil ihre Anker unter der Einwirkung von zwei permanentmagnetischen Feldern stehen. Ein Feld wird von den durchlaufenden Rädern geschwächt. Dabei steuert es den Anker mit seinen Kontakten um. Durch zwei um ein geringes Maß versetzte Magnetschienenkontakte läßt sich eine richtungsabhängige Einwirkstelle herstellen. Je nach der Fahrtrichtung arbeitet der eine oder andere Kontakt als erster und bestimmt so, ob das zugeordnete Zählwerk ein- oder auszählen soll. Der elektronische Schienenkontakt besitzt einen aus einem Transistor-Generator gespeisten Sender an der Außenseite der einen Schiene,

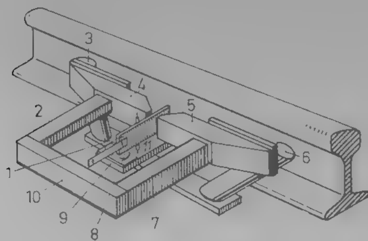


Bild 2. Magnetschienenkontakt (schematisch).

der 5 kHz nach einem an der Innenseite derselben Schiene angebrachten Empfänger ausstrahlt. Sobald ein Rad die Einwirkstelle durchläuft, wird die Empfangsspannung so weit gesenkt, daß ein elektronisches Zählwerk es auswerten kann. Die Magnetschienenkontakte wirken auf Motorzählwerke. Die elektronischen Schienenkontakte arbeiten mit elektrischen Zählstufen zusammen. Die klassischen Gleisstromkreise werden für die Gleisfreimeldung verwendet, also zur Feststellung, ob der zugehörige Gleis- oder Weichenabschnitt von Fahrzeugen frei oder besetzt ist. Die einzelnen Abschnitte werden gegeneinander durch Isolierstöße (→ Isolierung von Gleisen und Weichen) abgeriegelt, so daß sich benachbarte Gleisstromkreise nicht gegenseitig stören. Die eine Schiene eines Abschnitts wird isoliert und als **Isolierschiene**, die andere, nicht isolierte, als Erdschiene benutzt. Solange der Gleisabschnitt unbesetzt ist, fließt der Gleisstrom von der Einspeisungsstelle am einen Abschnittsende ungehindert nach dem anderen Ende, an dem ein Relais, das **Gleisrelais** (→ Signalrelais), angeschlossen ist. Bei freiem Gleis hält das Gleisrelais seinen Anker angezogen. Wird der Abschnitt besetzt, so schließen die Achsen den Gleisstromkreis kurz, das Relais läßt seinen Anker abfallen (Bild 3).

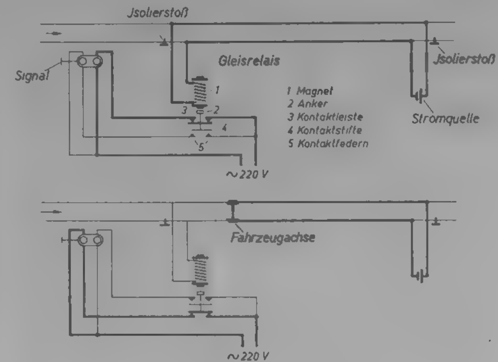


Bild 3. Isolierschiene mit Gleisrelais.

Die Gleisstromkreise in modernen Signalanlagen werden mit Wechselstrom betrieben. Das physikalische Arbeitsprinzip der Gleisstromkreise verlangt einen niederohmigen Achskurzschlußwert, damit das Gleisrelais bei besetztem Abschnitt abfällt. Verschmutzte Bettung oder Schienenoberflächen und schlecht leitende Achsen beeinträchtigen das zuverlässige Arbeiten der Gleisstromkreise. Bei Stahlschwellen lassen sich Gleise nicht, bei Betonschwellen schwer isolieren. Bei elektrischem Betrieb verlangen die Gleisstromkreise zusätzliche Maßnahmen wie zweischienige Isolierung, Gleisdrosseln und Frequenzwandler, um die auf Dampfstrecken benutzte 50-Hz-Frequenz wegen der Beeinflussung durch die Oberwellen des Traktionsstromes in 100 Hz ändern zu können. Isolierstöße und Gleisdrosseln benötigen einen hohen Wartungsaufwand und sind kostspielig. Das häufige Reinigen der Bettung ist ebenfalls kostspielig. Ein weiteres, abschnittsweise wirkendes G. sind die **tonfrequenten Gleisstromkreise**, bei denen ein 10-kHz-Transistorgenerator über die beiden Schienen einen auf diese Frequenz abgestimmten Empfänger speist und dadurch auf ein Gleisrelais wirkt (Bild 4). Da der Längswiderstand der Schienen mit der Frequenz ansteigt, kann eine Achse bei 10 kHz das Gleisrelais 15 bis 20 m beiderseits der Einspeisestelle betätigen. Jenseits dieser Grenze klingt die Wirkung ab. Isolierstöße erübrigen sich. Sollen mehrere Gleisabschnitte, ohne Isolierstöße zu ver-

wenden, aneinandergereiht werden, so können Tonfrequenzgleisstromkreise mit Resonanzkreisen für die Abschnittsbegrenzung eingesetzt werden. Am Abschnittsanfang speist ein Sender den Abschnitt mit einer Tonfrequenz, auf die der am Abschnittsende angeschlossene Empfänger abgestimmt ist. Die aneinanderstoßenden Abschnitte werden mit unterschiedlichen Frequenzen gespeist. Die elektrische

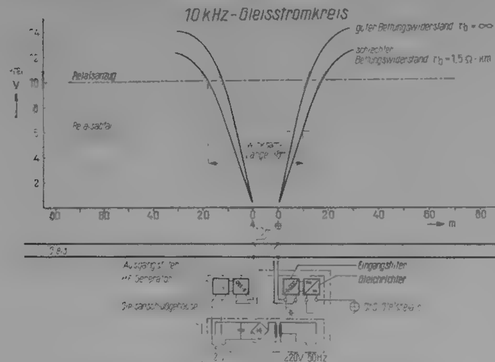


Bild 4. Tonfrequenter Gleisstromkreis mit Resonanzwirkung auf Gleisrelaiskreis.

Abschnittsbegrenzung bewirken Resonanzkreise, die aus einem Teil der Schiene, einem S-förmig im Gleis verlegten Kupferleiter und aus Abstimmkondensatoren bestehen. G. besitzen die zwei Möglichkeiten der Anstoß- und Dauerwirkung oder der Punkt- und der Abschnittswirkung. Alle Schienenkontakte wirken punktförmig, die Gleisstromkreise abschnittsweise. Werden zwei an verschiedenen Punkten liegende magnetische oder elektronische Schienenkontaktpaare

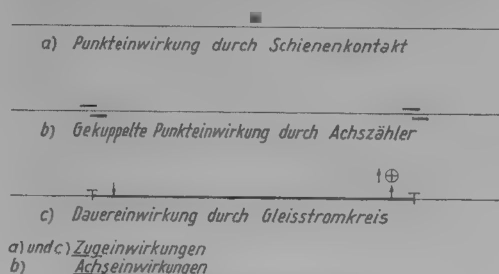


Bild 5. Gleisschaltmittel: Einwirkungsmöglichkeiten auf die Signalanlagen.

über ein Zählwerk an einem Zählkreis zusammengeschaltet, so wird ebenfalls eine Abschnittswirkung erzielt (Bild 5). Achszählkreise benötigen keine Isolierstöße, hindern den Oberbaudienst also nicht am durchgehenden Schweißen der Gleise. Sie sind vom Isolations- und Bettungswiderstand des Gleises unabhängig und für alle vorkommenden Streckenabschnittslängen zu verwenden, während die größte Länge der Gleisstromkreise auf rund 2 km begrenzt ist. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze zwischen Achszählkreisen und Gleisstromkreisen liegt bei Abschnittslängen von rund 1/2 km. Schienenkontakte werden zum Anstoßen von selbsttätig ablaufenden Vorgängen benutzt. Derartige Aufgaben werden sich mit dem Fortschreiten der Automation in der Signaltechnik vergrößern. Der 10-kHz-Kreis läßt sich einem normalen Gleisstromkreis überlagern. Achszählkreise können die Anzahl der Achsen im Abschnitt melden. Mit optischen Ziffernmeldern läßt sich der Zählerstand sichtbar machen. *Sasse*

Gleissperre → Flankenschutz.

Gleisstromkreis → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen, → Gleisschaltmittel.

Gleitmittel. Zusatzstoffe für gefüllte plastische Massen (Preßmassen und Spritzgußmassen), um die Füllstoffe leichter gleitend und die Preßmassen damit leichter verformbar zu machen. Hierzu sind Metallseifen und Silikonölkombinationen geeignet. Infolge seiner Unlöslichkeit in Kunststoffen wandert ein Teil des G. bei der Verarbeitung an die Oberfläche und wirkt als Trennmittel.

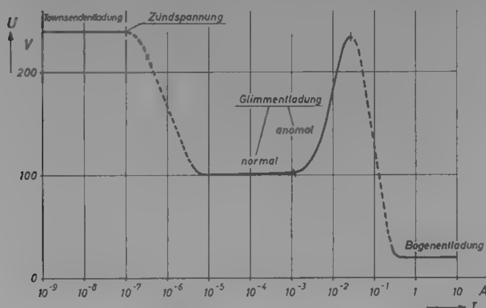
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Gleitmodul → Festigkeitslehre.

Glimmanzeigeröhre → Glimmentladung.

Glimmentladung. Bei Gasentladungen ist es üblich, die folgenden vier Grundformen zu unterscheiden: Dunkelentladung, Townsendentladung, G. und Bogenentladung. Die G. nimmt außer durch ihre besonders große Bedeutung für die Nachrichtentechnik dadurch eine Sonderstellung ein, daß sie eine für sie charakteristische Kaltkathode besitzt. Die Bogenentladung beruht dagegen überwiegend auf thermischen Vorgängen an der Kathode. Die beiden übrigen im allgemeinen extrem stromschwachen Entladungsformen besitzen eine im wesentlichen nicht emittierende Kathode, die nur bei einer sehr allgemeinen Definition der Kathode als negativer Pol der Hauptentladungsstrecke einer Elektronenröhre mit zu den Kathoden gezählt werden muß. Über spezielle Kaltkathoden bei Entladungen in Elektronenröhren → Feldelektronenemission. Die G. zündet aus der Townsendentladung oder einer ihr entsprechenden Entladung bei Erreichen der Zündspannung (s. Bild) unter Durchlaufen eines im allgemeinen stark instabilen Bereichs der Kennlinie. Bei genügend großflächiger Kathode steigt dann die Spannung der G. zunächst nur unmerklich mit wachsender Stromstärke. Nach einem neuerlichen Spannungsanstieg bei relativ hohen Stromstärken geht sie im allgemeinen wieder über einen instabilen Bereich in die Bogenentladung über, die eine wesentlich geringere Brennspannung besitzt als die G. Kennzeichnend für die G. ist ein durch die Raumladung der Ladungsträger erzeugter Verlauf des Feldes im Kathodengebiet, der die Trägerbildung wesentlich begünstigt. Hierbei entsteht die Zone des negativen Glimmlichtes, und es tritt eine für

die Entladung wesentliche Elektronenemission aus der Kathode durch den Aufprall von Photonen und Ionen auf. In Glimmentladungsröhren hat das Kathodengebiet im allgemeinen den weitaus überwiegenden Anteil am Entladungsmechanismus, so daß das Anodengebiet in erster Näherung nicht betrachtet zu werden braucht. Ebenso befindet sich in G.-Röhren zwischen dem Anoden- und dem Kathodengebiet



Beispiel für die Strom-Spannungskennlinie einer Gasentladungsstrecke. ----- Übergänge, meist instabil.

im allgemeinen keine sogenannte positive Säule. Das Kathodengebiet besteht optisch und elektrisch unterscheidbar aus der vor der Kathode liegenden ersten Kathodenschicht, auf die der charakteristische Kathodendunkelraum (Hittorfscher Dunkelraum) folgt, der nach der Anode hin relativ scharfkantig durch das negative Glimmlicht begrenzt wird, dessen Intensität allmählich abklingt und dabei in den Faradayschen Dunkelraum übergeht. Die quantitative Vorausberechnung des Entladungsmechanismus ist auch heute noch relativ ungenau. Ein an der Kathode ausgelöstes Elektron muß über die Ionisierung auf seinem Wege bis zum Ende des negativen Glimmlichtes soviel neue Trägerpaare bilden, daß diese über die Sekundärprozesse gerade wieder ein Elektron aus der Kathode befreien. Die nachgelieferten Elektronen werden von der Kathode etwa zu gleichen Teilen durch Ionen, die aus dem Kathodendunkelraum stammen und daher relativ energiereich sind, und durch Photonen aus dem negativen Glimmlicht abgelöst. Die übrigen Emissionen sind vernachlässigbar. Bei 10 V mittlerer Strahlspannung der Ionen beim Auftreffen auf die Kathode beträgt die Elektronenausbeute etwa 1 v. H. Bei Berücksichtigung der Photoemission wird daher der Strom unmittelbar vor der Kathode zu etwa 98 v. H. durch Ionen transportiert. Die Spannung zwischen der Kathode und dem Ort kleinster Feldstärke im negativen Glimmlicht ist der Kathodenfall der G. Der Kathodenfall ist nahezu gleich der kleinsten Brennspannung bei einem genügend verringerten Elektrodenabstand. Im Bereich der nahezu konstanten Brennspannung bleiben die Dicke des Dunkelraumes und die Stromdichte unverändert. Dieser Kathodenfall wird als normal bezeichnet (normale G.). Bei Erhöhung der Stromstärke tritt eine der Stromstärke proportionale Vergrößerung der von der Entladung bedeckten Kathodenoberfläche ein. Der normale Kathodenfall U_k ist außerdem noch unabhängig vom Gasdruck und ist in einer quantitativ noch nicht voll erkennbaren Weise eine Funktion des Elektrodenmaterials und der Gasart. $U_k < 100$ V wird bei reinen Metallen und Gasen nur für Alkali- und Erdalkalikathoden in der Helium-, Neon- oder Argonentladung erhalten, z. B. $U_k = 59$ V für Kalium/Helium. In unedlen Molekülgasen ist U_k praktisch stets beträchtlich größer als 100 V. Für hohe Anforderungen werden meist Molybdänkathoden benutzt, z. B. in der Kombination Molybdän/Neon ($U_k = 115$ V). Einfachere Röhren mit relativ langen Erholzeiten arbeiten häufig mit einer Heliumentladung an einer Barium-Bariumoxydschichtkathode ($U_k = 40$ V). Wegen der bei Gasentladungen geltenden Ähnlichkeitsgesetze ist die normale Stromdichte proportional dem Quadrat des Druckes, während sich die Dunkelraumdicke umgekehrt proportional zum Druck ändert. Der Kathodenfall wird »anomal«, wenn die von der Entladung bedeckte Oberfläche der Kathode nicht mehr wachsen kann (anomale G.). Der Kathodenfall und damit die Brennspannung steigen dann mit wachsender Stromstärke an. Für einen Teil des Bereichs gilt angenähert das Raumladungsgesetz, d. h., der Strom ändert sich mit dem Kathodenfall hoch 3/2 und umgekehrt proportional zum Quadrat der Dicke des Kathodendunkelraumes, die mit wachsender Stromstärke abnimmt. Das Anwachsen der von der Entladung bedeckten Fläche der Kathode im Bereich des normalen Kathodenfalls wird besonders auffällig in der Glimmanzeigeröhre verwendet, bei der die sichtbare räumliche Veränderung des Glimmlichtes zu Anzeigezwecken dient. Bei der Stabilisatorröhre wird der zu diesem Bereich gehörige Teil der Stromspannungskennlinie ausgenutzt, um eine nahezu konstante Spannung innerhalb eines größeren Strombereiches zu erzeugen. Als Regelgröße dient die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum der Brennspannung innerhalb des vorgegebenen Strombereichs. Die Stabilisatorröhre wird zur Vergleichsspannungsröhre, wenn man sie so züchtet, daß die Brennspannung für einen vorgegebenen Strom in Abhängigkeit von der Zeit und von der Temperatur möglichst konstant ist. Für hohe Anforderungen muß darauf geachtet werden, daß die aus Entladungsinstabilitäten folgenden plötzlichen Änderungen der Brennspannung (Spannungssprünge) während des Betriebes möglichst gering sind. In der deutschen Fachsprache ist es üblich, die Vergleichsspannungs- und die Stabilisatorröhre zur Gruppe der Spannungsgeberröhren zusammenzufassen. Im Bereich des anomalen Kathodenfalls arbeiten die Glimmschaltröhren, mit deren Hilfe ein Stromkreis durch das Zünden und Löschen einer G. zwischen vorgegebenen Elektroden geschlossen oder geöffnet werden kann. Große Verbreitung haben hierbei die Glimmrelaisröhren gefunden, bei denen für das Schalten ein Starter benutzt wird, der eine Zündelektrode ist, mit der die Zündung der Hauptentladungsstrecke durch Übernahme eingeleitet werden kann. Die Übernahme ist die Zündung einer Entladungsstrecke durch die

Zufuhr von Ladungsträgern aus einer anderen Entladungsstrecke. Diese Zündung tritt bei vorgegebenen Spannungen und Strömen aller übrigen Elektroden beim Übernahmestrom ein. Wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt, gilt dieser Wert für ein beliebig langsames Anwachsen dieses Stromes. Auch in den → Überspannungsableitern wird zunächst eine G. gezündet. Im allgemeinen geht diese aber schon nach sehr kurzer Zeit in eine Bogenentladung über. Eine Sonderform der Glimmschaltröhren ist die jetzt sehr häufig benutzte Glimmzählröhre, bei der mindestens eine Elektrode der Hauptentladungsstrecke in mehrere gleichwertige Teilelektroden (meist 10) aufgeteilt ist und die Hauptentladung durch einen Steuerimpuls in vorgegebener Richtung an die benachbarte Teilelektrode weitergegeben wird (→ Gasentladung, → Schutzmaßnahmen).

Literatur: J. R. Acton, J. D. Swift, Cold Cathode Discharge Tubes, Heywood & Comp. Ltd., London 1963 — Hütte, Elektrizität und Magnetismus. 29. Aufl., Bd. I, 12. Abschn., Berlin, München 1969. *Schnitger*

Glimmentladungsröhre → Glimmentladung.

Glimmer, Mika, ein wasserhaltiges blättchenförmiges Silikat von Aluminium, Kalium und Natrium mit einer Dichte von 2,75—3,2. Die G. sind sehr leicht spaltbar und ergeben meist elastische Scheiben von geringer Härte. G. ist unbrennbar, nicht hygroskopisch und hat eine hohe Durchschlagsfestigkeit gegen elektrische Spannungen. Er findet in der Elektrotechnik als Isolierstoff Anwendung.

Glimmrelaisröhre, Glimmschaltröhre → Glimmentladung.

Glimmschicht → Gasentladung.

Glimmschutzgerät → Knallgeräusche.

Glimmzählröhre → Glimmentladung.

glühelektrischer Effekt. 1. Austritt von Elektronen aus Metalloberflächen bei höheren Temperaturen, auch Richardson-Effekt genannt. Zwischen der Dichte j des Elektronenstromes und der absoluten Temperatur T besteht die Beziehung:

$$j = AT^2 \exp\left[-\left(\frac{W}{kT}\right)\right]$$

Der theoretische Wert der Konstanten A ergibt sich zu 120, wenn man die Elektronenstromdichte j in (Amp/cm²) mißt. W ist die effektive Austrittsarbeit in (eV), die man mindestens aufwenden muß, um die Elektronen aus dem Metall zu befreien, k die Boltzmannkonstante. Die Austrittsarbeit W beträgt z. B. für Wolfram 4,5 eV und für Barium 2,5 eV. Von der aus obiger Gleichung folgenden starken Abhängigkeit der Glühemission von der Austrittsarbeit W macht man technisch weitgehend Gebrauch zur Herstellung von Glühkathoden. Da man diese nicht direkt aus Barium herstellen kann, benutzt man das hohe Temperaturen aushaltende Wolfram und erniedrigt dessen Austrittsarbeit durch Überziehen seiner Oberfläche mit einer nur einatomaren Schicht von Caesium oder Thorium und erzielt auf diese Weise eine gewaltige Steigerung der Elektronenemission. Man erhält dabei Austrittsarbeiten von 1,3 bzw. 2,6 eV (Massivkathoden).

2. Bei Halbleitern ist die Emissionsstromdichte wie die eines Metalls durch eine Richardson-Gleichung darstellbar, nur daß die effektive Austrittsarbeit W + U ist, wobei U von der Art des Halbleiters abhängt. Bei Eigenhalbleitern ist U gleich der Hälfte des Bandabstandes. Diese Ergebnisse sind wichtig für das Verständnis der Oxydkathoden. Hier wird auf eine Metallunterlage, z. B. Nickel (direkt oder indirekt geheizt), eine Schicht aus Barium und Strontiumoxyd aufgebracht. Die Elektronenemission ist dann bei gleicher Temperatur um Größenordnungen höher als die des reinen Metalls.

Literatur: W. Finkelnburg, Einführung in die Atomphysik, Springer-Verlag 1964. *Benz*

Glühkathode. Einer der Hauptnachteile der raumladungsgesteuerten Röhren gegenüber aktiven Halbleiterbauelementen ist, daß z. Z. die Elektronenemission der Kathode praktisch nur mit einer G. erreicht werden kann. Die zur thermischen Emission notwendige Temperatur führt stets zum Abbau und zur chemischen Umsetzung der Kathode mit merklicher Geschwindigkeit. In den Halbleiterbauelementen fehlen im allgemeinen ähnliche Vorgänge. Die mittlere Lebensdauer einer Röhre wird daher direkt oder indirekt hauptsächlich durch die G. bestimmt. Erst aufwendige technologische Entwicklungen haben dazu geführt, daß heute die Röhren für Rundfunk- und Fernsehempfänger eine mittlere Lebensdauer von etwa 3000 h besitzen. Mit Weitverkehrsröhren werden je nach den an die einzelnen Typen gestellten Anforderungen im Mittel 25 000 bis 100 000 h erreicht. Für die noch größeren Zuverlässigkeitsforderungen an Unterwasser-Kabelverstärker und Satellitenverstärker geht man von mittleren Lebensdauern bis zu 200 000 h aus. Meist ist die Erhöhung der mittleren Lebensdauer nicht das primäre Ziel dieser technologischen Entwicklungen, sondern die Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit während der Betriebszeiten, die wesentlich geringer als die mittleren Lebensdauern sein können. Durch die sorgfältige Prüfung aller Röhren in Abständen von ca. 6 Monaten gelangen etwa 10mal soviel Röhren zur Aussonderung wie während des Betriebes. Hierdurch wird es möglich, die Ausfallrate bis auf $4 \cdot 10^{-7}$ Röhren pro Stunde herabzusetzen. Die zahlreichen Parameter, die eine G., die meist eine → Oxydschichtkathode oder eine → Vorratskathode ist, beeinflussen, führen zu der immer noch starken Kopplung zwischen mittlerer Lebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit. Ein wesentlicher Faktor für eine hohe Lebensdauer ist die extrem große Reinheit, die eng mit einem wesentlich besseren Vakuum als früher üblich gekoppelt ist. In Rundfunkröhren beträgt dies jetzt etwa 10^{-6} Torr, in Mikrowellenröhren etwa 10^{-8} Torr. Zur Kennzeichnung des Vakuums dient der Vakuumfaktor, der das von der Elektrodenkonfiguration und den Betriebsspannungen abhängige Verhältnis des Betrages des Stromes einer nicht thermisch emittierenden, negativ vorgespannten

Elektrode zum Strom einer anderen Elektrode ist. In besonderen Fällen, vor allem in größeren Mikrowellenröhren, werden die inzwischen wesentlich verbesserten Getter zur Gasaufzehrung durch Ionengetterpumpen ersetzt, in denen das Gas nach Ionisierung in einer Hilfsentladung besonders wirkungsvoll aufgezehrt wird. Die Hilfsentladung dient gleichzeitig zur Messung des Restgasdruckes. Hohe Lebensdauern erfordern die Beschränkung auf eine Kathodenstromdichte, die häufig nur etwa der zehnte Teil der für eine mittlere Lebensdauer zugelassenen maximalen Stromdichte (→ Oxydschichtkathode, → Vorratskathode) ist. Die Temperatur einer Oxydkathode wird dann beträchtlich herabgesetzt, z. B. auf 830°K in Wanderfeldröhren für Satelliten. Hierdurch wird vornehmlich die Ergiebigkeit der Kathode verringert, die der Quotient aus dem tatsächlich fließenden Kathodenstrom zur Heizleistung ist. Aber auch das Heizmaß, das der Quotient aus dem Sättigungsstrom und der der Kathode zugeführten Heizleistung ist, wird gleichzeitig geringer. Ein weiterer Nachteil der G. ist die relativ große Kathodenanheizzeit. Sie ist die Zeit, die vom Wirksamwerden aller Betriebsspannungen an der kalten Röhre bis zum Erreichen des Wendepunktes der Kathodenstrom-Zeitkennlinie verstreicht. Bei indirekt geheizten Kathoden beträgt diese Zeit normal 30 bis 50 s, kann aber für besondere Anforderungen bis auf 10 s herabgesetzt werden. Für direkt geheizte Kathoden braucht die Anheizzeit nur noch 1 s zu betragen. Jedoch ist auch dieser Wert für viele Schaltanwendungen zu groß, so daß dann von vornherein Halbleiterbauelemente gewählt werden müssen. Früher ist der Hauptgrund für den Einsatz direkt geheizter Röhren anstelle indirekt geheizter Röhren die um etwa den Faktor 10 größere Ergiebigkeit gewesen, d. h., statt 9 bis 10 mA/W werden 50 bis 100 mA/W erreicht. Zur Erhöhung der Lebensdauer einer Röhre trägt auch die Einengung der Temperaturschwankungen der Kathode bei. Die zulässige relative Heizspannungsschwankung bei Parallelheizung beträgt das Dreifache und die zulässige relative Heizstromschwankung das Doppelte der zugelassenen relativen Temperaturschwankung $\Delta T/T$. Normal wird $\Delta T/T = \pm 1{,}5$ bis 3% zugelassen.

Literatur: Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XXI, Elektronenemission und Gasentladungen I, Springer, Berlin 1956 — Herrmann und Wagener, Die Oxydkathode, Bd. 1 und 2, Barth, Leipzig 1948/50 — Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66.
Schnitger

Glühkathoden-Gleichrichterröhre → Elektronenröhre.

Glühlampenschrank, eine in Fernsprechnebenstellenanlagen und früher auch in öffentlichen Fernsprechnetzen mit → ZB-Betrieb verwendete handbediente Ortsvermittlungseinrichtung. Zur Anzeige von Anruf und Schlußruf dienen → Fernmeldelampen (ältere Bezeichnung: Fernsprechglühlampe). Je nachdem, ob der Fernsprechapparat aus dem zugleich als Speiserelais dienenden Anrufrelais oder aus dem Schnurpaar mit Mikrofonstrom versorgt wird, unterscheidet man zwischen Ericssonschaltung und Westernschaltung. G. wurden nach Kriegsende in bedeutendem Umfang als → Ortsschränke ZB48 in Ermangelung damals nicht vorhandener Wähleinrichtungen eingesetzt.

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

Glühlampenschränke als Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Nebenstellenanlagen, handbediente.

GNT (Det Store Nordiske Telegraf-Selskab) → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Gold, galv. Oberfläche → Elektroplattierungen.

Goldfrank ist die internationale Fiktiv-Währung zur Abrechnung von Post- und Fernmeldeleistungen, Abkürzung: Gfr.

Französische Münze seit dem 14. Jahrhundert, zuerst Gold, später Silber. Seit 1795 französische Währungseinheit, später auch (teilweise unter anderen Bezeichnungen) in Belgien, der Schweiz, Griechenland, Spanien, Italien, Rumänien, Bulgarien und den nach 1918 neu entstandenen osteuropäischen Staaten. Der G. war auch Leitwährung der Lateinischen Münzunion, die 1865 Frankreich, Belgien, Italien und die Schweiz gründeten. Die Union zerfiel nach 1925. Vor 1914 vereinbarte Deutschland die Gebühren mit Österreich-Ungarn und Luxemburg in Mark, mit allen anderen Ländern dagegen in G. Mit dem Zusammenbruch des G. der lateinischen Münzunion nach 1918 wurde die Schaffung eines neuen festen Wertmaßes notwendig. Das geschah auf dem Weltpostkongreß 1920 in Madrid in Gestalt des fiktiven G. im Gewicht von 10/31 g mit 9/31 g Feingehalt Gold. Als der Weltnachrichtenvertrag von 1932 den Welttelegraphenvertrag von 1875 ablöste, wurden Zweckbestimmung und Definition des G. als Artikel 32 in den Vertrag übernommen. Sie finden sich seither in allen Nachfolgeverträgen. Deutschland ging bis 1923 dazu über, auch die Gebührensätze für den Verkehr mit den Nachfolgestaaten Österreich-Ungarns, mit Luxemburg und auch mit Danzig in G. zu vereinbaren.

Jede Verwaltung (Regierung) setzt den offiziellen Umrechnungskurs des G. zur nationalen Währung fest und teilt ihn der Union Internationale des Télécommunications (UIT) mit, die die Kurse regelmäßig veröffentlicht. Vor dem 1. Weltkrieg hatte der (Gold-)Frank einen offiziellen Gegenwert von 0,85 M. Während der Inflation erreichte der G. am 21. 11. 1923 mit 1 Billion Papiermark den höchsten Wert. Nach dem Münzgesetz vom 30. 8. 1924 ergab sich ein Gegenwert von 0,81 RM, der von der deutschen Verwaltung für Abrechnungszwecke auch benutzt wurde. Zur Errechnung der → Erhebungsgebühr wurde jedoch der G. im Mittel mit 0,85 RM angesetzt, nach dem 1. 4. 1937 mit 0,82 RM. Am 21. 6. 1948 wurde der Gegenwert auf 1,089 DM festgesetzt, am 1. 11. 1948 auf etwa 1,20 DM. Von 1952 bis zum 4. 3. 1961 galt ein Gegenwert für den G. von 1,372 DM, der durch die Aufwertung der DM am 5. 3. 1961 auf 1,307 DM verbessert wurde.

Literatur: Weltnachrichtenverträge bzw. Internationale Fernmeldeverträge. Archiv für das Post- und Fernmeldewesen 1967, Heft 7.
Basse

Gonio. Zusatz hinter den Namen von Peilfunkstellen für die Seefahrt (z. B. Elbe-Weser Gonio).

Goonhilly-Downs, Erdefunkstelle der britischen Postverwaltungen. Technische Einrichtungen: Voll steuerbare, freistehende Parabol-Antennen (Durchmesser 28 m, Brennweite 10 m. Gewinn: 61 dB bei 6 GHz [Sender] und 58 dB bei 4 GHz [Empfänger], Halbwertsbreite 0,1° bei 6 GHz), Eigennachführung, Programm- und Handsteuerung, Klystron-Leistungssender (7 kW), parametrischer Vorverstärker.

Gradationsfehler → Fernsehen 2.

Gradient → Vektorrechnung IIa.

Granulat → Isolierung von Kupferleitern.

Graphit ist eine in der Natur vorkommende kristalline Modifikation des Kohlenstoffs. G. ist schwarz, metallglänzend, undurchsichtig und besitzt nur eine sehr geringe Härte, so daß er mit dem Messer schneidbar ist und auf Papier abfärbt, ϱ 2,1—2,3, er sublimiert erst bei 3540°C. Das Naturprodukt wird durch Mahlung, Naß-Siebung und Aufschlämmen gereinigt. G. wird verwendet in Leitungswiderständen, für Elektroden, Schleifbürsten von Motoren, als feuerfestes Material, als Schmierstoff und zur Pflege von Kontakten.

Grätzschaltung. Ältere Bezeichnung für »Brückenschaltung« (→ Gleichrichterschaltungen).

Gregoryantenne → Spiegelantennen.

Grenzdaten für Elektronenröhren → Röhrenqualität.

Grenzempfindlichkeit → Empfindlichkeit.

Grenzfernsprechverkehr ist der Fernsprechverkehr, der zwischen Teilnehmern beiderseits der Grenzen zweier Länder abgewickelt wird. Man unterscheidet Grenzzone I (Luftlinienentfernung zwischen den Vermittlungsstellen [VSt] von 25 km) und Grenzzone II (Luftlinienentfernung von 25 bis 50 km). Die VSt, die beim G. beider Länder einbezogen werden sollen, werden in einem Abkommen zwischen den beteiligten Ländern festgelegt. Der G. wird nicht abgerechnet. Für die praktische Betriebsabwicklung werden besondere Fernleitungsbündel für den G. geschaffen.

Grenzfrequenz ist diejenige obere oder untere Frequenz eines übertragenen Frequenzbandes, bei der die Dämpfung stark zunimmt, → Bandbreitengrenze, Halbwertsbreite, → Pupinisierung, → Vierpoltheorie 3. Die theoretische G. eines verlustlosen Filters ist diejenige Frequenz, bei der die Dämpfung positive Werte (gegenüber Null im Durchlaßbereich) annimmt (→ Echolotung, ionosphärische).

Grenzfrequenzschwund → ionosphärische Wellenausbreitung.

Grenzgebiet (bei Frequenzkoordinierung) ist ein geographisches Gebiet beiderseits von Staatsgrenzen, innerhalb dessen Funkstellen in bestimmten Frequenzbereichen nur mit Zustimmung der Fernmeldeverwaltung des benachbarten Landes in Betrieb genommen werden dürfen. Je nach Vereinbarung kann ein Grenzgebiet ein kartenmäßig festgelegtes Gebiet umfassen, dessen Größe für eine bestimmte Gruppe von Funkstellen etwa gleicher Störreichweite einmalig festgelegt wurde, oder ein Gebiet, dessen Tiefe für jede einzelne Funkstelle von deren Störreichweite abhängt. Man geht dabei von der Überlegung aus, daß Funkstellen, die außerhalb eines Grenzgebietes in Betrieb genommen werden, an der Landesgrenze in einer bestimmten Höhe (z. B. 2,5 m) über dem Erdboden einen bestimmten höchstzulässigen Feldstärkewert nicht mehr überschreiten und dadurch bei dem Funkdienst des Nachbarstaates keine → schädlichen Störungen mehr hervorrufen können.

Grenzmarke → Kabelmarke.

Grenzmaß → ISO-Toleranzen.

Grenzspannung → Durchbrucheffekte.

Grenzstrom → Emissionskennlinie.

Grenzwelle (GW) → Funkausrüstung der Schiffe.

Grenzwellenausbreitung → ionosphärische Wellenausbreitung.

Grenzwert von Holzschutzmitteln → Holzschutzmittelgrenzwert.

Grenzzone. Der zwischenstaatliche Fernsprechverkehr wird bezüglich der Gebührenhöhe in Weitverkehr (→ Fernzone Ausland) und Grenzfernsprechverkehr unterteilt. Für den Grenzfernsprechverkehr sind zur Zeit je nach Nachbarland 1 oder 2 G. festgelegt worden, wobei diese nicht nach geographischen, sondern nach netztechnischen Gesichtspunkten gebildet werden. Die Gebührenhöhe im Grenzfernsprechverkehr ist somit von dem Netzgruppenbereich (in der BRD Knotenvermittlungsstellen [KVSt-Bereich]) und der Entfernung der KVSt abhängig.

großer Feldklappenschrank Fk16. Tragbare, nach dem Baukastensystem unterteilte handbediente Feldvermittlung nach dem → Zweischnursystem, Vorbild der heute gebräuchlichen → Feldfernsprechvermittlung OB/150. Aus den Untersätzen A, B, C, D, den Abfrage- und Vielfachkästen und den Amtszusätzen können Vermittlungen verschiedener Größe zusammengestellt werden. Außer einigen Wählleitungen können bis zu 300 OB-Leitungen aufgeschaltet werden. Besetztkennzeichnung durch → Knackprüfung, Ruf mit 25 Hz (Induktor oder Polwechsler), zur Anzeige von Anruf und Schlußruf dienen → Anrufklappen und → Schlußklappen, zwei 3-Volt-Trockenbatterien werden für Mikrofonspeisung und den Wecker benötigt. Zum Verbinden der Baueinheiten untereinander dienen 30adrige geschirmte Steckerkabel.

Fk16-Vermittlungen in abgeänderter Schaltung wurden vielfach als Hilfsfernplätze in handbedienten Fernvermittlungen (FernVStHand) verwendet (z. B. die Schaltungen Fk16W, Fk16/36, Fk36).

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

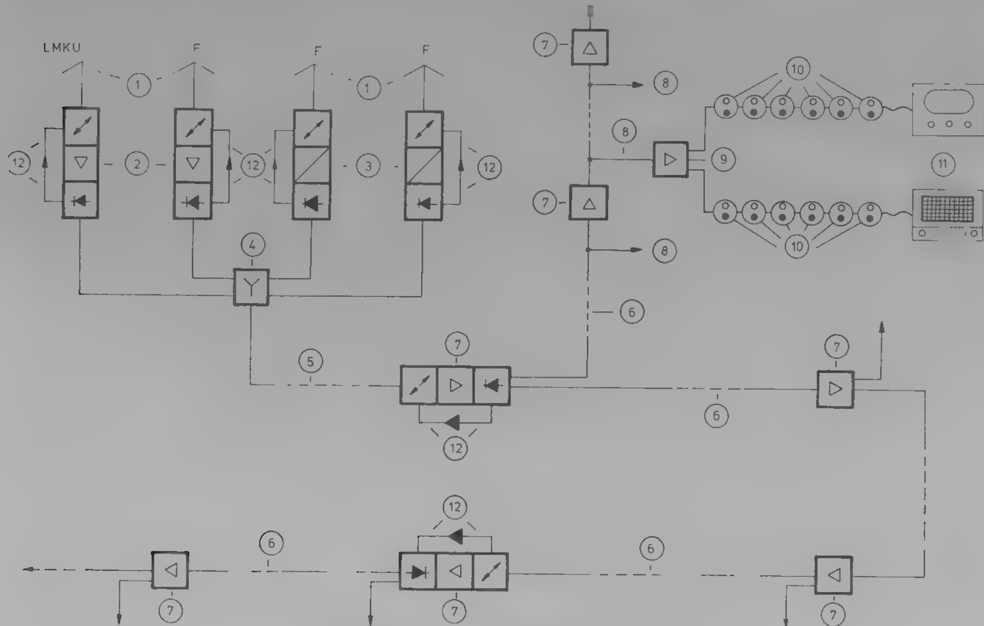
Großgemeinschaftsantennenanlagen dienen der Ton- und Fernseh-Rundfunk-Programmverteilung innerhalb eines großflächigen Wohngebietes (s. Bild). Von einer empfangstechnisch günstigen Stelle werden die von den Antennen (1) aufgenommenen Empfangssignale der verschiedenen Programme verstärkt (2), u. U. aus Gründen der geringeren Leitungsdämpfung für niedrigere Frequenzen in einen entsprechenden Rundfunkfrequenzbereich umgesetzt (3), mittels Weiche (4) auf eine gemeinsame Leitung gegeben und bei vorhandener abgesetzter Empfangsstelle über ein Zubringerkabel (5) dem Verteilnetz (6) mit den Leitungsverstärkern (7) zugeführt. Jedes Haus (Wohnblock) erhält einen Anschluß (8), an dem je nach Bedarf innerhalb eines Hauses eine weitere Verteilung, meistens über Hausverstärker (9) zu den Antennensteckdosen (10) der Wohnungen vorgenommen werden kann. Hieran können wegen der hochfrequenten Übertragung innerhalb der für den Rundfunk festgelegten Frequenzbereiche handelsübliche Ton- und Fernsehrundfunkempfänger (11) angeschlossen und betrieben werden. Durch die in den Antennensteckdosen wirksame elektrische Entkopplung jedes einzelnen Anschlusses gegenüber dem speisenden Kabel sollen gegenseitige Empfängerbeeinflussungen vermieden werden. Im Verteilnetz auftretende unzulässige Pegelschwankungen, die durch unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen der drahtlos empfangenen Signale sowie durch die in Abhängigkeit von der Temperatur sich ändernden Übertragungsdämpfungen in der Anlage entstehen, lassen sich durch zusätzliche Regelglieder (12) weitgehend ausgleichen. G. lassen sich dort vorteilhaft einsetzen, wo Ortschaften auf Grund natürlicher Hindernisse keine ausreichenden Nutzfeldstärken erhalten (»abgeschattet« sind) oder auf Grund von baulichen Hindernissen (Hochhäuser) Feldstärkeabschattungen auftreten, die den Empfang im Bereich der niedrigeren Häuser wegen der aufkommenden Reflexionen beeinträchtigen und ggf. unmöglich machen.

Großkreis-MUF → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Großnetz → Bahnselbstanschlußanlage.

Großnetzknotenbasa → Bahnselbstanschlußanlage.

Großoberflächenplatten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

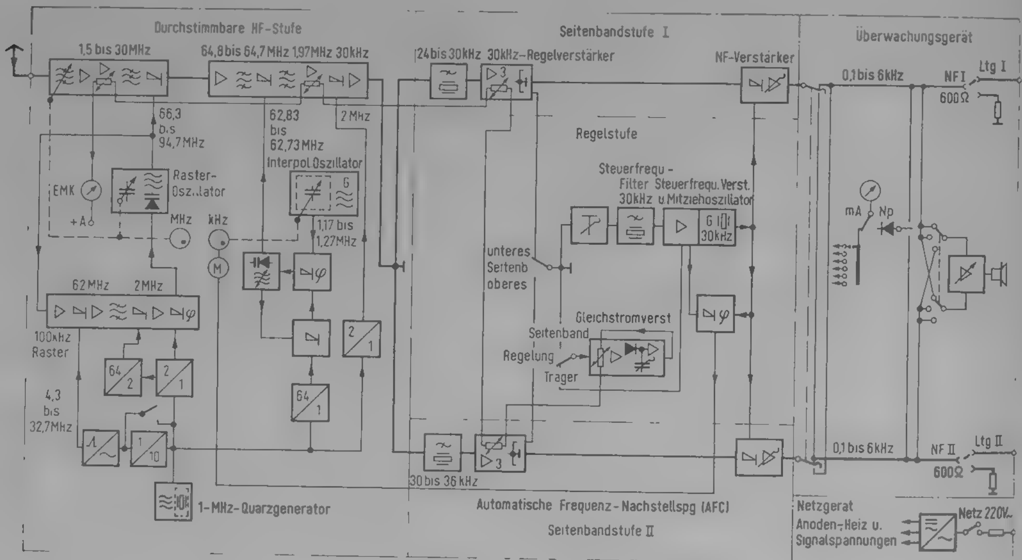


Schaltschema einer Großgemeinschaftsantennenanlage.

Großsender, ein Funksender mit einer Ausgangsleistung von 100 kW oder darüber.

Großstations-Empfänger → Einseitenband-Empfänger, → Kurzwellen-Empfänger, → ISB-Empfänger. Der G. ist der Weitverkehrs- und Übersee-KW-Empfänger mit optimaler Auslegung für Abwicklung von Funk-Gesprächen und → Telex-Verkehr. In der Ausführung lt. Bild gibt er zwei 6 kHz breite Nachrichtenbänder ausgangsseitig ab, welche max. 4 Gesprächskanäle bzw. je nach dem Kanal-Frequenzhub des verwendeten WT-Systems eine Vielzahl von Telegrafie-

Kanälen übertragen können. Der G. ist für Trägerrest-Übertragung ausgelegt. In der 3. ZF (30 kHz) ist außer den beiden Seitenband-Kanälen noch der Trägerkanal mit einem 30 Hz breiten Quarzfilter vorhanden, über das die Synchronisierung des Trägerzusatz-Oszillators für den → Einseitenband-Demodulator, die Bildung der Frequenz-Nachstellspannung für den Interpolations-Oszillator und der Verstärkungs-Regelspannung nach dem Träger erfolgt. Die automatische → Schwundregelung kann umschaltbar auch aus dem Nachrichten-Volumen der beiden Seitenbänder gewonnen werden. Kennzeichnend für dieses Gerät ist die Regelung mittels Heißleitern, wodurch über weite Bereiche gleiche Verstärkung in beiden Kanälen erreicht wird. In der HF-Stufe ist wegen der hohen 1. ZF nur ein durchstimmbarer HF-Kreis, der ebenso ohne Bereichsumschaltung arbeitet wie der in 285 Stufen von je 100 kHz synchronisierte 1. Überlagerer. Mit dem Interpolations-Oszillator des 2. Überlagerers ist der G. jeweils über 100 kHz mit Treffsicherheit ≦ 100 Hz und Tageskonstanz ≦ 20 Hz (Frequenzregelung abgeschaltet) durchstimmbar. An die Freiheit von linearen und nichtlinearen Verzerrungen sowie von Nebenempfangsstellen und Eigenpfiffen werden beim G. hohe Anforderungen gestellt. Auch seine Oszillator-Störspannung muß sehr klein sein, weil innerhalb einer Empfangsstation eine Vielzahl gleicher G. steht, die außerdem teilweise an der gleichen Antenne liegen.



Übersichtsschaltbild eines Großstations-Empfängers.

Literatur: Hölzler u. Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer Verlag, 1966.

Größter Kreis (Orthodrome). Der kürzeste Weg zwischen zwei Orten auf der Erde verläuft auf dem Kugelkreis (größten Kreis), der durch beide Orte geht und das Zentrum der Erde zum Mittelpunkt hat. In dem Kugeldreieck, dessen Ecken die beiden Orte und der Nordpol bilden, sind die Polabstände (1 Bogenminute = 1 SM = 1855 m) und die geographische Längendifferenz beider Orte (also zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel) bekannt. Mithin lassen sich nach bekannten Formeln der sphärischen Geometrie über Kugeldreiecke sowohl die dritte Seite, also der Stationsabstand (Länge der Orthodrome), als auch die beiden Winkel, die die Orthodrome an den Stationen mit den Längenkreisen (d.h. der Nordsüdrichtung) bilden, errechnen. Diese Aufgabe ist sowohl für die Seekabeltechnik (Berechnung des Mindestbedarfs an Kabel für die Verbindung der Orte) als auch in der drahtlosen Richtungstelegrafie von Bedeutung.

Zur Bestimmung der geographischen Lage beliebig vieler Zwischenpunkte des kürzesten Weges teilt man die Stationsentfernung in beliebig viele gleiche Teile, verbindet die Teilpunkte mit dem Pol und hat dann Dreiecke, in denen zwei Seiten (d.h. der Polabstand einer Endstation und die Entfernung zwischen dieser Station und dem Teilpunkt auf dem kürzesten Wege sowie der Winkel an der Station) bekannt sind, so daß also der Polabstand des Teilpunktes und die geographische Längendifferenz zwischen Teilpunkt und Station errechnet werden können. Dadurch hat man also die bei der Kabellegung zwischen einzelnen Teilpunkten des kürzesten Weges einzuhaltenden Steuerkurse des Schiffes gewonnen (→ Mercatorkarte).

Gerber

Ground-plane-Antenne → Vertikalantenne.

Grubenfunkanlage. Eine Funkanlage, die unter Tage im Bergbaubetrieb errichtet und betrieben wird. Die Funkanlage muß den technischen Vorschriften der DBP entsprechen und im Kohlenbergbau die Sicherheitsforderungen der Bergbaubehörden erfüllen. Hierzu gehört die elektrische und mechanische Geräteausführung hinsichtlich der Schlagwetterfestigkeit. Zu den G. zählen auch die Induktionsfunkanlagen → Funkanlage, wenn sie unter Tage eingesetzt sind, z. B. Förderkorbtelefonieanlagen. Für den Betrieb der Funkanlagen ist eine Betriebsgenehmigung der DBP erforderlich. → Genehmigung von Funkanlagen.

Grubenalarmfunkanlage

Eine ortsfest errichtete Funkanlage, die im Alarmfalle Zeichen, Töne oder Sprache an eine Vielzahl von Empfangsanlagen aussendet. Die Alarmmeldung erfolgt im einseitigen Betrieb. Die Empfangsanlagen können tragbar oder ortsfest in den Wohnungen des zu alarmierenden Personals betrieben werden. Grubenalarmfunkanlagen werden im Übertagebetrieb von Bergbauunternehmen, aber auch von größeren Industriegebieten verwendet. Für den Betrieb der Funkanlagen ist eine Betriebsgenehmigung der DBP erforderlich.

Grundausbildung. Weiblichen Angestellten des Fernmeldedienstes werden in einer G., mit der sogleich nach dem Eintritt in den Dienst der DBP begonnen wird, die für ihre Beschäftigung erforderlichen Grundkenntnisse und Fertigkeiten vermittelt. Am Ende der G. ist der → Befähigungsnachweis zu erbringen.

Grunddämpfung ist die bei Vierpolen durch die unvermeidlichen Verluste der Schaltelemente vorhandene Dämpfung im Durchlaßbereich (→ Mindestdämpfung).

Grundentstörung → Funkentstörung.

Grundgeräusche bei Richtfunkverbindungen Gesamtgeräusch bei → Richtfunkverbindungen.

Grundraute → Sendernetzplanung.

Grundschutz von Fernmeldemasten → Holzschutzmittel.

Grundschwingung → Schwingung.

Grundstellung von Signalen und Weichen. Nach der Eisenbahn-Bau- und -Betriebsordnung (EBO) ist die G. der Hauptsignale »Halt«. Abweichend davon haben die Hauptsignale auf Selbstblockstrecken (Selbstblocksignale) als G. »Fahrt«. Beim Zentralblock, einer neuartigen Form des Selbstblocks, ist die G. der Selbstblocksignale jedoch »Halt«. Für alle Weichen in Hauptgleisen und für die Weichen in Nebengleisen, die als Schutzweichen benutzt werden, ist eine bestimmte G. vorzuschreiben. In der Regel wird die G. der Weichen so gewählt, daß sie möglichst wenig umgestellt zu werden brauchen. Meist ist daher die G. der gerade Strang.

Grundstück. Als Grundstück im Sinne des Fernmelderechts gilt jede Bodenfläche, die durch Mauern, Zäune oder in anderer Weise gegen andere Bodenflächen so abgeschlossen ist, daß sie eine getrennte wirtschaftliche Einheit bildet. Bodenflächen, die durch öffentliche Verkehrswege getrennt sind, werden als verschiedene Grundstücke behandelt.

Grundstücksanlagen → private Fernmeldeanlagen.

Grundstückseigentümererklärung. Durch die G. erteilt der Grundstückseigentümer sein Einverständnis dazu, daß die DBP auf seinem Grundstück sowie an und in den darauf befindlichen Gebäuden alle Vorrichtungen (Gestänge, Stützen, Kabel nebst Zubehör usw.) anbringt, die zur Errichtung von Anschlüssen an ihr Fernmeldenetz auf dem Grundstück und in den darauf befindlichen Gebäuden sowie zur Herstellung, Instandhaltung und Erweiterung ihres Fernmeldenetzes erforderlich sind. Das Vorliegen der G. ist eine Voraussetzung für die Herstellung eines zum öffentlichen Fernsprechnetz gehörenden Fernsprech-, Telex- oder Datexanschlusses, weil nach dem Fernmeldeleitungsrecht (→ Wegsicherung der Führung von Fernmeldelinien) der DBP grundsätzlich kein Recht zusteht, privaten Boden in Anspruch zu nehmen. U. U. müssen zur Errichtung eines Anschlusses mehrere private Grundstücke in Anspruch genommen werden; dann muß auch für jedes Grundstück eine G. vorliegen. In einer Gegenerklärung verpflichtet sich die DBP, das Grundstück und die darauf befindlichen Gebäude in ordnungsgemäßen Zustand zu versetzen, soweit sie durch Arbeiten am Fernmeldenetz beschädigt worden sind. Nach Kündigung muß die DBP ihre auf dem Grundstück befindlichen Einrichtungen binnen Jahresfrist entfernen. Rechtlich betrachtet, stellen die G. und die Gegenerklärung einen Mietvertrag dar (→ Privatgelände 2).

Literatur: Fernsprechordnung (§ 11) — J. Aubert, Fernmelderecht, Deckers-Verlag, 1962.

Grundüberholen → Überholen.

Grundübertragungsdämpfung ist die → Übertragungsdämpfung bei Freiraumausbreitung, bezogen auf isotrope Antennen (nach DIN 45 020)

$$L_0 = 20 \log \cdot \frac{4 \pi d}{\lambda}$$

oder

$$L_0 = 32{,}44 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{in dB},$$

wobei d der Abstand der Richtfunkstellen in km und f in MHz gemessen wird (→ Antennen, → troposphärische Streuausbreitung).

Grünspan. Gemenge von basischen Kupfer-II-Acetaten, wirkt durch seinen Kupfergehalt giftig. Er wird auch künstlich hergestellt (Kupferplatten öfters mit Essig befeuchten und an der Luft liegen lassen) und zur Herstellung von Farben, Mehltaubekämpfungsmittel u. dgl. verwendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Gruppenabzug ist die Verminderung eines Verkehrswertes, der durch Summieren der Verkehrswerte mehrerer Teilbündel errechnet wurde. Man geht davon aus, daß die Hauptverkehrsstunden verschiedener Bündel nicht genau zur gleichen Zeit auftreten, sondern gegeneinander verschoben sind. Der Verkehrswert nach der sogenannten deutschen Definition der Hauptverkehrsstunde wird für die individuelle Hauptverkehrsstunde jedes Bündels bestimmt. Er ist daher bei einem zusammengefaßten Bündel nicht gleich der Summe der Verkehrswerte der einzelnen Teilbündel, sondern kleiner. Diese Differenz, die durch Stichproben näherungsweise ein für allemal ermittelt wurde, wird von dem Gesamtverkehrswert nach der Zusammenfassung des Verkehrs als G. subtrahiert. G. werden bei der Addition der Verkehrswerte von selbst abgezogen, wenn die Verkehrswerte mittels → t-Teilchen addiert werden.

Gruppencharakteristik → Antennengruppe, → Richtcharakteristik.

Gruppeneinteilung (Seefunk). Nach der → Vollzugsordnung für den Funkdienst sind die Telegrafie-Seefunkstellen für den internationalen öffentlichen Nachrichtenaustausch in 3 Gruppen eingeteilt; 1. Gruppe: Funkstellen (FuSt) mit ununterbrochenem Dienst; 2. Gruppe: FuSt mit 16 oder 8 Dienststunden; 3. Gruppe: FuSt mit Dienst von kürzerer Dauer als FuSt der 2. Gruppe oder mit Dienst, der durch die Vollzugsordnung nicht festgelegt ist. Jede Verwaltung legt selbst die Vorschriften fest, nach denen die FuSt, für die sie zuständig ist, in die eine oder andere der 3 Gruppen einzuordnen sind. Nach den deutschen Bestimmungen über die G. und Besetzung der deutschen Seefunkstellen gehören zur 1. Gruppe: FuSt auf Fahrgastschiffen, die mehr als 500 Fahrgäste befördern können; zur 2. Gruppe: z. B. FuSt auf Fahrgastschiffen, die 250—500 Fahrgäste befördern können; zur 3. Gruppe: z. B. FuSt auf Frachtschiffen von 1600 BRT und mehr.

Seefunkstellen, die ausschließlich mit Sprechfunk ausgerüstet sind, bilden eine einzige Gruppe; ihr Dienst wird von der für sie zuständigen Verwaltung festgesetzt.

Die weltweite Funkverwaltungskonferenz zur Behandlung von Fragen des beweglichen Seefunkdienstes Genf, 1967, hat beschlossen, die Unterscheidung zwischen Telegrafie- und Sprech-Seefunkstellen mit Wirkung vom 1. April 1969 nicht mehr anzuwenden und beide Arten von FuSt zusammengefaßt in 4 Gruppen einzuteilen. Die FuSt mit 16 und die mit 8 Dienststunden bilden je eine, nämlich die 2. und die 3. Gruppe; die bisherige 3. Gruppe bildet die 4. Gruppe. In welche der 4 Gruppen die FuSt einzuordnen sind, bestimmt jede Verwaltung für die FuSt ihrer Zuständigkeit selbst. *Förster*

Gruppenfaktor → Antennengruppe, → Richtcharakteristik.

Gruppenlaufzeit ist der Differentialquotient des → Phasenmaßes nach der Kreisfrequenz: $t_g = \frac{d\,\varphi\,(\omega)}{d\,\omega}$.
Bei Signalen mit schmalem Frequenzband pflanzt sich die Umhüllende des Signals und damit die Energie mit der G. fort, wie man durch Betrachtung von zwei dicht benachbarten Schwingungen (Gruppe) ableiten kann. Der Unterschied der G. an der Stelle ω zur minimalen G. gibt ein ungefähres Maß für die → Einschwingzeit für Wechselströme der Frequenz ω an, vorausgesetzt, daß die Phasenverzerrung überwiegt. Für die exakte Berechnung der Einschwingvorgänge hat die G. keine Bedeutung, da in den Fourier- oder Laplace-Integralen der Übertragungsfaktor und damit nur Dämpfung und Phase, nicht der Differentialquotient der Phase vorkommt. Die Gruppengeschwindigkeit $1/tg$ kann, z. B. beim homogenen Kabel mit Verlusten (s. Literatur), größer als die Lichtgeschwindigkeit sein, ohne daß sich eine Energieausbreitung $> c$ ergibt.

Literatur: H. Kaden, Impulse und Schaltvorgänge in der Nachrichtentechnik, 1957.

Gruppenlaufzeitmeßgerät. Praktisch alle bekannten G. arbeiten nach dem sogenannten Nyquist-Verfahren, bei dem ein mit einer festen Frequenz (Spalt- oder Modulationsfrequenz) amplituden- oder frequenzmodulierter Träger, dessen Frequenz im interessierenden Frequenzbereich veränderbar ist, auf den Eingang eines Prüflings (Fernmeldeverbindung, Datenübertragungssystem, Funkstrecke) gegeben und am Ausgang wieder abgenommen wird. Die Phasenverschiebung, die das aufmodulierte Signal beim Durchlauf durch den Vierpol erleidet, ist ein Maß für die absolute Gruppenlaufzeit τ_G des Vierpols bei dieser Trägerfrequenz.

Die G. sind meist so ausgelegt, daß mit ihnen die Gruppenlaufzeitänderung $\Delta\tau_G$ (= Abweichung der Gruppenlaufzeit bei der Meßfrequenz gegenüber der Gruppenlaufzeit bei einer wählbaren Bezugsfrequenz) im Übertragungsbereich des Prüflings gemessen wird. Außerdem kann mit einem G. meist auch noch die Dämpfungsänderung Δa gemessen werden.

G. gibt es für die in der Nachrichten- und Datenübertragungstechnik interessierenden Frequenzbereiche 200 Hz bis 600 kHz und 100 kHz bis 14 MHz; insbesondere sind die Bereiche 200 Hz ... 5 kHz und 50 kHz ... 120 kHz für Datenübertragungssysteme interessant. Die Spaltfrequenz hat in diesem Fall eine Frequenz zwischen 25 Hz und 45 Hz, wobei etwa $\Delta\tau_G = \pm 1\,\mu s$ noch gemessen werden kann. Bei G., die für den MHz-Bereich bestimmt sind, liegt die Spaltfrequenz bei einigen 10 kHz und $\Delta\tau_G = \pm 1$ ns ist noch meßbar.

Einfache G. sind nur für Messungen geeignet, bei denen Eingang und Ausgang des Prüfobjektes am selben Ort zugänglich sind (Schleifenmessungen). Weitaus häufiger ist jedoch der Fall, daß der Ausgang des Prüflings an einem weit entfernten Ort liegt (Streckenmessungen). Bei diesen G. muß ein erhöhter Aufwand getrieben werden.

Bei einem G., das nur zur Schleifenmessung gebraucht wird, wird eine Trägerfrequenz $\omega_t = 2\pi f_t$ mit der Spaltfrequenz ω_m in einem Modulator moduliert. Das entstehende Signal gelangt über den Prüfling zu einem Demodulator mit nachfolgendem Phasenmesser (Bild 1). Der Phasenmesser erhält sein

Bezugssignal von der Sendeseite und liefert eine Ausgangsspannung, die der absoluten Gruppenlaufzeit $\tau_G = \frac{db}{d\omega_t}$ des Vierpols bei der benutzten Trägerfrequenz proportional ist. Da für die formgetreue Übertragung eines Signales nur die Gruppenlaufzeitänderung $\Delta\tau_G$ im Übertragungsbereich des Vierpols maßgebend ist und diese deshalb sehr genau gemessen werden soll, andererseits die absolute Gruppenlaufzeit des Prüflings sehr große Werte annehmen kann, müßte der Phasenmesser sehr kleine Phasenwinkel-Änderungen bei einem großen Grundphasenwinkel messen können. Man schaltet deshalb zur Kompensation des Grundphasenwinkels einen Phasenschieber in den Weg der Bezugsphase ein und kompensiert die Gruppenlaufzeit τ_{GB} bei einer wählbaren Bezugsfrequenz. Das G. mißt dann $\Delta\tau_G = \tau_G - \tau_{GB}$.

den können, eignen sich G., bei denen die Meßfrequenz und eine Vergleichsfrequenz, beide mit der Spaltfrequenz moduliert, im rhythmischen Wechsel über den Prüfling zum Empfänger gesendet werden (Bild 2). Im Sender befinden sich zwei Trägergeneratoren. Einer erzeugt die eigentliche Träger-Meßfrequenz ω_{tm}, der zweite eine Bezugsfrequenz ω_{tB}. Beide Frequenzen werden im periodischen Wechsel dem Amplitudenmodulator zugeführt und dort mit der Spaltfrequenz ω_m moduliert. Während der Messungen wird nur die Meßfrequenz ω_{tm} verändert, die (wählbare) Bezugsfrequenz bleibt fest. Auf der Empfangsseite werden die Gruppenlaufzeitunterschiede $\Delta\tau_G$ des Meßobjektes für den Frequenzunterschied zwischen Meß- und Bezugsfrequenz ausgewertet. Im Prinzip arbeitet dieses Verfahren wie die Grundanordnung nach Bild 1, wobei jedoch die auf

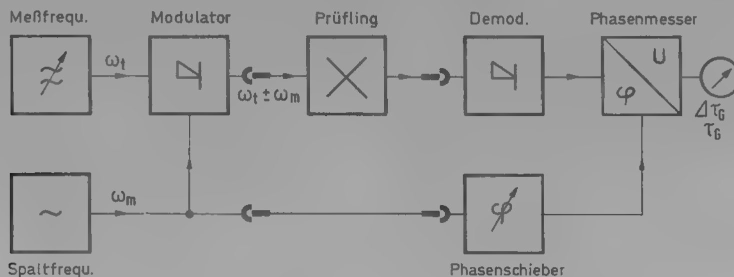


Bild 1. Gruppenlaufzeitmeßgerät für Schleifenmessung (Blockschaltbild).

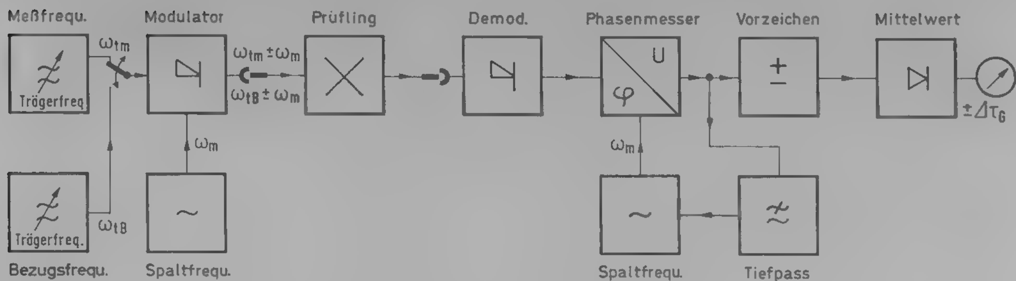


Bild 2. Gruppenlaufzeitmeßgerät für Streckenmessung (Blockschaltbild).

Bei Streckenmessungen muß die für den Phasenmesser auf der Empfangsseite erforderliche Bezugsfrequenz der Sendeseite entweder an den fernen Ort übertragen (Hilfsleitung notwendig) oder im Empfänger neu erzeugt werden. Der Empfangsoszillator kann entweder frei schwingen (hohe zeitliche Konstanz notwendig) oder er wird automatisch auf eine mittlere Empfangsphase eingeregelt. (Nur gegen die Regelzeitkonstante schnelle Messungen möglich.)

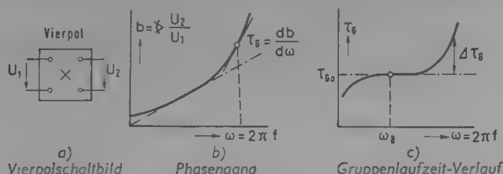
Für langsame, also punktweise Streckenmessungen, die auch ohne Hilfsleitung und mit hoher Genauigkeit, aber ohne die hohen Anforderungen an die Konstanz des Empfängeroszillators durchgeführt werden können, eignen sich G., bei denen die Meßfrequenz und eine Vergleichsfrequenz, beide mit der Spaltfrequenz moduliert, im rhythmischen Wechsel über den Prüfling zum Empfänger gesendet werden

der Empfangsseite stets notwendige Referenzspannung für den Phasenmesser nicht über eine zusätzliche Hilfsleitung, sondern über das Meßobjekt selbst übertragen wird, und das Meßergebnis periodisch — (auch wenn die Meßfrequenz nicht verändert wird = Punktmessung) — anfällt (→ Gruppenlaufzeitmessung).

Literatur: H. Nyquist und S. Brand, Measurement of phase distortion. Bell Syst. techn. J. 7 (1930), S. 522—549 — E. Böhme, Ein Gruppenlaufzeitmeßgerät für das NF-Gebiet. Nachrichtentechnik 1 (1961), H. 6, S. 261 — F. Coenning, Fortschritte in der Technik der Gruppenlaufzeitmessung. Nachr.-Techn. Z. 18 (1965), S. 503 — K. Schlüter, NF-Laufzeit-Wobbelmeßplatz für die Datenübertragungstechnik. Nachr.-Techn. Z. 18 (1965), H. 9, S. 526 — O. Macek, Die Messung der Phasen- und Gruppenlaufzeit. ATM-Blatt V. 3716-1 (Juli 1961).

Coenning

Gruppenlaufzeitmessung. Unter Gruppenlaufzeit τ_G versteht man definitionsgemäß die 1. Ableitung $\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}\omega}$ des Phasenübertragungsmaßes b eines Prüflings nach der Frequenz. Bei einem Übertragungsvierpol (Bild 1a) interessiert in erster Linie der Phasenverlauf $b = \mathrm{F}(\omega)$ und insbesondere die Abweichung vom linearen Verlauf (Bild 1b). Eine Phasenmessung mit genügender Genauigkeit ist oft schwierig. Es ist deshalb einfacher, die Gruppenlaufzeit zu ermitteln. Wie Bild 1c zeigt, ändert sie sich mit der Frequenz mehr oder weniger stark, je nachdem ob und wie der Phasengang des Vierpols vom linearen Verlauf abweicht.



a) *Vierpolschaltbild* b) *Phasengang* c) *Gruppenlaufzeit-Verlauf*

Bild 1. Verhalten eines Übertragungsvierpols.

Eine Möglichkeit zur Bestimmung der Gruppenlaufzeit besteht in der Messung des frequenzabhängigen Phasenverhaltens eines Vierpols und anschließender Differentiation. Die dabei erzielbare Genauigkeit hängt von der Genauigkeit der Phasen- und Frequenzmessung sowie der notwendigen Frequenz-Intervall-Bildung ab. Eine direkte Messung der Gruppenlaufzeit ist apparativ einfacher und erfolgt heute praktisch immer mit Hilfe des Nyquist-Verfahrens. Danach sind die Phasenverschiebungen, die die Seitenbandfrequenzen eines amplitudenmodulierten Trägers oder eines mit kleinem Modulationsindex frequenzmodulierten Trägers zwischen Eingang und Ausgang eines Vierpols erleiden, ein Maß für die absolute Gruppenlaufzeit des Objektes bei der benutzten Trägerfrequenz (Bild 2).

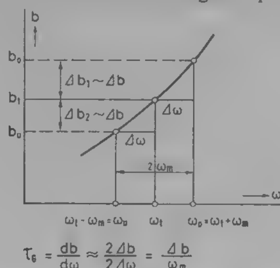


Bild 2. Gruppenlaufzeitmessung nach dem Nyquist-Verfahren.

Das Verfahren liefert Meßergebnisse, die über den Frequenzabstand der beiden Seitenbänder des modulierten Signals (gleich der doppelten Modulationsfrequenz $2\,\Delta\omega = 2\,\omega_m$) gemittelt sind. Hierdurch wird das Auflösungsvermögen bestimmt. Sollen sehr kleine Gruppenlaufzeiten noch gemessen werden, so müssen nach der Gleichung in Bild 2 entweder sehr kleine Winkel Δb gemessen werden, was sehr schwierig ist, oder es ist eine große Modulationsfrequenz ω_m nötig, wodurch die Integrationsbandbreite und damit die Frequenzauflösung sinkt.

In der Praxis wird daher bei der Wahl der Modulationsfrequenz ω_m ein Kompromiß zwischen erkennbarer Größe der Laufzeitänderung und Auflösung geschlossen. Bei der Messung wird die Gruppenlaufzeit über den Frequenzspalt $2\,\omega_m$ gemittelt, deshalb wird die Modulationsfrequenz ω_m beim Nyquist-Verfahren auch Spaltfrequenz genannt.

In Bild 3 ist das Zeigerbild einer mit der Spaltfrequenz ω_m amplitudenmodulierten Trägerspannung $\underline{U}_t$ mit der Frequenz ω_t dargestellt, und zwar zum selben Zeitpunkt für den Eingang und Ausgang eines Vierpols. $\underline{U}_o$ und $\underline{U}_u$ sind die Spannungen der beiden Seitenbandfrequenzen $\omega_o = \omega_t + \omega_m$ und $\omega_u = \omega_t - \omega_m$. Daneben ist die Zeitfunktion dieser modulierten Trägerspannung dargestellt. Aus der Zeitdifferenz zwischen zwei gleichen Phasenlagen (z. B. Maximum) der Hüllkurve ergibt sich der gesuchte Phasenwinkel $\Delta b = \omega_m \cdot \Delta t$. (Um $n \cdot 2\pi$ unsicher!). Um diese Zeit kommt das Signal (oder die Frequenzgruppe, die ein Signal bildet) am Ausgang später an. Meist interessiert nicht die a b s o l u t e

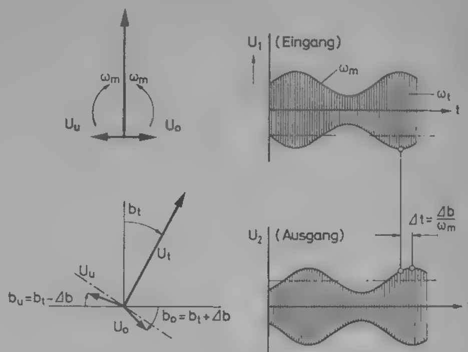


Bild 3.
Zeigerbilder einer amplitudenmodulierten Trägerspannung.

Gruppenlaufzeit τ_G, sondern die Gruppenlaufzeitänderung $\Delta\tau_G$ im Übertragungsfrequenzbereich des Signales, gemessen gegen die Gruppenlaufzeit τ_{G0} (Bild 1c). Das Signal erscheint zwar um τ_{G0} verzögert am Ausgang jedoch unverzerrt in der Kurvenform, wenn $\Delta\tau_G = 0$ ist.

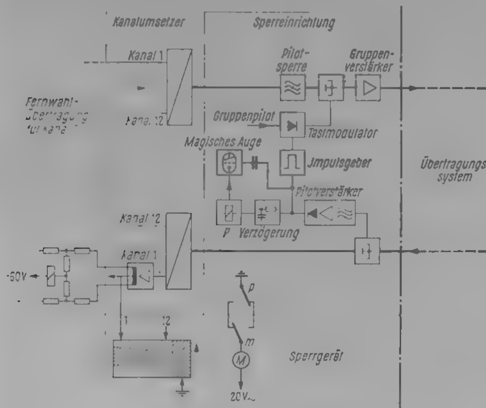
Zur Messung des Phasenwinkels Δb benötigt man am Ausgang des Vierpols als Bezugsphase die Phasenlage der Spaltfrequenz am Eingang des Vierpols. Die Bezugsphase steht bei Schleifenmessungen (Ausgang und Eingang des Vierpols am selben Ort) zur Verfügung. Es entstehen jedoch Schwierigkeiten, wenn zwischen Eingang und Ausgang größere Entfernungen liegen, z. B. bei Streckenmessungen an einer Fernsprechleitung.

Literatur: H. Wolf, Über Phasen- und Gruppenlaufzeit, Nachr.-Techn. Z. 16 (1963), S. 457–460 — H. Großkopf, Über die Messung und Beurteilung von Phasenfehlern mit Hilfe der Gruppenlaufzeit, Nachr.-Techn. Z. 14 (1961), S. 545–554 — F. Kirschstein u. H. Krieger, Über die Bedeutung von Phasen- und Gruppenlaufzeit, Nachr.-Tech. Z. 11 (1958), S. 57–60 — M. Müller, Zum Thema Phasen- und Gruppenlaufzeit, Nachr.-Techn. Z. 17 (1964), S. 257–259 — H. Nyquist u. S. Brand, Measurement of phase distortion, Bell Syst. techn. J. 7 (1930), S. 522–549 — DBP Nr. 1025072 — F. Coenning u. J. Sommer, Meßgeräte zum Messen von Übertragungsverzerrungen an Nachrichtensystemen Postleitfaden, Meßtechnik, 2. Teilband,

S. 727–735, R. v. Decker's Verlag G. Schenk, Berlin-Hamburg 1962 — G. Hoffmann, Zum Problem der Gruppenlaufzeit-Verzerrungsmessung an Datenübertragungssystemen. Intern. Elektronische Rdsch. 22 (1968), S. 229–232. *Coenning*

Gruppenmodulator → Primärgruppenumsetzer.

Gruppenpilot-Sperrtechnik. Wenn bei der Primärgruppe eines TF-Systems der Gruppenpilot (84,08 kHz) in einer Richtung um mehr als 0,7 Np absinkt, wird nach einer Verzögerung von 5 ... 10s vom Sperrsignalempfänger im Kanalumsetzergestell über das zugehörige Sperrgerät Sperrerde zu den der gestörten Primärgruppe zugeordneten Trägerfrequenzübertragungen (TFUe) oder Tonwahlübertragungen (TonUe) gegeben. Gleichzeitig wird vom Sperrsignalempfänger veranlaßt, daß der Gruppenpilot in der Gegenrichtung taktmäßig um mehr als 0,7 Np abgesenkt wird, wodurch auch der Sperrsignalempfänger am anderen Ende der TF-Strecke Sperrerde über das dortige Sperrgerät zu den zugeordneten TFUe oder TonUe gibt. Diese simultan an dem Sprechweg Fan der TFUe oder TonUe anliegende Sperrerde bewirkt folgendes: Zum Zeitpunkt des Anlegens der Sperrerde unbelegte TFUe-g oder TonUe-g werden gesperrt. Bei TFUe-g oder TonUe-g, die zu



Prinzip der Sperrtechnik.

diesem Zeitpunkt belegt waren, wird die Sperre vorbereitet; sie bleiben jedoch belegt, bis der rufende Teilnehmer die Verbindung auslöst. Danach können diese TFUe-g oder TonUe-g bis zum Ende des TF-Ausfalls nicht mehr belegt werden. Belegte TFUe-k oder TonUe-k werden ausgelöst. Damit werden die auf die gestörte TF-Strecke folgenden Verbindungsabschnitte und vor allem der gerufene Teilnehmer frei. Bei unbelegten TFUe-k oder TonUe-k wird eine Kurzbelegung mit anschließender Auslösung bewirkt. In beiden Fällen wird jedoch keine Auslösequittung gesendet. Wenn die gestörte Primärgruppe wieder betriebsbereit ist, wird die Sperrerde an beiden Enden der TF-Strecke abgetrennt. Dadurch werden beim Einsetzen der Gruppensperre unbelegt gewesene TFUe-g oder TonUe-g entsperrt. TFUe-g und TonUe-g, die beim Einsetzen der Gruppensperre belegt waren, die jedoch während der Gruppensperre durch Auflegen des rufenden Teilnehmers ausgelöst wurden, bleiben gesperrt, bis das Auslösequittungszeichen von den TFUe-k oder TonUe-k eingeht. Die TFUe-k oder TonUe-k senden nach Abtrennen der Sperrerde unabhängig davon, ob sie beim Einsetzen der Gruppensperre belegt oder unbelegt waren, einen Auslösequittungsimpuls. Danach sind sie wieder belegungsfähig (s. Bild).

Die Sperrerde wird durch die Sperrgeräte an die einer Primärgruppe zugeordneten TFUe oder TonUe nicht gleichzeitig, sondern nacheinander im Abstand von etwa 400 ms angelegt und auch wieder abgetrennt, um eine Überlastung der TF-Systeme durch gleichzeitige Zeichengabe zu vermeiden. Die Sperrempfänger und -geräte an den beiden Enden einer TF-Strecke sind nicht synchronisiert. Außerdem kann die Verzögerungszeit bei beiden Sperrempfängern bis 5 s differieren. Deshalb ist es möglich, daß eine Ue-k entsperrt wird, während die Sperrerde bei den zugehörigen Ue-g noch anliegt. Die von der Ue-k gesendete Auslösequittung wird jedoch, von älteren TFUeZ-g abgesehen, bei den Ue-g ausgewertet, so daß diese Ue-g ebenso wie die Ue-g, die beim Einsetzen der Gruppensperre unbelegt waren, nach Abtrennen der Sperrerde erneut belegt werden können. Wenn andererseits beim Einsetzen der Gruppensperre unbelegte Ue-g durch Abtrennen der Sperrerde belegungsfähig werden, bevor die Sperrerde bei den zugehörigen Ue-k abgeschaltet wurde, so wird eine bei der Ue-g aufprüfende Verbindung durch das Quittungszeichen, das wie ein Besetztzeichen wirkt, ausgelöst. *Altehage*

Gruppenringe werden nach DIN 47 661 in 4 Größen aus Papier oder aus Kunststoff (Polyäthylen-PE) hergestellt.

Vor der Spleißung der papierisolierten Kabel werden auf jedes Verseilelement (Vierer) beidseitig der durch vier Isolierhülsen geschützten Adernverbindung je ein Gruppenring aus isolierend und feuchtigkeitsabweisend (fettfrei) getränktem Papier aufgeschoben. Für den Zählvierer sind die G. rot bei sternverseilten bzw. blau bei Dieselhorst-Martin-(DM-)verseilten Kabeln eingefärbt. Die übrigen G. sind naturfarben. In Fern- und Bezirkskabeln kann für den Vierer, der die Zählrichtung festlegt (ein Nachbarvierer des Zählvierers), eine grüne Kennzeichnung (Farbstift oder Einfärbung) vorgeschrieben werden.

G. aus Kunststoff (PE 2Y1 nach VDE 0209/65 Tafel 1) werden bei der Verbindung zwischen kunststoff- und papierisolierten Leitern und in Aufteilungsmuffen bei kunststoffisolierten Leitern benutzt. In entsprechenden Farben dienen sie auch zur Kennzeichnung der Grundbündel bei der Aufteilung der Hauptbündel der bündelverseilten PE-Kabel bei Herstellung des Adernspleißes (→ Adernverbindung).

Gruppenstrahler → Antennentemperatur, → Richtcharakteristik.

Gruppentausch. Als Gruppentausch wird bei Zwischenverstärkerstellen von Zweidraht-Systemen der Wechsel der Frequenzlagen zwischen beiden Übertragungsrichtungen bezeichnet. Der Gruppentausch verhindert verständliches Nahnebensprechen zwischen den Systemen im gleichen Kabel oder auf einem Freileitungs-

Gestänge. Bei nicht getauschten Frequenzlagen von Verstärkerfeld zu Verstärkerfeld kann, begünstigt durch die hohe Verstärkung in den Zweidraht-Verstärkern (z. B. bei Systemen Z12 für 108 kHz bis etwa 7,5 Np), durch zweimaliges Nahnebensprechen eine hohe TF-Signalleistung vom Ausgang des Verstärkers eines Systems über eine unverstärkte dritte Leitung (des Kabels oder des Freileitungsgestänges) auf die Eingänge der Verstärker anderer Systeme eingekoppelt werden.

Gruppenverbindungsplan. Symbolische Darstellung der Wahlstufen, Übertragungen, Register usw. sowie deren gegenseitige Verbindungen (Gruppierung) in einer Orts- oder Fernvermittlungsstelle (s. Bild).

Im einzelnen sind dargestellt:

Die Wahlstufen und die Anzahl der Wähler.

Die Erreichbarkeit und die Anzahl der Ausgänge in den einzelnen Wahlstufen.

Übertragungen und eventuell vorhandene Register.

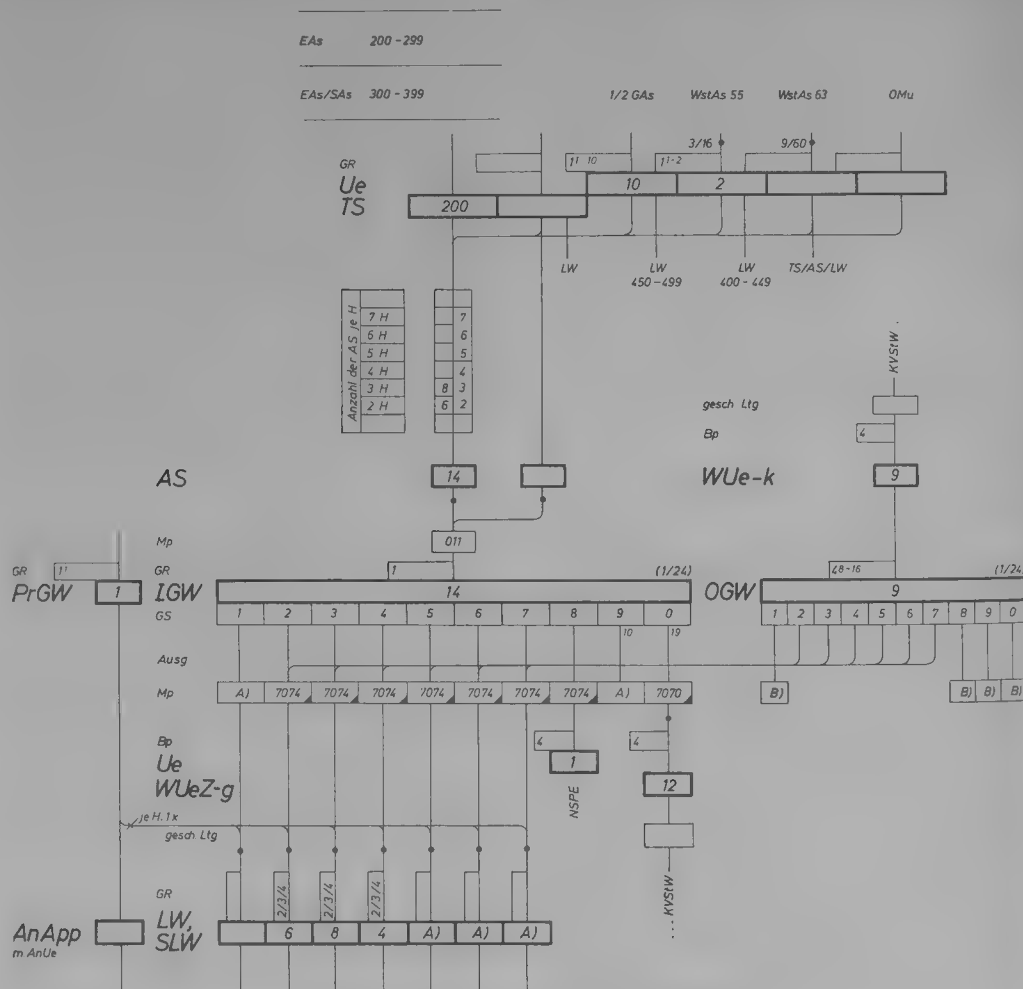
Die Leitungsbündel an den Ein- und Ausgängen der Wahlstufen.

Die Nummern der Wählergestell- und Wählereinzelrahmen.

Die Nummern der Mischungspläne.

Die vorbereiteten Meßpunkte der Leitungsbündel für die Messung des Verkehrswertes.

G. sind wichtige Unterlagen für die Planung, den Bau und die Erweiterung von Vermittlungsstellen. Sie sind heute weitgehend vereinheitlicht, denn Orts- und Fernvermittlungsstellen sind systematisch aufgebaut und je nach ihrer Art einheitlich gruppiert.



Gruppenverbindungsplan einer kleinen Ortsvermittlungsstelle.

Gruppenwähler. Beim G. sind die Ausgänge zu Gruppen — meist dekadisch — zusammengefaßt.

Gruppenwahlstufe ist die platz- oder raummäßige Zusammenfassung von → Gruppenwählern, die ein oder mehrere gemeinsame Abnehmerleitungsbündel haben.

Gruppenzuschlag ist ein Zuschlag, der bei einer Bündelteilung den aufgeteilten Verkehrswerten der Teilbündel hinzugerechnet wird. Man geht davon aus, daß die Hauptverkehrsstunden der verschiedenen Bündel, die durch Teilung aus einem größeren Bündel entstehen, nicht genau zur gleichen Zeit auftreten, sondern gegeneinander verschoben sind. Der Verkehrswert nach der sogenannten deutschen Definition der → Hauptverkehrsstunde wird für die individuelle Hauptverkehrsstunde jedes Bündels bestimmt. Er ist für ein zusammengefaßtes Bündel nicht gleich der Summe der Verkehrswerte der Teilbündel, sondern kleiner. Diese Differenz, die durch eine Stichprobe näherungsweise ein für allemal ermittelt wurde, wird aufgeteilt und zu dem Verkehrswert jedes Bündels nach der Teilung als G. addiert. G. werden bei der Subtraktion (Teilung) der Verkehrswerte von selbst hinzugerechnet, wenn die Verkehrswerte mittels → *t*-Teilchen subtrahiert werden.

Gruppierung. Gliederung einer Vermittlungsanlage in Wahlstufen und Wählergruppen. Die G. richtet sich nach der Struktur des Verkehrs, nach der Art der verwendeten Koppeleinrichtungen und nach der Numerierung im Wählersystem. Im weiteren Sinne versteht man unter G. auch die Struktur eines Netzes.

Gscheidle, Kurt, Staatssekretär im BPM. Geboren am 16. Dezember 1924 in Stuttgart. Im Frühjahr 1939 Eintritt in den Dienst der DRP als Fernmeldelehrling. 1942 Fernmeldehandwerkerprüfung. Von 1942 bis 1945 Wehrdienst; französische Kriegsgefangenschaft bis 1948. Nach Rückkehr Vorbereitungsdienst und Prüfung für den mittleren Fernmeldetechnischen Dienst. 1949 Anstellung als Telegrafenwerkführer. 1950 bis 1951 Studium an der Sozialakademie in Dortmund. Studienaufenthalte in Frankreich, England, Skandinavien und Amerika. Ausbildung in Arbeitskunde und als REFA-Lehrer, Prüfung als REFA-Ingenieur. Von 1953 bis 1957 Leiter des Sekretariats für Technik und Wirtschaft der Deutschen Postgewerkschaft in Bonn. 1954 auf eigenen Antrag aus dem Dienst der DBP ausgeschieden. 1956 Mitglied der SPD. Von 1957 bis 1969 stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Postgewerkschaft in Frankfurt am Main. Mitglied des Deutschen Bundestages von 1961 bis 1969. Mitglied des Vorstandes der SPD-Bundestagsfraktion (1962—1969), des Innenausschusses (1961—1969) und des Postausschusses (1965—1969) des Deutschen Bundestages sowie des Verwaltungsrates der DBP (1961—1969). Buchveröffentlichungen über Betriebsorganisation und Personalwirtschaft. Am 6. November 1969 zum Staatssekretär im BPM ernannt.

G/T-Verhältnis → Antennentemperatur, → Erdefunkstellenantenne.

Gulstadschaltung → Kabelschaltungen.

Gültigkeitsdauer der Anmeldungen im handvermittelten Ferndienst erlischt nach der Fernsprechordnung um 24 Uhr des Anmeldetages. Die Anmeldungen zu Gesprächen ohne besondere Behandlung werden zu diesem Zeitpunkt gestrichen. Anmeldungen, die zwischen 22 und 24 Uhr eingehen, gelten bis 8 Uhr des folgenden Tages. Anmeldungen zu einem → XP-Gespräch erlöschen jedoch an dem auf die Anmeldung folgenden Tag um 24 Uhr. Bei → V-Gesprächen gelten die allgemeinen Bestimmungen; auf Wunsch des Anmelders kann jedoch die G. um 24 Stunden verlängert werden. Im interkontinentalen Dienst bleibt eine Anmeldung so lange gültig, bis sie ausgeführt, abgelehnt oder vom Anmelder verzichtet worden ist (wird demnächst vereinfacht).

Gummi → Kautschuk.

Gummischnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Gunn-Effekt. Unter dem Gunn-Effekt versteht man das — nach seinem Entdecker genannte — Auftreten von Stromoszillationen in einem geeigneten, homogenen, an den Stirnflächen sperrfrei kontaktierten Halbleiterzylinder, sofern an ihm eine hohe Feldstärke, im allgemeinen mehr als $3 \cdot 10^3$ V/cm, aufrechterhalten wird (geeignetes Material N-Typ GaAs von spezifischem Widerstand 1 bis 10 Ωcm). Die Frequenz f der Oszillationen ist umgekehrt proportional zur Länge l des Halbleiterzylinders und proportional zur Driftgeschwindigkeit der Elektronen bei der hohen Feldstärke (für $l < 10^{-2}$ cm, $f > 1$ GHz).

Als Ursache der Strominstabilität wird das Auftreten von Elektronen unterschiedlicher Beweglichkeit angesehen, die als Folge einer speziellen Struktur des Leitungsbandes (→ Bandstruktur der Halbleiter) durch die Feldwirkung entstehen. Oberhalb der kritischen Feldstärke können die Leitungselektronen ein energetisch etwas angehobenes Nebenminimum im Leitungsband des GaAs erreichen, indem sie eine geringere Beweglichkeit besitzen. Man kann zeigen, daß das Auftreten zweier unterschiedlicher Beweglichkeiten bei äußerer Feldeinwirkung aus thermodynamischen Gründen zu instabilen Zuständen führen muß. Das elektrische Feld über der GaAs-Probe zerfällt daher in einen Bereich hoher Feldstärke — in eine Hochfelddomäne (50 → 100 kV/cm) — und in einen Bereich niederer Feldstärke. Die schmale Hochfelddomäne wandert mit der Driftgeschwindigkeit der Elektronen von der Kathode (negativer Anschluß), an der sie entsteht, zur Anode (positiver Anschluß), an der sie verschwindet. Bevor sich eine neue Hochfelddomäne an der Kathode ausbildet, tritt eine kurzzeitige Übersättigung der Probe mit Elektronen ein, die die Leitfähigkeit erhöht und die Stromoszillationen auslöst. Durch Variation der äußeren Schaltmittel und der Betriebsbedingungen kann man die Stromoszillationen zur Erzeugung und Verstärkung von Mikrowellen in einem Bereich von 0,1 bis 100 GHz ausnutzen.

Literatur: Gunn, J. B., IBM, Journal Res. Dev., 8 (1964), S. 141 — IEEE Transaction on Electron Devices, Vol. ED 13, Nr. 1, Jan. 1966.

Salow

Gurtband-Gehänge → Antennen, Ausführung.

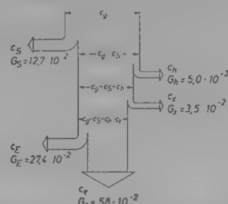
Gußeisen → Eisen.

Güte der Aussendung. Die G. ist bestimmt durch die Reinheit des übertragenen Zeichens, Signals, des Tones, Bildes oder dgl. Sie läßt sich anhand der → Störmodulation, der linearen und nichtlinearen → Verzerrungen, des → Nebensprechens und der Telegrafieverzerrungen beurteilen. Diese Störeinflüsse dürfen nur in bestimmter Toleranz auftreten, damit die Güte der Aussendung gewährleistet ist. Daneben sind die Bedingungen für Rand- und Nebenaussendungen zu beachten.

Literatur: Funksender, Meßtechnik, Güte der Nutzaussendung, DIN 45053, Blatt 5.

Gütemerkmale in der Vermittlungstechnik. Zur Beurteilung der Vermittlungsanlagen hat die Nachrichtentechnische Gesellschaft NTG einige G. definiert. Man unterscheidet G. vom Standpunkt des Benutzers (→ Dienstgüte) und G. vom Standpunkt des Betreibers aus gesehen (→ Betriebsgüte).

Als G. vom Standpunkt des Benutzers aus gesehen sind der Grad der erfolgreichen Verbindungen, der Hemm- und Störgrad sowie die Fehlergrade der Sender und Empfänger definiert. Nach diesen werden die Ergebnisse der → Verkehrsbeobachtung ausgewertet. Siehe Bild.



Aufteilung der Belegungen für die Berechnung des Hemm- und Störgrades sowie der Fehlergrade des Senders und Empfängers. Die Zahlen sind Durchschnittswerte von Verkehrsbeobachtungen vor den Zählimpulsgebern.

Grad der erfolgreichen Verbindungen $G_e = \frac{c_e}{c_g}$

Störgrad $G_x = \frac{c_x}{c_g - c_s - c_h}$

Hemmgrad $G_h = \frac{c_h}{c_g - c_s}$

Fehlergrad des Senders $G_s = \frac{c_s}{c_g}$

Fehlergrad des Empfängers $G_E = \frac{c_E}{c_e + c_E}$

c_g: Anzahl der beobachteten Verbindungen
c_e: Anzahl der erfolgreichen Verbindungen
c_x: Anzahl der gestörten Verbindungen
c_h: Anzahl der Hemmungen
c_s: Anzahl der vom Sender verursachten Bedienungsfehler
c_E: Anzahl der vom Empfänger verursachten Hemmungen und Bedienungsfehler

Literatur: NTG Entwurf $^{09}_{12}$01 Nachrichtentechnische Zeitschrift 1959, Heft 5, S. 263.

Socher

Güteprüfung von Fernmeldezeug ist Prüfung einer Leistung auf Einhaltung der vom Auftraggeber gestellten technischen Forderungen. Zur G. gehören Fertigungsbeobachtung, Entnahme von Werkstoffproben und Prüfung auf ihre vertragsgemäße Beschaffenheit sowie Prüfung des fertigen, vom Auftragnehmer vorgeprüften und als vertragsmäßig befundenen Gegenstandes. G. dient der Gütesicherung und ist nicht zu verwechseln mit Abnahme im vertragsrechtlichen Sinne — in der Regel durch Empfangs-Stelle (St). Gütesicherung umfaßt alle organisatorischen, technischen und sonstigen Maßnahmen. Da Qualität eines Erzeugnisses u. a. auch wesentlich für wirtschaftliche Beurteilung der Angebote ist, sollen Qualitätsmerkmale so eindeutig festgelegt sein, daß zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer keine Unklarheit über die vertraglich vereinbarte Güte der Leistung besteht oder entstehen kann. Anforderungen an Güte der Leistung sind deshalb Bestandteil der technischen Vorschriften (Pflichtenhefte, Normen usw.), die ein wesentlicher Teil der vertraglichen Vereinbarungen sind. Güte eines Erzeugnisses ist der Grad seiner Eignung, dem Verwendungszweck zu genügen. Qualitätsforderungen werden vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) umrissen bzw. festgelegt. Durch Musterprüfungen wird sichergestellt, daß Forderungen der DBP erfüllt werden. Im einzelnen handelt es sich um folgende Prüfungen:

Durch Typprüfung werden nach Entwicklung oder vor Neueinführung eines Gerätes meßtechnische und funktionsmäßige Gerätemerkmale sowie Form und Inhalt der Meßprotokolle festgelegt. Gleichzeitig werden technische Vorschriften, Zeichnungen und Schaltungen überprüft bzw. geändert oder neu aufgestellt.

Ausfallmusterprüfungen müssen nach Art und Umfang vertraglich vereinbart sein. Sie werden nach Vertragsabschluß, aber vor Beginn der Fertigung vorgenommen und führen, sofern die Gegenstände frei von Mängeln sind, zur Fertigungsfreigabe.

Fertigungsmusterprüfung ist Wiederholung der Typprüfung, teilweise in vereinfachter Form. Sie wird durch Beauftragte des FTZ vorgenommen, wenn die Fertigung aus einem Werk in ein anderes Werk des gleichen Auftragnehmers verlegt wird.

Prüfung von Werkstoffproben kann vorgenommen werden, wenn Zweifel über verwendete Werkstoffe oder über ihre Brauchbarkeit bestehen bzw. entstehen könnten. Sie kann bei den genannten Prüfungen oder während der G. veranlaßt werden.

Genügen bei diesen Musterprüfungen vorgestellte Gegenstände den Anforderungen, so wird Fertigung freigegeben und Güteprüfdienst mit G. beauftragt. Bei G. selbst wird zwischen Vollprüfung und Stichprobenprüfung unterschieden. Bei Vollprüfung wird Gesamtstückzahl des betreffenden Gegenstandes in allen seinen Teilen nach dafür geltenden Prüfvorschriften geprüft. Sie findet z. B. statt, wenn von einwandfreier Beschaffenheit des Gegenstandes Unfallsicherheit abhängt oder durch seinen Ausfall der DBP erhebliche Folgekosten entstünden.

Für Stichprobenprüfung ist Methode entwickelt, die auf mathematisch-statistischer Grundlage beruht (Statistische Qualitätskontrolle). Bei dieser Prüfmethode wird aus Gesamtheit der zur G. bereitgestellten Gegenstände bestimmte Menge entnommen und aus dem Prüfergebnis dieser Teilmenge Schlüsse auf Gesamtleistung gezogen.

Zweck und Aufbau der G. sowie ihre Durchführung, Organisation und Ausrüstung des Güteprüfdienstes usw. sind in »Richtlinien für Güteprüfungen bei der Deutschen Bundespost mit Erläuterungen und Ergänzungen für das Fernmeldewesen (Richtl Gp F) = D 132« zusammengefaßt. Besondere Ergänzungen der Richtl Gp F behandeln u. a.: Instandsetzungsaufträge, G. von Einrichtungen der Vermittlungs- und Übertragungstechnik, von Kabeln und isolierten Drähten, von Bauzeug aus Stahlbeton, Beton und Ton sowie von Leitungsmasten aus Holz.

Gemäß Teil B der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) mit den »Ergänzenden Bedingungen der DBP« kann DBP G. verlangen und — möglichst unter Berücksichtigung der betrieblichen Einrichtungen des Auftragnehmers — Art, Umfang, Ort und Durchführung bestimmen. G. findet in der Regel im Werk des Auftragnehmers durch den für den Fertigungsbetrieb zuständigen Güteprüfdienst der DBP statt. Mit Abschluß der G. wird Leistung als gütegeprüft gekennzeichnet und zur Lieferung freigegeben. Gegenstände, die bei G. als nicht vertragsmäßig zurückgewiesen worden sind, hat Auftragnehmer unentgeltlich durch vertragsgemäße zu ersetzen. Sofern Nacharbeiten erforderlich werden, weil Leistungen den Bedingungen nicht voll entsprechen, hat sie der Auftragnehmer unverzüglich auszuführen. Andernfalls kann DBP Nacharbeiten auf Kosten des Auftragnehmers vornehmen oder vornehmen lassen. Falls zwischen DBP und Auftragnehmer Meinungsverschiedenheiten über Zuverlässigkeit der bei der G. angewendeten Untersuchungsmethoden entstehen, kann Auftragnehmer weitere Prüfung durch eine mit der DBP zu vereinbarende Materialprüfungs-St verlangen, deren Entscheidung endgültig ist.

Neben der ständigen G. können zur Durchführung umfangreicherer Prüfungen und Spezialuntersuchungen vom Güteprüfer Muster aus der laufenden Fertigung entnommen und an Zentrale Güteprüf-St beim FTZ, die eine Sonderstelle im Referat für G. im Fernmeldewesen ist, eingesandt werden. Diese als Überwachungsprüfungen bezeichneten Untersuchungen können auch von der auftragerteilenden Dienststelle und vom Fachreferat des FTZ veranlaßt werden. *Wigand/Dewitz*

Güteprüfung bei Fernmeldekabeln. Die G. (nebst ggf. bei Spulenkasten und Endverschlüssen) umfaßt die Fertigungsüberwachung, die Werksmessung und die Gütemessung.

Die Fertigungsüberwachung erstreckt sich in allen Fertigungsstufen auf die Vertragsmäßigkeit der Werkstoffe und die fachgerechte Ausführung der Arbeiten. Die Werksmessung wird vom Auftragnehmer mit eigenem Personal durchgeführt.

Die Gütemessung nimmt der Güteprüfbeamte (GprB) der DBP mit einem Meßhelfer vor.

Wenn von Werkstoffen die vertragsmäßige Beschaffenheit am fertigen Gegenstand nicht mehr oder nur wesentlich erschwert festgestellt werden kann, so werden vor der Verarbeitung Vorprüfungen durchgeführt; die Hauptprüfung wird am fertigen Kabel usw. vorgenommen.

Der Auftragnehmer darf zur Güteprüfung nur solche Gegenstände bereitstellen, die er selbst geprüft und als vertragsmäßig gefunden hat.

Wenn die Ergebnisse der Werks- und der Gütemessung stark voneinander abweichen oder wenn schon die Werksmessung erkennen läßt, daß die in den Lieferbedingungen zugestandene Toleranz weitgehend beansprucht wird, kann der GprB die Gütemessungen über den vorgeschriebenen Umfang hinaus ausdehnen. Die Ergebnisse der Fertigungsüberwachung und der elektrischen Messungen werden in Formblättern nach Angabe des FTZ eingetragen. Für jede Güteprüfung (auch bei Vertragsmäßigkeit) werden Meßniederschriften angefertigt. Die Meßreihen werden ausgewertet. Die Erstschrift der Meßniederschrift verbleibt beim Herstellerwerk, die Zweitschrift geht vom GprB an die im Auftragsschreiben angegebene Dienststelle der DBP. Die durchgeführte Güteprüfung wird vom GprB auf Rechnung und Lieferschein bescheinigt.

Vertragsmäßig befundene Kabel werden am inneren und äußeren Ende (etwa 20 cm vom Ende entfernt) mit einem → Abnahmezeichen, dem Güteprüfstempel gekennzeichnet, und zwar wird bei Kabeln mit Bleimantel — auch bei solchen mit Bewehrung — ein Schlagstempel mit 3–4 cm hoher Schrift und Kennziffer des Lieferwerks in den Bleimantel gedrückt, bei Kabeln mit anderer Ummantelung wird ein um den Mantel gelegter Siegeldraht mit Bleiplombe und Siegelzange derart geschlossen, daß die Kennzeichnung nicht ohne Beschädigung des Drahtes oder der Plombe entfernt werden kann. Die Bleiplombe trägt auf der einen Seite die Bezeichnung der Abnahme-OPD, auf der anderen Kennziffer des Lieferwerks, u. U. noch Jahreszahl und Monatsangabe.

Die Räume, Meßeinrichtungen und Stromquellen für die Güteprüfung stellen die Lieferwerke bereit; für die Meßplätze gelten die von der DBP vorgeschriebenen Schaltungen.

Für die Werks- und Gütemessungen sind in der Regel gleichartige Meßplätze zu benutzen. Der elektrische Wert der Meßzuleitung muß durch die Meßschaltung ausgeglichen oder vom Meßergebnis abgezogen werden.

Prüfungen und Messungen:

Die Prüfung der Werkstoffe erstreckt sich bei Kabeln auf die Leiter, das Kabelpapier, die Bewehrung, die Tränkungsmassen.

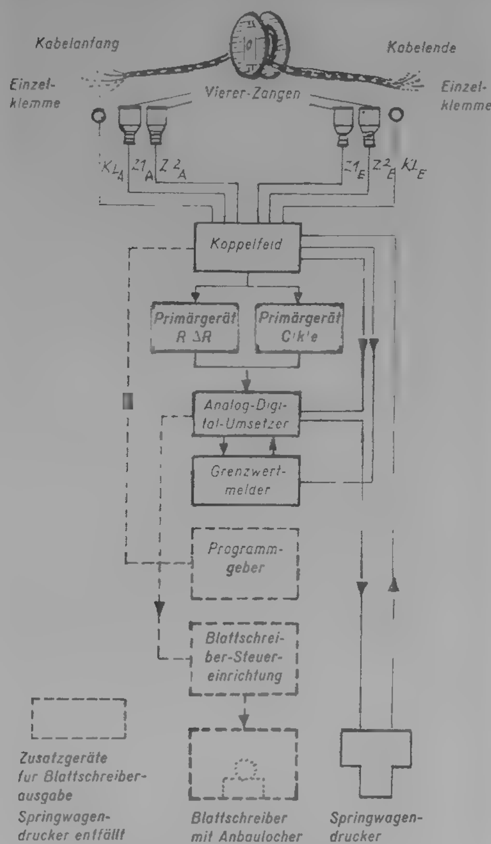
Die Prüfung des Aufbaues umfaßt bei Fernkabeln und Bezirkskabeln die Prüfung des Durchmessers über dem Kabelmantel, der Dicke des Mantels, der Dichtigkeit der Mäntel, der Länge.

Bei der elektrischen Güteprüfung werden gemessen der Leiterwiderstand, der Isolationswiderstand, die Betriebskapazität und die Ableitung. die

Induktivität und der Wirkwiderstand, der Scheinwiderstand an TF-Kabeln, kapazitive und magnetische Kopplungen, Nebensprechdämpfungen.

Um den Meßaufwand zu verringern und gleichzeitig die Aussage über die Güte des Erzeugnisses zu erhöhen, sind Werksmessungen und Gp an Ortskabeln auf statistischer Grundlage zugelassen.

Auch die Meßeinrichtungen (Kabelprüfplätze) sind gemäß der Anweisung zur Nachprüfung von Meßeinrichtungen für die Gütemessungen von Kabeln mit Hilfe von Prüfmaßen unvermutet zu überprüfen.



Blockschaltplan des Kabelprüfautomaten.

Die elektrischen Prüfmaße werden von der Eichstelle des FTZ von Zeit zu Zeit zur Nacheichung angefordert. Die mechanischen Prüfmaße werden bei der ZGpSt auf Antrag auf Maßhaltigkeit und einwandfreien Zustand der Meßflächen überprüft.

Mit einem 1965 konstruierten Kabelprüfautomat können Orts- und Bezirkskabel selbsttätig geprüft werden.

Folgende Größen der Stammleitungen (1 und 2) und des Phantomkreises im Vierer (V) einschließlich der Kopplungen k_1 bis k_3 und e_1 bis e_3 im Vierer und der Kopplungen k_4 bis k_{12} zwischen Nachbar-Vierern werden selbsttätig nacheinander gemessen:

An Ortskabeln:	
Schleifenwiderstand	R_1, R_2
Betriebskapazität	C_1, C_2
Kopplung	k_1, k_9 bis k_{12}
Erdkopplung	e_1, e_2
An Bezirkskabeln:	
Schleifenwiderstand	R_1, R_2
Widerstandsdifferenz	ΔR_1, ΔR_2, ΔR_v
Betriebskapazität	C_1, C_2, C_v
Kopplung	k_1 bis k_{12}
Erdkopplung	e_1 bis e_3

Zum Messen dieser Größen waren bisher getrennte Meßplätze für Widerstands-, Kapazitäts- und Kopplungsmessungen notwendig, daher mußten bei jedem Meßplatz die betreffenden Adern nacheinander neu angelegt werden. Mit dem Kabelprüfautomaten können dagegen alle Meßgrößen bei einmaligem Anlegen der betreffenden Adern erfaßt werden. Außerdem wird das Meßprotokoll automatisch erstellt, wodurch eine Schreibkraft eingespart und subjektive Übertragungsfehler ausgeschaltet werden. Die Meßergebnisse können auch automatisch in Lochstreifen gespeichert und dadurch besser, z. B. statistisch, ausgewertet werden.

Bei Rücklieferung von beschädigten oder unbrauchbaren Kabeltrommeln wird auf Antrag des Kabelwerkes die Beschädigung bzw. Unbrauchbarkeit durch den Güteprüfdienst festgestellt und bescheinigt.

Literatur: K. Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr (ausgenommen Seekabel), VDE-Vorschriften — Siemens-Zeitschrift, Heft 9, 1965, L. Borucki und G. Mett, Kabelprüfautomat für Fernsprech-Orts- und Bezirkskabel.

Knebel

Güteziffer → Funkprognosen.

Guttapercha. Bei den ältesten Telegrafenkabeln in Deutschland waren die Leitungsadern mit G. isoliert. G. wird aus dem Milchsaft einer großen Zahl tropischer Bäume und Sträucher gewonnen und hat den großen Vorzug, daß sie für Wasser, auch unter sehr hohem Druck (Tiefsee) nicht durchdringbar ist. Sie greift das Kupfer der Aderlitze nicht an, kann in mehreren Schichten übereinander aufgebracht werden und wird durch Erwärmen plastisch und knetbar (Vereinfachung der Arbeit beim Herstellen von Lötstellen).

Durch Aufpressen der Isolierschicht in 2 bis 3 Lagen wird am ehesten eine zentrale Lage des stromführenden Leiters in der Guttaperchaisolation erreicht. Jede Schicht wird aus mechanischen Gründen mindestens 0,75 mm dick bemessen. Die Guttaperchaisolierung muß auch deswegen in 2 oder 3 Schichten auf den Leiter aufgebracht werden, weil sie trotz eines durchlaufenden Reinigungsprozesses nicht unbedingt sauber und gleichmäßig der Adernpresse geliefert werden kann. Guttaperchaadern müssen unter Wasser aufbewahrt werden, was für die Lagerhaltung und den Transport nachteilig ist.

G. hat eine sehr hohe Isolierfähigkeit; der Isolationswiderstand von guttaperchaisolierten Adern soll bei 24°C eine Minute nach Anlegen der Spannung in den

Grenzen zwischen 100 und 1000 MΩ/km liegen. Der Isolationswiderstand nimmt bei zunehmender Temperatur ab; er beträgt bei 0° das Zwanzigfache des Widerstandes bei 24°C. Im Wasser bleibt G. jahrzehntelang elektrisch und mechanisch unverändert, in Luft und lufthaltigem Boden oxydiert sie allmählich. Aus diesem Grund erhielten Guttapercha-Erdkabel eine Bleiumpressung der Adern. Außerdem wird G. angegriffen von konz. Schwefel- und Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure, Kreosot, Steinkohlenteer, Petroleum, Benzol, Kalk, Zement und einigen alkalischen Lösungen.

Zum Abschluß feuchtigkeitsempfindlicher Kabel, zu Einführungen, als Innenleitungen und in den Tropen hat man bei Landkabeln wegen der geringeren Empfindlichkeit gegen Wärme anstelle der G. Kautschuk verwandt. Kautschuk — gewöhnlich Gummi genannt — ist ein Bestandteil des Milchsaftes der in den Tropenländern wildwachsenden Kautschuk- oder Gummipflanze. Zu Isolationszwecken wird er in geschwefeltem, d. h. vulkanisiertem Zustand verwendet. Er ist fast temperaturunempfindlich und bleibt elastisch; der Einfluß der atmosphärischen Luft ist weit geringer als bei G. *Knebel*

GW (Grenzwelle) → Funkausrüstung der Schiffe.

Gyrator → Vierpoltheorie 2.1.

Gyrofrequenz → ionosphärische Brechung.

H

H-Armierung → Seekabelaufbau.

H-Diagramm → Richtcharakteristik.

h-Parameter von Transistoren → Vierpolparameter von Transistoren.

Haarhygrometer → Luftfeuchtemeßgeräte.

Haberlandsche Formel → Gegeninduktivität von Leitungen.

Hafenfunkdienst → Seefunkdienst, beweglicher.

Haftantenne → Antennen auf Eisenbahnfahrzeugen.

Haftgrund. Haftungsvermittelndes und passivierendes Mittel zur Metallvorbehandlung für den Anstrich, besteht zumeist aus zwei Komponenten. Die H. sind dünnflüssig, spritz- und streichbar. Sie geben sehr dünne, lasierende Schichten, auf die man den Grundanstrich usw. aufträgt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Haftrelais → Relais unter 4.1.8.1., → Signalrelais.

Haftung der DBP. Das betriebliche Geschehen im Bereich der DBP bringt es mit sich, daß sich Vorkommnisse, die zu einem Personen- oder Sachschaden von Benutzern oder außenstehenden Dritten führen, nicht immer vermeiden lassen. Telegramme werden verstümmelt oder gehen verloren, eine Fernsprechteilnehmereinrichtung ist mangelhaft, wodurch dem Benutzer ein Schaden erwächst, ein Straßenpassant wird von einem Kraftfahrzeug der DBP überfahren oder stürzt über den schadhaften Deckel eines Kabelschachtes. Für die Entscheidung der Frage, wie sich die Haftung im einzelnen gestaltet, ist zunächst maßgebend, ob die DBP zu dem Geschädigten aufgrund gesetzlicher Bestimmungen in Rechtsbeziehungen steht oder nicht.

1. Haftung aufgrund von Rechtsbeziehungen zwischen der DBP und dem Geschädigten. Insoweit kommen die Haftungsbestimmungen des Benutzungsrechts, die Gegenerklärung zur Grundstückseigentümererklärung und §12 des Telegrafenwegegesetzes (TWG) in Betracht.

1.1. Die Haftung der DBP aus dem fernmelderechtlichen Benutzungsverhältnis: 1.1.1. Allgemeines. Die DBP hat im Benutzungsrecht weitgehend ihre Haftung beschränkt oder ausgeschlossen. Diese Bestimmungen sind durch Art. 34 GG nicht berührt worden. Auch weiterhin kann die Staatshaftung beschränkt oder ausgeschlossen werden. Der gegenteiligen — teilweise im Schrifttum vertretenen — Ansicht hat sich die Rechtsprechung nicht angeschlossen. Die in den Benutzungsverordnungen enthaltenen Haftungsbestimmungen regeln die Haftung der DBP gegenüber den Benutzern abschließend und erschöpfend. Ersatzansprüche aus dem Benutzungsverhältnis können nicht auf Bestimmungen außerhalb des Benutzungsrechts, insbesondere § 839 BGB, Art. 34 GG, gegründet werden. Zur Vermeidung einer uferlosen Ausweitung der Haftungsbeschränkungen greifen diese allerdings nur insoweit Platz, als der Schaden in unmittelbarem Zusammenhang mit der Ausübung des betreffenden Dienstes entstanden ist, d. h. mit der »typisch technischen Betriebsgefahr und den damit im Zusammenhang stehenden Risiken«. In diesem Rahmen sind jedoch Haftungsbeschränkungen durchaus gerechtfertigt. Sie dienen der schnellen Abwicklung des Massenverkehrs, der Notwendigkeit, die Leistungsfähigkeit der DBP zu sichern und dem Bestreben, die Gebühren im Interesse der Allgemeinheit durch Vermeidung kostspieliger Überwachungsmaßnahmen so niedrig wie möglich zu halten. 1.1.2. Die Haftung im Rahmen der Fernsprechordnung (FeO). Diese ist in §41 FeO geregelt, der gemäß §§ 32 II, 32 a II Telegrafenordnung (TO) auch auf das Fernschreib- und Datenteilnehmerverhältnis sinngemäß Anwendung findet. 1.1.2.1. Der Grundsatz des §41 FeO. Grundsätzlich haftet die DBP für Schäden im Fernsprechdienst nicht (§41 Abs. 5 Satz 1 FeO), wobei sich der Haftungsausschluß sowohl auf vorsätzliche als auch auf fahrlässige Schadenszufügung bezieht. In der Verwaltungsanweisung (VAnw) 1 zu §41 FeO sind Beispiele angeführt, die Anhaltspunkte dafür geben sollen, wie weit der Haftungsausschluß im Fernsprechdienst reicht und die zugleich als richtungsweisend für die Auslegung des §41 Abs. 5 Satz 1 FeO anzusehen sind. 1.1.2.2. Ausnahmen von dem Grundsatz der Nichthaftung. In zwei Fällen haftet die DBP im Rahmen des Fernsprechrechts. 1.1.2.2.1. Wenn durch einen Mangel der Fernsprecheinrichtungen ein Fernsprechteilnehmer oder ein anderer Benutzer getötet oder an seiner Gesundheit verletzt oder eine

Sache beschädigt wird, haftet die DBP für den hieraus entstandenen Schaden, falls er durch sie oder ihre Beauftragten schuldhaft verursacht worden ist (§ 41 Abs. 1 FeO). 1.1.2.2.2. Nach den Vorschriften des BGB haftet die DBP, wenn durch Arbeiten zur Herstellung, Änderung, Instandhaltung oder Aufhebung einer Fernsprecheinrichtung Schäden verursacht werden (§ 41 Abs. 5 Satz 2 FeO). 1.1.3. Die Haftung im Rahmen der TO. Im Gegensatz zum Fernsprechdienst besteht im Telegrafendienst ein uneingeschränkter Haftungsausschluß. Nach § 29 TO übernimmt die DBP für diesen Dienst keine Gewähr und haftet für keinerlei Schäden. In § 29 TO sind eine Anzahl von Beispielen aufgeführt, die nähere Anhaltspunkte für den Umfang des Haftungsausschlusses geben sollen. Der Haftungsausschluß des § 29 TO gilt auch für den zwischenstaatlichen Dienst. § 33 Abs. II besagt, daß für den Telegrafendienst mit dem Ausland grundsätzlich die TO zur Anwendung kommt, soweit nicht der Internationale Fernmeldevertrag (IFV) nebst den Vollzugsordnungen etwas anderes vorschreibt. Da Art. 34 IFV (Montreux 1965) ausdrücklich bestimmt, daß im zwischenstaatlichen Fernmeldeverkehr die Mitglieder keine Haftung gegenüber den Benutzern der internationalen Fernmeldedienste übernehmen, deckt sich die Regelung in der TO mit der im IFV. 1.1.4. Die Haftung im Rahmen der Verordnung (VO) über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV). In der → PrivFmAnlV ist die Haftung der DBP bei Übernahme besonderer Leistungen für PrivatFMA (§ 20 Abs. 2) und die Haftung bei Überlassung posteigener Stromwege (§ 26) geregelt. Im ersten Fall, d. h. bei der Herstellung, Änderung und Instandhaltung von Leitungen einer PrivatFMA sowie bei der Unterbringung derartiger Leitungen in posteigenen Linien, hat die DBP dem Inhaber der PrivatFMA nur den Schaden zu ersetzen, den sie durch Verletzung ihrer Bauvorschriften verursacht hat. Soweit hiernach eine Haftung besteht, gelten sinngemäß die Bestimmungen der FeO über die Ersatzpflicht der DBP (§ 41 FeO). Bei der Überlassung posteigener Stromwege regelt sich die Haftung insgesamt nach den Vorschriften des Fernsprechrechts. 1.1.5. Die Haftung im Rahmen der → VO über Funknachrichten an mehrere Empfänger. Nach § 5 Abs. 3 dieser VO übernimmt die DBP keinerlei Gewähr für die richtige Übermittlung der im Rahmen dieses Dienstes gesendeten Nachrichten.

1.2. Die Haftung aus der Gegenerklärung zur Grundstückseigentümererklärung. In der Gegenerklärung zur Grundstückseigentümererklärung (Anl. 2 zur FeO) verpflichtet sich die DBP, das im Rahmen der Grundstückseigentümererklärung in Anspruch genommene Grundstück und die darauf befindlichen Gebäude wieder in ordnungsmäßigen Zustand zu setzen, soweit das Grundstück und die Gebäude durch die Vorrichtungen zur Einrichtung von Anschlüssen an ihr Fernmeldenetz auf dem Grundstück und in den Gebäuden, zur Einführung von Leitungen sowie zur Herstellung, Instandhaltung und Erweiterung ihres Fernmeldenetzes beschädigt worden sind. Die DBP haftet somit dem Grundstückseigentümer — als Gegenleistung für die unentgeltliche Zurverfügungstellung seines Grundstücks für die Unterbringung von FMA — für die in der Gegenerklärung aufgeführten Beschädigungen auch ohne Verschulden. Es handelt sich daher um einen Fall der Gefährdungshaftung. Ist der Grundstückseigentümer zugleich Fernsprechteilnehmer, so kann die DBP ihrer erweiterten Haftung aus der Gegenerklärung nicht dadurch entgehen, daß sie sich auf § 41 Abs. 5 Satz 2 FeO beruft, wonach sie bei Arbeiten zur Herstellung, Instandhaltung, Änderung oder Aufhebung von Fernsprecheinrichtungen nur bei Nachweis eines Verschuldens haftet. Gegenüber § 41 Abs. 5 Satz 2 FeO geht die Gegenerklärung als besondere Vereinbarung vor.

1.3. Die Haftung aus § 12 TWG. Nach § 12 Abs. 1 TWG ist die DBP befugt, zur Führung ihrer oberirdischen Fernmeldelinien auch Grundstücke, die nicht → Verkehrswege im Sinne des TWG sind, im Luftraum zu kreuzen (→ Privatgelände). Wird im Zusammenhang damit das Grundstück oder sein Zubehör beschädigt, so ist die DBP ersatzpflichtig, auch wenn sie kein Verschulden trifft (§ 12 Abs. 2 TWG). Zubehör sind alle beweglichen Sachen, die, ohne Bestandteile der Hauptsache, d. h. des Grundstücks, zu sein, dem wirtschaftlichen Zweck der Hauptsache zu dienen bestimmt sind und zu ihr in einem dieser Bestimmung entsprechenden räumlichen Verhältnis stehen (§ 97 Abs. 1 BGB). Bei einem landwirtschaftlichen Betrieb gehören hierzu u. a. das zur Bewirtschaftung bestimmte Gerät und Vieh (§ 98 Nr. 2 BGB). Kommen durch die im Luftraum über einem Grundstück geführten Fernmeldelinien Personen zu Schaden, haftet die DBP nicht aus § 12 Abs. 2 TWG, sondern nach den Bestimmungen des bürgerlichen Rechts, d. h. nur bei Verschulden. Der Sachschutz ist im Rahmen des § 12 TWG somit größer als der Personenschutz.

2. Haftung gegenüber unbeteiligten Dritten. Soweit unbeteiligte Dritte, d. h. Personen, die zur DBP in keinerlei Rechtsbeziehungen stehen, im Zusammenhang mit der Betätigung der DBP auf dem Gebiet des Fernmeldewesens einen Körper- oder Sachschaden erleiden, finden sich die Haftungsgrundlagen nicht im Fernmelderecht, sondern in den Bestimmungen des BGB über unerlaubte Handlungen (§§ 823 ff.). Die hierbei zur Anwendung kommenden Normen sind verschieden, je nachdem, ob die DBP bei der den Schaden verursachenden Handlung in Ausübung öffentlicher Gewalt gehandelt oder eine nicht hoheitliche (fiskalische) Tätigkeit vorgelegen hat. Im ersten Fall haftet die DBP nach den Grundsätzen der Staatshaftung (§ 839 BGB, Art. 34 GG), im zweiten nach §§ 823, 831 BGB. Die Besonderheit der Staatshaftung gegenüber der fiskalischen Haftung liegt darin, daß bei der Staatshaftung auch für Vermögensschäden gehaftet wird, daß nur die DBP und nicht auch der für den Eintritt des Schadens verantwortliche Angehörige der Verwaltung von dem Geschädigten in Anspruch genommen werden kann, und daß bei einer nur fahrlässigen Schadenszufügung die Haftung der DBP entfällt, wenn der Geschädigte auf andere Weise, z. B. von einer Versicherung, Ersatz seines Schadens erlangen kann (§ 839 Abs. 1

Satz 2 BGB). Bei der fiskalischen Haftung hingegen kann der Geschädigte neben der DBP als Dienstherrn auch den Angehörigen der Verwaltung, der den Schaden schuldhaft verursacht hat, in Anspruch nehmen. Die DBP ihrerseits ist in der Lage, sich von ihrer Haftung dadurch zu befreien, daß sie mit Erfolg den Exculpationsbeweis führt, d. h. nachweist, daß sie bei der Auswahl ihres Personals und, sofern sie Vorrichtungen oder Gerätschaften zu beschaffen oder die Ausführung der Arbeiten zu leiten hat, bei der Beschaffung oder Leitung die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet hat (§ 831 Abs. 1 Satz 2 BGB).

Nach der Rechtsprechung fallen Personen- oder Sachschäden, die durch im Fernmeldedienst eingesetzte Kraftfahrzeuge, Fahrräder usw. verursacht werden, sowie Unfälle, die auf Arbeiten an FMA zurückzuführen sind, in den Bereich der Staatshaftung. Lediglich dann, wenn die DBP gegen den Grundsatz verstoßen hat, daß jeder, der eine Gefahrenquelle schafft, die notwendigen Vorkehrungen zum Schutz Dritter treffen muß, d. h. die Verkehrssicherungspflicht verletzt worden ist, tritt die fiskalische Haftung ein. Beispiele hierfür sind Unfälle, die ihre Ursache in mangelhaft unterhaltenen Fernmeldeanlagen (Freileitungen), in Unebenheiten der Gehwegoberfläche nach Durchführung von Fernmeldebauarbeiten u. a. haben.

Wenn die DBP Arbeiten auf dem Gebiet des Fernmeldewesens durch einen selbständigen Unternehmer ausführen läßt, haftet für einen dabei entstandenen Schaden nicht sie, sondern allein der Unternehmer, und zwar nach §§ 823, 831 BGB. Das gilt auch für Tätigkeiten, für die die DBP, wenn sie von ihr ausgeführt worden wären, im Rahmen der Staatshaftung in Anspruch zu nehmen sein würde.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 411—459.

Aubert

Haftung des Personals. Sie umfaßt die Haftung gegenüber dem Dienstherrn, die für Beamte im → Bundesbeamtengesetz geregelt ist (Ersatz des entstandenen Schadens bei schuldhafter Pflichtverletzung), und die Haftung gegenüber Dritten, die für Beamte im BGB (§ 839) geregelt ist (Ersatz des entstandenen Schadens bei vorsätzlicher oder fahrlässiger Verletzung der Amtspflicht). Diese Bestimmungen gelten aufgrund entsprechender Tarifverträge auch für Angestellte und Arbeiter.

Halbamtsberechtigung → Amtsberechtigung.

halbautomatischer Auslandsfernsprechverkehr → Auslandsfernsprechverkehr.

halbautomatischer Dienst → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

halbautomatisches Schnellverfahren → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

Halbduplexbetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie.

Halbkanal → Kanalteilung.

Halblastparallelbetrieb ist der Parallelbetrieb von 2 Wechselstromversorgungsgeräten, z. B. 2 → Wechselrichtern oder 2 → Schwungradumformer-Aggregaten zum Erreichen einer hohen Sicherheit der Versorgung. Jedes Gerät führt im Normalbetrieb die halbe Last, muß jedoch bei einer Störung die volle Verbraucherleistung abgeben können. Durch Überwachungseinrichtungen wird der Fehler eines Geräts erkannt und das gestörte Gerät abgeschaltet. Das ungestörte Gerät übernimmt unterbrechungsfrei (maximal 10% kurzzeitiger Spannungseinbruch) die Versorgung der Verbraucher. Anwendung bei der unterbrechungsfreien Wechselstromversorgung von Trägerfrequenz-(TF-)Verstärkereinrichtungen und Richtfunk-(Rifu-)Einrichtungen.

Halbleiter. Stoffe, die hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit im kristallinen Zustand zwischen den Metallen und den Isolatoren stehen (spezifischer Widerstand bei Zimmertemperatur etwa 10^2 bis 10^8 Ohm cm). H. leiten den elektrischen Strom am absoluten Nullpunkt nicht, sondern erlangen ihre Leitfähigkeit erst bei höheren Temperaturen. Der Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit ist mindestens teilweise positiv; die Leitfähigkeit wird durch Dotierung (geringe Zusätze geeigneter Fremdstoffe) stark erhöht. Die für die gesamte Elektrotechnik, besonders die Nachrichtentechnik, weitaus wichtigste Rolle spielen wegen ihrer Bedeutung für die Herstellung von Halbleiterbauelementen die elektronischen H., vor allem die chemischen Grundstoffe → Germanium und → Silizium sowie die → Halbleiterverbindungen, unter denen wiederum Galliumarsenid am bekanntesten ist.

Moeller

Halbleiterbauelemente → Typenbezeichnungen für Halbleiterbauelemente.

Halbleiterverbindungen sind Elementverbindungen, die halbleitende Eigenschaften haben. Am bekanntesten sind die A_{III}-B_{V}-Verbindungen. Es sind die von Welker angegebenen Verbindungen, die aus je einem Element der III. und aus einem Element der V. Gruppe des periodischen Systems zusammengesetzt sind. In erster Linie bilden die Elemente Al, Ga, In (III. Gruppe) und die Elemente P, As, Sb (V. Gruppe) die neun folgenden Verbindungen AlP, AlAs, AlSb, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs und InSb. Diese Verbindungen kristallisieren in der Zinkblendestruktur. Das Zinkblendegitter geht aus dem → Diamantgitter, in dem → Ge und → Si kristallisieren, hervor, wenn man die 4wertigen Atomrümpfe des Diamantgitters durch die 3- bzw. 5wertigen Atomrümpfe aus den beiden Nachbargruppen wechselweise ersetzt, derart, daß eine 3wertige Ladung immer auf eine 5wertige Ladung folgt. Dabei bleiben die mittlere Ladungsdichte zweier Atomrümpfe, die gegenseitige homöopolare Absättigung der äußeren Elektronen und damit die Leitungseigenschaften der Halbleiterelemente Ge und Si im wesentlichen erhalten.

Ge wird durch die Verbindung der Nachbarelemente Ga, As durch das GaAs nachgebildet. Die Kristallgitter beider Substanzen besitzen eine nahezu gleiche Gitterkonstante. Nur der Bandabstand — die Breite der verbotenen Zone (→ Bändermodell des Halbleiters) — ist durch einen heteropolaren Anteil in der

Bindungsenergie erhöht. Dadurch erklärt sich die thermisch höhere Belastbarkeit des GaAs gegenüber Ge.

Für die H. A_{II}-B_{VI}, die aus den Elementen der II. und VI. Gruppe des periodischen Systems bestehen — ihre charakteristischen Vertreter sind ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO und CdS, CdSe, CdTe — gilt das gleiche, was über die A_{III}-B_V-Verbindungen gesagt wurde. Die Verbreiterung des Bandabstandes ist bei diesen Verbindungen allerdings schon so groß, daß sie bei Zimmertemperatur als Isolatoren angesehen werden müssen. Die Beweglichkeit der Ladungsträger ist in ihnen erheblich vermindert, so daß sich ihr elektrisches Verhalten von dem des Ge beträchtlich unterscheidet. Daneben gibt es eine ganze Reihe von H., die aus Elementkombinationen aus anderen Reihen des periodischen Systems bestehen. Folgende Verbindungen, die technische Bedeutung erlangt haben, seien genannt: PbS, PbSe, PbTe, Cu_2O, TiO_2, SiC. Je nach Bandabstand und Beweglichkeit ihrer Ladungsträger besitzen sie halbleitenden Charakter oder zeigen bereits isolierende Eigenschaften bei Zimmertemperatur.

Literatur: H. Welker, Zt. f. Naturforschung, 7a, S. 744 (1952).

Salow

Halbstromkoinzidenz → Matrizenspeicher.

Halbstromkoinzidenzansteuerung → Speicherelemente, magnetische.

Halbwellendipol → Dipolantenne, → Rundstrahler, → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Halbwertsbreite ist der Frequenzbereich zwischen der mittleren Frequenz des Durchlaßbereichs und der → Bandbreitengrenze, bei symmetrischer Filterkurve die halbe → Bandbreite. Ohne nähere Angaben ist als Bandbreitengrenze meist die 3-dB-Grenze gemeint (→ Richtcharakteristik).

Halbwertswinkel → Richtcharakteristik.

Halbzwangslauf → Zeichenübermittlung.

Hall-Effekt → galvano-thermomagnetische Effekte.

Hallimasch → Stammfäule.

Hallraum. Ein Raum, dessen Wände stark reflektieren, so daß sich in ihm ein diffuses Schallfeld ausbilden kann. Er dient zur Messung des Schluckgrades von Schallschluckstoffen und zur Bestimmung der akustischen Leistung von Schallquellen. Sein Volumen muß groß sein ($V \geqq 180\ m^3$), damit auch im unteren Frequenzbereich zahlreiche gleichmäßig dicht liegende Eigenfrequenzen vorhanden sind. Zur Vermeidung von Echos soll er möglichst nicht nur ebene und parallele Wände haben. Um die Schalldiffusität zu verbessern, ist die Anbringung von zerstreuend reflektierenden Körpern (Diffusoren) notwendig.

Die Nachhallzeit eines Hallraumes muß groß sein. Zwischen 100 bis 500 Hz soll sie mindestens 5 s betragen. Im Bereich von 500 Hz bis 3200 Hz kann sie stetig auf mindestens 2 s abfallen.

Literatur: W. Reinicke, Der Fernmelde-Ingenieur, 18. Jahrg., Heft 1, 1964, DIN 52 212.

Halske, Johann Georg, geb. 30. 7. 1814 zu Hamburg, gest. 18. 3. 1890 zu Berlin. Mechaniker, gründete 1844 in Berlin mit einem Teilhaber eine kleine Apparatwerkstätte, bei der → Werner Siemens einen Zeigertelegrafen und die erste Guttaperchapresse bauen ließ; 1847 Gründung der Firma Siemens und Halske; erhielt 1852 mit Siemens das Patent auf ihren elektromagnetischen Telegrafen und regte 1890 mit Siemens die telefonische Übertragung von Opern in Berlin an. Er konstruierte u. a. auch elektrische Uhren und Schiffskommandogeräte.

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 49, S. 788. Leipzig: Duncker & Humblot 1904. Siemens, Werner v.: Lebenserinnerungen. Berlin 1922. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr.-Wesens.

Haltekeil → Bandförderer.

Haltestrom bei Thyristoren → Thyristor.

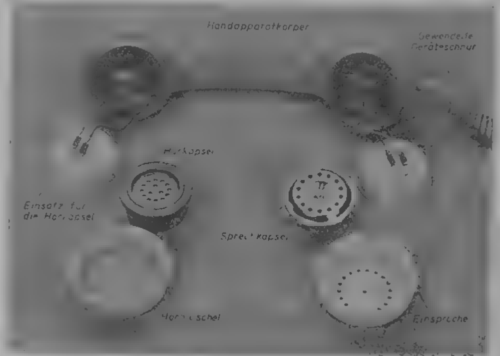
Hamilton-Operator → Vektorrechnung II g.

Hammerschlag → Effektlacke.

Hamming-Abstand → Codierung.

Hamming-Distanz → Codeprüfung.

Handapparat. Der H. ist der durch die Handapparatschnur mit dem Fernsprechapparatgehäuse verbundene Teil des FeAp, der die Sprechkapsel und die Hörkapsel aufnimmt. Letztere werden lose in die hierfür angepaßten Einsätze des H. (s. Bild) eingelegt und beim Aufschrauben der Hörmuschel bzw. der Einsprache gegen Kontaktfedern in den Einsätzen gedrückt, die die galvanische Verbindung von den Kapseln zur Handapparatschnur und damit zur Sekundärseite des Sprechübertragers bzw. zu den Anschaltepunkten der Sprechkapsel in der Apparatschaltung (FeAp s. Bild) herstellen. Der H. besteht



Aufbau des Handapparates.

aus dem Handapparatkörper, den beiden Einsätzen, an deren Boden innenseitig die Kontaktfedern befestigt sind, die auf der Außenseite in Steckzungen enden, der Hörmuschel und der Einsprache sowie der gewendelten 4adrigen Handapparatschnur, die auf der Handapparatseite in Steckverbinderhülsen und auf der Gehäuseseite in einem 4poligen Stecker endet. Der Handapparatkörper des FeAp 61 ist

gegenüber dem des älteren FeAp W 48 um 1,6 cm kürzer. Ferner hat der Griff des Handapparatkörpers eine geringere Krümmung gegenüber dem des W 48. Durch diese beiden Formänderungen wird die Einsprache zwangsläufig näher an den Mund herangeführt. Hierdurch wird bereits ein Gewinn an Sendeenergie um etwa 0,4 N gegenüber dem Modell W 48 erreicht. Der Handapparatkörper ist aus thermoplastischem Kunststoff in einem Stück gespritzt und innen hohl. Der Hohlraum kann zur Aufnahme einer Unterbrechungstaste für den Mikrofonkreis, für Mikrofonverstärker oder andere Zusätze verwendet werden. Der verwendete Kunststoff gibt dem Handapparatkörper trotz geringer Wandstärke hohe Festigkeit. Insbesondere aber hat der Handapparat hierdurch nur geringes Gewicht, was bei längeren Gesprächen vor einer Ermüdung der Hand schützt. Der Sprechkapseleinsatz ist so geräumig gehalten, daß auch die größere dynamische Hörkapsel hineinpaßt, wenn der FeAp statt des Kohle-Mikrofons mit einer dynamischen Kapsel und Transistorverstärker ausgerüstet werden soll. Die topfähnlichen Einsätze für die Hör- und Sprechkapsel sind aus schwingungsdämpfendem weichem Kunststoff gefertigt. Hierdurch wird der Pfeifgefahr begegnet, die durch akustische Kopplung über den Hohlraum des Handapparatkörpers zwischen der Hör- und Sprechkapsel eintreten könnte.

Für den Außendienst der Entstörer sowie den Baudienst ist bei der DBP ein Prüfhandapparat im Gebrauch. In diesen sind der Sprechübertrager, eine einfache Leitungsnachbildung sowie ein kleiner Nummernschalter (NrS) eingebaut. Zur Betätigung des NrS hat die Nummernscheibe neben den Ziffern kleine Stifte und Mulden. Erstere für das Aufziehen mittels Finger, letztere für die Betätigung durch einen Schreibstift oder dergleichen. Dieser Prüf-H. ersetzt also einen Fernsprechapparat, bei dem die Sprechmöglichkeit durch Unterbrechen des Mikrofonspeisestromes mittels eines Kippschalters noch unterbunden werden kann. Ferner ist eine Erdtaste in Nähe der Hörmuschel angebracht. Sie gestattet nicht nur die Unterscheidung von a- und b-Ader der zu prüfenden Leitung, sondern ermöglicht auch die Prüfung der durch die ET in NStAnl ausgelösten Funktionen. Der Prüf-H. kann, da die Adern der kunststoffisolierten Prüfhandapparatschnur in Büschelsteckern zum Aufsetzen von Quetschklammern enden, an Freileitungen sowie in Kabelschächten oder Schaltverteilern an Sprechleitungen angeklemmt werden. Der Handapparatkörper dieses Apparates besteht aus Hartgummi und ist bruchsicher. Er ist zur Aufhängung mit einer schwenkbaren Öse versehen. Die Spannungsfestigkeit einer Ader gegen alle anderen Leiter des Prüfhandapparates beträgt mindestens 1200 V eff. *H. Fischer*

handbediente Melder → Meldungsgeber.

handbedienter Auslandsfernsprechverkehr → Auslandsfernsprechverkehr.

Handblock → Block, → Eisenbahnsignaltechnik, → Streckenblock.

Handbuch für den Dienst bei Seefunkstellen (Kurzbez. Handbuch Seefunk). Ein vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen herausgegebenes amtl. Werk (Loseblatt-Buch), das die Bestimmungen über den Seefunkdienst, die Sonderfunkdienste und anderen Funkdienste für die Seeschiffahrt enthält und erläutert. Es wird durch Berichtigungen und Ergänzungen auf dem laufenden gehalten und muß von allen deutschen → Seefunkstellen als Dienstbehelf mitgeführt werden.

Handlingseffekt → Seekabelprüfung.

Handlocher → Lochstreifengeräte.

Handprüfgeräte für OVSt. Für die verschiedenartigen Prüfungen in OVSt sind eine Reihe manuell zu bedienende fahrbare oder tragbare Prüfgeräte geschaffen worden.

Handprüfgerät Nr. 1a. Prüfkopfhörer zum Eingrenzen von Störungen in elektromechanischen oder elektronischen Vermittlungseinrichtungen. Es hat folgende Prüfmöglichkeiten: Potentialprüfungen (Knackprüfungen) in hoch- oder niederohmigen Gleichstromkreisen; Funktionsprüfungen in Relaisstromkreisen; Leitungsverfolgungen durch Abhören eines Tonsignals.

Handprüfgerät Nr. 2a. Prüfhandapparat zum Verfolgen von Gesprächsverbindungen, zur Fehlereingrenzung sowie Abwicklung von Prüfgeschäften. Prüfmöglichkeiten: Abfragen, Mitsprechen und Mithören in 2Dr-Verbindungen; Halten von Verbindungen; Freischalten des rufenden Teilnehmers bei Übernahme von Verbindungen.

Handprüfgerät Nr. 33a. Fahrbares Gerät zum vereinfachten Prüfen der Schaltglieder in HDW-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Einstellen der Wähler und Ansteuern der Prüfnummer; Prüfung der Zählung; Prüfung der fernmäßigen Einstellung des OFLW 50; Prüfung der Stromstoßübertragungen.

Handprüfgerät Nr. 34. Fahrbares Gerät für Vollprüfungen der Schaltglieder in HDW-OVSt und Verbindungswegeprüfungen in kleinen HDW-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Einstellen der Wähler und Ansteuern der Prüfnummer unter normalen und Grenzbedingungen; Prüfung der Zählung; Prüfung der fernmäßigen Einstellung der OFLW 50; übertragungstechnische Prüfungen; Prüfung der Impulsverzerrung der Impulsrelais in den I. GW; Prüfung von Frittwiderständen; Prüfung der 16-kHz-Gebührenanzeiger-Vermittlungsstellenweichen; Prüfung des Schrankherbeirufes und des Fernamtaufschaltens; Prüfung von Durchwahlübertragungen; Scheinwiderstandsprüfungen der a- und b-Ader mit 120 Hz.

Handprüfgerät Nr. 34/1. Fahrbares Gerät für Prüfungen der Schaltglieder in EMD-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Einstellen der Wähler auf die Prüfschritte unter normalen und Grenzbedingungen; Prüfen der Zählung; Prüfung der fernmäßigen Einstellung des OFLW 55; Prüfung des Schrankherbeirufes und der Fernamtaufschaltung; übertragungs-

technische Prüfungen; Prüfung der Impulsverzerrung der Impulsrelais in den speisenden Schaltgliedern; Prüfung der Übergangswiderstände der Sprech- und Prüfadern; Prüfung der Durchwahlübertragungen; Prüfung der Wähler der Wählprüfnetze; Prüfung des automatischen und ferngesteuerten Prüfplatzes für Anschlußleitungen.

Handprüfgerät Nr. 35. Fahrbares Gerät zum Prüfen der Wählsternübertragungen 53 und 55. Prüfmöglichkeiten: Nachbildung einer Belegung in beiden Verkehrsrichtungen unter normalen und Grenzbedingungen; Prüfung der Zählung.

Handprüfgerät Nr. 36. Fahrbares Gerät zum Prüfen der eingebauten Gebührenzähler in HDW- und EMD-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Prüfung der Funktion der Gebührenzähler unter Grenzbedingungen mit Einzelimpulsen oder Impulsserien mit schneller und langsamer Impulsfolge.

Handprüfgerät Nr. 37. Tragbares Gerät zum Prüfen der Hebdrehwählerschnüre auf unterbrochene Lahnfäden.

Handprüfgerät Nr. 38a. Tragbares Gerät zum Prüfen der Verbindungswege in HDW-OVSt und zur Funktionsprüfung der 2Dr-ESK-Mischwähler in HDW-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Gleich- und wechselstrommäßige Prüfung der Sprechadern; gleichstrommäßige Prüfung der c-Ader; Zuordnungsprüfung der a-, b- und c-Ader. Prüfung der Durchschaltung der 2Dr-ESK-RMW und Verbindungswegeprüfung der durchgeschalteten Ausgänge.

Handprüfgerät Nr. 41 und 41a. Tragbare Geräte zum Prüfen der 16-kHz-Impulsgabe. Prüfmöglichkeiten: Bestimmung des 16-kHz-Pegels parallel zum Teilnehmerapparat oder an der Anschlußleitung mit definiertem Abschlußwiderstand; Fehlersuche an der Anschlußleitung mittels von der Entstörungsstelle gesandtem 800-Hz-Pegel; Unterschied zwischen 41 und 41a: Das Gerät Nr. 41 arbeitet nur mit einem 16-kHz-Impuls von mindestens 2 s Länge. Das Gerät Nr. 41a kann bei normaler Zählimpulslänge verwendet werden.

Handprüfgerät Nr. 42. Tragbares Gerät für 800-Hz-Pegelprüfungen zum Eingrenzen von Dämpfungsfehlern.

Handprüfgerät Nr. 43 dient zum Prüfen der Funktion der → Anschaltenetze für die → Verkehrsgrößenabtasteinrichtung und zum Eingrenzen von Störungen innerhalb dieses Netzes.

Handprüfgerät Nr. 45. Tragbares Gerät zum Prüfen der Schrittzahl von EMD-Wählern in Freiwahl und gesteuerter Wahl.

Handprüfgerät Nr. 46a. Tischgerät zum Prüfen der statisch eingestellten Telegrafenrelais. Prüfmöglichkeiten: Individuelle Messung und Regelung des Ansprechstromes; Prüfung der Kontakte und Kontakteinstellungen; Prüfung der Wicklungen auf richtigen Widerstand entsprechend der Bauvorschrift; Prüfung der Kontakt-Anzugs- und -Abfallzeiten unter normalen und Grenzbedingungen; Messung der Kontaktprellzeiten.

Handprüfgerät Nr. 47. Tischgerät zum Prüfen der Wählsternschalter 53 im ausgebauten Zustand. Prüfmöglichkeiten: Prüfungen der Funktionen unter normalen und Grenzbedingungen; Nachbildung der Belegung einer oder aller Übertragungen; Ansteuerung bestimmter Ausgänge.

Handprüfgerät Nr. 49. Fahrbares Gerät zum Prüfen der Verbindungswege in EMD-OVSt und zur Funktionsprüfung der 2Dr-ESK-RMW in EMD-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Gleich- und wechselstrommäßige Prüfung der Sprechadern; Gleichstrommäßige Prüfung der c-Ader; Kontrolle der Zugehörigkeit der a-, b- und c-Ader; Prüfung der Durchschaltung der 2Dr-ESK-RMW und Verbindungswegeprüfung des durchgeschalteten Ausganges.

Handprüfgerät Nr. 49a. Fahrbares Gerät zur Verbindungswege- und Mischungsprüfungen in EMD-OVSt für Abnahmeprüfungen. Prüfmöglichkeiten: Prüfung der Gleich- und Wechselstromwiderstände der a-, b- und c- und d- bzw. z-Ader der 2Dr-EMD-Wähler. Pegelmessungen mit einem 800-Hz-Pegelmesser; halbautomatische Prüfung der Verbindungswege HVt-LW, LW-AS-TS; Prüfungen der Rangierung am HVt; halbautomatische Mischungsprüfung GW-GW bzw. LW mit Fernsteuerung vom Kopfwähler aus.

Handprüfgerät Nr. 50. Tragbares Gerät zum Prüfen der Teilnehmerschaltungen in EMD-OVSt über Prüf-GW und Prüf-LW. Prüfmöglichkeiten: Steuerung der PrGW und PrLW auf die zu prüfende TS; ankommende und abgehende Belegung der TS; Aufbau einer abgehenden Verbindung über die TS; Kontrolle bei SAn, ob die c1-Ader direkt oder über 1 kOhm geerdet ist; Prüfung der DgPrGW und PrGW.

Handprüfgerät Nr. 51. Fahrbares Gerät für vereinfachte Funktionsprüfungen der Schaltglieder in EMD-OVSt. Prüfmöglichkeiten: Einstellung der Wähler auf die Prüfschritte; Prüfung der Durchschaltung; Prüfung der Zählung; Prüfung der fernmäßigen Einstellung der OFLW 55.

Handprüfgerät Nr. 55. Tragbares Gerät zum Prüfen der Rücklötsicherungen und Umkehrauslöser F 49. Prüfmöglichkeiten: Prüfung des Widerstandes von losen und eingebauten Sicherungen.

Handprüfgerät Nr. 57. Fahrbares Gerät zum Prüfen der Teilnehmeranschlußleitungen. Prüfmöglichkeiten: Anschaltung an die Al am HVt oder über PrGW; Prüfung der Leitung auf Widerstand; Nebenschluß; Fremdstrom; Stromfähigkeit usw.

Handprüfgerät Nr. 61. Tragbares Gerät zum Prüfen von Kontaktübergangswiderstände mit einer Meßspannung von max. 50 mV.

Handprüfgerät Nr. 67. Fahrbares Gerät zum Prüfen der Einrichtungen der Fernsprechauskunfts-, Fernsprechauftragsdienst- und Fernsprechentstörungsstellen. Prüfmöglichkeiten: Funktionsprüfung der Anruf-AS; Funktionsprüfung der Anruf-Ue; Prüfung der Platzschaltungen; Prüfung der FeAD-AS und Schaltwähler.

Handprüfgerät Nr. 70. Tischgerät zum Prüfen und Abnehmen überholter Hebdrehwähler. Prüfmöglichkeiten: Messung des Anzugs- und Abfallstromes der Belegungs-, Prüf- und Zählrelais; Messung des ohmschen Widerstandes der c-Ader am Wählerein- und -ausgang; Messung der Anzugszeiten der Prüf- und Zählrelais; Messung des Prüfangebotes für die Prüfrelais; Prüfung der Mehrfachzählung und des Ortszählimpulses; Prüfung der Gleich- und Wechselstromsymmetrie; Messung der Umsteuerzeit, des Wahlende- und Beginnzeichens; Messung der Impulsverzerrung, der Schrittgeschwindigkeit und des Impulsverhältnisses Drehmagnet zu Steuerrelais; Messung der Zeit vom Auslösen der Wähler bis zur Rückkehr in die Ruhelage; Kontrolle der mechanischen Einstellung der Laufwerke mit schnellen Heb- und Drehimpulsen.

Handprüfgerät Nr. 79. Tragbares Gerät zum Abnehmen und Nacheichen der zentralen Einrichtungen der APrE 55. Prüfmöglichkeiten: Kontrolle der Impulsverzerrungsprüfung; der Symmetriemeßeinrichtung; der Dämpfungsmeßeinrichtung; der Meßeinrichtung für Übergangswiderstände an den Sprech- und Prüfschaltarmen, der Meßeinrichtung zum Messen von Nebenschlüssen an den Prüf- und Sprechadern und der 16-kHz-Meßeinrichtung.

Handprüfgerät Nr. 80. Tischgerät zum Prüfen von Impulsgabe- und Impulsaufnahmeeinrichtungen sowie der Frequenzen von Tonfrequenzgeneratoren in OVSt. Prüfmöglichkeiten: Prüfung und Nacheichung entsprechender Schaltungen in Handprüfgeräten und automatischen Prüfeinrichtungen. Prüfung der 16-kHz- und 800-Hz-Generatoren.

Literatur: U. Hartmann, G. Klinner: Das Anschaltenetz für die Verkehrsgrößenabtasteinrihctung (VGA) und ein Gerät zum Prüfen dieses Netzes; Der Ing. der DBP, 1/1968, S. 27 ... 30.

Eberhardt, Hartmann

handvermittelte Telex-Auslandsverbindungen → Telexverbindungen.

Handvermittlung → Fernschreib-Handvermittlungstechnik.

Handvorrat an → Fernmeldezeug erhalten die entfernt vom Gemeinschaftslager tätigen Kräfte. H. wird auf den beim Gemeinschaftslager befindlichen Lagerkarten vermerkt. Je nach Art des Fernmeldezeuges sind für dessen Empfang oder Rücklieferung als Beleg Buchungsscheine zu fertigen. Der Umtausch von Gegenständen erfolgt ohne Buchungsschein. Die als H. abgegebenen Ersatzteile sollen die Entstörungs-, Unterhaltungs- und Fernmeldebaukräfte in die Lage versetzen, die ihnen zugewiesenen Arbeiten mehrere Tage ohne zwischenzeitliches Aufsuchen des Gemeinschaftslagers zu verrichten.

Hängeklemme mit Pendelöse dient zum Aufhängen des Tragseil-Luftkabels (A-2Y2Y-T). Sie wird in Haken mit Holzgewinde, Traghaken mit Holzgewinde, Traghaken mit Abstandsstück und Haken für Querträger eingehängt (s. Bild) (→ Befestigungshaken).

Durch die neuere kurze Ausführung der Pendelöse kann das Kabel nur so weit ausschwingen, wie unbedingt nötig. Scheuerstellen zwischen Kabel und Mast werden vermieden.

Die Klemmbacken der H. umgreifen das mit Kunststoff umhüllte Tragseil und werden mit zwei genormten Sechskantschrauben, die mit üblichem Schraubenschlüssel angezogen werden können, zusammengepreßt.



Eingebaute Hängeklemme mit Pendelöse (kurz) am Traghaken.

Die H. sind bei gerader Linienführung auf gleicher Mastseite so anzuordnen, daß sie frei schwingen können (→ Kabelverlegung unter 4).

Hardware. Unveränderliche konstruktiv eingegebene Eigenschaften von → elektronischer Datenverarbeitung, Gegensatz → Software (→ Datenverarbeitung).

Harmonische. Andere Bezeichnung für Oberschwingung. → Schwingung.

harmonische Telegrafie → Wechselstromtelegrafie.

Harnstoffharz → Isolierstoffe.

härtbare Kunststoffe → Duroplaste.

Hartblei ist Blei, das als Legierungsbestandteil 5 bis 23% → Antimon enthält, als Letternmetall und bei der Herstellung von → Kabelmänteln verwendet wird.

Hartgummi → Kautschuk.

Hartkupferdraht, ein Freileitungsdraht aus Elektrolytkupfer (E-Cu), dem durch Kaltziehen eine beträchtliche Festigkeit verliehen ist (→ Kupferdraht).

Mechanische und elektrische Eigenschaften von Kupferdraht E-Cu 3,0 mm ⌀:

Zugfestigkeit kg/mm²	44
Gleichstromschleifenwiderstand Ω/km	5,0
Dämpfungskonstante (bei 800 Hz) mN/km	4,4
Wellenwiderstand (bei 800 Hz) Ω	650

Hartlote (Schlaglote), Legierungen zum Löten, die einen wesentlich höheren Schmelzpunkt haben als die leicht schmelzenden Blei-Zinn-Legierungen. Billige H. bestehen aus Al, dessen Schmelzpunkt (658° C) durch kleine Beimengungen von Zn, Sn, Ni, Cd oder Si auf 500 bis 620° C herabgedrückt ist. H. für Messing u. dgl. sind selber messingartige Cu-Zn-Legierungen, in denen der Schmelzpunkt durch hohen Zinkgehalt unter den Schmelzpunkt des Messings gesenkt ist. Zum Hartlöten von Edelmetallen, Schwermetallen und Eisenwerkstoffen sind Silberlote besonders geeignet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Hartmetall (Schneidmetalle). Nahezu diamantharte, temperaturbeständige Carbidpulver, die z. B. aus bis zu 95% Wolframcarbid, Titancarbid, Molybdäncarbid, Tantalcarbid u. dgl. bestehen können und durch ein metallisches Bindemittel (z. B. Kobalt, Nickel) zusammengehalten werden. Hierzu gehören u. a. Widia, Böhlerit und Titanit. Da die H. ziemlich teuer sind, stellt man nicht die ganzen Werkzeuge aus ihnen her, sondern man lötet kleine Plättchen u. dgl. davon mit Elektrolytkupfer (hoher Schmelzpunkt) auf die arbeitenden, höchstbeanspruchten Schneidstellen von Drehmeißeln, Hobelstählen, Fräsern, Spiralbohrern usw. Während gewöhnlicher Stahl schon bei einer Reibungswärme von etwa 600° C allmählich stumpf wird, bleibt das H. auch bei Erhitzung auf Rotglut unverändert scharf.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1960.

Hartpapiere. Bei der Herstellung werden breite Papierbogen mit einer alkoholischen Lösung von Phenol-Formaldehydkondensationsprodukten durchtränkt bzw. lackiert, sodann in einer beheizten Trockenkammer getrocknet (Alkohol verdunstet) und zuletzt lagenweise in dampfbeheizten Etagenpressen bei 160 bis 170° C gehärtet, wobei das harte Resitstadium (Zustand C) beim Kunstharz erreicht wird. Das so erhaltene Plattenmaterial hat hohe Festigkeit, Wärmebeständigkeit und ein außerordentliches Isolationsvermögen.

Literatur: DIN 7735/7736/40609 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Harttastung. Tastung mit steilen Flanken, Rechtecktastung.

Vom übertragungstechnischen Standpunkt aus ist H. erwünscht, da bei H. keine charakteristische Verzerrung auftritt und unsymmetrische Tastspannungen bzw. schwankende Pegel keine einseitige Verzerrung verursachen können. In der Praxis müssen die Zeichen jedoch abgeflacht werden, da die H. ein zu großes Frequenzband beanspruchen würde.

Hartverchromen. Direktverchromen in Verchromungselektrolyten, die auf höhere Temperaturen erwärmt sind und bei denen das Abscheiden bei höheren Stromdichten stattfindet als bei der dekorativen Verchromung.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Harz, Naturharz, amorphe, dickflüssige oder feste bis spröde, oft durchscheinende, meist hellgelb bis braun gefärbte Masse, die als Sekret beim Einritzen des Kambiums von Nadelhölzern, daneben aber auch von zahlreichen tropischen Gewächsen, anfällt. H. sind unlöslich in Wasser, löslich in organischen Lösungsmitteln, zwischen 40° C und 360° C schmelzbar und besitzen gärungs- und fäulniswidrige Eigenschaften. Das spezifische Gewicht der H. schwankt zwischen 0,9 und 1,3. In chemischer Hinsicht handelt es sich um wechselnde Gemische von kompliziert aufgebauten hydroaromatischen Verbindungen (Harzsäuren und deren Derivate) mit Phenolen, höheren Alkoholen, Terpenen usw. Technische Bedeutung haben H. beziehungsweise H.-Produkte vorwiegend als Filmbildner in der Lackindustrie (z. B. Kopale) und bei der Leimung von Papier (H.-Seifen). Das als Destillationsrückstand bei der Gewinnung von → Terpentinöl aus H. anfallende → Kolophonium findet vielfach als nicht korrosionsförderndes Flußmittel bei Feinlötungen Verwendung.

Haubenmuffe (Bild 1 und 2) dient zum Verbinden und Verzweigen von Tragseil-Luftkabeln als Übergang auf Erdkabel mit papierisolierten Adern und auf Installationskabel mit Zugentlastung. Sie ist eigens für den Einsatz der Tragseil-Luftkabel entwickelt worden und berücksichtigt daher in ihrem Aufbau alle Möglichkeiten des Einbaus dieser Kabel. Je nach Anzahl der aufzunehmenden Doppeladern sind mehrere Größen von H. eingeführt (Tafel 1).

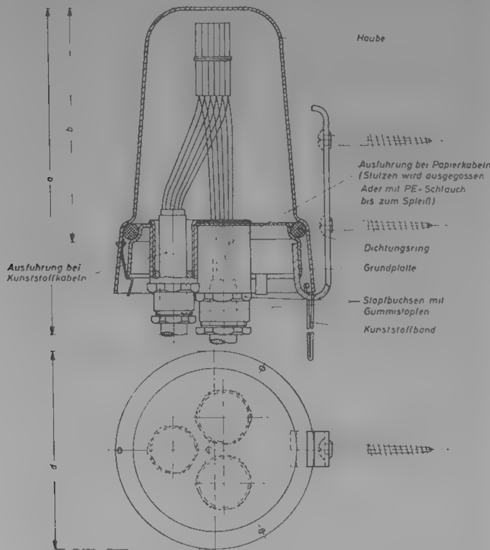
Tafel 1. Größen von Haubenmuffen.

Haubenmuffe	Tragseil-Luftkabel	Durchmesser und Anzahl der Einführungsstutzen		
		⌀ 9...15 mm	⌀ 14...20 mm	⌀ 20...27 mm
1	2	3	4	5
Größe I	6 × 2 × 0,6 10 × 2 × 0,6	3	—	—
Größe II	20 × 2 × 0,6 30 × 2 × 0,6	1	2	—
Größe III	40 × 2 × 0,6 50 × 2 × 0,6	—	1	2

Die aus verzinktem Stahlblech gefertigte H. besteht aus dem Muffensockel und der abnehmbaren Haube, die durch 3 Federn festgehalten wird. Die Kabel werden durch Stopfbuchsen in die Muffe eingeführt.

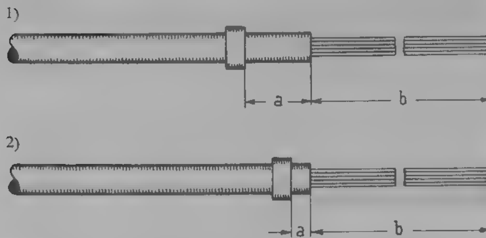
Die Absetzmaße für die Kabel mit kunststoff- bzw. papierisolierten Adern sind in Bild 2 angegeben. Die Adernverbindungen werden als Spitzspleiß angeordnet und liegen innerhalb der Haubenmuffe ohne Verguß. Lediglich bei papierisolierten Adern ist der Kabelstutzen bis zum Rand mit Gießharz auszufüllen. Die Anordnung der Adern im Spitzspleiß, wobei die zu verbindenden Adern aus einer Richtung — senkrecht

zur Kabelführung — zur Verbindungsstelle herangeführt werden, gestattet nach dem Abnehmen der Haube ein leichtes Prüfen und Schalten der Adern.



Größe	a mm	b mm	d mm	für max. Kabel ∅ mm
I	160	105	100	15/15/15
II	175	115	110	15/20/20
III	205	135	130	20/27/27

Bild 1. Haubenmuffe.



Haubenmuffengröße	kunststoffisolierte Adern a mm	kunststoffisolierte Adern b mm	papierisolierte Adern a mm	papierisolierte Adern b mm
I	40	120	10	150
II	40	130	10	160
III	40	170	10	200

Bild 2. Kabelabsetzmaße für Haubenmuffen.
1) kunststoffisolierte Adern, 2) papierisolierte Adern

Der mit dem Sockel verbundene Befestigungsbügel ist so gestaltet, daß die Muffe an Holzmasten oder Wänden angebracht werden kann. Zum Befestigen dienen Holzschrauben, die in die Wände eingedübelt werden. *Stegmann*

Hauptanschluß. Ein H. ist ein Fernsprech-, Telex- oder Datexanschluß, der durch eine Hauptanschlußleitung mit einer Vermittlungsstelle verbunden ist. Der (Fernsprech-)H. besteht aus den technischen Einrichtungen (Beschaltungseinheit usw.) bei der Vermittlungsstelle, der Anschlußleitung und der Sprechstelleneinrichtung beim Teilnehmer (Tln) (Hauptstelle). Es sind zu unterscheiden → Einzelanschlüsse und → Gemeinschaftsanschlüsse. Fernsprech-H. sind praktisch immer an die Vermittlungsstelle, in deren Anschlußbereich die Hauptstelle liegt, angeschlossen. Die Hauptstelle eines solchen Regel-H. befindet sich somit auch im Bereich ihres Ortsnetzes — im Gegensatz zu den Hauptstellen der Ausnahme-H.

Hat ein Tln mehrere H. bei derselben Vermittlungsstelle, so werden sie bei der Hauptstelle — namentlich um die Anschaltung von Nebenstellen zu ermöglichen — so geschaltet, daß wahlweise einer der H. oder mehrere gleichzeitig benutzt werden können. Der Tln erhält nach Möglichkeit eine → Sammelrufnummer, so daß bei einem Anruf ein freier Anschluß selbsttätig ausgesucht wird. Hat ein Tln eine größere Zahl von H., so ist es zur Einsparung technischer Einrichtungen zweckmäßig, die H. für abgehenden, wechselseitigen und ankommenden Verkehr zu trennen. Davon wird besonders bei Großsammelanschlüssen Gebrauch gemacht. Eine Besonderheit bilden die Wählsternanschlüsse. Zu den in § 12 der Fernsprechordnung aufgeführten allgemeinen Pflichten der Tln gehört es, dafür zu sorgen, daß seine Anschlüsse nicht überlastet werden. Die DBP hat die Möglichkeit, die Belastung von Hauptanschlußleitungen festzustellen (siehe Richtlinie des Fernmeldetechnischen Zentralamtes R VIII E Nr. 12). Die Bedingungen für → Übertragung, → Verlegung und → Umwandlung von H. sind ebenfalls in der Fernsprechordnung festgelegt. Die technische Realisierung geschieht durch verschiedene Typen von → Fernsprechapparaten.

Die Zahl der H. hat sich wie folgt entwickelt:

Deutsches Reich	Ende März 1930	1 936 696
	» » 1935	1 829 039
	» » 1937	1 971 786
Bundesrepublik Deutschland	Ende Dez. 1950	1 466 857
	» » 1955	2 179 305
	» » 1960	3 278 148
	» » 1965	4 992 671
	» » 1967	6 045 763
	» » 1968	6 757 254
	» » 1969	7 609 261

Nach dem Stand vom 1. 1. 1968 verteilen sich die H. der Welt auszugsweise wie folgt (in Millionen):

USA	62,120	Schweiz	1,637
Japan	13,402	Belgien	1,179
Großbritannien	6,834	Dänemark	1,100
Bundesrepublik	6,046	Polen	0,849
Italien	5,210	DDR	0,820
Frankreich	3,446	CSR	0,813
Schweden	2,992	Österreich	0,767
Spanien	2,140	Finnland	0,639
Niederlande	1,732	Norwegen	0,615

Breidt

Hauptanschlußdichte. Zahl der Hauptanschlüsse bezogen auf 100 Einwohner. Die ungestörte zeitliche Entwicklung der H. folgt der → logistischen Funktion. Die H. wird nach langer Zeit in die → Sättigungsdichte übergehen.

Hauptanschlußleitung → Hauptanschluß.

Hauptantenne → Funkausrüstung der Schiffe.

Haupteichkreis. Ein dem → SFERT nachgebildetes gleichwertiges Fernsprechübertragungssystem, das die meisten europäischen Fernsprechverwaltungen besitzen. Der Haupteichkreis (HEK) für die Deutsche Bundespost ist im Fernmeldetechnischen Zentralamt in Darmstadt aufgebaut. Er kann als Normalfernsprechübertragungseinrichtung angesehen werden, deren Eigenschaften eindeutig festgelegt sind.
Literatur: K. Braun, Der Fernmelde-Ingenieur, Heft 12, 1953.

Haupteintrag → Fernsprechbuch.

Hauptempfänger → Funkausrüstung der Schiffe.

Hauptfaden → Signaloptik.

Hauptfeuermeldeanlagen, auch öffentliche Feuermeldeanlagen genannt, sind Anlagen, deren Feuermelder auf öffentlichen Straßen und Plätzen jederzeit jedermann zugänglich sind. Sie dienen dem Anschluß von Hauptfeuermeldern als Anschlußglied von → Nebenfeuermeldeanlagen oder dem Anschluß von Objektfeuermeldern. H. können Schleifen- oder Liniensysteme (Sternsysteme) sein.

Hauptgebühren im Telegrammdienst → Telegrammgebühren.

Hauptgleichrichtergerät. In 60-V-Fernmeldestromversorgungsanlagen bezeichnet man den Gleichrichterteil, der die geregelte Verbraucherspannung von 62 V erzeugt, als Hauptgleichrichter (→ Abgriff- und → Gegenspannungstechnik). In Reihe mit dem Hauptgleichrichter wird ein geregelter Zusatzgleichrichter geschaltet. Die Reihenspannung beider Gleichrichter ergibt die für die Batterie erforderliche Ladespannung. Hauptgleichrichter werden für Stromstärken von 25 A, 50 A, 100 A, 200 A und 400 A gebaut. Bis 100 A sind die Hauptgleichrichter gemeinsam mit dem Zusatzgleichrichter in einem Gerät untergebracht. Für 200 A und 400 A wird der Hauptgleichrichter als eigenes Gerät gebaut. Je nach Anlagengröße können mehrere H. parallel geschaltet werden. Sie schalten sich entsprechend dem Verbraucherstrom automatisch zu und ab.

Hauptgleis → Bahnhof.

Hauptgruppenwähler ist ein → Ferngruppenwähler, an dessen Ausgängen Leitungen zu den Hauptvermittlungsstellen angeschaltet sind.

Hauptkabel → Ortsnetzaufbau.

Hauptkasse (HK). Eine HK besteht für den örtlichen Verkehr bei jedem selbständigen Amt, ausgenommen bei den Ämtern, die kassenmäßig anderen Ämtern (als Abrechnungspostamt) zugeteilt sind. Sie faßt die Einnahmen und Ausgaben des Amtes, der kassenmäßig zugeteilten selbständigen Ämter ohne HK, der Zweigämter und Poststellen zur Abrechnung, insbesondere mit der Oberpostkasse (OPK), zusammen. Sie erledigt die ihr von der Besoldungskasse erteilten Aufträge zur Zahlung der Beamtengehälter usw.
Ihrer Arbeitsweise und ihrem Wesen nach ist die HK die Buchhaltung des Amtes. Sie verfügt im allgemeinen nicht über Bargeld. Zur Abwicklung ihres Barverkehrs bedient sie sich einer Zweigkasse, Zahlstelle oder Teilhauptkasse.

Hauptkeule (Antennen), Hauptmaximum → Richtcharakteristik.

Hauptmelderauslösung → Meldungsempfangseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Hauptpolarisation → Richtcharakteristik.

Hauptrechnung → Fernmelderechnung.

Hauptregister. Das H 62 ist ein Register für die Hauptvermittlungstechnik 62 (→ Fernwählsystem 62). Das H. wird über → Relaissuchwähler mit dem → Anschaltesatz für die Zeit der Mitwirkung beim Verbindungsaufbau zusammengeschaltet. Es empfängt vom → Knotenregister oder vom → Verzoner die richtungsbestimmenden Kennziffern in Impulswahl, speichert diese in einem Kennziffernspeicher, befragt einen → Umwerter für das FwS 62 um Angaben für den Verbindungsaufbau, stellt örtlich die → Richtungswähler 62 (HRW und ggf. II. RW) ein, speichert die Kennziffern stellengerecht aus (oder löscht sie) und schaltet sich mit Aussendung eines → Abrufzeichens frei. Die Zusammenarbeit mit dem Umwerter und den RW erfolgt analog wie bei Knotenregistern.
Literatur: Unterrichtsbl. B, Nr. 7/64 u. Fortsetzungen.

Hauptsätze der Thermodynamik → Thermodynamik.

Hauptsender → Funkausrüstung der Schiffe.

Hauptsignal zeigt an, ob der anschließende Gleis- oder Streckenabschnitt befahren werden darf oder nicht. H. werden verwendet als Einfahr-, Ausfahr-, Zwischen-, Block- und Deckungssignale und stehen in der Regel unmittelbar rechts vom zugehörigen Gleis oder über diesem auf einer Signalbrücke oder einem Ausleger. Als Formsignale werden Flügelsignale verwendet, die bei Dunkelheit den Flügelstellungen entsprechende Farblichter zeigen. In mechanischen Stellwerken werden ausschließlich, in elektromechanischen überwiegend Form-H. verwendet. Drucktasten-Stellwerke arbeiten ausschließlich mit Lichtsignalen, die Tag und Nacht die gleichen Signalbilder zeigen. Sie wurden früher als Lichttagessignale bezeichnet. Die Licht-H. zeigen während der Dunkelheit die gleichen Signalbilder wie die Form-H. während der Nacht. Sie besitzen keine bewegten Teile, weil für jeden Lichtpunkt eine besondere Laterne verwendet wird. Bei den Nachtbildern der Form-H. dagegen wird je Signalflügel eine Laterne benutzt, vor der eine

Blende mit der Flügelbewegung ihre Stellung wechselt. Farbgläser in der Blende bringen das jeweilige Farblicht hervor. Die Signalbilder der Licht-H. müssen auch bei ungünstigem Tageslicht, bei tiefstehender Sonne und in Kurven klar zu erkennen sein. In Kurven mit einem kleineren Halbmesser als 400 m wird eine Mindesterkennweite von 250 m gefordert, in flacheren Bögen und an Geraden von 400 m. Solche Erkennweiten kann man nur mit hochwertigen Spezialoptiken (→ Signaloptik) erreichen. Die H. können 3 verschiedene Signalbilder zeigen: »Zughalt« (Hp 0) = ein waagerechter Signalflügel bzw. ein rotes Licht, »Fahrt« (Hp 1) = ein schräg nach rechts oben zeigender Flügel bzw. ein grünes Licht und »Langsamfahrt« (Hp 2) = zwei schräg nach rechts oben zeigende Flügel untereinander bzw. ein grünes und darunter ein gelbes Licht. Hp 2 fordert Vmax = 40 km/h. Wird eine andere Geschwindigkeitsbeschränkung verlangt, z. B. wegen des Weichenhalbmessers, so wird am Signalmast unter dem unteren Signalflügel bzw. unter dem Signalschirm ein Geschwindigkeitsanzeiger (Zs 3) angebracht, der Vmax durch eine Kennziffer angibt, z. B. »3« = 30 km/h oder »6« = 60 km/h. Die Signale Hp 0, Hp 1 und Hp 2 gelten nur für Zugfahrten. Die Schutzsignale (Sperrsignale), die ein Fahrverbot aussprechen (Sh 0) oder aufheben (Sh 1), gelten für Zug- und Rangierfahrten. Sie werden als Form- oder Lichtsperrsignale verwendet und zeigen bei Sh 0 als Formsignale einen waagerechten schwarzen Balken auf weißer Kreisfläche bzw. als Lichtsignale zwei rote Lichter nebeneinander, bei Sh 1 den schräg gestellten schwarzen Balken bzw. zwei weiße nach rechts steigende Lichter (Bild 1). Die Formsignale sind als Transparentsignale

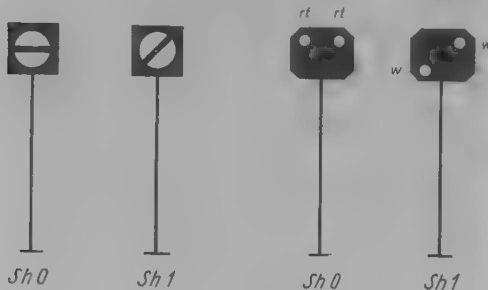


Bild 1. Sperrsignale.

ausgebildet, zeigen also Tag und Nacht die gleichen Signalbilder. H. und Sperrsignal, die am gleichen Punkt aufgestellt werden müssen, verschmelzen als Lichtsignale zu einem einzigen Signal, dem Haupt/Sperrsignal. Sie zeigen als Hp 00 = »Zughalt und Rangierverbot« = zwei rote Lichter waagerecht nebeneinander. Das Fahrverbot für Rangierfahrten wird am Haupt/Sperrsignal durch die Signalkombination Hp 0 (Zughalt) + Sh 1 (Fahrverbot aufgehoben) beseitigt (Bild 2). Die H. sollen von dem Gefahrpunkt, den sie schützen, einen bestimmten Mindestabstand haben, und zwar 100 m von der Spitze einer Weiche, 200 m von dem Grenzzeichen einer Stumpfweiche oder dem Schluß eines Zuges Bei Ausfahrsignalen an nicht durchgehenden Hauptgleisen beträgt der Mindestabstand weniger. Kein Zug darf

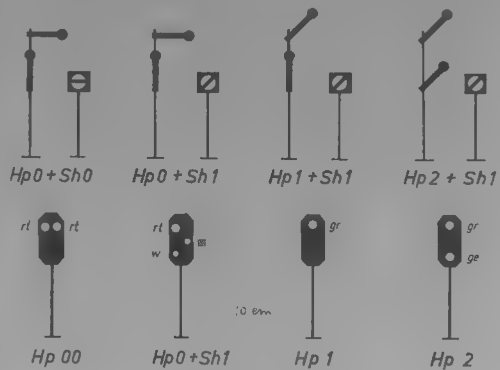


Bild 2. Kombinierte Signalstellungen.



Bild 3. Selbstblocksignal mit Schaltschrank. Oben Hauptsignal, mitte Ersatzsignal, unten Vorsignal.

an einem Halt zeigenden H. ohne weiteres vorbeifahren. Ist das Signal gestört und kann infolgedessen nicht auf Fahrt gestellt werden, so erteilt der zuständige

Fahrdienstleiter dem Zug einen schriftlichen Befehl für die Vorbeifahrt. Dieses Verfahren ist bei dichtem Betrieb hinderlich. Wichtige H. werden mit Ersatzsignalen (Zs 1) ausgerüstet, die angeschaltet drei Lichtpunkte in Form eines A zeigen. Das Leuchten des Ersatzsignals ersetzt den schriftlichen Befehl. Der Signalkörper des Ersatzsignals wird am Signalmast unter dem unteren Signalflügel bzw. dem Signalschirm angebracht (Bild 3). Eine Sonderheit sind die Haupt- und Vorsignalverbindungen der Hamburger S-Bahn.

Literatur: Signalbuch. *Sasse*

Haupt/Sperrsignal → Hauptsignal.

Hauptstelle (Hs). Die H. besteht bei → Hauptanschlüssen aus dem Sprechapparat. Bei Gemeinschaftsanschlüssen ist der Sprechapparat jeder Gemeinschaftssprechstelle H. Die H. ohne Nebenstellen (N) werden auch als einfache H. bezeichnet. Sie werden stets mit einem posteigenen Fernsprech-Tisch- oder -Wandapparat ausgestattet (→ Fernsprechapparate). Jede NSt-Anlage hat nur eine H. Es ist bei Anlagen mit Vermittlungseinrichtung diese selbst einschließlich der Abfragestelle. Die Vermittlungseinrichtung einer Zweit-NStAnl gilt nicht als H., sondern die der Hauptanlage. Bei Reihenanlagen ist die Reihenstelle, bei der die ankommenden Amtsgespräche vermittelt werden, H. Weitere Abfragestellen, z. B. weitere Reihenstellen, Abfragestellen von Zweit-NStAnl oder Nachtabfragestellen sind N.

Haupttelegrafenstelle → Telegrafenwählnetz.

Hauptverkehrsstunde ist der Tagesabschnitt von 60 aufeinanderfolgenden Minuten, für den der Verkehrswert maximal ist. Nach dem Verkehrswert der H. werden die Leitungsbündel und Wählergruppen bemessen. Im einzelnen unterscheidet man zwei Definitionen der H. Nach der Empfehlung des → CCITT bestimmt man zunächst aus den Meßwerten mehrerer Tage einen mittleren Tagesverlauf des Verkehrs. Daraus ermittelt man vier aufeinanderfolgende Viertelstunden, während der der Verkehrswert maximal ist. Nach der sogenannten deutschen Definition bestimmt man die H. für jeden einzelnen Tag, an dem gemessen wurde, indem man den Zeitabschnitt von vier aufeinanderfolgenden Viertelstunden ermittelt, für den der Verkehrswert maximal ist. Dann bildet man den Mittelwert der Verkehrswerte, die in den H. der einzelnen Tage gemessen wurden. Das gibt einen Verkehrswert, der etwa 5 bis 8% größer ist als der nach der Definition des CCITT. Er kann keiner bestimmten Zeit zugeordnet werden, weil die H. jeden Tag zu einer etwas anderen Zeit auftritt. Dagegen hat die H. nach der Definition des CCITT eine zeitlich definierte Lage. Untersuchungen zeigen, daß der Verkehrswert nach der Definition des CCITT dem statistischen Erwartungswert näher kommt als der Verkehrswert nach der sogenannten deutschen Definition. Die Auswertung der Meßergebnisse nach der Definition des CCITT ist jedoch aufwendiger.

Literatur: Bretschneider, G.: Die Hauptverkehrsstunde in Fernsprechanlagen. Nachrichtentechn. Zeitschrift 12 (1959) S. 205 bis 209. Böttger, R.: Praktische Auswirkungen der statistischen Definition der Hauptverkehrsstunde auf die Planung und Überwachung von Fernsprechanlagen. Nachrichtentechn. Zeitschrift 12 (1959) S. 228 bis 232.

Hauptverteiler → Ortsnetzaufbau.

Hauptzusammenstellung der Fernsprecheinnahmen → Restschuld.

Hausanschluß in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Bei mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen sind im Rahmen der Regelausstattung H. für die Abfragestellen der → Hauptstelle vorgesehen, und zwar ein H. für die Abfragestelle einer mittleren und je ein H. für jeden Arbeitsplatz der Abfragestelle einer großen Wähl-Nebenstellenanlage. H. gestatten über die Innenverbindungswege den doppelt gerichteten Verkehr zwischen der Abfragestelle und den Nebenstellen. Zahlenmäßig rechnet die H. als Nebenstelle, wenn durch sie die Zahl der anschaltbaren Nebenstellen beeinflußt wird. Bei großen Wähl-Nebenstellenanlagen mit mehreren Arbeitsplätzen dürfen die H. zu einem Sammelanschluß zusammengefaßt werden. H. nicht dienstbereiter Plätze können als besetzt gekennzeichnet werden.

Hausbockkäfer (= Hylotrupes bajulus). Volksmund: Hausbock, Holzbock, Holzwurm; gehört zur Familie der → Bockkäfer (Cerambycidae). Im Larvenstadium ist der H. neben dem → Mulmbockkäfer der bedeutendste tierische Holzzerstörer an Fernmeldemasten. Aussehen: Körperform lang (Weibchen 7-22 mm, Männchen maximal 17 mm), schmal, flach; am Kopf fadenförmige Fühler von etwa halber Körperlänge. Der weißlich behaarte Brustschild trägt zwei charakteristische, glänzend schwarze, unbehaarte Höcker. Auf den Flügeldecken befinden sich zwei meist nicht stark ausgeprägte Querstreifen aus feinen, gelblich-weißen Borsten. Hinterleib der Weibchen zugespitzt, bei Männchen abgerundet. Farbe des Käfers: tiefschwarz bis schwarzbraun. Lebensdauer: 2-4 Wochen. Entwicklung: Das Weibchen deponiert charakteristische Eigelege mit teleskopartig ausfahrbarer Legeröhre in Holzrisse (Eier glasig weiß, 2 mm lang, walzenförmig, an den Enden zugespitzt, mehr als 100 Stck/Gelege). Ausschlüpfende Larven fressen sich unter mehrmaligem Häuten in tiefere Splintholzschichten. Die Holzoberfläche bleibt unversehrt nur wenige Millimeter dick erhalten. Die Bohrgänge im Innern weisen an den Wandungen charakteristische, wellenartige Fraßmuster auf. Die Gänge sind mit feinem Bohrmehl und walzenförmigen Kotteilchen verstopft. Larvenform walzenförmig, Farbe: gelblich-weiß, Beißwerkzeuge (Mandibeln) am Kopf schwarzbraun; deutlich erkennbare Körperringe; Größe in ausgewachsenem Zustand: ca. 3 cm lang Durchmesser am Kopf 5 mm, am hinteren Ende 3-4 mm. Die Dauer des Larvenzustandes ist abhängig von der Nährstoffversorgung (Eiweißstoffe), Temperatur und Holzfeuchtigkeit: 3-12 Jahre; Larve verpuppt sich; nach Puppenruhe (3-4 Wochen) Ausschlüpfen des fertigen Käfers durch die Holzoberfläche über ein ovales Flugloch (5-10 mm lang, 3-5 mm breit). Das

Flugloch an Masten befindet sich in der Regel oberhalb 1-2 m über der Erdgleiche. Befallene Fernmeldemasten werden grundsätzlich ausgewechselt.

Literatur: F. Kollmann, Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1957 — E. König, Tierische und pflanzliche Holzschädlinge, Stuttgart, Holzzentralblatt-Verlags GmbH 1957 — H. Schmidt, Tierische Schädlinge im Bau- und Werkholz, P. Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 1962. *Wefers*

Hausfäule. Gruppe von Pilzen, die vorwiegend in Gebäuden als Holzzerstörer auftreten im Gegensatz zu → Stammfäule und → Lagerfäule. Zur H. zählen: → Hausschwamm, → Porenhausschwamm, → Keller- oder Warzenschwamm.

Haushalts- und Kassenbestimmungen für das BPM (HKB) → Mittelbewirtschaftung.

Haushaltsmittel → Mittelbewirtschaftung.

Haushaltsplan (des Bundes) → Reichshaushaltsordnung.

Haushaltsreste. Der Begriff der H. ist in den → Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) festgelegt. H. können Einnahme- oder Ausgabereste sein. In der Haushaltspraxis kommt vor allem den Ausgaberesten eine besondere Bedeutung zu. Ausgabereste sind nach der in § 2 der RWB gegebenen Definition Beträge, um die — bei übertragbaren Ausgabemitteln — die tatsächlichen Haushaltsausgaben eines Rechnungsjahres (Rj.) hinter den im Haushaltsplan (das ist bei der DBP der Voranschlag) ausgebrachten Beträgen einschließlich aus dem abgelaufenen Rj. übertragener Ausgabereste oder abzüglich der Haushaltsvorgriffe (s. RWB, § 2, Ziff. 23) zurückgeblieben sind.

Nach § 30 Posthaushaltsbestimmungen (PHB) bleiben Ausgabereste, das sind die bei einer Zweckbestimmung des Voranschlags bewilligten und ausdrücklich als übertragbar bezeichneten Mittel, die also bis zum Schluß des Rj. nicht verwendet worden sind, solange der Zweck andauert, über dieses Rj. hinaus zur Verfügung. Dies gilt bei Anlageausgaben nur bis zum Rechnungsschluß für das auf die Schlußbewilligung folgende 3. Rj.

Die Verausgabung der Ausgabereste ist nach § 30 (2) PHB an die vorherige Genehmigung durch den Bundespostminister gebunden.

Sind bei einer übertragbaren Ausgabebewilligung Mehrausgaben, also Haushaltsüberschreitungen, entstanden, so sind sie als Vorgriffe zu behandeln und demgemäß aus der nächsten Bewilligung für den gleichen Zweck vorweg zu decken, sofern der Voranschlag ausnahmsweise nichts anderes bestimmt (§ 30 (3) PHB).

Eine gesonderte Verwaltung der aus einem abgelaufenen Rj. verbliebenen und übertragenen Einnahme- und Ausgabereste findet nicht statt (§ 68 (1) PHB).

Literatur: PHB. — RWB. — Dr. F. K. Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis —, Kommentar zur Haushaltsordnung (RHO), 2. Aufl., 1959, Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt am Main. *Clement*

Haushalts- und Wirtschaftsführung bei den OPDn → Mittelbewirtschaftung.

Hausrohrpost. Die H. soll als schnelles innerbetriebliches Fördermittel Transportzeit verringern und Personalkosten durch den Wegfall von Boten einsparen. Das ist besonders dann möglich, wenn die an das Rohrpostnetz anzuschließenden Stellen weit auseinander liegen. Transportbüchsen (→ Rohrpostsysteme) nehmen das Fördergut auf und werden durch strömende Luft mit einer Geschwindigkeit von 6 bis 8 m/s durch die den Transportweg bildenden Fahrrohre bewegt. Zur Erzeugung und Aufrechterhaltung der Luftströmung ist ein Druckgefälle von einem Rohrende zum anderen erforderlich. Seine Größe hängt ab von der Windgeschwindigkeit, der Rohrlänge, dem Rohrdurchmesser, dem spezifischen Gewicht und der Zähigkeit der Luft, während die Wandrauhigkeit bei Rohrpostrohren vernachlässigt werden kann. Als Überschlagswert kann für eine Windgeschwindigkeit von etwa 9 m/s mit folgenden Winddruckwerten für gerades Rohr gerechnet werden:

Nennweite 100 mm = 1 mm WS/m,
Nennweite 75 mm = 1,5 mm WS/m,
Nennweite 55 mm = 2 mm WS/m.

Zur Überwindung der Reibung der Transportbüchse im Rohr sowie zur Erzeugung der kinetischen Energie bei Aufwärtsfahrt ist eine Kraft notwendig. Sie ergibt sich aus der Differenz des Luftdrucks vor und hinter der Büchse und dem Büchsenquerschnitt. Diese Druckdifferenz wird als Transportdruck bezeichnet. Seine Größe liegt im Normalfall etwa zwischen 50 und 300 mm WS je Büchse.

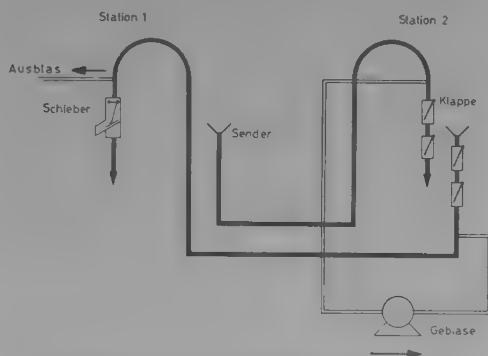
Die Druckdifferenz an einer Büchse erzeugt in dem Spalt zwischen Büchse und Rohr eine Luftströmung, durch die die Büchsengeschwindigkeit um einen geringen Betrag, den Schlupf, kleiner bleibt als die Windgeschwindigkeit. Die Größe des Schlupfes beträgt bei gut dichtenden Büchsen etwa 1 bis 2 m/s, kann aber auf etwa 8 bis 10 m/s ansteigen, wenn schwere Büchsen mit schlechter Dichtung in Aufwärtslinien fahren. Die Luftströmung wird durch ein Gebläse erzeugt, das die Luft entweder aus dem Fahrrohrende absaugt (Saugluftbetrieb) oder in den Fahrrohranfang hineindrückt (Druckluftbetrieb). Bei Anlagen mit mehreren Fahrrohren können auch beide Verfahren gemischt angewendet werden. Allgemein wird der Saugluftbetrieb bevorzugt, da er folgende Vorteile bietet:

Einfachere Bauelemente, geringeren Leistungsbedarf, geringere Neigung zur Kondenswasserbildung und einfachere Abdichtung der Rohre.

Andererseits liefert die Mitverwendung von Druckluft in Anlagen mit mehreren Fahrrohren die Möglichkeit, mit einem einzigen Gebläse bei geringem Luftrohrbedarf auszukommen. Das Bild zeigt eine Doppelrohranlage in gemischtem Saug-Druckbetrieb, an der das Funktionsprinzip der pneumatischen Förderung erläutert wird.

Beim Einlegen in den Sender der Station 1 wird die Büchse vom Luftstrom erfaßt und bis zum T-Stück der Station 2 transportiert. Die Luft verläßt an dieser Stelle das Fahrrohr und fließt durch ein gesondertes

Luftrohr zum Gebläse. Die Büchse dagegen fährt aufgrund ihrer kinetischen Energie und ihres Gewichts in den strömungslosen Abwärtsstrang weiter und durchfährt dabei eine aus zwei Klappen bestehende Luftschleuse, die eine Rückströmung der Luft verhindert. Die Schleusenkammer ist über einen Nebenluftweg mit dem Fahrrohr verbunden, so daß an der



Funktionsschema einer Doppelrohranlage mit Saug- und Druckluftbetrieb.

oberen Klappe kein Druckgefälle entsteht, die Büchse also an der oberen Klappe nur wenig gebremst wird und noch genügend Energie besitzt, um die unter vollem Druckgefälle stehende zweite Klappe aufzuschlagen. Bei sehr hohen Druckdifferenzen reicht diese Energie trotzdem nicht aus. In solchen Fällen wird während der Büchsendurchfahrt die Kammer über ein Ventil auf das unter der zweiten Klappe liegende Druckpotential umgelüftet, so daß auch die zweite Klappe drucklos durchfahren werden kann. Für kleine Anlagen mit niedrigen Druckdifferenzen genügt unter Umständen auch eine einzige Klappe.

In dem in der Abbildung angeführten Beispiel erfolgt die Rücksendung der Büchse von Station 2 nach Station 1 im Druckluftbetrieb. Die Büchse gelangt über eine Schleuse in den Luftstrom des Fahrrohres. Sie durchfährt diese Schleuse ebenso wie vorher am Saugluftempfänger aus einem Bereich niederen in einen Bereich höheren absoluten Druckes. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß im ersten Fall der atmosphärische Druck unterhalb, im zweiten Fall oberhalb der Schleuse liegt. Somit kann das gleiche Schleusenprinzip wie im Saugluftbetrieb verwendet werden. Die Ausfahrt der Büchse aus dem Empfänger der Station 1 ist funktionsmäßig ohne Trennung des Luftstromes von der Büchse möglich. In der Praxis ist der ständige Luftstrom aus dem Empfänger lästig. Er muß daher abgeriegelt werden. Eine einfache Klappe kann diese Aufgabe nicht erfüllen, da hier die Büchse aus dem Bereich höheren Druckes in einen solchen mit niederem Druck fahren muß. Die Klappe würde vom Überdruck geöffnet werden, besonders dann, wenn der Druck oben durch angeschlossene lange Rohre groß ist. An solchen Stellen werden daher Dichtungselemente eingesetzt, die durch den Überdruck von oben zugedrückt und von der Büchse über besondere Betätigungsglieder aufgeschlagen werden. Nach der Art des Fahrrohrnetzes unterscheidet man zwischen → Rohrpostdirektsystemen und → Rohrpostweichensystemen.

Literatur: S. Heinze, Rohrpostanlagen, ihre Technik, Anwendung und Wartung. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 40, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1956 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1962.

Gänsler

Hausschwamm (Merulius domesticus [Falck]) befällt vorwiegend Nadelholz. Befall erkennbar am Fruchtkörper; sie liegen der äußeren Holzoberfläche flach an, teilweise dick-fleischig, innen rostrot mit Falten, Rand weiß. Das neu gebildete Mycel ist watteartig weiß mit gelben und violetten Flecken. Das ältere Mycel wird grau. Graubraune, alte, trockene Mycelstränge sind spröde, brüchig. Typisch an frischen Fruchtkörpern: Wassertropfen auf der Oberfläche. Optimale Lebensbedingungen bei 18 bis 22° C (Wachstum möglich zwischen 3 bis 26° C), ca. 28 bis 30 % Holzfeuchtigkeit (Wachstum ab 20 % Holzfeuchtigkeit). Die Keimfähigkeit der Sporen bleibt jahrelang erhalten. Der H. baut Zellulose ab, daher ruft er sog. Braunfäule bzw. Destruktionsfäule hervor. Das Holz zerfällt würfelförmig mit braunem Aussehen. Die abgebauten trockenen Holzteile lassen sich zwischen den Fingern pulverförmig zerreiben. Vorbeugender Schutz durch rasche Abtrocknung des Holzes. Chemische Schutzmaßnahmen: → Grenzwert der Holzschutzmittel. Bekämpfung: Ausbau befallener zerstörter Teile (Verbrennen), chemischer Schutz des verbleibenden Holzes mit großmöglicher Tiefenwirkung. Versuchspilz gemäß DIN 52176, Blatt 1.

Hautwirkung des elektrischen Stromes → Skineffekt.

Häufigkeitskurve, -polygon, ein Mittel der graphischen Veranschaulichung statistischer Ergebnisse; → statistische Methoden.

HAWAII I, II → Seekabelnetz.

Heaviside, Oliver, geb. 13. 5. 1850 zu London, gest. 4. 2. 1925 zu Torquey, gab der elektrischen Nachrichtentechnik ihre wissenschaftliche Grundlage. Er zog aus der Faraday-Maxwellschen Theorie die Folgerungen auf die praktischen Probleme der Telegrafie. Der Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Leistungen ist seine Theorie der Wellenausbreitung auf langen Kabeln.

Literatur: Tel.- und Fernspr.-Techn. 1925, Nr. 4 und ENT 1925 H. 11, das ganz Heaviside gewidmet ist. Websters Biographical Dictionary. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens. Telecommunication Pioneers.

Heavisidescher Entwicklungssatz → Laplace-Transformation.

Heavisideschicht ist ein nicht mehr gebräuchlicher Ausdruck für → Ionosphäre.

Hebdrehwähler. Wähler, dessen Einstellorgan eine Drehbewegung nicht nur in einer, sondern in mehreren (10) übereinander angeordneten Ebenen ausführen kann (Bild 1). Er besteht aus einem Kontaktsatz mit 3 gleichartigen Kontaktfeldern, von 10 × 10 oder 10 × 11 Kontakten, der 100 dreiadrige



Bild 1. Hebdrehwähler 22.

Leitungen anzuschließen erlaubt, und dem im Schaltwerk zusammengefaßten Antriebs- und Einstellorgan. Die Schaltarme werden bei der Einstellung des Wählers zunächst außerhalb der Kontaktfelder in die Höhe der einzustellenden Kontaktreihe (Höhenschritt, Dekade) gehoben und anschließend auf den gewünschten Kontakt (Drehschritt) gedreht. Für den Antrieb werden 2 Elektromagnete, Heb- und Drehmagnete, verwendet, deren Anker über Stoßklinken, eine Hebzahnstange und einen Drehschaltzylinder den Schaltarmsatz betätigen. Die Schaltarme bestehen aus 2 Schleiffedern, die die Kontaktlamellen von oben und unten umfassen, um eine gute Kontaktgabe zu erreichen. Die Stromzuführung erfolgt über bewegliche Litzenkabel. Die Schrittgeschwindigkeit der Wähler erreicht 40 Schritte/sec. Zur Rückkehr in die Ruhelage werden bei älteren Bauformen die Schaltarme in der Kontaktreihe zurückgedreht und fallen vor den Kontaktfeldern in die Ausgangsstellung herab. Beim modernen Viereckwähler werden die Schaltarme weitergedreht, fallen hinter den Kontaktfeldern herab und werden unter diesen mit Hilfe einer Rückstellfeder zurückgedreht (Bild 2).

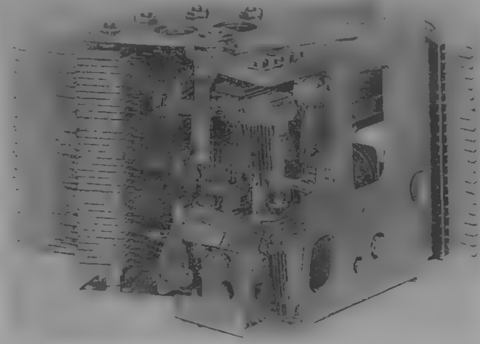


Bild 2. Hebdrehwähler 27.

Während der Einstellung der Schaltarme werden je nach Verwendung des Hebdrehwählers als Gruppen- oder Leitungswähler verschiedene Hilfskontakte für bestimmte schaltungstechnische Aufgaben betätigt: Kopfkontakt, wenn das Einstellglied die Nullstellung verläßt oder in sie zurückkehrt; Wellenkontakt, beim Eindrehen und bei der Rückkehr in die Ruhestellung; Durchdrehkontakt; Drehmagnetkontakt; Hebemagnetkontakt; Dekadenkontakte bestimmter Höhenschritte; Sammelkontakt; Richtungskontakt. *Remer*

Hebdrehwählerschnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Hebegerät für Schachtdeckel → Deckelheber.

Hebelbank → Blockfeld.

Heberschreiber. Von William Thomson, späterem Lord Kelvin, 1867 erfundenes Gerät für Empfang von Telegrafiezeichen im Seekabelbetrieb. Liefert Wellenschrift von Morsezeichen. Wellenzug kann fortlaufend oder unterbrochen sein. Letzteres wird durch eine Vibrationseinrichtung bewirkt, wobei die durch das Heberröhrchen angesaugte Tinte herausgespritzt wird. → HwF 1929.

Heckrolle, -rutsche → Kabelschiff und Seekabellegung und -instandsetzung.

Heilscher Generator → Doppelspaltoszillator.

Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung. Nach Gründung der »Heinrich-Hertz-Gesellschaft« im Jahre 1924 hat Professor Dr. K. W. Wagner,

damals Präsident des Telegraphentechnischen Reichsamtes, im Jahre 1926 eine Denkschrift über Aufgaben und Notwendigkeiten eines Instituts für Schwingungsforschung veröffentlicht. Sie führte zur Gründung der »Studiengesellschaft für Schwingungsforschung« im Jahre 1927 zum Zwecke der Aufbringung von Mitteln für ein solches Institut. Die Tätigkeit des H. begann dann im Jahre 1929 unter der Leitung von Prof. Dr. K. W. Wagner, in enger Verbindung mit der Technischen Hochschule Berlin. Im Jahre 1930 wurde das Institutsgebäude in Berlin-Charlottenburg, Franklinstr. 1, bezogen.

Der Grundgedanke, der zur Gründung des Instituts führte, war, die Erscheinungsformen der Schwingungen in einem weiten Bereich der Technik in den Mittelpunkt der Forschungsarbeit eines Instituts zu stellen. Die gleichen Erscheinungen der Schwingungslehre, z. B. beim Fernsprecher, beim Rundfunk, bei der Lärmbekämpfung, bei mechanischen Erschütterungen, bei Schwingungen in Kurbelwellen sollten einer einheitlichen Betrachtungsweise und einer Forschungsarbeit nach übergeordneten Gesichtspunkten unterworfen werden. Das Institut sollte ein freies Forschungsinstitut und nicht eine Vereinigung von Betriebslaboratorien sein. Es sollte Grundlagenforschung betrieben werden, wie sie weder bei Behörden noch beim Rundfunk oder auch in der Industrie durchführbar war. Die Richtigkeit dieser Konzeption wurde schon in den ersten Jahren des Bestehens durch die Forschungsergebnisse des Instituts bestätigt. Die gleichen Gesichtspunkte gelten unverändert auch heute, wo die in dem Institut als Abteilungen eingerichteten Arbeitsgebiete Akustik, Fernmeldetechnik, Hochfrequenztechnik, Mechanische Schwingungstechnik, Regelungstechnik und Datentechnik gemeinsame Berührungspunkte durch die gleiche mathematische Betrachtungsweise und die Anwendung gleicher Meßverfahren haben, woraus sich eine gegenseitige Förderung der Arbeiten ergibt. Diese Überlegungen sind seinerzeit auch maßgebend dafür gewesen, daß ein selbständiges Institut errichtet wurde, da der interfakultative Charakter der Aufgabenstellung und die Interessen der Beteiligten den Anschluß an nur eine Fakultät innerhalb der Technischen Hochschule ausschlossen. Das Institut ist das einzige seiner Art in der Bundesrepublik.

Im Jahre 1936 mußte der Name »Heinrich-Hertz-Institut« abgelegt werden. Die Studiengesellschaft für Schwingungsforschung und die Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens wurden zur »Förderungsgemeinschaft des Instituts für Schwingungsforschung« vereinigt. 1938 erfolgte die Übernahme des Instituts für Schwingungsforschung durch den Preußischen Staat. 1942 wurde das »Vierjahresplaninstitut für Schwingungsforschung« gegründet in wissenschaftlicher Einheit, aber mit getrennter Wirtschaftsführung. 1945 wurde das Institutsgebäude in der Franklinstraße zerstört. Das Vierjahresplaninstitut wurde aufgelöst. Das Institut für Schwingungsforschung blieb jedoch bestehen. Der Name »Heinrich-Hertz-Institut« wurde wieder angenommen. 1946 ging ein Teil des Instituts zur »Deutschen Akademie der Wissenschaften« (Ostsektor von Berlin) über. Der Rest blieb als »Institut für Schwingungsforschung« bei der Technischen Hochschule, jetzt TU Berlin. Die Leitung hatte Prof. Dr. Leithäuser, der zugleich Notvorstand der Förderungsgemeinschaft war. 1954 wurde das »Institut für Schwingungsforschung« als Institut der TU aufgelöst. Die »Förderungsgemeinschaft des H. e. V.« nahm ihre Tätigkeit wieder auf. Unter Beteiligung des Landes Berlin, der DBP, des Senders Freies Berlin, seit 1968 des Bundesministeriums für Forschung und der interessierten Industrie, unterhält sie ab 1955 das H., das ein reines Forschungsinstitut in enger sachlicher und örtlicher Verbindung zur TU Berlin ist.

Die fachliche Verbindung besteht insbesondere dadurch, daß die Abteilungsleiter der Institute gleichzeitig dem Lehrkörper der TU angehören. Zur Zeit sind es die Ordinarien der entsprechenden Fachgebiete. Einer der Abteilungsleiter wird turnusgemäß zum Institutsdirektor gewählt.

Das H. war bis zum 1. Februar 1968 unzulänglich in Räumen der TU Berlin untergekommen. Auf Empfehlung des Wissenschaftsrates ist ein 15geschossiges Hochhaus errichtet worden, das am 1. Februar 1968 bezogen werden konnte. Das Hochhaus enthält die Laboratorien, Werkstätten, Verwaltungsräume und die Bibliothek des Instituts. Mit ihm sind eine Maschinenhalle und ein besonderes Hörsaalgebäude verbunden. Einen Teil des Gebäudes hat der Lehrstuhl für Regelungstechnik und Informationsverarbeitung der TU bezogen. *O. Kirchner*

Heisingmodulation, Amplitudenmodulationsverfahren für Funksender, bei dem der gemeinsame Anodengleichstrom für den Senderendverstärker und die Endstufe des Modulationsverstärkers über eine für den Bereich der Modulationsfrequenzen geeignete Induktionsspule hoher Impedanz zugeführt wird, so daß an dieser modulationsfrequente Schwankungen entstehen, die eine Amplitudenmodulation an der Anode der Senderendstufe bewirken.

Heißläufererkennungsgerät. Mit einem H. kann die Temperatur der Lagerschalen fahrender Züge bei Geschwindigkeiten bis zu 140 km/h mit einer Genauigkeit von $\pm$ 2°C ermittelt werden. Gemessen wird die Ultrarotstrahlung der Lagerschalen. Erkennt ein H. ein zu heißes Lager, so setzt es eine Zähleinrichtung in Gang, die die restlichen Achsen des Zuges abzählt und an die nächste Betriebsstelle meldet, damit der Wagen mit der heißen Achse ausgesetzt werden kann.

Literatur: Eisenbahntechnische Rundschau, Röhrig Verlag, Darmstadt, Sonderheft Rangiertechnik 1967.

Heißleiter. H. — auch Thermistoren genannt — sind Halbleiter, deren Leitfähigkeit mit steigender Temperatur zunimmt. Sie leiten also den elektrischen Strom im heißen Zustand besser als im kalten. Als Materialien verwendet man Kupferoxyd, Urandioxyd und Magnesium-Titan-Spinell. Durch Mischen mit anderen Oxiden und Zusätze von Fremdstoffen kann man Heißleiter mit Kaltwiderständen von 0,1 Ohm

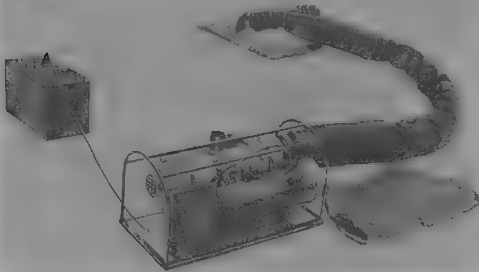
bis $10^7\,\Omega$ und Warmwiderstände, die $^1/_{15}$ bis $^1/_{2000}$ des Kaltwiderstandes betragen, herstellen.

Anwendungen: Als fremderwärmte Heißleiter für Meß- und Regelaufgaben. Die durch den Meßstrom im Heißleiter umgesetzte Wärme wird dabei vernachlässigbar klein gehalten. Eigenerwärmte Heißleiter (hierbei erwärmt sich der Heißleiter durch die in ihm umgesetzte elektrische Leistung) dienen zur Strom- und Spannungskonstanthaltung.

Literatur: Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 2, Springer-Verlag, 1966.

Heißluft-Auftaugerät in tragbarer Ausführung dient zum Abtauen festgefrorener Kabelschachtdeckel.

Die Beheizung der Luft erfolgt mit Dieselöl, ohne daß die zu heizende Luft mit offenem Feuer (Feuerraum) in Verbindung kommt (Explosionssicherheit). Ein Gebläse befördert die heiße Luft (Austrittstemperatur ca. 150° C) durch einen wärmeisolierenden Schlauch von ca. 3 m Länge in die ebenfalls wärmeisolierende Wärmhaube auf dem Schachtdeckel. Der Antrieb des Gebläses erfolgt durch einen 12-Volt-Gleichstrom-Motor. Eine 12-Volt-Batterie mit Aufbewahrungskasten gehört zum Gerät. Mit einem dazugehörigen kleinen Aufladegerät — an jede 220-Volt-Steckdose (Wechselstrom) anschließbar — kann die Batterie über Nacht wieder aufgeladen werden.



Das Gerät kann auch zum Erwärmen von Kabeln auf eingeschalten Kabeltrommeln bei Verlegearbeiten im Winter eingesetzt werden. Hierzu wird nach Lösen eines Schalbrettes der Schlauch des Heißlufterzeugers eingeführt und auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls ein Schalbrett entfernt, wo die Luft wieder ausströmen kann.

Auch Kabel auf nicht verschalten Trommeln können erwärmt werden, indem eine wärmeisolierende Plane über die Trommel gelegt und der Heißluftschlauch eingeführt wird. *Stegmann*

Heißlufttrockengerät. Die H. wurden ursprünglich als Preßluft-Trockengeräte — d. h. ohne Beheizung — nur zum Abblasen des Staubes und zum Trocknen der Endverschluß-(EVs-)Platten in Linienverzweiger (LVz) und Kabelverzweiger (KVz) eingesetzt. Nach der Weiterentwicklung mit zusätzlicher Erwärmung der Luft durch einen Propanbrenner werden sie hauptsächlich zum Beseitigen von Feuchtigkeit aus Kabeln gebraucht. Die Preßluft wird Flaschen entnommen, die auch für das Schachtentgasungsgerät für Preßluftbetrieb benutzt werden (→ Kabelkanal unter 14.).

Heizband für elektrische Polyäthylen-(PE-)Muffen-Schweißung besteht aus lackisoliertem Kupferdraht, der mäanderförmig zwischen PE-Folienstreifen gelegt ist (s. Bild).



Heizband für PE-Muffenschweißung.

Außer dem bereits in dem Muffenteil fabrikmäßig angebrachten H. wird es in Rollen geliefert und zu folgenden Arbeitsgängen benötigt: Eintempern in Muffenstutzen, Spiegelschweißung bei Längsteilung von Muffenköpfen und für Reparaturarbeiten (→ Schweißsteuergerät, → Übergangsrohr).

Heizmaß von Elektronenröhren → Glühkathode.

Heizöl → Mineralöl.

Helium, He, Atomgewicht 4,003, Fp −270,7° C, Kp −268,94° C ist ein Edelgas ohne Farbe, Geruch oder Geschmack. Die atmosphärische Luft enthält in den unteren Schichten nur etwa 4,6 cm³ je m³. H. wird in USA aus natürlichem Erdgas durch Verflüssigung der leichter kondensierbaren Bestandteile und wiederholte Fraktionierung gewonnen. Kühlungsmittel für Maser, Supraleitungen, Molekularverstärker. Spurenweise auch in Gasentladungsröhren, → Laser (Gas—Helium—Neon).

Helixantenne → Wendelantenne.

Helligkeit → Fernsehen 3.

Hellschreiber bei der DB. Bahndienstfernschreiben sind vorwiegend von den leitenden Stellen (Direktionen, Ämter) an die Außenstellen gerichtet. Ein großer Teil der Fernschreiben ist im gleichen Wortlaut an alle Bahnhöfe einer Strecke zu übermitteln. Hierfür wird eine Bezirks- oder Gesellschaftsleitung verwendet. Alle genannten Bedingungen können mit dem H. erfüllt werden. Die DB verwendet den H. in einer start-stop-Schaltung und rüstet kleine und mittlere Bahnhöfe stark befahrener Strecken mit Hellempfängern aus. Bahndienstfernschreiben werden

nach den großen Bahnhöfen über das Selbstwählfernschreibnetz befördert, dort auf Lochstreifen aufgenommen und von Hellgebern mit Lochstreifenzusätzen an die Hellempfänger der kleinen Bahnhöfe weitergeleitet. Für die Übermittlung nach den Hellempfängern stehen entweder besondere Verbindungswege zur Verfügung, oder es werden Fernsprechverbindungen für die Übermittlungszeit des Fernschreibens benutzt. Besondere Hellvermittlungspulte gestatten die gleichzeitige Durchgabe eines Fernschreibens an bis zu 5 angeschlossene Verbindungswege.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1954.

v. Helmholtz, Hermann, Ludwig, Ferdinand, geb. 31. 8. 1821 zu Potsdam, gest. 8. 9. 1894 zu Charlottenburg. 1842 Mediziner, wandelte sich zum Physiologen und zum Physiker. Unabhängig von Robert Mayer kam er auf das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Durch ihn gelangte die Faraday- und Maxwellsche Nahewirkungstheorie der Elektrizität in Deutschland zur Anerkennung. Entdecker der H.schen Wirbelsätze (Hydrodynamik). Erfinder des Helmholtzschen Augenspiegels.

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 51 S. 461, 1906. München und Leipzig von 1875 ab: Duncker und Humblot. Z. V. d. I. Bd. 38, S. 1166. 1894. Berlin: V. d. I.-Verlag. K. Siebert.: Dreihundert berühmte Deutsche, S. 262. Stuttgart: Greiner und Pfeiffer. Wilhelm Ostwald: Die Entwicklung der Elektrochemie, S. 127ff. Leipzig: Joh. Ambrosius Barth 1910. Poggendorff. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens.

Helmholtzscher Satz. Satz von der Ersatzstromquelle oder Satz von der Zweipolquelle zur Berechnung der Stromverteilung in linearen Netzwerken, 1853 von H. v. Helmholtz, später erneut von L. Ch. Thévenin aufgestellt. Der H. besagt, daß der Strom I_n in einem Zweig *a-b* eines linearen Netzwerks mit beliebig vielen speisenden Spannungsquellen so berechnet werden kann, daß man den Netzzweig *a-b* vom Widerstand R_n aus dem Netzwerk herauslöst und das verbleibende Netzwerk mit $R_n \to \infty$ als Ersatzstromquelle der EMK E_i mit dem inneren Widerstand R_i betrachtet. Hierbei ist $E_i = U_{ab}$ die Spannung zwischen den Punkten *a-b* des betrachteten Netzzweiges mit $R_n \to \infty$ und R_i der resultierende Widerstand des Netzwerks zwischen den freien Klemmen *a-b*, wobei die Spannungen aller Spannungsquellen im Netzwerk Null gesetzt werden. R_i findet man auch aus $R_i = E_i/I_k$, wo I_k der den kurzgeschlossenen Zweig *a-b* durchfließende Kurzschlußstrom ist.

Literatur: K. Küpfmüller, Einf. i. d. Theoret. Elektrotechnik, 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965. A. von Weiss, Allgemeine Elektrotechnik, 4. Aufl. Prien 1966.

Hemmgrad. Zahl der Hemmungen bezogen auf die versuchten Anrufe. Der H. eines Netzes, einer Vermittlungsanlage oder eines Leitungsabschnittes ist abhängig von dem Verkehrsangebot und der Bemessung der Schaltglieder oder Leitungen. Berechnung des H. → Gütemerkmale.

Hemmung. Hinderung beim Herstellen einer Verbindung durch → Gassenbesetzt.

Henry, Joseph, geb. 17. 12. 1797 zu Albany (New York), gest. 13. 5. 1878 zu Washington. Ursprünglich Mathematiker, begann 1827 mit der Untersuchung der elektromagnetischen Erscheinungen (s. Oersted) und wies 1831, also vor Morse, die Möglichkeit elektromagnetischer Nachrichtenübermittlung nach. Nach ihm ist das Maß der Induktivität genannt.

Literatur: Kemster B. Miller: American Telephone Practice. S. 1ff. New York: Mc Graw Publishing Company 1905; A memorial of Joseph Henry, Washington 1880. Websters Biographical Dictionary.

Henry ist der Name für die SI-Einheit der Selbstinduktivität und der Gegeninduktivität, Kurzzeichen H. Es ist 1 H = 1 Vs/A.

Heptode → Mehrgitterröhre.

Herstellen von Teilnehmereinrichtungen. Begriff der Fernmeldebenutzungsverordnungen. »Herstellen« bzw. »Herstellung« von → Teilnehmereinrichtungen bedeutet das Erstellen neuer Teilnehmereinrichtungen auf Antrag des Teilnehmers. Die Herstellung einer neuen Teilnehmereinrichtung ist mit der Übergabe der betriebsfähigen Einrichtung an den Teilnehmer abgeschlossen. Synonyme für »Herstellen« bzw. »Herstellung« sind: Einrichten — Einrichtung; Anbringen — Anbringung (z. B. in Zusammenhang mit → Zusatzeinrichtungen); Aufbau (z. B. in Zusammenhang mit Vermittlungseinrichtungen).

Herstellung von pn-Übergängen. Ein → pn-Übergang wird dadurch hergestellt, daß in einem einkristallinen Halbleiterkörper durch unterschiedliche Dotierung zwei aneinandergrenzende Zonen von entgegengesetztem Leitungstyp (p- und n-Leitung) erzeugt werden.

Unter Dotierung von Halbleiterkristallen versteht man den Einbau von Fremdatomen (atomare Störstellen) in das Gitter (Wirtsgitter) des Halbleiters, welche als Donatoren bzw. als Akzeptoren wirken, d. h. Elektronenleitung (n-Leitung) bzw. Löcherleitung (p-Leitung) erzeugen (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern). In den für Halbleiterbauelemente am häufigsten verwendeten Halbleitern Silizium und Germanium, welche zur IV. Gruppe des periodischen Systems gehören, haben Elemente der V. Gruppe Donator- und Elemente der III. Gruppe Akzeptor-Eigenschaft. Die H. von pn-Übergängen kann entweder zugleich mit der Kristallherstellung (gezogene und epitaktisch hergestellte pn-Übergänge) oder nachträglich erfolgen (Legierungs- und Diffusionsverfahren).

Donatoren und Akzeptoren heben sich, da die einen Elektronen abgeben und die anderen Elektronen binden, in ihrer Wirkung gegenseitig auf, so daß nur der Überschuß der einen über die andere Art von Störstellen, die sog. Netto-Störstellenkonzentration, freie Ladungsträger liefert und somit Leitungstyp und Leitfähigkeit bestimmt (→ pn-Übergang, Abschn. 5). Die H. eines pn-Übergangs erfolgt bei den hier beschriebenen Verfahren, außer bei dem der epitaktischen H., stets durch Umdotieren einer Zone des Halbleiters, d. h., in dieser Zone wird die bereits

vorhandene Störstoffkonzentration (Donatoren bzw. Akzeptoren) durch die in höherer Konzentration hinzukommenden Fremdatome (Akzeptoren bzw. Donatoren) überkompensiert (meist etwa um einen Faktor 10^2 bis 10^3).

1. Gezogene pn-Übergänge. Bei dieser Methode werden die pn-Übergänge bereits während der Herstellung des Kristalls erzeugt. Der Kristall wird dabei nach dem Ziehverfahren von Czochralski aus der Schmelze gezogen. Diese ist zunächst so schwach dotiert, daß ein hochohmiges Kristallstück des einen Leitungstyps entsteht. Wird nun während des Kristallziehens in einem bestimmten Augenblick der Schmelze ein in entgegengesetzter Weise dotierender Störstoff in solcher Menge zugesetzt, daß die zuvor vorhandene Störstoffkonzentration überkompensiert wird, so ist der anschließend wachsende Kristallteil von entgegengesetztem Leitungstyp. Es entsteht somit ein pn-Übergang. Soll im gleichen Kristall noch ein zweiter pn-Übergang hergestellt werden, etwa dicht auf den ersten folgend, wie dies zur Herstellung einer schmalen Basiszone bei Transistoren erforderlich ist (gezogene Transistoren), so muß durch noch stärkere Dotierung (jetzt wieder vom Typ derjenigen der zuerst gewachsenen Kristallzone) wiederum ein Wechsel des Leitungstyps hervorgerufen werden. Durch die zweimalige Umdotierung entsteht eine Folge von drei Schichten mit zunehmender Störstellenkonzentration, d. h. mit steigender Leitfähigkeit.

Das Verfahren wurde zur Herstellung der ersten Dioden und Transistoren angewandt, heute ist es kaum noch von praktischer Bedeutung.

2. Epitaktische H. von pn-Übergängen. Durch Beimischen eines gasförmigen Dotierungsstoffes zu dem für die Herstellung von Epitaxie-Schichten benötigten Gasstrom (→ Epitaxie) können solche Schichten mit gewünschter Dotierung erhalten werden. Epitaktisch werden pn-Übergänge meist dadurch hergestellt, daß auf einem Mutterkristall eine Epitaxie-Schicht von entgegengesetzter Dotierung aufgebracht wird (z. B. eine schwach dotierte, d. h. hochohmige, n-leitende Epitaxieschicht auf einem p-leitenden Mutterkristall hoher Dotierung, eine zur Herstellung integrierter Halbleiter-Schaltkreise häufig benötigte Anordnung).

3. Legierungsverfahren zur H. von pn-Übergängen. Zur H. eines legierten pn-Übergangs wird auf ein einkristallines Halbleiterplättchen Material, das in geeigneter Weise eine Legierung mit dem Halbleiter bildet und außerdem als Dotierungsstoff dienen kann, in Form einer kleinen Scheibe, einer Folie oder einer Aufdampfschicht aufgebracht und einlegiert.

In einem Germaniumkristall kann auf folgende Weise ein pn-Übergang hergestellt werden: Auf ein n-leitendes hochohmiges Germaniumplättchen wird eine kleine Scheibe aus Indium gebracht (Bild 1a), die Temperatur nun in der Weise erhöht, daß das Indium zunächst flüssig wird ($T > 156°C$, Bild 1b), Benetzung stattfindet (Bild 1c) und schließlich das flüssige Indium eine gewisse Menge Germanium auflöst, soviel, bis die bei der gewählten Temperatur von etwa 450° C stabile Germanium-Konzentration im Indium erreicht ist (Bild 1d). Bei der nachfolgenden Abkühlung scheidet sich gelöstes Germanium am Germaniumkristall wieder einkristallin ab (Bild 1e). Die sich bildende Rekristallisationsschicht enthält jedoch eine gewisse Menge Indium und ist dadurch p-leitend (Umdotierung des ursprünglichen n-leitenden Kristalls). Auf diese Weise entsteht ein ziemlich abrupter, unsymmetrischer → pn-Übergang

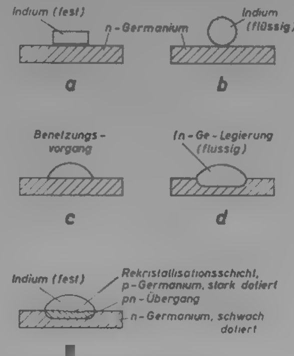


Bild 1. Herstellung eines pn-Übergangs in Germanium durch Einlegieren von Indium.

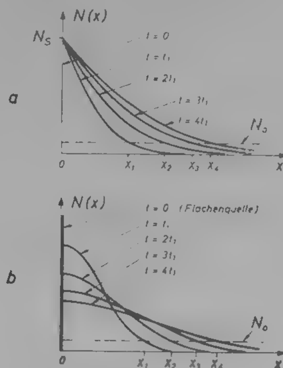
(starke Dotierung des p-leitenden, schwache Dotierung des n-leitenden Gebiets; steiler Abfall der Indium-, d. h. der Akzeptoren-Konzentration an der Stelle, bis zu welcher die Legierungsfront vorgedrungen war). Nach der beschriebenen Methode werden z. B. → Legierungstransistoren aus Germanium (pnp-Typ) hergestellt (»Emitter- und Kollektorpille«, Germaniumplättchen und Basisblech werden in einer Legierungsform aneinandergedrückt und in reduzierender Atmosphäre im Durchlaufofen gemeinsam zusammenlegiert). Silizium-Legierungstransistoren werden z. B. durch Einlegieren von Antimon enthaltenden Goldfolien in p-leitende Siliziumplättchen hergestellt (Transistoren vom npn-Typ).

Zur Herstellung der Emitter von Germanium-Mesatransistoren (→ Hochfrequenztransistoren) wird eine Aluminiumschicht von etwa 1000 Å Dicke aufgedampft und in die zuvor durch Störstellendiffusion (s. Abschn. 4) gebildete n-Schicht einlegiert. Auf diese Weise entsteht ein pnp-Transistor mit einer Basisdicke von etwa 1 µm.

4. Diffusionsverfahren zur H. von pn-Übergängen. Bei diesem heute wichtigsten Dotierungsverfahren werden die pn-Übergänge erzeugt, indem man die Störatome bei erhöhter Temperatur (etwa 100 bis 200° C unterhalb des Schmelzpunktes) in den festen Halbleiterkristall eindiffundieren läßt. Unter Diffusion (in festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern) versteht man das durch die Wärmebewegung verursachte Wandern von Teilchen in Richtung ihres Konzentrationsgefälles.

Die Diffusion kann entweder in einem evakuierten Raum, z. B. in einer Quarzampulle, in die zuvor der

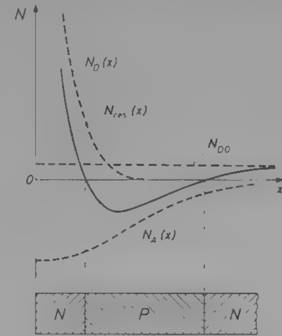
zu dotierende Halbleiter und ein geeigneter Dotierungsstoff gebracht wurden, oder, wie es meist geschieht, in einer Gasatmosphäre ausgeführt werden. Hierbei befinden sich die Halbleiterkristalle innerhalb eines Quarzrohres in einem elektrisch geheizten Rohrofen. Das Quarzrohr wird von einem chemisch inaktiven Trägergas durchströmt, dem eine gasförmige Verbindung des dotierenden Elementes, sowie im Falle der Diffusion in Silizium auch Sauerstoff (zur gleichzeitigen Bildung einer SiO_2-Schicht, → Planartechnik) beigemischt ist, während bei Germanium die Diffusion stets in nichtoxidierender Atmosphäre erfolgt. Je nach den Randbedingungen beim Diffusionsprozeß erhält man verschiedene Profile der Störstellenkonzentration. Die beiden wichtigsten Fälle sind in Bild 2a und 2b dargestellt. Ein Profil nach Bild 2a entsteht, wenn während des ganzen Diffusionsvorganges die Störstellenkonzentration N_s an der Kristalloberfläche durch ständiges Nachliefern von Störatomen aus der Gasphase konstant gehalten wird. Dadurch entsteht eine starke Dotierung, und zwar eine hohe Störstellenkonzentration an der Kristalloberfläche ($x = 0$), die relativ steil in das Innere des Kristalls hinein (x-Richtung) abfällt. Konzentrationsprofile der in Bild 2b angegebenen Form entstehen dadurch, daß zunächst bei etwas niedrigerer Temperatur eine sog. Vorbelegung und anschließend bei höherer Temperatur die eigentliche Eindiffusion durchgeführt wird. Die Vorbelegung wird bei einer Temperatur (bei Si zw. 900 u. 1000° C) durchgeführt, bei welcher die Diffusionskonstante, die sehr stark temperaturabhängig ist, noch sehr klein, die Löslichkeit des Störstoffes im Halbleiter jedoch groß ist. Dadurch entsteht zunächst ein Profil gemäß Bild 2a mit hoher



$N(x)$ ist die Konzentration der Donatoren bzw. Akzeptoren als Funktion des Ortes ($x = 0$ entspricht der Kristalloberfläche). N_0 ist die vor der Diffusion schon im Kristall vorhandene örtlich konstante Akzeptoren- bzw. Donatoren-Konzentration. An der Stelle, wo die Konzentrationen der in entgegengesetzter Weise dotierenden Störstellen gerade gleich groß sind, erfolgt der pn-Übergang. Entsprechend den Diffusionsdauern t^1, t^2 ... bestimmt x^1, x^2 ... die Lage des pn-Übergangs. N_S (im Teilbild a) ist die Oberflächenkonzentration, welche bei genügender Nachlieferung der Fremdatome gleich deren Oberflächenlöslichkeit im Halbleiter ist.

Bild 2. Eindiffusion von Störatomen in einen Halbleiterkristall. Änderung des Konzentrationsprofils und der Lage des pn-Übergangs mit der Diffusionsdauer.

Oberflächenkonzentration, aber sehr geringer Eindringtiefe (1 bis einige $^1/_{10}$ μm). Dieses kann hinsichtlich der anschließenden Eindiffusion, welche bei höherer Temperatur (bei Si etwa zwischen 1100 und 1250° C) und ohne Nachlieferung von weiterem Dotierungsstoff durchgeführt wird, näherungsweise als eine Flächenquelle an der Kristalloberfläche betrachtet werden. Mit dieser Randbedingung bei



Die resultierende Störstellenkonzentration ist

$$N_{res}(x) = N_D(x) + N_A(x) + N_{D0},$$

wobei N_{D0} die bereits vor der Diffusion vorhandene homogene Donatoren-Konzentration, $N_A(x)$ und $N_D(x)$ die durch Eindiffusion von Bor (Akzeptoren) und Phosphor (Donatoren) entstehenden Konzentrationsprofile sind.

Bild 3. Verlauf der Störstellenkonzentrationen in einem Planartransistor.

der Eindiffusion nimmt, während sich das Konzentrationsprofil immer weiter in das Innere des Kristalls hineinschiebt, die Konzentration an der Oberfläche ständig ab. Dadurch entstehen flache Konzentrationsprofile, die bereits an der Kristalloberfläche eine relativ niedrige Störstellenkonzentration (weit unterhalb der maximalen Löslichkeit der Fremdatome im Halbleiter) aufweisen.

Der pn-Übergang entsteht durch Umdotieren der Oberflächenschicht des Halbleiters (meist in einer Tiefe von 1 bis einigen μm). Die Stelle, wo die Konzentrationen von Donatoren und Akzeptoren gerade gleich groß sind (s. Bild. 2) und infolgedessen die resultierende Störstellenkonzentration (Netto-Störstellenkonzentration, s. oben, vgl. Bild 3) den Wert Null besitzt, ist die Grenzfläche zwischen p- und n-Dotierung. Wegen des annähernd linearen Verlaufs der resultierenden Störstellenkonzentration in der Nähe der Grenzfläche spricht man von linearen pn-Übergängen.

Durch Ausführung einer Störstellendiffusion gemäß Bild 2a oder 2b werden z. B. Halbleiterdioden und diffundierte Widerstände, durch eine Diffusion nach Bild 2b, die Basiszonen von Transistoren (Transistoren mit diffundierter Basis) hergestellt. Hier ist zu unterscheiden zwischen Transistoren, deren Emitter legiert werden (wie z. B. Germanium-Mesatransistoren, s. Abschn. 3 bzw. → Hochfrequenztransistoren) und doppelt diffundierten Transistoren, bei welchen sowohl Basis als auch Emitter durch

Diffusion gebildet werden. Bei der Emitter-Diffusion werden Störstellenprofile nach Bild 2a erzeugt. Die Ausführung einer Doppeldiffusion oder einer noch größeren Zahl von Diffusionsschritten, welche zur Herstellung der sog. integrierten Halbleiter-Schaltkreise meist erforderlich sind, setzt ein Maskierungsverfahren (→ Planartechnik) voraus, bei welchem die Halbleiteroberfläche partiell mit einer für die Dotierungsstoffe undurchlässigen Schicht abgedeckt wird. Da sich bei Silizium im Gegensatz zu Germanium eine solche Schicht leicht herstellen läßt, ist die Planartechnik bis heute im wesentlichen auf Silizium beschränkt.

Bild 3 zeigt den Verlauf der Störstellenkonzentration in einem Planartransistor. Zu dessen Herstellung (→ Planartechnik) werden in eine schwach *n*-dotierte Siliziumscheibe zunächst Boratome als Akzeptoren über eine Vorbelegung eindiffundiert (Basis-Diffusion), beim nächsten Diffusionsschritt Phosphoratome als Donatoren bei konstanter Nachlieferung des Dotierungsstoffes (Emitter-Diffusion). Es gilt die Regel, daß Akzeptoren in Silizium und Donatoren in Germanium eine höhere Diffusionskonstante besitzen. Dies ist mit ein Grund dafür, daß diffundierte Silizium-Transistoren vorzugsweise mit der Zonenfolge npn und Germanium-Transistoren mit der Zonenfolge pnp hergestellt werden (die gleichen Zonenfolgen werden jedoch auch bei legierten Transistoren aus technologischen Gründen bevorzugt und allgemein führen sie zu günstigeren Transistoreigenschaften). Außerdem ermöglicht die Verschiedenheit der Diffusionskonstanten die Erzeugung einer Störstellenverteilung nach Bild 3 durch gleichzeitige Eindiffusion von Akzeptoren und Donatoren, was gelegentlich ausgenutzt wird.

Die besondere Bedeutung der Diffusionsverfahren besteht darin, daß sie eine der Grundlagen der heute sehr wichtigen → Planartechnik bilden und — über die geeignete Wahl der Parameter beim Diffusionsprozeß (s. oben) — im Gegensatz zum Legierungsverfahren sehr genau beherrscht werden können (Herstellung sehr dünner und gleichmäßiger Schichten eines bestimmten Leitungstyps mit sehr genau einstellbarer Eindringtiefe) und sehr flexible inhomogene Störstellenprofile liefern. Da bei der Dotierung der Wechsel von n- auf p- bzw. p- auf n-Leitung durch Überkompensieren der bereits vorhandenen Störstellenkonzentration entsteht, nimmt die Stärke der Dotierung der Zonen vom Kristallinnern zur Oberfläche ($x = 0$) hin stark zu. Die Möglichkeit, in dieser Reihenfolge Zonen gewünschter Dotierung und inhomogener Störstellenverteilung zu erhalten, führt in Verbindung mit theoretischen Überlegungen u. a. bei Transistoren zu sehr günstigen Störstellenprofilen (→ Hochfrequenztransistoren, → Leistungstransistor, → Planartechnik).

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikalische und technische Grundlagen, Springer-Verlag, 1963 — R. Paul, Transistoren, Physikalische Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — K. Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart, 1964 — W. R. Runyan, Silicon Semiconductor Technology, Texas Instruments Electronics Series, McGraw-Hill Book Company, 1965.

Aulbach

Herstellungswartezeit im handvermittelten Ferndienst ist die Zeitspanne, die der Anmelder nach erfolgter Anmeldung seines Gesprächs warten muß, bis sein Gespräch ausgeführt werden kann. Die H. ist abhängig von der technischen Gestaltung und Ausrüstung der Fernplätze und den vorhandenen Verbindungsmitteln und u. U. noch vom Personalstand der → Vermittlungskräfte. Die Größe der H. ist mit ein Maß für die Betriebsgüte. Beim → Vorwärtsaufbau treten keine nennenswerten H. auf. In der Bundesrepublik Deutschland werden nur etwa 10 v.H. der Gespräche im → Rückwärtsaufbau ausgeführt. Wenn von diesen 10 v.H. noch die Gespräche abgezogen werden, die sich grundsätzlich nicht für den Vorwärtsaufbau eignen (z. B. → XP-Gespräche, → V-Gespräche, bei denen die verlangte Person nicht sofort sprechbereit ist) und außerdem die Gespräche, die ohne Verschulden der DBP nicht im Vorwärtsaufbau ausgeführt werden konnten (z. B. Verlangter ist besetzt oder gibt keine Antwort → Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung im handvermittelten Ferndienst), verbleiben weniger als 1 v.H. Eine Steigerung der Betriebsgüte ist hier nicht mehr möglich. Dem Anmelder werden bei der Anmeldung bereits Hinweise über die H. gegeben. Am Wartestandanzeiger werden solche Verkehrsbeziehungen in Form von Ziffern angezeigt. Die voraussichtliche Dauer wird so errechnet, daß man für 1 Gespräch einschließlich der Aufbauzeit usw. einen Zeitbedarf von 10 min unterstellt. Eine Anzeige z. B. 72-1-3 heißt: Alle Anmeldungen nach Orten, deren Ortsnetzkennzahl mit den Ziff. 72 anfangen, sind an den A-Plätzen (→ Fernplatzarten) nur aufzunehmen. Die Herstellung übernehmen bestimmte D-Plätze; Herstellungswartezeit für Vorranggespräche = 1, für gewöhnliche Gespräche = 3 Stdn. In internationalen Verkehrsbeziehungen mit nur wenigen Verbindungswegen (1-3) ist oft ein Ausgleich der Wartezeiten zwischen beiden Endstellen geboten. *Trommer*

Herstellung und Unterhaltung (Instandhaltung) privater Nebenstellenanlagen. Die Fernsprechordnung (FeO) versteht unter »Herstellung« nicht die industrielle Fertigung, sondern lediglich die Montage einer zum Aufstellungsort gelieferten privaten NStAnl. Zu dieser Montage gehört im wesentlichen der Aufbau und das Zusammenschließen der Gestelle und Schaltglieder der Vermittlungseinrichtung, der Ausbau des NSt-Leitungsnetzes, das Anbringen und Anschließen von Apparaten, Zusatzeinrichtungen und privater Sondereinrichtungen.

Die fernmelderechtlichen, technischen und verwaltungsmäßigen Gegebenheiten der privaten NStAnl werden von der DBP vor der Anschaltung an das öffentl. Fernsprechnetz überprüft. Private NStAnl sind nach der FeO aber auch solche, die von privaten Unternehmern instandgehalten werden (→ Instandhalten). Der Inhaber einer privaten NStAnl muß durch das Vorlegen eines Wartungsvertrages den Nachweis erbringen, daß eine ordnungsgemäße Unterhaltung der Anlage gewährleistet ist. Im allgemeinen werden die Hersteller der privNStAnl auch mit dem Unterhalten der Anlage beauftragt. Unter-

nehmer, die NStAnl herstellen und unterhalten wollen, müssen von der DBP zugelassen sein. Dies gilt auch für Teilnehmer oder deren Angestellte, wenn sie solche Aufgaben übernehmen. Nach dem Umfang der übertragenen Tätigkeit werden dabei 3 Fälle unterschieden:

1. Unternehmer, die NStAnl herstellen und unterhalten. 2. Teilnehmer, die die eigene NStAnl (d. h. Vermittlungseinrichtung, Leitungsnetz und Nebenstellen) selbst oder durch ihre Angestellten nur unterhalten. 3. Teilnehmer, die nur das NSt-Leitungsnetz einschließlich der NSt selbst oder durch ihre Angestellten unterhalten.

Für Unternehmer, die Aufgaben nach 1. übernehmen wollen, werden als Zulassungsbedingungen der Nachweis über den erfolgreichen Abschluß der fernmeldetechnischen Ausbildung an einer Techn. Hochschule oder einer Höheren Technischen Lehranstalt oder einer gleichwertigen Anstalt verlangt.

Es wird auch eine Meisterprüfung im Fernmelde- oder Elektromechanikerhandwerk mit entspr. Fachausbildung sowie entsprechende andere Voraussetzungen anerkannt. Der Unternehmer muß ferner eine geeignete Werkstatt und insbesondere die für die Inbetriebnahme einer NStAnl erforderlichen Meß- und Prüfgeräte besitzen. Zulassungsanträge sind bei den OPDn einzureichen, in deren Besitz der Geschäftssitz des Antragstellers liegt. Er erhält über die Zulassung eine Urkunde des FTZ. Weiteres ist in der FeO geregelt (VAnw 1 zu § 27).

Für die Übernahme von Aufgaben nach 2. sind neben dem unter 1. genannten Nachweis der fachtechnischen Ausbildung die für die Unterhaltung der NStAnl zugeschnittene Einweisung durch die Herstellerfirma, sowie die erforderlichen Meß- und Prüfgeräte nachzuweisen. Änderungen oder Erweiterungen der NStAnl darf der Inhaber der Zulassung nach 2. nicht durchführen. Bei der Übernahme von Aufgaben nach 3. muß für den, der die Unterhaltung ausführt, der Facharbeiterbrief eines fernmeldetechnischen oder artverwandten Berufes nachgewiesen werden. Die Aufsicht übt hierbei die Firma aus, die entspr. Pkt. 1 für die Unterhaltung der NStAnl zugelassen wurde. Die für die Herstellung und Unterhaltung der NStAnl zugelassenen Unternehmer bzw. Teilnehmer müssen die einschlägigen Bestimmungen der (FeO) und Vorschriften des VDE kennen und beachten, sowie sich über etwaige Änderungen auf dem Laufenden halten.
NStAnl, Instandhalten von. Der Begriff J fällt seit etwa 1962 allgemein unter den umfassenderen Begriff → »Unterhalten«.

NStAnl, Unterhalten von. Zum »Betreiben« von NStAnl gehört das Bedienen und das Unterhalten dieser Anlagen, die aus den Vermittlungseinrichtungen, den Abfragestellen, den Fernsprechapparaten sowie den Leitungsnetzen außer den Amtsleitungen bestehen. Unter den Begriff Unterhalten fallen dabei: a) das Überwachen der Einrichtungen durch automatische oder manuelle Prüfverfahren, Auswerten von Störungsprotokollen usw. Bei priv. NStAnl geschieht dies durch vertraglich hiermit beauftragte private Unternehmer. Die Auswirkung von Schaltvorgängen auf das öffentl. Netz in gebührenrechtlicher, funktioneller und übertragungstechnischer Hinsicht wird durch Bea der DBP überprüft; b) das Instandhalten der Einrichtungen. Durch planmäßig wiederkehrende Arbeiten soll hierdurch der Betriebszustand der Anlage erhalten bzw. verbessert und Störungsmöglichkeiten vorgebeugt werden. Hierzu gehört auch die Reinigung der technischen Einrichtungen; c) das Instandsetzen der Einrichtungen. Hierdurch werden eingetretene Schäden behoben und die Betriebsfähigkeit der Anlage wiederhergestellt; d) Nebenarbeiten für das Betreiben der Einrichtungen. Hierunter fallen das Anmelden von Zusatzeinrichtungen, Mitteilen von Änderungen der Anzahl amtsberechtigter N. sowie sonstige den Beschaltungsgrad der NStAnl betreffende Vorkommnisse.

Literatur: ADA VI, 3 A § 26 bi 29 ADA VI, 3 C § 21 Vg ZVEJ Nr. 117 — Richtl. VStw der DBP Abschn 1, Ziff. 2. *Fischer*

Hertz, Heinrich, geb. 22. 2. 1857 zu Hamburg, gest. 1. 1. 1894 zu Bonn. Zuletzt (1889) Prof. für Physik in Bonn. 1887 und 1888 Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Licht und Elektrizität und über die Erzeugung von kurzen elektrischen Wellen. Er führte den experimentellen Nachweis, daß sich die elektromagnetischen und induktiven Wirkungen der Elektrizität als Wellenbewegung oder Strahlen elektrischer Energie durch den Raum und auch durch Nichtleiter mit 300 000 km/s fortpflanzen; dies war die experimentelle Bestätigung der Maxwellschen elektromagnetischen Lichttheorie. Damit legte er den physikalischen Grund zur Funktechnik. Ihm zu Ehren trägt das seit 1. 8. 1927 bestehende Institut für Schwingungsforschung in Berlin den Namen »Heinrich Hertz-Institut«. Nach ihm wird die Einheit der Frequenz »Hertz (Hz)« benannt.

Literatur: Dt. Verk. Zg. 1894, Nr. 1, S. 13. ETZ 1894, Nr. 1. La Cour u. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung, deutsch von G. Siebert, Bd. 2, S. 434ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1905. ENT 1925, H. 11, S. 393. C. Matschoß: Männer der Technik, Telecommunication Pioneers.

Hertz. Einheit der → Frequenz, mißt die Anzahl der Schwingungen je Sekunde (Dimension: s^{-1}).

Hertzsche Funktion. Die Theorie des Elektromagnetismus von Faraday und Maxwell besagt, daß jede zeitliche oder räumliche Änderung magnetischer Kräfte elektrische Kräfte entstehen läßt; und umgekehrt ist jede räumliche Bewegung ebenso wie jedes Entstehen oder Vergehen elektrischer Kräfte mit dem Auftreten magnetischer Kräfte verknüpft.

Die Größe und die räumliche Lage der entstehenden elektrischen bzw. magnetischen Kräfte kann man aus Größe, Lage und Änderung der veränderlichen magnetischen bzw. elektrischen Kräfte mit Hilfe der Maxwell-Hertzschen Gleichungen berechnen. Sie stellen sich als Differentialgleichungen dar, in denen die elektrischen und die magnetischen Kräfte als Funktionen der Zeit und der räumlichen Koordinaten erscheinen. Alle elektromagnetischen Gesetze sind besondere Fälle der Maxwellschen Theorie, sie sind darum mathematisch als partikuläre Integrale der Maxwellschen Gleichungen darstellbar.

Zur Beschreibung der Ausbreitung elektromagnetischer Vorgänge hat Hertz eine sehr allgemeine Lösung der Feldgleichungen gefunden; sie stellt die räumlichen Komponenten der an jeder Stelle des Raumes zu jeder Zeit gebildeten elektrischen und magnetischen Kräfte dar als zweite (zeitliche und räumliche) Differentialquotienten einer Funktion von der Form:

$$\frac{f(ct-r)}{r}.$$

Diese Funktion wird die H.F. genannt. In ihrem Ausdruck bedeutet r die Entfernung des Punktes, in dem man die Kräfte zu berechnen wünscht, von der Erregungsstelle; t bedeutet die Zeit, für die man die Kräfte zu berechnen wünscht; c ist die Lichtgeschwindigkeit $3 \cdot 10^{10}$ cm/s; und die Form der Funktion f trägt dem Verlauf der Feldänderung an der Erregungsstelle Rechnung. Geht z. B. die Erregung von einem → Hertzschen Dipol aus, in dem eine Ladung $\pm$ Q mit einer Frequenz ω rein periodisch über die Länge $2\,l$ oszilliert, so nimmt die Funktion f die besondere Form an:

$$f(ct-r) = 2\,Q\,l \sin\left[\frac{2\,\pi\omega}{c}(ct-r)\right].$$

Literatur: Macke, Elektromagnetische Felder, 3. Aufl. 1965.

Hertzsche Lösung, die algebraischen Formeln zur strengen Berechnung der von einem → Hertzschen Doppelpol gebildeten elektrischen und magnetischen Felder, die Heinrich Hertz durch Integration der für jeden beliebigen elektromagnetischen Vorgang gültigen Maxwellschen Differentialgleichungen gefunden hat. → Hertzsche Funktion.

Hertzsche Welle → elektromagnetische Welle, A., → Funkwellen.

Hertzscher Dipol (→ Elementarstrahler) ist ein Ausdruck, den man mit Recht für jeden → Hertzschen Sender gebrauchen könnte. Meist benutzt man ihn jedoch nur für denjenigen fingierten Hertzschen Sender, für den die von Hertz gefundene Lösung der Maxwellschen Feldgleichungen zur Beschreibung der ausgestrahlten elektromagnetischen Felder streng gelten würde. Dieser fingierte Sender unterscheidet sich von dem wirklichen dadurch, daß er in mathematischem Sinne linear ist und so klein, daß seine Länge neben der Wellenlänge nicht in Betracht kommt; in mathematischer Ausdrucksweise kann man also den H. D. auch als ein oszillierendes Linienelement bezeichnen.

Hertzscher Sender, die Urform des funkentelegrafischen Senders, insofern als er zum ersten Male benutzt worden ist, um elektromagnetische Wellen herzustellen. Seine Form ist im Bild dargestellt; er be-



Hertzscher Sender.

steht aus einem geraden Drahte, den man sich aus dem Schließungskreis eines geschlossenen Schwingkreises durch Ausstrecken hervorgegangen denken kann, und aus zwei Konduktoren, die beim geschlossenen Schwingkreis den Kondensatorbelegungen entsprechen würden; in der Mitte des geraden Drahtes ist die Funkenstrecke eingebaut. Der H. S. schwingt in der Form einer halben Welle bei der Grundschwingung; das heißt an seinen isolierten Außenenden, wo kein Strom fließen kann, bilden sich Bäuche der Spannung aus; und in der Mitte, wo die Funkenstrecke angebracht ist, tritt ein Strombauch auf und ein Knoten der Spannung. Solange ein Funke besteht, findet eine Schwingung in dem H. S. statt; sie bildet ein elektrisches Wechselfeld zwischen den beiden Konduktoren und ein magnetisches, das den Verbindungsdraht umschlingt.

Vom H. S. gelangt man zum funkentelegrafischen Antennenkreis auf folgendem Wege: Man ordnet den Sender senkrecht an und gibt ihm nicht, wie Hertz es getan hat, die Größe von einigen Dezimetern, sondern macht ihn 10 bis 100 m hoch oder noch höher; die untere Hälfte läßt man fort und benutzt statt dessen einen Erdanschluß; dann schwingt und strahlt die obere Hälfte in unveränderter Weise; die Funkenstrecke wird durch irgendeinen anderen vollkommeneren Oszillator ersetzt, der ungedämpfte, elektromagnetische Schwingungen erzeugt. Meist liegt der Schwingungserzeuger nicht im Antennenkreis selbst, sondern in einem besonderen Schwingkreis, der mit dem Antennenkreis gekoppelt ist (→ Antenne). *Gerber*

Hertzsches Kabel → Richtfunk.

Herz, Karl, Dipl.-Ing., Prof., Dr.-Ing. E. h., Staatssekretär im BPM vom 1. Januar 1960 bis 31. Mai 1963. Geboren am 28. November 1898 in Dieburg, gestorben am 11. Juli 1970. Nach vierjähriger Teilnahme am ersten Weltkrieg und Erlangung der Reifeprüfung Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt. 1923 Diplom-Hauptprüfung. Vorübergehend in der Elektroindustrie tätig. 1925 bei der OPD Dortmund als Postreferendar in den Postdienst eingetreten. 1927 Große Staatsprüfung. 1931 Ernennung zum Telegraphendirektor (heute: Postrat). Anschließend bis 1934 als fernmeldetechnischer Berater zur Dienstleistung bei der Regierung in Uruguay beurlaubt. Nach Rückkehr ins RPM berufen. Von 1936 bis 1939 Direktor der Deutschen Fernkabelgesellschaft. 1937 zum Oberpostrat, 1939 zum Ministerialrat befördert. Von 1940 bis 1942 Leiter des RPZ. Von 1942 bis Kriegsende Unterabteilungsleiter im RPM. 1943 Ministerialdirigent. Nach dem Zusammenbruch zunächst mit der Leitung der Fernmeldeabteilung der Reichspost-Oberdirektion für die britische Besatzungszone beauftragt. Von 1947 bis 1949 Chefingenieur des Post- und Fernmeldetechnischen Zentralamtes. 1949 Präsident des FTZ. Von der Technischen Hochschule Hannover 1951 zum Dr.-Ing. E. h. und von der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg 1955 zum Ehrensenator ernannt. 1957 Honorarprofessor für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Darmstadt. 1. Januar 1960 Staatssekretär im BPM. Am 1. Juni 1963 in den Ruhestand getreten. Inhaber des Großen Verdienstkreuzes mit Stern

und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. Mehrere Jahre lang Vorsitzender des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und Präsident des Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine. Von 1946 bis 1965 Mitherausgeber der Zeitschrift »Der Fernmeldeingenieur«.

Hexode → Mehrgitterröhre.

HF-Drahtfunk → Drahtfunk.

HF-Löten. Die zu lötenden Flächen werden in der üblichen Weise durch Reinigen und eventuell auch Vorverzinnen hergerichtet; dann wird ein entsprechend geformtes Stück Weichlot aufgelegt, oder sie werden mit Lotpaste bestrichen, worauf sie durch Einspannen in eine entsprechende Vorrichtung zusammengebaut werden. Das Teil wird dann in eine Kupferrohrschlange eingesetzt, durch welche ein HF-Strom unter entsprechender Kühlung der Rohrschlange geschickt wird. Das Arbeitsstück wird im stärksten Teil des induzierten Magnetfeldes angeordnet, so daß durch den hier entstehenden Strom das Lot zum Schmelzen gebracht wird; eine Heizzeit von 20 Sek und weniger genügt. Bei richtig konstruierten Rohrschlangen kann die Erwärmung genau auf die Lötstelle konzentriert werden, während das Arbeitsstück im übrigen fast kalt bleibt.

Literatur: Weichlot-Handbuch, W. R. Lewis, 1963.

HfrGerG (Hochfrequenzgesetz) → Kollisionsrecht 3.1.

HF-Schutzabstand ist der mindestens erforderliche HF-Störabstand am Empfängereingang, der unter definierten Betriebsbedingungen die Einhaltung des → NF-Schutzabstandes am Ausgang eines Empfängers ermöglicht. Die »definierten Betriebsbedingungen« beziehen sich insbesondere auf den Frequenzabstand (Δf) von Nutz- und Störträger, die sendeseitigen Parameter und die Empfängereigenschaften (→ Schutzabstände).

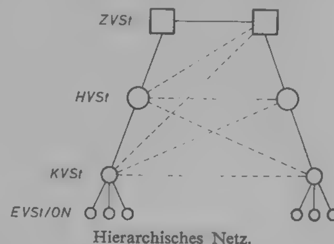
HF-Störabstand ist die Pegeldifferenz zwischen hochfrequentem (trägerfrequentem) Nutzsignal und hochfrequentem (trägerfrequentem) Störsignal (in dB), gemessen unter definierten Betriebsbedingungen am HF-Eingang eines Empfängers (Antennenklemmen). Die »definierten Betriebsbedingungen« beziehen sich insbesondere auf den Frequenzabstand (Δf) von Nutz- und Störträger, die sendeseitigen Parameter und die Empfängereigenschaften (→ Schutzabstände).

HF-Wattmeter und Fehlanpassungsmesser. Für die Dauerüberwachung der Ausgangsleistung eines Großsenders und des Betriebszustandes der angeschlossenen HF-Energieleitung verwendet man häufig direkt anzeigende HF-Leistungs- und Fehlanpassungsmesser. Derartige Überwachungsgeräte sind vor allem für Rundfunksender mit hohen Trägerleistungen unentbehrlich, da sie plötzlich auftretende Fehlanpassungen (z. B. infolge Verstimmung durch Nebel und Rauhreif, Reißen von Antennendrähten oder Fehlbedienung) sofort anzeigen. Das bekannteste Überwachungsgerät dieser Art ist das von W. Buschbeck entwickelte HF-Wattmeter, das zweckmäßigerweise am Eingang des HF-Energiekabels eingeschleift wird. Die Wirkungsweise dieses Leistungsmessers beruht auf der Tatsache, daß an einer beliebigen Meßstelle des HF-Energiekabels, das von hin- und rücklaufenden Stromwellen durchflossen wird, die Kabelspannung U gleich der vektoriellen Summe $(U_h + U_r)$ der Spannungen und der Kabelstrom I gleich der vektoriellen Differenz $(I_h - I_r)$ der Ströme der hin- und rücklaufenden Wellen sind. Das HF-Wattmeter nach W. Buschbeck besteht aus einer HF-Wechselstrombrücke mit zwei linearen Gleichrichtern sowie aus einer anschließenden Gleichstrombrücke mit zwei Gleichstrommessern. Der eine Strommesser zeigt die Kabelhöchstspannung U_{max} und der andere die Kabelmindestspannung U_{min} an. Beide Gleichstrommesser sind zu einem Kreuzzeigerinstrument derart vereinigt, daß der Schnittpunkt ihrer beiden Zeiger mit entgegengesetzten Drehrichtungen über eine Skala spielt. Auf dieser Skala stellen die nahezu waagerecht verlaufenden Kurven die Linien konstanter Leistung dar, während die nahezu senkrecht verlaufenden Kurven die Linien konstanter Fehlanpassung sind. Bei richtiger Anpassung der offenen Antenne an den Wellenwiderstand des HF-Energiekabels haben beide Instrumente gleich große Ausschläge, und der Schnittpunkt ihrer Zeiger entspricht der Welligkeit $s = U_{max}/U_{min} = 1{,}0$. Das die Kabelhöchstspannung anzeigende Instrument wird gleichzeitig als selbsttätiger Kabelschutz verwendet und schaltet beim Überschreiten der höchstzulässigen Kabelspannung den Sender ab.

Literatur: W. Buschbeck, HF-Wattmeter und Fehlanpassungsmesser mit direkter Anzeige, Hochfrequenztechn. und Elektroakust., 61 (1943), S. 93–100 — H. J. Ellissen, Betriebsmessungen an Kurzwellensendern großer Leistung, Fernmelde-Ing. (1959) Heft 10, S. 13–18.

Meinel

hierarchisches Netz, Fernmeldenetz, das in mehrere Netzebenen gegliedert ist. Innerhalb jeder Netzebene sind Bereiche gebildet, deren Vermittlungsstellen sternförmig mit einer Vermittlungsstelle verbunden sind. Diese Vermittlungsstelle wird dadurch aus ihrem Bereich herausgehoben und der nächsthöheren Netzebene zugeordnet. Die Vermittlungsstellen der obersten Netzebene können vermascht oder über eine einzige zentrale Vermittlungsstelle verbunden sein. Die hierarchischen Verbindungen der Vermittlungsstellen stellen die Letzt- oder Kennzahlwege im h. N. dar. In einem h. N. gibt es auch → Querwege.



Hierarchisches Netz.

Die Querwege werden so betrieben, daß der Überlaufverkehr auf die Letzt- oder Kennzahlwege überfließt. Das h. N. ist bezüglich der Verkehrsbelastung sehr

anpassungsfähig. Die Planung und verkehrsgerechte Bemessung der Leitungsbündel sind mit mäßigem Aufwand zu beherrschen. Sie werden schwieriger, wenn die Leitwegsteuerstellen und die Überlaufmöglichkeiten vermehrt werden. Die Leitwegregeln in einem h. N. mit Querwegen sind einfach im Vergleich zu denen in → Symmetrischen Netzen. Die Letztwege stellen eine durch Störungen verwundbare Stelle dar. Das Netz des Selbstwählferndienstes und das Telexnetz sind h. N. Auch im Ausland sind die öffentlichen Netze hierarchisch aufgebaut. *Socher*

Hilbert-Transformation → Fourier-Transformation.

Hilfsabfragestelle für Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Abfragestelle.

Hilfskabel. Bei der DB werden einpaarige gummi- oder kunststoffisolierte Kabel von 0,9 mm Kupferaderdurchmesser, die in Längen von 300 m auf am Rücken zu tragende Trommeln bei Stellen des Eisenbahnunterhaltungsdienstes vorrätig gehalten werden, als H. eingesetzt. Sie dienen dazu, von den Baustellen bis an die Steckdosen in → Fernsprechkästen für Streckenfernsprecher und weiter über das Streckenfernmeldekabel eine Sprechverbindung mit dem nächsten Bahnhof herzustellen. H. haben an ihren Enden konzentrische Stecker (an einem Ende ein Vater-, am anderen Ende ein Mutterteil). An den Baustellen werden tragbare Fernsprecher OB (Ortsbatterie) 33 an das H. angeschlossen. Für die behelfsmäßige Überbrückung von Kabelschadstellen gibt es auch zweipaarige H.

Hilfsplatzanruf → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen.

Hilfsplatzklinkenübertragung. Die Zifferninformation bei den CCITT-Systemen für Wählbetrieb enthält im halbautomatischen → Auslandsfernsprechverkehr u. a. eine → Sprachkennziffer, die in den Einrichtungen der → Auslandsvermittlungsstelle (AuslVSt) des Ankunftlandes gespeichert wird. Treten für die Vermittlungskraft des Abganglandes z. B. Sprachschwierigkeiten für den Verbindungsaufbau zum Teilnehmer im Ankunftsland auf, so kann sie das Senden eines Eintretezeichens bewirken. Bei der AuslVSt des Ankunftlandes wird mittels der vorgespeicherten Sprachkennziffer über H. ein bestimmter Hilfsplatz eingeschaltet. Die Vermittlungskraft an diesem Hilfsplatz spricht die der Sprachkennziffer entsprechende Fremdsprache. H. hat neben der Funktion des sprachgezielten Anschaltens eines Hilfsplatzes die Aufgabe der Zusammenschaltung eines Wählerausganges mit einer Klinke des Anruffeldes eines Fernplatzes mit Schnüren (→ Fernplatz Fernvermittlungsstelle).

Hilfsvorrichtung ist eine Vorrichtung, die nur mechanisch mit dem Fernsprechapparat verbunden ist; sie darf nur angebracht werden, wenn sie von der DBP zugelassen ist; Beispiele für H. sind: Handapparathalter, Drehuntersatz, Schnuraufwickler, Untersatz mit Schwenkregister für Rufnummern. Siehe Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen Verfügung 362/1953 und 560/1965.

Hindernisbefeuerung.

1. Hindernisfeuer (Einzel- oder Doppelhindernisfeuer) dient als omnidirektional abstrahlendes Festfeuer zur Nachtmarkierung von Hindernissen, die den Luftverkehr gefährden können. Die H. müssen in Ausführung und Lichtleistung den Vorschriften der International Civil Aviation Organization (ICAO) und der Federal Aviation Agency (FAA) entsprechen. Die H. sind ausgerüstet mit je einer 100-Watt/220-Volt-Lampe mit einer Lichtstärke von 32,5 cd. Als optisches System dient eine omnidirektional rotstrahlende (im Glasfluß) Fresnel-Optik (Gürtellinse).

2. Gefahrenfeuer (Doppelfeuer, übereinander angeordnet) werden zur Kennzeichnung von Einzelhindernissen, die weit in den Luftraum hineinragen (Türme, Sendemaste, Schornsteine usw.), sowie zur Markierung räumlich ausgedehnter Gefahrengebiete verwendet. G. sollen gemäß den Vorschriften der ICAO als Blinkfeuer ausgebildet sein. Die G. sind ausgerüstet mit je einer 1000-Watt/220-Volt-Lampe mit einer Lichtstärke von mindestens 2000 cd. Das optische System ist dem der Hindernisfeuer gleich.

3. Warnfeuer (Xenon-Blitzfeuer) dienen zur Tageskennzeichnung von in den Luftraum hineinragenden Einzelhindernissen, die in der Nähe von Luftlandebasen stehen. Ihre Lichtstärke muß mindestens 40×10^6 cd/weiß betragen. Die Blitzfeuer müssen bei Sichtweiten von weniger als 8 km eingeschaltet werden. Da die Installation von Xenon-Blitzfeuern nur bei geringer Entfernung eines Turmes o. ä. zu einem Flughafen erforderlich ist, wird das Einschalten der Anlage zweckmäßigerweise vom Kontrollturm des Flugplatzes vorgenommen.

4. Tageskennzeichnung von Hindernissen, die in den Luftraum hineinragen, wird in der Regel durch orange/weißen Farbanstrich (RAL 2002/RAL 9002) vorgenommen, mit orange an der Mastspitze beginnend; dasselbe gilt auch z. B. für kunststoffumhüllte Rundstrahlantennen.

Die jeweiligen, von der Örtlichkeit abhängigen Auflagen über Flug-Hindernisbefeuerungsanlagen erteilt die Bundesanstalt für Flugsicherung in Frankfurt am Main. *Thaler*

Hinweisansagegerät. Das H. ist ein speziell für die Wiedergabe von maximal vier verschiedenen Hinweisansagen entwickeltes Ansagegerät, das nach dem magnetischen Schallspeicherprinzip arbeitet. Es wird in den Vermittlungsstellen derjenigen Ortsnetze eingesetzt, die eine festgelegte Mindestzahl von Hauptanschlüssen haben.

Als Tonträger wird eine rotierende, kreisförmige, beidseitig beschichtete Magnettonplatte verwendet, auf die die Ansagen in konzentrischen, etwa 0,3 mm breiten Spuren aufgenommen sind. Die Plattenumlaufzeit beträgt 5 Sekunden, die Ansagezeit einschließlich des mit vor jede Ansage gesetzten Hinweistones etwa 4,5 Sekunden. Vier feststehende Tonköpfe liegen auf der Magnettonplatte auf und tasten die Tonspuren gleichzeitg ab. Die Tonkopfspannungen werden in vier eingebauten, transistorisierten Verstärkern

verstärkt. Die Ausgangsleistung jedes Verstärkers reicht zur Speisung von 200 gleichzeitig angeschalteten Hinweisdienst-Übertragungen aus.

Der Quellwiderstand eines Verstärkers ist < 3 Ohm. Siehe hierzu unter → Fernsprechansagegeräte.

Hinweisgeber TW 39. Der H. wird eingesetzt in Telex-Vermittlungsstellen, um Bündelstörungen, Rufnummernänderungen im Telex- und Telegrafenwähldienst anzuzeigen. Im Vollausbau sind 16 Hinweistexte mit je max. 29 Zeichen und 100 Abnehmerpunkte schaltbar. Die Zusammenstellung des Textes erfolgt über Steckverbindungen, die freie Zuordnung der Textgeneratoren zu den Abnehmerpunkten (Anruforganen) ist möglich. Der H. wird über Vielfachkabel an die Teilnehmerschaltungen, die Wahlstufen oder die Leitungsübertragungen des Systems TW 39 angeschaltet.

Hinweisleitung bei Fernsprech-Nebenstellenanlagen. In großen Wähl-Nebenstellenanlagen können H. im Rahmen der Ergänzungsausstattung eingerichtet werden. Über die H. werden — durch Stecken an einen Verteiler — Wählverbindungen, die nach vorübergehenden, nicht erreichbaren Anschlüssen gerichtet sind, zur → Abfragestelle umgeleitet. Die H. werden — bezogen auf die Abfragestelle — ankommend gerichtet betrieben und dürfen nicht für die Weitervermittlung von Gesprächen eingerichtet sein. Jegliche Weitergabe von Hinweisgesprächen zu dem auf Hinweis geschalteten Anschluß muß technisch verhindert sein. Ankommende Amtsverbindungen dürfen auf dem Wege über Rückfrage und Umlegen — außer zu dem auf Hinweis geschalteten Anschluß — weitergegeben werden. Es gibt H. ohne Sprechmöglichkeit der Nebenstelle (die Nebenstelle ist für die Dauer der Hinweisschaltung außer Betrieb) und H. mit Sprechmöglichkeit der Nebenstelle. Die Nebenstelle kann während der Hinweisschaltung entweder abgehende Gespräche führen oder die Abfragestelle unmittelbar erreichen. H. können bei Bedarf entsprechend der Ergänzungsausstattung für große Wähl-Nebenstellenanlagen zusätzlich die Leistungsmerkmale Halten und Vielfachschaltung erhalten. Für H. dürfen eigene Abfrageplätze als Hinweisplätze und bei Vereinigung mit → Meldeleitungen als Melde- und Hinweisplätze eingerichtet werden. *Paul*

Hinweisstöpsel → Stöpsel.

Hinweiston → Hörtöne.

Hinweistongenerator. Der H. dient zur Erzeugung des internationalen Hinweistones. Sein Einsatz ist auf Vermittlungsstellen von Ortsnetzen mit einer festgelegten Höchstzahl von Hauptanschlüssen beschränkt. Die Frequenzen 950, 1400 und 1800 Hz des Hinweistones werden in drei getrennten Generatoren erzeugt, die mit Speisespannungsimpulsen nacheinander jeweils für 330 ms erregt werden. Die Speisespannungsimpulse liefert ein Taktgeber. Ein gemeinsamer Endverstärker erzeugt die für die Anschaltung von maximal 50 Hinweisdienst-Übertragungen (HD-Ue) erforderliche Ausgangsleistung. Mit einem Quellwiderstand von < 3 Ohm ist die geforderte Nebensprechdämpfung von wenigstens 6 Np zwischen den gleichzeitig angeschalteten HD-Ue gewährleistet.

Hinweisübertragung. Die H. sind für die Anschaltung des Hinweistones bzw. der Hinweisansage an die Ausgänge der Gruppenwähler (GW) und der Leitungswähler (LW) erforderlich. Bei Anschaltung nach GW legt die H. das Wahlendezeichen in der vorgeschriebenen Länge und anschließend den Hinweiston an. Bei Hinweis hinter LW wird durch die H. die Gebührenfreiheit dieser Verbindung sichergestellt.

Hipernik, nahezu identisch mit Invariant und Conpernik, eine 50% Eisen-Nickel-Legierung mit magnetisch weichen Eigenschaften, verwendet für Relais, Abschirmungen, Übertrager und Telefonmembranen. Durch Walzen und Glühen von H. wird eine fast rechteckige Magnetisierungsschleife erreicht, die für Kontaktumformer, Magnetverstärker und Kerne für magnetische Speicher wichtig ist. H. wurde auch zur Bespinnung eines Krarupkabels probeweise benutzt.

Literatur: Hütte IV B (unter weichmagnetische Werkstoffe), 28. Aufl., Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin und München.

Hochfrequenz-Energiekabel (HF-Energiekabel) leiten i. allg. die HF-Energie von der Endstufe eines Senders zu den Antennen. Während Empfangskabel vor allem nach günstigsten Dämpfungseigenschaften ausgesucht werden, dimensioniert man HF-Energiekabel so, daß sie maximale Leistung mit gutem Wirkungsgrad übertragen können. Mit den steigenden Senderausgangsleistungen sind auch die Anforderungen an die HF-Energiekabel gestiegen. So gab es vor dem 2. Weltkrieg Langwellensender bis zu 500 kW Ausgangsleistung. Heute müssen Kabel, die zwischen Sendern und ihren Antennen verlegt werden, 1000 kW Leistung im Hochfrequenzbereich übertragen können. Im Mittelwellengebiet waren damals 100 kW Ausgangsleistung üblich, während heute 500-kW-Sender keine Seltenheit sind. Beim Kurzwellenfunk betrug die Ausgangsleistung i. allg. 20 kW, heute sind Kurzwellensender mit 100 kW Endstufen ausgerüstet. Im Band IV und V zwischen 475 und 860 MHz gab es vor dem 2. Weltkrieg noch keine Sender, während heute Kabel bis zu 60 kW eff. HF-Leistung übertragen müssen. Es werden zwar für diese Fernsehbänder keine Sender mit entsprechend hoher Ausgangsleistung gebaut, da aber immer häufiger mehrere Programme über ein Antennensystem abgestrahlt werden, wünscht man, daß auch die Zuführung mehrerer Programme über dieselben Kabel erfolgt, wodurch die Anforderung an deren maximal übertragbare Leistung entsprechend hoch ist. Der Trend der noch immer im Steigen begriffenen Senderausgangsleistungen und die Schaltungstechnik fordern Kabel für maximal übertragbare HF-Energie.

Die maximal übertragbare Energie wird im Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellen-Gebiet im wesentlichen durch die höchstzulässige Erwärmung des Dielektrikums begrenzt. Die Erwärmung des Kabels und besonders des Innenleiters wird durch die Wellenwiderstandsverluste in Innen- und Außenleiter sowie die

Ableitungsverluste des Dielektrikums hervorgerufen. Mit zunehmender Leistung steigen die Verluste an, mit zunehmenden Verlusten steigen die Temperaturen an, mit den Temperaturen steigen die Widerstände von Innen- und Außenleiter an, wodurch die Verluste durch Stromerwärmung überproportional mit der Leistung in die Höhe gehen. Das gleiche gilt für die Ableitungsverluste.

Da bei hohen Frequenzen der Einfluß der Ableitungsverluste sehr stark eingeht, versucht man, mit einem Minimum an Dielektrikum auszukommen. Während die Stromverluste, außer über den Durchmesser, nur in geringem Maße zu beeinflussen sind — Kupfer ist als Leitermaterial recht gut — kann vom Dielektrikum her, durch die Auswahl eines geeigneten Materials der größte Einfluß auf das Dämpfungsverhalten des Kabels und auf seine maximal übertragbare Energie ausgeübt werden. Der Innenleiter und in geringerem Maße der Außenleiter werden sich bei der Leistungsübertragung stets erwärmen.

Es interessiert bei den Isolierstoffen für HF-Energiekabel die maximal zulässige Temperatur, der gleichzeitig auftretende Verlustwinkel und die relative Dielektrizitätskonstante ε_r. Von den vielen mechanischen Eigenschaften, die oft sehr unterschiedlich angegeben werden, ist in der Übersicht nur der E-Modul aufgeführt. Er ist ein grober Anhalt für die Härte des Materials, sagt aber nichts über die gleichzeitig sehr interessierende Zähigkeit desselben aus. Teflon als Abstandshalter würde sich außerordentlich gut eignen. Temperaturen bis zu 250° C könnten am Innenleiter beherrscht werden; dabei ist das Material gleichzeitig zäh und weist nur geringe dielektrische Verluste auf, bei einer gleichzeitig sehr kleinen Dielektrizitätskonstante von 2,1. Leider ist dieses Material sehr teuer. Daher werden heute häufig außer Polyäthylen und Trolitul die Stoffe Luvikan und Polyphenylenoxyd verwendet. Übersicht:

Bezeichnung	rel. DK ε_r	Verlust-F. $\tan\delta$	E-Modul kp/cm²	zul. Temp. ca. °C
Polystyrol	2,50	$1 \cdot 10^{-4}$	33500	80
LD-Polyäthylen	2,30	$1 \cdot 10^{-4}$	2300	90
HD-Polyäthylen	2,35	$< 1 \cdot 10^{-4}$	7500	110
Polyphenylenoxyd	2,56	$7 \cdot 10^{-4}$	23000	175
Luvikan	3,10	$6 \cdot 10^{-4}$	45000	180
Teflon	2,10	$< 3 \cdot 10^{-4}$	3500	250

Je nach Verwendungszweck werden unterschiedliche Konstruktionen von HF-Energiekabel eingesetzt.

Bei Lang-, Mittel- und Kurzwellensendern besteht vor allem die Aufgabe, eine möglichst hohe Leistung ohne wesentliche Verluste vom Sender zur Antenne zu transportieren. Für die vorstehend genannten Aufgaben werden Kabel großer Durchmesser (in jüngster Zeit bis 20 cm lichter Weite des Außenleiters) verwendet. Um die in der Isolierung auftretenden Ableitungsverluste klein zu halten, besteht die Isolierung im wesentlichen aus Luft, und lediglich zur Abstandhaltung von Innen- und Außenleiter dienen verlustarme Isolierstoffe in Form von Scheiben und Wendeln. Außen- und Innenleiter der H.-E. sind bei den Kabeln mit großen Durchmessern rohrförmig ausgeführt, wobei zur Verbesserung der Flexibilität die Rohre meist gewellt sind.

Bei Ultrakurzwellen- und Fernsehsendern und bei Richtfunkanlagen ist die verwendete Übertragungsenergie wesentlich kleiner, und es können Kabel kleinerer Durchmesser Anwendung finden. In Richtfunkanlagen mit ihren sehr hohen Übertragungsfrequenzen verbietet sich die Verwendung sehr großer Durchmesser, weil dabei der Hohlraum zwischen Innen- und Außenleiter in störenden Wellenformen angeregt werden kann.

Das Bild zeigt vier verschiedene Ausführungsformen solcher H.-E. Man erkennt, daß der Innenleiter bei dem Kabel mit dem kleinsten Durchmesser als Volldraht, beim nächst dickeren Kabel als glattes Rohr ausgebildet ist, während bei den sehr großen Kabeln auch der Innenleiter zur Verbesserung der Flexibilität gewellt ist. Die Isolierung bei den gezeigten Kabeln ist als Wendel aus verlustarmem HF-Isolierstoff ausgebildet, wobei zur Verkleinerung des Isolierstoffanteiles bei den großen Kabeln die Wendel noch mit großen Aussparungen versehen ist.



Verschiedene Ausführungsformen von Hochfrequenz-Energiekabeln.

Derartige H.-E. mit Luftraum-Isolierung werden wegen der unterschiedlichen Normung in den verschiedenen Ländern in drei verschiedenen Wellenwiderstandswerten gefertigt, und zwar mit 50, 60 und oft auch 75 Ohm. Lediglich der größte bisher gebaute Typ ist zunächst nur mit einem Wellenwiderstand von 60 Ohm vorhanden. Im allgemeinen sind die Außendurchmesser der Kabel aller drei Wellenwiderstandswerte gleich und unterscheiden sich nur im Durchmesser des Innenleiters. Für die Bezeichnung der H.-E. wird beim Wellenwiderstand von 60 Ohm das Durchmesserverhältnis von Außen- und Innenleiter gewählt. Im westlichen Ausland sind die Wellenwiderstände 50 (und 75) Ohm üblich. Hier werden die Kabel mit dem Maß der lichten Weite des Außenleiters in Zoll mit zusätzlicher Angabe des Wellenwiderstandes bezeichnet.

Durch die unterschiedlichen Maße des Innenleiters für die verschiedenen Wellenwiderstände sind auch die zulässigen Werte für die Spannungsfestigkeit und übertragbare Leistung etwas verschieden. Die folgende Tabelle gibt die Eigenschaften einiger der größten H.-E. wieder.

Eigenschaften von Hochfrequenz-Energiekabeln (Antennenkabeln).

Bezeichnung	$1^5/_8$″ 50 Ohm	$1^5/_8$″ 75 Ohm	14/42	$4^1/_8$″ 50 Ohm	36/103	$6^1/_8$″ 50 Ohm	54/154	73/203
Wellenwiderstand (Ohm)	50 ± 1%	75 ± 1%	60 ± 1 %	50 ± 1%	60 ± 1%	50 ± 1%	60 ± 1%	60 ±1%
Außendurchmesser (mm)	51	51	51	117	117	174	174	226
Grenzfrequenz (GHz)	2,9	3,3	3,1	1,22	1,29	— 0,85	0,89	0,68
Spitzenspannung (kV)	5,2	5,2	5,2	12,5	12,5	17,0	17,0	20 *)
Dämpfung bei 100 MHz (dB/100 m)	0,67	0,63	0,64	0,28	0,26	0,19	0,18	0,013 *)
Übertragbare Leistung bei 100 MHz (kW)	22,7	21,0	22,6	99	101	182	183	3300 *)
Zulässiger Krümmungsdurchmesser mm einmalig	400	400	400	1000	1000	2400	2400	—
Zulässiger Krümmungsdurchmesser mm wiederholt	1200	1200	1200	2800	2800	4000	4000	—
Gewicht (kg/m)	2,0	1,8	2,0	5,7	5,4	10,0	10,0	15,0

*) Die Angaben gelten für das Kabel 73/203 für 1 MHz. Bei Betrieb mit Stickstoff-Füllung von 4 atü erhöht sich die Spannungsfestigkeit auf etwa 40 und die übertragbare Leistung auf etwa 4500.

Bei Fernseh-Umsetzern und Gemeinschaftsantennenanlagen werden nur geringe Energiebeträge übertragen, so daß hierbei auch Kabel mit kleinen Durchmessern verwendet werden können. Bei diesen wird auch nicht von der Hohlraum-Isolierung Gebrauch gemacht, sondern eine extrudierte Isolierung aus Voll- oder aufgeschäumtem HF-Isolierstoff verwendet.

Bei dicken Kabeln besteht der Außenleiter aus gewelltem Rohr; andere Kabel haben einfache und doppelte Drahtgeflechte. Der Unterschied liegt im wesentlichen darin, daß Kabel mit gewelltem Rohr als Außenleiter praktisch HF-dicht sind. Sie sind allerdings nicht hochflexibel, sondern nur biegbar. Kabel mit Geflechtsaußenleitern sind dagegen hochflexibel. Die unvollkommene HF-Dichte eines einfachen Geflechts kann allerdings durch Verwendung mehrfacher Geflechte bedeutend verbessert werden.
Knebel

Hochfrequenzgesetz → Funkstörmeßgeräte, → Kollisionsrecht 3.1.

Hochfrequenzmaschinen → Geschichte des Fernmeldewesens unter 3.2.

Hochfrequenztransistoren. Ein Maß für das Hochfrequenzverhalten eines Transistors ist der Gütefaktor

$$\sqrt{V_{\mathrm{L\,opt}} f} = \sqrt{1/16\pi^2 r_{\mathrm{b}} c_{\mathrm{sc}} t_{\mathrm{ec}}} \equiv f_{\mathrm{max}},$$

welcher identisch ist mit der maximalen Schwingfrequenz f_{max}. Dies ist diejenige Frequenz, bei welcher die optimale Leistungsverstärkung $V_{\mathrm{L\,opt}}$ (optimale Anpassung von Generator und Last) auf den Wert 1 abgefallen ist. H. erfordern nach dieser Beziehung kleine Werte für die Emitter-Kollektor-Laufzeit t_{ec} und die aus Basisbahnwiderstand r_{b} und Kollektor-Sperrschichtkapazität c_{sc} gebildete Zeitkonstante (→ Transistor). In der Laufzeit t_{ec} sind die Emitterladezeit t_{e}, die mittlere Laufzeit in der Basis t_{b} und die Laufzeit in der Kollektorsperrschicht t_{c} zusammengefaßt. Ein kleiner Wert für t_{ec} läßt sich v. a. durch geringe Basisdicke w und durch die Wirkung eines die Minoritätsträger beschleunigenden elektrischen Feldes (Driftfeld, s. unten) in der Basis erreichen. Die Laufzeit in der Basis ist proportional w^2. Für den Diffusionstransistor (→ Transistor) ist $t_{\mathrm{b}} = w^2/2\,D$. ($D$ ist die Diffusionskonstante der Minoritätsträger in der Basiszone). Für den Drifttransistor (s. unten) ist $t_{\mathrm{b}} = w^2/2\,\mathrm{n}D$, wobei n ein Faktor zwischen 1 und 6 ist, welcher die Wirkung des Driftfeldes berücksichtigt.

Hinsichtlich geringer Kollektor-Sperrschichtkapazität ist eine schwache Dotierung der Kollektor- bzw. Basiszone bzw. beider Zonen sowie eine kleine Kollektorfläche günstig (es genügt, wenn jeweils ein genügend breiter, an die Grenzfläche anschließender Bereich schwach dotiert ist, während die übrige Kollektor- bzw. Basiszone im Interesse kleiner Bahnwiderstände bzw. auch zur Herstellung eines Driftfeldes in der Basiszone stärker dotiert werden können; s. unten: Drifttransistor, → Epitaxie-Transistor). Die Forderung kleiner Basisdicke und schwacher Dotierung der Basis steht im Widerspruch zur Forderung eines kleinen Basisbahnwiderstandes. Die Emitterladezeit ist außerordentlich klein und kann, außer bei höchsten Frequenzen, meist vernachlässigt werden. Bei Transistoren mit großer Basisdicke (etwa 10 µm und darüber), also Niederfrequenztransistoren, wird die Grenzfrequenz im wesentlichen durch die Laufzeit t_{b} in der Basis bestimmt, bei H. mit sehr geringer Basisdicke (etwa 1 µm) wird die Laufzeit t_{c} in der Kollektorsperrschicht für die Gesamtlaufzeit entscheidend. t_{c} kann nicht beliebig verkleinert werden, da einerseits eine zu große, die Ladungsträger beschleunigende Feldstärke (große Kollektor-Sperrspannung) zu → Durchbrucheffekten führt, andererseits eine Verkleinerung der Kollektor-Sperrschichtbreite (durch stärkere Dotierung) eine Vergrößerung der Kollektor-Sperrschichtkapazität bewirkt. Bei kleinen Gesamtlaufzeiten sind also die Größen t_{ec}, r_{b} und c_{sc} nicht unabhängig voneinander wählbar, sondern in komplizierter Weise über die Transistor-Geometrie sowie über Größe und Verteilung der Störstellenkonzentrationen miteinander verknüpft. Um den einander widersprechenden Forderungen gerecht zu werden, muß, jeweils mit Rücksicht auf die durch Transistortyp und Herstellungsverfahren gegebenen Besonderheiten, ein Kompromiß geschlossen werden.

Gegenüber dem Diffusionstransistor (→ Transistor), bei welchem die Minoritätsträger nur durch Diffusion

die Basiszone durchlaufen, besitzt der Drifttransistor ein die Minoritätsträger zum Kollektor hin beschleunigendes elektrisches Feld (Driftfeld). Das Driftfeld in der Basiszone entsteht durch eine vom Emitter zum Kollektor hin abnehmende Störstellenkonzentration, welche sich durch Eindiffusion von Störstellen in den Halbleiter herstellen läßt (→ Herstellung von pn-Übergängen). Eine solche Störstellenverteilung in der Basis bringt noch weitere Vorteile: Zum Kollektor hin fällt die Störstellenkonzentration auf sehr niedrige Werte ab (Bild 1). Infolgedessen

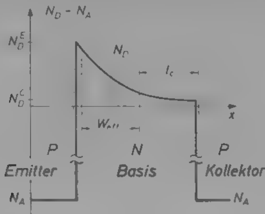


Bild 1. Störstellenverteilung im Drifttransistor: Inhomogene Störstellendichte (N_D, N_A Dichte der Donatoren bzw. Akzeptoren) in der Basiszone mit dem emitterseitigen Randwert N_D^c und dem kollektorseitigen N_D^c. Die gestrichelten Linien deuten die Sperrschichtgrenzen an, W_{eff} ist die effektive Basisdicke und l_c die Dicke der Kollektor-Sperrschicht.

bildet sich eine breite Kollektor-Sperrschicht aus, die sich über das niedrig dotierte Gebiet der Basis erstreckt, aber nur wenig in das Gebiet steigender Dotierung hineinreicht (vergl. → pn-Übergang, Abschn. 4). Dadurch wird die effektive Basisdicke noch verringert (ohne daß die Gefahr eines Durchbruchs infolge Sperrschichtberührung zwischen Kollektor und Emitter besteht), v. a. aber die Kollektor-Sperrschichtkapazität herabgesetzt, außerdem die Basisdickenmodulation (Early-Effect, → Transistor, Abschn. 2) verringert und die Kollektor-Durchbruchspannung (→ Durchbrucheffekte) vergrößert. Die relativ hohe emitterseitige Störstellenkonzentration in der Basis ergibt einen kleinen Basisbahnwiderstand. Ein guter Emitterwirkungsgrad (→ Transistor) setzt aber voraus, daß sie genügend klein gegen die Störstellenkonzentration im Emitter ist (Verhältnis der Konzentrationen nicht kleiner als 50 : 1).

Der eigentliche Drifttransistor (d. h. der als solcher bezeichnete Typ) entspricht nach seiner Herstellungstechnik dem → Legierungstransistor, jedoch wird, vor dem Einlegieren von Emitter und Kollektor, durch Eindiffusion von Störatomen die inhomogene Basisdotierung erzeugt. Das Verfahren der Störstellendiffusion wird jedoch fast immer zur Herstellung — wenigstens der Basiszone — von H. angewandt, so daß auch fast alle anderen Typen eine zum Kollektor hin abnehmende Störstellenkonzentration besitzen (bei sehr kleiner Basisdicke spielt jedoch die Laufzeit in der Basis und somit die Wirkung eines evtl. vorhandenen Driftfeldes meist eine untergeordnete Rolle; wichtiger ist es hier, eine für kleine Werte von r_b und c_{sc} günstige Verteilung der Störstellenkonzentration anzustreben).

Verglichen mit Diffusionstransistoren haben Transistoren mit Driftfeld höhere Vorwärts-Stromverstärkung. Da aber das Driftfeld die in die Basis injizierten Minoritätsträger stets zum Kollektor hin beschleunigt, ist der inverse Betrieb ohne Interesse (inverse Stromverstärkung wesentlich niedriger als beim Diffusionstransistor).

Wesentlich kleinere Basisdicken sowie kleinere Emitter- und Kollektorflächen als beim → Legierungstransistor werden mit der Mesa- und der → Planartechnik erreicht. Bei der Mesatechnik entstehen wie bei der Planartechnik viele Transistoren gleichzeitig nebeneinander auf einer einkristallinen Halbleiterscheibe.

Bild 2 zeigt einen Schnitt durch einen einzelnen Germanium-Mesatransistor. Die n-leitende Basis wird durch Eindiffundieren von Antimon in eine relativ hochohmige p-leitende Germaniumscheibe erzeugt. Zur Herstellung von Emitter und Basiskontakt werden durch Aufdampfen im Vakuum unter Benutzung einer Metallblende geeignete Metallstreifen aufgebracht und einlegiert (→ Herstellung von pn-Übergängen, Abschn. 3). Auf diese Weise entstehen entsprechend den Fenstern in der Metallblende Streifen mit einer Breite bis herab zu etwa 25 μm. Der Streifenabstand ist etwa gleich der halben Breite (hinsichtlich eines kleinen Basisbahnwiderstandes muß der Basiskontaktstreifen dem

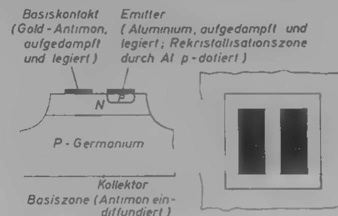


Bild 2. Germanium-Mesatransistor.

Emitter möglichst dicht benachbart sein). Nach Herstellung der pn-Übergänge wird durch eine Ätzung die Oberfläche der Scheibe teilweise abgetragen, in der Weise, daß an den Orten zusammengehöriger Emitter- und Basiskontakt-Streifen kleine Erhöhungen, sog. »Mesa«-Berge (von dem spanischen Wort für Tafelberg), stehenbleiben, sodann die Scheibe in die einzelnen Transistoren zerteilt (Bild 2). Der Einbau in Gehäuse und die Kontaktierung erfolgt wie beim Planartransistor (→ Planartechnik). Außer Drift- und Mesatransistoren gibt es noch andere Typen, teils Spielarten der genannten, deren Herstellungstechnik ebenfalls in einer Kombination der Legierungs- mit der Diffusionstechnik besteht. Beim Silizium-Mesatransistor wird auch der Emitter durch Diffusion hergestellt. Dies ist bei Silizium im Gegensatz zu Germanium möglich, weil hier ein photolithographisches Maskierungsverfahren angewandt werden kann (→ Planartechnik). Der Hochfrequenz-Planartransistor ist nur eine Sonderform des Planartransistors mit für hohe Frequenzen günstiger Geometrie (kleine

Strukturen u. kleine Basisdicke) und günstigem Störstellenprofil. Seine Bauform entspricht weitgehend der des Mesatransistors, nur fällt die »Mesa«-Ätzung, welche den Kollektor-Basis-Übergang beim Mesatransistor an der freien ungeschützten Kristalloberfläche enden läßt, weg. Dadurch ergeben sich gewisse Vorteile (→ Planartechnik). Im Unterschied zu den → Legierungstransistoren ist bei den Transistoren mit diffundierter Basiszone die Kollektorzone, welche durch den unverändert bleibenden Teil des Halbleiterkörpers gebildet wird, die hochohmigste Zone, so daß sich die Kollektorsperrschicht bevorzugt in diese hinein ausbildet. Eine hochohmige Kollektorzone ist — neben einer zum Kollektor hin abfallenden Störstellenkonzentration — günstig hinsichtlich kleiner Kollektor-Sperrschichtkapazität, hoher Kollektor-Durchbruchspannung und geringen Early-Effektes (→ Transistor, Abschn. 2). Da aber gleichzeitig ein geringer Kollektor-Bahnwiderstand wünschenswert ist, ist es vorteilhaft, solche Transistoren als → Epitaxie-Transistoren auszubilden.

Die maximale Schwingfrequenz f_{max} des bipolaren Transistors ist dem Ausdruck $\sqrt{\mu_p \mu_n}$ proportional (μ_p ist die Beweglichkeit der Löcher, μ_n die der Elektronen. Von den Größen in obiger Beziehung für f_{max} sind t_{ec} umgekehrt proportional der Beweglichkeit der Minoritätsträger und r_b umgekehrt proportional der Beweglichkeit der Majoritätsträger in der Basis). Da bei Germanium beide Beweglichkeiten größer sind als bei Silizium, lassen sich mit Germanium-Transistoren die höchsten Grenzfrequenzen erreichen (mit Germanium-Mesa-Transistoren einige GHz). Werden jedoch gleichzeitig hohe Frequenz und Leistung gefordert, so ist Silizium überlegen, weil es wesentlich höhere Verlustleistungen zuläßt (Ge-Transistoren für Betriebstemp. von 78 bis 100° C, Si-Transistoren bis 200° C). Weitere Vorteile des Siliziums ergeben sich aus der bei diesem Material anwendbaren → Planartechnik.

Die Breiten der Emitterstreifen und der Basiskontaktstreifen sowie deren Abstand voneinander werden so gering gehalten wie die Herstellungstechnik erlaubt, was gleichbedeutend ist mit dem Bestreben, möglichst viel Emitterrand mit dicht benachbartem Basiskontakt über der Kollektorfläche anzuordnen. Dies ist vorteilhaft, da wegen der geringen Basisdicke und den durch diese bedingten Spannungsabfall längs des Basis-Querwiderstandes der Emitter fast nur in der schmalen, den Basiskontakt benachbarten Randzone injiziert, außerdem bei hohen Frequenzen der Injektionsstrom nur noch in der äußersten Randzone moduliert wird, und schließlich wegen der Forderung nach kleinem Basisbahnwiderstand.

Unter Berücksichtigung des Voranstehenden geht die für Hochfrequenz-Leistungstransistoren (→ Leistungstransistor) geeignete Bauform — Transistoren für größere Leistungen erfordern größere Kollektor- und Emitterflächen — aus der in Bild 2 dargestellten lediglich durch Verlängerung der Streifen und Vergrößerung von deren Anzahl hervor, was zu ineinandergreifenden Strukturen (meist kammartig, s. Bild 3) führt. Bei dieser Anordnung werden mit der Fläche zwar die Kapazitäten vergrößert, gleichzeitig aber der Basisbahnwiderstand verkleinert (die Zeitkonstante $r_b\,c_{sc}$ bleibt also etwa konstant), wodurch der Bau von Transistoren mit gleichzeitig hoher Frequenz und Leistung möglich ist. Hochfrequenz-Leistungstransistoren gibt es in Mesa-

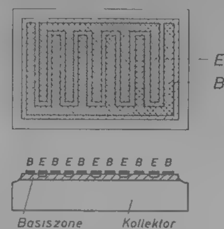


Bild 3.
Aufbau eines Hochfrequenz-Leistungstransistors in Mesabauweise mit Kammstruktur (E = Emitter, B = Basiskontakt).

und Planarbauweise. Eine weitere Verbesserung durch weitere Vergrößerung des Verhältnisses von Emitterrand zu Emitterfläche und durch weitere Verkleinerung des Basiswiderstandes stellt der in Planartechnik hergestellte sog. »Overlay«-Transistor dar.

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikal u. techn. Grundlagen, Springer-Verlag, 1963 — K. Seiler, Physik u. Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart, 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Dosse, Der Transistor, R. Oldenbourg, München.
Aulbach

Hochkantbogen → Fahrrohre für Zettelrohrpost.

Hochkantförderer. H. befördern Telegramme, Fernschreiben, Formulare und sonstige Schriftstücke aufrechtstehend mit einer Geschwindigkeit von 0,8 m/s. Die Bandgeschwindigkeit kann durch Einsatz von Schnellbandförderanlagen (→ Schnellbandförderer) auf 2,5 m/s erhöht werden. Für gebündelte Schriftstücke, Schnellhefter usw. eignen sich H., die als → Taschenförderbandanlage ausgebildet sind.

Zwei Führungswangen und das Förderband (→ Förderband) bilden den Förderkanal. Die heute gebräuchlichen U-Formen der Wange zeigt Bild 1.

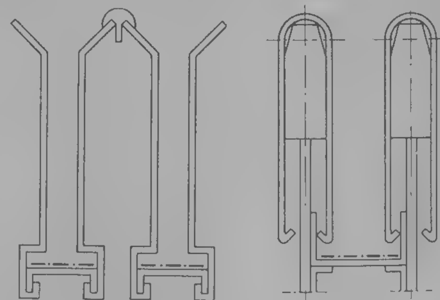


Bild 1. Wangenform von Hochkantförderern.

Als Mitnahmekraft steht nur die Reibungskraft zwischen Fördergut und Förderband zur Verfügung. Um das Hängenbleiben des Fördergutes durch statische Aufladungen zu mindern, werden die

Führungsflächen der Wangen häufig mit Längssicken versehen (Bild 1).

Die lichte Weite des Förderkanals beträgt 16 bis 26 mm. Das Fördertrum des etwa 30 mm breiten Bandes wird in einer U-Profilschiene geführt, die auf Riemenstützen aufliegt. Die Stütze ist so ausgebildet, daß sie auch das in entgegengesetzter Richtung verlaufende Rücktrum (Bild 2) aufnimmt. Mehrere

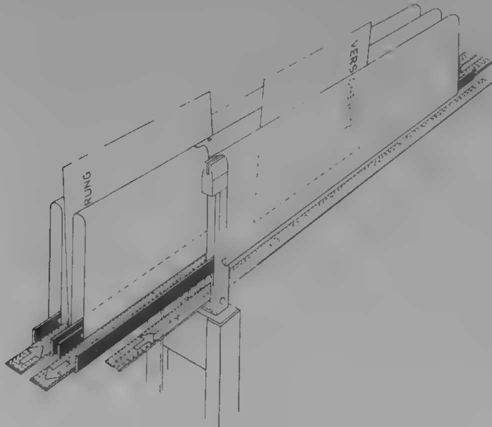


Bild 2.
Hochkantförderkanäle mit gegenläufigen Förderrichtungen.

Förderkanäle können nebeneinander — auch mit gegenläufigen Förderrichtungen — angeordnet werden. Die Kanäle können auch übereinander liegen. Bei Parallelführung mehrerer Förderkanäle wird zwischen zwei benachbarten Kanälen nur eine gemeinsame Führungswange vorgesehen. Die Baubreite

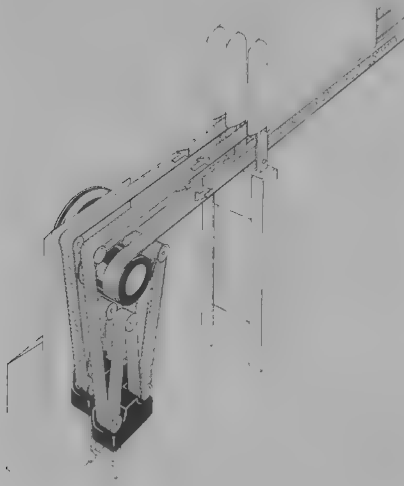


Bild 3. Antrieb für Hochkantförderer.

für einen Förderkanal beträgt 60 mm, für jeden weiteren Kanal 40 mm. Die Höhe der Wangen (105, 130, 170, 270 mm) wird so gewählt, daß die Schriftstücke über die Oberkante der Führungswangen hinausragen. Der Antrieb kann je nach den örtlichen Verhältnissen an dem einen oder anderen Ende der Förderstrecke angeordnet werden. Das auf den Antrieb zulaufende Bandtrum, also je nach Förderrichtung das Förder- oder das Rücktrum, wird auf der Antriebsrolle geführt. Eine Hilfsrolle (Bild 3) dient zur Vergrößerung des Umschlingungswinkels, damit eine möglichst große Zugkraft auf das Band übertragen werden kann. Das Abtrum durchläuft dann eine Spannvorrichtung, die die durch wechselnde Luftfeuchtigkeit bedingte Längenänderung des Textilbandes selbsttätig ausgleicht und für eine konstante Bandspannung sorgt. Diese Längenänderung beträgt bei den üblichen Textilbändern in dem in Innenräumen normalerweise vorkommenden Luftfeuchtigkeitsbereich etwa 1 bis 2 %. Mit einem Antrieb können normalerweise 20 bis 30 m Förderstrecke mit drei Eckumführungen überbrückt werden. Die Förderbänder können einzeln oder bei mehreren nebeneinanderliegenden Bändern gemeinsam angetrieben werden.

Eckumführungen ermöglichen einen Richtungswechsel im Verlauf des Förderkanals. In ihnen wird das Förderband (Förder- und Rücktrum) um 90° gedreht und um senkrecht stehende Rollen geführt (Bild 4).

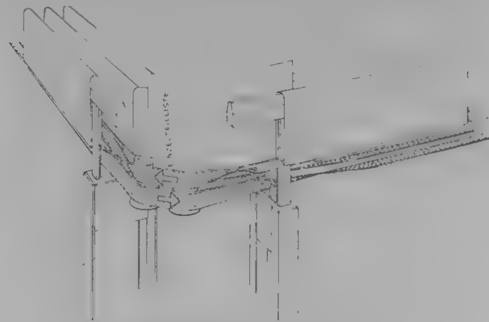


Bild 4. Eckumführung für Hochkantförderer (eine Führungswange ist abgenommen).

Das Fördergut läuft zwischen Förderband und Rollen und wird so zwangsläufig um die Ecke herumgezogen. Um es dabei nicht zu stark zu knicken, ist der Richtungswechsel auf zwei senkrechte Rollen aufgeteilt worden. Eckumführungen lassen sich für fast alle praktisch vorkommenden Umführungswinkel bauen. Richtungsänderungen um Winkel unter 10° können durch Übergang auf ein zweites, in der neuen Richtung verlaufendes Hochkantförderband überbrückt werden. Durch einen Richtungswendekopf läßt sich die Förderrichtung in einem Hochkantförderkanal umdrehen, so daß der gleiche Kanal in einem Streckenabschnitt zur Förderung in der einen, im anderen zur Förderung in der anderen Richtung benutzt werden kann. Im Richtungswendekopf wird mit Hilfe einer Rollenanordnung das Förderband so

um 180° gedreht, daß das Rücktrum zum Fördertrum und das Fördertrum zum Rücktrum wird.

Die offene Bauweise des Förderkanals gestattet es, den Förderkanal an jeder beliebigen Stelle zu beladen. Entladen wird zumeist in seitlich am Förderband angebrachten Mulden. An diesen Stellen ist die äußere Führungswange unterbrochen und Abweisbleche sorgen für eine sichere Ausschleusung des Förderguts.

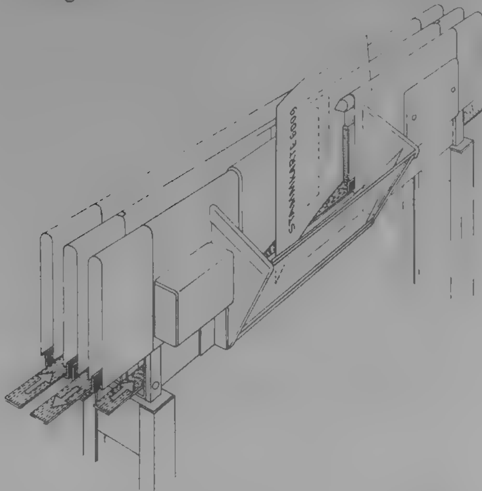


Bild 5. Empfangsstelle mit Weiche für Hochkantförderer.

Mit Hilfe elektrisch gesteuerter Weichen ist es möglich, mehrere Empfangsstellen einem Hochkantförderkanal zuzuordnen und ihnen wahlweise Fördergut zuzusenden. Bild 5 zeigt eine Empfangsstelle mit Weiche und Empfangsmulde. In Ausfahrstellung leitet die Weichenzunge das Fördergut durch den Ausschnitt der äußeren Führungswange in die Empfangsmulde, in Durchfahrtstellung schließt sie diesen Ausschnitt und bildet einen Teil der äußeren Führungswange.

Als einfachste Empfangsstelle dient ein in den Förderkanal gesteckter Haltekeil oder ein das Ende der Förderstrecke abschließendes Blech. Die Sendungen stoßen auf dieses Hindernis und bleiben stehen; das nachfolgende Fördergut reiht sich im Förderkanal auf und rückt bei Entnahme des zuerst angekommenen nach. Den Haltekeil kann man an beliebigen Stellen des Förderkanals einstecken. Damit kann die Lage der Empfangsstelle leicht verändert werden. Bei Höhenunterschieden und zur Überbrückung von Durchgängen können die Förderkanäle — Steigung bis zu 17 % — schräg auf- oder abwärts geführt werden. Bei Verwendung von Bändern mit Gummiauflage lassen sich wegen der höheren Mitnahmekraft auch Steigungen bis zu 27 % überwinden.

Hochkantförderanlagen verbinden in der Regel nahe beieinanderliegende Arbeitsplätze. Das Einsammeln von Schriftstücken und Zuführen zu einer zentralen Stelle läßt sich mit H. besonders einfach lösen, weil an jeder beliebigen Stelle zugeladen werden kann. Zum Verteilen können entweder Mehrkanalsysteme oder Einkanalsysteme mit Weichen verwendet werden. Mehrkanalsysteme zeichnen sich durch sehr einfachen Aufbau, hohe Verkehrsleistung und geringere Wartung aus. Dem steht ein hoher Bedarf für die vielen Förderkanäle gegenüber. Beim Einkanalsystem geht von der zentralen Stelle nur ein Förderkanal aus, der an allen Empfangsstellen vorbeiführt und an jeder eine Weiche besitzt. Durch Tastendruck

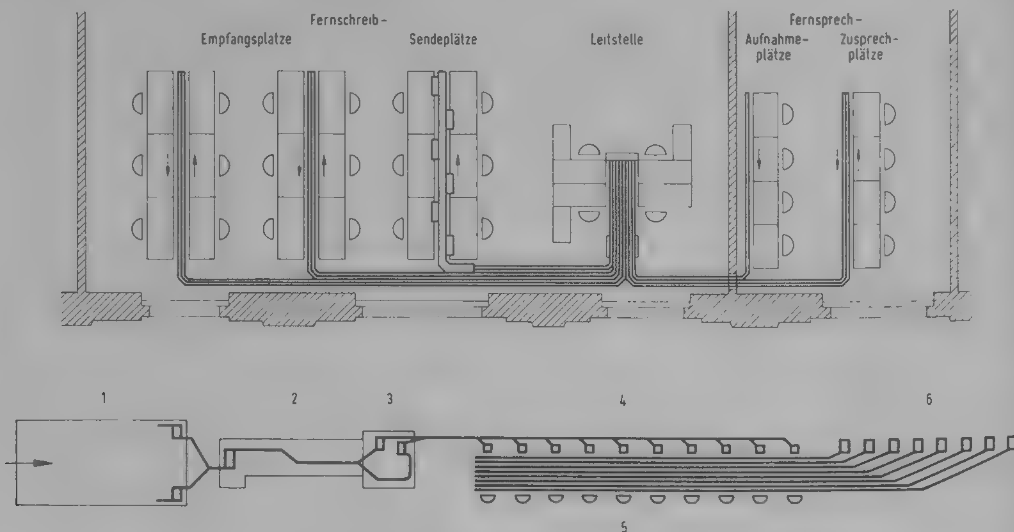


Bild 6. Grundriß einer Mehrkanalanlage zum Verteilen und Sammeln von Telegrammen.

wird die Weiche auf Ausschleusung gestellt. Es darf immer nur eine Sendung unterwegs sein. Die Verkehrsleistung ist deshalb gering. Bild 6 zeigt den Grundriß einer Mehrkanalanlage zum Verteilen und Sammeln von Telegrammen.

Literatur: W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964) Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962. *Gänsler*

hochmolekulare organische Werkstoffe → Isolierstoffe, → Kunststoffe.

Hochpaß ist ein → Filter mit einem einzigen Durchlaßbereich von der → Grenzfrequenz des Filters bis zur Frequenz Unendlich.

Hochschulpraktikanten → Praktikanten.

Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) → Stromrichter.

Hochspannungsleitungen mit Trägerfrequenzkanälen. Kurzbezeichnung des Verfahrens: TfH (Trägerfrequenz für Hochspannungsleitungen). Weitverbreitetes Betriebsmittel der Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen (EVU) zur Ausnutzung der Energieleitungen 60 bis 500 kV für Nachrichtenübermittlung und Fernwirktechnik. Bei Mittelspannung 10 bis 30 kV mit mehreren Abzweigen und Schaltstationen wegen des Aufwandes an HF-Sperren und HF-Brücken sind nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich. Verfügbares Gerätespektrum zur Erzeugung der Trägerfrequenzen und ihrer Modulation (Einseitenband = ESB; Zweiseitenband = ZSB; Frequenzmodulation = FM) gliedert sich in:

1. Einzweckgeräte nur für Sprache, mit oder ohne Bandwechsel im 5-kHz-Raster, oder nur für Fernwirksignale (als Vielbandgeräte, Streckenschutzgeräte, Schnellschaltgeräte).

2. Mehrzweckgeräte im 4-kHz-Raster für Sprache und Signale.

3. Wechselzweckgeräte für Sprache oder Signale.

Alle Geräte besitzen automatische Pegelregulierung zur Anpassung an Dämpfungsänderungen durch Eis- oder Reifbehang und erfordern Notstromversorgung. Wahl der Trägerfrequenz im Bereich 35 bis 375 kHz richtet sich nach bereits belegten Frequenzen im eigenen, angrenzenden oder übergeordneten Netz. Leitungsausrüstung zur Aufschaltung der Trägerfrequenzen und ihrer Trennung von der Netzfrequenz (50 oder 60 Hz) besteht aus:

1. Koppelkondensatoren, bis 150 kV in hängender oder stehender Ausführung, ab 150 kV nur in stehender Ausführung. Kapazität normal 2200 oder 4400 pF, in Sonderfällen auch höher. Spannungsfestigkeit bei Netzen mit geerdetem Sternpunkt entsprechend Leiterspannung gegen Erde, bei gelöschten Netzen $\sqrt{3}$ mal höher. Erdseitig in Reihenschaltung mit Koppelkondensator: auf Trägerfrequenzen abgestimmtes Koppelfilter mit parallelem Grobspannungsableiter und galvanisch getrenntem Ausgang nach dem Gerät. Statt Koppelkondensatoren sind auch kapazitive Spannungswandler mit eingebautem Koppelfilter verwendbar.

2. Trägerfrequenz-Sperren im Zug der Hochspannungsleitung, bemessen für maximal Betriebsstrom von 50 Hz (z. B. 600 A) zur Abriegelung der Trägerfrequenzen gegen Schaltanlagen oder nicht als Übertragungsweg benutzte Abzweige.

Man verwendet je nach Anzahl der Übertragungskanäle: Resonanzsperren, nur geeignet zur Sperrung von 2 Frequenzbändern im Übertragungsbereich, jedoch mit der Möglichkeit einer Breitbandabstimmung ab 150 kHz aufwärts.

Allwellensperren für den gesamten Trägerfrequenz-Bereich 35 bis 375 kHz.

3. Trägerfrequenz-Brücken zur Umgehung von Schaltanlagen über einen vom Schaltzustand unabhängigen Trägerfrequenz-Weg, aufgebaut mit den Elementen 1. und 2. auf beiden Seiten der Schaltanlage.

Ankopplung der Trägerfrequenzen kann an einen oder zwei Hochspannungsleiter (Phasen) erfolgen.

Vorteil der Zweileiterankopplung: sichere Erhaltung des Übertragungsweges auch bei Bruch eines gekoppelten Leiters, Abstrahlung nahe Ankopplungspunkt geringer als bei Einleiterankopplung. Bei Doppelsystemen auf gleicher Trasse Zweileiterankopplung auch als »Zwischensystem-Ankopplung« (je System ein Leiter) ausführbar, welche Erdung und Streckenarbeiten an einem der beiden Systeme ermöglicht.

Nachteil: Der Aufwand an Koppelgliedern und Sperren ist doppelt so hoch wie bei der Einleiterankopplung. Deshalb ist die Zweileiterankopplung nur sinnvoll bei besonderen Anforderungen an Übertragungssicherheit, z. B. für Hochfrequenz-Leitungsschutz, Fernbedienung wichtiger Schalter (Schnellschaltgeräte), von unbedienten Speicherkraftwerken usw. sowie, wenn die Leitungsdämpfung zu hoch ist, um einen genügenden Störpegelabstand zu sichern.

Literatur: Dressler und Podszeck, Hochfrequenz-Nachrichtentechnik, Springerverlag, Berlin, 1952 — Podszeck, Anwendung von Trägerfrequenz-Nachrichtengeräten in Hochspannungsnetzen, Siemens-Z., 1953, S. 337–42 — Bergmann, Fernwirkübertragung auf Hochspannungsleitungen, Siemens-Z., 1957, S. 337–43 — De Quervain, Einsatz von Trägerfrequenzgeräten in Hochspannungsnetzen, Brown, Boveri & Co.-Mitteilungen, 1955, S. 251–61. *Eberhard*

hochspannungssicherer Schaltdraht → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Höchstspannungsleitung → Induktion durch Starkstromanlagen.

Höchststromstärken für Leitungen bei Dauerbelastung sind den DIN-Normen bzw. VDE-Bestimmungen zu entnehmen: blanke Al-Leiter s. DIN 43 670, blanke Cu-Leiter s. DIN 43 671 und isolierte Leitungen s. VDE 0100.

Hochvakuumaufdampftechnik → Mikroschaltungstechnik.

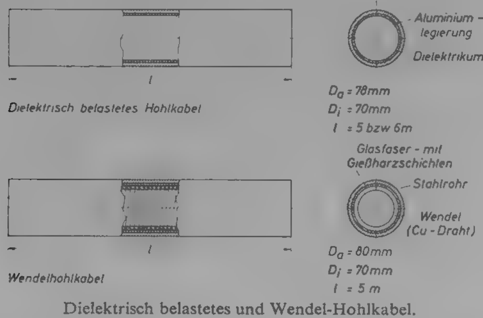
hoheitliche Tätigkeit → Rechtsstellung der DBP.

Höhendipol → Dipolantenne.

Höhenstrahlung → kosmische Strahlung.

höherwertige Leitung → besonders kostspielige Leitung.

Hohlkabel, neuerdings auch als H_{01}-Hohlkabel bezeichnet, sind → Hohlleiter, die infolge ihrer geringen Dämpfung für die Übertragung von Nachrichten über weite Entfernungen geeignet sind. H. sind noch im Entwicklungsstadium. Es sind kreisrunde Rohre, deren Innendurchmesser groß gegenüber der Wellenlänge ist und die mit der sog. H_{01}-Welle betrieben werden (→ Hohlkabeltechnik). Im Laufe der Entwicklung, die vom einfachen runden Metallrohr ausging, entstanden 2 Hauptgruppen von H.: H. mit dielektrischem Innenbelag und Wendel-H. (s. Bild).



Dielektrisch belastetes und Wendel-Hohlkabel.

Die gebräuchlichen Innendurchmesser sind 5 cm, 2 Zoll und 7 cm. Die einzelnen Rohre, die etwa 5 oder 6 m lang sind, werden durch Schraubmuffen oder Flansche miteinander verbunden.

Die bisher an unterirdisch verlegten Hohlkabeln gemessenen Dämpfungswerte liegen je nach Frequenz (15 ... 100 GHz), Innendurchmesser (50 ... 70 mm) und Trasse etwa zwischen 1 dB/km und 4 dB/km. Wegen der unterschiedlichen Grenzfrequenzen liegen die nutzbar zu machenden Übertragungsbänder bei H. mit größerem Durchmesser niedriger als bei H. mit kleinerem Durchmesser. Vorteile gegenüber der konventionellen Koaxialkabeltechnik: Sehr hohe Frequenzbandbreite, keine besonderen Anforderungen an Linearität der Verstärker (Anwendung von PCM), Verstärkerabstände etwa 20 bis 30 km; Kosten je Sprechkreiskilometer z. Z. geschätzt: Bei 20 000 ... 40 000 Sprechkreisen gleich groß wie bei Koaxialkabelanlagen, bei stärkerer Belegung billiger.

H o h l k a b e l m i t d i e l e k t r i s c h e m I n n e n b e l a g (Bild 1 oben) bestehen aus einem runden Metallrohr guter Leitfähigkeit, das auf seiner Innenseite mit einem dünnen, nicht leitenden Belag versehen ist. An das Metallrohr, das meistens aus einer Aluminiumlegierung (z. B. AlMgSi) besteht, werden besondere Anforderungen gestellt. Dies gilt vor allem für die Toleranzen. Da jede Abweichung vom Sollwert im »Multimoden-Hohlleiter« (overmoded waveguide) eine, wenn auch bei kleineren Abweichungen geringe Schwingungstypumwandlung zur Folge hat, ist vor der Verwendung von Metallrohren als Weitverkehrshohlleiter zu prüfen, ob diese den an sie zu stellenden Anforderungen genügen. Die Toleranzforderungen an das Halbzeug betreffen die Durchmessertoleranzen (Abweichungen vom mittleren Durchmesser, Elliptizität) und Achsgeradigkeit. Die Forderungen bezüglich der Durchmessertoleranzen können leichter erfüllt werden als die Bedingungen, die in bezug auf die Geradheit zur Vermeidung von Störungen notwendig sind. Die moderne Ziehtechnik gestattet es, ohne Schwierigkeiten Rohre mit Abweichungen von nur ± 25 μm und weniger vom mittleren Durchmesser herzustellen.

Der dünne dielektrische Belag an der Innenseite des Rohres dient dazu, die Gleichheit der Phasenkonstanten von H_{01}- und E_{11}-Welle, die besonders in Krümmungen starke Umwandlungen hervorruft, aufzuheben. Der Einfluß des Dielektrikums auf die Phasenkonstanten von H_{01}- und E_{11}-Wellen $\beta_{[01]}$ und $\beta_{(11)}$ sind durch die Beziehungen:

$$\frac{\Delta \beta_{[01]}}{\beta_{[01]}} = \frac{1}{3} \delta^3 j'^{2}_{[01]} \frac{\varepsilon_{1r} - 1}{1 - \nu^{2}_{[01]}} ;$$

$$\frac{\Delta \beta_{(11)}}{\beta_{(11)}} = \frac{\varepsilon_{1r} - 1}{\varepsilon_{1r}} \cdot \delta .$$

$\Delta \beta_{[01]}$	Änderung von $\beta_{[01]}$ durch Belag	$\delta = 1 - a/b \ll 1$	
		a	Innenradius mit Schicht
$\Delta \beta_{(11)}$	Änderung von $\beta_{(11)}$ durch Belag	b	Innenradius ohne Schicht
$\nu_{[01]}$	Verhältnis von Betriebsfrequenz zur Grenzfrequenz	ε_{1r}	Dielektrizitäts-Konstante des Materials der Schicht

$$j'_{[01]} = 3{,}83$$

dargestellt. Aus ihnen folgt, daß $\beta_{[01]}$ wesentlich stärker als $\beta_{(11)}$ geändert wird. Physikalisch ist dieses durch die unterschiedlichen Feldkonfigurationen der beiden Moden erklärlich.

Technologisch ist ein Hauptproblem des dielektrisch belegten Hohlkabels die mehr oder weniger große Haftfähigkeit des Belages an der Innenwand der Rohre. Bei einer Lockerung oder gar einer Abblätterung des Dielektrikums wird das Hohlkabel durch hohe H_{01}-Dämpfung unbrauchbar. Da die Feuchtigkeit die Haftfestigkeit sehr wesentlich beeinflussen kann, sind die Hohlkabel vor Feuchtigkeit zu schützen. Ihr Innenbelag muß durch eine entsprechende vorherige Oberflächenbehandlung der Innenwand des Rohres im Fertigungsprozeß haftfest gemacht sein.

W e n d e l h o h l k a b e l bestehen aus einer dicht an dicht gewickelten, meistens etwa 5 m langen Wendel aus dünnem Kupferlackdraht (∅ etwa 0,2 oder 0,3 mm), die in einen Stahlmantel eingebracht wird. Zwischen Stahlmantel und Kupferdrahtwendel befinden sich mehrere Lagen Glasfasergeflecht. Gießharz stellt die mechanische Verbindung zwischen den einzelnen Schichten her und macht sie zu einem kompakten

Gebilde (Bild unten). Wendelhohlkabel, die mit Hilfe eines Präzisionsstahldornes auf einer Spezialbank hergestellt werden, können mit hoher Genauigkeit gefertigt werden. Aus der Struktur des Wendelhohlkabels folgt eine Anisotropie der Impedanz, d. h. diese ist unterschiedlich in axialer und zirkularer Richtung. Für die H_{01}-Übertragung und Störmodenunterdrückung sind günstig eine hohe Impedanz in Richtung der Hohlkabelachse und ein niedriger Wert derselben in Umfangsrichtung. Hierzu ist wesentlich, daß der Steigungswinkel der Wendel sehr klein ist.

Die Störmodendämpfung ist beim Wendelhohlkabel wesentlich größer als beim dielektrisch belasteten H., die Herstellung naturgemäß aufwendiger.

Literatur: A. Kalähne, Elektrische Schwingungen in ringförmigen Metallrohren. Ann. d. Physik 18 (1905) S. 92 — G. C. Southworth, Results of Experiments with High Frequency Wave Guides. Telephony 110 (1936) Mai-H. S. 12 — H. Buchholz, Gekoppelte Strahlungsfelder im kreiszylindrischen Hohlleiter. Ann. d. Physik 39 (1941) S. 81–127 — A. Riedinger, Messung der Dämpfung und Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagn. Schwingungen in Metallrohren. Hochfrequenztechn. und Elektroakustik 58 (1949) H. 2 S. 21–25 — H. G. Unger, Circular Electric Wave Transmission in dielectric-coated Waveguide. Bell Syst. Techn. J. 36 (1957) S. 1253–1278 — P. Costatin, Berechnung von Dämpfung und Modeumwandlung für einen Hohlleiter mit diel. Einsatz. Aufgabe A 270 der DBP durchgef. b. Lehrstuhl f. Theor. Physik d. TH Darmstadt Prof. Dr. Buchholz — H. Schymura, Beitrag zur Weitverkehrs-Hohlleitertechnik, Frequenz 20 (1966) S. 377–384 — H. G. Unger, Helix Waveguide Theory an Application. Bell Syst. Techn. Journ. 37/1958, S. 1599–1647 — E. Hölzler, F. Bath und H. Holzwarth, Gedanken zur Weiterentwicklung der großen Übertragungssysteme; Jahrbuch des Elektrischen Fernmeldewesens 1963 — Hütte Teil IV B, S. 534 bis 541, 1962 — Lueger, Lexikon der Elektrotechnik und Kerntechnik, Bd. 2, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, 1960. *Traeger*

Hohlkabelleitungselemente dienen dazu, Hohlkabelleitungen aufzubauen. Mit Hohlkabelkupplungen werden die 5 m oder 6 m langen Hohlkabelrohre miteinander zu einer Hohlkabelleitung verbunden. Sie müssen folgende Hauptforderungen erfüllen:

1. ein möglichst stoßfreier Übergang von einem Rohr zum anderen ohne Achsversetzung oder Knick.

2. Da Hohlkabel zur Vermeidung von molekularen Absorptionen mit Stickstoff gefüllt werden, müssen die Kupplungen gasdicht sein.

3. einfache Montage mit möglichst geringem Zeitaufwand. Ein Beispiel für eine Hohlkabelkupplung zeigt Bild 1.



Bild 1. Hohlkabelschraubmuffe (Felten & Guilleaume).

Für Hohlkabelstrecken, deren Hohlleiter nicht genügend »selbstreinigend« in bezug auf Störmoden wirken, sind Hohlkabelschwingungstypfilter erforderlich. Da Wendelhohlleiter eine wesentlich höhere Störmodendämpfung als dielektrisch belastete Hohlleiter besitzen, benötigt man beim Aufbau von Hohlkabelleitungen mit Wendeln keine speziellen Schwingungstypfilter. Bei Leitungen mit dielektrisch belasteten Hohlleitern werden in etwa 20 m bis 30 m Abständen solche Filter eingesetzt. Für einen Leitungstyp benutzt man sog. Folienfilter. Diese enthalten zwei senkrecht zueinander stehende mit einer dünnen Aluminiumschicht bedämpfte Hostaphanfolien von je 20 cm Länge. Die Dicke der Folien beträgt 30 μm; ihr Flächenwiderstand 380 Ω. Die H_{01}-Welle wird durch derartige Filter nur wenig gedämpft: $\alpha = 0{,}009$ dB/Filter. Die Dämpfung des Hauptstörmodus H_{12} beträgt 6,5 dB, d. h. 16 dB/m, ein sehr günstiger Wert. Die Störwellendämpfung ist bis 100 GHz nur wenig frequenzabhängig. Außer diesen Folienfiltern werden auch Wendelfilter zur Wellenreinigung verwendet. Wendelfilter sind etwa wie Wendelhohlkabel aufgebaut (→ Hohlkabel).

Dehnungsglieder für Hohlkabel haben die Aufgabe, thermisch bedingte Längenänderungen aufzunehmen. Einen flexiblen Übergang für Hohlkabel zeigt Bild 2. Die Hohlkabelwand besitzt bei diesem

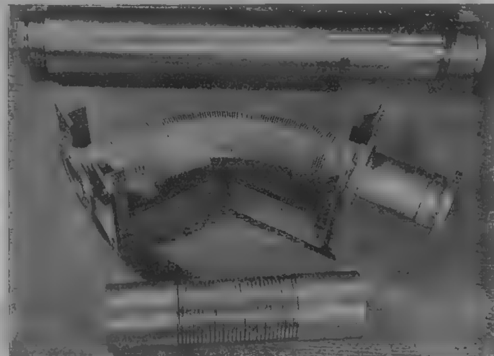


Bild 2. Hohlkabeldehnungsglied mit und ohne Außenmantel.

Bauteil Einschnitte in Umfangsrichtung, die so angeordnet sind, daß bei einer minimalen Dämpfung der H_{01}-Welle eine maximale mechanische Dehnung oder Pressung erfolgen kann. Ein zusätzlicher, äußerer, metallischer Mantel und eine Dämpfungsschicht verhindern eine Streuung der HF-Energie nach außen.

Die z. Z. bekannten Hohlkabel lassen einen Krümmungsradius von 300 m ohne wesentliche E_{11}-Konversion innerhalb ihrer elastischen Verformung zu. Krümmungen mit einem Radius von z. B. 1 m müssen so dimensioniert sein, daß die Wellentypkonversion H_{01}/E_{11} stark unterdrückt ist. Ein Beispiel für einen solchen Krümmer stellt ein gekrümmtes rundes Rohr mit relativ dickem, verlustarmem dielektrischem Belag, das einen kleineren Innendurchmesser besitzt als das Hohlkabel, dar.

Da im Hohlkabel die Wellenlänge klein gegenüber dem Durchmesser ist (quasioptischer Fall), ergibt ein in das Hohlkabel eingebauter metallischer Spiegel (Spiegelumlenkung) eine technisch relativ einfache

Möglichkeit für plötzliche Richtungsänderungen der elektromagnetischen Wellen. Die Umlenkung kann im rechten oder in spitzen Winkeln erfolgen (Bild 3). Ein für diesen Zweck entwickelter besonderer Hohlkabelschalter enthält dreh- oder verschiebbare metallische Spiegel, die die Nutzwelle in die gewünschte Richtung umlenken (Bild 4). Bei einer anderen Form erfolgt die Umschaltung durch einen Stempel, der so verschoben wird, daß beim Durchgang der Wellen in gerader Richtung im Hohlkabel zwei senkrecht zueinander gekreuzte Bleche erscheinen, die die H_{01}-Welle nicht beeinflussen. Bei zwei anderen Schalterstellungen wird eine Umlenkung wahlweise in eines der rechtwinklig abzweigenden Hohlkabel durch einen drehbaren metallischen Spiegel am Ende des Stempels erzielt.

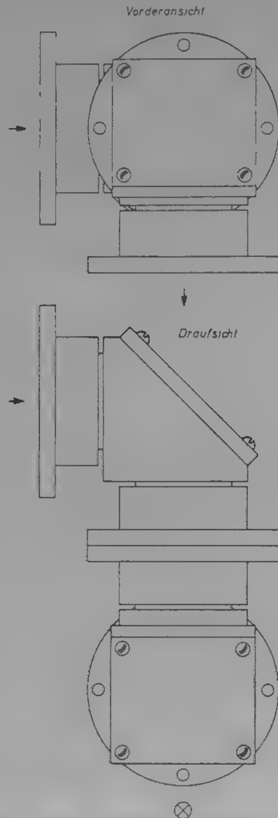


Bild 3. Hohlkabel-Doppelumlenkung mit Ausgangswinkel 90°.

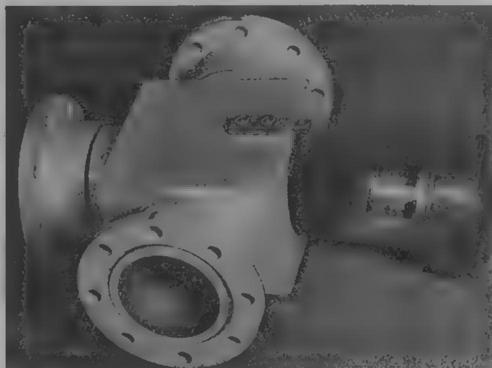


Bild 4. Hohlkabel-Zweiwegeschalter mit herausgezogenem drehbarem metallischem Spiegel.

Literatur: S. Sedlmair, H_{01}-Reiniger mit dünnen metallisierten Folien für H_{01}-Weitverkehrsleitungen, Frequenz 20 (1966) Nr. 11, S. 373–377 — Mehrzweck-Hohlkabelelement, DBP 1 215 225 — Hohlleiterschalter, DBP 1 203 841.

Traeger

Hohlkabelmeßtechnik (→ Hohlkabeltechnik, → Hohlkabel). Man unterscheidet: 1. Messungen an kurzen Teillängen, 2. Messungen an verlegten H-Leitungen.

Zu 1.: Messungen an Einzellängen gestatten in gewissen Grenzen Voraussagen über das Verhalten von zu größeren Längen zusammengeschalteten H_{01}-Leitern. Die Einflüsse der zahlreichen Verbindungsmuffen, der Trasse und der Verlegungsart sind jedoch hierdurch nicht zu erfassen.

Mechanische Untersuchungen sind erforderlich zur Auswahl des für die Hohlkabelherstellung notwendigen Halbzeugs. Man mißt die Querschnittstoleranzen, wie Durchmesserschwankung und elliptische Verformung sowie die inneren Wellungen, mit Sonden, die durch die Rohre geführt werden und kann aus den Ergebnissen die voraussichtliche Zusatzdämpfung durch Störwellenkonversionen berechnen.

Elektrische Messungen an Teillängen erfordern einen Gütemeßplatz, der u. a. einen Millimeterwellensender enthält, der in seiner Frequenz gewobbelt werden kann. Aus oszillographischen Bandbreitemessungen, bei denen das Hohlkabel als Resonator geschaltet ist, wird die Güte und damit die Dämpfung bestimmt.

Zu 2.: Das klassische Verfahren zur Bestimmung von Dämpfung und Impulsverformung von Hohlkabelleitungen ist das Impulsechoverfahren.

Das Prinzip dieser Methode besteht darin, daß kurze HF-Impulse (z. B. mit 5 ns Halbwertsbreite) im Millimeterwellenbereich durch die Leitung geschickt und in ihren kurzgeschlossenen Enden wiederholt reflektiert werden. Am Anfang der Leitung, wo die HF-Energie sowohl ein- wie ausgekoppelt wird, ist als Reflektor meistens eine Siebblende, d. i. ein ebenes perforiertes Blech, eingebaut.

Ein kleinerer Teil der Energie wird einem Millimeterwellenempfänger zugeführt und als Impulsfolge im Oszillograph sichtbar gemacht. Aus dem Amplitudenabfall der Impulse kann die Dämpfung der Leitung bestimmt werden, wobei die Meßgenauigkeit mit der Anzahl der Reflexionen und der Länge der Strecke zunimmt.

Weitere Meßverfahren z. B.: Vergleichsmessungen zwischen Ursprungsimpuls und am Ende reflektiertem Impuls, Frequenzwobbelung und Untersuchung der Dämpfungsschwankungen im Übertragungsbereich,

Bestimmung des Störmodenanteils durch Messung der Schwebung zwischen dem H_{01}-Nutzmodus und den parasitären Wellen, Fehlerratenmessungen mit PCM-Simulatoren. Zur Untersuchung der Feldkonfiguration und damit der Modekonversion wurden spezielle Meßleitungen mit Abtastsonden zur Feldmessung über den Hohlquerschnitt und in axialer Richtung entwickelt.

Literatur: W. Haken, Über das Toleranzproblem der Hohlkabeltechnik. Die Rohrtoleranzen — Frequenz 17 (1963), H. 7, S. 263–270 — H. Larsen, H. L. Hartmann, W. Janssen, S. Sedlmair, Aufbau, Prüfung und Übertragungseigenschaften einer H_{01}-Hohlkabelstrecke mit dielektrisch beschichteten Aluminiumrohren, Frequenz 21 (1967), H. 11, S. 344–355 — A. Riedinger, Messung der Dämpfung und Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagn. Schwingungen in Metallrohren, Hochfrequenztechn. und Elektroakustik 58 (1949), H. 2, S. 21–25 — A. Traeger, Impulsmessungen an Hohlkabeln, Techn. B. des FTZ 5603, Okt. 1963 — L. Hartmann, Die Signalverzerrungen infolge von Ungleichmäßigkeiten in H_{01}-Hohlkabeln, Archiv f. el. Übertragung 21 (1967), H. 7, S. 345–354. *Traeger*

Hohlkabelschaltelemente (→ Hohlkabeltechnik) dienen zum Anschluß von HF-Sende- und Empfangsgeräten an Hohlkabelleitungen. Ein wesentliches Schaltelement ist der Schwingungstypwandler. Er hat die Aufgabe, die im Rechteckhohlleiter vorhandene Grundwelle vom Typ H_{10} in die dämpfungsarme Schwingungsform H_{01} zu transformieren. Es gibt mehrere Arten solcher Wandler, (W.), auch Umwandler, Modenwandler, Modentransducer genannt.

1. W., bei denen ein allmählicher Übergang vom Rechteckquerschnitt zum runden Querschnitt erfolgt (Bild 1). Entsprechend der Querschnittsänderung findet eine Umformung des elektromagnetischen Feldes statt, so daß am Ausgang des Modenumformers die H_{01}-Welle erscheint.

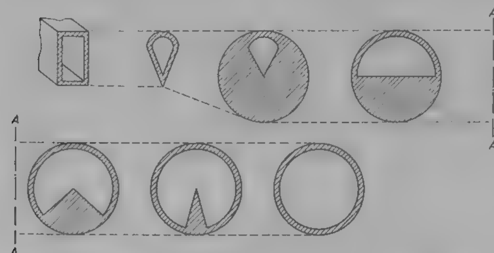


Bild 1. Übergang vom Rechteckhohlleiter zum runden Hohlleiter zur Erzeugung der H_{01}-Welle.

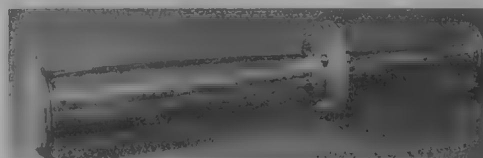
2. W., bei denen die H_{01}-Welle durch geeignete Ankopplung von Rechteckhohlleitern an der Stirnfläche von an den Enden kurzgeschlossenen Rundhohlleitern erzeugt wird.

3. W., die als Richtungskoppler ausgebildet sind. Sie bestehen aus dem die HF-Energie ein- bzw. auskoppelnden Rechteckhohlleiter, der in Längsrichtung auf einem Rundhohlleiter von kleinerem Radius aufgesetzt ist. Zwischen beiden Hohlleitern befinden sich Koppellöcher oder ein Koppelschlitz in Längsrichtung.

4. W., bei denen die Einkopplung an der Peripherie des Rundhohlleiters über Koppellöcher mit verzweigten Rechteckhohlleitern erfolgt (Bild 2). Solche Koppler können mit Filtern kombiniert sein.

Die meisten Modentransducer haben zur Vermeidung des Entstehens höherer Wellentypen einen kleineren Durchmesser als das Hohlkabel. Daher ist notwendig, am Anfang der Leitung vom kleinen Rundhohlleiterquerschnitt auf den des Hohlkabels überzugehen. Hier muß die Streuung in höhere zirkulare Wellentypen vermieden werden. Ein Konus mit konstanter Steigung müßte zu diesem Zwecke sehr lang sein. Wesentlich kürzer sind Querschnittsadapter (Bild 3), die einen mit der Länge veränderlichen Konuswinkel besitzen.


Bild 2. Modenwandler $H_{10} \longleftrightarrow H_{01}$-Wellentyp (Rechteck-/Rundhohlleiter) mit vier Koppelschlitzen, aufgeklappt.


Bild 3. Rundhohlleiterübergang 20 mm ⌀ auf 50 mm ⌀.

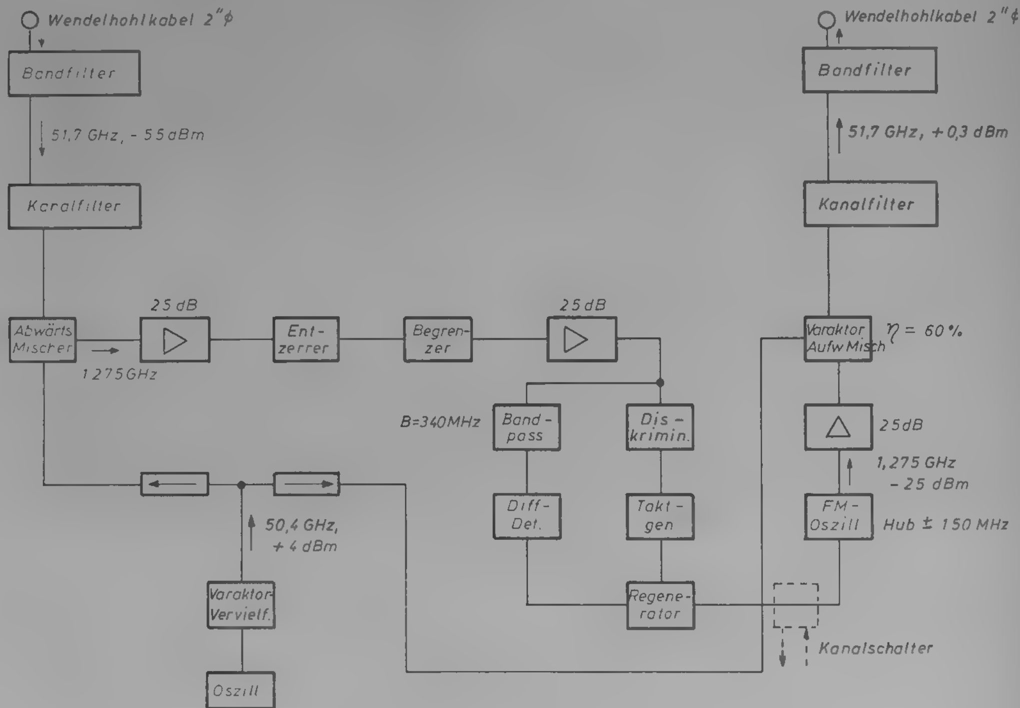
Literatur: A. Jaumann, Über Richtungskoppler zur Erzeugung der H_{01}-Welle in runden Hohlleitern, A. E. Ü. 12 (1958) H. 10, S. 440–446 — E. Schuegraf, Über eindeutige H_{10}-H_{01}-Wellentypwandler für breite Frequenzbänder, NTZ 19 (1966) H. 1, S. 31 bis 34 — H. G. Unger, Circular Waveguide Taper of Improved Design, Bell Syst. Techn. Journ. 37 (1958) 4, S. 899–912. *Traeger*

Hohlkabelschalter → Hohlkabelleitungselemente.

Hohlkabelsystemtechnik (→ Hohlkabeltechnik) ist noch in Entwicklung. Wegen der Unempfindlichkeit der Pulscodemodulation in Hinblick auf Laufzeitverzerrungen ist diese bei allen bisherigen Konzeptionen für große Entfernungen als Modulationsart vorgesehen. Für kleinere Entfernungen kann auch Frequenzmodulation in Frage kommen.

Für Pulscodemodulation sind Systeme mit Amplituden- und Phasenmodulation entwickelt worden. Die Regeneration der übertragenen Impulse kann sowohl in der Zwischenfrequenz wie im Basisband erfolgen. Die pulscodemodulierten Signale werden dem HF-Träger mit Hilfe von Dioden (Varaktoren), die im Rechteckhohlleiter eingebaut sind, aufmoduliert und über die erforderlichen → Hohlkabelschaltelemente dem Hohlkabel zugeführt. Bei Anwendung von Festkörpern geht man von einer niederen Frequenz aus, moduliert in Amplitude oder Phase und setzt in den Millimeterwellenbereich um. Das empfangene Signal wird in den ZF-Bereich umgesetzt (in

USA mit Hilfe von Schottky-Barrierdioden), verstärkt und demoduliert. Als ZF-Bereich wird z. Z. das Frequenzband um 1,5 GHz benutzt, da hierfür bereits Festkörper-Verstärker in integrierter Schaltung verfügbar sind. Ein Schema eines Repeaters für Breitbandübertragung zeigt das Bild.



Millimeterwellen-Repeater nach Bell.

Für Breitband-Pulscodemodulation kommen Impulse von 3 bis 5 ns Breite in Frage bei einer Impulsfolgefrequenz von mehreren Hundert Megabit/s. Klystrons und Carzinotrons sind für Anlagen mit Frequenzmodulation geeignet.

Die Entwicklung von Hohlkabelsystemen ist weitgehend von dem Einsatz von Festkörpern, wie von Dioden und Varaktoren im Millimeterwellenbereich abhängig, da erst hierdurch die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit mit anderen Breitbandsystemen gewährleistet ist.

Literatur: S. E. Miller, Waveguide as a Communication Medium, Bell Syst. Techn. Journ. 33 (1954) S. 1209–1265 — R. Hamer, Long-Distance Waveguide Transmission, Electronic Engineering 33 (1961) S. 218–225 u. S. 279–283 — E. Julier, L. Bourgeat, G. Comte, Les Transmissions á grande distance par guides d'ondes circulaires, Cables & Transmissions, Bd. 21, Nr. 1 (1967) S. 40–61 — W. D. Warters, A Phase-Modulated PCM Repeater for Millimeter-Wave or other RF Carrier System, 200-NEREM, Record 1966 — L. Hartmann, Modulation von Millimeterwellen mit Punktkontaktdioden, Nachrichtentechn. Z. 19 (1966) S. 163 bis 168 — W. Lorek, Die Varaktordiode, ihre Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeit in der Mikrowellentechnik, Nachrichtentechn. Z. Bd. 17, Aug. 1964, S. 425–436 — A. Traeger, Eine 3-km-H_{01}-Hohlkabelversuchsstrecke. Verlegung der Leitung und bisherige experimentelle Untersuchungen, Techn. Bericht, FTZ, A 33 T Br 1, Dez. 1967.

Traeger

Hohlkabeltechnik ist ein Zweig der Hohlleitertechnik, der Theorie und Anwendung der → Hohlkabel behandelt. Die Grundlage der H. sind die geringe Dämpfung der H_{01}-Wellen und die große Bandbreite der H_{01}-Hohlkabel, die eine Verwendung für die Übertragung von Gesprächen, Fernsehbildern und Daten im Weitverkehr ermöglichen. Angewendet werden Millimeterwellen. Je nach Hohlkabelart kann man mit einer HF-Bandbreite von 40 bis 70 GHz rechnen. Daher könnten nach dem heutigen Stand etwa 200 000 Ferngespräche oder mehrere Hundert Fernsehbilder über ein Hohlkabel übertragen werden (Modulationsart: Pulscodemodulation). H_{01}-Wellen sind Hohlleiterwellen, die zur Gruppe der »zirkularen Wellen« gehören. Diese Schwingungstypen zeichnen sich dadurch aus, daß ihre elektrischen Feldlinien im runden Hohlleiter durch konzentrische Kreise dargestellt werden können. Bild 1 zeigt die Feldlinienkonfiguration der H_{01}-Welle im Querschnitt und in axialer Richtung des Hohlleiters.

Diese Wellenform hat 3 Feldkomponenten:

H_z, $E\varphi$ und H_r, die über den Querschnitt nach den Besselschen Funktionen $J_0(h\,r)$ bzw. nach $J_0'(h\,r)$ verteilt sind.

($h = j'_{01}/a$) a Hohlleiterradius
$j'_{01} = 3{,}83$ 1. Nullstelle von $J_0'(x)$
r, φ, z Koordinaten des zylindrischen Hohlleiters.

Die HF-Ströme auf der Innenwand der Hohlleiter sind ebenfalls zirkular (Bild 1). Die theoretische Dämpfung ohne Berücksichtigung der Modekonversion ist bestimmt durch:

$$\alpha_{H_{01}} = 304 \frac{(\lambda/\text{cm})^{3/2}}{(d/\text{cm})^3} \frac{1}{\sqrt{1-(\lambda/\lambda_K)^2}} \text{ dB/km},$$

wenn d der Durchmesser des Hohlkabels ist und das Hohlleitermaterial aus Kupfer besteht. Für Hohlkabel aus Aluminium ist die Dämpfung um den

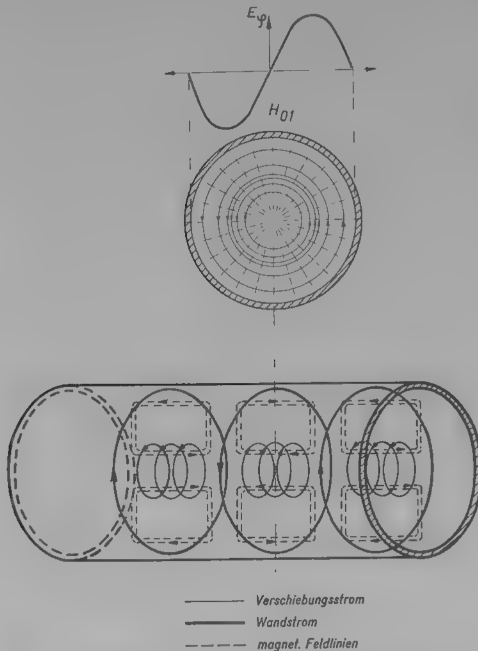


Bild 1. Magnetische Feldlinien, Wandstrom und Verschiebungsstrom bei H_{01}-Wellen.

Faktor 1,33 höher. λ ist die Betriebswellenlänge und $\lambda_K = 0{,}82\,d$ ist die Grenzwellenlänge. Aus Bild 2 geht hervor, wie die Dämpfung der H_{01}-Welle mit steigender Frequenz (kleiner werdender Wellenlänge) und größer werdendem Durchmesser im Idealfall, d. h. bei einem völlig geraden, runden und innen glatten Metallrohr abfallen würde. In der Praxis erfolgt beim etwas deformierten Hohlkabel ab einem bestimmten Frequenzbereich ein Wiederansteigen der Dämpfung.

Die Bandbreite von Hohlkabeln ist zum unteren Frequenzbereich hin begrenzt durch die Annäherung an die Grenzwellenlänge. Bei der Grenzwellenlänge λ_K wird die Phasengeschwindigkeit v_p Unendlich und die Gruppengeschwindigkeit v_g gleich Null nach den Beziehungen:

$$v_p = c \cdot \left(\sqrt{1-(\lambda/\lambda_K)^2}\right)^{-1}; \qquad v_g = c\sqrt{1-(\lambda/\lambda_K)^2};$$
$$v_p \cdot v_g = c^2; \quad c = \text{Lichtgeschwindigkeit}.$$

Mit höher werdender Frequenz nähern sich beim Hohlkabel sowohl Gruppen- wie Phasengeschwindigkeit der Lichtgeschwindigkeit im freien Raum.

Bei der Übertragung von Breitbandkanälen können Laufzeitverzerrungen durch unterschiedliche Geschwindigkeiten der spektralen Anteile des Signals entstehen. Die Wirkung der Dispersion wird durch Laufzeitentzerrung im HF- und/oder ZF-Bereich vermindert.

Da Hohlkabel so dimensioniert sind, daß ihre Grenzfrequenz weit unterhalb der Übertragungsfrequenz liegt, treten Wellentypkonversionen und -rekonversionen auf, die beträchtliche Dämpfungserhöhungen und Laufzeitverzerrungen verursachen können. Die H. zeigt Wege, diese Störungen durch zweckentsprechende Konstruktion der Hohlkabel und Anwendung von Modenfiltern so weit als möglich zu verringern (→ Hohlkabel, → Hohlkabelleitungselemente).

Der Einfluß der Rohrtoleranzen und Krümmungen auf die Umwandlung der H_{01}-Wellen in andere Wellentypen [5, 6]:

Der Rohrradius r kann dargestellt werden durch:

$$r(\varphi) = r_0 \left[1 + \sum_{m=0}^{\infty} \delta_m \cdot \cos m(\varphi_m - \varphi_{0m})\right].$$

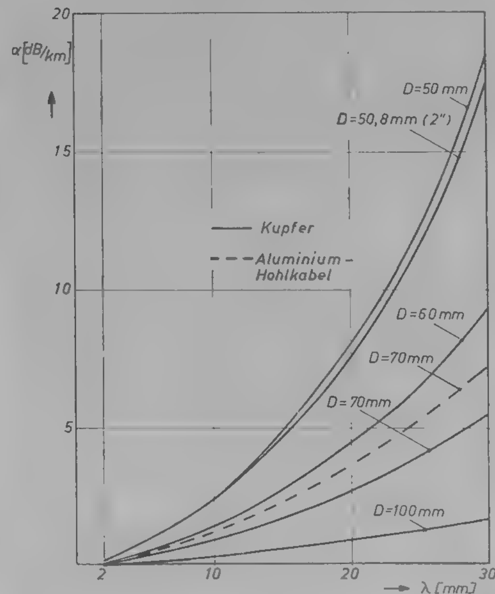


Bild 2. Kilometrische Dämpfung der H_{01}-Welle in Kupfer-Hohlkabeln verschiedener Durchmesser und im Aluminium-Hohlkabel von 70 mm ⌀ (Theoretische Werte).

r_0 Sollradius; δ_m relative Abweichung von r_0
$\varphi_{0\,m}$ Bezugswinkel φ_m Azimutwinkel

so beschreiben: δ_0 Durchmessersprung
δ_1 Querschnittsversatz
δ_2 elliptische Verformung

Die Amplituden der durch die Deformationen in Vorwärtsrichtung entstehenden Störmoden sind durch die Transmission $T = t\delta$ bestimmt. Der Faktor t wird aus den Reihenentwicklungen nach den Eigenfunktionen der Hohlleiter, die beiderseits der Deformation wegen der Anpassungsbedingungen gleich sein müssen, bestimmt. Bei geometrischen Störungen entstehen folgende Moden:

Durchmessersprünge:

$H_{0\,n}$-Wellen, Achsknicke; E_{11}- und $H_{1\,n}$-Wellen

Elliptische Deformationen:

$H_{2\,n}$-Wellen, Achsversatz; $H_{1\,n}$-Wellen

Die wichtigsten Modenumwandlungen entstehen beim Vielmodenhohlleiter in Krümmungen und besonders bei periodischen Schwankungen der Achsrichtung (innere Wellungen). Dadurch ergeben sich zusätzliche Dämpfungen und Signalverzerrungen, wenn keine besonderen Maßnahmen zu deren Verhinderung getroffen werden. In einfachen Metallrohren sind die Phasenkonstanten von E_{11}- und H_{01}-Wellen im verlustfreien Falle gleich. Hierdurch erfolgt auch bei großen Krümmungsradien eine vollständige Umwandlung des Nutzmodus in die E_{11}-Welle beim Winkel

$$\Theta_c = \frac{155\,\lambda}{d}.$$

Beim Winkel $2\,\Theta_c$ findet eine Rückwandlung in den H_{01}-Modus statt. Dieselben Vorgänge wiederholen sich unter diesen Bedingungen periodisch, bis der Hohlleiter wieder in die Gerade einmündet. Durch eine zweckentsprechende Struktur werden diese schädlichen Konversionen bei den Hohlkabeln, die für den Weitverkehr in Frage kommen, stark vermindert.

Bei den Hohlkabeln, die später für den Weitverkehr von Bedeutung sein werden, ist die H_{12}-Welle der am häufigsten auftretende Störmodus, da er wegen des relativ kleinen Dämpfungsunterschiedes gegenüber der H_{01}-Welle mit dieser stark verkoppelt ist. Durch Rekonversionen können z. B. bei Impulsmodulation »Nachläufer« entstehen. Diese Störwellen treten mit größter Amplitude auf, wenn die Periode der »inneren Wellungen« gleich der Schwebungslänge $\Lambda = \frac{2\pi}{\Delta\beta}$ zwischen H_{01}-und H_{12}-Welle ist.

$\Delta\beta$ ist der Unterschied des Phasenkonstanten dieser Wellenarten.

Durch Sondenmessungen muß vor dem Aufbau einer Hohlkabelleitung festgestellt werden, ob die einzelnen Rohrstücke den Anforderungen an die Toleranzen genügen. Aus dem Krümmungsverlauf über die Länge kann dann die theoretische Zusatzdämpfung durch die Wellungen bestimmt werden (→ Hohlkabelmeßtechnik).

Literatur: H. Buchholz, Die Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen in Hohlleiterkabeln. Europ. Fernsprechdienst 58. Folge Sept. 1941, S. 189–206 — S. E. Miller, Waveguide as a Communication Medium, Bell System Techn. Journ. 33 (1954) S. 1209 bis 1265 — A. E. Karbowiak, Trunk Waveguide Communication, Verlag Chapman and Hall Ltd., London 1965 — H. E. Rowe, W. D. Warters, Transmission in Multimode Waveguide with Random Imperfections, Bell System Techn. Journ. 41 (1962), S. 1031–1170 — H. Larsen, H. L. Hartmann, W. Janssen, S. Sedlmair, Aufbau, Prüfung und Übertragungseigenschaften einer H_{01}-Hohlkabelstrecke mit dielektrisch beschichteten Aluminiumrohren, Frequenz 21 (1967) H. 11, S. 344–355 — W. Haken, Geometriestörungen in H_{01}-Hohlleitern und ihre Auswirkung auf die Übertragungsgüte, Nachr. Techn. Fachber. 19 (1960), S. 110 — H. Schymura, Beitrag zur Weitverkehrs-Hohlleitertechnik, Frequenz 20 (1966) Nr. 12, S. 390–396.
Traeger

Hohlkabelversuchsstrecken dienen dazu, Unterlagen für die Planung und den Aufbau von Hohlkabel-Betriebsstrecken zu gewinnen. Zur Planung späterer Betriebsstrecken sind erforderlich:

Ergebnisse bezgl. der Übertragungseigenschaften von verschiedenen Arten von Hohlkabeln auf geraden und gekrümmten Trassen,

Unterlagen über die zweckmäßigste Trassierung und Verlegung von Hohlkabelstrecken,

Unterlagen über Hohlkabel-Breitbandübertragungsmessungen mit Pulscode- und Frequenzmodulation.

Verlegearten:

1. Oberirdische Verlegung, die mit physikalischen Methoden (optischer Ausrichtung) erfolgt.

2. Unterirdische Verlegung, die eine Annäherung an den Betriebszustand darstellt. Es bestehen hier die Möglichkeiten der direkten Verlegung im Sandbett oder der Verlegung in Schutzrohren. Letztere Methode erlaubt Erdarbeiten und Hohlkabelverlegung zu trennen. Außerdem können Änderungen ohne allzu große Schwierigkeiten vorgenommen werden.

Literatur: A. Traeger, Eine 3 km H_{01}-Hohlkabelversuchsstrecke. Verlegung der Leitung und bisherige experimentelle Untersuchungen, Techn. Bericht FTZ, A 333 T Br 1, Dez. 1967 — H. Schmidt, Trassenplanung für eine 3 km-Hohlkabel-Versuchsstrecke, Techn. Ber. FTZ, 452 T Br 1, Nov. 1967 — S. Sedlmair, H_{01}-Reiniger mit dünner metallisierten Folien für H_{01}-Weitverkehrsleitungen, Frequenz 20 (1966), Nr. 11, S. 373–377 — E. Julier, P. Boutelant, L. Bourgeat, G. Comte, Les Transmissions à grande distance par guides d'ondes circulaires, Cables & Transmissions, Bd. 21, Nr. 1 (1967), S. 40–61 — Telephony by circular waveguides, Telecommunication Journal, Vol. 33, Nr. 12, Dez. 1966, S. 415–416.
Traeger

Hohlleiter sind → Wellenleiter, die durch ein Rohr mit leitenden Innenwänden nach außen vollständig begrenzt sind und im Innern des Rohres keine weiteren Leiter enthalten.

Bei einem Koaxialkabel treten die Hauptverluste mit zunehmender Frequenz im Innenleiter auf, da dann die Stromleitung nur noch in einer dünnen Oberflächenschicht erfolgt. Läßt man daher bei hinreichend hohen Frequenzen den Innenleiter weg, so erhält man einen Hohlleiter. Anstelle des Innenleiters treten dann z. B. axiale elektr. Feldkomponenten (→ E-Welle) oder axiale magn. Feldkomponenten (→ H-Welle) auf.

Während ein metallisches Rohr für lange elektromagnetische Wellen undurchlässig ist, wird es mit abnehmender Wellenlänge, etwa von da ab, wo die halbe Wellenlänge gleich einer der Querabmessungen

des Rohres wird, übertragungsfähig. Bei dieser Grenzwellenlänge breitet sich im Hohlkabel die Grundwelle aus; mit weiter abnehmender Wellenlänge (= steigender Frequenz) treten weitere Wellenmoden auf. Die Dämpfung ist bei Grenzfrequenz unendlich groß, fällt zunächst mit steigender Frequenz ab und steigt nach Erreichen eines Kleinstwertes, durch Verluste in der Rohrwandung bedingt, bei den meisten Moden wieder an. Verwendet werden vorwiegend Rechteck- und Rund-Hohlleiter, aber auch elliptische Hohlleiter. Zur Verminderung der Dämpfung durch die Wandströme sind die Innenwandungen der Rohre verkupfert oder versilbert. Unter den vielen möglichen Wellentypen in einem Hohlleiter mit Kreisquerschnitt hat die H_{01}-Welle die kleinste Dämpfung; sie nimmt theoretisch oberhalb der Grenzfrequenz monoton ab. Abweichungen der geometrischen Abmessungen von der Kreiszylinderform bewirken, daß ein Teil der Energie in andere Moden übertritt; das führt zu zusätzlicher Dämpfung. Außerdem Störungen dadurch, daß die meisten Moden sich im Hohlleiter mit anderen Geschwindigkeiten ausbreiten als die H_{01}-Welle.

Im Gegensatz zum Rundhohlleiter ist beim Rechteckhohlleiter die Polarisationsrichtung der im Rohr erregten Rohrwellen gegenüber der Geometrie des Rohres eindeutig festgelegt, so daß keine Polarisationsdrehung bei Biegung oder Tordierung des Hohlleiters auftritt. Rechteckhohlleiter finden daher bevorzugte Anwendung, ihre Abmessungen (Breitkante a, Schmalkante b) sind genormt.

Anwendung für den Hohlleiter im allgemeinen für Frequenzen oberhalb 1 GHz als → Energieleitungen in der Richtfunk- und Radartechnik (→ Flexwell-Hohlleiter) in vielfacher Abwandlung auch als Schaltelemente für verschiedene Zwecke. Hauptsächlich verwendete Wellenformen sind im Rechteck-Hohlleiter die H_{10}-Welle und im Rundhohlleiter die H_{01}-Welle (→ Rohrwellen).

Statt Hohlleiter aus blanken metallischen Rohren zwei andere Lösungen: Wendelhohlkabel und dielektrisch belastetes → Hohlkabel.

Literatur: Meinke-Gundlach, Taschenbuch der HF-Technik, 2. Auflage, Berlin–Göttingen–Heidelberg 1962. *Traeger*

Hohlleiterlinse → Linsenantennen.

Hohlleitermeßleitung → Meßleitung.

Hohlleiterschlitzantenne → Schlitzstrahler.

Hohlleiterstrahler. Ein H. ist ein Hohlleiter (→ Hohlkabel) mit strahlendem offenen Ende (→ Horn- oder Trichterstrahler).

Hologramm, Holographie → Laser und Maser.

Holzarten für Fernmeldemaste. Für das Herstellen von Fernmeldemasten werden folgende H. verwendet: → Kiefer, auch Föhre, Forche, Forle genannt, bot. Pinus sylvestris L.; → Lärche, bot. Larix decidua Mill; → Fichte, bot. Picea abies (L.); → Tanne, bot. Abies alba Mill; → Douglasie, bot. Pseudotsuga taxifolia. Verwendet werden in Europa hauptsächlich Kiefer und Fichte. Nach DIN 48 350 ist die Verwendung von Wipfelstücken unzulässig. Erhebliche tränktechnische Unterschiede der verschiedenen H.: Das Splintholz der Kiefer und Lärche ist mit öligen und wasserlöslichen Schutzmitteln, mit letzteren auch das Splintholz von Douglasie und der Tanne, gut tränkbar. Die Fichte ist für die Teeröltränkung ungeeignet. Bei wasserlöslichen Schutzmitteln liefert sie auch im trockenen Zustand im Volltränkverfahren befriedigende Ergebnisse. Alle H. sind in saftfrischem Zustand mit wasserlöslichen Schutzmitteln nach dem → Saftverdrängungsverfahren gut tränkbar.

Holzaufbau.

1. Makroskopischer H.

Im oberirdischen Teil von Bäumen liegt im Zentrum des Stammquerschnitts die Markröhre (eine nicht verholzte, von der Wurzel bis zum Wipfel durchlaufende, vom ersten Jahrring umgebene Röhre). Sie wird auch als Kernröhre oder Mark bezeichnet. Im Stammquerschnitt sind deutlich Rinden- und Holzteil getrennt. Holzteil: besteht aus periodisch angelegten Jahrringen je nach Alter des Stammes (→ Kernholz, → Splintholz). Diese erscheinen im Querschnitt als mehr oder weniger regelmäßige, konzentrische Ringe. Jahrringe setzen sich aus Frühholz und Spätholz zusammen. Frühholz besteht aus weitlumigen Zellen (Wasserführung), das Spätholz aus englumigen Zellen mit dicken Zellwänden (Festigungsfunktion). Radial auf die Markröhre hin verlaufende, die Jahrringe schneidende mehr oder weniger sichtbare Linien sind Markstrahlen, deren Funktion die radiale Stoffleitung und -speicherung ist. Zwischen Rinde und Holz liegt das Kambium. Es besteht aus einer Zellschicht, die zum Innern hin Holzzellen, nach außen Bastzellen bildet (Bildungsgewebe = Träger des Dickenwachstums). Die Rinde besteht aus außen liegender, toter Borke und innen liegendem physiologisch aktivem Bast, in dem die Abwärtsleitung der in den Blättern gebildeten Assimilate stattfindet.

2. Mikroskopischer H.

Er besteht im Holzteil von Nadelbäumen aus zwei typischen Zellformen: Tracheiden und Parenchymzellen. Tracheiden (Holzfasern) machen ca. 95% der Nadelholzsubstanz aus. Es sind tote Zellen mit Wasserleitungs- und Stützfunktion, Länge 3 bis 4 mm, tangentiale Breite 0,03 bis 0,04 mm. Auf den Zellwänden besitzen sie ventilartige, für den Flüssigkeitsaustausch von Zelle zu Zelle wichtige Öffnungen (Tüpfel). Diese sind beim Nadelholz von großer tränktechnischer Bedeutung. Parenchymzellen (Länge 0,01 bis 0,02 mm, Breite 0,002 bis 0,05 mm) dienen der Leitung und Speicherung von Stoffen aus dem Produktionshaushalt des Baumes. Bei Laubhölzern treten neben Tracheiden (hier nur von geringer Bedeutung) und Parenchymzellen für den Flüssigkeitstransport rohrartige Leitungsbahnen (Tracheen, Gefäße) auf. Das Stützgewebe wird aus Libriformzellen gebildet. Die Anordnung der Gefäße im Querschnitt

charakterisiert ringporige (z. B. Eiche, Esche, Rüster, Edelkastanie), halbringporige (z. B. Teak, Hickory), zerstreutporige Bäume (Birnbaum, Buche, Ilomba). *Wefers*

Holzfehler durch Wuchseigenarten oder äußere Einwirkungen, teilweise durch den Verwendungszweck bedingte Holzmerkmale, die den Gebrauchswert herabsetzen können. H. in der Stammform: Krümmung, abnorme → Abholzigkeit, Gabelwuchs (Zwei- oder Dreiteilung eines Schaftes an der gleichen Stelle). Fehler im anatomischen Bau: Exzentrischer Wuchs (Markröhre aus der Mitte des Stammquerschnittes verlagert, Querschnitt weicht stark von der Kreisform ab), Druckholz (Reaktionsholz bei Nadelbäumen auf der Seite des Stammes, die dem Kraftangriff gegenüber liegt), → Drehwuchs, Harzgallen (mit Harz gefüllte Hohlräume im Holz). H. durch äußere Einwirkungen: Luftrisse (durch Schwinden des Holzes im Bereich unterhalb der Fasersättigungsfeuchtigkeit hervorgerufener Riß), Kernschäle (Rißbildung entlang dem Jahresring), Frostriß (durch plötzlich einsetzende starke Fröste hervorgerufene Rißbildung in äußeren Stammschichten), Rinden- oder Sonnenbrand (Rindenstellen vor allem auf Stamm-Südseiten, die durch starke Sonnenstrahlung abgestorben sind), vor allem an glattrindigen Stämmen. Die an → Fernmeldemasten tolerierten H. sind in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-) Richtlinie Rl Nr. VI A 10, Ausg. Sept. 1965, festgelegt. *Wefers*

Holzfestigkeit ist der Widerstand, den das Holz der auf den beanspruchten Querschnitt wirkenden maximalen Kraft beim Bruch entgegensetzt. Wegen des anisotropen Holzaufbaues ist die Festigkeit je nach Beanspruchungsrichtung unterschiedlich. Die H. ist in der Regel abhängig von der Rohdichte, Holzfeuchtigkeit, Astdicke, Temperatur, dem Winkel zwischen Faserrichtung und Richtung des Kraftangriffs (→ Zug-, → Druck-, → Biegefestigkeit des Holzes).

Holzfeuchtigkeit. Bestimmung der H. nach

$$u = \frac{G_u - G_o}{G_o} \cdot 100\,[\%],$$

wobei u = Holzfeuchtigkeit, G_u = Gewicht des nassen Holzes und G_o = Gewicht des trockenen Holzes ist. Die H. im lebenden Baum schwankt nach Holzart, Alter, Standortbedingungen, Jahreszeit, Stammteil. H. im Splintholz → Kernholz: z. B. Kiefer im Kernholz 30% H., Splintholz 130% H. Im Bereich 0% H. bis Fasersättigungsfeuchte besteht ein hygroskopisches Gleichgewicht zwischen der H. und dem Raumklima (relative Luftfeuchte, Temperatur). Holz kann als poröser Stoff auf seiner großen inneren Oberfläche oberflächenenergetisch bedingt Wasserdampfmoleküle anlagern. Im Bereich 0 bis 6% H. geschieht das durch Chemosorption, von 6 bis 15% H. durch Adsorption, zwischen 15% und Fasersättigungsfeuchtigkeit durch Kapillarkondensation. Über die Fasersättigung hinaus aufgenommenes Wasser bleibt frei tropfbar. Der maximale Wassergehalt von Holz ist berechenbar nach (Quellung nicht berücksichtigt): $U_{max} = U_F + \frac{1,5 - r_o}{1,5\, r_o}$, wobei U_F = Fasersättigungsfeuchtigkeit, r_o = Rohdichte im Darrzustand bedeutet. Eine Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe unterhalb der Fasersättigung ruft Quellen und Schwinden des Holzes hervor. Die H. beeinflußt Festigkeitseigenschaften, Bearbeitbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegen holzzerstörende Organismen, Tränkbarkeit, Trocknungsprozesse usw. *Wefers*

Holzfeuchtigkeitsmessung. 1. nach dem Darrverfahren gemäß DIN 52 183, 2. nach dem Destillationsverfahren mit Xylol und Tetrachloräthan, 3. durch Messen der Luftfeuchtigkeit mit Hygrometern, 4. durch chemische Indikatoren, 5. elektrische H. durch Bestimmung des elektrischen Widerstandes (Widerstandsmeßgeräte) mit verschiedenen Elektrodenausführungen (Einschlag-, Einschraub-, Schraubzwingen-, Bohrkernzwingenelektrode), 6. durch Messen der Dielektrizitätskonstante (Kapazitäts- und Verlustwinkelmeßgeräte).

Holzmast → Stützpunkt.

Holzöl, gelbes bis braunes Öl, extrahiert oder kalt gepreßt aus Aleuritis cordata, ϱ 0,936—0,94. Es gehört zu den trocknenden Ölen, die unter Sauerstoffaufnahme erstarren. In Kombination mit → Leinöl findet es als Bindemittel für → Anstrichstoffe Verwendung.

Holzschädlinge 1. → Pilze. Bläuepilze, Hausfäule, Hausschwamm, Kellerschwamm, Lagerfäule, Moderfäule, Porenhausschwamm, Sägeblättling, Stammfäule, Tannenblättling. 2. → Insekten. Bockkäfer, Borkenkäfer, Hausbockkäfer, Holzwespe, Mulmbockkäfer, Rothalsbockkäfer.

Holzschutz → Holzschutzmittel für Fernmeldemaste.

Holzschutzanstrich → Karbolineum.

Holzschutzmittel für Fernmeldemaste dienen der Verlängerung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz. Maßnahmen im Sinne eines vorbeugenden Holzschutzes sind: Holztrocknung, Naßlagerung (wassergesättigt) und Behandlung mit Chemikalien. H. sind chemische Verbindungen oder Gemische chemischer Verbindungen organischen oder anorganischen Ursprungs, die eine Giftwirkung gegen holzzerstörende Insekten und Pilze besitzen. H. können bei geeigneter chemischer Zusammensetzung Holz auch schwerentflammbar machen (Feuerschutzmittel). Man unterscheidet 2 Gruppen: wasserlösliche und ölige H. Je nach → Holzart und Tränkverfahren werden H. der einen oder anderen Gruppe zum Grundschutz von Fernmeldemasten verwendet. Für den → Nachschutz läßt die DBP nur wasserlösliche H. in fester oder pastöser Form benutzen.

Wasserlösliche H. kann man gliedern in auswaschbare und solche, bei denen eine weitgehende Fixierung durch Bildung schwerlöslicher Verbindungen

im Holz stattfindet. Die nicht fixierenden, in der Regel hochlöslichen H. sind nur beschränkt anwendbar. (Keine Feuchtigkeitsbeanspruchung, daher nur für Holz unter Dach.) Das 1900 von Malenkovic als besonders pilzwidrig erkannte, aber nicht fixierende Fluor ließ sich daher erst für Holz in feuchter Umgebung (Bergbau, Wasserbau, Leitungsmaste) benutzen, als Wolman (Patent 1913) durch Zusatz von chromsauren bzw. bichromsauren Salzen die Fluorfixierung (CF-Salz) und später auch die Arsenfixierung (Thanalith) gelang (CFA-Salz). Die von diesen Salzen abgeleiteten, ebenfalls fixierenden und Fluor enthaltenden H. und das Q-Salz werden, abgesehen von den CFA-Salzen sauren Typs, nicht mehr für den Mastenschutz verwendet. An die Stelle dieser, gegen a-Pilze nicht oder nicht ausreichend wirksamen H. treten jetzt CKA-, CKB- und CKF-Salze, die das Holz auch vor dem Angriff von a-Pilzen schützen (A = Arsen, B = Bor, C = Chrom, F = Fluor, K = Kupfer, Q = Quecksilber). Mit wasserlöslichen H. sind alle Holzarten in saftfrischem Zustand gut tränkbar. Um einer Vergiftungsgefahr auf Viehweiden vorzubeugen, wird eine möglichst niedrige Giftklasse angestrebt.

Ölige H. in Form von → Steinkohlenteeröl werden mit gutem Erfolg nur für Fernmeldemaste aus Kiefernholz geeigneten Trocknungsgrades verwendet. Sie haben trotz der guten Schutzwirkung die Eigenschaft, daß sie u. U. aus dem Mastinnern heraus an die Oberfläche treten und ausschwitzen. Sie können daher leicht ein Verschmutzen der Kleidung und Hautschäden verursachen. Es ist bis jetzt nicht gelungen, alle mit Steinkohlenteeröl getränkten Masten vollkommen schwitzfrei zu machen. → Karbolineum ist früher von der DRP zum Nachschutz benutzt worden.

Literatur: Mahlke-Troschel-Liese, Holzkonservierung, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin—Göttingen—Heidelberg — Langendorf, Handbuch für den Holzschutz, VEB-Fachbuchverlag, Leipzig, 1961 — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 01, Tränken von Leitungsmasten aus Holz mit Steinkohlenteeröl — Fernmeldetechnische Zentralamts-(FTZ-)Richtlinie Rl Nr. VI A 02, Tränken der Leitungsmaste aus Holz in Kesseldruckanlagen mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln (Vakuum-Druckverfahren) — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 03, Tränken von Leitungsmasten aus Holz nach dem Saftverdrängungsverfahren — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 04, Tränken von Leitungsmasten aus Holz nach dem Trogsaugverfahren (auch Kesseldrucksaugverfahren) — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 06, Tränken von Leitungsmasten aus Holz nach dem Trogdrucksaugverfahren — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 07, Tränken von Leitungsmasten aus Holz in Kesseldruckanlagen nach dem Wechseldruckverfahren mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 08, Tränken von Leitungsmasten aus Holz in Kesseldruckanlagen mit schwenkbarem Tränkkessel — FTZ-Richtlinie Rl Nr. VI A 09. Fernmeldebau Linien aus Bodenmasten. Anwendungsverzeichnis für Holzschutzmittel.

Wefers

Holzschutzmittelfixierung ist die unter Mitwirkung von Holzinhaltsstoffen, insbesondere von Lignin, vor sich gehende Umwandlung ursprünglich leicht wasserlöslicher Schutzmittel zum Tränken von Holz in unlösbare oder sehr schwer lösbare chemische Verbindungen. Bei Salzen mit Chromanteil geht im Holz eine Reduktion des Bichromats zur Chromstufe vor sich, die weiter in schwerlösliche Verbindungen eingebaut wird. Das Maß der Fixierung bestimmt die Auswaschbeständigkeit (Auslaugung) von Holzschutzmitteln. Die Dauer für den Abschluß und das Ausmaß der H. ist bei den einzelnen Schutzmitteln unterschiedlich. Sie bestimmt die erforderliche Lagerzeit der getränkten Masten vor deren Einbau.

Holzschutzmittelgrenzwert ist beim Einsatz von Holzschutzmitteln für die richtige Dosierung von ausschlaggebender Bedeutung. Der H. gegen → Pilze (a- und b-Pilze) bei wasserlöslichen Holzschutzmitteln wird festgelegt durch Angabe der noch eine Zerstörung zulassenden und der keine Zerstörung mehr zulassenden Schutzstoffmenge, ausgedrückt in kg/m³ Holz. Entscheidend für das Festlegen der Grenzen sind Gewichtsverlust und erkennbare Zerstörung des Holzes gemäß DIN 52176 Bl. 1 (Klötzchenverfahren). Der Grenzwert (G) wird nach → Auslaugung (G_A) und ohne Auslaugung (G) angegeben. Das Verhältnis G_A : G kennzeichnet die Minderung der Schutzwirkung durch Auslaugung. (Für die Schutzbehandlung von Fernmeldemasten ist G_A maßgebend.) Diese ermittelten Werte sind für die Praxis jedoch nur bedingt brauchbar, weil sie im Gegensatz zu den praktischen Gegebenheiten an völlig durchtränkbaren Normklötzchen nach Volltränkung und Auslaugung ermittelt werden. In getränkten Masten sollten die für einen Schutz nach Auswaschbeanspruchung erforderlichen Grenzwertmengen [G_A] der pilzwidrigen Wirksamkeit eines Holzschutzmittels mindestens bis in 20 mm Tiefe vorhanden sein. Der H. gegenüber holzzerstörenden Insekten, in diesem Falle auch Giftwert genannt, ist diejenige Konzentration des Schutzmittels, bei der nach bestimmter Einwirkungsdauer sämtliche Insektenlarven tot sind, bzw. die nächst niedrigere Konzentration, bei der nach gleicher Einwirkungsdauer noch lebende Larven gefunden werden (DIN 52623). Der unter analogen Bedingungen ermittelte H. von → Steinkohlenteeröl wird durch die Schutzstoffmenge, ausgedrückt in kg/m³ Holz, festgelegt. Er beträgt gegen Basidiomyceten 25 bis 30 kg/m³.

Literatur: G. Becker, Vergleiche der Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegen Pilze und Insekten, Holz als Roh- und Werkstoff 22 (1964), H. 2, S. 56 — H.-J. Freiherr v. Kruedener, Untersuchung des Kesseldruckverfahrens bei Anwendung wäßriger Lösungen, Holz als Roh- und Werkstoff 22 (1964), H. 2.

Wefers

Holzschutzmittelprüfung. 1. im Auftrag der Hersteller. Die H. umfaßt eine Reihe von genormten Methoden, um die Eignung von Präparaten im Sinne eines vorbeugenden und bekämpfenden Holzschutzes vor der Anwendung in der Praxis festzustellen. Für bestimmte Verwendungsgebiete (z. B. Kühlturmholz) und gegenüber einigen Holzschädlingen (z. B. Meeresschädlingen und Moderfäulepilzen) gibt es bisher noch keine genormten unterschiedlichen Prüfverfahren. Für den Holzschutz bei Fernmeldemasten ist beispielsweise von Bedeutung das Erdeingrabeverfahren der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) Berlin zum Bestimmen der Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegen → Moderfäule-Erreger. Die Prüfverfahren sollen eine von Ort und Zeit unabhängige Aussage über die Wirksamkeit von Holzschutzmitteln liefern. Folgende Normen werden im Rahmen der H. angewendet: DIN 52163, Blatt 1: Prüfung von Holzschutzmitteln, Bestimmung der vorbeugenden Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegen holzzerstörende

Insekten, Eilarven des Hausbockkäfers (Hylotrupes bajulus L.). DIN 52164, Blatt 1: Prüfung der bekämpfenden Wirkung gegen holzzerstörende Insekten, Larven des Hausbockkäfers (Hylotrupes bajulus L.). DIN 52165, Blatt 1: Bestimmung von Giftwerten von Holzschutzmitteln gegenüber holzzerstörenden Insekten, Larven des Hausbockkäfers (Hylotrupes bajulus L.). DIN 52168: Bestimmung der Korrosionswirkung auf Stahl und Eisen. DIN 52176, Blatt 1: Mykologische Kurzprüfung von Holzschutzmitteln (Klötzchenverfahren). DIN 52176, Blatt 2: Bestimmung der Auslaugbarkeit von Holzschutzmitteln. DIN 52618, Blatt 1: Richtlinien für die Prüfung des Eindringvermögens von Holzschutzmitteln. Die Wirksamkeit von Holzschutzmitteln können Hersteller auch vom Institut für Bautechnik Berlin nach den Richtlinien der DIN 68800 überprüfen lassen. Das Institut erteilt die Prüfzeichen: P = wirksam gegen Pilze (Fäulnisschutz), I_v = vorbeugend wirksam gegen Insekten (nur mit Tiefschutz über 1 cm Eindringtiefe), I_b = wirksam gegen Insekten zur Bekämpfung, W = geeignet für Holz, das der Witterung (Feuchtigkeit) ausgesetzt wird, F = wirksam zum Schwerentflammbarmachen (Feuerschutz), S = zum Streichen, Sprühen, Tauchen von Hölzern geeignet. Die anerkannten Holzschutzmittel werden in einem jährlich neu herausgebrachten Holzschutzmittel-Verzeichnis veröffentlicht.

2. Durch die DBP. Neue Holzschutzmittel werden vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) nach einer von Fall zu Fall modifizierten Prüfung eingeführt, die aus bis zu 3 Stufen bestehen kann. In der 1. Stufe wird anhand der von den Herstellern solcher Holzschutzmittel vorzulegenden Prüfzeugnisse der BAM und des Instituts für Bautechnik die Eignung und Zweckmäßigkeit der neuen Holzschutzmittel beurteilt. Sind die Urteile positiv, wird in der 2. Stufe durch halbtechnische Versuche in kleinen Tränkanlagen ermittelt, für welche Tränkverfahren sich das Holzschutzmittel eignet, welche Holzarten dafür in Frage kommen und welche Lösungskonzentration jeweils angewendet werden muß, um die geforderten → Holzschutzmittel-Grenzwerte in den verschiedenen Holzzonen zu erreichen. Schließlich werden, wenn die Ergebnisse der 2. Stufe bezüglich der Holzschutzmittel-Verteilung im Holz zufriedenstellend waren, in der 3. Stufe in großtechnischen Anlagen und durch Verfahren, für welche das neue Holzschutzmittel geeignet ist, mehrere tausend Fernmeldemaste getränkt und eingebaut. Ihr Verhalten wird nach einer Standdauer von 3 bis 5 Jahren untersucht. Werden dabei die Prüfergebnisse der 2. Stufe, die zu deren positiven Bewertung geführt haben, bestätigt, gibt das FTZ das Holzschutzmittel zur Einführung frei. Bis 1967 hat dieses Verfahren zunächst zur Freigabe des Chrom-Kupfer-Bor-(CKB-) Salzes für Fichte geführt. Einzelheiten sind durch die FTZ-Richtlinie Rl Nr. 09 festgelegt. *Wefers*

Holzteer → Teer.

Holzwespen (= Siricidae), Gattungen: Tremex, Xeris, Sirex, Urocerus; Larven vor allem im Nadelholz als Schädling auftretend. Wespenkörper zylindrisch ohne »Wespentaille«. Weibchen mit auffallend spitz zulaufendem Hinterleibsende, über das die Sägescheide mehr oder weniger weit hinausragt. Länge: 10 bis 40 mm, Weibchen > Männchen; Farbe: bei Sirex gigas (= Riesenholzwespe) Kopf gelb, Hinterleib bei Männchen rot, bei Weibchen gelb mit schwarzen violetten Ringen; bei Sirex juvencus (= Stahlblaue H.) Weibchen metallisch glänzend blauschwarz, rotgelbe Beine und Fühlerbasis, bei Männchen Hinterleib rotgelb, Basis und Spitze schwarz. Eiablage Juni–September mit langer Legeröhre an Schadstellen (z. B. Sonnenbrandstellen) stehender Bäume oder an gefällten aber noch saftfrischen Stämmen. Larve: weiß, ohne Augen, walzenförmig (daher kreisförmige Bohrgänge) mit stachelartig auslaufendem, chitinisiertem Ende; reduzierte Brustfüße; Fraßgänge sind fest mit hellem Bohrmehl verstopft. Entwicklungsdauer 3 bis 6 Jahre, Flugloch 3 bis 10 mm Durchmesser. Bedeutung: Da nur saftfrisches Holz befallen wird, besteht keine Befallsgefahr für verbautes Holz. Der Einbau befallenen Holzes kann zu Schäden führen, weil die (Sirex-, Urocerus-) Larvenentwicklung in ausgetrocknetem Holz beendet wird. Das Auftreten an Masten und Kabeltrommeln wurde beobachtet. Die Bekämpfung erfolgt durch gut diffundierende Holzschutzmittel. Die Abtötung der Larven in den Masten wird durch Holzschutz in großtechnischem Tränkverfahren vorgenommen. *Wefers*

homogener Abschnitt → hypothetischer Bezugskreis.

homogene Leitung → Leitungstheorie 1.1.

homogene Mischung ist eine Mischung, in der in allen Ausgängen gleichviele Suchstellungen verschiedener Zubringerteilgruppen miteinander verbunden sind. Die h. M. hat keine Staffelung. Dagegen können die Verbindungen zwischen den Zubringerteilgruppen übergreifen und verschränkt sein. H. M. werden angewandt bei Wählern ohne Nullstellung und bei Koppelanordnungen mit zufallsmäßiger Absuchfolge.

homogenes Verbleien. Herstellen eines Überzuges durch Aufschmelzen von Blei auf das Grundmetall, gegebenenfalls unter Auftreten einer Zwischenlegierungsschicht → Oberflächenbehandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

homöopolare Bindung → Bändermodell des Halbleiters.

Hookesches Gesetz → Festigkeitslehre.

Hop → ionosphärische Brechung.

Hörempfang. In der Morsetelegrafie Abhören der Morsezeichen mittels Fernhörer, Summer oder → Klopfer. Gleichzeitiges Niederschreiben der Information mit einer Schreibmaschine oder von Hand. → HwF 1929.

Hörfläche. Die Fläche, die von der Schwellwertkurve und der Grenzkurve der Schmerzempfindung (Bild 1 unter »Hörgrenze«) eingeschlossen ist (→ Kurven gleicher Lautstärke).

Hörfrequenz. Schwingungen, deren Frequenzen im Hörbereich zwischen 16 und 20000 Hz liegen. Es können mechanische Schwingungen sein, die von

einem Schallsender (Mund, Musikinstrument, Lautsprecher, Fernhörer usw.) abgestrahlt werden oder elektrische, mit denen → elektroakustische Wandler (Lautsprecher, Fernhörer usw.) betrieben werden.

Hörgrenze, untere und obere. Schalldruck eines Schallereignisses, das vom menschlichen Ohr gerade noch wahrgenommen wird, entspricht der unteren Hörgrenze oder der Hörschwelle. Sie ist stark frequenzabhängig. Bild 1 zeigt als unterste Kurve die

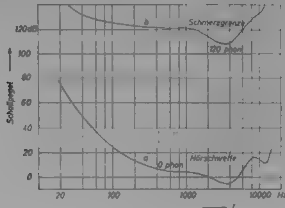


Bild 1.
a) untere Hörgrenze, b) obere Hörgrenze ($0\,\text{dB} = 2 \cdot 10^{-4}\,\mu\text{b}$).

Hörschwelle in Abhängigkeit von der Frequenz, festgestellt mit beiden Ohren in einer ebenen fortschreitenden Schallwelle. Bei einem sinusförmigen Ton mit der Frequenz 2000 Hz reicht ein Schalldruck von $2 \cdot 10^{-4}$ μbar aus, einen Schalleindruck zu erzeugen. Bei einem 50-Hz-Ton jedoch wird ein hundertfacher Schalldruck, nämlich etwa $2 \cdot 10^{-2}$ μbar, benötigt. Die Hörschwelle im freien Schallfeld unterscheidet sich stark von der, die mit einem Kopfhörer bestimmt wird. Bei einer durch einen Kopfhörer abgeschlossenen Hörmuschel wird ein höherer Schalldruck im Gehörgang vor dem Trommelfell benötigt, um einen gleichen Schalleindruck hervorzurufen als beim Hören desselben Schalls im freien Schallfeld (Bild 2). Steigert man den Schalldruck

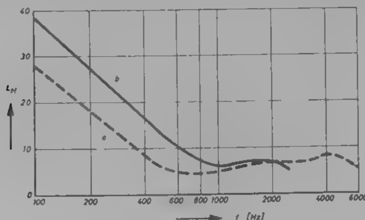


Bild 2.
Hörschwelle gemessen a) mit Kopfhörern, b) im freien Schallfeld.

so weit, daß Schmerzempfindung im Ohr ausgelöst wird, so ist die obere Hörgrenze oder Schmerzgrenze erreicht (Bild 1, obere Kurve).

Literatur: D. W. Robinson u. R. S. Dadson, Journ. Acoust. Soc. Am. 29, 1957 — G. Jahn, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Bd. 71; 1962. *Brosze*

Horizontaldiagramm → Richtcharakteristik.

horizontale Gradienten, Schichtneigung → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Horizontal-Frequenz → Fernsehen 1 u. 3.

Horizontalintensität, die Intensität der horizontalen Komponente des magnetischen Erdfeldes.

Horizontalsynchronimpuls → Fernsehnorm, → Synchronsignal.

Hörkapsel. Ein elektroakustischer Wandler, der ein in Wechselströme (Sprechströme) umgewandeltes Klangbild wieder in einen Schallvorgang umsetzt. Die Hörkapsel, die im Handapparat eines Fernsprechapparates untergebracht ist, liegt an der Hörmuschel an, so daß der Schall direkt auf den Gehörgang übertragen wird. Man unterscheidet elektromagnetische und elektrodynamische Hörkapseln. Sie entsprechen ihrem Aufbau nach im Prinzip dem magnetischen und dynamischen → Lautsprecher. Bei einer elektromagnetischen Hörkapsel läßt man den Sprechstrom durch eine im Magnetkreis eingebaute Spule fließen und beeinflußt so die Stärke des mit Hilfe eines Permanentmagneten erzeugten Magnetfeldes. Durch diese Magnetfeldänderung führt die am Rand eingespannte Metallmembran dem Sprechstrom entsprechende Schwingungen aus.

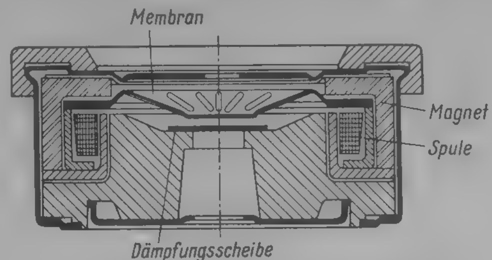


Bild 1. Schnittbild einer magnetischen Hörkapsel (Siemens).

Die Membranresonanz liegt im Übertragungsbereich der Sprache. Zur Erreichung einer verzerrungsfreien Übertragung wird für ausreichende Dämpfung der Eigenschwingung gesorgt (Bild 1). Die Rückstellkraft der Membran muß groß genug sein, um ein Kleben am Magneten zu verhindern. Andererseits darf auch der Luftspalt zwischen Membran und Polschuh des Magneten nicht zu breit sein, da dann durch einen zu hohen Streufluß die Empfindlichkeit leiden würde. Der Scheinwiderstand R in Abhängigkeit von der Frequenz f für Hörkapseln des magnetischen Prinzips soll folgende Werte besitzen:

f	300	800	1600	3400 Hz,
R	100	200	350	550 Ω.

Es wird von der DBP eine Toleranz von +60 bis −30% zugelassen. Neue Magnetsorten haben es ermöglicht, elektrodynamische Hörkapseln herzustellen, die eine für den Fernsprechverkehr notwendige Empfindlichkeit haben. Dem Aufbau nach entspricht diese Hörkapsel im Prinzip vollkommen einem dynamischen Lautsprecher oder einem dynamischen → Mikrophon. Von einem Laut-

sprecher unterscheidet sie sich nur durch die Membran, die hier einen Durchmesser von etwa 3,5 cm hat (Bild 2). Der Scheinwiderstand der Schwingspule

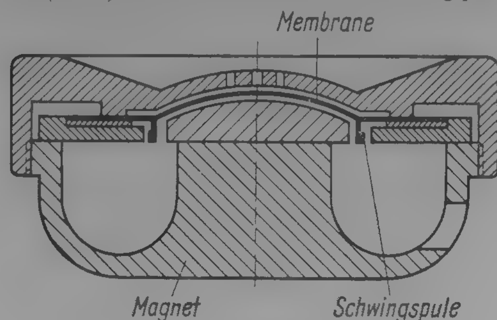


Bild 2. Schema einer dynamischen Hörkapsel.

soll etwa 300 Ω ± 20 % betragen. Hörkapseln werden in vier verschiedenen Empfindlichkeitsgruppen hergestellt:

Gruppe	Empfangsbezugsdämpfung in Neper
I	0 bis 0,3
II	−0,3 bis −0,6
III	−0,6 bis −0,9
IV	−0,9 bis −1,2

Für den Frequenzgang der Hörkapseln hat die Deutsche Bundespost Toleranzbänder festgelegt, die nicht überschritten werden sollen (Bild 3 u. 4).

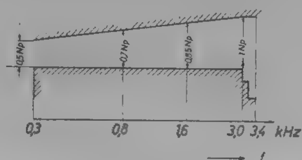


Bild 3.
Zulässigkeitsbereich für die Frequenzkurve von Hörkapseln.

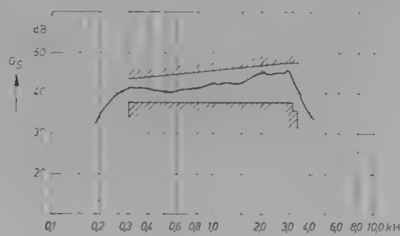


Bild 4. Frequenzkurve einer Hörkapsel (Siemens).

Literatur: O. Hörner u. Langsdorff, Siemens-Zeitschrift 33, 1959, Heft 7.

Brosze

Hornantenne → Horn- u. Trichterstrahler.

Horner-Schema ist ein Schema, mit dem die Berechnung eines Funktionswertes $f(a)$ eines Polynoms $f(x)$, die Abspaltung eines Wurzelfaktors oder die Transformation auf eine neue Variable $z = x - a$ auf einfache Weise durchgeführt werden kann. Man schreibt die Koeffizienten des Polynoms $f(x)$ vom Grad n in absteigender Folge nebeneinander (fehlende Koeffizienten = 0) und geht dann in der im Bild durch Pfeile angedeuteten Weise vor, wobei ein schräger Pfeil eine Multiplikation mit a, ein senkrechter Pfeil die Addition der darüberstehenden Werte bedeutet: ($a'_{n-1} = a_{n-1} + a\,a_n$ usw.):

$$\begin{array}{cccccc} a_n & a_{n-1} & a_{n-2} \cdots\cdots & a_2 & a_1 & a_0 \\ \downarrow\nearrow & a\,a_n \downarrow\nearrow & a\,a'_{n-1} \downarrow \cdots\cdots & \nearrow a\,a'_3 \downarrow & \nearrow a\,a'_2 \downarrow & \nearrow a\,a'_1 \downarrow \\ a_n & a'_{n-1} & a'_{n-2} \cdots\cdots & a'_2 & a'_1 & a'_0 = A_0 \end{array}$$

Die Koeffizienten $a_n \ldots a'_1$ der letzten Reihe sind die Koeffizienten eines Polynoms $f_1(x)$ vom Grad $n-1$, das bei der Division von $f(x)$ durch $x-a$ entsteht, A_0 das verbleibende Restglied. Es ist $f(x) = f_1(x)(x-a) + A_0$, mithin A_0 der Funktionswert $f(a)$ an der Stelle $x = a$. Ist speziell a eine Wurzel von $f(x) = 0$, also $A_0 = 0$, so hat man in $f_1(x)$ den Faktor $x-a$ abgespalten. Setzt man das H. fort, bildet also $f_1(x) = f_2(x)(x-a) + A_1$ usw., so erhält man durch sukzessives Einsetzen

$$f(x) = A_0 + A_1(x-a) + A_2(x-a)^2 + \cdots + A_n(x-a)^n,$$

also eine Transformation von $f(x)$ auf die Variable $z = x - a$.

Das H. wird z. B. für Rechnungen in der Filtertheorie benutzt.

Zuhrt

Hornparabolantenne → Breitbandantenne, → Spiegelantennen.

Horn- oder Trichterstrahler. H. (Hornantennen) sind Strahler, die durch eine trichterförmige Erweiterung eines frei endenden Hohlleiters entstehen. Der Hohlleiter und der Trichter können rechteckigen oder kreisförmigen Querschnitt besitzen. Dementsprechend unterscheidet man das Pyramidenhorn (Bild 1 und 2 b) oder das Obeliskenhorn (Bild 1) und das Konushorn (Bild 2 a). Das Pyramidenhorn ist jedoch nicht so gebräuchlich wie das Obeliskenhorn, da die Begrenzungsflächen von Hörnern mit rechteckigem Querschnitt meist nicht die Form eines geometrischen Pyramidenstumpfes haben, sondern nur den Stumpf eines Obelisken darstellen. Wird

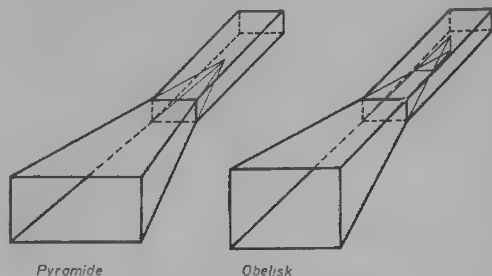


Bild 1. Pyramidenhorn, Obeliskenhorn.

ein rechteckiger Hohlleiter nur in der elektrischen oder nur in der magnetischen Ebene erweitert, spricht man von einem E-Sektor-Horn (Bild 2 d) bzw. von einem H-Sektor-Horn (Bild 2 c).

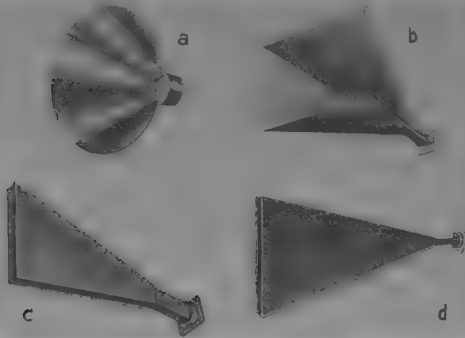


Bild 2. a) Konushorn, b) Pyramidenhorn, c) H-Sektor-Horn, d) E-Sektor-Horn.

Das Doppelkonushorn besteht aus zwei mit der Spitze einander zugekehrten, aus leitendem Material gebildeten Kegelflächen. Durch eine in der Mittellinie eines Kegels geführte, in der Kegelspitze endende Hohl- oder Koaxialleitung wird eine sich zwischen den Kegelflächen radial ausbreitende Hohlleiterwelle angeregt und von der kreiszylinderförmigen Apertur abgestrahlt.

Parabolhorn (hoghorn) nennt man eine kleine, meist als Erreger einer Parabolantenne verwendete Hornparabolantenne (→ Spiegelantennen).

Literatur: G. C. Southworth Principles and Applications of Waveguide Transmission. D. van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey 1959. *Koch*

Hörsamkeit. Eignung eines Raumes für Schalldarbietungen (→ Raumakustik).

Hörschall. Luftschall, dessen Frequenzen im Hörbereich des Ohres zwischen 16 und 20000 Hz liegen. Die obere Grenzfrequenz ist stark vom zunehmenden Alter abhängig (→ Hörverlust).

Literatur: Steinberg, Montgomerey and Gardner, Acoust. Soc. Amer. Vol. 12, No 2, 1940.

Hörschwelle → Hörgrenze, untere.

Hörtheorie. Das Ohr vermag in einem großen Intensitäts- und Frequenzbereich (→ Kurven gleicher Lautstärke) den Schall nach seiner Stärke, Tonhöhe und Klangfarbe zu unterscheiden. Die Umsetzung von Schallschwingungen in Nervenreize sowie die Tonhöhenerkennung geschieht im Innenohr. Der Schall, der über das Außenohr und Mittelohr zum Innenohr gelangt, erregt wie Békésy festgestellt hat, die Basilarmembran zu Schwingungen (→ Ohr). Der Ort der maximalen Schwingungsamplituden auf der Basilarmembran ist je nach Tonhöhe verschieden (Bild 1). Es steht fest, daß hohe Töne in der Nähe und tiefe Töne weit entfernt vom ovalen Fenster Schwingungsmaxima der Basilarmembran hervorrufen. Durch diesen sehr komplizierten Schwingungsvorgang wird eine Tonhöhenanalyse durchgeführt, deren Mechanismus aber noch nicht vollkommen geklärt ist. Die Schwingungen der Basilarmembran sind stark gedämpft, ihr log. Dekrement liegt zwischen 1,4 bis 1,8. Daraus erklärt sich die kurze Zeit, die das Ohr benötigt, die Tonhöhe zu erkennen (→ Tonhöhenerkennungszeit). Andererseits ist die Analysierschärfe des Gehörs bedeutend stärker, als es der stark gedämpfte Schwingungsmechanismus des Innenohres erwarten läßt. Es wird daher vermutet, daß mit Hilfe der Basilarmembran nur eine Grobanalyse stattfindet, während eine Feinanalyse im

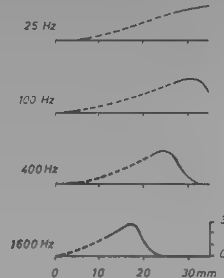


Bild 1. Schwingungen der Basilarmembran (nach Békésy).

Nervensystem folgt. Durch die Schwingung der Basilarmembran werden von den Haarzellen des Cortischen Organs Reizfolgeströme erzeugt, die bis zu einem Schalldruck von 10^{-1} μbar proportional mit diesem verlaufen. Höhere Schalldrücke rufen in der Schnecke nichtlineare Verzerrungen hervor. Die Reizfolgeströme verschwinden jedoch, wenn das Ohr zu lange einem großen Lärm ausgesetzt wird. Es tritt eine Hörermüdung ein, die wohl auf die bioelektrische Erschöpfung des Cortischen Organs beruht (→ Hörverlust). Das Gehörorgan braucht zur Anzeige der Endlautstärke eines Schallvorganges

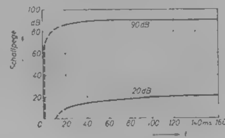


Bild 2.
Lautstärkeempfindung in Abhängigkeit von der Zeit für die Schallpegel eines Geräusches von 20 und 90 db (nach Miller).

eine gewisse Zeit, die stark von der Lautstärke abhängig ist. Es benötigt zur Anzeige der Endlautstärke eines breitbandigen Geräusches mit einem → Schallpegel von 20 db etwa 140 ms, während es bei einem Schallpegel von 90 db nur 65 ms braucht (Bild 2). Man vermutet, daß bei steigender Reizstärke mehr Sinneszellen und somit mehr Nervenbahnen zum Gehirn ansprechen. Hierdurch ergeben sich dann geringere Zeiten für die Erkennung der Endlautstärken. Im Gehör wird die Lautstärke aus dem Spektrum eines Schallvorganges nicht sofort, sondern erst nach Zerlegung in bestimmte Frequenzbänder,

den sogenannten Frequenzgruppen, ermittelt. Dies geschieht auf der Basilarmembran in den Cortischen Organen. Die Frequenzgruppen spielen bei der Bildung des Lautstärkeeindrucks eine wichtige Rolle. Ihre Bandbreite wurde von Feldtkeller und Zwicker experimentell ermittelt. Es wird ein Rauschen mit Hilfe eines Filters auf eine Bandbreite Δ f beschränkt und seine Lautstärke mit einem Normalton von 1000 Hz verglichen. Wird nun die Bandbreite des Filters bei konstanter Schallintensität vergrößert, so

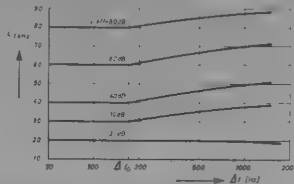


Bild 3. Lautstärke eines Bandpaßgeräusches mit konstant gehaltenem Schallpegel in Abhängigkeit von der veränderlichen Filterbandbreite Δ f (nach Zwicker).

konnte festgestellt werden, daß trotz veränderter Bandbreite der Lautstärkeeindruck gleichbleibt. Sobald jedoch eine gewisse Bandbreite Δf_G überschritten wird, beginnt die Lautstärke zu wachsen, wie man aus dem Vergleich mit dem Normalton feststellen kann (Bild 3). Die Bandbreite des Geräusches reicht dann in die benachbarten Frequenzgruppen hinein, so daß für die Bildung des Lautstärkeeindrucks mehrere Frequenzgruppen in Frage kommen. Im Cortischen Organ werden je Frequenzgruppe jeweils 150 benachbarte Zellen auf der Basilarmembran zusammengefaßt (→ Ohr). Da diese eine Länge von 1,3 mm überdecken, so können über die Gesamtlänge der Basilarmembran 24 Frequenzgruppen entstehen (Bild 4). Die Lautstärkeempfindung eines breitbandigen Geräusches ist daher durch

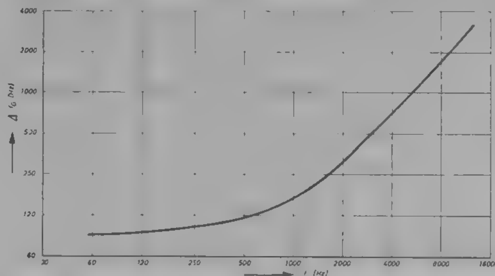


Bild 4. Bandbreiten Δf_G der Frequenzgruppen in Abhängigkeit von der Frequenz (nach Zwicker).

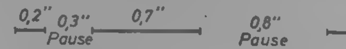
einen → Schallpegelmesser, dessen Anzeige nach physikalischen Grundsätzen arbeitet, nicht realisierbar. Das Gehörorgan addiert die in den einzelnen Frequenzgruppen gefundenen → Lautheiten nach eigenen Gesetzen.

Literatur: G. v. Békésy, Akust. Zeitschr. 66, 1943 — G. v. Békésy, Journ. Acoust Soc. Am. 23, 1951 — G. v. Békésy, Journ. Acoust. Soc. Am. 25, 1953 — G. A. Miller, Journ. Acoust. Am. 20, 1948 — R. Feldtkeller u. Zwicker, Acustica 5, 1955 — L. Cremer, Acustica 1, 1951. *Brosze*

Hörtonauswerter. Baustein der → Verkehrsablauf-Meßeinrichtung.

Hörtöne. Töne, die in gewissen Phasen des Aufbaus von Fernsprechverbindungen den rufenden Teilnehmer über den Zustand der Verbindung informieren und ihn zu entsprechendem Handeln veranlassen sollen.

1. Wählton, 450 Hz in der Folge 5mal Morse »a« in 10 s



bedeutet: Vorwahl beendet,
oder Register ist angeschaltet; bitte wählen.

2. Freiton, 450 Hz in der Folge



bedeutet: Der gerufene Teilnehmer ist frei; es wird gerufen.

3. Besetztton, 450 Hz in der Folge 16mal Morse »e« in 10 s



bedeutet: Gassenbesetzt oder Teilnehmerbesetzt.

4. Hinweiston, 950/1400/1800 Hz in der Folge



Die Art und die Bedeutung der Hörtöne sind von Land zu Land verschieden. Eine Zusammenstellung gewisser Hörtöne in anderen Ländern ist im Supplement Nr. 4 des Blaubuchs Band VI (Seite 364) des CCITT gegeben. *Socher*

Hörverlust. Minderung des Hörvermögens. Er kann durch Krankheit des Hörorgans und unter der Einwirkung eines sehr hohen Lärmpegels auftreten

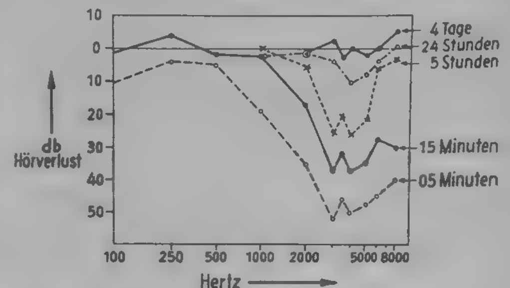


Bild 1. Beeinflussung des Hörvermögens nach einmaliger starker Lärmbelästigung (Geräusch 115 dB, 20 min) nach Postmann und Egan.

(Bild 1). Hörverluste, besonders im höheren Frequenzbereich, zeigen sich auch in zunehmendem Alter (Bild 2).

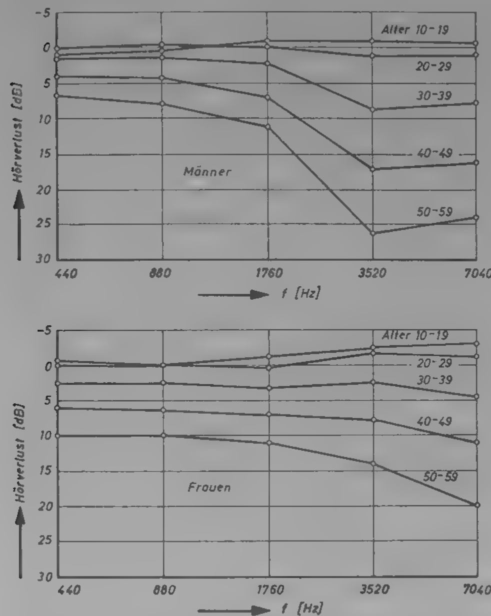


Bild 2. Hörverlust durch Alter.

Literatur: L. J. Portmann and J. P. Egan, Experimental Psychology, 1949, Harper Verlag, New York — Steinberg, Montgomery and Gardner, J. Acoust. Soc. Am. Vol. 12., No 2., 1940.
Brosze

Hörwache → Funkwache.

Hostalen: Linear-Polyäthylen, Hostaphan: Folie aus Terephthalsäure-Äthylenglykol-Polyester.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, Dr. Stoeckert, 1958, Carl Hanser Verlag.

Hotelanlagen. Fernsprech-Nebenstellenanlagen für Hotels, Krankenhäuser und ähnliche Institutionen haben wegen der besonderen betrieblichen Forderungen gemeinsame Merkmale. Bei den bisher häufig in Hotelbetrieben usw. eingesetzten Glühlampenschränken ist beispielsweise ein verringerter Ausbau der Amtsleitungen und der Innenverbindungssätze vorgesehen. Der Wunsch nach individueller Betreuung der Sprechstellenbenutzer bei ordnungsgemäßer Verrechnung der angefallenen Gesprächsgebühren (mit Gebührendrucker oder Einzelzähler je Nebenstelle → Gebührenerfassung) führt im Zuge der allgemeinen Automatisierung im Fernsprechverkehr bei H. zu Wähl-Nebenstellenanlagen mit typischen Betriebsmerkmalen, beispielsweise:

1. In Wähl-Nebenstellenanlagen für Hotels, Krankenhäuser und ähnliche Institutionen gibt es drei Arten von Nebenstellen hinsichtlich des abgehenden Verkehrs: Wähl-(W-)Nebenstellen, die sämtliche Verbindungen innerhalb der Nebenstellenanlage selbsttätig herstellen können. Handbediente (H-)Nebenstellen, die alle Verbindungen nur unter Mitwirken der Abfragestelle erhalten und nur halbamtsberechtigt sein können. Sog. WH-Nebenstellen, die nur einen Teil ihrer Verbindungen selbsttätig herstellen und die restlichen Verbindungen unter Mitwirken der Abfragestelle erhalten; dabei ist offengelassen, ob der selbsttätige oder der handvermittelte Verkehr überwiegt. Für die Nebenstellen in NStAnl mit Durchwahl gilt, daß nur W- und WH-Nebenstellen in Durchwahl erreichbar sind; für Sonderfälle — wie Anrufschutz — gelten besondere Regelungen.

2. Die Gesprächsverbindungen werden durch die Abfragestelle mit einem Abfrage- oder Hausvermittlungssatz bzw. in begrenztem Umfang unter Verwendung eines Anschlußorgans für Amtsleitungen hergestellt.

3. Die Zahl der Innenverbindungssätze ergibt sich innerhalb von Mindestforderungen aus den betrieblichen Erfordernissen des Teilnehmers.

4. Mit Personen-Aufenthaltsanzeigen wird eine Signalisierung von den Sprechstellen in der Regel zur Abfragestelle in Verbindung mit der Nebenstellenanlage ermöglicht, z. B. als Aufenthalts-Anzeige für Zimmermädchen oder Anwesenheitsanzeige für den Gast.

5. Zur Entgegennahme von Gästeaufträgen und dergl. können zentrale oder auch einzelne Service-Stellen mit Identifizierung eingerichtet werden.

6. Für die Zuordnung der Rufnummern, abhängig von Stockwerk und Zimmer, gibt es Einrichtungen für die Rufnummernumordnung, die auch verkürzte Rufnummern für besondere Dienste ermöglichen.

7. Wenn bei Abwesenheit eines Hotelgastes eine Nachricht eingelaufen ist, kann unter Benutzung des Nebenanschlusses das Signal »Nachricht liegt vor« übermittelt werden.

8. Unter Mitbenutzung der Nebenstellenanlage kann über eine Weckeinrichtung ein Wecksignal zu Nebenstellen übermittelt werden.

9. Mit einem Anrufschutz können Nebenstellen vorübergehend für ankommende Gesprächsverbindungen in bestimmtem Umfang nicht erreichbar geschaltet werden.

Die Vorschriften für Wähl-Nebenstellenanlagen mit Merkmalen für Hotels, Krankenhäuser und ähnliche Institutionen werden zur Zeit festgelegt. *Paul*

HS 303, 303 A → INTELSAT-Satelliten.

Hubmessung → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Huckepackstecker → Schaltleiste 57.

Hughes, David, Edward, geb. 16. 5. 1831 zu London, gest. 22. 1. 1900 zu London. 1851 Lehrer der Physik und Mechanik am Bardstown College im Staate Kentucky. 1854 vollendete er die Konstruktion des Typendrucktelegrafen. 1878 erfand er das Kohlemikrophon und die Induktionswaage und entdeckte auch die Frittereigenschaft der Kohle.

Literatur: Arch. Post Telegr. 1879, Nr. 4, S. 109; 1898, S. 270ff.; 1900, Nr. 6, S. 323. Journ. tél. 1900, Nr. 3, S. 63. Zetsche: Geschichte der Telegraphie S. 341ff. Berlin: Julius Springer 1877. ETZ 1895, S. 245. Hennig, Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 124, 126, 184, 176, 177 (mit einer sehr schönen Äußerung H. über das Reistelephon. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil, S. 487. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1909. Kingsbury, J. E.: The telephone and telephone exchanges, their invention and development, S. 113ff. London 1915. Kaempffert, W.: A popular history of American Invention, S. 333. New York u. London 1924. C. Matschoß: Männer der Technik. Websters Biographical Dictionary. Who was who 1897–1915. Telecommunication Pioneers.

Hughes-Apparat. Bildet eine wichtige Entwicklungsstufe der Telegrafie. 1856 von Hughes angegeben. Erster Typ eines Drucktelegrafen mit einem — erstmalig verwendeten — Typenrad. Zur Gruppe der Synchrontelegrafenapparate gehörig. Der Gleichlauf zwischen Sender und Empfänger wird durch einen Fliehkraftregler (für den Antrieb) und einen Korrektionsmechanismus bewirkt, wobei der letztere bei jedem Umlauf der Empfängerachse die Phasenstellung des Typenrades korrigiert. Erstmalig Verwendung von Umlauf-Zeitschaltern, die später als »Verteiler« zu einem grundlegenden Bauelement der Telegrafenapparattechnik werden. Die Alphabetzeichen sind durch Stifte in einer Stiftbüchse markiert, die beim Drücken einer Zeichentaste vorgeschoben und beim Überstreichen des Umlauf-Zeitschalters diesen zu einer Kippbewegung veranlassen, so daß ein Signal ausgesendet werden kann. Für die Auswertung im Empfangsapparat ist also gleiche Phasenlage der Achsen erforderlich. Der Druckempfänger wird nur für den Zeichenabdruck mit dem Antrieb gekuppelt (Vorläufer des Start-Stop-Verfahrens).

Literatur: HwF 1929.

Hüllkurven-Demodulator (Zweiseitenband-Demodulator). Der H. verwendet i. allg. die nichtlineare Strecke einer Röhre, Diode oder eines Transistors zur Eigenmischung des in diesem Fall gegenüber den Seitenbändern großen Sendeträgers mit den Seitenbändern zur Gewinnung der NF (→ Einseitenband-Demodulator, → Modulation).

Literatur: Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Akad. Verl. Ges. Geest u. Portig, Leipzig 1959. Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw-Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Hurwitz-Polynom ist ein Polynom mit positiv reellen Koeffizienten, dessen Nullstellen sämtlich in der linken Hälfte der komplexen Ebene liegen. Ist die → Netzwerkfunktion eines beliebigen Netzes ein H. in der komplexen Frequenz p, so klingen sämtliche → Eigenfrequenzen ab, das Netzwerk ist stabil, → Vierpoltheorie 4.1.

Huygenssches Prinzip. Besagt, daß jedes im Zuge einer Welle liegende materielle Teilchen zum Erregerzentrum einer neuen Welle (Elementarwelle) wird. Dadurch wird jeder über ein Masseteilchen hinwegstreichenden Welle Energie entzogen, die in Gestalt der Elementarwelle wieder abgegeben wird, so daß die Schwingungsenergie konstant bleibt, sofern die Intensität der erregenden Welle ebenfalls konstant ist (Huygens 1690). Durch die Wirkungen der Elementarwelle wird eine geradlinige Ausbreitung einer Welle, etwa des Lichts, nicht gestört, doch dürfen dann die Elementarwellen innerhalb einer Zone um ihr Erregerzentrum in der Größenordnung der Wellenlänge nicht an ihrer gegenseitigen Schwächung und Auslöschung durch → Interferenz gehindert werden. Beim Durchgang einer Welle durch eine schmale Öffnung in der Größenordnung der Wellenlänge oder an scharfen Kanten tritt dagegen eine Störung der geradlinigen Wellenfortpflanzung ein, die man als Beugung bezeichnet.

HVStHand → Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung.

***H*-Welle.** Hauptschwingungsform elektromagnetischer Wellen mit einer longitudinalen magnetischen Komponente, jedoch ohne longitudinale elektrische Komponenten, auch als transversal-elektrische Welle (*TE*-Welle) bezeichnet. H. treten als → Rohrwellen in → Hohlleitern beliebigen Querschnitts auf. Auch im Innern einer gestreckten Zylinderspule erhält man z. B. eine H. Es sind unendlich viele Schwingungsformen möglich, die bei Rohrwellen durch einen Doppelindex gekennzeichnet werden, z. B. H_{mn}-Mode oder TE_{mn}-Mode. → Rohrwellen.

Hygrograph, Hygronom → Luftfeuchtemeßgeräte.

Hyperbelverfahren → Funkortung.

hypothetischer Bezugskreis für Richtfunksysteme. Die Grundlage für die Planung jedes Nachrichtensystems ist die geforderte Übertragungsqualität, von der die Ausführungsform und die technischen Einzelheiten der Systeme abgeleitet werden. Festgelegt sind die Anforderungen sowohl an drahtgebundene als auch drahtlose Nachrichtensysteme in Empfehlungen des CCITT und des CCIR. Zur Vereinheitlichung wurden dazu Modellstrecken, die h. B., geschaffen, die zusammen mit den Geräuschforderungen in erster Linie den Geräteherstellern eine Grundlage für die Bemessung der Systeme geben sollen.

Für Richtfunksysteme gelten die folgenden CCIR-Empfehlungen:

391 für Frequenzmultiplexsysteme mit 12 bis 60 Fernsprechkanälen,

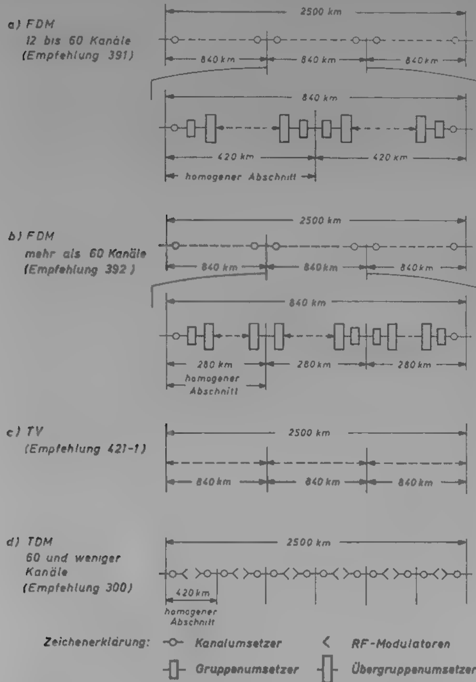
392 für Frequenzmultiplexsysteme mit mehr als 60 Fernsprechkanälen,

421-1 für Fernsehsysteme,

300 für Zeitmultiplexsysteme.

Alle h. B. sind 2500 km lang. Sie sind in mehrere homogene Abschnitte oder Modulationsabschnitte unterteilt. Das Bild gibt eine Übersicht über die Bezugskreise für die verschiedenen Systeme. Für Überhorizontverbindungen mit FDM-Systemen gilt der h. B. nach Bild b mit dem Unterschied, daß nur 6 statt 9 Übergruppenumsetzer im gesamten h. B. vorgesehen sind (Empfehlung 396-1). Für die Länge der einzelnen Funkfelder bestehen keine weiteren Empfehlungen; wenn man mit einer mittleren Funk-

feldlänge von etwa 46 km rechnet — dieser Wert ergibt sich, wenn man die Funkstrecken mit genügend freier Sicht plant —, enthält ein Modulationsabschnitt



Hypothetische Bezugskreise für FDM-, TV- u. TDM-Systeme.

6 Funkfelder. In dichten Richtfunknetzen z. B. der Bundesrepublik bestehen die realen Modulationsabschnitte in der Regel nur aus 3 bis 4 Funkfeldern.

Literatur: Dokumente der XI. Vollversammlung des CCIR, Oslo, 1966, Band IV.

Kern

Hystereseschleife. Die magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Stoffe unterhalb der → Curie-Temperatur werden im allgemeinen so zum Ausdruck

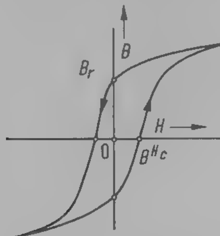


Bild 1. Hystereseschleife *B*, *H*.

gebracht, daß tabellarisch oder meist graphisch in Abhängigkeit von der Feldstärke *H* entweder die magnetische Flußdichte *B* oder die magnetische Polarisation *J* angegeben wird.

Wird dabei eine Folge von Werten der Feldstärke *H* zwischen entgegengesetzt gleich großen Endbeträgen zyklisch durchlaufen, so setzt sich die magnetische Zustandskurve zusammen aus einem aufsteigend und einem absteigend durchlaufenen Kurvenast, Bild 1 und 2. Die genannte Kurve heißt Hystereseschleife, die von ihren beiden Ästen eingeschlossene

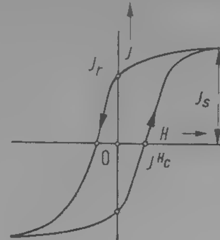


Bild 2. Hystereseschleife *J*, *B*.

Fläche heißt Hysteresefläche. Ändert sich mit zunehmendem *H* die Polarisation *J* nicht mehr merklich, so spricht man von magnetischer Sättigung und nennt die in diesem Gebiet (nahezu) konstante Polarisation die Sättigungspolarisation J_s; sie ist eine kennzeichnende Größe des Ferromagnetikums. (Im Sättigungsgebiet ist daher $B = J_s + \mu_0 H$.) Von dem äußersten Wert *H*, der bei einem zyklischen

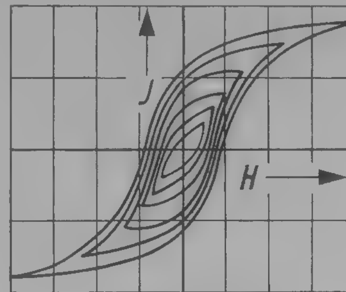


Bild 3. Hystereseschleifen
bei verschiedener maximaler (aussteuernder) Feldstärke.

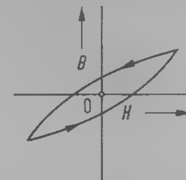


Bild 4. Rayleigh-Schleife.

Ummagnetisierungsvorgang erreicht wird, hängt nicht nur die Größe, sondern auch die Gestalt der Hystereseschleife ab. Die Verbindungslinie der Umkehrpunkte der verschiedenen Schleifen wird »Kommutierungskurve« genannt, Bild 3.

Die bei äußerst kleinen Feldstärkewerten auftretende Hystereseschleife nennt man Rayleigh-Schleife;

sie ist dadurch gekennzeichnet, daß jeder ihrer Äste monoton gekrümmt ist, Bild 4.

Man nennt äußerste Hystereseschleifen diejenigen, bei denen das Gebiet der magnetischen Sättigung erreicht wird. (Die Bilder 1 und 2 sind als äußerste Hystereseschleifen verstanden.) Ausgezeichnete Punkte der äußersten Hystereseschleife sind: die für $H = 0$ bestehenden Werte $\pm B_r = \pm J_r$, die Remanenz genannt werden, die für $B = 0$ vorhandenen Werte $\pm {}_BH_c$ und die für $J = 0$ vorhandenen Werte $\pm {}_JH_c$; man nennt ${}_BH_c$ die Koerzitivfeldstärke der magnetischen Induktion und ${}_JH_c$ die Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation. (Der ältere Ausdruck Koerzitivkraft wird nicht empfohlen.) Die Remanenz und die Koerzitivfeldstärke der äußersten Hystereseschleife sind Stoffkonstante. Die Remanenzwerte aller technischen ferromagnetischen Werkstoffe liegen größenordnungsmäßig nicht sehr weit auseinander (etwa 5 bis 22 kG), so daß die Breiten ihrer äußersten Hystereseschleifen wesentlich durch die Koerzitivfeldstärken bestimmt werden. Die Koerzitivfeldstärken technisch wichtiger ferromagnetischer Stoffe liegen in den Größenordnungen von 0,01 A/cm (»magnetisch weich«) bis 3000 A/cm (»magnetisch hart«). Die Größe

$$w_h = \oint H \cdot dB = \oint H \cdot dJ,$$

dargestellt durch die Hysteresefläche, ist die räumliche Dichte der bei einem Ummagnetisierungszyklus irreversibel in Wärme umgesetzten Energie, der spezifische Hystereseverlust. Ist τ das ummagnetisierte Volumen, f die Frequenz (Häufigkeit) einer periodischen Ummagnetisierung, so ist die gesamte Hystereseverlustleistung $P_h = f w_m \tau$.

Neukurve (älterer Ausdruck: jungfräuliche Kurve) heißt die vom gänzlich unmagnetischen Zustand ($H = 0$, $B = 0$) ausgehende Zustandskurve, Anfangspermeabilität die Steigung der Neukurve im Nullpunkt. Die Anfangspermeabilitäten $\mu_a\mu_0$ magnetisch harter Stoffe sind verhältnismäßig klein (Größenordnung 1,1 bis 40), die der magnetisch besonders weichen Stoffe sehr groß (Größenordnung 100 000).

Ist eine magnetische Zustandskurve und auf ihr ein Zustandspunkt (B, H) gegeben, so heißt totale Permeabilität die Neigung der Ursprungsgeraden $B/H = \mu_t$ und differentielle Permeabilität die Nei-

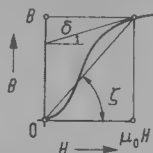


Bild 5. Definition der totalen und der differentiellen Permeabilität. $\tan\zeta \triangleq \mu_t$, $\tan\delta \triangleq \mu_d$.

gung der Kurve $dB/dH = \mu_d$, Bild 5. Meist werden die Werte μ_t/μ_0 und μ_d/μ_0, also die Permeabilitätszahlen, angegeben.

Wird ein auf einem Ast einer Hystereseschleife liegender Arbeitspunkt A mit den Werten B, H dadurch geändert, daß die magnetische Feldstärke H um einen kleinen Betrag ΔH entgegengesetzt dem Durchlaufsinn der Hysteresekurve geändert wird, so geht der Zustandspunkt von A zu A' nach Art des in Bild 6 angegebenen Beispielfalles über; macht man die Änderung ΔH rückgängig, so kehrt der Zustandspunkt an seinen ursprünglichen Ort zurück, falls die Änderung ΔH genügend klein ist. Es wird dabei eine kleine »parasitäre Schleife« von der Gestalt einer schmalen, schräg liegenden Lanzette reversibel durchlaufen. Ersetzt man diese näherungsweise durch das

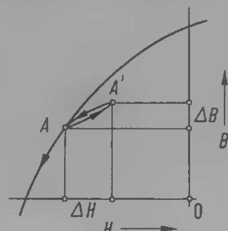


Bild 6. Parasitäre Schleife, reversible Zustandsänderung.

die Endpunkte A, A' verbindende Geradenstück, so wird diese reversible Zustandsänderung näherungsweise dargestellt durch

$$B = J_p - \mu \cdot H.$$

Hier wird die Permeabilität μ häufig Überlagerungspermeabilität genannt, wenn es sich um die Überlagerung einer reversiblen Änderung über einen konstanten magnetischen Zustand handelt. Sie wird reversible Permeabilität μ_{rev} genannt, wenn die reversiblen Zustandsänderungen sehr klein sind; μ_{rev} ist dann annähernd eine Stoffkonstante. Bei permanenten Dauermagneten, bei denen infolge eines an ihnen vorgenommenen magnetischen Stabilisierungsprozesses die Zustandsänderungen in einem größeren Intervall reversibel verlaufen, heißt die Permeabilität permanente Permeabilität μ_p

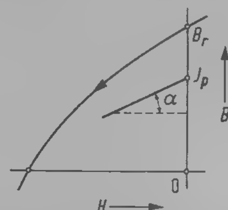


Bild 7. Permanente (stabilisierte) Zustandskurve und äußerste Hysteresekurve. J_p Permanenz, $\mu_p \triangleq \tan\alpha$.

und die Größe J_p die Permanenz des Dauermagneten, Bild 7.

Wird ein Körper aus ferromagnetischem Material mit einer zeitlich sinusförmig verlaufenden Wechselfeldstärke magnetisiert, so ist die gleichfrequente Komponente der Flußdichte (ihre Grundschwingung) verzögert um einen Phasenverschiebungswinkel δ_h.

Man nennt δ_h Hysteresewinkel und $d_h = \tan\delta_h$ Hystereseverlustfaktor. Man nennt

$$\underline{\mu} = \mu_s(1 - \mathrm{j}\tan\delta_h) = \mu' - \mathrm{j}\mu''$$

komplexe Permeabilität. Ihr Realteil

$$\mu' = \mu_s \cos\delta_h \approx \mu_s$$

ist wesentlich bestimmend für die Induktivität der Spule, ihr Imaginärteil $\mu'' = \mu_s \sin\delta_h$ für die Hystereseverluste. μ_s, auch Scheinpermeabilität genannt, ist der Quotient: Amplitude der Grundschwingung der Flußdichte geteilt durch Amplitude der Feldstärke.

Magnetisierungskurve: Wird bei magnetisch weichem Eisen im Grade einer verlangten oder vorausgesetzten Genauigkeit in erster Näherung von der Breite der Hystereseschleife abgesehen, die Hysteresefläche also vernachlässigt, so nennt man den dann eindeutigen Zusammenhang zwischen H und B Magnetisierungskurve. Die Berechnung → geschlitzter magnetischer Kreise aus magnetisch weichem Eisen geschieht mit Hilfe von Magnetisierungskurven (→ Speicherelemente, magnetische).

J. Fischer

Hystereseverluste in Eisenkernen von Spulen: Verläuft der Strom und daher die magnetische Feldstärke sinusförmig mit der Frequenz f, so weist die magnetische Flußdichte Oberschwingungen ungeradzahliger Ordnung auf, ihre Grundschwingung hat gegen die sinusförmige Feldstärkeschwingung eine Nacheilung um den Phasenwinkel δ_h. Dieser heißt Hysterese-Verlustwinkel, $\tan\delta_h = d_h$ wird Hysterese-Verlustfaktor genannt. Oft ist $\delta_h \ll 1$ und daher $d_h \approx \delta_h$. Ist die Fläche der → Hystereseschleife

$$w_h = \oint \boldsymbol{H} \cdot d\boldsymbol{B},$$

so ist die räumliche Dichte der Hysterese-Verlustleistung $w_h f$ und die Hystereseverlustleistung des Eisenkernes vom Volumen τ ist

$$P_h = w_h f \tau.$$

Man definiert durch

$$\frac{P_h}{I^2_{eff}} = R_h$$

den Hystereseverlustwiderstand der Spule. Dieser ist aber nicht eine Konstante, sondern eine Funktion des Spulenstromes. Bei kleiner magnetischer Aussteuerung, d. h. bei hinreichend kleiner Amplitude $\hat{H}$ der magnetischen Feldstärke, ist die → Hystereseschleife die Rayleigh-Schleife. In diesem Bereich ist w_h und daher P_h proportional zu $\hat{H}^3$, also zu I^3_{eff}. Daher ist R_h proportional zu I_{eff}. Für R_h gilt dann

$$R_h = k f I_{eff},$$

wobei k eine die betreffende Spule kennzeichnende Konstante ist.

Hystereseverlustwiderstand → Pupinspule.

I

IATA → International Air Transport Association.

ICAO → International Civil Aviation Organization.

ICECAN → Seekabelnetz.

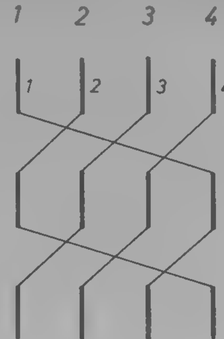
ICSC. Abk. für Interim Communications Satellite Committee → INTELSAT.

ideale Leitung ist eine Leitung ohne Verluste, → Leitungstheorie 1.1, Wellenausbreitung auf Leitungen.

ideale Mischung nennt man die Mischung, in der Verbindung von Wählergruppen untereinander, die bei zufallsmäßiger Absuchfolge $g = \binom{N}{k}$ gleich belastete Zubringerteilgruppen hat (s. Bild). Bei einer Absuchfolge in bestimmter Reihenfolge und ausgehend von einer festen Nullstellung ist der Verkehr auf $g = \binom{N}{k} \cdot k$ Zubringerteilgruppen aufzuteilen.

g = Anzahl der Zubringerteilgruppen, N = Anzahl der Leitungen, k = Erreichbarkeit.

Bei dieser großen Anzahl von Zubringerteilgruppen kann man die Mischung so ausführen, daß für jede mögliche Kombination (k aus N Leitungen) genau



Ideale Mischung mit $\binom{4}{3} = 4$ Zubringerteilgruppen.

eine Zubringerteilgruppe vorhanden ist. Bestehen in einer i. M. x Belegungen, dann ist der Anteil der gesperrten (blockierten) Zubringerteilgruppen $\varepsilon_x = \frac{\binom{x}{k}}{\binom{N}{k}}$

ε_x heißt → Sperrwahrscheinlichkeit. i. M. sind wegen der großen Zahl der Zubringerteilgruppen praktisch nicht anwendbar. Sie haben nur theoretisches Interesse, z. B. bei der Ableitung der → Erlangschen Interconnection-Formel.

Identifizierung → Datexnetz, → Datexdienst, → Kennung von Telexanschlüssen, → Registerzeichen.

Identifizierungsverfahren → magnetomotorische Speicher.

Identifizierungszeichen → Registerzeichen.

Idlerfrequenz → parametrischer Verstärker.

IFRB → Internationale Fernmeldeunion (Abschnitt: Zu 4.4).

Igelit. Kunststoff (Celluloidersatz) auf der Basis von Polyvinylchloriden (auch Mischpolymerisate aus Vinylchlorid und Vinylacetat) der (eventuell nach Zusatz von Weichmachern, Farb- und Füllstoffen) durch Pressen, Ziehen, Spritzen und Walzen zu Röhren, Platten, Profilen, Elektroartikeln, Schutzmasken für den Bergbau, säurebeständigen Gefäßen, Regenschutzfolien, Schuhsohlen, Kabelumhüllungen und dgl. verformt wird.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ikonoskop. Speichernde → Bildaufnahmeröhre, bei welcher die photoelektrische Umwandlungsschicht in Form vieler voneinander isolierter Elemente (Mosaik) auf einer Speicherplatte aufgebracht ist. Abgetastet wird durch einen feingebündelten Strahl schneller Elektronen. Das Bildsignal wird von der Speicherplatte abgenommen. Super-I., eine speichernde Bildaufnahmeröhre, die durch eine von der Speicherplatte getrennte homogene Photoschicht gekennzeichnet ist, deren Emissionsverteilung auf der Speicherplatte elektronenoptisch abgebildet wird (DIN 45060).

Image-Effekt → Elevationswinkelfehler (Radartechnik).

Impedanz → Wechselstromgrößen, → Laplace-Transformation.

Impfstichverfahren → Nachschutz von Fernmeldemasten.

Imprägnieren. Gründliches Durchtränken eines porösen Stoffes (meist Holz) mit Hilfe von Flüssigkeiten (Lösungen, Emulsionen, ölartigen Stoffen), um diese gegen Feuer, Wasser, tierische und pflanzliche Schädlinge und dgl. zu schützen. Besonders wirksam ist das I. bei Anwendung des Vakuums und erhöhter Drucke. Das Eindringen der wirksamen Lösungsbestandteile kann auch durch Zugabe besonderer Netzmittel erleichtert werden, die die Oberflächenspannung herabsetzen.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Impuls ist ein einmaliger Vorgang, dessen Augenblickswert nur für eine beschränkte, meist kleine Zeit von Null abweicht (Puls, → Modulation 2, → Bandstruktur der Halbleiter, → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation, → Z-Transformation).

Impulsantwort → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Impulscodeverfahren → Selektivruf.

Impulsechomesser. Einrichtung zur Ermittlung von Reflexionsstellen auf elektr. Leitungen, wobei Größe, Fehlerart und örtliche Lage der Störung bestimmt werden können → Impulsmeßverfahren.

Impulsechoverfahren → Hohlkabelmeßtechnik.

Impuls-Fehlerortung an Kabeln mit Unterflurverstärkern → Fehlerortung in Kabelstrecken mit Verstärkern.

Impulsfilter ist ein Filter, das nach einem vorgegebenen Einschwingverhalten (statt Frequenzverhalten) dimensioniert ist (Approximation im Zeitbereich statt im Frequenzbereich).

Impulsgeber, 1. Generator zur Erzeugung der Schaltimpulse eines → Impulsreglers; 2. Generator, der die Schaltimpulse für einen gesteuerten Stromrichter (z. B. Quecksilberdampf- oder Thyristorstromrichter) erzeugt. Möglichkeiten der Impulserzeugung:

1. Sinusoszillator mit nachgeschalteter Impulsformstufe. Der Sinusgenerator arbeitet in einer der bekannten Rückkopplungsschaltungen (z. B. Meißnerschaltung, Huth-Kühn- oder Colpittsschaltung). Als Impulsformstufe werden meist übersteuerte Verstärkerstufen verwendet.

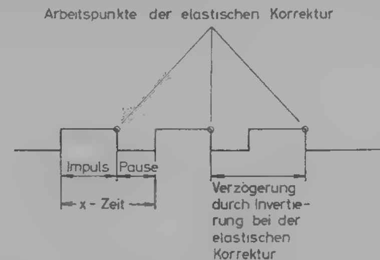
2. Multivibrator. Der Multivibrator erzeugt von Natur aus Rechteckimpulse. Bei vielen Anwendungsfällen können diese direkt zur Steuerung des Stromrichters verwendet werden. Falls bei besonderen Anwendungen eine Steuerung mit spitzen Impulsen erforderlich wird, so können diese aus der Rechtecksschwingung durch einfache Differentiationen gewonnen werden.

3. Sägezahngenerator. Bei der Verwendung von Sägezahngeneratoren kann eine zeitliche Steuerung der Ausgangsimpulse mittels Koinzidenzschaltung erreicht werden. Als Sägezahngeneratoren werden entweder Schaltungen mit Unijunktiondiode oder Transistorschaltungen, die einen Transistor als Konstantstrom-Generator und einen nachgeschalteten Kondensator als Integrator verwenden, benutzt. *Vetter*

impulsgesteuertes System → Z-Transformation.

Impulskennzeichen → Schaltkennzeichen.

Impulskorrektur. Bei der Impulswahl besteht die Wählinformation aus Impulsserien. Eine Impulsserie mit drei Impulsen, entsprechend der Wählinformation »3« ist im Bild dargestellt. Mit den Impulsen



werden die Einstellglieder der Wähler gesteuert, wozu eine vom Wählertyp abhängige Mindestlänge erforderlich ist. Die Pausen müssen ausreichend lang sein, damit die Einstellglieder der Wähler zwischen den Impulsen in ihre Ruhelage zurückkehren können. Eine weitere Kenngröße einer Impulsserie ist die Summe von Impuls + Pause, die als x-Zeit bezeichnet wird. Innerhalb dieser x-Zeit sollen Impuls und Pause in einem bestimmten

günstigen Verhältnis zueinander stehen. Für die Nummernscheibe des Teilnehmerapparates, durch die bei der Impulswahl die Wählinformation erzeugt wird, gelten folgende Werte:

x-Zeit: 90 ... 110 ms

Verhältnis Impuls zu Pause: alt: 1,3:1 bis 1,9:1;
neu: 1,4:1 bis 1,8:1.

Bei mehrmaligem Umsetzen der Wählinformation können die Impulse so verzerrt werden, daß das richtige Einstellen der Wähler nicht mehr sichergestellt ist. Die meisten Wählübertragungen enthalten deshalb Korrekturschaltungen für die Wählzeichen. In den Übertragungen (Ue-g) werden die Impulse vorkorrigiert. Diese Vorkorrektur gibt die Wählimpulse unabhängig von der Länge der einlaufenden Impulse mit 40 ± 5 ms ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung weiter. Für Trägerfrequenzübertragungen (TFUe) ist eine Verkürzung der Impulse von im Mittel 60 ms auf etwa 40 ms vorteilhaft, weil dadurch die TF-Systeme weniger belastet werden. Bei Wechselstromübertragungen (WUe) ist eine Verkürzung der Impulse und damit eine Verlängerung der Pausen notwendig, damit ein während der Wahl möglicherweise gleichzeitig auftretendes Rückwärtszeichen in der Pause zwischen zwei Wählimpulsen durchgreifen kann. Ohne diesen Zeichendurchgriff wäre es sonst möglich, ein Beginn- oder Zählzeichen durch Wahl zu unterdrücken. Bei Wechselstromwahl werden die Impulse und damit auch die Pausen durch die zufällige Phasenlage des Zeichenstromes am Beginn und Ende eines Impulses beeinflußt. Da die Periode des Zeichenstromes im allgemeinen kein ganzzahliges Vielfaches der x-Zeit der Impulsserie ist, verschiebt sich die Phasenlage und damit die Verzerrung von Impuls zu Impuls. Dadurch ergeben sich schwankende x-Zeiten innerhalb einer Impulsserie. Deshalb genügt es nicht, in einer kommenden Wechselstromübertragung (WUe-k) nur die Impulse zu korrigieren. Durch den Einsatz einer elastischen Korrektur muß vielmehr innerhalb der durch den Phaseneinsatz unterschiedlichen x-Zeit das Verhältnis von Impuls zu Pause annähernd konstant gehalten werden. Da bei der elastischen Korrektur die Länge von Impuls und Pause am Ausgang der Korrektur abhängig von der am Eingang der Korrektur auftretenden nicht konstanten x-Zeit verändert werden soll, muß die Weitergabe der Impulsserie um mindestens eine x-Zeit verzögert werden.

Die elastische Impulskorrektur wird jedoch nicht nur bei kommenden Wechselstromübertragungen (WUe-k), sondern auch bei kommenden Trägerfrequenzübertragungen (TFUe-k) und Tonwahlübertragungen (TonUe-k) angewandt, obwohl bei diesen Wählverfahren nicht mit ungleichmäßigen x-Zeiten gerechnet werden muß. Da die auf einer Wechselstromstrecke auftretenden Schwankungen der x-Zeit jedoch von einer elastischen Korrektur nur teilweise ausgeglichen werden können, ist es zweckmäßig, auch für Abschnitte, auf denen selbst keine Verzerrungen der x-Zeit auftreten, elastische Korrekturen vorzusehen. Die mit der elastischen Korrektur verbundene Invertierung der Wählzeichengabe ermöglicht es in einfacher Weise, in den Ue-k zu verhindern, daß der von der Ue-g gesendete Auslöseimpuls von der Ue-k als Wählimpuls weitergegeben wird. Die bei der DBP verwendete elastische Korrektur wird so eingestellt, daß sie bei einer x-Zeit am Eingang von 100 ms Impulse von etwa 60 ms und damit Pausen von etwa 40 ms weitergibt. Die Verkürzung von Impuls und Pause setzt bei einer x-Zeit am Eingang von < 100 ms ein. Von der elastischen Korrektur können eingehende Impulse bis herab zu 14 ms und eingehende Pausen bis herab zu 8 ms verarbeitet werden. Vereinzelt auftretende x-Zeiten bis 75 ms führen noch nicht zu einem Versagen der Korrektur.

Die bisherige Schaltung der elastischen Korrektur bestand im wesentlichen aus einem Doppelrelais 34 b und mehreren Kondensatoren. Bei der neuen Schaltung der elastischen Korrektur werden die benötigten Zeiten für Impuls und Pause durch je einen magnetischen Speicherkern mit entsprechend großem Flußhub erzeugt. Der jedem Speicherkern zugeordnete Transistor bleibt beim Ummagnetisieren des Kerns gesperrt; beim Zurückklappen des Kerns in die Ausgangs-Remanenzlage wird der Transistor während der Ummagnetisierungszeit aufgesteuert. Die beiden Teilschaltungen für Impuls und Pause sind so miteinander verknüpft, daß bei verkürzter x-Zeit am Eingang (kleiner 100 ms) am Ausgang Impuls und Pause so gekürzt werden, daß das Impuls-Pausenverhältnis annähernd konstant bleibt.

Altehage

Impulsmeßverfahren. I. werden überall dort angewendet, wo entweder das Übertragungsmaß ganzer Systeme oder einzelner Bausteine mit Prüf- oder Testsignalen beurteilt oder ihr Eingangs- und Ausgangswiderstand und, vorwiegend bei Leitungen, die örtliche Schwankung des Wellenwiderstandes ermittelt werden soll. Bei Übertragungssystemen, bei denen die Nachrichtenübermittlung in Form von Impulsgruppen erfolgt (z. B. Telegrafie, Datenübertragung, Fernsehen) bieten I. für die routinemäßige Überprüfung eine rasche und umfassende Aussage über die Übertragungsqualität der Verbindung. Aus der Verformung geeigneter Prüfsignale kann auf Linearität, Mitfluß, Störungsfreiheit und Qualität der Entzerrung der Strecke geschlossen werden. Die Beurteilung der vorliegenden Verzerrungen mit Hilfe von Kontrolloszillographen wird durch die Anwendung von austauschbaren Schablonen mit eingezeichneten Toleranzfeldern erleichtert. Zur Bestimmung der örtl. Schwankung des Wellenwiderstandes von Kabeln bedient man sich des Impulsechoverfahrens.

Ein auf eine Leitung ausgesendetes Prüfsignal durchläuft diese nur dann ungestört, wenn keine Reflexionsstellen (R.) vorliegen. Sind dagegen R. vorhanden, so wird jeweils ein Teil der Energie reflektiert, so daß Echosignale zum Leitungsanfang zurückgelangen. Aus der Größe, dem zeitlichen Verlauf und dem zeitlichen Abstand der Echosignale zum Sendesignal kann auf Größe, Fehlerart und Entfernung der R. vom Kabelanfang geschlossen werden. Als Meßsignal

können Impulse verschiedener Kurvenform verwendet werden. Durch Wahl von → Pulsfrequenz und Flankensteilheit des Sendesignals kann der Frequenzinhalt und damit die Bandbreite, innerhalb der die Leitung überprüft werden soll, gewählt werden (vgl. CCITT Blaubuch III, G 334).

Dient als Prüfsignal ein Spannungssprung, so stellen die Echosignale die affine Abbildung des Wellenwiderstandsverlaufs längs der Leitung dar. Ist wegen des Leistungsbedarfs der Spannungssprung als Prüfsignal nicht möglich, so kann durch Aussenden eines $\sin^2$-förmigen Impulses ein Echogramm gewonnen werden, das die erste zeitliche Ableitung des Wellenwiderstandsverlaufs längs der Leitung darstellt.

Im Empfänger müssen zur Fehlerinterpretation die Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen, die das Prüfsignal beim Durchlaufen der Leitung vom Anfang bis zur Störstelle und zurück erfährt, entsprechend der Leitungslänge berücksichtigt werden. Dies kann manuell, rechnerisch oder automatisch erfolgen.

Beim Echograph ist die Verwendung einer Schablone vor dem Bildschirm oder eine rechnerische Korrektur erforderlich, Impulsechomesser und Reflektograph gestatten eine manuelle Entzerrung bestimmter Kabellängen, während beim Reflektomat die Entzerrung der Leitungslänge entsprechend automatisch erfolgt.

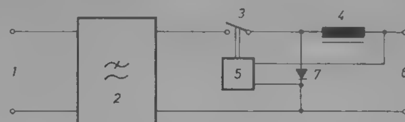
Hiermit wird die Aufzeichnung eines Echogrammes möglich, wie es eine von Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen freie Leitung liefern würde. Zur Auswertung bedarf es keiner weiteren Korrektur, da die Größe des angezeigten Echosignals direkt proportional dem Reflexionsfaktor der Störstelle ist. Weist eine Leitung mehrere Störstellen auf, so wird das von der n-ten Störstelle herrührende Echosignal trotz richtigem Ausgleich der Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen der Leitung im Empfänger um den Faktor $(1-r_1)^2 \cdot (1-r_2)^2 \ldots (1-r_{n-1})^2$ zu klein abgebildet.

Für die Meßpraxis ist dies jedoch meist bedeutungslos, da die einzelnen Reflexionsstellen in modernen Nachrichtenkabeln sehr klein sind, so daß die Meßgenauigkeit hierdurch nur unwesentlich beeinflußt wird.

Für die Qualitätsbeurteilung einer Nachrichtenverbindung ist der durch Mehrfachreflexion entstehende Mitfluß von Bedeutung; er darf bei einem Bezugskreis von 2500 km 1‰ nicht überschreiten. Demgemäß ist die Energie des Mitflusses innerhalb eines Verstärkerfeldes so klein, daß die direkte Messung nicht möglich ist. Es wird deshalb mittels einer → Mitflußmeßeinrichtung der Effektivwert aller Echosignale gemessen, der als äquivalenter Reflexionsfaktor oder äquivalenter Fehler allgemein als Beurteilungsgröße gebräuchlich ist. Aus dieser Meßgröße kann mit guter Näherung der Mitfluß der Leitung berechnet werden. Bei großen Leitungslängen kann der Mitfluß mit Hilfe eines Kontrolloszillographen überprüft werden.

Mit einer geeichten, veränderbaren Kabelnachbildung kann auf einfache Weise an der Schnittstelle der Eingangs- und Ausgangswiderstand im gesamten interessierenden Frequenzband bestimmt werden, was besonders zur Gruppierung einzelner Koaxialpaare für die Fertigungslängen und als Vorsortierung vor der Montage wichtig ist. *Schlosser*

Impulsregler, auch Schaltregler oder Zweipunktregler genannt, regelt ein periodisches vollständiges Unterbrechen des Energiestromes. Durch einen nachgeschalteten Energiespeicher werden die Impulse wieder in einen kontinuierlichen Energiestrom rückgewandelt. Vorteil: Keine Anforderungen an die Linearität des Stellgliedes. Guter Wirkungsgrad (s. Bild).



1 Eingang, 2 Eingangstiefpaß, 3 Impulsschalter, 4 Energiespeicher 5 Impulsgeber, 6 Ausgang, 7 Freilaufdiode.

Beispiel einer elektrischen Impulsregelung.

Impulsschauzeichen → Schauzeichen.

Impulsschrift → Magnetomotorische Speicher.

Impulsschweißen (bei Widerstandsschweißmaschinen). I. wird gelegentlich bei Anlagen größerer Leistung angewandt. Die eigentliche Schweißzeit ist in mehrere aufeinanderfolgende Schweißimpulse von jeweils wenigen Netzperioden unterteilt, um eine allzu starke Erwärmung des Werkstücks zu vermeiden. I. ist praktisch nur realisierbar bei elektronischer Steuerung mit Ignitrons.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Diefenbach, 1957.

Impulssteuerung → Schaltkennzeichen.

Impulsstörung → Funkstörquelle.

Impulstelegrafie. Mit Hilfe der I. wird auf einer Doppelleitung ein Telegrafenkanal geschaffen, der im Vierdraht-Doppelstrom-Betrieb betrieben werden kann. Es ist nur Halbduplex-Betrieb möglich. Der Vorteil der I.-Schaltung ist die Unempfindlichkeit gegen Ableitungsschwankungen und Nachbildfehler. Die I. wird im Bereich der DBP kaum noch verwendet.

Literatur: Schiweck, Telegraphen-Übertragungstechnik, 1954, S. 172 — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 622.

Impulsunterdrücker ist eine Einrichtung, die anstelle eines Gruppenwählers (GW) im Leitungszug einer Wählverbindung verwendet wird. Während bei einem Gruppenwähler 10 verschiedene Richtungen angesteuert werden können, ist der I. mit einer Richtung fest verbunden. Je nach Verwendung gibt es I. mit Ausscheidung der Ziffer 1 und I. mit Ausscheidung einer Erdimpulsserie. Der I. mit Ausscheidung der Ziffer 1 ist einem GW mit der Freiwahlrichtung 1 gleichzusetzen, bei allen anderen Ziffern legt der I. den Besetztton an. Bei den anderen I. ist die Pausenzeit zwischen den Erdimpulsen maßgebend für die Durchschaltung der Richtung zu der folgenden Wahlstufe.

Impulswahl → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst, → internationale Zeichengabesysteme.

Impulswiederholer, mechanischer. Elektromagnetische Einrichtung zur Aufnahme und Wiedergabe von Impulszeichen (Stromstoßreihen). Für Ein- und Ausspeichern wichtige Teile des I. sind: eine runde, drehbare Lamellenscheibe mit 64 auslenkbaren Lamellen, eine Steuerfeder — vom Markierungsmagnet betätigt — zum Auslenken der Lamellen, ein Abtastarm für die Steuerung der auszuspeichernden Impulsreihe, ein Einspeicher- (EM), ein Markier- (MM) und ein Ausspeicherungsmagnet (AM). Jeder eingehende, zu speichernde Impuls bewegt über den EM die Lamellenscheibe um einen Schritt weiter, der MM lenkt jeweils nach dem ersten Impuls einer Impulsreihe für alle folgenden dieser Reihe die Lamellen aus und kennzeichnet somit eine Impulsreihe, der Abtastarm mit dem MM läuft beim Ausspeichern entgegengesetzt der Lamellenscheibe und überläuft alle ausgelenkten Lamellen; bei einer nichtausgelenkten Lamelle bleibt er stehen und kennzeichnet hierdurch das Ende der ausgespeicherten Impulsreihe. Ein- und Ausspeichern kann gleichzeitig erfolgen.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP Ausgabe B, Jahrg. 11/1958 Heft 9, Der zentrale Verzoner; Fernmeldetechnischer Atlas, Der mechanische Impulswiederholer.

Impulszeichen → Zeichenübermittlung.

IMTNE (International Meteorological Teleprinter Network in Europe; RITME: Réseau International Téléimprimeur Météorologique en Europe), Internationales Wetter-Fernschreibnetz in Europa (→ Wetterfernschreibnetze).

Inchromieren. Herstellen einer chromreichen Diffusionsschicht durch Glühen von metallischen Gegenständen in chromabgebenden Stoffen aller drei Aggregatzustände. → Oberflächenbehandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Indexröhre → Farbbildwiedergaberöhre.

Indikatoren (für Ionosphärenstörungen) → Funkprognosen.

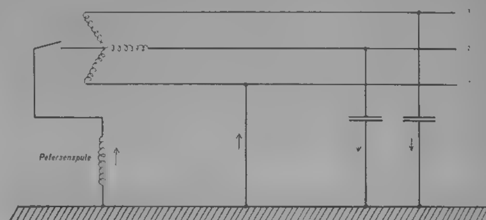
individuelle Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

Induktion durch Starkstromanlagen ist bestimmt durch die → Gegeninduktivität zwischen Starkstrom- und Fernmeldeleitungen. Wesentlich sind 1. die Gegeninduktivität zwischen zwei Leitungen mit Erdrückleitung (Starkstromleitung arbeitet mit Erdrückleitung; Fernmeldeleitung ebenfalls, oder sie kann, falls erdfrei, als beiderseits über Erdkapazitäten geerdet angesehen werden), 2. die Gegeninduktivität zwischen einer Leitung mit Erdrückleitung (meist die Starkstromleitung) und einer erdfreien Doppelleitung und 3. die Gegeninduktivität zwischen erdfreien Schleifen. Besonders wenn Erdrückleitung beteiligt ist, hängt die Gegeninduktivität außer vom Abstand auch von der Frequenz und der Leitfähigkeit des Erdreiches ab. Induzierte Längsspannungen können noch bei Abständen von mehreren Kilometern merklich sein. Ihre Höchstwerte liegen in derselben Größenordnung wie die von Influenzspannungen (mehrere 1000 V). Induzierte Ströme sind nur durch den Scheinwiderstand der Fernmeldeleitung begrenzt und können wesentlich stärker sein als Influenzströme. Induzierte Spannungen nehmen mit der Länge der Näherung und der Frequenz zu und werden durch überschießende, nicht beeinflußte Leitungsstrecken nicht gesenkt (Dämpfung ist nicht berücksichtigt). Induzierte Ströme bei beiderseits direkter Erdung sind unabhängig von der Länge der Näherung und, falls der Widerstand klein ist gegen die Reaktanz, von der Frequenz. Sie werden jedoch durch überschießende Strecken gesenkt. Induzierte Spannungen der Grundfrequenz können Personen und Geräte gefährden und den Telegrafen- und Fernsprechdienst beeinträchtigen (Ruf- und Wählstörungen). Induzierte Spannungen der Oberschwingungen können die Fernsprechverständigung verschlechtern.

Systeme mit Erdrückleitung. Systeme, die im Regelbetrieb mit Erdrückleitungen arbeiten, sind heute fast nur elektrische Bahnen (→ Beeinflussung durch elektrische Bahnen) und einige Hochspannungsgleichstromübertragungen, die Meeresarme kreuzen und bei denen der Strom durch das gut leitende Seewasser zurückfließt. Aber auch bei Anlagen, die der Schaltung nach symmetrisch sind, tritt ein gewisser Strom mit Erdrückleitung auf. Bei geerdetem Sternpunkt sind die Ladeströme nach Erde ungleich, weil die Erdkapazitäten der Phasenleiter verschieden sind. Der Summenstrom fließt über Erde zurück und kann betriebsstörende Längsspannungen induzieren. Wenn die Leitung verdrillt ist, ist zwar der gesamte Summenstrom Null, aber zwischen den einzelnen Drillabschnitten fließen wieder Ströme über Erde. Die Drillschritte sind heute meist so lang, daß diese Ladeströme berücksichtigt werden müssen, besonders bei Höchstspannungsleitungen, d. s. Anlagen mit der jeweils höchsten technisch benutzbaren Spannung, in der Regel noch Einzelanlagen. Der Begriff Höchstspannung verschiebt sich mit der Entwicklung und umfaßt heute den Bereich 500 bis 800 kV. Auch bei langen Näherungen wird der Ausgleich der Wirkungen benachbarter Drillschritte kaum vollkommen sein, weil genaue Parallelführungen selten vorkommen. Bei isoliertem Sternpunkt ist die Summe der Ladeströme Null; dafür werden die Phasenspannungen gegen Erde verschieden. Ohne Verdrillungen tritt kein Ladestrom mit Erdrückleitung auf. Mit Verdrillungen ergibt sich aber wieder ein Ausgleichsstrom zwischen benachbarten Abschnitten. In diesem Falle können Verdrillungen zu induktiven Störungen führen. Das Erdseil von Hochspannungsleitungen liegt in der Regel unsymmetrisch zu den Phasenleitern, weil es als Blitzschutzseil über ihnen angeordnet ist. Die in Schleife fließenden Betriebsströme induzieren daher einen Erdseilstrom mit Erdrückleitung, der an Verdrillungspunkten seine Phase ändert, in der Mitte eines Drillschrittes 6% des Betriebsstromes erreichen kann und bei großem Abstand stärker stört als der Betriebsstrom. Die Induktion durch Ladeströme und

Erdseilstrom ist wohl in der Regel schwach, kann aber die Ursache von sonst unverständlichen Störungen sein. Sie tritt dauernd auf, muß also so niedrig gehalten werden, daß der Regelbetrieb von Fernmeldeanlagen nicht gestört wird. Ströme und Spannungen der dreizahligen Harmonischen sind in einem Dreiphasensystem in den drei Leitern in Phase, ergeben also einen Oberschwingungs-Nullstrom, der besonders stören kann, wenn der Sternpunkt geerdet ist. Der sich hieraus und aus Unsymmetrien ergebende Störstrom im Nullkreis ist bei niedrigohmiger Sternpunktserdung nach den VDE 0228 0,1 ... 0,5 A, nach den Directiven 0,1 ... 1,0 A, wobei die höheren Werte einer erheblichen Stromrichterbelastung entsprechen.

Wenn in der Hochspannungsleitung ein Erdschluß oder ein Kurzschluß über Erde auftritt, fließt auch beim symmetrischen System ein u. U. beträchtlicher Strom über Erde. Solche Fehler werden aber meist schnell abgeschaltet. Die Fernmeldeseite kann sich dann oft mit einer kurzzeitigen Betriebsstörung abfinden, wenn es nur nicht zur Gefährdung kommt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß bestimmte Fehler für Starkstrom- und Fernmeldeseite von ganz verschiedener Bedeutung sein können. Ein zwei- oder dreipoliger Kurzschluß ohne Erdberührung macht die Hochspannungsleitung unbrauchbar; doch sind die kurzzeitig induzierten Spannungen trotz hoher Fehlerströme selten gefährlich. Bruch eines Phasenleiters ohne Erdberührung ist ebenfalls ohne Bedeutung für Beeinflussung. Anderseits kann eine Hochspannungsleitung mit isoliertem Sternpunkt bei Phasenerdschluß weiter arbeiten, dabei aber durch Influenz, evtl. auch durch Induktion, erheblich stören. Die Auswirkung eines Phasenerdschlusses hängt somit wesentlich von der Schaltung des Sternpunktes des Hochspannungsnetzes ab. Bei isoliertem Sternpunkt (heute selten benutzt) führt Erdschluß einer Phase zu einer Spannungsverlagerung. Bei Drehstrom sind die Spannungen gegen Erde nicht mehr $V_1 = -V_s$; $V_2 = \frac{V_s}{2}(1 + j\sqrt{3})$; $V_3 = \frac{V}{2}(1 - j\sqrt{3})$, mit der Summe Null, sondern durch Überlagerung der Sternpunktsspannung V_s, $V_1 = 0$, (Leiter mit Erdschluß); $V_2 = \frac{V_s}{2}(3 + j\sqrt{3})$ und $V_3 = \frac{V_s}{2}(3 - j\sqrt{3})$, mit der Summe $3\,V_s$. Die Ladeströme der gesunden Leiter 2 und 3 fließen (s. Bild) über Erde nach dem Fehler und von dort im Leiter 1 nach dem Transformator. Der gesamte Ladestrom ist 2,5 bis 3 A je 10 kV (verkettete Spannung) und 100 km Leitungslänge und kann benachbarte Fernmeldeleitungen induktiv stören. Je nach Lage des Fehlers und der Näherung wird ein größerer oder kleinerer Teil des Ladestromes wirksam. Bei einem Fehler in der Nähe des Transformators wird eine Näherung zwischen Fehler und Transformator wenig, eine Näherung gerade jenseits des Fehlers stark beeinflußt. Wenn der Ladestrom klein genug ist, kann ein Lichtbogen-Erdfehler von selbst erlöschen, so daß die Leitung betriebsfähig bleibt. Wenn der Lichtbogen nicht löscht, sind Beschädigungen der Leitung zu erwarten. Dabei und bei starrem Erdschluß an einem Mast treten außerdem Schrittspannungen auf. Da es oft wichtig ist, eine Leitung mit Erdfehler in Betrieb zu halten, ist vor 50 Jahren von Petersen vorgeschlagen worden, den Sternpunkt des Transformators über eine Induktionsspule geeigneter Größe (Resonanz mit der Netzkapazität) zu erden und dadurch den Fehler nach dem Umspannwerk zu verlagern.



Beim Phasenerdschluß liegt die »Löschspule« an V_s. Ihr Strom muß über den Fehler in die Leitung eintreten und ergibt zusammen mit dem in Phasenopposition stehenden Ladestrom dort annähernd Null. Es verbleibt hier nur der Erdschlußreststrom, bedingt durch Verluste, unvollkommene Abstimmung und Oberschwingungen, der bei Lichtbogenfehlern löscht (falls klein genug); bei starren Fehlern werden wenigstens die Schrittspannungen gesenkt. Die Spannungsverlagerung wird nicht behoben; vielmehr kann bei vollkommener Resonanz das System mit beliebig großer Spannungsverlagerung arbeiten, bis die Verluste die Verlagerung zum Verschwinden bringen. Bei unvollkommener Abstimmung ergeben sich am Fehler Schwebungen, Löschung erfolgt bei einem Minimum, falls der Reststrom klein genug ist (Löschbedingung). Der Fehlerstrom wird nach der Löschspule verschoben und kann den Ladestrom in den gesunden Leitern nicht mehr kompensieren, Näherungen in der Nähe der Löschspule sind daher im Durchschnitt einer stärkeren I. ausgesetzt, als bei isoliertem Nullpunkt. In beiden Fällen kann das Netz mit Erdfehlern und verlagerter Spannung längere Zeit arbeiten. Dabei kann es in einer der gesunden Phasen zum Überschlag nach Erde kommen, weil die Isolatoren mit der verketteten Spannung beansprucht werden. Bei einem solchen »Doppelerdschluß« fließt zwischen den Fehlerstellen ein → Kurzschlußstrom mit Rückleitung über Erde, der gefährliche Spannungen induzieren kann, aber meist schnell abgeschaltet wird. Die schnelle Löschung eines Lichtbogens durch die Löschspule — die Mehrzahl der Fehler sind solche über Lichtbögen — macht den Übergang zum Doppelerdschluß weniger wahrscheinlich; d. i. der Hauptvorteil der Löschspulen vom Standpunkt der Beeinflussungstechnik aus. Besonders bei Gewittern kann mit geeigneten Registriergeräten oft eine große Anzahl von »Erdschlußwischern« beobachtet werden, die ohne Löschspule zu einem Dauerlichtbogen und zu Beschädigungen geführt haben würden. Nach VDE 0228

wird bei Netzen mit Löschspulen der Doppelerdschluß nicht berücksichtigt, wenn der Erdschlußreststrom in A kleiner ist als $60 + \frac{7}{9}(U_n - 20)$, wobei U_n die Nennspannung in kV ist. Diese Formel gibt die in VDE 0228 enthaltene Kurve mit guter Annäherung wieder. Bei der zunehmenden Spannung und Ausdehnung der Netze wird die Einhaltung dieser Löschbedingung immer schwieriger. Heute werden alle Netze mit Spannungen von 220 kV und mehr mit unmittelbarer starrer Sternpunkterdung (StE) betrieben. Bei Spannungen von 100 bis 150 kV ist die Löschspule ebenfalls oft durch starre Erdung ersetzt worden. Bei dieser Betriebsart ist jeder Phasenerdschluß ein Kurzschluß, der zu sofortiger Abschaltung führt. Ein etwaiger Lichtbogen erlöscht, und die Spannung kann sofort wieder zugeschaltet werden. Die Abschaltzeit und die Zeit bis zur Wiedereinschaltung sind so kurz (< 1 sec), daß die Versorgung kaum unterbrochen wird und daß Synchronmaschinen in Tritt bleiben. Falls der Erdschluß permanent ist, wird die Leitung nach der Zuschaltung sofort wieder abgeschaltet und bleibt so, bis der Fehler behoben ist. Bei jedem derartigen Kurzschluß kann in benachbarten Fernmeldeleitungen eine hohe Längsspannung induziert werden, die aber nur während sehr kurzer Zeit besteht. Es wird oft übersehen, daß der totale Fehlerstrom am Erdschluß keineswegs der wirksame induzierende Strom zu sein braucht. Ein Fehler wird meist von beiden Seiten gespeist. Wenn die Fernmeldeleitung auf einer Seite des Fehlers liegt, wird sie nur durch einen Teilstrom beeinflußt. Liegt der Fehler innerhalb der Näherung, so werden beiderseits gegenphasige Spannungen induziert, wodurch die gesamte Längsspannung gesenkt wird. Innerhalb der Näherung kann die Spannung gegen Erde trotzdem hoch sein. Wenn Mittelspannungsnetze mit geerdetem Sternpunkt betrieben werden, wird manchmal der Kurzschlußstrom und damit jede induzierte Spannung durch Einschaltung einer Begrenzungsdrossel oder eines Begrenzungswiderstandes in die Verbindung Sternpunkt—Erde gesenkt. Hierbei muß der Kurzschlußstrom soviel größer bleiben als der Betriebsstrom, daß Fehlerabschaltung sichergestellt ist. In allen diesen Fällen ergibt sich die induzierte Spannung aus dem über Erde fließenden Strom, der Länge der Näherung, der Frequenz, etwaigen Reduktionsfaktoren (→ Kompensation, z. B. durch den im Erdseil oder in einem die Masten unterirdisch verbindenden Bodenseil induzierten Strom) und für die Längsspannung der → Gegeninduktivität zwischen Einfachleitungen, für eine Schleifenspannung der Gegeninduktivität zwischen Einfachleitung und Schleife. Bezüglich der Grenzwerte ist allgemein nur zu sagen — Einzelheiten siehe VDE-Vorschriften und Directiven —, daß andauernde induzierte Spannungen nicht stören dürfen, während bei Kurzschlußinduktion wenigstens Gefährdung ausgeschlossen sein muß. Bei der Berechnung werden gewöhnlich alle eingehenden Werte möglichst ungünstig angenommen (Kurzschlußstrom, Fehlerort, Einspeisung). Da ein solches Zusammentreffen aber äußerst unwahrscheinlich ist, ist in den VDE 0228 ein »Erwartungsfaktor« (0,7) eingeführt worden. Der Grenzwert ist dabei 300 V bei einer Fehlerdauer bis zu 0,15 s. Die Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) lassen als Kurzschlußinduktion 430 V zu, und wenn das Auftreten eines Erdschlusses besonders unwahrscheinlich ist, sogar 650 V. Eine Störung in Fernsprechleitungen (für weniger als 1 sec) wird hierbei meist in Kauf genommen. Bei der Telegrafie, besonders der Datenübertragung, sowie bei Eisenbahnblockleitungen kann eine Störung unzulässig sein. Bei Netzen mit Löschspulen kann ein Fehler und somit eine Störung für eine längere, aber immerhin begrenzte Zeit bestehen (Minuten, evtl. Stunden). Wenn der Fehler für weniger als 10 sec besteht, werden induktive Geräuschstörungen weder nach den VDE 0228 noch nach den Direktiven des CCITT berücksichtigt; VDE 0228 erlaubt außerdem das Fünffache der sonst zulässigen Geräuschspannung, wenn die Dauer des Fehlers kleiner als 1 Stunde ist.

Da die bei der Vorausberechnung der I. eingehenden Parameter oft nicht ausreichend bekannt sind, ist es zweckmäßig, Maßnahmen bei neuen Näherungen auf Messungen der I. zu gründen. Die Hochspannungsleitung kann dabei durch eine provisorisch ausgelegte Leitung, gespeist z. B. von einem Notstromaggregat, ersetzt werden (künstliche Induktion).

Symmetrische Systeme. Bei diesen ist die Gegeninduktivität mit benachbarten Fernmeldeleitungen so klein, daß Störungen durch den Grundschwingungsstrom nur ausnahmsweise auftreten, z. B. bei Hochspannungsleitungen waagerechter Anordnung mit großer Schleifenbreite. Bei einer symmetrischen Drehstromleitung ist stets die Summe zweier Phasenströme entgegengesetzt gleich dem Strom im dritten Phasenleiter. Man kann daher die Gegeninduktivität mit einer Fernmeldelinie angenähert ermitteln, indem man zwei Leiter durch einen mittleren Leiter ersetzt und diesen mit dem dritten zu einer Schleife kombiniert, wobei man die ungünstigste Schleifenlage suchen muß. Bezeichnet man die Gegeninduktivität je km zwischen der Fernmeldelinie und den Schleifen 1/2, 2/3 und 3/1 der Reihe nach mit m_a, m_b und m_c, — einer dieser Werte ist offenbar negativ —, so ist die auf den Phasenstrom bezogene resultierende Gegeninduktivität je km zwischen Drehstrom- und Fernmeldeleitung

$$m_{res} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{m_a^2 + m_b^2 + m_c^2 - m_a m_b - m_b m_c - m_a m_c}\,.$$

Wegen der Vorzeichen der m ist in grober Annäherung $m_{res} = \frac{2\,\overline{m}}{\sqrt{3}}$, wenn $\overline{m}$ der Mittelwert der Beträge von m_a, m_b und m_c ist. Auch Fernsprechstörungen durch Oberschwingungen sind nur unter besonders ungünstigen Bedingungen zu erwarten, Berechnungsformeln dafür sind nur in den Directiven angegeben. Man geht von dem → Störstrom aus, der außer von der Spannung besonders von der Art der Belastung abhängt. Die Generatoren selbst sind nahezu frei von Oberschwingungen. Die Rückwirkung einer erheblichen

Belastung durch Stromrichter kann die Stromkurve stark verzerren. Nach den Direktiven des CCITT kann man z. B. bei 50, 200 und 500 kV Nennspannung ohne und mit erheblicher Stromrichterlast folgende Störströme erwarten:

50 kV: 0,2 und 0,5; 200 kV: 0,4 und 1,0; 500 kV: 1,0 und 2,5 A.

Auch die oft sehr zahlreichen Tranformatoren erzeugen Oberschwingungen, besonders wenn das Eisen hoch gesättigt ist. Ihre Amplitude nimmt mit steigender Frequenz schnell ab und kann durch besonderen Aufbau oder durch Kombination verschiedener Schaltgruppen gesenkt werden. Tonfrequenzrundsteueranlagen, bei denen durch Tonfrequenzströme (175 bis über 1000 Hz), die den Betriebsströmen kurzzeitig überlagert werden, Signale gegeben oder Schaltungen ausgelöst werden, können vorübergehend stören. In einigen Ländern sind Grenzwerte für die anzuwendenden Spannungen vorgeschrieben. Die Beeinflussung durch symmetrische Systeme kann durch Verdrillungen gesenkt werden; theoretisch beliebig weit, jedoch praktisch, besonders bei hohen und höchsten Spannungen, wenig oder gar nicht, weil die Drillschritte so lang sind, daß gleichmäßige Parallelführungen über drei Drillschritte kaum vorkommen. Bei höheren Tonfrequenzen wird die Wirkung von Verdrillungen auch durch die Phasendrehung längs der Leitung beeinträchtigt. Bei Gleichstromhöchstspannungsleitungen wird in der Regel der Gleichstrom durch Gleichrichtung von Drehstrom gewonnen und am Empfangsende durch Wechselrichter in Drehstrom zurückgeformt. Dadurch können den Drehstromnetzen an beiden Enden erhebliche Störströme aufgedrückt werden. Der Störstrom gleichstromseitig hängt so stark von den Glättungseinrichtungen ab, daß man keine Richtwerte angeben kann.

Kabel. Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich zunächst auf Freileitungen. Bei Starkstromkabeln ist die I. durch Ströme mit Erdrückleitung (Erdfehler, Ströme im Nullkreis) an sich etwa ebenso stark wie bei Freileitungen. Sie wird aber meist durch den induzierten Mantelstrom wesentlich gesenkt (→ Kompensation). I. vom symmetrischen System kann bei Dreileiterkabeln vernachlässigt werden. Bei Einleiterkabeln ist sie wegen des kleinen Abstandes zwischen den Kabeln nur merklich, wenn der Abstand nach der Fernmeldeleitung klein ist, z. B. für ein Betriebs-Fernmeldekabel im gleichen Graben. In Fernmeldekabeln ist entsprechend die induzierte Längsspannung an sich ebenso groß wie bei Freileitungen. Sie wird aber gleichfalls durch induzierten Mantelstrom gesenkt. Kabel mit Kunststoffmantel sind in dieser Hinsicht ungünstig. Eine I. in die Fernmeldeschleife ist vernachlässigbar klein.

Literatur: H. R. Klewe: Production, Flow and Effects of Harmonics in A. C. Transmission Networks. CIGRE (1948) Ber. 317 — R. Lundholm: D. C. Transmission with Return Current through Earth. CIGRE (1948) Ber. 401 — S. Whitehead u. W. G. Radley: Generation and Flow of Harmonics in Transmission Systems. Proc. Inst. El. Eng. 96, Part II (1949) S. 29 — H. Meister: Untersuchungen über die Beeinflussung eines Telephonnetzes durch eine Hochspannungs-Freileitung im Falle eines Erdschlusses. Techn. Mitt. PTT 28 (1950) S. 261 — J. Tippl: Störung und Gefährdung des Nachrichtenverkehrs durch benachbarte Hochspannungsleitungen. E. u. M. 69 (1952) S. 299 — R. Buckel, W. Neumann u. H. Riedel: Messungen der Induktionsbeeinflussung von Fernmeldeleitungen an Bahnlinien durch Drehstromleitungen. ETZ 73 (1952) S. 477 — H. Prigent: Production et propagation des fréquences harmoniques dans les réseaux de transport d'énergie. Rev. Gén. El. 62 (1953) S. 303 — R. Buckel, H. Riedel u. R. Schrader: Versuche zur Klärung der Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Drehstromleitungen. Elektr. Wirtsch. 53 (1954) S. 147 — R. Buckel, W. Neumann u. H. Riedel: Längsspannungen auf Fernmeldelinien im Bereich der 220-kV-Leitung Koblenz-Trier bei Betrieb mit starr geerdetem Sternpunkt. Elektr. Wirtsch. 53 (1954) S. 153 — A. Goldstein: Die Ausbreitung tonfrequenter Steuersignale in Starkstrom-Netzen. Bull. schweiz. el. Ver. 45 (1954) S. 313 — H. Meister: Störungen von Fernmeldeanlagen durch Netzkommandoanlagen. Techn. Mitt. PTT 32 (1954) S. 436 — U. Lamm: Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom in Schweden. ETZA 76 (1955) S. 590 — H. Lorke: Beeinflussungsmessungen an Fernmeldekabeln bei Kreuzungen und bei Parallellauf mit Starkstromleitungen. Nachrichtentechnik 7 (1957) S. 195 — G. Buse u. H. Schubert: Induktive Beeinflussung eines Fernmeldenetzes durch Hochspannungskabel im Doppelerdschlußfall. Elektr. Wirtsch. 56 (1957) S. 551 — H. Meister: Induktive Beeinflussung durch eine symmetrisch betriebene Drehstromleitung. Techn. Mitt. PTT 37 (1959) S. 190 — H. Stockmann: Störungen in Fernsprechleitungen durch Nullströme höherer Frequenzen in 220-kV-Leitungen mit wirksamer Sternpunkterdung. Informationsheft 92, Inst. f. P. u. F.wesen, Sept. 1963, S. 133 — H. Meister: Beeinflussungsprobleme in engen Tälern und gebirgigem Gelände. NTZ 17 (1964) S. 464 — W. Neumann: Einfluß von Wahrscheinlichkeitsfaktoren bei der Behandlung von Beeinflussungsproblemen. Elektr. Wirtsch. 63 (1964) S. 712 — K.-H. Feist: Einflußgrößen der Drehstrom-Hochspannungsnetze für die Induzierung und ohmsche Einkopplung von Spannungen in Fernmeldekreisen. ETZA 85 (1964) S. 641 — R. Bartenstein: Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. Elektr. Wirtsch. 63 (1964) S. 739 — W. Kremmel: Beeinflussung von Fernmeldestromkreisen, Rundfunk- und Fernsehrundfunkempfängern sowie sonstigen elektroakustischen Geräten durch Tonfrequenzrundsteueranlagen. Öster. Z. Elektr. Wirtsch. 18 (1965) S. 94 — A. Gavrilović: Basic Facts of A. C./D. C. Conversion. Electr. Rev. 178 (1966) S. 296 (betr. HGÜ) — B. Kalkner: Die Begrenzungskupplung, ein Beitrag zum Kurzschlußproblem des Verbundbetriebes. ETZA 87 (1966) S. 681 — O. Poßner: Netzsternpunktbehandlung. AEG Mitt. 56 (1966) S. 344 — H. Schulze: Probleme der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. Elektr. Wirtsch. 66 (1967) S. 237 — R. Kunz: Messung der bei Erdkurzschluß einer 220-kV-Leitung in Fernmeldeleitungen zu erwartenden Induktions-EMK. Elektr. Wirtsch. 66 (1967) S. 694.

Klewe

Induktion, magnetische → magnetische Feldgrößen.

Induktionsfunkanlage → Funkanlage.

Induktionsgesetz, elektromagnetisches. Allgemeines physikalisches Gesetz folgenden Inhaltes: Es sei s eine beliebige, in sich geschlossene (starre) Kurve, d$\boldsymbol{s}$ das (vektorielle) Linienelement; s ist der Rand (die Kontur) einer Fläche a (Flächenelement d$\boldsymbol{a}$), $\boldsymbol{E}$ die elektrische Feldstärke, $\boldsymbol{B}$ die magnetische Flußdichte (Induktion). Dann gilt

$$\oint \boldsymbol{E} \mathrm{d}\boldsymbol{s} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_a \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a}$$

oder

$$\oint E_s \mathrm{d}s = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_a B_n \mathrm{d}a\,.$$

Die linke Seite ist die elektrische Umlaufspannung

$$\mathring{U}_0 = \oint \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}$$

entlang s, auf der rechten Seite ist

$$\Phi = \int_a \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a}$$

der magnetische Fluß durch die von s berandete Fläche $\boldsymbol{a}$, daher ist auch

$$\mathring{U} = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t};$$

die rechte Seite wird auch kurz als Schwund des magnetischen Flusses oder magnetischer Schwund bezeichnet. Die von s berandete Fläche a darf beliebig gedacht werden, da die magnetische Flußdichte ein ausnahmslos quellenfreier Feldvektor ist.

Für eine ruhende, starre, geschlossene Leiterschleife vom Widerstand $\mathring{R}$ ergibt sich

$$i\mathring{R} = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t};$$

die Stromstärke i kann in diesem besonderen Fall so errechnet werden, wie wenn in der geschlossenen Leiterschleife eine Quellenspannung (→ EMK) vorhanden wäre, die durch den magnetischen Schwund gegeben ist. — Fremdfluß Φ_f nennt man denjenigen Teil des von der Leiterschleife umfaßten Flusses Φ, der nicht von dem in ihr selbst fließenden Strom herrührt, sondern z. B. durch eine benachbarte, von zeitlich schwankendem Strom durchflossene Spule hervorgebracht wird, Eigenfluß Φ_e denjenigen Teil, der von dem in der Schleife selbst fließenden Strom herrührt. Φ_e ist unter der Voraussetzung konstanter Permeabilität des vom magnetischen Feld erfüllten Raumes proportional zum Strom i der Schleife, $\Phi_e = Li$. Dann nennt man

$$u_L = +L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$

Selbstinduktionsspannung oder induktive Spannung, jedoch $u_i = -\mathrm{d}\Phi_f/\mathrm{d}t$ induzierte Spannung oder induzierte Quellenspannung. (Der Ausdruck: induzierte elektromotorische Kraft ist mißverständlich und darum nicht zu empfehlen.) Wird z. B. ein stabförmiger Leiter der vektoriellen Länge $\boldsymbol{l}$ in einem magnetischen Felde bewegt und sind $\boldsymbol{B}$ die magnetische Flußdichte und $\boldsymbol{v}$ die Bewegungsgeschwindigkeit des Stabes an demselben Feldorte, so ist die induzierte Quellenspannung

$$u_i = \boldsymbol{l}\cdot(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B}).$$

Wird der leitende Stab außerhalb vom Felde zu einem geschlossenen Stromkreis ergänzt, so fließt ein Strom durch den bewegten Stab vom negativen zum positiven Ende, außerhalb vom positiven zum negativen Ende, ganz so, wie wenn der Stab der Sitz einer Quellenspannung wäre. Es ist also $u_i = 0$, wenn $\boldsymbol{v}$ parallel zu $\boldsymbol{B}$ und wenn $\boldsymbol{l}$ senkrecht zu $\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B}$ ist, und es ist maximal

$$(u_i)_{\max} = lvB,$$

wenn die drei Vektoren senkrecht aufeinander stehen.

Induktionsgesetz bei Bewegung leitender Körper:

Eine Änderung des magnetischen Flusses kann sowohl dadurch zustande kommen, daß bei ruhenden leitenden Körpern das magnetische Feld sich zeitlich ändert, als auch dadurch, daß sich die leitenden Körper im magnetischen Feld bewegen. In diesem Fall ist das Induktionsgesetz $\mathring{U} = -\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ so zu verstehen, daß die für die Umlaufspannung $\mathring{U}$ maßgebende geschlossene Kurve s fortwährend durch dieselben Körperteilchen geht, also die Bewegung der leitenden Materie mitmacht (substantielle oder materielle Kurve). Man kann dann die gesamte magnetische Flußänderung aufteilen gemäß

$$\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \int\limits_a \frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{a} + \oint(\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{a})\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{s};$$

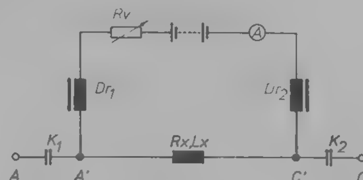
hierin bedeutet $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ das Linienelement der in der leitenden Materie liegenden substantiellen Kurve s, ferner $\boldsymbol{v}$ die Geschwindigkeit der Bewegung des Elementes $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$, $\boldsymbol{B}$ die magnetische Induktion, $\partial\boldsymbol{B}/\partial t$ ihre lokale zeitliche Änderung; $\boldsymbol{B}$, $\boldsymbol{v}$, $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ sind Vektoren desselben Feldortes. $\boldsymbol{v}$ muß als Relativgeschwindigkeit zwischen dem substantiellen Element $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ und dem Träger (Erreger) des magnetischen Feldes verstanden werden. *J. Fischer*

induktiver Blindwiderstand ist der Scheinwiderstand ωL einer verlustlosen Spule oder der Anteil des Scheinwiderstandes einer verlustbehafteten Spule, dem kein Energieentzug entspricht. Die Energie wird nur zum Auf- und Abbau der Felder benutzt, Spannung und Strom sind bei eingeschwungenen Sinusvorgängen um 90° verschoben.

Induktivität → Selbstinduktivität und → Gegeninduktivität.

Induktivitätsmeßbrücke → Induktivitätsmessung.

Induktivitätsmessung. Induktivitäten, z. B. die von Spulen oder von Leitungen, werden in → Maxwellmeßbrücken durch Vergleich mit Meßspulen oder Meßkondensatoren gemessen. Wegen der großen Eichgenauigkeit und der geringen Verluste von Meßkondensatoren wird meist die Maxwell-Wien-Brücke bevorzugt.



Zusatzschaltung zur Trennung von Gleich- und Wechselstrom.

Um die Induktivität von Spulen mit Eisenkern bei verschieden starker Gleichstrom-Vormagnetisierung zu messen, gebraucht man die im Bild gezeigte Zusatzschaltung zur Trennung von Gleich- und Wechselstrom, die bei jeder der gebräuchlichen Meßbrücken angewendet werden kann. Bei dieser liegt

parallel zur Spule, deren Induktivität gemessen werden soll, der Gleichstromkreis mit der Gleichstromquelle, dem Strommesser und einem Vorwiderstand zum Einregeln des Gleichstromes. Die Drosselspulen Dr_1 und Dr_2 haben einen so großen induktiven Widerstand, daß durch das Parallelschalten des Gleichstromkreises zum Meßgegenstand der Widerstand zwischen den Anschlußpunkten A′ und C′ praktisch nicht verändert wird. Die Kondensatoren K_1 und K_2 verhindern das Eindringen von Gleichstrom in die Meßschaltung. Ihre Kapazität ist sehr groß und deshalb ihr Wechselstromwiderstand sehr klein, so daß der Widerstand zwischen den Brückenpunkten A und C praktisch gleich dem des Meßgegenstandes ist. *Haak*

Induktivitätsnormal. I. sind Meßspulen, deren Induktivität aus den Abmessungen (Spulendurchmesser, Drahtdurchmesser, Ganghöhe der Wicklung und Windungszahl) berechnet werden.

Induktivwahl. Verfahren für die Wahl von Fernsprechanschlüssen über gleichstrommäßig abgeriegelte Teilnehmerleitungen, auf denen die übliche Gleichstromimpulswahl nicht möglich ist. In der Induktivwahlübertragung beim Teilnehmer werden die Nummernschalterimpulse mit Hilfe eines besonderen Transformators in Stromstöße am Anfang und Ende jedes Wahlimpulses umgeformt sowie die Schleifenbildung bzw. -auftrennung beim Aushängen und Einhängen des Sprechapparates durch Zusetzen bzw. Unterdrücken von Induktivimpulsen besonders gekennzeichnet. Außerdem werden die ankommenden Rufzeichen aufgenommen und zum Apparat weitergegeben. Die Induktivwahlübertragung in der Vermittlungsstelle wertet Aushänge- und Einhängeimpulse aus, formt aus den beiden Induktivimpulsen jedes Wählzeichens wieder einen Gleichstromimpuls und gibt die aufgenommenen Rufzeichen weiter. Bei Einzelanschlüssen wird eine Übertragung für 6 Volt Speisespannung und ein besonderer Sprechapparat verwendet. Die Stromversorgung ist aus dem Starkstromnetz oder Batterien möglich. Es kann über Anschlußleitungen bis zu 2200 Ω Schleifenwiderstand (entsprechend 30 km Kabel mit 0,8 mm Adern) gewählt werden, bei Übertragungen für Nebenstellenanlagen ist der zulässige Widerstand noch größer. Auftretende Impulsverzerrungen können korrigiert werden (→ Schutzmaßnahmen). *Remer*

Indusi → Zugbeeinflussung.

Inertialortung → Trägheitsortung.

Influenzkonstante → elektrische Größen.

Influenzkurzschlußstrom, -leerlaufspannung → Gegenkapazität von Leitungen.

Influenz durch Starkstromanlagen. I., d. h. die Wirkung des elektrischen Feldes, ist bestimmt durch die → Gegenkapazität zwischen Starkstrom- und Fernmeldeleitungen. Sie nimmt mit steigendem Abstand *a* schnell ab (etwa wie $1/a^2$) und ist auch bei den höchsten Spannungen nicht weiter als einige 100 m bemerkbar. Bei kleinem *a* kann sie sehr hohe Spannungen liefern. Die Leerlaufspannung kann nur an sehr gut isolierten Leitungen gemessen werden, weil I. (bei technischer und Tonfrequenz) unergiebig ist. Unter Höchstspannungsleitungen kann man jedoch schon von einem durch die Bereifung isolierten Kraftwagen einen unangenehmen Schlag erhalten. Die influenzierte Spannung hat die gleiche Kurvenform wie die Spannung der influenzierenden Leitung, enthält daher wesentlich die Grundschwingung. Sie kann gefährlich werden beim Berühren der Leitung, auch bei kurzen Leitungen mit kleinem I.-Strom durch die Schreckwirkung der ersten Entladung, durch Überschlag nach Erde (Brandgefahr) und durch → Knallgeräusche. Im influenzierten Kurzschlußstrom können Grundschwingung und Oberschwingungen von gleicher Größenordnung sein, weil die geringere Amplitude der Oberschwingungen in der Hochspannungsleitung durch den Frequenzfaktor bei der Übertragung ausgeglichen werden kann, besonders bei niedriger Grundfrequenz. Durch die Grundschwingung können bei Einzelleitungsbetrieb oder unsymmetrischer Schaltung Telegrafen- und andere Apparate, die mit niedriger Frequenz arbeiten, gestört werden. Durch die Oberschwingungen können Fernsprechleitungen gestört werden. Eine gut isolierte Doppelleitung 4/5 hat die Leerlaufspannung. Über die Endschaltungen fließt ein Schleifenstrom I_{45}, der viel kleiner ist als der influenzierte Kurzschlußstrom I_{40} (etwa im Verhältnis der Schleifenbreite der Leitung 4/5 zu ihrer Höhe über Erde, außerdem abhängig von der Lage der Schleife), so daß in Doppelleitungen Störungen durch die Grundschwingung bei der geringen Empfindlichkeit von Telegrafenapparaten selten zu befürchten sind, wohl aber Fernsprechstörungen durch Oberschwingungen. Influenzierte Spannungen sind von der Länge der Näherung und von der Frequenz unabhängig, werden aber durch überschießende, nicht beeinflußte Strecken gesenkt. Influenzierte Ströme sind der Länge der Näherung und der Frequenz proportional, werden aber durch überschießende Strecken nicht gesenkt. In Erdkabeln jeder Art und in Luftkabeln mit geerdeter metallischer Hülle sind I.-Effekte vernachlässigbar klein.

Erdunsymmetrische Systeme. Im Regelbetrieb vollunsymmetrisch sind für I. praktisch nur elektrische Bahnen (→ Beeinflussung durch elektrische Bahnen). Aber auch bei nominell symmetrischen Anlagen kann die Summe der Ladungen von Null verschieden sein. Bei Drehstromleitungen mit geerdetem Sternpunkt, für Einphasenleitungen gilt sinngemäß dasselbe, sind zwar die drei Spannungen gleich, aber die Erdkapazitäten der Phasenleiter und damit ihre Ladungen verschieden; das meist vorhandene Erdseil kann erheblich zur Ungleichheit der Erdkapazitäten beitragen. Bei isoliertem Sternpunkt ist notwendig die Summe der Ladungen gleich, und zwar für jedes Längenelement, falls die Leitung nicht verdrillt ist; aber nur im Durchschnitt, wenn sie verdrillt ist. Wie bei → Induktion können also Verdrillungen zu geringen Beeinflussungen führen. Spannungen der dreizahligen Harmonischen sind in den drei Leitern in Phase, können also eine störende Oberschwingungs-Null-

spannung erzeugen. Bei einem spannungs-erdunsymmetrischen Drehstromsystem (Gegensystem = 0) können, mit $k = \frac{1}{2}(-1 + j\sqrt{3})$, die Spannungen der drei Phasenleiter 1, 2 und 3 durch $V_1 = V_0 - V_s$; $V_2 = V_0 - k^2 V_s$; $V_3 = V_0 - k V_s$ ausgedrückt werden, wobei V^s die Sternspannung und V_0 die wegen der Unsymmetrie nicht verschwindende Spannung des Sternpunktes gegen Erde ist. Mit den unter → Gegenkapazität definierten, nur von der Lage der Leitungen zueinander und zur Erdoberfläche abhängigen Parametern erhält man für die Drehstromleitung und eine »Fernmeldeleitung« 4 die Beziehungen:

$$V_1 = K(q_1 d_{11} + q_2 d_{12} + q_3 d_{13} + q_4 d_{14}),$$
$$V_2 = K(q_1 d_{12} + q_2 d_{22} + q_3 d_{23} + q_4 d_{24}),$$
$$V_3 = K(q_1 d_{13} + q_2 d_{23} + q_3 d_{33} + q_4 d_{34}),$$
$$V_4 = K(q_1 d_{14} + q_2 d_{24} + q_3 d_{34} + q_4 d_{44}).$$

Zur Vereinfachung vernachlässigt man meist die Rückwirkung von 4 auf das Hochspannungssystem, indem man in den ersten drei Gleichungen die Terme mit q_4 streicht. Das ist offenbar unzulässig, wenn 4 in unmittelbarer Nähe von 1, 2, 3 liegt (Betriebsfernsprechleitung mit Erdungsdrossel, Erdseil). Ersetzt man weiter d_{11}, d_{22}, d_{33} sowie d_{12}, d_{23}, d_{13} durch ihre als d_{11} und d_{12} bezeichneten Mittelwerte, so ergibt sich

$$K q_1 = V_0/(d_{11} + 2 d_{12}) - V_s/(d_{11} - d_{12}),$$
$$K q_2 = V_0/(d_{11} + 2 d_{12}) - k^2 V_s/(d_{11} - d_{12}),$$
$$K q_3 = V_0/(d_{11} + 2 d_{12}) - k V_s/(d_{11} - d_{12}) \text{ und}$$
$$V_4 = V_0 (d_{14} + d_{24} + d_{34})/(d_{11} + 2 d_{12}),$$
$$- V_s (d_{14} + k^2 d_{24} + k d_{34})/(d_{11} - d_{12}) + K q_4 d_{44}.$$

Führt man den Wert von k ein, so wird der Faktor von V_s in der letzten Formel

$$\left[-d_{14} + \frac{1}{2}(d_{24} + d_{34}) + \frac{j}{2}\sqrt{3}(d_{24} - d_{34})\right]/(d_{11} - d_{12}).$$

Wenn 4 isoliert ist, ist $q_4 = 0$. Die Terme mit V_0 und V_s geben also die »Leerlaufspannung« der Leitung 4. Wenn 4 geerdet ist, ist $V_4 = 0$. Die Gleichung ergibt dann die Ladung q_4 und, durch Differentiation nach der Zeit, den aus der Leitung 4 abfließenden Ladestrom $-dq/dt$. Die Unterschiede zwischen d_{14}, d_{24} und d_{34} sind um so kleiner, je größer a ist. Da der Faktor von V_s nur solche Unterschiede enthält, ist trotz des kleineren Nenners — d_{11} und d_{12} hängen nur wenig von den Abmessungen der Leitung ab, weil Höhe über Erde, Abstand der Leitungen voneinander und Leitungsdurchmesser gemeinsam mit der Spannung zunehmen; man kann meist mit den Mittelwerten 8,5 und 2,5 rechnen, so daß die Nenner 13,5 und 6 sind — der V_s Term nur von Bedeutung, wenn $V_0 \ll V_s$ ist, d. h. praktisch, wenn die Erdunsymmetrie nur durch Unterschiede der Erdkapazitäten bedingt ist. Bei Erdschluß einer Phase, z. B. 1, ist $V_0 = V_s$. Dann ist für die Leerlaufspannung nur der Term mit V_0 wesentlich. Man kann dann auch d_{14}, d_{24}, d_{34} durch ihren Mittelwert ersetzen und erhält $V_{4\infty} = 3 V_0 d_{14}/(d_{11} + 2 d_{12})$, angenähert $V_{4\infty} = 3 V_0 d_{14}/4{,}5$ oder $= E d_{14}/8$, wobei E die verkettete Spannung ist ($E = V_s \sqrt{3}$). Bei Erdschluß einer anderen Phase ändert sich nur der Phasenwinkel von V_4, der Betrag bleibt derselbe. Betrieb im Phasenerdschluß ist möglich bei Netzen mit isoliertem Sternpunkt (heute selten) und mit Löschspule. Benutzt man den unter → Gegenkapazität gegebenen Näherungswert von d_{14}, $2bc/(a^2 + b^2 + c^2)$, in dem b und c die mittleren Höhen der Drehstrom- und Fernmeldeleitungen sind, so wird $V_{4\infty} = E b c/4(a^2 + b^2 + c^2)$ Volt. Wird die Zeitabhängigkeit der Wechselstromgrößen durch den Faktor $\exp(j\omega t)$ ausgedrückt, so wird der bei Erdung von 4 abfließende Ladestrom näherungsweise $I_{40} = 1{,}5\, l b c \omega E/(a^2 + b^2 + c^2)$ nA, wobei l die Länge der Näherung in km ist. Falls die Leitung 4 einem Bündel von z Leitungen angehört, ist der Faktor 1,5 zu ersetzen durch $4{,}5/(z + 2)$. Erdseile oder Schutzseile an der Drehstromleitung können die Influenzspannung und den Ladestrom merklich senken, ebenso auch geschlossene Baumreihen zwischen den Systemen 1, 2, 3 und 4 (→ Kompensation durch geerdete Leiter). Bei Betrieb im Phasenerdschluß können $V_{4\infty}$ und I_{40} erhebliche Werte erreichen. Mit $E = 15000$ V, $b = 10$ m, $c = 6$ m, $a = 20$ m, $z = 1$ und $\omega = 314$ wird rund $V_{4\infty} = 420$ V und $I_{40} = 0{,}79$ mA/km. Mit $E = 110000$ V, $b = 12$ m, $a = 40$ m (andere Werte wie vorher) wird $V_{4\infty} = 1100$ V; $I_{40} = 2{,}1$ mA/km. In diesem Falle sind also in der Nähe hohe Berührungspannungen und starke Ladeströme zu erwarten (Störung von eindrähtigen Telegrafenfreileitungen. Ein Leitungsarbeiter soll beim Berühren eines Zweiges einer Doppelleitung nicht mehr als 15 mA erhalten), außerdem durch Oberschwingungen Störungen in Fernsprechdoppelleitungen. Betrieb im Phasenerdschluß kommt für längere Zeit nur im Notfalle in Frage, wenn trotz eines Erdschlusses lebenswichtige Betriebe weiter versorgt werden müssen. Sonst wird er nur so lange aufrechterhalten, bis durch Umschaltungen die Stromversorgung im allgemeinen gesichert ist. Je weiter die Vermaschung der Hochspannungsnetze fortschreitet, desto leichter kann man einen gestörten Strang außer Betrieb nehmen, ohne die Verbraucher zu benachteiligen.

Schaltvorgänge und Wanderwellen. Die Vorgänge, die mit der Entstehung von Erdschlüssen und mit den Schaltungen zu ihrer Eingrenzung zusammenhängen, sind für Fernmeldeleitungen von besonderer Bedeutung. Der Übergang zwischen quasistationären Vorgängen erfolgt durch Wanderwellen mit steiler Front, die mit der Scheitelspannung in die Hochspannungsleitungen einziehen und deren Höhe durch manchmal mehrfache Reflexionen an offenen Leitungsenden mehr als verdoppelt werden kann. Sie induzieren in benachbarten Fernmeldeleitungen Wanderwellen gleicher Form, deren Spannung mit der induzierenden Spannung durch die oben gegebenen Influenzformeln zusammenhängt und deren Strom durch diese Spannung und den Wellenwiderstand bestimmt ist. Fließen solche Wanderwellen aus Einfachleitungen über Telegrafenapparate ab, so können sie ein einmaliges Anziehen, also ein falsches Zeichen erzeugen. In eindrähtigen Fernsprechleitungen wäre ein starkes Knallgeräusch zu erwarten. Bei Doppelleitungen sind die Wanderwellen in beiden Leitungszweigen nahezu gleich, der Ausgleichsstrom über den Endapparat

also klein. Ungleichmäßiges Ansprechen der Überspannungsableiter kann trotzdem zu starken → Knallgeräuschen führen.

Vorkehrungen an Drehstromleitungen, die die induzierten Wanderwellen ganz beseitigen, sind kaum denkbar. Die primäre Welle beim Entstehen eines Erdschlusses, z. B. durch Isolatorüberschlag, hängt nur von den Eigenschaften der Leitung am Fehlerort ab, nicht von Apparaten in der nächsten Schaltstation, die erst durch eine reflektierte Welle wirksam werden. Ein Erdseil an der Hochspannungsleitung führt eine induzierte Wanderwelle entgegengesetzten Vorzeichens und kompensiert dadurch ebenso wie bei Betrieb im Erdschluß (s. oben). Zur Bestimmung des Fehlerortes sind oft mehrfache Schaltungen erforderlich, die erneut Wanderwellen erzeugen, oft mit dem Scheitelwert der verketteten Spannung. Schutzschalter (Vorstufenschalter), bei denen zunächst über einen Widerstand geschaltet wird, können die Amplitude dieser Schaltwellen vermindern. Erdschlußlöscheinrichtungen (→ Kurzschlußstrom) können die Entstehung eines Erdschlusses nicht verhindern, machen aber, wenn sie den Erdschluß löschen, weitere Schaltungen unnötig und vermindern die Gefahr des Übergangs zum Doppelerdschluß. In modernen Netzen wird oft der Fehlerort durch Messungen bestimmt, wodurch zusätzliche Schaltungen wegfallen. In Netzen mit starr geerdetem Sternpunkt ist jeder Erdschluß ein Kurzschluß, der durch die Überstromschalter abgeschaltet wird. Der Wanderwelle beim Überschlag folgt Induktion durch den Kurzschlußstrom (→ Induktion), die für die Beeinflussung in der Regel ausschlaggebend ist.

Bei einem Drehstromsystem im Regelbetrieb ist die Influenzspannung wesentlich kleiner als beim Phasenerdschluß, weil in dem Ausdruck für V_4 beide Summanden klein sind. Verdrillungen auf der Näherungsstrecke in hinreichend kleinen Schritten verkleinern den Faktor von V_s weiter. Symmetrierung des gesamten Systems, oft durch Verdrillung in großen Schritten oder durch geeignete Zusammenschaltung von Leitungen, verkleinert V_0. Beide Maßnahmen zusammen können die Influenzfernwirkung praktisch aufheben, nicht nur für die Grundschwingung — hier ist u. U. die oben erwähnte Grenze von 15 mA zu beachten —, sondern auch für die Oberschwingungen, ausgenommen die dreizahligen. Mit dieser Ausnahme gilt für die Oberschwingungen das gleiche Phasengesetz wie für die Grundschwingung: Verschiebung um 120° von einem Leiter zum nächsten. Die Verdrillungen müssen um so enger sein, je höher die Frequenz ist. Sonst wäre die Phasenlage, u. U. auch der Betrag, im zweiten und dritten Schritt eines Umlaufs schon so verschieden, daß der erstrebte Ausgleich nicht zustande käme. Außerdem sollte man grundsätzlich die Verdrillungen auf der Näherungsstrecke den Kreuzungen der Fernsprechleitung zuordnen oder umgekehrt. In dicht besiedelten Ländern kann man wegen der weitgehenden Verkabelung der Fernmeldeleitungen, die nur noch kurze Freileitungen bestehen läßt, von den komplizierteren Maßnahmen meist absehen. Die dreizahligen Harmonischen sind in den drei Leitern in Phase, tragen also zu V_0 bei und können durch Verdrillung nicht bekämpft werden. Bei Drehstromleitungen mit isoliertem Sternpunkt oder mit Petersenspulen sind diese Oberschwingungen meist klein, weil für sie ein geschlossener Stromkreis nur über die kleine Erdkapazität der Transformatorwicklungen besteht. Bei Systemen mit unmittelbarer (starrer) Sternpunkterdung müssen u. U. die dreizahligen Harmonischen verkleinert werden, z. B. durch im Dreieck geschaltete geschlossene Wicklungen. Zur Berechnung der Einwirkung der Oberschwingungen wird die Betriebsspannung durch die Störspannung (→ Geräuschspannung) ersetzt, mit $\omega = 5000$. Der dabei eingehende Wert des Fernsprechformfaktors der Spannung kann von Netz zu Netz, bei großer Ausdehnung auch innerhalb eines Netzes sehr verschiedene Werte haben, die sich infolge von Resonanzen bei Zu- oder Abschaltung von Teilstrecken sprunghaft ändern können. Besonders ungünstig ist die Rückwirkung von Stromrichtern großer Leistung. Wenn man nicht mit Richtwerten rechnen will, wie sie in den VDE 0228 und den Directiven des Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT) angegeben sind, muß man Ergebnisse ausgedehnter Meßreihen in Häufigkeits-Summenkurven darstellen und dann mit dem 90%-Wert, evt. mit einem Sicherheitszuschlag, rechnen. Einzelheiten hierüber und über die Berechnungsformeln usw. finden sich in den erwähnten Vorschriften.

Literatur: K. W. Wagner, Induktionswirkungen von Wanderwellen in Nachbarleitungen, ETZ 35 (1914) S. 639, 677, 705 — H. Schwenkhagen, Wanderwellen auf Leitungsbündeln, Arch. Elektr. 30 (1936) S. 604 — H. Schwenkhagen, Die Einwirkung der Mastkapazitäten auf die Ausbreitung von Wanderwellen auf Leitungsbündeln, Arch. Elektr. 31 (1937) S. 73 — H. Klewe, Electrostatic Induction by Power Lines in Parallel Telephone Lines and at Crossings, Proc. Instit. Electr. Eng. 98, Part I (1951) No. 110, S. 121 — H. Streubel und A. Reissmann, Kapazitive Aufladung von Menschen und metallischen Gegenständen, Elektrie 18 (1964) S. 29.

Klewe

Informationsgehalt → Informationstheorie.

Informationsleitung → Speicherelemente, magnetische.

Informationstheorie. Von C. E. Shannon ist im Jahre 1948 eine mathematische Theorie der Nachrichtenübertragung entwickelt worden, die unter dem Namen Informationstheorie bekannt wurde. Sie verwendet den Begriff »Nachricht« in einem ganz speziellen, technisch-naturwissenschaftlichen Sinn und versteht darunter eine Folge von nicht-determinierten Ereignissen im Sinne der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Das Schema einer Nachrichtenübertragung (Bild 1) besteht im wesentlichen aus einer Nachrichtenquelle,

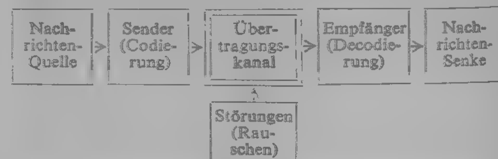


Bild 1. Allgemeines Schema einer Nachrichtenübertragungskette.

einem Übertragungskanal und einer Nachrichtensenke. Nachrichtenübertragungen werden stets durch Störungen (z. B. Rauschen) beeinflußt. In dem Schema werden sie durch eine Störquelle berücksichtigt, die

mit dem Nachrichtenkanal verbunden ist. Die von einer Nachrichtenquelle emittierten → Zeichen bestehen entweder aus einer diskreten Folge von Wörtern, Buchstaben oder Symbolen (diskrete Quelle) oder lassen sich durch einen kontinuierlich ablaufenden Vorgang beschreiben (kontinuierliche Quelle).

Der diskrete Fall: Die Nachrichtenquelle liefert ein bestimmtes Zeichen durch Auswahl aus einem gegebenen Vorrat an möglichen Zeichen. Für einen Betrachter stellt sich diese Auswahl als ein statistischer Vorgang dar, der im einfachsten Fall allein durch die Häufigkeit (bzw. im Grenzfall durch die Wahrscheinlichkeit) des Auftretens der einzelnen Zeichen festgelegt ist. Der Nachrichteninhalt eines bestimmten Zeichens ist um so größer, je kleiner die Wahrscheinlichkeit seines Auftretens ist. (Wahrscheinlichkeit 1 bedeutet, daß das Zeichen nahezu mit Sicherheit auftritt, sein Nachrichteninhalt ist damit praktisch gleich Null.)

Um zu einem Maß für die Information zu gelangen, ist es zweckmäßig, die Anzahl der Zweierschritte zu erfassen, die erforderlich ist, um ein Zeichen aus dem gegebenen Zeichenvorrat auszuwählen. Im Mittel sind maximal nur so viele Zweierschritte (Bits) nötig, wie dem Zweier-Logarithmus (ld = logar. dualis) der Anzahl der zur Wahl stehenden Zeichen entspricht. Treten die einzelnen Zeichen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit auf, so sorgt man zweckmäßigerweise dafür, daß man bei den häufiger vorkommenden Zeichen weniger Wahlschritte auszuführen hat als bei seltener auftretenden Zeichen. Ein sehr anschauliches Beispiel ist das Alphabet der deutschen Sprache mit der unterschiedlichen Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der einzelnen Buchstaben.

Der Informationsgehalt eines beliebigen Zeichens x_i, das mit der Wahrscheinlichkeit $p(x_i)$ auftritt, ist durch die Gleichung

$$I_i = \mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x_i)}, \quad p(x_i) \leqq 1$$

gegeben.

Bei insgesamt N existierenden, mit unterschiedlicher Häufigkeit auftretenden Zeichen beträgt der mittlere (gewogene) Informationsgehalt je Zeichen

$$H = \sum_N p(x_i)\,\mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x_i)} \text{ bit/Zeichen},$$

sofern diese von der Quelle unabhängig voneinander emittiert werden. Dieser Ausdruck heißt auch Entropie. Treten indessen bei einem gegebenen Vorrat von N Zeichen alle Zeichen mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auf, ist also $p(x_i) = \frac{1}{N}$ für alle N, so ergibt sich der Maximalwert der Entropie zu

$$H_0 = \mathrm{ld}\,N$$

(auch Entscheidungsgehalt genannt).

$\left(\text{Es ist } p(x_i) = \frac{1}{N} \text{ und } \sum_N p(x_i) = 1.\right)$

Dabei ist stets

$$H_0 \geqq H$$

d. h. die Zahl der Wahlschritte zur Beschreibung der Zeichen aus einer bestimmten Zeichenmenge bei beliebiger Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ist im Mittel geringer als wenn alle Zeichen gleiche Wahrscheinlichkeit haben. Je größer der mittlere (gewogene) Informationsgehalt ist, um so größer ist auch die Unsicherheit, mit der das Eintreffen eines bestimmten Zeichens vorausgesagt werden kann. Die Unsicherheit ist dann am größten, wenn alle Zeichen gleichwahrscheinlich auftreten, also wenn $H = H_0$ ist.

Die Differenz $R = H_0 - H$ nennt man Redundanz, die auf den Maximalwert H_0 bezogene Differenz

$$r = 1 - \frac{H}{H_0}$$

die relative Redundanz. Sie ist ein Maß für den Teil der emittierten Zeichen, die an dem eigentlichen Transport des Nachrichteninhaltes gar nicht beteiligt sind. Die Redundanz kann zur Störbefreiung ausgenutzt werden; sie gibt bei bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit, einen verstümmelt übertragenen Text zu rekonstruieren. Bei der deutschen und bei der englischen Sprache beträgt sie etwa 60 bis 70%. Im allgemeinen sind die einzelnen Wahlvorgänge nicht unabhängig voneinander; jeder Wahlvorgang hängt von einer begrenzten Anzahl von vorausgehenden Wahlvorgängen ab (dies trifft z. B. bei allen Sprachen zu). Man nennt einen solchen Zusammenhang einen Markoff-Prozeß.

Kanalkapazität: Wenn die Quelle die Entropie H besitzt und wenn f die im Mittel je Zeiteinheit von der Quelle ausgesendete Anzahl von Zeichen ist, dann beträgt der Nachrichtenfluß (gemessen in bit/s)

$$H' = f\,H.$$

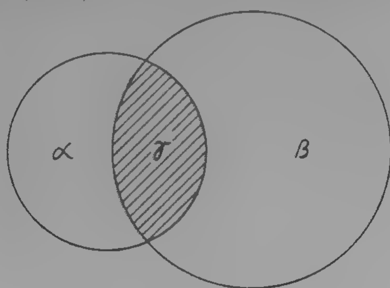
Die Übertragungsfähigkeit oder Kapazität C eines Nachrichtenkanals ist die maximale Anzahl von Zweierschritten pro Zeiteinheit, die vom Kanal fehlerfrei übertragen werden kann. Es ist also

$$C = \mathrm{Max}\left\{H'\right\}.$$

Hierzu ist es erforderlich, eine optimale Codierung der zu übertragenden Nachricht vorzunehmen, d. h., daß man alle statistischen Eigenschaften der Quelle in der Weise ausnutzt, daß mit einem Minimum an Zweierschritten ein Maximum an Information übertragen wird. In diesem Fall bezeichnet man den übertragenen Nachrichtenfluß als den wahren Nachrichtenfluß. Bei nicht-optimaler Codierung ist dagegen der wahre Nachrichtenfluß kleiner als der von der Quelle ausgehende Nachrichtenfluß, der dann scheinbarer Nachrichtenfluß genannt wird. Shannons Fundamentalsatz der günstigsten Codierung: Bei gegebener Entropie der Quelle H (bit pro Zeichen) und bei einem störungsfreien Übertragungskanal der Kapazität C (bit pro Sekunde) ist es theoretisch möglich, die Zeichen so zu codieren, daß im Mittel ein Zeichenfluß der Größe $\frac{C}{H}$ (Zeichen pro Sekunde) vom Kanal fehlerfrei übertragen wird. Es ist jedoch durch keinen Codierungsprozeß möglich, eine schnellere fehlerfreie Übertragung zu erreichen. Die

Codierungs- und Decodierungseinrichtungen werden im allgemeinen um so komplizierter, je näher man der durch das Fundamentaltheorem bestimmten idealen Codierung kommt. Das Theorem gibt allerdings nicht an, wie eine solche optimale Codierung beschaffen ist.

Aber auch im Fall von Störungen ist es möglich, eine Nachricht fehlerfrei zu übertragen. Nur ist es dann erforderlich, auf der Sendeseite systematisch Redundanz einzufügen. Die Verhältnisse lassen sich anschaulich durch das sog. Venn-Diagramm darstellen (Bild 2).



α = Äquivocation β = Irrelevanz γ = Transinformation
Bild 2. Venn-Diagramm.

Der von der Quelle ausgehende (scheinbare) Nachrichtenfluß sei durch die Kreisfläche $\alpha + \gamma$ gekennzeichnet, der vom Empfänger aufgenommene Nachrichtenfluß durch die Fläche $\beta + \gamma$. Auf dem Wege vom Sender zum Empfänger ist der der Fläche α entsprechende Anteil verlorengegangen. Man bezeichnet ihn mit Äquivocation. Statt dessen ist ein der Fläche β entsprechender Störanteil hinzugekommen; er wird mit Irrelevanz bezeichnet. Der von der Quelle tatsächlich fließende und der Fläche γ entsprechende Nachrichtenfluß heißt Transinformationsfluß. Er ist stets größer als Null, wenn Sender und Empfänger überhaupt durch einen Nachrichtenkanal verbunden sind; d. h., daß auch durch den gestörten Kanal noch eine endliche Nachricht, u. zw. störungsfrei, übertragen werden kann.

Bezeichnet man die mittlere Anzahl der gestörten Zweierschritte je Sekunde mit E', so fließt durch den Nachrichtenkanal in jedem Fall noch ein Nachrichtenfluß $H' - E' > 0$. Der größte erreichbare Wert hierfür ist definitionsgemäß die Kapazität C des Kanals, die nun gegeben ist durch

$$C = \mathrm{Max}\left\{H' - E'\right\}.$$

Es ist dann theoretisch möglich, einen Nachrichtenfluß, der kleiner ist als C, feherfrei zu übertragen. Ist $H' > C$, so tritt Vieldeutigkeit ein, die sich auch bei optimaler Codierung nur auf den Betrag $H' - C$ verringern läßt.

Der kontinuierliche Fall: Eine von der Quelle als kontinuierliche Zeitfunktion emittierte Nachricht läßt sich auf Grund des sog. Probensatzes — Sampling-Theorems — auch in Form einer diskontinuierlichen Funktion darstellen. Wenn die Funktion, wie es praktisch stets der Fall ist, hinsichtlich ihrer Bandbreite B beschränkt ist, so läßt sich mathematisch zeigen, daß die Zeitfunktion $x(t)$ durch eine Folge von Probewerten, die ihr jeweils im Abstand $\frac{1}{2B}$ entnommen werden, rekonstruiert werden kann, u. zw. exakt, wenn es sich um eine zeitlich nicht begrenzte Funktion handelt. Der mathematische Ausdruck hierfür lautet:

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x\left(\frac{n}{2B}\right) \frac{\sin 2\pi B\left(t - \frac{n}{2B}\right)}{2\pi B\left(t - \frac{n}{2B}\right)}.$$

Zur Beschreibung der Entropie einer Quelle, die kontinuierliche Zeitfunktionen emittiert, sei vereinfacht angenommen, daß die einzelnen Probewerte statistisch unabhängig voneinander sind und daß sich die Amplituden x der Probewerte nur sprunghaft ändern. Durch einen Grenzübergang findet man dann für die Entropie

$$H = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x)\,\mathrm{ld}\,\frac{1}{p(x)}\,\mathrm{d}x$$

mit der Nebenbedingung für die Gesamtwahrscheinlichkeit

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(x)\,\mathrm{d}x = 1.$$

Hierin bedeuten $p(x)$ die Wahrscheinlichkeitsdichte und $p(x)\,\mathrm{d}x$ die Wahrscheinlichkeit (dafür, daß die Größe x im Intervall zwischen x und $x + \mathrm{d}x$ liegt).

Man findet, daß bei Quellen mit kontinuierlicher Emission die Entropie ihren Maximalwert dann erreicht, wenn die Wahrscheinlichkeitsdichte eine Gaußverteilung besitzt (bei diskreten Quellen war dies bei der Gleichverteilung der Fall). In gleicher Weise muß auch eine Rauschquelle behandelt werden. Bezeichnet man die Signalleistung mit S, die Rauschleistung mit R, so errechnet sich die Kapazität eines Kanals der Bandbreite B zur Übertragung kontinuierlicher Signale zu

$$C = B\,\mathrm{ld}\left(1 + \frac{S}{R}\right).$$

Diese Formel gilt nur, wenn 1. die Störquelle weißes Gaußsches Rauschen mit dem mittlerem Amplitudenquadrat R emittiert, 2. die Amplituden der Probewerte (Samples) des Signals ebenfalls eine Gaußverteilung besitzen (mittleres Amplitudenquadrat S), 3. die Signal- und Rauschquelle statistisch unabhängig voneinander sind.

Literatur: F. A. Fischer: Informationstheorie, in Handb. Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bln.-Borsigwalde: Vlg. f. Radio-Foto-Kinotech. GmbH, Bd. 4 (1957) S. 25—44; P. Fey: Informationstheorie, Bln.: Akademie-Vlg., 1963. *Endres*

Informationsverarbeitung. Sammelbegriff für Methoden und Verfahren, die der Verarbeitung von Informationen und Daten dienen (siehe z. B. → EDV-Anlagen, → Elektronische Datenverarbeitung).

Ingenieurakademien der DBP. Zur Heranbildung eines Teiles der Fernmeldeingenieure, die die DBP als Nachwuchs für die Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes benötigt, unterhält die DBP zwei eigene I. (früher »Ingenieurschulen«) mit der Fachrichtung Nachrichtentechnik in Berlin und Dieburg. Beide Schulen sind staatlich anerkannt und nehmen im Verwaltungsaufbau der DBP die Stellung einer Mittelbehörde ein. Der Kreis der Studierenden, die zur DBP in einem Vertragsverhältnis stehen und Studienbeihilfe erhalten, besteht in der Hauptsache aus ehemaligen Fernmeldepraktikanten, daneben werden auch Fernmeldehandwerker, die die Voraussetzungen erfüllen, zum Studium zugelassen. Nach bestandener Ingenieurprüfung nehmen die nunmehr graduierten Ingenieure den → Vorbereitungsdienst für den gehobenen fernmeldetechnischen Dienst auf.

Ingenieurschulpraktikanten → Praktikanten.

Inhibitor. 1. (Hemmstoff) Stoff, der bei Anwesenheit in einem Angriffsmittel die Korrosion hemmt. Je nachdem, ob die anodische oder kathodische Teilreaktion gehemmt ist, werden anodische oder kathodische I. unterschieden (entspricht DIN 50900, Ausgabe November 1966, Entwurf DIN 50902, Okt. 1965, → Korrosionsschutz). 2. Wird auch ein Draht genannt, der durch Kerne in Ringkernspeichermatrizen gefädelt wird. Er verhindert, daß ein Kern beim Schreiben einer Null seinen Magnetisierungszustand ändert.

Inhalt → Informationsgehalt.

inhomogene Leitung ist eine Leitung, bei der die Leitungsgrößen R, L, G, C an verschiedenen Stellen der Leitung verschieden sind, → Leitungstheorie 2 und 3.

Inhomogenitäten, ionosphärische → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → ionosphärische Streuausbreitung.

Injektion von Ladungsträgern → Transistor.

Injektion von Majoritätsträgern → Dünnschichtdioden.

Injektionslaser → Laser und Maser.

Injektor → Binistor.

Inklination, magnetische, ist die Neigung der Richtung des erdmagnetischen Feldes gegen die Erdoberfläche. An den erdmagnetischen Polen zeigt eine frei bewegliche Magnetnadel senkrecht nach unten, in den Äquatorgegenden tangential zur Erdoberfläche.

Inlandsumrechner TW 39 → Umrechner TW 39.

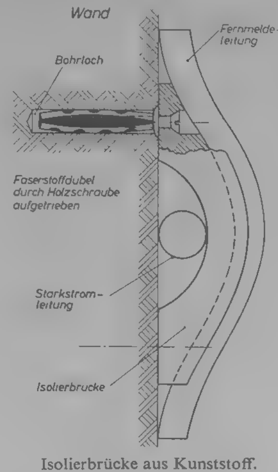
Innenaufsicht → Aufsicht.

Innenkasten → Pupinspulenbehälter.

Innenleiter → Seekabelaufbau.

Innenleiterverbindungsstelle → Seekabelfertigung.

Innenleitungen der Sprechstellen. Unter I. versteht man die Leitungen (nebst Befestigungsmitteln) zwischen der Leitungseinführung und den Teilnehmereinrichtungen und die Verbindungen zwischen den Sprechstellen in demselben Gebäude, ferner die Batteriezuführungen, Erdleitungen und die in die Innenleitungen eingeschalteten Anschlußleisten, Verteilerkästen und sonstigen Verzweigungseinrichtungen, nicht aber die zwischen Einführung und I. eingeschalteten Sicherungen. Für die Herstellung der I. soll die wirtschaftlich sparsamste Bauweise gewählt werden. Die einfachste Art ist die Aufputzverlegung von Installationskabeln (J-YY) und von → Verteilerkästen. Dabei werden die Kabel mit Schellen an der Wand meist längs der Fußbodenleiste so verlegt, daß sie möglichst nicht mechanischen, thermischen oder chemischen Einflüssen ausgesetzt sind. An Kreuzungsstellen zwischen Fernmelde- und Starkstromleitungen in Gebäuden müssen Kabel, Drähte usw. mindestens 1 cm voneinander entfernt sein. Näherungen sind, um störende Beeinflussung in der Fernmeldeanlage auszuschließen, nach Möglichkeit zu vermeiden. Auch der parallele Abstand darf nicht kleiner als 1 cm sein. Kreuzungen sind über Isolierbrücken aus Kunststoff (s. Bild) auszuführen.



Isolierbrücke aus Kunststoff.

Sind in den Gebäuden bauseitig erstellte Unterputzeinrichtungen vorhanden und entsprechen diese den einschlägigen VDE-Vorschriften und DIN-Normen, so können in diese Einrichtungen Installationsdrähte (Y-Draht) oder auch Installationskabel (J-YY) als I. eingezogen werden. Höherpaarige Installationskabel werden dabei über → Anschlußleisten geführt, die in den Verteilerkästen für Unterputzeinrichtungen untergebracht werden. Als Unterputzeinrichtung kommen → Rohrnetze oder → Fußboden- und Fensterbankkanäle in Frage. *Stegmann*

Innenverbindung, in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Innenverbindungen sind die Verbindungen innerhalb einer → Nebenstellenanlage. Innenverbindungen

in Nebenstellenanlagen sind gebührenfrei und können bei handbedienten → Nebenstellenanlagen von Hand und bei → Wähl-Nebenstellenanlagen selbsttätig hergestellt werden. Die technischen Einrichtungen für die Innenverbindung werden mit Innenverbindungssatz oder auch Innenverbindungsweg bezeichnet. Für die Bemessung der Zahl der Innenverbindungssätze gelten besondere Vorschriften.

Innenverbindungssatz, -weg → Innenverbindung.

Innenwiderstand bei Röhren → Barkhausengleichung.

Innerbandmeßkanal → Rauschklirrmeßverfahren.

Innerbandzeichengabe → Zeichenübermittlung.

innerbetriebliches Rechnungswesen ist der Teil des R., der sich mit der Untersuchung interner Betriebsvorgänge befaßt, mit dem Ziele, Erkenntnisse für eine optimale Betriebsgestaltung zu gewinnen (im Gegensatz zur Finanzbuchführung, die die Beziehungen des Betriebs zu Außenstehenden, wie Kunden, Lieferanten, Finanzamt usw. beschreibt). Zum i. R. zählen insbesondere die verschiedenen Zweige der → Kostenrechnung und die betriebliche → Statistik.

innerer Photoeffekt → Photoeffekt.

innerer Widerstand der Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Insekten sind die wichtigsten holzzerstörenden Lebewesen: Käfer (Coleoptera), Hautflügler (Hymenoptera), Schmetterlinge (Lepidoptera) und Termiten (Isoptera). Unter den Käfern sind von Bedeutung: → Bockkäfer (Cerambycidae), z. B. → Hausbockkäfer, → Mulmbockkäfer, Pochkäfer (Anobidae), Holzbohrkäfer (Bostrychidae), Splintholzkäfer (Lyctidae), → Borkenkäfer (Ipidae), Kernholzkäfer (Platypodidae), Werftkäfer (Lymexylidae). Als holzzerstörende Hautflügler treten auf → Holzwespen (Siricidae), Ameisen (Formicidae). Unter den Schmetterlingen sind die Larven zu beachten vom: Weidenbohrer (Cossus cossus L.), Blausieb (Zeuzera pyrina L.) und von Glasschwärmern (Sessiidae).

Installationsdraht, -kabel, -leitungen → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Installationsrohre dienen der Verlegung von Leitungen und Kabeln auf, unter oder im Putz. Sie geben einerseits den Leitungen den gegen mechanische Beschädigungen geforderten Schutz; andererseits bieten sie die Möglichkeit einer leichteren Montage bzw. Auswechslung der Leitungen, insbesondere bei Verlegungen unter oder im Putz. Die Ausführungsvorschriften für I. sind in den VDE-Bestimmungen 0605 festgelegt. Gebräuchlich sind Kunststoff-, Kunststoffpanzer- und Stahlpanzerrohre; früher auch → Peschelrohre.

Instandhalten hat den Zweck, längere Zeit in Betrieb befindliche Einrichtungen vorbeugend in einem betriebssicheren Zustand zu erhalten. Da die Arbeiten nicht gleichzeitig anfallen, sondern wegen der unterschiedlichen Abnutzungs- oder Verbrauchszeiten in entsprechend angepaßten Zeitabschnitten auszuführen sind, werden die einzelnen Tätigkeiten, Entstauben, → Schmieren und → Überholen, im allgemeinen in Fristenplänen erfaßt und unter Beachtung der organisatorischen und wirtschaftlichen Erfordernisse so gegliedert, daß jeweils die kurzfristiger zu erledigende Arbeit nach ein- oder mehrmaliger Wiederholung zeitlich mit dem Termin der nächsten längerfristigen Tätigkeit zusammenfällt.

Instandhalten von Fernmeldelinien → Unterhalten von Fernmeldelinien.

Instandhaltung → Herstellung und Unterhaltung.

Instandhaltung privater Nebenstellenanlagen → Nebenstellenanlage.

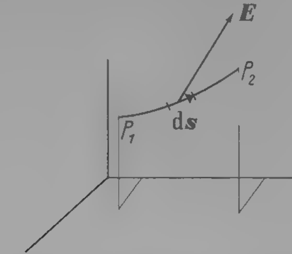
Instandsetzen ist die Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit einer gestörten Einrichtung. Das I. gehört begriffsmäßig zum Tätigkeitsbereich Unterhalten von technischen Einrichtungen. Jede I. muß mit einer Prüfung auf Betriebsfähigkeit abgeschlossen werden.

Institut für Rundfunktechnik GmbH (IRT) mit Sitz in München. Gesellschafter sind die → Rundfunkanstalten der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) und das Zweite Deutsche Fernsehen. Aufgabe des IRT ist die Durchführung von wissenschaftlichen Arbeiten zum Zweck der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Rundfunktechnik. Je eine Niederlassung in München und Hamburg. Herausgeber der Zeitschrift Rundfunktechnische Mitteilungen.

Integral. 1. Allgemeines. Die geometrische Bedeutung des bestimmten Integrals $\int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$ ist der Inhalt der von der Kurve $f(x)$, der x-Achse und den Geraden $x = a$ und $x = b$ umschlossenen Fläche. Läßt sich der Wert des Integrals nicht nach einer elementaren Integrationsformel bestimmen, so benutzt man in der Technik häufig die mechanische Integration, d. i. die Auswertung von Integralen und Bestimmung von Flächeninhalten mit Hilfe geeigneter Apparate. Man unterscheidet Integraphen, die zur Funktion $f(x)$ die Kurve $\int_0^x f(x)\,\mathrm{d}x$ zeichnen, und Planimeter, die den Wert eines Flächeninhaltes ablesen lassen. Gleichfalls hierher gehören die harmonischen Analysatoren, die zur Ermittlung von Oberschwingungen dienen (→ Reihenentwicklung).

In der Physik und Technik tritt die geometrische Bedeutung des bestimmten Integrals als Flächeninhalt (bzw. Rauminhalt) zurück gegenüber spezifisch physikalischen Bedeutungen wie zum Beispiel Arbeit, Kraftfluß, Massenverteilung usw. Hieraus ergeben sich weitere Integralbegriffe:

2. Linienintegral. Ein Massepunkt wird auf einer Kurve C unter dem Einfluß einer örtlich veränderlichen Kraft $\boldsymbol{K}$ von der Stelle P_1 nach P_2 bewegt. Dann ist das Skalarprodukt $\boldsymbol{K} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}$ aus der wirkenden Kraft und dem Linienelement der Kurve an derselben Stelle das Arbeitselement, und das Linienintegral $\int_{P_1}^{P_2} \boldsymbol{K} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}$ (= die Summe aller Arbeitselemente) ist die Arbeit, die verrichtet wird, wenn die Kraft $\boldsymbol{K}$ den Massepunkt längs der Kurve C von P_1 nach P_2 bewegt. Übertragen auf einen »elektrischen



Elektrische Spannung als Linienintegral.

Massepunkt« (= Punktladung) in einem elektrischen Feld $\boldsymbol{E}$ liefert das Linienintegral den Begriff der elektrischen Spannung zwischen den Punkten P_1 und P_2:

$$U = \int_{P_1}^{P_2} \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}\,.$$

Von Bedeutung sind die Linienintegrale über geschlossenen Linien (→ Induktionsgesetz, → Feldgleichungen), z. B. $\oint \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}$.

Der physikalische Begriff Fluß (auch Kraftfluß) führt zu einem weiteren Integralbegriff, dem

3. Oberflächenintegral. Eine von einer orientierten Kurve C umrandete Fläche F befindet sich in einem Kraftfeld $\boldsymbol{K}$. Somit ist die Fläche orientiert (→ Koordinatensystem). Jedes Element dieser Fläche definiert einen Vektor $\mathrm{d}\boldsymbol{f}$, dessen Betrag gleich dem Inhalt des Flächenelements ist und der senkrecht auf dem Flächenelement steht, so daß das Flächenelement und der Vektor $\mathrm{d}\boldsymbol{f}$ ein Rechtssystem bilden (genau wie beim Vektorprodukt, → Vektorrechnung). Das Skalarprodukt $\mathrm{K} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{f}$ ist der Fluß des Vektors $\boldsymbol{K}$ durch das Flächenelement $\mathrm{d}\boldsymbol{f}$ (→ Vektorlinie) Summiert man über alle Elemente der Fläche F, so erhält man das Oberflächenintegral

$$\Phi = \int_F \boldsymbol{K} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{f},$$

welches den gesamten Fluß durch die von C umrandete Fläche darstellt. Der Fluß ist also ein Maß für die Stärke, mit der das Vektorfeld eine berandete Fläche durchdringt. — Neben dem Kraftfluß sind der magnetische Fluß, der Lichtfluß, der Energiefluß (→ Poyntingscher Vektor) u. a. gebräuchlich.

Auch bei skalaren Ortsfunktionen spielen die Oberflächenintegrale eine wichtige Rolle. So wie die skalare Größe $|\boldsymbol{K}|$ in einem Kraftfeld ein Maß ist für die Dichte der Vektorlinien in diesem Feld, läßt sich auch das Oberflächenintegral über eine Fläche F bilden, welche mit einer Masse der mit dem Ort veränderlichen Dichte ϱ (eine skalare Größe) belegt ist. Die Gesamtmasse der Belegung beträgt

$$m = \int_F \varrho \,\mathrm{d}f = \iint_F \varrho\,(x, y)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$$

4. Raumintegral. Das zuletzt genannte Beispiel läßt sich auf den Raum übertragen: Die Summation der »Massenelemente« $\varrho\,\mathrm{d}V$ über alle Raumelemente $\mathrm{d}V$ eines betrachteten Volumens V stellt das Raumintegral $m = \int_V \varrho\, dV = \iiint_V \varrho\,(x, y, z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$ dar und bedeutet die gesamte Masse des mit der vom Ort abhängigen Dichte ϱ erfüllten Raumes V. Da das einzelne Raumelement $\mathrm{d}V$ kein Vektor ist, ist das Raumintegral (im Gegensatz zum Linienintegral und Oberflächenintegral) nur für skalare Ortsfunktionen definiert. *Gerber*

Integrationssatz → Laplace-Transformation.

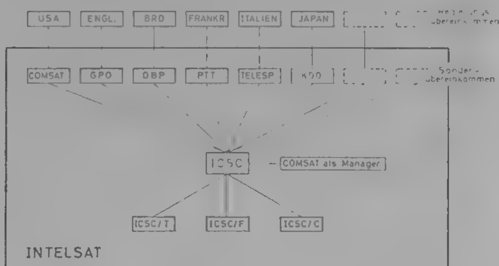
integrierte Halbleitertechnik und Hybridtechniken → Mikroschaltungstechnik.

integrierte Schaltkreise, monolithische → Planartechnik.

integriertes Netz, im deutschen Sprachgebrauch auch Digitales Vermittlungs- und Übertragungsnetz (DVÜ-Netz) genannt, Bezeichnung für ein im Endzustand sämtliche bisherigen Netzebenen umfassendes Fernmeldenetz mit ausschließlich digitaler Vermittlungs- und Übertragungstechnik (Integration der Vermittlungs- und Übertragungstechnik). Dabei geht man davon aus, daß ein solches integriertes Netz zunächst für Fernsprechzwecke eingerichtet werden könnte. Die Übertragung anderer Signale (Rundfunk, Fernsehen, Daten usw.) über das gleiche Netz, jedoch unter Beachtung der besonderen Anforderungen dieser Signale (z. B. Bandbreitebedarf) erscheint möglich (Integration der Fernmeldetechnik). Angesichts der komplizierten Probleme ist die Realisierung von integrierten Netzen für den öffentlichen Verkehr in naher Zukunft kaum zu erwarten.

INTELSAT. (*In*ternational *Tel*ecommunications *Sat*ellite Consortium, Internationales Fernmeldesatelliten-Konsortium). Internationaler Zusammenschluß von Ländern mit dem Ziel, ein weltweites kommerzielles Satelliten-Fernmeldesystem einzurichten und zu betreiben. Die Grundlage bildet das »Übereinkommen zur vorläufigen Regelung für ein weltweites kommerzielles Satelliten-Fernmeldesystem«, das am 10. 8. 64 von 11 Regierungen unterzeichnet wurde. Das Übereinkommen regelt nur die Errichtung und den Betrieb des Weltraumsektors des Satellitensystems. Erdefunkstellen werden von den I.-Mitgliedern in eigener Zuständigkeit, jedoch unter Einhaltung gemeinsam festgelegter Kenndaten errichtet und betrieben. Richtlinien über Errichtung und Betrieb des Weltraumsektors sowie über finan-

zielle Beteiligung und Art der Zusammenarbeit sind durch Sonderübereinkommen festgelegt. Unterzeichner des Sonderübereinkommens sind Fernmeldeverwaltungen oder Betriebsgesellschaften der beteiligten Länder. Sie bilden das Internationale Fernmeldesatelliten-Konsortium. Dem I. haben sich 60 Mitglieder angeschlossen. Jedem Mitglied der Internationalen Fernmelde-Union steht der Beitritt frei. Die finanzielle Beteiligung der Mitglieder wird durch bestimmte Quoten festgelegt, die i. allg. nach dem internationalen Fernmeldeverkehr des betreffenden Landes bemessen sind. Beim Eintritt eines neuen Mitgliedes werden die Beteiligungsquoten für alle Mitglieder erneut berechnet, so daß die Quotensumme stets 100 bleibt. Nach den Quoten werden die Beiträge zu den Investitionen bemessen und die Gebühreneinnahmen, die von den Benutzern des Weltraumsektors eingehen, verteilt. Die Quote der DBP beträgt ca. 5,4 v. H. Mit der Gründung des I. wurde das vorläufige Fernmeldesatelliten-Kommittee ICSC (Interim Communications Satellite Committee) gebildet, das die Aufgaben eines Aufsichtsrates ausübt und für die Durchführung der geplanten Projekte verantwortlich ist. Im ICSC sind Länder oder Ländergruppen mit einer Quote von mehr als 1,5 v. H. vertreten. Zur Behandlung spezieller Fragen stehen dem ICSC beratende Unterausschüsse für Technik, Finanzen und Kontaktfragen (ICSC/T, ICSC/F und ICSC/C) zur Seite. Die → Comsat, deren Beteiligung an I. ca. 53,8 v. H. beträgt, übernimmt die Aufgaben der Geschäftsführung des I.



Organisation des I.

Als Ergebnis der Tätigkeit des I. konnte der Fernmeldesatellit INTELSAT I (→ INTELSAT-Satelliten) am 18. 6. 1965 für den kommerziellen Funkverkehr im Atlantikbereich in Betrieb genommen werden. 1967 wurden INTELSAT-II-Satelliten in die synchrone Umlaufbahn gebracht und in Betrieb genommen. Das erste weltweite Satelliten-Fernmeldesystem wurde 1968 mit Satelliten des Typs INTELSAT III eingerichtet. Um dem steigenden Fernmeldeverkehr Rechnung zu tragen, sind weitere Satellitentypen geplant (INTELSAT IV). — Da das Übereinkommen und das Sonderübereinkommen nur bis 1969 befristet gültig sind, soll in einer neuen Regierungskonferenz eine endgültige Regelung für ein weltweites Satelliten-Fernmeldesystem getroffen werden.

Literatur: E. Dietrich, Die Anfänge der kommerziellen Nutzung von Fernmeldesatelliten. Jahrb. des elektr. Fernmeldewesens 1967, S. 253–296.

Schröter

INTELSAT-Satelliten. Bezeichnung für aktive spinstabilisierte Fernmeldesatelliten des International Telecommunications Satellite Consortium (→ INTELSAT), die für den weltumspannenden kommerziellen Fernmeldeverkehr bestimmt sind.

INTELSAT I. Frühere Bezeichnungen: HS 303 oder Early Bird. Erster Satellit des INTELSAT-Programms für Nordatlantik-Fernmeldeverkehr, gestartet 6. 4. 1965, Synchronsatellit, Position bei 30° West (Mittelwert) über dem Atlantik. Kapazität 240 Zweiweg-Fernsprechstromkreise oder 1 Fernsehband. Satellitenmasse 68 kg, Durchmesser 73 cm, Höhe 59 cm, Empfangsfrequenzen 6389,97 und 6301,02 MHz, Sendefrequenzen 4160,75 und 4081 MHz, Bandbreite 31 MHz, eirp 12,6 W.

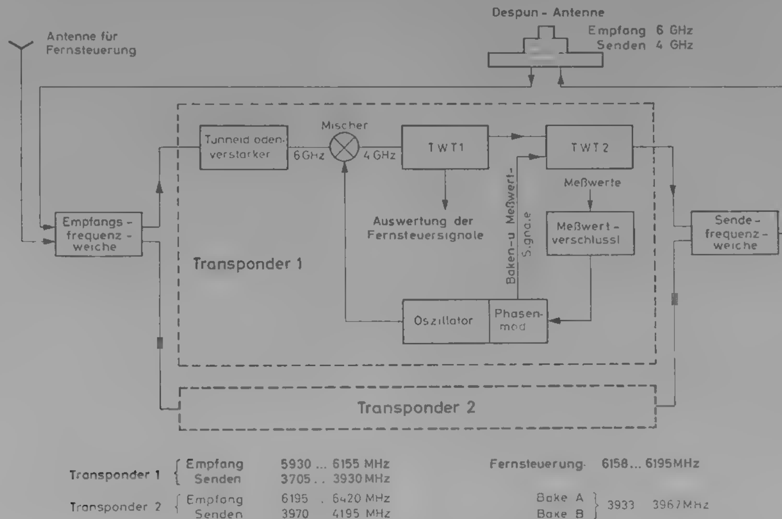
INTELSAT II. Frühere Bezeichnungen: HS 303 A oder Lani Bird. Weiterentwicklung des INTELSAT I, für den → Mehrfachzugang geeignet, werden neben kommerziellen Zwecken zur Ergänzung des Fernmeldenetzes der → NASA für das Mondlandeprogramm der USA (Apollo-Projekt) benutzt. Die Synchronsatelliten vom Typ INTELSAT II haben Masse 159 kg, Durchmesser 142 cm, Höhe 67 cm, Empfangsfrequenz 6283 bis 6409 MHz, Sendefrequenz 4058 bis 4184 MHz, Bandbreite 126 MHz, 4 Wanderfeldröhren zu je 6 W, eirp ~ 33 W, Kapazität 240 Zweiweg-Fernsprechstromkreise oder 1 Fernsehband, erwartete Lebensdauer 3 Jahre. Es wurden vier INTELSAT II gestartet. Sie werden nach der Reihenfolge des Abschusses mit F (= Firing) und einer Nummer gekennzeichnet: INTELSAT II F-1, Fehlstart am 26. 10. 66 — INTELSAT II F-2 am 11. 1. 66 — INTELSAT II F-3 am 23. 3. 67 — INTELSAT II F-4 am 20. 9. 67.

INTELSAT III. Bezeichnung für Satelliten, die ab Ende 1968 für lückenlosen weltumspannenden Fernmeldeverkehr eingesetzt sind. Synchronbahn wurde ausgewählt, weil Betriebsversuche mit INTELSAT I in bezug auf Signallaufzeit (einfacher Weg Erde–Satellit–Erde 0,3 Sekunden) und Bahnsteuerung erfolgreich waren.

INTELSAT III besitzt zwei voneinander unabhängige Umsetzer. Satellitenmasse 106 kg, Durchmesser 142 cm, Höhe 94 cm, Empfangsfrequenzen 5930 bis 6155 MHz und 6195 bis 6420 MHz, Sendefrequenzen 3705 bis 3930 MHz und 3970 bis 4195 MHz. Bandbreite je Umsetzer 225 MHz. Gesamtkapazität 1000 bis 1200 Zweiweg-Fernsprechstromkreise oder 1 Fernsehband. Erwartete Lebensdauer 5 Jahre. Satellitenantenne gegenüber denen von INTELSAT I und II sehr verbessert; wird entgegen der Rotation des Satellitenkörpers so gedreht, daß die Antennenstrahlmitte immer auf den Erdmittelpunkt zeigt (Despunantenne). Bis Juli 69 wurden fünf INTELSAT III gestartet: INTELSAT III F-1, Fehlstart am 19. 9. 69 — INTELSAT III F-2 am 18. 12. 68 — INTELSAT III F-3 am 6. 2. 69 — INTELSAT III F-4 am 22. 5. 69 — INTELSAT III F-5 am 26. 7. 69.

INTELSAT IV. Die ständig steigende Nachfrage nach Fernmeldeverbindungen macht den Einsatz von Satelliten mit sehr großer Kapazität (mehrere Tau-

send Zweiweg-Fernsprechstromkreise) erforderlich. In Aussicht genommen sind Satelliten von ca. 500 kg Masse und Spinstabilisierung mit Despunplattform, auf der elektronische Bauteile montiert sind. 12 Umsetzer (Transponder) zu je 36 MHz Bandbreite,



Vereinfachtes Blockschaltbild INTELSAT III.

2 Sende- und Empfangsantennen für globale (17,5°) Zone und 2 Sendeantennen für schmale (4,5°) Zonen (USA und Europa) EIRP 200 W (→ Antennen) für globale Zone und 2950 W für schmale Zonen. *Schröter*

Intercarriergeräusch → Fernsehempfänger, Störerscheinungen.

Interessenfaktor → Zielfaktor.

Interferenz. Additives Zusammenwirken von Schwingungen gleicher Frequenz und gleicher Amplitude (Schwingungsweite), wobei sie sich je nach Phasendifferenz in ihrer Wirkung verstärken, schwächen oder sogar auslöschen können. Ist z. B.

$$a_1 = \hat{a} \sin \omega t, \quad a_2 = \hat{a} \sin (\omega t + \varphi),$$

so lautet die resultierende Schwingung

$$a = a_1 + a_2 = 2\,\hat{a} \cos \frac{\varphi}{2} \sin \left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right).$$

Sind beide Schwingungen in Phase, also mit n ganzzahlig, die Phasendifferenz (Phasenverschiebung) $\varphi = 2\,n\,\pi$, so wird $\cos \varphi/2 = \pm 1$ (maximale Verstärkung); bei $\varphi = (2n + 1)\pi$ wird dagegen $\cos \varphi/2 = 0$ (völlige Auslöschung). Zwischen diesen beiden Grenzfällen liegen alle möglichen Übergänge.

Interferenzfrequenzmesser → Frequenzmessungen.

Interferenzgeräusche bei Richtfunkverbindungen Gesamtgeräusch bei → Richtfunkverbindungen.

Interferenzschwund → Diversityempfang.

Interferenzstörung → Frequenzverteilung.

Interferenzzone → troposph. Wellenausbreitung.

Interferometer → Funkortung.

Interim Communications Satellite Committee → INTELSAT.

Intermodulation ist die Erscheinung, daß beim Durchgang eines aus zwei oder mehreren Spannungen verschiedener Frequenz bestehenden Frequenzgemisches durch ein nichtlineares System am Ausgang unerwünschte Spannungen entstehen, deren Frequenzen alle möglichen Summen und Differenzen aus den im Eingangssignal enthaltenen Frequenzen und ihren Oberwellen sind, → Verzerrung und Modulation.

Die neu gebildeten Schwingungen werden Intermodulationsprodukte genannt. Ihre Amplituden hängen von dem Grade der Nichtlinearität ab. Sind eine oder mehrere Schwingungen moduliert, so werden die Seitenbänder von einem auf den anderen Träger durch I. übertragen (→ Kreuzmodulation). Diese gegenseitige Beeinflussung kann als erkennbares Signal oder auch als Geräusch erfolgen. Bei der Raumwellenausbreitung tritt sie auch in nichtlinear wirkenden Schichten der Ionosphäre auf (→ Luxemburg-Effekt). Intermodulationsprodukte, die nicht unterdrückt werden, führen zu unerwünschten → Aussendungen.

Intermodulationsprodukt → Aussendungen, unerwünschte.

Intermodulationsverfahren → Doppeltonverfahren.

International Air Transport Association (IATA). Zusammenschluß der Luftfahrtgesellschaften in einem internationalen Verband, der die Interessen ihrer Mitglieder u. a. auch gegenüber den Luftfahrtbehörden und den Funkbetriebsbehörden und deren internationalen Organisationen vertritt (→ Flugfunkdienst).

International Amateur Radio Union (IARU) → Amateurfunk.

International Cable Protection Committee (ICPC) (Internationales Kabelschutz-Komitee). Gründung: Im Mai 1958 wurde in London das »Cable Damage Committee« (CDC) gegründet. 1967 erfolgte die Namensänderung in »International Cable Protection Committee«. Der Sitz des ICPC ist London. Zweck und Aufgaben: Schutz der Telegrafen- und Fernsprechseekabel gegen Beschädigungen durch Schifffahrt und Fischerei, Zusammenarbeit mit der Fischerei und den betreffenden hydrographischen Instituten, Entsendung von Vertretern des ICPC zu internationalen Fischereiveranstaltungen, Entwicklung von Fischfanggeräten. Ferner gibt das ICPC einen Atlas mit Kabelkarten bis 500 Faden (etwa 915 m) Wassertiefe heraus.

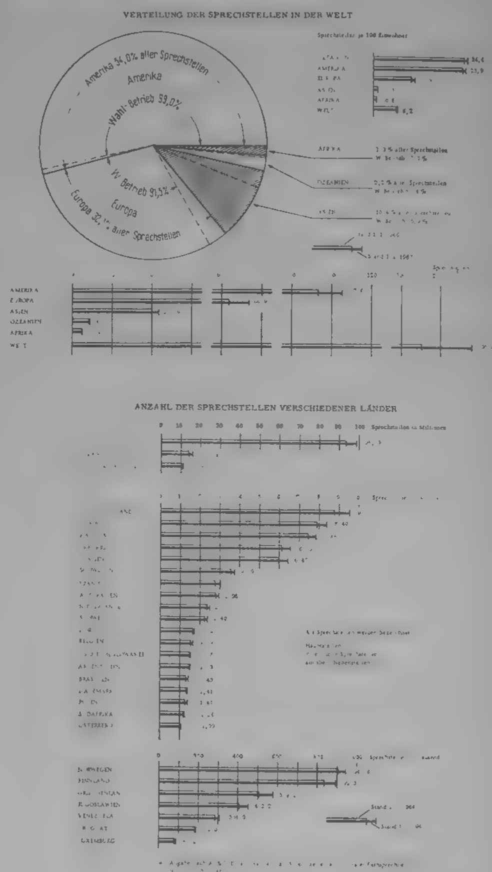
Mitglieder sind die europäischen Fernmeldeverwaltungen der Nordseeanrainerstaaten sowie die bedeutenden Kabelgesellschaften der westlichen Welt. Seit Oktober 1962 ist auch die Verwaltung der DBP Mitglied.

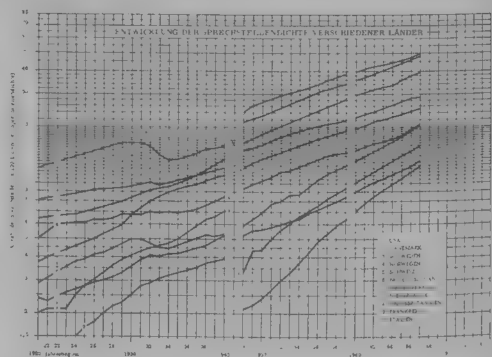
International Civil Aviation Organization (ICAO, OACI). Zusammenschluß der Luftfahrtbehörden der einzelnen Länder zur Organisation der zivilen Luftfahrt und zur Sicherstellung geordneter Flugdurchführungen. Er vertritt die Interessen der Luftfahrt bei den Funkbetriebsbehörden und dessen internationalen Organisationen (→ Flugfunkdienst).

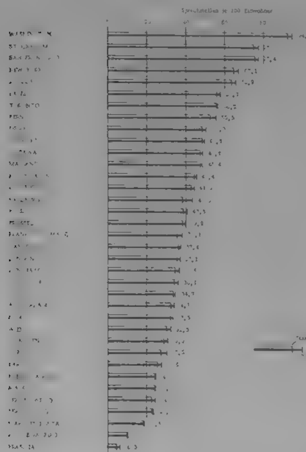
International Telecommunications Satellite Consortium → INTELSAT.

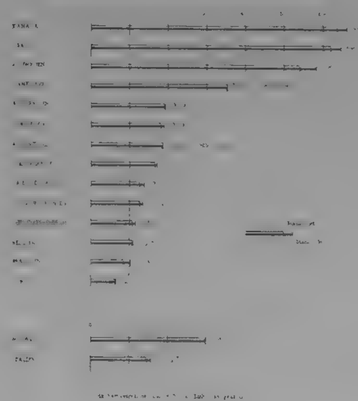
Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC; CEI) (International Electrotechnical Commission; Commission Electrotechnique Internationale). Gegründet wurde die IEC 1904 in St. Louis (USA). Ihre erste Satzung wurde 1906 in London angenommen. Eine Satzungsänderung erfolgte 1949. Die IEC hat sich 1947 der → Internationalen Organisation für Normung (ISO) als deren elektrotechnische Fachabteilung angegliedert. Als Aufgaben stellt sich die IEC die Koordination und Vereinheitlichung der nationalen elektrotechnischen Vorschriften und Normen (Schaffung eines international anerkannten Normenwerkes). Organe sind der Rat mit dem Präsidenten an der Spitze, das Aktionskomitee (beide jährlich tagend), der Schatzmeister, die technischen Komitees (zur Zeit 55) und eine Geschäftsstelle mit Sitz in Genf. Mitglieder sind staatliche Komitees aus 38 Ländern, wobei jedes Land ein Mitglied stellt. Das deutsche Komitee wird vom → Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) unterhalten.

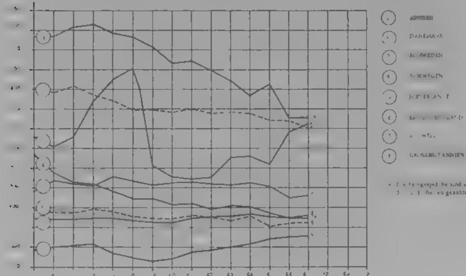
internationale Fernmeldestatistiken.

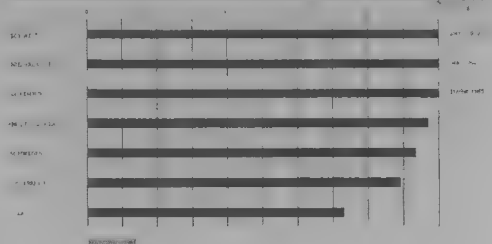












Entwicklung der Zahl der Telexanschlüsse europäischer Länder.

TxAS 1 Mio Einwohner	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Belgien	96	117	137	163	187	215	253	305	359	419	480
Dänemark	279	290	304	307	372	408	444	484	581	655	694
Deutschland BRD	390	485	493	544	647	740	818	877	889	964	1 008
Deutschland SBZ	—	100	135	156	173	215	232	252	264	318	389
Finnland	75	86	93	118	136	178	208	243	288	331	375
Frankreich	22	40	33	54	66	84	109	126	152	184	221
Großbritannien	70	83	97	114	136	166	193	237	272	313	355
Italien	3	4	5	5	7	—	9	27	41	52	66
Japan	3	7	12	19	31	48	63	85	—	146	191
Jugoslawien	—	23	22	27	29	36	43	50	55	63	82
Luxemburg	15	—	—	23	303	387	453	547	570	658	810
Niederlande	162	198	217	253	286	337	381	427	480	547	620
Norwegen	125	116	228	217	279	351	382	—	509	578	631
Österreich	380	439	484	551	627	687	739	778	836	884	939
Polen	—	13	15	15	19	23	27	33	45	57	76
Rumänien	—	—	—	—	—	—	—	18	—	—	—
Schweden	128	149	188	218	238	267	301	337	386	433	486
Schweiz	287	348	413	493	635	725	787	908	1 104	1 177	1 314
Tschechoslowakei	—	—	95	105	—	—	137	195	223	242	261
Ungarn	—	–	—	—	—	—	50	63	80	108	130

Internationale Fernmeldeunion (ITU; UIT) (International Telecommunication Union; Union Internationale des Télécommunications. Die Gründung erfolgte am 17. Mai 1865 in Paris als Welttelegraphenverein (Union Télégraphique Internationale), die Umbenennung 1932 in Weltnachrichtenverein (Union Internationale des Télécommunications, UIT) unter Einbeziehung des von 1906 bis 1932 bestehenden Weltfunkvereins. Die deutsche Bezeichnung wurde nach dem 2. Weltkrieg in Internationaler Fernmeldeverein und 1961 in Internationale Fernmeldeunion geändert. Seit 1947 ist die UIT eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen.

Die Ziele der UIT sind Förderung, Erhaltung und Verbesserung der internat. Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Fernmeldewesens, Bemühungen um den zweckmäßigen Einsatz der Fernmeldeeinrichtungen, Entwicklungsförderung der technischen Nachrichtenmittel, Leistungssteigerung der Fernmeldedienste, Förderung des Aufbaus und der Entwicklung von Fernmeldeeinrichtungen in den sog. Entwicklungsländern, Unterstützung der Bemühungen der Nationen, die gemeinsamen Ziele auf dem Gebiet des Weltnachrichtenwesens zu erreichen und aufeinander abzustimmen.

Die vertraglichen Grundlagen: 1. Der Internationale Fernmeldevertrag (Montreux 1965). Der Internat. Fernmeldevertrag ist ein Vertragswerk, das aus dem eigentlichen Vertrag sowie den Anhängen, Protokollen, Empfehlungen und Begehren besteht. Er wird zwischen den Regierungen geschlossen und bedarf der Ratifikation. Vertragsänderungen, die erneut ratifiziert werden müssen, sind bereits mehrfach erfolgt. Zur Zeit gilt die Fassung von Montreux vom 12. 11. 1965, die am 1. 1. 1967 in Kraft trat.

Im eigentlichen Vertrag sind die Aufgaben, Rechte und Pflichten der Organe der UIT geregelt. In den wichtigsten Kapiteln sind festgelegt die Zusammensetzung, der Zweck und der Aufbau der UIT, die Anwendung des Vertrages und der Vollzugsordnungen sowie die Bestimmungen über den Fernmeldedienst (z. B. Sicherung des Fernmeldegeheimnisses, Haftung der UIT-Mitglieder) und über den Funkdienst. Die Anhänge beinhalten das Mitgliederverzeichnis, bestimmte Begriffsbestimmungen, die Schiedsgerichtsbarkeit und als wichtigstes die Geschäftsordnung der UIT. Unter den Protokollen enthält das Schlußprotokoll Erklärungen von Delegationen, die bestimmte Vertragsvorschriften und Zusätze nicht einhalten können oder auf bestimmte politische Verhältnisse hinweisen. In den Zusatzprotokollen stehen Hinweise über den Finanzhaushalt der UIT. Entschließungen enthalten z. B. Angelegenheiten der UIT, die ihrer Natur nach nicht Gegenstand des Vertrages und seiner Anhänge sein können. In den Empfehlungen werden Wünsche ausgesprochen, die zu befolgen den UIT-Mitgliedern nicht bindend vorgeschrieben ist. Begehren sind Wünsche gegenüber Dritten.

2. Die Vollzugsordnungen (VO). Der Internationale Fernmeldevertrag wird durch 3 Vollzugsordnungen und eine Zusatzvollzugsordnung ergänzt: 1. die Vollzugsordnung für den Telegrafendienst (VOT), 2. die Vollzugsordnung für den Fernsprechdienst (VOFe), 3. die Vollzugsordnung für den Funkdienst (VOFunk), 4. die Zusatzvollzugsordnung für den Funkdienst (ZVOFunk).

Die zur Zeit maßgebenden Fassungen der VOT und der VOFe wurden in der Verwaltungskonferenz (VK) Genf 1958 ausgearbeitet. Die VOFunk und die ZVOFunk wurden ursprünglich in der VK Genf 1959 festgelegt. Sie erfuhren inzwischen mehrere Änderungen durch die außerordentlichen Funk-Vk für den Weltraum-Funkverkehr, Genf 1963, und für den beweglichen Flugfunkdienst (R), Genf 1966, sowie durch die weltweite VK für den beweglichen Seefunkdienst, Genf 1967. Die VO enthalten hauptsächlich Bestimmungen über den Betrieb, die Gebühren und die Gebührenabrechnungen und sind für die UIT-Mitglieder verbindlich. Jedoch ist eine Ratifizierung der VO nicht bindend vorgeschrieben. Durch Erklärung kann ein Mitglied die VO für sein Gebiet außer Kraft setzen.

Zu 1. Die VOT enthält Bestimmungen für den internat. Telegrafenverkehr, wie Vorschriften über Gebühren und deren Berechnung, über zugelassene Telegrafierzeichen und Regeln über das Abfassen von Auslandstelegrammen.

Zu 2. In der VOFe stehen Vorschriften für den internat. Fernsprechverkehr, u. a. Begriffsbestimmungen, Richtlinien für die Netzgestaltung, für Dienstzeiten und amtliche Fernsprechbücher sowie Vorschriften über Gesprächsarten, Abwicklung des internat. Fernsprechverkehrs sowie Berechnung und Abrechnung der Gebühren.

Zu 3. Die VOFunk ist die umfangreichste VO und enthält betriebliche Vorschriften. Sie umfaßt eine Festlegung der Begriffe und Fachausdrücke, eine Regelung über die Zuteilung und Benutzung der Funkfrequenzen, eine Anweisung für die Anmeldung und Eintragung der Frequenzen beim IFRB, Maßnahmen zum Verhüten von Störungen im Funkdienst und Anweisungen über das Funkgeheimnis, über Notzeichen und Notverkehr sowie über Funkgespräche und Funktelegramme.

Zu 4. Die ZVOFunk enthält besondere Vorschriften zur Abwicklung des Funkdienstes mit beweglichen Funkstellen (z. B. Schiffen).

Mitglieder: Der UIT gehören z. Z. 135 Mitgliedstaaten an. Mitglieder können Länder und Territorien werden, die bestimmte völkerrechtliche Voraussetzungen erfüllen. Es gibt ordentliche und außerordentliche Mitglieder. Letztere haben kein Stimmrecht.

Die Organe der UIT: 1. Die Konferenz der Regierungsbevollmächtigten, kurz Regierungskonferenz, 2. Die Verwaltungskonferenzen (VK), 3. Der Verwaltungsrat (VR), 4. Die ständigen Einrichtungen (Generalsekretariat, CCIR, CCITT, IFRB).

Zu 1. Die Regierungskonferenz (RK) ist das oberste gesetzgebende Organ der UIT. Sie tritt

i. d. R. alle 5 Jahre zusammen und umfaßt die Delegationen aller ordentlichen und außerordentlichen Mitglieder. Jede Delegation der ordentlichen Mitglieder hat eine Stimme. Nach dem 2. Weltkrieg fanden folgende RK statt: 1947 in Atlantic City, 1952 in Buenos Aires, 1959 in Genf und 1965 in Montreux. Die Aufgaben der RK sind Festlegung der Grundsätze zur Erfüllung der Ziele und Aufgaben der UIT, Kontrolle des VR und Prüfung seines Berichtes, Regelung der Finanzen der UIT. Sie wählt die Mitglieder des VR, den Generalsekretär des Generalsekretariats und seinen Stellvertreter. Sie überprüft den Internat. Fernmeldevertrag und kann ihn ggf. ändern und jede Frage des internat. Fernmeldeverkehrs behandeln und regeln.

Zu 2. Die Verwaltungskonferenzen (VK) behandeln und entscheiden die in den Vollzugsordnungen aufgeführten Angelegenheiten. Es gibt je eine VK für den Telegrafendienst (zuletzt Genf 1958), den Fernsprechdienst (zuletzt Genf 1958) und den Funkdienst (zuletzt Genf 1959), ferner außerordentliche Funk-Vk (Genf 1963).

Zu 3. Der Verwaltungsrat (VR) ist oberstes leitendes Organ der UIT in der Zeit zwischen den RK. Der VR hat zur Zeit 29 Mitglieder. Er tagt mindestens einmal jährlich in Genf. Der VR löst dringende UIT-Aufgaben und sorgt für die Durchführung des Internat. Fernmeldevertrags, der Vollzugsordnungen, der Beschlüsse der RK und anderer Konferenzen usw., ferner sorgt er für die Koordination der Arbeiten der anderen UIT-Organe sowie gegenüber anderen internat. Organisationen. Seit 1959 ist auch die Bundesrepublik Deutschland Mitglied im VR.

Zu 4. Die ständigen Einrichtungen der UIT: 4.1. Das Generalsekretariat; 4.2. Der Internationale Beratende Ausschuß für den Telegrafen- und Fernsprechdienst (CCITT); 4.3. Der Internationale Beratende Ausschuß für den Funkdienst (CCIR); 4.4. Der Internationale Ausschuß für Frequenzregistrierung (IFRB).

Zu 4.1. Das Generalsekretariat ist eine Verwaltungsorganisation und gleichsam die Geschäftsstelle der UIT mit Sitz in Genf. Die Leitung obliegt dem Generalsekretär, dem ein Vizegeneralsekretär beigegeben ist. Die Hauptaufgaben sind: Koordination der Tätigkeit der ständigen Organe der UIT, Erledigung der Verwaltungsarbeit bei der Einberufung und Tätigkeit der einzelnen Konferenzen, Sammlung und Veröffentlichung von Empfehlungen, Berichten, Abkommen usw. auf dem Gebiet des Fernmeldewesens, Abwicklung der Finanzgeschäfte der UIT und ihrer ständigen Einrichtungen.

Zu 4.2. Der Internationale Beratende Ausschuß für den Telegrafen- und Fernsprechdienst (CCITT) (frz.: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). Das CCITT entstand Ende 1956 aus dem Zusammenschluß der Beratenden Ausschüsse CCIF (für den Fernsprechdienst, gegründet 1924) und CCIT (für den Telegrafendienst, gegründet 1925). Es ist eine ständige Einrichtung der → Internationalen Fernmeldeunion (UIT) mit eigener Organisation. Die vertraglichen Grundlagen sind in Artikel 14 des Internat. Fernmeldevertrags (Montreux 1965) enthalten.

Die Aufgaben des CCITT sind das Studium technischer Fragen, Betriebs- und Gebührenfragen in bezug auf Telegrafie und Fernsprechen und die Herausgabe von Empfehlungen zur günstigsten Lösung dieser Fragen. Die Empfehlungen werden in Studienkommissionen, die von der Vollversammlung eingesetzt werden, vorbereitet und in der Vollversammlung beschlossen. Alle Mitgliedsländer der UIT können an den Vollversammlungen und an den Arbeiten und Beratungen der Studienkommissionen teilnehmen.

Die Einrichtungen des CCITT: 1. Die Vollversammlung tritt i. d. R. alle 3 Jahre zusammen. Die letzte war 1964 in Genf. Sie wählt zur Zeit etwa alle 6 Jahre den Direktor, setzt die Studienkommissionen ein und erteilt ihnen Aufträge. Die Ergebnisse der Vollversammlungen sind als Empfehlungen, Berichte usw. in sog. Farbbüchern niedergelegt, wobei die Farbe des Einbandes die jeweilige Studienperiode kennzeichnet. Vor dem Zusammenschluß des CCIF und CCIT gaben die beiden Ausschüsse zum Abschluß jeder Studienperiode noch verschiedenfarbige Bücher heraus. Von 1957 bis 1964 erschienen beim CCITT dann die sog. Rotbücher und danach die sog. Blaubücher.

2. Der Direktor leitet das CCITT und koordiniert die Arbeiten der Vollversammlung und der Studienkommissionen.

3. Das Fachsekretariat unterstützt den Direktor und erledigt die laufenden Verwaltungsarbeiten.

4. Die Studienkommissionen werden zu notwendigen Untersuchungen von der Vollversammlung eingesetzt. Zur Zeit gibt es folgende: I Telegrafenbetrieb und -gebühren (einschl. Telexdienst); II Fernsprechbetrieb und -gebühren; III Allgemeine Gebührengrundsätze, Vermietung von Fernmeldeleitungen; IV Unterhaltung des internat. Fernmeldenetzes; V Schutz gegen elektromagnetische Beeinflussung (Gefährdung und Störung) der Fernmeldeanlagen; VI Schutz und Eigenschaften der Kabelmäntel und der Maste; VII Begriffsbestimmungen und Symbole; VIII Telegrafenapparate; IX Telegrafieübertragungsgüte, Eigenschaften der Geräte und Richtlinien für die Unterhaltung der Telegrafiekanäle; X Telegrafievermittlung; XI Fernsprechvermittlung und -zeichengabe; XII Fernsprechübertragungsgüte und Fernsprechortsnetze; XIII Halb- und vollautomatische Fernsprechnetze; XIV Faksimiletelegrafieübertragung und -einrichtungen; XV Übertragungssysteme; XVI Fernsprechleitungen; außerdem 3 Sonderkommissionen: A Datenübertragung; B Weltweites halb- und vollautomatisches Fernsprechnetz; C Geräusche (gemischte Sonderkommission CCITT/CCIR); ferner 5 gemischte Kommissionen CCITT/CCIR: Weltweite Plankommission und Regionale Plankommissionen für Europa und den Mittelmeerraum, für Afrika, für Asien und Ozeanien, für Lateinamerika; ferner die gemischte Kommission CCIR/CCITT, CMTT, Fernsehübertragung auf große Entfernungen. Die meisten Kommissionen haben noch eine Reihe von

Arbeitsgruppen unter sich. Daneben bestehen 5 selbständige Sonderarbeitsgruppen. Die Arbeitsgruppen sind zum Teil gemischt.

5. Die Laboratorien und technischen Anlagen, die von der UIT eingerichtet werden.

Zu 4.3. Der Internationale Beratende Ausschuß für den Funkdienst (CCIR) (frz.: Comité Consultatif International des Radiocommunications). Das CCIR wurde 1927 gegründet. Es ist eine ständige Einrichtung der → Internationalen Fernmeldeunion (UIT) mit eigener Organisation. Die vertraglichen Grundlagen sind in Artikel 14 des Internat. Fernmeldevertrags (Montreux 1965) enthalten.

Die Aufgaben des CCIR sind das Studium technischer Fragen des Funkdienstes und die Herausgabe von Empfehlungen zur günstigsten Lösung dieser Fragen. Die Empfehlungen werden in Studienkommissionen, die von der Vollversammlung eingesetzt werden, vorbereitet und in der Vollversammlung beschlossen. Alle Mitgliedsländer der UIT können an den Vollversammlungen und an den Arbeiten und Beratungen der Studienkommissionen teilnehmen. Betriebsgesellschaften, industrielle, wissenschaftliche und internationale Organisationen können zu den Fachberatungen zugelassen werden.

Die Einrichtungen des CCIR: 1. Die Vollversammlung tritt i. d. R. alle 3 Jahre zusammen. Die letzte war 1966 in Oslo. Sie wählt zur Zeit etwa alle 6 Jahre den Direktor, setzt die Studienkommissionen ein und erteilt ihnen Aufträge. Die Ergebnisse der Vollversammlung sind als Empfehlungen, Berichte usw. in den »Schlußdokumenten« der jeweiligen Vollversammlung niedergelegt, wobei die Farbe des Einbandes die Sprache kennzeichnet. So sind die Grünbücher in englischer, die Blaubücher in französischer Sprache abgefaßt.

2. Der Direktor leitet das CCIR und koordiniert die Arbeiten der Vollversammlung und der Studienkommissionen.

3. Das Fachsekretariat unterstützt den Direktor und erledigt die laufenden Verwaltungsarbeiten.

4. Die Studienkommissionen werden zu notwendigen Untersuchungen von der Vollversammlung eingesetzt. Zur Zeit gibt es folgende:

I Funksender; II Funkempfänger; III Systeme des festen Funkdienstes; IV Fernmeldesysteme des Weltraumfunkdienstes; V Troposphärische Wellenausbreitung; VI Ionosphärische Wellenausbreitung; VII Normalfrequenzen, Zeitzeichen; VIII Internationale Funküberwachung; IX Richtfunk; X Tonrundfunk und Programmaufzeichnung; XI Fernsehen; XII Tropenrundfunk; XIII Bewegliche Funkdienste; XIV Wörterbuch, Symbole usw.; außerdem die gemischte Arbeitsgruppe CCI/IEC Graphische Symbole und die gemischte Kommission CCIR/CCITT, CMTT, Fernseh- und Tonübertragung auf große Entfernungen. Daneben bestehen noch internat. Korrespondenzarbeitsgruppen der Studienkommissionen innerhalb des CCIR.

Zu 4.4. Der Internationale Ausschuß für Frequenzregistrierung (IFRB) (engl.: International Frequency Registration Board).

Der IFRB ist eine ständige Einrichtung der → Internationalen Fernmeldeunion (UIT) mit Sitz in Genf. Er entstand 1947 und hat zur Zeit 5 Ausschußmitglieder. Jede Region der Erde stellt 1 Mitglied. Die Mitglieder werden von der Ordentlichen Funkverwaltungskonferenz gewählt. Diese wiederum wählen ihren Präsidenten und dessen Stellvertreter auf 1 Jahr. Nach dieser Zeit wird der Präsident vom Vizepräsidenten abgelöst und der Ausschuß wählt einen neuen Stellvertreter.

Die Aufgaben des IFRB: Er registriert die von den einzelnen Ländern vorgenommenen Frequenzzuteilungen, um ihre amtl. internat. Anerkennung sicherzustellen, und gibt Empfehlungen zur Vermeidung von gegenseitigen Frequenzstörungen und zur optimalen Ausnutzung des Frequenzspektrums. Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben hat er ein ständiges Fachsekretariat in Genf. Arbeitsgrundlage des IFRB ist die umfangreiche → Vollzugsordnung für den Funkdienst. Sie umfaßt eine Festlegung der Begriffe und Fachausdrücke, eine Regelung über die Zuteilung und Benutzung der Funkfrequenzen, eine Anweisung für die Anmeldung und Eintragung der Frequenzen beim IFRB, Maßnahmen zum Verhüten von Störungen im Funkdienst und Anweisungen über das Funkgeheimnis, über Notzeichen und Notverkehr sowie über Funktelegramme und Funkgespräche.

Die Sprachen der UIT: Die UIT hat sich aus Kostengründen auf wenige Sprachen beschränkt. Die amtlichen Sprachen der UIT sind seit 1947 die chinesische, englische, französische, spanische und russische Sprache. Arbeitssprachen sind dagegen nur das Englische, Französische und Spanische. In die amtlichen Sprachen werden alle endgültigen Dokumente der Regierungskonferenzen, Verwaltungskonferenzen und amtlichen Dienstbehelfe übersetzt. Alle anderen Veröffentlichungen erscheinen in den 3 Arbeitssprachen. Bei Meinungsverschiedenheiten wegen der Auslegung des Wortlautes ist der französische Text maßgebend.

Die Finanzen der UIT: Das Budget wird vom Generalsekretär vorgeschlagen und vom Verwaltungsrat beraten und genehmigt. Die Einnahmen resultieren aus den Mitgliederbeiträgen und den in den CCI's mitarbeitenden Firmen und Organisationen. Jedes Mitglied stuft sich nach eigenem Ermessen in eine der 14 Beitragsklassen ein, die zwischen $^1/_2$ bis 30 Einheiten liegen. Eine Einheit ist ein bestimmter jährlich zu zahlender Betrag. Die Ausgaben der UIT umfassen die Kosten für den Verwaltungsrat, die ständigen Organe und die Konferenzen.

Das Budget 1966 betrug 23,3 Mio Schweizer Franken.

Klan

Internationale Funkwissenschaftl. Union → URSI.

Internationale gemischte Kommission zum Schutze der Fernmeldelinien und Kanalanlagen → CMI.

Internationale Hochspannungskonferenz (CIGRE) (International Conference on Large Electric Systems; Conférence Internationale des Grande Réseaux Electriques). Die Gründung erfolgte 1921 in Paris unter Führung der → Internationalen Elektrotechnischen Kommission. Ziele sind die Förderung der Untersuchung aller technischer Fragen betreffend die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie, den Bau und die Arbeitsweise von Anlagen sowie die Konstruktion, Isolation und Instandhaltung der Übertragungsstrecken. Aufbau: Die Generalversammlung (alle 2 Jahre tagend) wählt den Verwaltungsrat, der den Generalausschuß ernennt. Zur Zeit gibt es 19 internat. Studienkommissionen. Mitglieder sind etwa 3000 Einzel- und Kollektivmitglieder und zahlreiche nationale Organisationen.

internationale Kennzahl → Länderkennzahl.

Internationale Meteorologische Organisation, die Vorgängerin (1873 bis 1951) der → Weltorganisation für Meteorologie.

internationale Organisationen des Fernmeldewesens. Die wohl bedeutendste internationale Organisation auf dem Gebiete des Fernmeldewesens ist der 1865 gegründete »Welttelegraphenverein«. Aus ihm ist 1932 unter Einbeziehung des von 1906 bis 1932 bestehenden Weltfunkvereins der Weltnachrichtenverein hervorgegangen. Die deutsche Bezeichnung wurde nach dem 2. Weltkrieg in Internationale Fernmeldeunion abgeändert. Die zahlreichen anderen bis heute entstandenen Institutionen reichen von den verschiedenen internationalen Funk- und Fernsehvereinigungen bis zu den erst in jüngster Zeit entstandenen Satellitengesellschaften. Aus der Vielzahl der internationalen Zusammenschlüsse auf dem Gebiet des Fernmeldewesens, einschließlich derer, die neben ihren sonstigen Aufgaben auch wichtige Aufgaben im Zusammenhang mit dem Fernmeldewesen wahrnehmen, sind die bedeutendsten folgende:

Internationale Fernmeldeunion (ITU, UIT) mit den Ausschüssen CCITT, CCIR und IFRB,

CEPT (Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post- und Fernmeldewesen),

CMI (Internationale gemischte Kommission zum Schutze der Fernmeldelinien und Kanalanlagen),

International Cable Protection Committee (ICPC), früher Cable Damage Committee,

CISPR (Internationaler Sonderausschuß für Störungen im Rundfunkverkehr),

Europäische Rundfunkunion (EBU, UER),

Eurovision,

Internationale Rundfunk- und Fernsehorganisation (OIRT),

Intervision,

Weltrundfunkverein (IBU, UIR),

Internationaler Seefunkausschuß (CIRM),

International Amateur Radio Union (IARU),

Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC, CEI),

Internationale Organisation für Normung (ISO),

Internationale Hochspannungskonferenz (CIGRE),

International Civil Aviation Organization (ICAO, CACI),

International Air Transport Assoziation (IATA),

CETS (Konferenz europäischer Staaten über Fernmeldeverbindungen mit Satelliten),

ELDO, CECLES (Europäische Organisation zur Entwicklung von Trägerraketen),

ESRO, CERS (Europäische Raumforschungsorganisation),

INTELSAT (Internationales Fernmeldesatelliten-Konsortium) mit ICSC,

SYMPHONIE (Satellitenprojekt der BRD und Frankreich).

Außer den bereits aufgeführten internationalen Vereinigungen gibt es noch zahlreiche andere, die mehr oder weniger eng mit dem Fernmeldewesen verbunden sind, wie z. B.

Weltorganisation für Meteorologie (WMO, OMM),

Interpol (Internationale kriminalpolizeiliche Organisation),

Internationale Handelskammer (CCI),

Internationaler Verband für Dokumentation (FID),

Internationaler Eisenbahnverband (UIC),

Internationale Union der Erzeuger und Verteiler von elektrischer Energie (UNIPEDE),

Internationaler Verband für öffentliches Verkehrswesen (UITP),

Internationale Vereinigung der Gasindustrie (UIG),

Internationaler Ausschuß des Presse-Fernmeldewesens (CITP),

Europäischer Verband der Hersteller von elektronischen Rechenmaschinen,

Europäisches Komitee für Normung (CEN),

Europäische Flugsicherheitsorganisation (Eurocontrol),

Commonwealth Fernmeldebehörde,

Interamerikanischer Rundfunkverein (AIR),

Asiatische Rundfunkkonferenz,

Afrikanische und Madagassische Union des Post- und Fernmeldewesens (UAMPT),

Afrikanische Union für das Post- und Fernmeldewesen (APTU),

Verein der nationalen Rundfunk- und Fernsehunternehmen Afrikas (URTNA).

Literatur: Yearbook of International Organizations, 1964—1965, 10. Ausgabe. herausgegeben von der Union of International Associations, Brüssel. *Klan*

Internationale Organisation für Normung (ISO) (International Organization for Standardization; Organisation Internationale de Normalisation). Gegründet wurde die ISO 1946 in London als Nachfolgerin der Internat. Vereinigung der Nationalen Verbände für Normung (1926–1942) und des Ausschusses für die Koordinierung der Normungsarbeiten der Vereinten Nationen (1944–1946). 1947

hat sich die → Internat. Elektrotechnische Kommission (IEC) der ISO als deren elektrotechnische Fachabteilung angegliedert.

Zweck und Ziel der ISO ist die Förderung und Entwicklung von Normen in der Welt, um den internat. Waren- und Dienstleistungsaustausch zu erleichtern und die Zusammenarbeit auf intellektuellem, wissenschaftlichem, technischem und wirtschaftlichem Gebiet zu entwickeln. Die Ergebnisse der Arbeiten sind ISO-Empfehlungen und ggf. Normen. Organe der ISO sind die Generalversammlung (alle 3 Jahre tagend), das Konzil, der Präsident, der Vizepräsident und der Schatzmeister, der Generalsekretär und sein Stab, die technischen Komitees (z. Z. 122) und die Abteilungen. Mitglieder sind z. Z. 55 Nationale Komitees aus zahlreichen Ländern.

internationale Rufnummer. Nach → internationaler Zugangszahl zu wählende Nummer, um im halb- und vollautomatischen Auslandsfernsprechverkehr Teilnehmer in einem fremden Land zu erreichen. Die i. R. enthält → Länderkennzahl des Ziellandes und → nationale Rufnummer des gerufenen Teilnehmers ohne Verkehrsausscheidungsziffer des Ziellandes.

Die i. R. eines deutschen Teilnehmers setzt sich zusammen aus

Länderkennzahl (49) — Ortskennzahl — Teilnehmerrufnummer

Beispiel: Teilnehmer 23 45 67 in Düsseldorf
hat I. 49 211 23 45 67

Wegen beschränkter Speicherkapazität von in Betrieb befindlichen → Registern für den Auslandsfernsprechverkehr und zunehmender Wahrscheinlichkeit von Teilnehmerfalschwahl mit steigender Stellenzahl empfiehlt das CCITT zunächst für die Lebensdauer bestehender Wähleinrichtungen (etwa bis 1990) die Gestaltung nationaler Numerierungspläne derart, daß die i. R. maximale Stellenzahl 12 nicht überschreitet. Daraus ergeben sich Einschränkungen für Länge der → nationalen Rufnummer und damit der Teilnehmerrufnummer.

Internationale Rundfunk- und Fernsehorganisation (OIRT) ist der übernationale Zusammenschluß der Rundfunkorganisationen der sog. Ostblockländer und einiger blockfreier Länder. Sie wurde 1946 in Brüssel als Nachfolgeorganisation des Weltrundfunkvereins (Union Internationale de Radiophonie, UIR) (Handwörterbuch d. elektr. Fernmeldewesens, Ausg. 1929, 2. Bd., Verlag Julius Springer, Berlin) gegründet unter der damaligen Bezeichnung »Internationale Rundfunkorganisation« (Organisation Internationale de Radiodiffusion, OIR). Wegen politischer Gegensätze verließen die westeuropäischen Rundfunkorganisationen 1950 die OIR und gründeten die → Europäische Rundfunkunion.

Organe der OIRT (Organisation Internationale de Radiodiffusion et Télévision) sind Generalversammlung und Verwaltungsrat sowie Generalsekretariat und Technische Zentrale in Prag. Der Verwaltungsrat wählt aus seinen Mitgliedern den Präsidenten und den Vizepräsidenten. Der OIRT gehören (1968) 24 aktive Mitglieder und 1 angeschlossenes Mitglied an. Drei Kommissionen: Hörfunkprogrammkommission, Fernsehprogrammkommission und Technische Kommission.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen, Verlag Hans Bredow-Institut, Hamburg.

internationale Tarifentwicklung — Fernsprechwesen —. a) Europäischer (kontinentaler) Endverkehr. Mangels international anerkannter Regeln wurden die Tarife für grenzüberschreitenden Sprechverkehr zunächst nach nationalen Gesichtspunkten festgesetzt, wenn auch in einem bilateralen Übereinkommen (Vollzugsordnung 1885 Berlin). So betrug die Gesprächsgebühr auf der ersten internationalen Fernsprechleitung Basel–St. Ludwig (Elsaß) (im Betrieb seit 1. 8. 1886) 1 Mark für die unteilbare Gebühreneinheit von 5 min. Die Gebühreneinheit wurde indessen schon bald (1890) auf 3 min herabgesetzt, international durch die Vollzugsordnung 1903 London. Durch die Ausdehnung des internationalen Fernsprechverkehrs ergab sich aus Gründen der Gebührengerechtigkeit schon bald die Notwendigkeit der Zonenbildung, für Deutschland erstmals für den Verkehr mit der Schweiz durch das Abkommen vom 15. 6. 1898. Hier wurden auch erstmals ermäßigte Gebühren für den Grenzfernsprechverkehr vereinbart. Die Zonenabgrenzungen wurden anfangs nach geographischen Merkmalen (Flüsse, Eisenbahnlinien usw.) orientiert. Im Verkehr mit Österreich-Ungarn waren jedoch die Zonen von Anfang an ausschließlich nach der Luftlinienentfernung zwischen den Sprechorten gebildet worden. Dieses System wurde im Verkehr mit Österreich und der Tschechoslowakei auch bis zum 2. Weltkrieg beibehalten, seit 1909 jedoch durch Anwendung des Taxquadratverfahrens (Gebührenfeldverfahren, → Gebührenfeldzahl). Schon vor dem 1. Weltkrieg versuchte die deutsche Verwaltung, das Taxquadratverfahren auch auf die Verkehrsbeziehungen mit anderen Ländern auszudehnen; es gelang endgültig indessen erst 1931. Soweit nicht, wie im Falle Österreich, Tschechoslowakei, Luxemburg und Danzig, die direkte Entfernungsmessung nach dem Taxquadratverfahren zwischen den Sprechorten in Frage kam (die Taxquadratkarte umfaßte vor dem 1. Weltkrieg bereits auch die Schweiz, Österreich, die Tschechoslowakei und Luxemburg; sie wurde während des 1. Weltkrieges im Osten auf ehemals russische, zeitweise unter deutscher Verwaltung stehende Gebiete ausgedehnt), wurde das Taxquadrat des Grenzübergangs der Fernkabel in das betreffende Land als Gebührenmeßpunkt festgelegt, um den mit Hilfe des Taxquadratverfahrens in je 100 km Entfernung Quasi-Kreise geschlagen wurden, die die deutschen Zonen im Verkehr mit dem betreffenden Land darstellten. Entsprechend der West-Ost-Ausdehnung des Deutschen Reiches waren 13 bis 14 Zonen möglich; indessen wurden die Verhältnisse durch Zusammenlegen insbesondere der Weitzonen noch vor Ausbruch des 2. Weltkrieges erheblich vereinfacht. Da im Grenzverkehr das Taxquadratverfahren wegen des groben Rasters ver-

sagte, wurden die Entfernungen nach den Luftlinien zwischen den Sprechorten gemessen.

Am 31. 7. 1914 galten in Deutschland für gewöhnliche 3-Minuten-Gespräche folgende Erhebungsgebühren im Verkehr mit

Belgien	1,00 — 3,00 M
Dänemark	1,00 — 3,00 M
Frankreich	1,00 — 6,50 M
Italien	3,00 — 5,00 M
Luxemburg	0,50 — 2,50 M
Niederlande	0,50 — 2,50 M
Norwegen	3,50 — 6,50 M
Österreich	0,50 — 4,00 M
Schweden	2,00 — 5,00 M
Schweiz	0,25 — 3,00 M
Ungarn	3,00 — 4,00 M.

Einzelgespräche zur Nachtzeit genossen teilweise schon vor dem 1. Weltkrieg eine Ermäßigung (so im Verkehr mit Dänemark seit 1905, mit Österreich seit 1909, mit Frankreich seit 1910, mit der Schweiz seit 1913 und mit Italien seit 1914), allgemein (in Höhe von 40 v.H.) jedoch erst vom 1. 11. 1926 an (Vollzugsordnung 1925 Paris).

Nach dem 1. Weltkriege rechnete die deutsche Verwaltung für 50 km Luftlinie mit 0,15 Goldfrank (Gfr) je 3-Minuten-Einheit, mußte diesen Satz nach der Inflation jedoch verdoppeln. Erste Empfehlungen auf internationaler Ebene entstanden 1925 in Paris. Danach setzte sich die Endgebühr je 3-Minuten-Einheit aus 0,60 Gfr je 100 km Luftlinie als Leitungsanteil und 0,60 Gfr (bei angrenzenden Zonen) oder 0,80 Gfr (bei nichtangrenzenden Zonen) als Vermittlungsanteil zusammen. Die deutsche Verwaltung wandte von 1927 an meistens einen Leitungsanteil von 0,60 Gfr je 100 km Luftlinie und einen Vermittlungsanteil von 0,90 Gfr an. Für die Benutzung von Seekabeln galten besondere Vereinbarungen. Nach dem 1. 11. 1926 wurde die unteilbare 3-Minuten-Einheit nur noch im Grenzverkehr beibehalten; im Weitverkehr wurden die 4. und jede weitere min einzeln berechnet. Auch im Grenzverkehr wurde dieses System vom 1. 1. 1939 an mit einzelnen Ländern eingeführt, nach dem 2. Weltkriege jedoch wieder verlassen.

Die bis dahin üblichen Gebührensätze wurden 1935 erstmals durch Selbstkosten-Ermittlungen auf internationaler Ebene nachgeprüft. Das Fortschreiten der technischen Entwicklung und die Rationalisierung der Betriebsmethoden bedingten 1949, 1954, 1956 und 1960 weitere Selbstkostenermittlungen, die alle ihren Niederschlag in einer CCITT-Empfehlung für die Tarifbildung fanden (CCITT = Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). Abgesehen vom Grenzverkehr wird danach nach 3 verschiedenen technischen Entwicklungsstufen unterschieden: Alte Bedingungen (Fall a), moderne Bedingungen (Fall b), Übergangsbedingungen (Fall c). »Alte Bedingungen« liegen vor, wenn die internationalen Leitungen ausschließlich niederfrequent in pupinisierten Kabeln oder oberirdisch, »moderne Bedingungen«, wenn die Leitungen ausschließlich trägerfrequent verlaufen. »Übergangsbedingungen« setzen etwa 50 v.H. Trägerfrequenzleitungen zwischen zwei Ländern voraus. Für den Leitungsanteil einer Gebühr je 3-Minuten-Einheit werden 0,60 (Fall a), 0,25 (Fall b) oder 0,40 (Fall c) Gfr angesetzt, für den Vermittlungsanteil 0,60 (Fall a) oder 0,80 (Fall b oder c) Gfr, bei halbautomatischer Betriebsweise jedoch für die Ankunfts-Vermittlungsstelle nur 0,30 Gfr und für eine automatische Transit-Vermittlungsstelle nur 0,45 Gfr.

Bei der Tarifierung des internationalen vollautomatischen Fernsprechdienstes gelten für den Leitungsanteil der Gebühr die gleichen Sätze wie im manuellen Dienst, für den Vermittlungsanteil allgemein jedoch je 3-Minuten-Einheit die Sätze 0,50 Gfr für die Abgangs-Vermittlungsstelle, 0,30 Gfr für die Ankunfts-Vermittlungsstelle und 0,45 Gfr für eine automatische Transit-Vermittlungsstelle. Während für den manuellen Dienst eine Mindestgebühr von 3 min angesetzt und die überschießende Zeit nach min berechnet wird (wobei angebrochene min als volle min zählen), ist im vollautomatischen Dienst die wirkliche Gesprächsdauer maßgebend. Die oben angegebenen Sätze gelten daher zwar für 3 min wirklicher Gesprächsdauer, doch wird international eine Tarifierung nach min oder nach der Zeit-Impuls-Zählung empfohlen.

Die durch die technische Entwicklung bedingte Gegenläufigkeit in der Entwicklung der Selbstkosten für Leitungs- und Vermittlungsanteile macht von Zeit zu Zeit neue Feststellungen nötig, so z. B. seit 1965 durch die Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT); die Ergebnisse liegen noch nicht vor. Der ständig kleiner werdende Leitungsanteil an der Gesamtgebühr könnte, auf längere Zeit gesehen, zu annähernd einheitlichen Gesprächsgebühren innerhalb Europas führen.

b) Europäischer (kontinentaler) Durchgangsverkehr.

In den Abkommen mit Dänemark und den Niederlanden hatte die deutsche Verwaltung 1903 vorgesehen, als Durchgangsgebühr die von Hamburg bzw. Köln im Verkehr mit dem dritten Lande geltende Endgebühr zu erheben. Sinngemäß verfuhr sie während des 1. Weltkrieges, als für über Deutschland zu leitende Gespräche von Belgien nach Luxemburg der deutsche Durchgangsanteil entsprechend der für den deutsch-belgischen Verkehr anzuwendenden höchsten Zone festgesetzt, aus ihm allerdings auch der luxemburgische Endanteil bezahlt wurde.

Für die erste Durchgangsleitung in Europa, Fp 1010 Berlin—Frankfurt a. M.—Mailand (1. 4. 1914), erhielt die Schweiz bei etwa 150 km Luftlinie und 300 km wirklicher Leitungslänge je Gebühreneinheit von 3 min 2 Franken (etwa 1,70 M) bei einer jährlichen Mindestentschädigung von 45 000 Franken.

Obgleich das Reichspostamt schon 1906 bei Leitungslängen bis 50 km 0,25 M, über 50 bis 100 km 0,50 M und über 100 bis 250 km 1,00 M je Gebühreneinheit von 3 min als Anhalt für Transitvergütungen angab, wurden nach dem 1. Weltkrieg doch je 50 km Luft-

linie zunächst nur 0,15 Gfr erhoben, bis dieser Satz 1924 verdoppelt werden mußte. Erste Empfehlungen auf internationaler Ebene entstanden 1925 in Paris. Danach waren je 100 km Luftlinie 0,60 Gfr als Leitungsanteil zu erheben. Bei vermitteltem Durchgang kam ein Vermittlungsanteil von zuerst 1,00 Gfr, seit 1936 nur noch 0,60 Gfr in Ansatz. Von 1936 an war die Luftlinienentfernung nur noch auf volle 50 km aufzurunden, wobei für 50 km nur 0,30 Gfr erhoben wurden.

Die deutsche Einnahme aus dem Durchgangsverkehr stieg von 0,6 Mio RM im Jahre 1926 auf 3,2 Mio RM im Jahre 1930.

Für die Entwicklung nach 1936 wird auf a) verwiesen.

Teilweise entsteht bei der Abwicklung rein nationalen Verkehrs in anderen Ländern Durchgangsverkehr, z. B. mit abgetrennten Gebietsteilen (Ostpreußen, Büsingen usw.) oder aus geographischen Gründen (Kl. Walsertal, Jungholz, Berchtesgadener Zipfel). Erster derartiger Verkehr am 15. 7. 1902 zwischen Salzburg/Hallein und Unken durch Vermittlung in Bad Reichenhall. 1909 Inbetriebnahme einer Leitung Innsbruck-Wien über deutsches Gebiet, ebenso einer Leitung Büsingen-Gailingen über schweizerisches Gebiet. Nach Abtrennung Ostpreußens 1920 wurden durch nunmehr polnisches Gebiet aufgrund eines besonderen Abkommens (RGesBl 1921, S. 1069ff.) 4, später 2 Fernsprechleitungen bis 1930 weiterbetrieben. Als Folge der Veränderungen der Tschechoslowakei nach 1938 verlief eine Reihe von innertschechischen Leitungen über nunmehr deutsches Staatsgebiet. Für alle diese Fälle waren bilaterale Vereinbarungen notwendig.

c) Fernsprechverkehr mit Übersee (interkontinentaler Fernsprechverkehr).

Schwächstes Glied in der Kette einer Überseeverbindung war lange Zeit die eigentliche Funkstrecke. Zeiten schlechter Verständigung durch atmosphärische Störungen oder Schwunderscheinungen müssen von der in Rechnung zu stellenden Gesprächsdauer abgesetzt, die Gesprächsverbindungen daher ständig beobachtet werden. Dieser zum Europaverkehr vergleichsweise größere Personaleinsatz und die längere Bereitstellung der Landleitungen führten etwa zur Verdoppelung der rein kontinentalen Gebührensätze. Eine erhebliche Verbesserung wurde hierin mit der Auslegung von Seekabeln (1956) eingeleitet. Beispielsweise wurde die 3-Minuten-Gebühr im deutsch-amerikanischen Verkehr von 390 RM (1928) auf 36 DM (1967) gesenkt. Deutschland forderte jahrelang sowohl im Durchgangsdienst eines fremden Landes zu einer Überseefunkstelle in einem anderen Lande als auch als eigene Endgebühr im Verkehr über fremde Funkstellen den Betrag von 10 Gfr je 3 min; nach dem 2. Weltkriege traten die entsprechenden europäischen Gebührensätze an seine Stelle. Vor dem 2. Weltkrieg wurden vielfach die Gebühren an Samstagen, vereinzelt auch an Sonntagen und häufig über Weihnachten und Neujahr ermäßigt. Verbilligte Nachtgespräche zu bestimmten Stunden dagegen gab es nur im Verkehr mit Kanada, Kuba, Mexiko und den Vereinigten Staaten. Noch heute gibt es für die Tarifierung des Überseeverkehrs nur die Möglichkeit bilateraler Vereinbarungen, allerdings in Anlehnung an die Vollzugsordnung für den Fernsprechdienst und an die vom CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) herausgegebenen Empfehlungen.

Literatur: Livre bleu, Tome II, des CCITT, veröffentlicht durch die UIT (Union Internationale des Télécommunications), 1965; Archiv für das Post- und Fernmeldewesen 1967, Heft 7.

Basse

internationale Verkehrsausscheidungsziffer → internationale Zugangszahl.

internationale Zugangszahl. Die i. Z. ist die vom rufenden Fernsprechteilnehmer zu wählende Ziffer oder Ziffernfolge zum Erreichen der abgehenden Auslandsvermittlungseinrichtungen im eigenen Land für ein Auslandsferngespräch. Da die i. Z. nur Funktionen im abgehenden nationalen Wählnetz hat, wird sie nicht zu Vermittlungseinrichtungen anderer Länder übertragen. Im Fernsprechwählnetz der DBP ist die i. Z. »00«. Die erste »0« ist identisch mit der Verkehrsausscheidungsziffer. Es wird damit über den I. Gruppenwähler (Gruppenschritt 0) und den I. Zentralgruppenwähler (Gruppenschritt 0) — je nach Lage des rufenden Teilnehmers zur abgehenden Auslandsvermittlung auch über zusätzliche nationale Leitweglenkungseinrichtungen — ein → Auslandszählimpulsgeber erreicht.

Internationaler Beratender Ausschuß für den Telegrafen- und den Fernsprechdienst (CCITT) hat die Aufgabe, Studien über technische, betriebliche und Gebühren-Fragen im Bereich der Telegrafie und des Fernsprechens durchzuführen und Empfehlungen darüber herauszugeben. Die Zusammensetzung und die Arbeitsmethoden sind durch Artikel des → Internationalen Fernmeldevertrages und der ihm beigefügten Geschäftsordnung festgelegt (→ Internationale Fernmeldeunion, zu 4.2.).

internationaler Endverkehr ist der aus einem gegebenen → Endland in ein anderes Endland fließende Verkehr. Sind beide Länder ohne gemeinsame Grenze, entsteht in einem oder mehreren → Durchgangsländern aus diesem Verkehr → internationaler Durchgangsverkehr.

Erstes erfolgreiches Gespräch über Landesgrenzen hinweg am 16. 5. 1882 auf Telegrafenleitungen zwischen Brüssel und Paris; erste deutsche grenzüberschreitende Fernsprechleitung Basel–St. Ludwig (Elsaß) am 1. 8. 1886 in Betrieb genommen. Bis zum 1. Weltkrieg Verkehrsaufnahme zwischen Deutschland und Belgien (1895), Dänemark (1895), Frankreich (1900), Italien (1914), Liechtenstein (1900), Luxemburg (1902), Niederlande (1896), Norwegen (1903), Österreich (1891), Rußland (Libau–Memel) (1914), Schweden (1903) und Ungarn (1897). Während des 1. Weltkrieges zunächst Verkehrseinstellung mit allen Ländern, dann in beschränktem Umfang Wiederaufnahme mit Belgien, Luxemburg, Niederlande, Österreich und Ungarn. Bis 1932 Ausdehnung des deutschen Fernsprechverkehrs auf alle europäischen Länder mit Aus-

nahme Albaniens. Erste Überseesprechbeziehung 1927 zwischen Großbritannien und den Vereinigten Staaten, Teilnahme Deutschlands daran 1928. Bis zum Ende des 2. Weltkrieges Ausdehnung des deutschen Sprechverkehrs mit Übersee auf weitere 60 Länder, Gebiete usw. Während des 2. Weltkrieges Verkehrseinstellung nur mit feindlichen Staaten, übriger Verkehr allerdings durch Zensur und Zulassungsverfahren stark gedrosselt. Nach dem 2. Weltkriege Wiedereröffnung erster Auslandsbeziehungen am 1. 4. 1947. Bis Ende 1966 Ausdehnung des deutschen Sprechverkehrs auf alle Länder in Europa und auf 146 Länder, Gebiete usw. in Übersee. Erste halbautomatische Leitungen 1932 zwischen Basel und Lörrach, erster vollautomatischer Grenzverkehr 1955 ebenfalls zwischen Basel und Lörrach. Erster vollautomatischer Weitverkehr 1958 zwischen Brüssel und Düsseldorf. Bis Ende 1966 Ausdehnung des vollautomatischen Fernsprechverkehrs auf Belgien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich und die Schweiz. Ende 1966 wurden fast 78 v.H. aller abgehenden Auslandsverbindungen vollautomatisch hergestellt. Erste Transatlantikkabel-Leitungen zwischen Europa und Nordamerika 1956, darunter 2 Leitungen Frankfurt a.M.–New York. 1963 Übergang zur halbautomatischen Betriebsweise, seit 1965 auch über den Satelliten HS 303. Erste Kabelleitungen Frankfurt a. M.–Montreal 1961, halbautomatische Betriebsweise seit 1965, vollautomatischer Betrieb seit April 1970 zunächst aus einigen Knotenvermittlungsstellen-Bereichen (z. B. Bonn, Frankfurt/Main).

Literatur: Archiv für das Post- und Fernmeldewesen, 1963, S. 381ff., und 1967, Heft 7. *Basse*

Internationaler Fernmeldevertrag → Internationale Fernmeldeunion.

internationaler Numerierungsplan → Numerierungsplan.

Internationaler Rheinfunkdienst. Ein beweglicher Funkdienst zwischen den an diesem Dienst teilnehmenden

Schiffsfunkstellen auf dem Rhein, der Mosel und der Scheldemündung und Sprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes über Landfunkstellen (Verkehrskreis »Öffentlicher Dienst«);

Schiffsfunkstellen untereinander ohne Mitwirkung von Landfunkstellen (Verkehrskreis »Schiff—Schiff«);

Schiffsfunkstellen und den Landfunkstellen der für die Wasserstraßen zuständigen Behörde (Verkehrskreis »Nautische Information«).

Jede Person, die eine Schiffsfunkstelle bedienen soll, muß einen gültigen »Sprechfunkschein für den internationalen Rheinfunkdienst« besitzen.

Der R. wurde im Jahre 1948 auf der Grenzwelle mit Sendeart A_3 aufgenommen. 1959 wurde er aufgrund des regionalen Abkommens über den I.R., das im März 1957 zwischen den Rheinuferstaaten abgeschlossen wurde, durch den »I.R. auf UKW« abgelöst. Im I.R. werden öffentliche und nichtöffentliche Verkehrskreise unterschieden.

Die öffentlichen Verkehrskreise dienen der Herstellung von Sprechverbindungen zwischen Schiffen und Sprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes. Die nichtöffentlichen Verkehrskreise ermöglichen einen Austausch nautischer Nachrichten zwischen festen Landfunkstellen und Schiffsfunkstellen oder zwischen Schiffsfunkstellen.

Da die Geräte den im beweglichen UKW-Sprech-Seefunkdienst (→ Seefunkdienst) verwendeten entsprechen und die gleichen Frequenzkanäle benutzt werden, können die für den Seefunkdienst zugelassenen Anlagen auch im I.R. betrieben werden. Die Funkanlagen dürfen jedoch nur auf den Sprechkanälen betrieben werden, die für den jeweiligen Verkehrskreis vorgesehen sind. Für den öffentlichen Sprechverkehr sind das die Kanäle 24 ... 27 (Duplexbetrieb) mit Trägerleistungen von 10 bis 20 Watt. Für den Sicherheits-Sprechfunkverkehr werden die Kanäle 10 und 13 im Simplexbetrieb mit Trägerleistungen von zur Zeit noch bis 20 Watt benutzt. International werden für diesen Dienst 0,5 ... 1 Watt angestrebt.

Der Sprechverkehr für nautische Informationen wird auf den Kanälen 18, 20 und 22 abgewickelt. Es besteht Semi-Duplex-Betrieb, und die HF-Trägerleistung schwankt zwischen 10 ... 20 Watt. Gerufen wird zur Zeit noch offen. Es ist beabsichtigt, für den internationalen Rhein- wie auch Seefunkdienst ein einheitliches Selektivruf-Verfahren einzuführen. Innerhalb jedes Rheinabschnittes besteht für jeden einzelnen Verkehrskreis ständig Anrufbereitschaft.

Die im I. R. zugelassene Sendeart ist F_3. Gegensprechabstand ist 4,6 MHz. Der Nachbarkanalabstand beträgt 50 kHz. Verringerung auf 25 kHz ist vorgesehen.

Betriebsabwicklung von Funkgesprächen. Im I. R. werden Funkgespräche zwischen Schiffsfunkstellen und Sprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes und umgekehrt sowie Funkgespräche zwischen Schiffen hergestellt.

Die Verbindungen werden von Überleitplätzen in Koblenz und im Ausland hergestellt.

Es sind nur Schiffe zugelassen, deren Länder dem »Regionalen Abkommen über den Internationalen Rheinfunkdienst auf Ultrakurzwellen, Brüssel, März 1957« beigetreten sind.

Über zugelassene → Gesprächsarten, Gebühren usw. s. Anhang zum → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst.

Der Anmelder muß das Schiff mit seinem Rufzeichen und dem Standort so bezeichnen, daß es gefunden werden kann.

Literatur: W. Kronjäger und W. Wallor, Eignung des Grenzwellen- und UKW-Bereiches für den Aufbau des Rheinfunksprechdienstes, FTZ (1952), Nr. 7 — Übersicht über den UKW-Hafen-, Küsten- und Wasserstraßenfunkdienst unter besonderer Berücksichtigung von Gegenwartsfragen, FTZ (1953), Nr. 8.
Berkner/Pankow/Trommer

Internationaler Seefunkausschuß (CIRM, Comité International Radio Maritime). Internationaler Zusammenschluß von Fachfirmen (Ausrüstungsfirmen, Betriebsgesellschaften), die auf dem Gebiete des Seefunkdienstes tätig sind, zum Zwecke der Beratung amtlicher Stellen.

Internationaler Sonderausschuß für Funkstörungen → CISPR.

internationaler Telex-Netzkennzahlenplan → Telex-Rufnummern- und -Kennzahlenplan.

Internationaler Ursigramm- und Welttage-Dienst → Ursigramm.

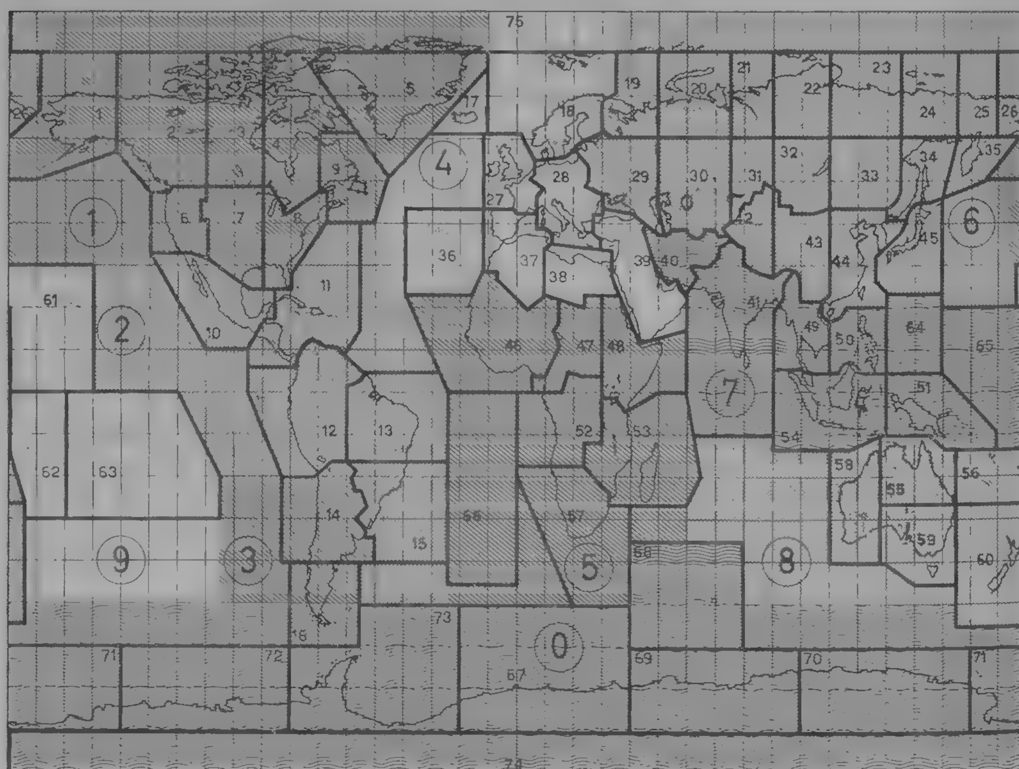
Internationales Einheitensystem. Die Basiseinheiten sind die Einheiten: Meter (m) für die Länge, Sekunde (s) für die Zeit, Kilogramm (kg) für die Masse, Ampere (A) für die elektrische Stromstärke, Candela (cd) für die Lichtstärke, so, wie diese von der zehnten Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1954 angenommen worden sind. Diese Basiseinheiten und die aus ihnen als Potenzenprodukte kohärent abgeleiteten Einheiten bilden das Internationale Einheitensystem, offizielle Abkürzung SI (système international). Einheiten des Internationalen Einheitensystems heißen daher SI-Einheiten.

Internationales Fernmeldesatelliten-Konsortium → INTELSAT.

Internationales Funküberwachungssystem dient den Verwaltungen zur weltweiten Überwachung des Funkfrequenzspektrums, um eine sparsame Frequenzbewirtschaftung zu erreichen und einen störungsfreien Fernmeldeverkehr bei bestehenden oder neu zu errichtenden Funkdiensten zu erreichen.

Am I. F. können alle Funkstellen teilnehmen, die von einer Verwaltung betrieben oder von dieser für diesen Dienst bestimmt werden, sowie Funkstellen internationaler Organisationen. Jede Verwaltung bestimmt für ihren Bereich ein Zentralbüro des Funkkontrollmeßdienstes (FuKMZ), das alle Überwachungsstellen des Landes vertritt und deren Tätigkeiten nach Anforderungen des IFRB oder anderen Verwaltungen koordiniert. Das FuKMZ der Bundesrepublik arbeitet in Fragen der internationalen Funküberwachung mit den Zentralbüros anderer Verwaltungen zusammen. Im I. F. sind über 120 Beobachtungsstellen zusammengefaßt, deren Arbeiten von 40 Zentralbüros und 2 internationalen Organisationen (UER; OIR) koordiniert werden. Empfangsmäßig ist das Netz, das den größten Teil der Erde bedeckt, in 10 Hauptgebiete und diese wiederum bis zu 10 Untergebiete unterteilt (s. Bild).

Die im I. F. mitarbeitenden Stellen führen allgemeine Frequenzbereichsbeobachtungen und Beobachtungen besonderer Art zur Störungsverhütung und Störungsaufklärung durch, die



Beobachtungsgebiete des Internationalen Funküberwachungssystems.

der IFRB oder andere Verwaltungen von ihnen verlangen können. Zur allgemeinen Überwachung der Aussendungen gehören auch solche Aufgaben, die einer allgemeinen Bereinigung der Frequenzbereiche der Kurzwellen-Rundfunk-, der beweglichen Flug- und Seefunk- und der Normalfrequenzfunkdienste dienen.

Die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Stellen werden vom IFRB ausgewertet und monatlich in »Summeries of Monitoring Information« veröffentlicht. Die gewonnenen Informationen geben dem IFRB die Grundlage für Empfehlungen an die Verwaltungen zur Bereinigung der Frequenzbereiche von unzulässigen Funkdiensten, zur Aufstellung der jahreszeitlichen Kurzwellen-Rundfunkpläne, zur ökonomischen Ausnutzung des Funkfrequenzspektrums und zur Aufklärung schädlicher Störungen (s. a. Funkkontrollmeßdienst). *Schmeling*

Internationales Kabelschutz-Komitee → International Cable Protection Committee.

Internationales Signalbuch. Ein in der Zwischenstaatlichen Beratenden Seeschiffahrts-Organisation in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen (Internationale Fernmelde-Union, Weltorganisation für Meteorologie, Weltgesundheitsorganisation u. a.) aus dem Internationalen Signalbuch von 1931 entwickeltes, am 1. April 1969 in Kraft getretenes Buch, das einen Signal-Code für die Seeschiffahrt enthält. Das Internationale S. soll in erster Linie die Fälle erfassen, die der Sicherheit der Schiffahrt und der Menschen auf See dienen, und zwar besonders dann, wenn Sprachschwierigkeiten auftreten. Es enthält neben den Buchstabenflaggen und Zahlenwimpeln sowie den akustischen und optischen Signalen (z. B. Kanonenschüsse, Raketen, Rauch) einen ein- und mehrbuchstabigen Code für Notfälle, Unfälle, ärztliche Hilfe, Schiffsschäden, Navigation, Meteorologie usw. (Beispiele: **BR** = Ich benötige dringend einen Hubschrauber; **QN** = Kommen Sie an Steuerbord längsseits). Das Internationale S. ist für alle Übermittlungsarten wie Flaggen-, Blink- und Schallsignalisieren, Telegrafie- und Sprechfunk usw. bestimmt. Die Signalbuchgruppen werden bei Sprachübermittlungen mit Hilfe der in der → Vollzugordnung für den Funkdienst veröffentlichten → Buchstabiertafel für Buchstaben und Ziffern buchstabiert. Die amtliche deutsche Ausgabe des Internationalen S. ist im Auftrag des Bundesministers für Verkehr vom Deutschen Hydrographischen Institut herausgegeben worden. *Förster*

internationales Telegrafenalphabet → Telegrafenalphabete.

Internationales Telegrafenstellen-Verzeichnis besteht aus zwei Bänden. Der erste Band enthält die Namen der Telegrafenstellen (TSt) mit den Anfangsbuchstaben A bis L, der zweite diejenigen TSt mit den Anfangsbuchstaben M bis Z. Jede Seite hat 4 Spalten; in Spalte 1 sind die Namen der TSt in alphabetischer Reihenfolge angegeben, Spalte 2 gibt Auskunft über die Art des Dienstes, die Öffnungszeiten, die besonderen Gebühren für die Zustellung, Spalte 3 enthält die Ländernamen und Spalte 4 die Landesteile.

Internationales Übereinkommen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See. Kurz: Schiffssicherheitsvertrag; Abk.: ISSV. Der auf Initiative der Zwischenstaatlichen Beratenden Seeschiffahrts-Organisation (gebräuchliche Abk. »IMCO« von Inter-Governmental Maritime Consultative Organization; d. i. eine Vereinigung der Schiffahrt betreibenden Nationen mit beratender Funktion) abgeschlossene ISSV enthält neben Bestimmungen über Bauart der Schiffe, Rettungsmittel, Sicherung der Schiffahrt usw. auch Bestimmungen über die Funkausrüstung, die Sicherheitsfunkwache und die Funkerbesetzung der Schiffe. Die BRD hat dem ISSV durch Gesetz zugestimmt.

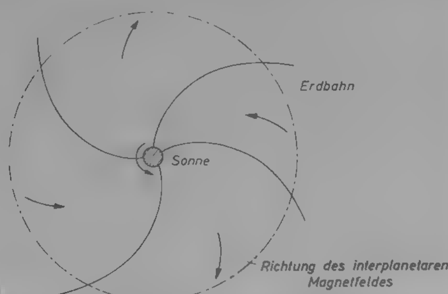
interplanetarer Raum. Der i. R. ist bis weit über die Erdbahn hinaus vom Plasma des solaren Windes erfüllt, der die Fortsetzung der sich dauernd ausdehnenden Sonnenkorona bildet (→ Sonnenaktivität). Für dieses Plasma gelten die Gesetze der Magnetohydrodynamik. Die der Schallgeschwindigkeit entsprechende Fortpflanzungsgeschwindigkeit der magnetohydrodynamischen Wellen heißt Alfvén-Geschwindigkeit. Der solare Wind strömt mit Über-Alfvén-Geschwindigkeit im wesentlichen radial von der Sonne nach außen. Einige in den letzten Jahren durch Satelliten in der Nähe der Erdbahn gewonnene Daten sind hierunter angegeben. Sie gelten für mäßige Sonnenaktivität. Bei Aktivitätsausbrüchen (Sonneneruptionen) wächst vor allem die Geschwindigkeit erheblich (bis über 2000 km/s) an.

Geschwindigkeit (km/s)	320...700
Laufzeit bis zur Erdbahn (Tage)	2,5...5
Teilchendichte (Protonen bzw. Elektronen/cm³)	1...20
Temperatur (10^3 °K)	10...600
Magnetfelder ($\gamma = 10^{-5}$ Gauß $= 10^{-9}$ Wb/m²)	2...10

Das Plasma des solaren Windes ist wegen seiner geringen Dichte ein fast verlustfreier elektrischer Leiter, so daß einmal erregte Stromsysteme erst nach Wochen abklingen. Daher werden die an der Sonnenoberfläche vorhandenen magnetischen Feldlinien »mitgenommen« (»eingefrorene Magnetfelder«) und bilden im i. R. eine Sektorstruktur, die mit der Sonne rotiert (s. Bild). Bei niedriger Sonnenaktivität kann diese Struktur monatelang erhalten bleiben. An den Sektorengrenzen scheinen gelegentlich Strahlen energiereicher Protonen aufzutreten. Je nach Sonnenaktivität sind in den solaren Wind oft turbulente Strömungen mit anders gerichteten Magnetfeldern eingelagert. Schnelle (z. B. aus Sonneneruptionen stammende) Plasmawolken können die langsamere Strömung überholen und in einer Stoßfront aufstauen.

Durch die Magnetfelder wird der i. R. für geladene Teilchen anisotrop. Zum Beispiel können sich die energiereichen Protonen der Kosmischen Strahlung

(galaktischen oder solaren Ursprungs) längs der Feldlinien rascher ausbreiten als quer dazu. Die wechselnden Felder verursachen daher Intensitätsschwankungen (Modulation) der von außen in den i. R. eindringenden galaktischen Kosmischen Strahlung. Das Feld einer die Erde und ihre Umgebung einschließenden solaren Plasmawolke kann einen plötzlichen Intensitätsabfall (Forbush-Effekt) mit langsamer Erholung hervorrufen (cosmic-ray-storm). Daher kann man aus Intensitätsschwankungen u. U. gewisse Rückschlüsse auf den Zustand des i. R. ziehen. Durch Wechselwirkung des solaren Windes mit dem Erdmagnetfeld entsteht die → Magnetosphäre. Unregelmäßigkeiten (schnellere Plasmawolken oder -strahlen, Stoßfronten usw.) verursachen Störungen des Erdmagnetfeldes, der Ionosphäre und des Funkverkehrs (→ Ausbreitungsstörungen).



Sektorstruktur des interplanetaren Magnetfeldes Dezember 1963 bis Februar 1964 (nach Wilcox und Ness 1965, schematisch).

Im i. R. sind außerdem Staubteilchen vorhanden, die sich auf Gravitationsbahnen um die Sonne bewegen. Die integrale Konzentration der Teilchen mit einer Masse $m > m_0$ scheint nach bisherigen Beobachtungen ungefähr proportional zu m_0^{-1} zu sein. Für $m > 1$ g hat man etwa 10^{-14} bis 10^{-15} Teilchen/($m^2 \cdot s \cdot 2\pi$ sterad) festgestellt. In Erdnähe sind die kleinen Teilchen ($m < 10^{-5}$ g) bis zu 10^4mal häufiger. Teilchen mit $m \gtrless 10^{-5}$ g, die in die Erdatmosphäre eindringen, verdampfen unter Lichterscheinung und Hinterlassung einer ionisierten Spur (Meteore).

Literatur: S. L. Valley (Herausg.), Handbook of Geophysics and Space Environments, Mc Graw-Hill Book Co., New York 1965 (mit Tabellen) — W. N. Ness (Herausg.), Introduction to Space Science, Kap. 8 und 11, Gordon Breach Science Publishers, New York, London, Paris 1965 — A. J. Dessler: Solar wind and interplanetary field, Rev. Geophys. 5 (1967) Nr. 1, S. 1—41 — A. W. Schardt u. A. G. Opp, Particles and fields: significant achievements, Rev. Geophys. 5 (1967) Nr. 4, S. 411—446.

A. Ochs

Interpolationslinie → Funkprognosen.

Intervision ist die übernationale Vereinigung der europäischen Ostblockländer zum Zweck des Austausches von Fernsehprogrammen. Sie wurde 1960 von der → Internationalen Rundfunk- und Fernsehorganisation (OIRT) gegründet und steht in enger organisatorischer Verbindung mit ihr. Die I. ist jedoch nicht nur eine interne Einrichtung der OIRT (wie z. B. die → Eurovision in der Europäischen Rundfunkunion), sondern eine gesonderte Organisation mit eigener Satzung und eigenen Organen. Mitglied der I. können OIRT-Mitglieder sowie andere staatliche Fernsehorganisationen werden (1968 13 Mitglieder). Organe der I. sind: OIRT-Fernsehprogrammkommission, Intervisionsrat und Koordinationszentrale. Leiter der Koordinationszentrale in Prag sind der OIRT-Generalsekretär und der Direktor der Technischen Zentrale der OIRT.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen, Verlag Hans Bredow-Institut, Hamburg.

intrinsic → Bändermodell des Halbleiters.

Invariant (Legierung) → Hipernik.

Invarstahl ist eine Stahllegierung mit 36% → Nickel, die sich in der Wärme fast nicht ausdehnt. Sie eignet sich besonders zur Herstellung von Präzisionsmeßinstrumenten, Maßstäben und Meßdrähten.

Inversionsausbreitung → troposph. Überreichweite.

Inversionsschicht → Wellenausbreitung.

Inverter → Sprachverschlüsselung.

Investitionspläne. Mittelfristige I., wie sie auch bei der DBP seit einer Reihe von Jahren für jeweils fünf Jahre aufgestellt wurden, dienen der Abschätzung des künftigen Bedarfs für Neu- und Ersatzinvestitionen, des damit verbundenen Finanzierungsbedarfs und des Bedarfs an Planungs- und Baukapazität (Personalbedarf). Sie beruhen auf sorgfältiger Ermittlung des bisherigen und der Abschätzung des künftigen Wachstums der Verkehrsleistungen und des Investitionsbedarfs. Sie berücksichtigen sowohl die Realisierbarkeit der Investitionen, die nicht nur wirtschaftlich sein müssen, als auch die Kapazitäten der Lieferindustrie und die Personalkapazitäten. In dieser Abschätzung der Realisierbarkeit stecken nichtkalkulierbare Ermessensentscheidungen und unternehmerisches Wagnis, da Engpässe, unvorhersehbare Konjunkturwandlungen und Kapitalmarktentwicklungen die Durchführbarkeit der I. gefährden können. Dem stehen die offensichtlichen Vorteile der vorausschauenden Investitionsplanung gegenüber, die es der DBP erlaubt, den Ausbau ihrer Einrichtungen stetig zu planen und durchzuführen, den Bedarf weit vorausschauend zu decken, die Deckung des nötigen Bedarfs an Eigen- und Fremdkapital frühzeitig zu betreiben und den von Investitionen der DBP abhängigen Auftragnehmern, z. B. der Fernmeldeindustrie, eine Anpassung ihrer Produktion nach Art und Umfang an den Bedarf der DBP über einen längeren Zeitraum zu ermöglichen. Dementsprechend können auch die jeweiligen Voranschläge bei Berücksichtigung einer stetigen Wachstumsquote des Bedarfs mit einiger Sicherheit in der Orientierung an der Bedarfsentwicklung, der finanziellen und personellen Durchführbarkeit und der Lieferfähigkeit der Industrie in ihrer Höhe richtig bemessen werden.

Da die 5jährigen I. einer ständigen Überwachung unterliegen und nach Ablauf einer unterschiedlichen Reihe von Jahren durch einen neuen 5-Jahres-Plan

abgelöst werden können, der seinerseits auf neuen Schätzungen und dem Ergebnis des vorherigen Planes aufbaut, ist die Möglichkeit einer Korrektur in der Entwicklungsvorschau gegeben.

Bei der DBP wurden bisher I., zum Teil nur für das Fernmeldewesen, für die Jahre 1956 bis 1960, 1959 bis 1963, 1962 bis 1966, 1967 bis 1971 und 1968 bis 1972 aufgestellt. *Clement*

Ionen → Ionisation.

Ionenaustauscher. Anorganische oder organische Körper (meist in Körnerform) aus einem dreidimensionalen, wasserunlöslichen Molekülgerüst, in das zahlreiche ionenbildende Atomgruppen (SO_3H, OH, 'NHOH, quartäre Ammoniumgruppen, COOH usw.) eingebaut sind, deren abgespaltete Ionen (z. B. $Na^{\cdot}$, $H^{\cdot}$, $OH^{\cdot}$, usw.) gegen andere, in der umgebenden Flüssigkeit gelösten Ionen ausgetauscht werden können. Die sogenannten Mischbettaustauscher enthalten Anionenaustauscher und Kationenaustauscher im gleichen Behälter miteinander gemischt; es wird in ihnen z. B. Wasser in einem einzigen Arbeitsgang vollständig entsalzt.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ionenfalle → Fernsehbildröhre.

Ionengetterpumpe → Glühkathode.

Ionenleitung → Gasentladung.

Ionisation. Atome oder auch Moleküle, deren elektrisches Ladungsgleichgewicht, das sie im stabilen Zustand nach außen als neutral erscheinen läßt, gestört ist, bezeichnet man als Ionen, wenn sie durch Mangel oder Überfluß an Elektronen positiv bzw. negativ geladen erscheinen. Im ersten Falle überwiegt die Kernladung des Atomkernes, im zweiten Falle die der ihn umgebenden Elektronenhülle. Je nachdem wieviel Elektronen in der Hülle fehlen bzw. im Überschuß vorhanden sind, spricht man von ein-, zwei-, dreiwertigen Ionen. Die Erzeugung von Ionen bezeichnet man als Ionisation (→ Gasentladung, → Ionosphäre).

Eine Bildung von Ionen findet auch in Lösungsmitteln hoher Dielektrizitätskonstante (z. B. Wasser) statt. Die Vorgänge der Elektrizitätsleitung in wäßrigen Lösungen bezeichnet man als → Elektrolyse.

Ionisationsmelder → Meldungsgeber.

Ionisationstrog, -wolken → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Ionogramme → Echolotung, ionosphärische.

Ionoscatter → ionosphärische Streuausbreitung.

Ionosonde ist ein Impulssender, mit dessen Hilfe durch Echolotung der Zustand der → Ionosphäre überwacht wird (→ Echolotung, ionosphärische). Beim Durchdrehsender wird die Lotungsfrequenz in einem großen Bereich, z. B. 1 bis 20 MHz, variiert. Der gleichlaufende Empfänger verstärkt die von der Ionosphäre reflektierten Impulse.

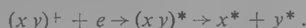
Technik: ein typischer Sender besteht aus einem kontinuierlich schwingenden variablen und einem gepulsten Festfrequenzoszillator. Die beiden Frequenzen werden gemischt und deren Differenz breitbandig von der Senderendstufe verstärkt. Mit dem variablen Oszillator werden die reflektierten Impulse im Empfänger auf eine feste Zwischenfrequenz umgesetzt. Die Antenne, häufig ein breitbandiger, vertikaler Rhombus, wird zwischen Sender und Empfänger periodisch umgeschaltet. Die Registriereinrichtung besteht aus einem Oszillographen und einer Filmkamera. Die *X*-Achse des Oszillographen ist die Zeitbasis (zugleich scheinbare Höhe des Reflexionsniveaus), die synchron mit der Impulsfolgefrequenz läuft. Der Empfängerausgang wird auf die *Y*-Platten oder, als Helligkeitssteuerung, auf den Wehnelt-Zylinder geführt. Die Frequenzachse des Ionogramms ist durch die Filmbewegung in *Y*-Richtung gegeben. Bei der Panoramadarstellung entspricht die Zeit der *Y*-Achse und die Sendefrequenz der *X*-Achse, die reflektierten Signale bilden durch Helligkeitsmodulation die Ionosphärenschichten ab. Die Frequenzdurchläufe erfolgen meist in größeren programmierten Zeitabständen, Festfrequenzsonden dagegen dienen häufig zur kontinuierlichen Überwachung der Ionosphäre. Die Ionosphäre oberhalb des Elektronendichtemaximums kann durch Echolotung von Erdsatelliten mit Topsidesoundern beobachtet werden.

Literatur: J. W. Wright, R. W. Knecht und K. Davies, »Annals of the IGY«, Vol. III, Part I, Pergamon Press 1957. *Jacobs*

Ionosphäre. Die I. ist der Bereich der oberen Atmosphäre, in dem ein merklicher Anteil der neutralen Atome und Moleküle durch solare UV- und Röntgenstrahlung sowie durch kosmische Korpuskularstrahlung ionisiert wird. Sie erstreckt sich von etwa 60 km Höhe bis in die untere Magnetosphäre. Die ionisierende Strahlung der Sonne wird in den oberen Schichten der Atmosphäre absorbiert, daher nimmt die Intensität der einzelnen Spektralbereiche mit wachsender Eindringtiefe in die Atmosphäre ab. Gleichzeitig nimmt die atmosphärische Dichte zu und die molekulare Zusammensetzung ändert sich (→ Atmosphäre, obere); daher sind die für den erreichten Ionisationsgrad maßgebenden Reaktionen je nach der Höhe verschieden. Neben der Elektronenproduktion bestimmen Verlustprozesse und der Transport geladener Teilchen (Bewegung in der oberen → Atmosphäre) den Gleichgewichtszustand. Die ionisierten Teilchen bestehen vorwiegend aus positiven Ionen und Elektronen, negative Ionen haben nur nachts bis etwa 90 km Höhe wesentlichen Anteil an der Gesamtionisierung. Da keine starken Raumladungen auftreten können, sind die Dichten der positiven und negativen Ladungsträger gleich, der Ionisierungsgrad kann daher durch die Elektronendichte (Zahl der Elektronen pro m^3) ausgedrückt werden.

Da die vorherrschenden Ionisations- und Rekombinationsprozesse je nach Höhenbereich verschieden sind, kommt es zur Ausbildung mehrerer I.-Schichten, der C-, D-, E-, F1- und F2-Schicht. Die C-Schicht unterhalb 70 km Höhe wird durch kosmische Strah-

lung ionisiert. Die Ionisation ist proportional zur neutralen Teilchendichte, ihr wirkt aber die Anlagerung der Elektronen an neutrale Moleküle unter Bildung negativer Ionen entgegen. Die Elektronendichte nimmt daher mit wachsender Luftdichte ab, ein typischer Wert für 65 km Höhe ist 10^8 m^{-3}. Die Elektronenproduktion in der D-Schicht erfolgt hauptsächlich durch die sehr intensive Lyman-α-Strahlung (Wellenlänge = 1216 Å), die für die Ionisierung des in geringen Mengen vorhandenen Stickoxyds (NO) ausreicht, sowie durch kurzwellige Röntgenstrahlen. Tags wird in 85 km Höhe eine typische Elektronendichte von 10^9 m^{-3} erreicht. Ionisationsquellen für die E-Schicht sind langwellige Röntgenstrahlen und einige intensive solare UV-Emissionslinien. Die Elektronendichte im Schichtmaximum (etwa 105 km) liegt bei 10^{11} m^{-3}. Die freien Elektronen in der D- und E-Region werden vorwiegend durch dissoziative Rekombination vernichtet:



$$(x\,y)^+ + e \rightarrow (x\,y)^* \rightarrow x^* + y^* .$$

Die positiven Ionen bestehen vorwiegend aus NO^+ und O_2^+, die Dichte von N_2^+ ist einige Größenordnungen kleiner, obgleich N_2 Hauptbestandteil der neutralen Atmosphäre ist und das positive Ion N_2^+ in großen Mengen erzeugt wird. Das dürfte an der starken dissoziativen Rekombination von N_2^+ und dem Ladungsaustausch mit neutralen Teilchen liegen. Die F-Region wird hauptsächlich durch solare Strahlung im Bereich des kurzwelligen Ultraviolett (300 bis 800 Å) erzeugt. Das Maximum der Elektronenproduktion liegt in etwa 150 km Höhe, die maximale Elektronendichte (etwa 10^{12} m^{-3}) zwischen 200 und 400 km. Die Ionenzusammensetzung ändert sich im Bereich von 150 bis 200 km Höhe, der Anteil von NO^+ und O_2^+ geht zurück und O^+ wird der dominierende Bestandteil. Diesem Übergang von molekularen zu atomaren Ionen entspricht ein Übergang der Verlustprozesse vom Rekombinationstyp zum Anlagerungstyp, der eine starke Höhenabhängigkeit aufweist. Diese Höhenabhängigkeit und die Diffusion der Ladungsträger bestimmen die Höhe des Schichtmaximums. Die Unterteilung der F-Region in eine F1- und F2-Schicht geht auf einen während des Sommertages sichtbaren Knick im Echozug der Ionogramme zurück (→ Echolotung, ionosphärische), der möglicherweise mit dem Maximum der Elektronenproduktion zusammenhängt. Oberhalb des F2-Maximums nimmt die Elektronendichte langsamer ab, als sie darunter mit der Höhe zunimmt. Die Verteilung der Ionen wird hier bestimmt durch Diffusion im Schwerefeld der Erde und das bei der Trennung der Ladungsträger entstehende elektrostatische Feld. In etwa 1000 km Höhe wird He^+ die vorherrschende Komponente, in noch größeren Höhen H^+.

Ausgehend von vereinfachenden Voraussetzungen in Bezug auf die Atmosphäre und die solare Strahlung kann ein Modell einer Ionosphärenschicht abgeleitet werden. Die Eigenschaften dieser sogenannten Chapman-Schicht werden von der Intensität der Sonnenstrahlung und dem Sonnenstand beherrscht. Die Grenzfrequenz nimmt mit der Sonneneinstrahlung zu, entsprechend hängt sie vom Sonnenfleckenzyklus (→ Sonnenaktivität) und der Jahreszeit ab. Der Tagesgang wird durch das Sonnenstandsgesetz $f_0 \sim \cos^{1/4} \chi$ (χ = Zenitabstand der Sonne) wiedergegeben. Die D-, E- und F1-Schicht werden näherungsweise durch das Chapman-Modell beschrieben, die F2-Region zeigt dagegen ein »anormales« Verhalten. Diese F2-Anomalien werden, soweit sie geklärt sind, hauptsächlich auf Transportvorgänge und den beherrschenden Einfluß des Erdmagnetfeldes auf Bewegung geladener Teilchen in diesem Höhenbereich zurückgeführt.

In der E-Region werden häufig starke Ionisationsgradienten beobachtet. Es handelt sich um dünne Schichten, die der normalen E-Schicht überlagert sind (Es- oder sporadische E-Schicht). Die mannigfachen Formen, in denen diese Erscheinungen beobachtet werden, sprechen gegen eine einheitliche Deutung. Die Entstehung der in mittleren geographischen Breiten auftretenden Es-Schichten erklärt man durch Windscherungen, die im Zusammenwirken mit dem Erdmagnetfeld ihre Formierung bewirken, vor allem, wenn durch Meteorionisation (→ Meteorstoßausbreitung) erzeugte Ionen mit geringem Rekombinationskoeffizienten in großer Zahl vorhanden sind. Diese Erklärung der Entstehungsursache trifft aber für zwei typische Es-Erscheinungen nicht zu: für die in der Nähe des magnetischen Äquators auftretende äquatoriale Es-Schicht und die polare Es-Schicht, die besonders häufig im Polarlichtgürtel beobachtet wird (→ Polarlichtstörung).

Horizontal- und Vertikalbewegungen beeinflussen stark das Vertikalprofil der Elektronendichte in der unteren Ionosphäre. Vertikalgradienten der Horizontalbewegungen werden für die Feinstruktur der Elektronendichteverteilung verantwortlich gemacht, Vertikalbewegungen verändern das nach der Chapman-Theorie zu erwartende Elektronendichteprofil. Weitere dynamische Phänomene sind die Stromsysteme der Ionosphäre, die sich durch regelmäßige oder unregelmäßige Variationen des → Erdmagnetfeldes bemerkbar machen.

Der tageszeitliche Rhythmus der unteren Ionosphärenschichten wird durch Störungen unterbrochen, die eine besondere Bedeutung wegen ihrer Auswirkung auf den Funkverkehr haben (→ Absorption). Der häufigste Typ ist der Mögel-Dellinger-Effekt (→ Ausbreitungsstörungen), der gleichzeitig auf der gesamten sonnenbeschienenen Seite der Erde beobachtet wird. Andere Störungen sind hauptsächlich auf die Polkappe und die Polarlichtzone beschränkt (→ Polarlichtstörung, → Polarkappenabsorption). Störungen in der F-Schicht werden vor allem im Zusammenhang mit erdmagnetischen Stürmen beobachtet (→ Erdmagnetfeld). Bei diesen Ionosphärenstürmen nimmt der Elektroneninhalt der Ionosphäre und auch die maximale Elektronendichte oberhalb 47° geographischer Breite ab, in niederen Breiten steigt der Elektroneninhalt an. Man vermutet einen Zusammenhang mit hydromagnetischen Bewegungen in der Magnetosphäre.

Die Ionosphärenforschung beruht zum großen Teil auf dem Studium der Ausbreitungsvorgänge in

der Ionosphäre (→ ionosphärische Wellenausbreitung). Die klassische Methode der Echolotung (→ Echolotung, ionosphärische, → Ionosonde) erbrachten die meisten Informationen über die I. Dazu kamen vor allem in den letzten zehn Jahren andere Ausbreitungsmethoden, wie z. B. die → Whistler-Beobachtungen oder → Faraday-Effekt-Messungen. Bei Forschungssatelliten und Höhenforschungsraketen kann der durch die Bewegung des Raumfahrzeuges hervorgerufene Doppler-Effekt zu Meßzwecken ausgenutzt werden. Eine wachsende Bedeutung gewinnen direkte Messungen der Teilchen und Felder in der I. mit Raketen und Satelliten.

Literatur: K. Rawer, »Die Ionosphäre«, Groningen, 1953 — J. A. Ratcliffe und K. Weekes, »The Ionosphere«, in Physics of the Upper Atmosphere, Academics Press, 1960 — R. E. Bourdeau, »Ionospheric Research from Space Vehicles«, Space Sci. Rev. 1, 683 (1963). *Jacobs*

Ionosphärenindex → Funkprognosen.

Ionosphärenstörung → plötzliche Ionosphärenstörung.

ionosphärische Absorption von Funkwellen, erfolgt durch Energieverluste der schwingenden Elektronen bei Zusammenstößen mit den Molekülen des Neutralgases. Nach der Appleton-Formel (→ ionosphärische Brechung) ergibt sich der Absorptionskoeffizient η aus dem Imaginärteil χ der komplexen Brechzahl

$$n = \mu + j\chi$$

zu

$$\eta = \frac{\omega}{c}\,\chi \sim \frac{1}{\mu}\cdot\frac{N\nu}{\omega^2 + \nu^2}$$

(Erdmagnetfeld vernachlässigt).

Solange $\omega = 2\pi f \gg \nu$ (Stoßzahl der Elektronen), ist die i. A. also proportional dem Produkt aus Elektronendichte N und Stoßzahl ν. Man unterscheidet 2 Grenzfälle:

1. deviative (selektive) A. in Gebieten, wo $\mu \ll 1$, wo also gleichzeitig merkliche Brechung erfolgt. Sie ist i. allg. nur von Bedeutung auf Frequenzen in der Nähe der Grenzfrequenz f_c einer Schicht bei nicht zu flachem Strahlenverlauf, auch wenn die Reflexion erst an einer höheren Schicht erfolgt.

2. nicht-deviative (nicht-selektive) A. in Gebieten, wo $\mu \approx 1$. Sie nimmt mit der Frequenz rasch ($\sim f^{-2}$) ab. Da ν etwa exponentiell mit der Höhe abnimmt, erfolgt der größte Teil der nicht-deviativen A. in der unteren Ionosphäre (D-Schicht). In sehr niedrigen Höhen (C-Schicht, untere D-Schicht) gilt die Voraussetzung $\omega \gg \nu$ nicht mehr; wenn in dem Höhenbereich, wo $\nu \approx \omega$ ist, merkliche Ionisation existiert, trägt diese besonders stark zur Gesamt-A. bei.

Das Erdmagnetfeld kompliziert die quantitativen Zusammenhänge erheblich. Die i. A. ist für die außerordentliche Komponente der Welle größer als für die ordentliche; sie hängt außerdem stark von der Ausbreitungsrichtung relativ zum Erdmagnetfeld ab. Qualitativ bleiben jedoch die obigen Feststellungen gültig.

Für den Funkverkehr interessiert nicht der örtliche A.-Koeffizient, sondern die integrale A. längs des Ausbreitungsweges. Zur Umrechnung von senkrechtem auf schrägen Einfall der Wellen in die (als eben angenommene) Ionosphäre wird das Martynsche Theorem benutzt (Erdmagnetfeld vernachlässigt):

$$L(f, \varphi) = \cos\varphi \cdot L(f\cos\varphi, 0)\,.$$

$L(f, \varphi)$ ist der i. A.-Verlust (in dB) bei der Frequenz f und dem Einfallswinkel φ in die Ionosphäre, $L(f\cos\varphi, 0)$ bei der »äquivalenten« Frequenz $f\cos\varphi$ und senkrechtem Einfall ($\varphi = 0$). Die mit abnehmender Frequenz zunehmende nicht-deviative A. bestimmt häufig im Kurzwellenband die Untergrenze (LUF = Lowest Useful Frequency) des → Übertragungsfrequenzbereiches.

Die i. A. in der D-Schicht (Maximum bei etwa 500—1500 kHz) folgt i. allg. dem Sonnenstand und der mittleren Sonnenakitvität (→ Ionosphäre).

Abweichungen:

1. Winteranomalie in mittleren Breiten: stark erhöhte A., meist an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen, die mit normalen Tagen abwechseln. Die Ursache sind wahrscheinlich Umstellungen der großräumigen Zirkulation in der tiefen Ionosphäre.

2. Polarlicht-A. in der Polarlichtzone, verursacht durch von außen in die Ionosphäre eindringende Elektronen.

Vorübergehend erhöhte i. A. tritt bei Ausbreitungsstörungen auf. Schwankende i. A. führt zu A.-Schwund. Für die laufende Messung der i. A. sind 4 Methoden in Gebrauch (URSI-Nomenklatur):

A 1 = Impulsmethode: Messung der Impulsamplituden bei Senkrechtlotung (→ Echolotung, ionosphärische) und Vergleich mit mehrfach oder verlustfrei (z. B. nachts) reflektierten Impulsen.

A 2 = Cosmic-Noise-Methode: Messung der Intensität des die Ionosphäre durchdringenden kosmischen Rauschens mit Riometern (relative ionospheric opacity meter).

A 3 = Dauerstrich-(CW-)Methode: Feldstärkemessung von Dauerstrichsendern bei schrägem Einfall und bekanntem Ausbreitungsweg, Vergleich mit der absorptionsfreien (Nacht-)Feldstärke.

A 4 = Methode der partiellen Reflexion: Senkrechtlotung mit Trennung der beiden magnetoionischen Komponenten mittels Polarimeter-Antennen und Messung der differentiellen Absorption. Durch Anwendung hoher Sendeleistung und Auswertung der Rückstreuechos von Inhomogenitäten in der D-Schicht kann die Höhenabhängigkeit der i. A. bestimmt werden.

Literatur: N. C. Gerson (Herausg.): Radio Wave Absorption in the Ionosphere, Pergamon Press Oxford ... 1962 — W. R. Pigott: The reflection and absorption of radio waves in the ionosphere; Proc. Inst. Electr. Engnrs. (III) 100 (1953), S. 61 bis 72 — E. V. Appleton und W. R. Piggott: Ionospheric absorption measurements during a sunspot cycle; J. Atmosph. Terr. Phys. 5 (1954), S. 141—172 — H. Schwentek: Zum Auftreten der Winteranomalie der ionosphärischen Absorption von Kurzwellen; Nachrichtentechn. Z. 21 (1968), S. 32—39 — F. F. Gardner u. J. L. Pawsey: Study of the ionospheric D region using partial reflections; J. Atmosph. Terr. Phys. 3 (1953), S. 321—344 — J. S. Belrose u. M. J. Burke: Study of the lower ionosphere using partial reflection, 1. Experimental technique and method of analysis; J. Geophys. Res. 69 (1964), S. 2799—2818 — Weitere Literatur → ionosphärische Wellenausbreitung. *Ochs*

ionosphärische Brechung. Die in der → Ionosphäre vorhandenen freien Elektronen werden durch das elektrische Wechselfeld einer einfallenden elektromagnetischen Welle in Schwingungen versetzt. Durch die Überlagerung der von den schwingenden Elektronen ausgestrahlten Sekundärwellen mit der einfallenden Welle ändern sich deren Ausbreitungsgeschwindigkeit und Feldstärke. Makroskopisch wird der Einfluß auf die Ausbreitung durch eine komplexe Brechzahl $n = \mu + j\chi$ beschrieben (Appleton-Formel, häufig unberechtigterweise nach Appleton und Hartree benannt). Es gilt:

$$n^2 = 1 - \frac{X}{1 - jZ - \frac{Y_T^2}{2(1 - X - jZ)} \pm \sqrt{\frac{Y_T^4}{4(1 - X - jZ)^2} + Y_L^2}}\,.$$

Darin ist

$$X = \frac{N e^2}{\varepsilon_0 m \omega^2}\,,$$

$$Y_T = \frac{e B_T}{m \omega}\,,$$

$$Y_L = \frac{e B_L}{m \omega}\,,$$

$$Z = \frac{\nu}{\omega}\,,$$

ε_0 = Influenzkonstante,
$\omega = 2\pi f$ = Kreisfrequenz der Welle,
e, m, N, ν = Ladung, Masse, Konzentration (in m^{-3}) und Stoßzahl (in s^{-1}) der Elektronen,
B_T, B_L = transversale und longitudinale Komponente des Erdmagnetfeldes B_E (bezogen auf die Ausbreitungsrichtung der Welle).

$$f_N = \frac{1}{2\pi} \frac{N e^2}{\varepsilon_0 m} \approx 9 \cdot \sqrt{N/m^{-3}}\ \text{Hz}$$

heißt Plasmafrequenz,

$$f_H = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{e}{m} B_E \approx 0{,}7 \ldots 1{,}7\ \text{MHz}$$

Gyrofrequenz der Elektronen.

Der Realteil μ beschreibt die Phasengeschwindigkeit $v_p = \frac{\omega}{k} = \frac{c}{\mu}$ der Welle ($k = \frac{2\pi}{\lambda}$ = Wellenzahl, c = Lichtgeschwindigkeit im Vakuum), der Imaginärteil χ die → ionosphärische Absorption. Unter den Bedingungen der Praxis ist i. allg. $\mu \leqq 1$, d. h. $v_p \geqq c$. Die Ionosphäre ist also für Funkwellen »optisch dünner« als das Vakuum. Die Gruppengeschwindigkeit $v_g = \frac{d\omega}{dk}$ der Welle ist jedoch kleiner als c. Näherungsweise wird $v_g = \mu \cdot c$.

Das Erdmagnetfeld macht die Ionosphäre anisotrop und bewirkt eine Aufspaltung der Welle in 2 magnetoionische Komponenten oder charakteristische Wellen, die ordentliche (o) und außerordentliche (x) Komponente (magnetische Doppelbrechung). Sie sind mit entgegengesetztem Drehsinn elliptisch (im Grenzfall bei Ausbreitung parallel zum Erdmagnetfeld zirkular, quer zum Erdmagnetfeld linear) polarisiert und breiten sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten aus. Daraus resultiert eine Drehung der Polarisationsebene linear polarisierter Wellen (→ Faraday-Effekt). Für die o-Komponente gilt das +-Zeichen in obiger Formel, für die x-Komponente das −-Zeichen.

Eine in eine Ionosphärenschicht einfallende Welle wird, da μ abnimmt, vom Einfallslot weg gebrochen, und zwar umso stärker, je größer N und je kleiner f ist. Wenn die i. B. so stark ist, daß die Welle die Schicht nicht durchdringt, sondern zurückkehrt, erscheint der Vorgang von außen als Reflexion (R.). Sie erfolgt bei senkrechtem Einfall an der Stelle $\mu = 0$. Die höchste, im Schichtmaximum bei senkrechtem Einfall reflektierbare Frequenz heißt Grenzfrequenz f_c der Schicht. Für die o-Komponente ist

$$f_c = f_o = f_{N\,max}\,,$$

für die x-Komponente

$$f_c = f_x \approx f_o + f_H/2$$

(Anwendung bei der ionosphärischen → Echolotung).

Bei schrägem Einfall lautet die R.-Bedingung

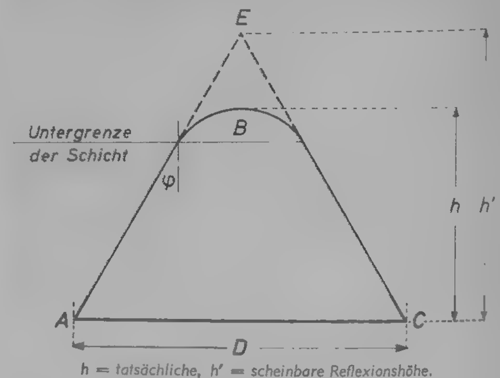
$$f \leqq f_{cl} = M \cdot f_c\,.$$

f_{cl} heißt Klassische MUF (Kl. MUF, MUF = Maximum Usable Frequency). Wenn man die Ionosphäre als eben behandelt, gilt:

1. Der MUF-Faktor (M-Faktor) ist nur vom Einfallswinkel φ in die Schicht abhängig:

$M = M(\varphi) = 1/\cos\varphi = \sec\varphi$ (Sekans-Gesetz);

2. Die Laufzeit der Welle auf dem tatsächlich durchlaufenen gekrümmten Weg (ABC in Bild 1) ist die gleiche wie auf einem äquivalenten, mit Lichtgeschwindigkeit durchlaufenen Dreiecksweg mit demselben φ (AEC) (Theorem von Breit und Tuve);



h = tatsächliche, h' = scheinbare Reflexionshöhe.

Bild 1. Ionosphärische Reflexion.

3. Tatsächliche und scheinbare R.-Höhe bei der Frequenz f sind dieselben wie bei senkrechter Aus-

breitung mit der äquivalenten Frequenz $f_{äq} = f \cos \varphi$ (Martynsches Theorem).

Um die Krümmung der Ionosphäre und den Einfluß des Erdmagnetfeldes zu erfassen, hat man nach N. Smith für mittlere Schichtprofile korrigierte Übertragungskurven, sogen. Standard-MUF-Faktoren ermittelt. Die damit berechnete Näherung der Kl. MUF nennt man Standard-MUF. Mit Rücksicht auf die praktischen Anwendungen drückt man den MUF-Faktor meist nicht als Funktion des Einfallswinkels φ, sondern der durch den Sprung (Ausbreitungsweg Erde — Ionosphäre — Erde, »Hop«) überbrückten Entfernung (Sprunglänge) D aus (Bild 2). Je flacher der Strahl verläuft, desto

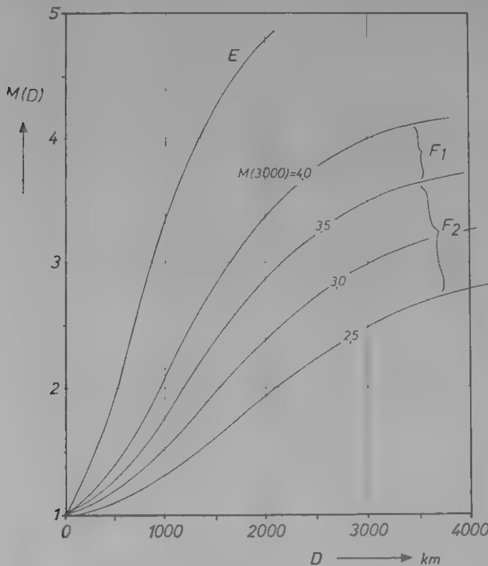


Bild 2. Standard-MUF-Faktor $M(D)$ als Funktion der Entfernung D. Parameter für die F-Region: $M(3000)$ = MUF-Faktor für $D = 3000$ km.

höhere Frequenzen können reflektiert werden und desto größer wird die Sprunglänge (Ausnahme: Pedersen-Strahl, s. weiter unten). Größere R.-Höhen führen ebenfalls zu größeren Sprunglängen bzw. bei gegebener Sprunglänge zu steileren Ausbreitungswegen. Wellen mit $f > f_c$ werden bei steilem Einfall ($M \approx 1$) nicht reflektiert, sie können also in kleinen Entfernungen nicht als Raumwelle empfangen werden (Sprungzone, tote Zone [Bild 3]; genau genommen darf jedoch der Bereich, in dem Bodenwellenausbreitung möglich ist, nicht zur »toten« Zone gerechnet werden). Bei der Sprungentfernung (Skip distance) D_s wird $f = M(D_s) \cdot f_c$ (Rand der Sprungzone [Strahl 6 in Bild 3]), und in allen Entfernungen $D \geqq D_s$ ist Raumwellenempfang möglich. Für $D > D_s$ sind sogar 2 Strahlenwege möglich, der normale flache Strahl (low-angle ray [Strahlen 1—6]) und der steiler verlaufende Pedersen-Strahl (high-angle ray [Strahlen 7—9]), der eine größere Strecke in der Nähe des Schichtmaximums zurücklegt. Beim Pedersen-Strahl nimmt die Sprunglänge mit flacherem Verlauf ab, seine Feldstärke ist in größeren

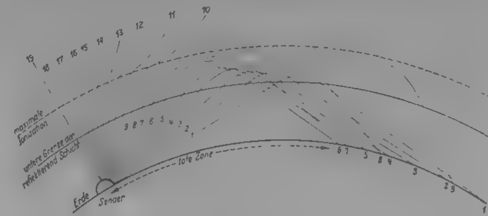


Bild 3.
Strahlenwege in der Ionosphäre (nach Försterling und Lassen).

Entfernungen i. allg. gering. Nur wenn $f > M_{max} \cdot f_c$, wächst die Sprungentfernung über die bei gegebener R.-Höhe maximal mögliche Sprunglänge (Abstrahlung tangential zum Erdboden) hinaus, so daß keine R. stattfindet. Alle Strahlen, die nicht reflektiert werden, durchdringen die Ionosphäre, wobei sie mehr oder weniger stark gebrochen (abgelenkt) werden [Strahlen 10—19].

Größere Entfernungen können durch mehrfache R. in der Ionosphäre mit Zwischen-R. am Erdboden überbrückt werden (Zick-Zack-R.). So können auch Gebiete erreicht werden, die wegen der Abschattung durch die Erde jenseits der maximalen Reichweite eines Sprunges liegen. Dabei muß die R.-Bedingung an jedem ionosphärischen R.-Punkt erfüllt sein; der Punkt mit der niedrigsten Kl. MUF bestimmt also die Kl. MUF für die ganze Funklinie. Im allg. sind zwischen 2 Stationen mehrere Ausbreitungswege (Modes) mit R. an verschiedenen Schichten (auch »gemischte« Wege) gleichzeitig möglich (Mehrwegeausbreitung, Bild 4). Häufig tritt Abdeckung

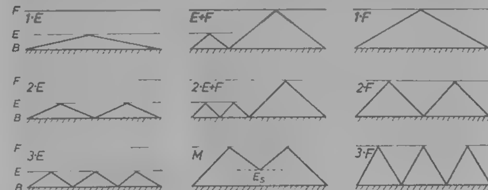


Bild 4.
Mögliche Übertragungswege (Zickzackreflexionen, schematisch).

eines Weges (z. B. F-R.) durch R. an einer intensiven, tiefer gelegenen Schicht (z. B. E_s-Schicht) auf.

Der R.-Koeffizient (Feldstärkeverhältnis der reflektierten zur einfallenden Welle) einer Ionosphärenschicht wird meist so definiert, daß die → ionosphärische Absorption in tiefer liegenden Schichten mit einbezogen wird. An dünnen oder inhomogenen Schichten (z. B. E_s-Schicht) erfolgt häufig partielle R. Im Langwellenbereich ($f \lessapprox 300$ kHz) wird aus meßtechnischen Gründen oft der Konversionskoeffizient $_{\parallel}R_{\perp}$ benutzt, definiert als Feldstärkeverhältnis der Horizontalkomponente der reflektierten Welle zur vertikal polarisierten, einfallenden Welle.

Literatur → ionosphärische Wellenausbreitung.

Ochs

ionosphärische Duktausbreitung. Ausbreitung elektromagnetischer Wellen innerhalb eines ionosphärischen Wellenleiters (Duktes), d. h. einer Schicht oder eines Schlauches, in dem die Elektronendichte niedriger ist als in der Umgebung. Die Gebiete höherer Elektronendichte wirken bei flachem Einfallswinkel reflektierend und führen die Welle wie die Wände eines Hohlleiters. Daher ist u. U. die Empfangsfeldstärke wesentlich größer als bei freier Ausbreitung.

I. D. kann auftreten:

1. Zwischen 2 Ionosphärenschichten, z. B. der E- und der F-Schicht. Es wird angenommen, daß die überraschend hohen Feldstärken bei Erdumlaufechos auf diese Weise zu erklären sind.
2. Innerhalb einer Ionosphärenschicht mit günstig verlaufenden Inhomogenitäten. Dabei können die Wellen z. B. infolge der Krümmung der Niveauflächen an der Schichtunterseite immer wieder in die Schicht hineingelenkt und dort erneut nach unten abgelenkt werden.
3. Zwischen Säulen erhöhter Ionisation, die längs der erdmagnetischen Feldlinien ausgerichtet sind, wodurch die Elektronen an der Diffusion gehindert werden (→ Ionosphäre). Dieser Typ der i. D. spielt vor allem in der Nähe und oberhalb des Maximums der F-Schicht eine Rolle.
4. Zwischen Erdboden und Untergrenze der Ionosphäre (→ Modetheorie der Längstwellenausbreitung).

Literatur: E. Woyk (Chvojkova), Analytical formulas for radio paths in spherically stratified ionospheres, Radio Science J. Res. NBS 69 D (1965) No. 3, S. 453—457. *Ochs*

ionosphärische Streuausbreitung (ionosphärisches Scatter). Ausbreitung elektromagnetischer Wellen durch Streuung an Unregelmäßigkeiten (Inhomogenitäten) der Ionisationsverteilung (Streuzentren) in der Ionosphäre. Dabei bildet jedes Streuzentrum den Ausgangspunkt einer gestreuten Welle, indem es der einfallenden Welle einen kleinen Teil der Strahlungsenergie entzieht und in andere Richtungen abstrahlt. Die einfallende Welle wird also geschwächt (Streuverluste, → Ausbreitungsdämpfung); dafür kann die gestreute Strahlung u. U. an Stellen empfangen werden, die durch reguläre → ionosphärische Wellenausbreitung auf der benutzten Frequenz nicht erreichbar wären. Es hängt von der Natur und Größe der Streuzentren ab, ob die Streuung richtungsunabhängig ist oder ob einzelne Winkelbereiche bevorzugt werden, z. B. Vorwärtsstreuung, Rückstreuung, Seitwärtsstreuung.

Als Streuzentren kommen in Frage:

Irregularitäten in der E- oder F-Schicht, E_s-Ionisation, Spread-F u. ä. (→ Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten), Polarlicht-Ionisation (→ Polarlichtstörungen), ionisierte Meteorspuren (→ Meteorstoßausbreitung) u. a. Inhomogenitäten in der D-Schicht (s. weiter unten). Bei Anwendung extrem hoher Impuls-Sendeleistung kann man auch die inkohärente Streuung (Rückstreuung) der einzelnen Elektronen beobachten. Im weiteren Sinn wird auch Ausbreitung durch Streuung am Erdboden und Reflexion in der Ionosphäre (→ Rückstreuung, Seitwärtsstreuung) zur i. St. gerechnet.

Unter i. St. im engeren Sinn (Ionoscatter) versteht man die Vorwärtsstreuung an ständig vorhandenen Inhomogenitäten in der unteren Ionosphäre (D-Region). Diese entstehen durch turbulente Luftbewegungen (tagsüber in etwa 70 km Höhe, Bewegungen in der oberen → Atmosphäre) und durch die Vielzahl der ionisierten Spuren kleiner Meteoriten (85 ... 90 km Höhe), während stärker ionisierte Spuren zu Meteorstoßausbreitung führen.

Die Empfangsleistung des Ionoscatter liegt für Frequenzen von etwa 25 ... 100 MHz und Entfernungen von etwa 1000 ... 2000 km um etwa 70 ... 120 dB unter der bei Freiraumausbreitung, abhängig von Frequenz, Entfernung, geographischer Lage der Strecke, Antennentyp und -orientierung sowie Tages- und Jahreszeit. Sie ist proportional dem Streuvolumen (der Teil der streuenden Schicht, der sowohl von der Sende- als auch von der Empfangsantenne erfaßt wird) und dem Streuquerschnitt (wirksame zerstreuende Fläche der Streuzentren) pro Volumeneinheit. Letzterer hängt ab von den linearen Abmessungen (scale of turbulence) und den Ionisationsdifferenzen der Turbulenzkörper bzw. Meteorspuren, der Wellenlänge, dem Streuwinkel γ (Winkel zwischen dem in die streuende Schicht einfallenden und dem gestreuten Strahl) und dem Winkel zwischen dem elektrischen Vektor der einfallenden Welle und dem gestreuten Strahl.

Frequenz- und Entfernungsabhängigkeit lassen sich ausdrücken durch:

$$L \sim l^2 \cdot f^n \left(\sin \frac{\gamma}{2}\right)^{n-1}$$

(L = Übertragungsdämpfung bei frequenzunabhängigem Antennengewinn, l = Entfernung vom Streuvolumen zur Empfangsantenne, f = Frequenz). Für den Exponenten n erhält man nach der Theorie von Booker und Gordon den Wert 6, nach Eckersley 10, nach Villars und Weisskopf Werte zwischen $6^1/_3$ (niedrige Frequenzen) und 13 (hohe Frequenzen). Experimentell wurden Werte zwischen 6 und 10 gefunden (im Mittel etwa 7,5, tagsüber etwas höher als nachts). Für Entfernungen unter 1000 km wird der Streuwinkel γ zu groß (hier ergibt die → troposphärische Streuausbreitung höhere Feldstärken), über 2000 km ist wegen der Erdkrümmung kein Empfang mehr möglich.

Die Feldstärke ist tagsüber i. allg. um einige dB höher als nachts. Feldstärkeerhöhungen bis zu 50 dB erhält man

1. häufig (zu jeder Tageszeit) am erdmagnetischen Äquator durch Streuung an E_{sq}-Ionisation (äquatorialer Typ der sporadischen E-Schicht) in 100 ... 110 km Höhe,

2. gelegentlich (vor allem im Herbst) in der 1. Nachthälfte bis zu 20° nördlich und südlich des erdmagnetischen Äquators durch Streuung an der Unterseite der F-Schicht (Spread-F). Es handelt sich dabei um Irregularitäten der Ionisationsverteilung, die längs der erdmagnetischen Feldlinien ausgerichtet sind; daher ist diese Streuung nicht isotrop.

Bei → Polarlichtstörungen der Ionosphäre wächst die Feldstärke oberhalb etwa 40 ... 45 MHz an, für niedrigere Frequenzen kann sie wegen erhöhter Absorption absinken. Bei → Polarkappenabsorption erfolgt tagsüber Feldstärkeabfall.

Wegen der hohen Dämpfung braucht man stark bündelnde Antennen, deren Keulen sich in Streckenmitte im Streuvolumen überlappen müssen. Der effektive Antennengewinn ist wesentlich geringer, als er bei Freiraumausbreitung wäre, und schwankt stark. Für Rhombusantennen mit 6° Halbwertsbreite (Freiraumgewinn 42 dB) wurden 50%-Werte zwischen 20 und 30 dB gemessen. Zu gewissen Tageszeiten kann sich eine Verbesserung um mehrere dB ergeben, wenn die Antennen auf ein Streuvolumen außerhalb des Großkreises gerichtet werden (etwa 7° Abweichung an Sende- und Empfangsseite).

Die gestreuten Signale zeigen raschen Schwund mit Schwundfrequenzen von 0,2 ... 3 Hz, in Ausnahmefällen auch wesentlich höher (sog. »Flutter-Fading« bei Spread-F bis über 10 Hz, »Sputter« bei Polarlichtstörungen bis über 100 Hz). Die Schwundfrequenz ist auch von Antennenbündelung und -richtung abhängig.

Für die praktische Anwendung der i. S. zur Nachrichtenübertragung kommen hauptsächlich Frequenzen von 30 ... 60 MHz in Frage, da die Dämpfung mit der Frequenz rasch anwächst. Über eine Strecke können 1 ... 2 Telefoniekanäle (oder entsprechende Telegrafiekanäle) geleitet werden. Zur Verhinderung von Störungen (besonders durch → Rückstreuung des eigenen Signals vom Erdboden unter normaler ionosphärischer Reflexion) müssen besondere Modulationsverfahren eingesetzt werden.

Literatur: D. K. Bailey u. a., A new kind of radio propagation at very high frequencies observable over long distances, Phys. Rev. 86 (1952), S. 141—145 — Verschiedene Aufsätze in: Proc. IRE 43 (1955), No. 10 — W. J. Bray, J. A. Saxton, R. W. White, G. W. Luscombe, V. H. F. propagation by ionospheric scattering and its application to long-distance communication, Proc. IEE 130 Part B (1966), S. 236—260 — Joint Technical Advisory Committee (J. T. A. C.), Radio transmission by ionospheric and tropospheric scatter, I. Ionospheric scatter transmission, Proc. IRE 48 (1960), S. 4—29 — J. C. Blair, R. M. Davis, R. C. Kirby, Frequency dependance of D-region scattering at VHF, J. Res. NBS 65 D (1961), S. 417—426 — K. L. Bowles, R. Cohen, A study of radio wave scattering from sporadic E near the magnetic equator; in: »Ionospheric Sporadic E« (herausgeg. von E. K. Smith und S. Matsushita), Pergamon Press Oxford, London, New York, Paris 1962, S. 51—77 — W. F. Bain, Solar-induced effects on VHF ionospheric propagation at low magnetic latitudes, in AGARDograph 59: »The Effect of Disturbances of Solar Origin on Communications« (herausgeg. von G. J. Gassmann), Pergamon Press Oxford, London, New York, Paris 1963, S. 185—192. — »Ionospheric Scattering«, in: »Monograph on Ionospheric Radio« (herausgeg. v. W. J. G. Beynon), Elsevier Publ. Comp. Amsterdam, New York 1962, S. 189—216 — K. Davies, Ionospheric Radio Propagation, Kap. 8: Scatter Propagation on Very High Frequencies; N. B. S. Monograph 80 Washington 1965, S. 343—392 — P Newman (Herausg.), Spread F and its Effects upon Radiowave Propagation and Communication, AGARDograph 95, Technivision Maidenhead (England) 1966.

Ochs

ionosphärische Wellenausbreitung ist die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen unter wesentlicher Mitwirkung der → Ionosphäre (I.) und ihrer Schichten.

1. Allgemeines. Für Frequenzen bis etwa 30 ... 50 MHz bildet die I. einen natürlichen Reflektor mit — vor allem im Kurzwellenbereich — außerordentlich variablen Eigenschaften, der einerseits die Überbrückung großer Entfernungen mit verhältnismäßig geringen Mitteln ermöglicht, andererseits aber auch viele Übertragungsschwierigkeiten und Störungen verursacht. Der Teil der von einem (irdischen) Sender abgestrahlten Wellen, der nicht in der Nähe der Erdoberfläche verbleibt (→ Bodenwelle, → troposphärische Wellenausbreitung), dringt als Raumwelle in die I. ein und kann dort — je nach Frequenz und I.-Zustand — reflektiert werden (→ionosphärische Brechung). Wenn keine Reflexion an regulären Schichten möglich ist, spielen oft → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten und → ionosphärische Streuausbreitung eine Rolle. Die Ausbreitungsdämpfung bzw. Empfangsfeldstärke wird bei regulärer i. W. hauptsächlich durch → ionosphärische Absorption, Verluste bei → Reflexion am Erdboden und Fokussierung bestimmt. Fokussierung und Defokussierung (d. h. Erhöhung und Erniedrigung der Feldstärke infolge Konvergenz und Divergenz der Strahlenwege) treten unregelmäßig abwechselnd praktisch überall auf, da die reflektierenden Schichten i. allg. nicht ganz glatt sind, sondern wellen- oder wolkenartige Strukturen haben. Regelmäßig erfolgt Fokussierung 1. am Rand der toten Zone (nur in einem schmalen Streifen und nur bei ruhiger I. beobachtbar), 2. im Gebiet der maximalen Reichweite einer einmal reflektierten Welle, d. h. bei sehr flachen Ausbreitungswegen, 3. in der Umgebung des Antipodenpunktes.

2. Schwund. Ausbreitungsdämpfung bzw. Empfangsfeldstärke sind ständigen Schwankungen unterworfen, und zwar regelmäßigen Änderungen mit Tageszeit, Jahreszeit und Sonnenaktivität (→ Funkprognosen), unregelmäßigen Änderungen (Fluktuationen) von Tag zu Tag (→ Funkwetter), rascheren Schwankungen mit Perioden von Stunden bis herab zu Bruchteilen von Sekunden (→ Schwund).

Bei i. W. ist der Schwund i. allg. um so rascher, je höher die Frequenz ist.

Der Schwundverlauf kann auf relativ eng benachbarten Frequenzen (z. B. in den beiden Seitenbändern eines modulierten Signals) ganz verschieden sein (selektiver Schwund), wodurch Verzerrungen erzeugt werden. Besonders tiefer Schwund tritt oft auf, wenn Boden- und Raumwelle etwa gleiche Amplitude haben (Sonnenauf- und -untergangseffekte bei Lang- und Längstwellen, Verwirrungszonen bei Mittelwellen). Bei Streuausbreitung findet man die höchsten Schwundfrequenzen (flutter fading). Der Schwund extraterrestrischer Signale (künstliche Satelliten, kosmisches Rauschen, → Radioastronomie) wird als Szintillation bezeichnet.

Nach der Schwundursache unterscheidet man:

2.1. Interferenzschwund infolge Mehrwegeausbreitung. Die Schwundfrequenz nimmt i. allg. mit der Frequenz der Welle zu, hängt aber auch von der Zahl der gleichzeitig wirksamen Ausbreitungswege ab.

2.2. Polarisationsschwund infolge wechselnder (elliptischer) Polarisation der Raumwelle, von der

die Empfangsantenne i. allg. nur eine (meist linear polarisierte) Komponente aufnimmt. Es entsteht also ein ständig wechselnder Verlust infolge »Fehlanpassung« der Antenne an die I.

2.3. Fokussierungsschwund infolge wechselnder Fokussierung und Defokussierung, verläuft langsamer als Interferenz- und Polarisationsschwund.

2.4. Grenzfrequenzschwund (skip fading) und Absorptionsschwund im Kurzwellenbereich durch Änderung der Reflexions- und Absorptionsverhältnisse, kann sehr unregelmäßig mit Perioden von Minuten bis zu Stunden verlaufen.

3. Die i. W. in den verschiedenen Frequenzbereichen.

3.1. Im Bereich der Lang- und Längstwellen ($f \lesssim 300$ kHz) sind Methoden der Strahlenoptik nicht anwendbar, da die Wellenlänge von der Größenordnung der Dicke der reflektierenden D-Schicht ist. Außerdem verursacht das Erdmagnetfeld Kopplungseffekte zwischen den magneto-ionischen Komponenten. Reflexion erfolgt tagsüber in etwa 70...80 km Höhe, nachts bei 90 ... 100 km (keine tote Zone). Die Feldstärke hat ein Maximum bei etwa 18...20 kHz (Reichweite: weltweit), sie nimmt im Langwellenbereich (Reichweite: mehrere 1000 km) mit wachsender Frequenz ab. Bei Längstwellen sehr gute Phasenstabilität mit regelmäßigem Tagesgang (jedoch Abweichungen bei plötzlicher → Ionosphärenstörung, → Polarkappenabsorption), bei Langwellen bei Sonnenauf- und -untergang tiefer Schwund mit Perioden von 1/4 bis 1 h. Für Längstwellen ist der Raum zwischen Erde und I. als Hohlleiter zu betrachten (→ Modetheorie); Wellen mit $f \lesssim 10$ kHz können die I. durchdringen (→ Whistler). Für Langwellen vereinigt die Wellensprung-(wave hop-) Theorie wellen- und strahlenoptische Konzepte.

3.2. Mittelwellen bis etwa 1 MHz werden tagsüber fast vollständig absorbiert, nachts an der E-Schicht (h = 80 ... 100 km) reflektiert, wobei sich Reichweiten bis zu mehreren 1000 km ergeben. Auch hier gibt es keine toten Zonen. Starker Interferenzschwund mit Perioden von Minuten erscheint besonders in den Verwirrungszonen, wo Boden- und Raumwelle etwa gleiche Feldstärke haben. Der Grenzwellen-Bereich (1 ... 3 MHz) bildet den Übergang zu den Kurzwellen.

3.3. Für Kurzwellen wird die obere Grenze des sehr variablen brauchbaren Frequenzbereiches durch Brechung und Streuung, die untere durch Absorption und Abdeckung bestimmt (→ Übertragungsfrequenzbereich). Die Reichweite kann — je nach Frequenz weltweit sein.

3.4. Im Bereich oberhalb der Kl. MUF kann Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, vor allem Streuung erfolgen. Mit wachsender Frequenz nimmt der Einfluß der I. immer mehr ab. Oberhalb 100 MHz ist er für die meisten Anwendungen (Ausnahme → Faraday-Effekt) vernachlässigbar.

Literatur: B. Beckmann, Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen, 2. Aufl. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG., Leipzig 1948 — K. Rawer, Die Ionosphäre, P. Noordhoff, Groningen 1953 — K. Fränz u. H. Lassen, Antennen und Ausbreitung, 2. Aufl. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956 — K. G. Budden, Radio Waves in the Ionosphere, Cambridge Univ. Press 1961 — V. L. Ginzburg, Propagation of Electromagnetic Waves in Plasma, North Holland Publ. Comp. Amsterdam 1961 (Übersetzung aus dem Russischen) — J. R. Wait, Electromagnetic Waves in Stratified Media, Pergamon Press Oxford, London, New York, Paris 1962 — J. M. Kelso, Radio Ray Propagation in the Ionosphere, McGraw Hill Book Comp. New York, Toronto, London 1964 — K. Davies, Ionospheric Radio Propagation, National Bureau of Standards Monograph 80, 1965 — K. Rawer u. K. Suchy, Radio-Observations of the Ionosphere, in: Handbuch der Physik, Bd. 49/2 (herausgeg. von S. Flügge), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1967.

Ochs

ionosphärische Wellenleiter → ionosphärische Duktausbreitung.

I-Regler → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Iridium, Ir, Atomgewicht 193,1, ϱ 22,421, Fp 2454°C, Kp 4400°C, gehört zur Gruppe der Platinmetalle, mit denen zusammen es vorkommt. Wertvoll sind seine Legierungen mit Platin und Osmium wegen ihrer chemischen Widerstandsfähigkeit und als → Kontaktwerkstoff.

Literatur: Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ)-Norm 371 1 TV 1, Okt. 1961.

IRIG-Norm → Telemetrie.

Irregularitäten, ionosphärische → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → Rückstreuung.

Irrelevanz → Informationstheorie.

IRT → Institut für Rundfunktechnik.

ISB-Empfänger (independent sideband) → Einseitenband-Empfänger. Er empfängt gleichzeitig zwei meist etwa 3 kHz breite Nachrichtenkanäle zu beiden Seiten des teilweise oder ganz unterdrückten Sendeträgers im KW-Bereich. Im ersteren Fall ist die → Frequenzregelung eines Überlagerungsoszillators im I. aus dem Sendeträger und die Synchronisation des Trägerzusatz-Oszillators für die beiden → Einseitenband-Demodulatoren vorgesehen. Der I. hat zwei Signalwege, beginnend mit den Einseitenband-Filtern für das obere und untere Band, endend mit zwei NF-Ausgängen. Meist ist umschaltbarer Abhörverstärker mit Lautsprecher vorgesehen. Der I. wird auch als reines Zusatzgerät für normale → KW-Empfänger gebaut zum Anschluß an deren ZF-Ausgang.

ISO → Internationale Organisation für Normung, → ISO-Toleranzen.

isochrone Tastung. Telegrafietastung, bei der die Soll-Schrittdauer sämtlicher Schritte einer Schrittfolge gleich der Dauer des Einheitsschrittes oder des ganzzahligen Vielfachen davon ist. Alle Soll-Kennzeitpunkte einer isochronen Tastung stimmen überein mit Punkten eines fortlaufenden Zeitrasters, dessen Teilung durch die Soll-Schrittgeschwindigkeit bestimmt wird. Mit isochroner Tastung arbeiten z. B. die Synchrontelegrafiesysteme. Nach CCITT: Tastung, bei welcher die Zeit zwischen zwei beliebigen Kennzeitpunkten theoretisch gleich dem Einheitsintervall oder einem Vielfachen davon ist.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 16.

isochrone Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

isokeraunischer Pegel → Blitz.

Isolation → Korrosionsschutz.

Isolationsmessung. Isolationswiderstände sind sehr hohe Widerstände, die im allgemeinen mit direkt anzeigenden Meßgeräten (→ Widerstandsmessungen), also mit Widerstandsmessern (Ohmmetern) gemessen werden. Diese Geräte müssen wegen der Höhe des Widerstandes mit großer Meßspannung betrieben werden. Für Fernmeldeanlagen genügen meist Spannungen von 100 bis 120 V, die aus Batterien, Netzanschlußgeräten oder Wechselrichtern entnommen werden. Isolationsmesser für Starkstromanlagen erfordern hohe Meßspannungen, die ungefähr den Betriebsspannungen entsprechen müssen. Man erzeugt sie mit Kurbelinduktoren. Diese Spannungen können bis zu 1500 V betragen.

Da aber die Isolationsströme wegen der Höhe der Isolationswiderstände trotz hoher Meßspannungen sehr klein sind, müssen die Anzeigeinstrumente sehr empfindlich sein. In Geräten für sehr hohe Isolationswiderstände verwendet man deshalb Lichtmarken- oder Spiegelgalvanometer. Besitzt das Anzeigeinstrument eine feste Skala, so kann diese gleich in Ohm geeicht werden. Wenn das nicht möglich ist, so muß man vor jeder Messung das Gerät mit Hilfe einer Eichschaltung durch Vergleich mit einem Meßwiderstand prüfen.

Meßgerät und Meßzuleitungen müssen bei Messungen des Isolationswiderstandes selbst sorgfältig isoliert werden, damit das Meßergebnis nicht durch schlechte Isolationswiderstände der Meßeinrichtung gefälscht wird. U. U. muß der Isolationswiderstand der Meßeinrichtung besonders gemessen und bei der Ermittlung des Meßergebnisses in Rechnung gestellt werden.
Haak

Isolationsprüfung an fernmeldetechnischen Einrichtungen dient der Feststellung, ob der → Isolationswiderstand den Betriebsanforderungen genügt. Sie wird planmäßig, gelegentlich der Instandhaltungsarbeiten oder nach Bedarf mit einem Ohmmeter oder Vielfachmeßgerät ausgeführt. Auf die Ermittlung genauer Meßwerte wie bei der → Isolationsmessung kommt es dabei im allgemeinen nicht an.

Isolationsüberwachung. Wie unter → Kabelmessungen ausgeführt, werden neuerdings zur Ermittlung des Isolationszustandes von Kabeln automatisch arbeitende I.-Einrichtungen bei der DBP benutzt, um Personal für die sonst häufig auszuführenden Isolationsmessungen, z. B. mit Hilfe eines → Kabelmeßkoffers, einzusparen. Je nach Kabelart und Länge können die I.-Einrichtungen derart eingestellt werden, daß sie einen Alarm auslösen, wenn je nach dem Isolationszustande des betreffenden Kabels Werte von 5 ... 400 MΩ unterschritten werden. Die I.-Einrichtungen werden in ein Gestell eingebaut, um bis zu 90 Stromkreise in verschiedenen Kabeln auf ihren Isolationszustand zu überwachen. Die Stromkreise können durch Anschalten an die Übertragermitten von Stämmen und Vierern an der Kabelseite gebildet werden, um nicht Betriebsleitungen für die I.-Einrichtungen freischalten zu müssen. Die Schaltung der I.-Einrichtung ist derart gestaltet worden, daß sie im allgemeinen nicht auf Störspannungen anspricht. Dies wird dadurch erreicht, daß die kurzzeitig auftretenden Störspannungen von der I.-Einrichtung nicht angezeigt werden. Die I.-Einrichtung besitzt außer dem Schrittschaltwerk zum Abtasten der einzelnen Stromkreise noch eine elektronische Schaltung, mit deren Hilfe die Größe der Isolationswiderstände ermittelt wird. Die Isolation von Kabeln kann auch mit Gleichstrom und mit einem einfachen Widerstandsmesser (Meßbereich bis 10 MΩ) oder mit einem Isolationsmesser mit Kurbelinduktor bestimmt werden. Von dem letzten Gerät wird bei der DBP kaum Gebrauch gemacht, weil die auf der Betriebsader gegen die Erde mit dem Kurbelinduktor erzeugte Spannung verhältnismäßig hoch liegt (≈ 500 V) und daher das Betriebspersonal gefährden kann.

In ähnlicher Weise überwacht die Deutsche Bundesbahn ihr Streckenfernmeldekabelnetz. Von jedem zu überwachenden Kabel ist ein Aderpaar an das Vielfache eines Wählers gelegt. Der Wähler schaltet schrittweise die Meßeinrichtung nacheinander auf dieses Prüfaderpaar. Für jedes Kabel ist der Sollisolationswert eingestellt. Unterschreitet der gemessene Isolationswert den Sollwert, so wird Alarm gegeben.

Literatur: Postleitfaden der DBP, Meßtechnik, 1. Bd.
Prillwitz/Leitenberger

Isolations- und Sprühverluste → Verlustleistung einer Antenne.

Isolationswiderstand, Widerstand, den die Isolierhülle eines stromführenden Leiters dem elektrischen Strom entgegensetzt. Im wesentlichen hängt der I. von der Dicke der Ummantelung und vom dielektrischen sowie hygroskopischen Verhalten des Isolationsstoffes ab. Bei der Abnahme eines Kabels im Werk liegt der I. bei etwa 100000 MOhm/km, nach dem Auslegen im allgemeinen noch über 1000 MOhm/km. Der I. von Blankdrahtleitungen ist stark von der Witterung und dem Zustand der Isolatoren abhängig. Er ist zeitweise so gering, daß die höchstzulässigen Dämpfungswerte des → Dämpfungsplanes überschritten werden. Der I. muß bei Fernsprechanschlußleitungen unter Berücksichtigung der → Nebensprechdämpfung mindestens 1 MOhm betragen. Hochwertige Leitungen erfordern einen höheren I. Die Vermittlungseinrichtungen sollen bei einem I. von mehr als 20 kOhm einwandfrei arbeiten. Fernsprechleitungen werden außer Betrieb genommen, wenn der I. kleiner als 50 kOhm ist.

Isolator → Antennen, Ausführung.

Isolierband, bandartiges Gewebe aus Zellwolle, Baumwolle oder Kunstseide von 0,6 bis 5 cm Breite, das mit Kautschukmassen als Kleber versehen und zur besonderen Kennzeichnung meist eingefärbt ist. I. auf Gewebebasis dient zur Isolierung und zum mechanischen Schutz von Verbindungsstellen in Zimmerleitungsdrähten, Bleirohrkabeln usw. Es wird auch in vielen Fällen lediglich wegen seiner Klebwirkung benutzt, z. B. um den Durchmesser von Drähten und Kabeln auf eine bestimmte Stärke zu bringen, wenn diese in Einführungstüllen, Stutzen usw. abgedichtet

werden sollen. In den letzten Jahren sind selbstklebende I. mit Kunststoffolien als Träger und Kleber auf der Basis von Polymeren einschließlich von synthetischem Kautschuk und Naturkautschuk entwickelt worden, insbesondere dehnbare I. aus weichgestelltem Polyvinylchlorid und Polyäthylen. Sie dienen nicht nur als I. für die Elektrotechnik, sondern auch als Bandagen für den Korrosionsschutz. Außer den üblichen selbstklebenden I. gibt es sie mit einer wärmehärtenden Klebschicht und einem Träger aus Kunststoffolie, Gewebe oder sonstigen Werkstoffen. Die Klebschicht härtet in der Wärme z. B. durch Vernetzen, Polymerisieren oder Vulkanisieren aus. Außerdem werden bei einer Wärmebehandlung die mechanischen, elektrischen und oftmals auch thermischen Eigenschaften dieser I. wesentlich verbessert. Sie haben sich auch als Wicklungsisolierung und mechanischer Halteschutz in elektrischen Geräten bewährt.

Literatur: DIN 40 631 und 40 633. *Michel*

Isolieren. 1. Mittel, die Einwirkungen von Stoffen aus dem Untergrund auf das Anstrichsystem oder umgekehrt oder innerhalb des Anstrichsystems zwischen den einzelnen Anstrichschichten verhindern (nach DIN 55 945, 1955). 2. Umgeben von stromleitenden Materialien mit Isolierstoffen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Isolierhülle. Isolierung der Leiter muß mit Rücksicht auf großen Einfluß der Kapazität und der Ableitungsverluste auf Übertragungseigenschaften aus Material mit möglichst kleiner relativer Dielektrizitätskonstante und kleinem Verlustfaktor im Übertragungsfrequenzbereich bestehen, d.h. entweder mit möglichst geringem Anteil an festen Stoffen (Papier-Luftraum) oder aus Stoffen mit geringer Dielektrizitätskonstante und vor allem sehr kleinen dielektrischen Verlusten (Styroflex, Polyäthylen, geschäumte Stoffe) gefertigt sein.

Papier: Physikalische und chemische Eigenschaften des Papiers (P) müssen vor Verarbeitung DIN 6740/41 entsprechen (Kabelpapier); relative Dielektrizitätskonstante etwa 2,5; Verlustfaktor stark von der Frequenz abhängig; daher werden papierisolierte Leiter höchstens bis 250 kHz verwendet. Der Isolationswiderstand des Papiers wird schon durch geringe Spuren von Wasser und Wasserdampf stark gemindert; Papier ist hygroskopisch; quillt durch Feuchtigkeit auf und verhindert u. U. schnelles »Absaufen« der Kabel bei Beschädigung der äußeren Umhüllung. Die Leiter werden entweder mit 1 Lage Papierband oder 1 Papierkordel und darüber 1 Lage Papierband hohl umwickelt (Papier-Luftraumisolierung).

Styroflex: Dies ist Polystrol (PS) (Polymerisationsprodukt von Äthylen und Benzol), das durch Recken bei erhöhter Temperatur biegsam gemacht wird. Verwendung als Leiterisolierung in Form von Kordeln und Bändern (Luftraumisolierung). Eigenschaften: Hoher spez. Widerstand und kleiner, frequenzunabhängiger Verlustfaktor, biegsam.

Polyvinylchlorid (PVC) ist ein Polymerisationsprodukt des Vinylchlorids; es wird mit Weichmachern, Farbstoffen, Füllmitteln und Stabilisatoren vermischt und als thermoplastische Isoliermasse auf die Cu-Leiter aufgespritzt. Eigenschaften: Um so besser kältebeständig, je höher Weichmachergehalt, gute Zug- und Abriebfestigkeit; beständig gegen viele Chemikalien, flammwidrig, hat aber wesentlich höheren und frequenzabhängigen Verlustfaktor als das nachstehend beschriebene PE.

Polyäthylen (PE) ist ein Polymerisationsprodukt des Äthylens; es ist ähnlich wie Wachse und Paraffin brennbar; chemische Beständigkeit gegenüber organischen Chemikalien ist gut, aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe wirken quellend. Es besitzt eine sehr geringe Wasserdampfdurchlässigkeit, ist aber hinsichtlich Spannungsrißfestigkeit stark vom Schmelzindex des Materials abhängig. Der Verlustfaktor ist $4 \cdot 10^{-4}$, der nur wenig von der Temperatur abhängt und praktisch frequenzunabhängig ist.

Geschäumtes Polystrol wurde versuchsweise für Isolierhüllen von Trägerfrequenz-(TF-)Kabeln verwendet. Wegen der unwirtschaftlichen Herstellung wurde aber wieder darauf verzichtet. Dagegen ist aufgeschäumtes PE, sog. Zell-PE, für Isolierhüllen gebräuchlich. Dickwandige Isolierhüllen aus Zell-PE sind mechanisch weniger stabil. Durch die Aufschäumung mit Treibmitteln, die den pulverförmigen Ausgangsstoffen oder körnigen Halbfabrikaten zugesetzt werden, verringert sich die Dielektrizitätskonstante bedeutend. Isolierhüllen aus PVC oder PE müssen den Bedingungen von VDE 0209 entsprechen.

Knebel

Isolierhülsen werden nach DIN 47 661 aus Papier oder aus Kunststoff-Polyäthylen (PE) hergestellt. Für papierisolierte Kabel werden die I. im allgemeinen aus naturfarbigem Papier entsprechend Tabelle 1 zum Schutz gegen Berührung an der Adernverbindungsstelle eingesetzt.

Tabelle 1. Isolierhülsen aus Papier.

Typ	Länge	Innen-	Außen-	Anwendung bei Leiterdurchmesser	
		durchmesser		Würge-	Löthülsen-
				verbindung	
IH 2,4	50	2,4	3,1	0,4	—
IH 2,9	50	2,9	3,5	0,6	0,9
IH 3,4	50	3,4	4,2	0,8	1,4
IH 4,2	50	4,2	5,2	0,9	—
IH 6,0	60	6,0	7,0	1,4	—

I. aus PE werden zur Isolierung der Verbindung von papierisolierten Leitern mit kunststoffisolierten Adern in Verbindungs- bzw. Abzweigmuffen und von kunststoffisolierten Leitern untereinander in Aufteilungsmuffen benötigt. Die Wahl der richtigen I. erfolgt entsprechend Tabelle 2.

Tabelle 2. Isolierhülsen aus Kunststoff.

Kurzzeichen	Innendurchmesser	Länge	Farbe	Anwendung für Leiterdurchmesser bei	
				Würge-	Löthülsen-
				verbindung	
IHK 2,5	2,6	50	natur	0,4	—
IHK 3,0	3,1	50	natur	0,6	0,9
IHK 3,5	3,6	50	natur	0,8	1,2 – 1,4
IHK 4,0	4,1	50	natur	0,9	—
IHK 6,0	6,1	50	natur	1,2 + 1,4	—

(→ Aderverbindung). *Stegmann*

Isolierlacke. Weitgehend auf Kunstharzbasis aufgebaute Lacke für stromführende Teile wie Drähte (Drahtlacke) und Spulen (Tränklacke), die besonders hohen Isolierwiderstand sowie gute Wärme-, Alterungsbeständigkeit und Abriebfestigkeit haben sollen. Verwendet werden z. B. Polyvinylformal, plastifiz, härtbare Phenol- und Harnstoffharze, Polyamide, Isocyanatprod., Terephthalsäureester, Epoxidharze, Kombinationen solcher Stoffe usw. Die I. sollen einen spannungsführenden Kupferleiter mit einem möglichst dünnen, blasen- und porenfreien Film überziehen, um Windung gegen Windung in einer Spule zu isolieren.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Isolierlasche → Isolierung von Gleisen und Weichen.

Isoliermuffe → kathodischer Korrosionsschutz.

Isolierpreßstoffe. Die I. sind im allgemeinen aus einer Faser, einem Bindemittel und einem Füllmittel zusammengestellt. Als Bindemittel werden Kunst- und Naturharze, als Faser Asbest oder Baumwollabfälle, als Füllmittel Holzmehl, Marmormehl, Schwerspat und Talkum verwendet. Die Zahl der Preßstoffmassen mit den verschiedensten Bezeichnungen, die sich durch mehr oder weniger einflußreiche Zusätze unterscheiden, sind ziemlich groß.
Literatur: Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Isolierrohr. Als I. werden Metall- oder Kunststoffrohre verwendet, die nach VDE 0605 hergestellt sein müssen. Die Abmessungen sind in der DIN 49 026 enthalten. I. dienen vorwiegend für die Aufnahme von Innenleitungen unter Putz (siehe Rohrnetze in Gebäuden).

Isolierschicht-Feldeffekt-Transistor (IG-FET) → Feldeffekt-Transistoren.

Isolierschiene → Gleisschaltmittel, → Isolierung von Gleisen und Weichen.

Isolierstab für Sicherungsbügel → Zange für Sicherungsleisten.

Isolierstoffe (elektrische) im engeren Sinne des Wortes sind Stoffe, die innerhalb der Skala der graduellen Unterschiede zwischen elektrischen Leitern und Nichtleitern einen möglichst hohen spezifischen Widerstand über etwa $10^{10}\,\Omega \cdot \mathrm{cm}$ aufweisen. Sie sollen leitende Teile voneinander und von der Umgebung trennen und eine Berührung oder Verbindung mit anderen Leitern oder dem menschlichen Körper verhindern. I. können organischer oder anorganischer Natur, fest, flüssig oder gasförmig sein und unabhängig von ihrem Aggregatzustand polare oder nichtpolare Eigenschaften haben. Neben einem hohen spezifischen Widerstand sind u. a. zu fordern geringe Feuchtigkeitsaufnahme, schwere Entflammbarkeit, geringe Änderung elektrischer und mechanischer Eigenschaften durch Temperatur, Freisein von Säuren und Salzen und gesundheitsschädlichen Stoffen und gute mechanische Verarbeitungsmöglichkeit.

Der spezifische Widerstand ($\Omega \cdot \mathrm{cm}$) der I. wird aus → Isolationsmessungen errechnet. Mit steigender Temperatur sinken im allgemeinen die Isolationswiderstände. Neben dem Stromdurchgang durch feste I. macht sich der Stromübergang längs der Oberfläche der I. geltend, der stark von dem Verhalten der Oberfläche gegenüber Feuchtigkeit und Verunreinigungen abhängt. (Lit.: Kohlrausch, Bd. 2, S. 52f unter 6.4.1.6., S. 303 unter 6.7.2.1.2., S. 326 unter 6.7.4.1. und S. 338 unter 6.7.4.3.)

Bei höheren Spannungen spielt neben dem spezifischen Widerstand die Durchschlagsfestigkeit (kV/mm) eine Rolle. Für diese gibt es nicht in allen Fällen spezifische Werte, sie ist z. T. strukturbedingt und hängt, z. B. bei Folien, auch von deren Dicke ab. (Lit.: Kohlrausch, Bd. 2, S. 326 unter 6.7.4.1. und S. 339, 340 unter 6.7.4.4.)

Wenn I. einem elektrischen Wechselfeld ausgesetzt sind, wie bei der Verwendung als Schicht zwischen den Belegungen von Kondensatoren, treten neben rein ohmschen Erwärmungsverlusten dielektrische Verluste auf, die den spezifischen Widerstand herabsetzen; → elektrische Größen, Dielektrizitätskonstante, → Dielektrikum, Verlustwinkel, Verlustfaktor (Lit.: Kohlrausch, Bd. 2, S. 322 unter 6.7.4., S. 326 unter 6.7.4.2. und S. 335 unter 6.7.4.2.6.).

Unpolare I. erhöhen im elektrischen Wechselfeld die Dielektrizitätskonstante durch Verschiebungspolarisation, während bei polaren I. eine weitere Erhöhung der Dielektrizitätskonstante durch Orientierung der permanenten Magnete in die Feldrichtung, die Orientierungspolarisation, hinzutritt. Die Dielektrizitätskonstante unpolarer I. bleibt über den ganzen für die Fernmeldetechnik in Frage kommenden Frequenzbereich konstant, polare I. weisen einen Abfall mit steigender Frequenz auf.

Feste I. Trotz der Entwicklung zahlreicher I. aus → Kunststoffen hat unter den festen I. das Papier (Zellulose) aus wirtschaftlichen Gründen ein breites Anwendungsgebiet behalten. Es wird trocken, oder gegen Feuchtigkeitsaufnahme mit Öl getränkt, in Form von Kordeln, Folien oder fester Umhüllung als Isolierung von Kabeladern und in Blattform oder Preßmasse als Schicht zwischen Belegungen von Kondensatoren verwendet. Überspannungen und Übertemperaturen können die Lebensdauer erheblich verringern. Die Entwicklung hochmolekularer organischer Werkstoffe, die als Kunststoffe bezeichnet werden, hat eine sehr große Zahl von I. auf den Markt gebracht. Sie zeichnen sich durch geringe Feuchtigkeitsaufnahme und gute elektrische und mechanische Eigenschaften aus und finden in fester, biegsamer und plastischer Form in elektrischen Geräten aller Art und bei Leitungen, vorwiegend für hohe Frequenzbereiche, Verwendung. Sie lassen sich als Fäden, Folien, Scheiben, Schaumstoff und in anderen zweckbedingten Arten durch Pressen, Warmrecken, Spritzguß und Aufschäumen herstellen. Aus der Vielzahl der I. aus Kunststoff seien genannt Polystyrol, Styroflex, Polyäthylen, Polyester, Polypropylen, Polytetrafluoräthylen, Polyvinylchlorid, Polyisobutylen. Die Herstellerfirmen haben diesen Kunststoffen zum großen Teil eigene Handelsnamen gegeben, die als Warenzeichen eingetragen sind (Lit.: d'Ans-Lax Bd. 1, S. 790f. und Carlowitz Kunststofftabellen S. 243f, wovon letztere

auch eingehende Angaben über Eigenschaften und Anwendungen von Kunststoffen enthalten).

Eine gewisse Beschränkung in der Verwendung der Kunststoffe ist durch Temperaturgrenzen gegeben; außerhalb dieser kann ihre Brauchbarkeit durch Brüchigkeit, Schrumpfung oder andere Zustandsänderungen leiden. Härtbare Kunststoffe (Duroplaste) wie Polyesterharz, Phenolharz (Bakelit), Harnstoffharz, Melaminharz, Epoxidharz schmelzen durch Erwärmung, erstarren während des Erkaltens und werden im Gegensatz zu Thermoplasten durch nochmaliges Erhitzen nicht wieder flüssig. Sie dienen der Herstellung von Preßstoffen (→ Isolierpreßstoffe) und Schichtpreßstoffen z. B. für Kondensatoren und von Vergußmassen. Schnell trocknende Lacke (→ Isolierlacke), Gewebe aus Kunststoff, getränkte Seiden- und Baumwollgewebe werden als Isolierschicht von Schaltdrähten und Litzen für geringe Betriebsspannungen in Innenräumen verwendet.

Besonders harte I., die sich auch durch hohe Durchschlagsfestigkeit, geringe dielektrische Verluste und große Hitzebeständigkeit auszeichnen, sind anorganische, durch Brennen bis zu 1450°C gewonnene keramische Stoffe wie Porzellan (Aluminiumsilikat), Steatit (Magnesiumsilikat) und Rutil (ca. 50% und mehr Titandioxid und andere Oxide). Verwendung z. B. für Isolatoren, Sicherungskörper, Hochtemperatur-Kondensatoren, Zündkerzenkörper, Sicherungskörper, Wickelkörper für elektrische Widerstände und Spulen. Auch Glas (Mischprodukt von Metalloxiden und Silikaten), Quarz (Siliziumdioxid) und Glimmer (Kalium-Aluminiumdoppelsilikat) sind in Gebrauch, z. B. Glas für Isolatoren und Kondensatoren, Quarz für Kondensatoren und Frequenznormale, Glimmer für Hochtemperatur-Kondensatoren, Abgleichkondensatoren und Kondensatoren in Schwingkreisen.

Flüssige I. sind vorwiegend Mineralöle, Silikonöle und chlorierte Kohlenwasserstoffe (z. B. Tetrachlorkohlenstoff) als Dielektrikum u. a. in Schwingkreiskondensatoren von Sendern höherer Leistungen und in Kondensatoren von Bandfiltern, bei denen es auf hohe Konstanz der Kapazität und geringen Verlustfaktor ankommt.

Die Durchschlagsfestigkeit von Ölen wird wesentlich durch Alterung und Verunreinigung z. B. durch Feuchtigkeit, Fasern und Gase beeinflußt. Durchschlag ist eine Funktion der Schlagweite. Für bestimmte Elektrodenformen und Abstände gibt es eine kritische Feldstärke, die nicht überschritten werden darf. Für Plattenelektroden ist sie von 3 cm Abstand an ~4,5 kV/mm für technisch reines Öl (Lit.: H. Franke). Zu den flüssigen I. rechnet man auch leicht schmelzbare Stoffe, die beim Erkalten zwar erstarren, aber durch Erwärmen auf +50° bis +140°C wieder schmelzbar sind (Thermoplaste), z. B. künstliche und natürliche Wachse und Harze, wie Polyurethan, → Bitumen → Erdwachs (Ozokerit) → Karnaubawachs und → Kolophonium. Man bezeichnet diese Stoffe auch als Gießharze und verwendet sie u. a. in der Kabeltechnik als → Füllmasse zur Abdichtung von Kabelmuffen, zur Herstellung von Stopfstellen in den unter Luft- oder Gasdruck stehenden Kabeln und Geräten sowie als → Abbrühmasse zur vorübergehenden Abdichtung und Isolierung freiliegender, papierisolierter Kabeladern während der Löt- oder Instandsetzungsarbeiten.

Gasförmige I., Vakuum, Luft unter verschiedenen Drücken, Preßgas von z. B. Stickstoff oder Schwefelhexafluorid, Gemische von Gasen untereinander oder mit Luft werden wegen ihrer hohen Durchschlagsfestigkeiten für Schwingkreis-Kondensatoren bei hohen Spannungen in Hochfrequenzsendern größerer Leistung und für Drehkondensatoren in Abstimmkreisen benötigt. Mit wachsendem Druck steigt die Durchschlagsfestigkeit, die außerdem durch Mischung verschiedener Gase variiert werden kann (Lit.: Zinke, S. 121). Verlustfaktor und Dielektrizitätskonstante von Gasen liegen besonders niedrig.

In der folgenden Tabelle sind für einige I. der spezifische Widerstand, die Durchschlagsfestigkeit, Anwendungsbeispiele und Temperaturgrenzen angegeben, soweit sie der unten angegebenen Literatur zu entnehmen waren.

Spezifischer Widerstand, Durchschlagsfestigkeit, Anwendungsbeispiel und Temperaturgrenzen einiger Isolierstoffe.

Art	Spezifischer Widerstand, bei 20°C Ω · cm	Durchschlagsfestigkeit Eff.-Werte, 50 Hz KV · mm	Anwendungsbeispiele	Temperaturgrenzen °C
Papier (Zellulose) trocken	> 10^{14}	6 ... 8	Kabeladern (Papier-Luftraum)	− 40 bis + 100
silikongetränkt ...	> 10^{14}	58	Kondensatoren	− 40 bis + 150
Polyäthylen (Lupolen)	> 10^{15}	40 ... 60	Vollkabel, z. B. konz. Seekabeladern } U.V.-lichtempfindlich, Schutz durch Rußzusatz	− 50 bis + 85
Polyäthylen-Folie (Platofol)	> 10^{15}	80 bei 0,1 mm Dicke	Kabeladern } U.V.-lichtempfindlich, Schutz durch Rußzusatz	− 50 bis + 85
Polystyrol (Trolitul)	> 10^{16}	50 ... 55	HF-Kondensatoren für Schwingkreise und Filter	− 10 bis + 60
Polystyrol-Folie (Styroflex)	> 10^{19}	100 bei 0,1 mm Dicke	HF- und Normalkondensatoren mit geringen Verlusten, Kabeladern	− 10 bis + 60
Polyisobutylen (Oppanol)	> 10^{15}	40 ... 60	HF-Energiekabel, Kondensatoren für KW-Sender	− 30 bis + 65

noch: Spezifischer Widerstand, Durchschlagsfestigkeit, Anwendungsbeispiel und Temperaturgrenzen einiger Isolierstoffe.

Art	Spezifischer Widerstand, bei 20°C Ω · cm	Durchschlags-festigkeit Eff.-Werte, 50 Hz KV · mm	Anwendungsbeispiele	Temperatur-grenzen °C
Polypropylen (Hostalen)	> 10^{17}	75	Kondensatoren	– 10 bis + 100
Polypropylen-Folie (Polyen)	· 10^{15}	140 bei 0,04 mm Dicke	Kabeladern	
Polytetrafluoräthylen (Teflon)	> 10^{18}	20 ... 35	Vollkabel, Seekabel	– 100 bis + 260
Polytetrafluoräthylen-Folie	> 10^{15}	30 bei 0,07 mm Dicke	Kondensatoren, Trafos, Kabeladern, Drähte	
Polyvinylchlorid (PVC, Mipolam) ..	> 10^{13}	20 ... 60	Kabelmäntel, Kabelrohre, Schaltdrähte, Schlauchleitungen, Klemmenkörper	– 5 bis + 80
Polydichlorobutadien (Neopren)	10^{13}	16 ... 24		– 60 bis + 25
Polyester-Gießharz ..	> 10^{15}	30 ... 40	Vergußmasse für Kabelabschlüsse, Tropen- und feuchtigkeitsfeste Kondensatoren, auch für Miniaturtechnik	– 40 bis + 70
Polyester-Folien	> 10^{16}			
Polyester-Preßmasse	> 10^{12}	10 ... 15	Preß- und Formteile, Geräteummantelungen	
Phenolharz + Zellulose als Füllmasse (Bakelit)	> 10^{12}	18 ... 20	Hartpapier für Hochspannungskondensatoren, Montageplatten	+ 150
als Preßmasse	> 10^{13}	8—15 bei 1 mm Dicke	Preßteile für HF-Technik Fernsprechapp., Röhrensockel	+ 125
Epoxidharz Preßmasse	> 10^{14}	5 ... 10 bei 1 mm Dicke	Preßteile für Klemmen Formteile für Apparatebau	+ 90 ... + 100
Epoxidharz Gießharz	10^{12} ... 10^{17}	30 bei 1 mm Dicke	Vergußmasse für Endverschlüsse und Stopfstellen in Kabeln	≈ + 80
Erdwachs (Ozokerit) als Gießharz	10^{15} ... 10^{17}	20 ... 40		≈ + 40
Lacke	10^{15} ... 10^{16}	10 ... 15	Schaltdrähte, Litzen	≈ + 50
Hartgummi aus Naturkautschuk	10^{12} ... 10^{18}	15 ... 40	Kondensatoren, Montageplatten	≈ + 60
Weichgummi	10^{13} ... 10^{16}	15 ... 30	Schaltdrähte, Litzen	≈ + 60
Porzellan	> 10^{11}	30 ... 35	Isolatoren, Kondensatoren mit geringen Verlusten und großer Genauigkeit, auch für hohe Temperaturen und Miniaturtechnik, Sicherungskörper, Koaxialkabel	> + 1000
Steatit (Calit. Frequenta)	> 10^{12}	30 ... 45		> + 1000
Rutil	> 10^{11}	10 ... 20		+ 140
Quarz	10^{18}	20 ... 40	Kondensatoren in Schwingkreisen, Frequenznormale	> + 1000
Silikatglas	> 10^{11}	10 ... 20	Isolatoren, Kondensatoren großer Genauigkeit	+ 800
Glimmer	> 10^{17}	50—90 bei > 0,3 mm, > 150 bei < 0,2 mm Dicke	Abgleich- und Schwingkreiskondensatoren mit geringen Verlusten	+ 600
Mineralöl	5—100 · 10^{12}	~ 5—30	Hochleistungskondensatoren in Sendern, Schwingkreis- und Bandfilterkondensatoren	– 50 ... + 100
Silikonöl	100 · 10^{12}			> 100
Vakuum	—	bei Elektrodenabstand: 10 mm 30 < 0,1 mm 500	Kondensatoren für hohe Spannungen bei HF-Sendern größerer Leistung, Verlustarme Schwingkreis-, Abgleich-, Abstimm-, Meß-, Eich-, Normal- und Hochtemperaturkondensatoren	—
Luft	—	druckabhängig, bei Elektrodenabstand 10 mm und 10^{-3} atm 0,03 1 atm 3,0 10 atm 30		—
Tetrachlorkohlenstoff (Preßgas)	— —	1 atm 8 10 atm 60		—

Literatur: Hütte, IV. B. Elektrotechnik, Teil B Fernmeldetechnik, Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, 28. Aufl., 1962 — D'Ans-Lax, Taschenbuch für Chemiker und Physiker, Bd. 1, 1967, Bd. 2, 1964, Springer Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg, 3. Aufl. — O. Zinke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1965 — Kohlrausch, Praktische Physik, Bd. 1 bis 3, Verlag G. B. Teubner, Stuttgart, 22. Aufl. 1968 — Carlowitz, Kunststofftabellen, Verlag Fritz Schiffmann oHG, Bensberg-Frankenforst, 1963 — H. Franke, Lexikon der Physik, Bd. 1 bis 3, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1969.

Griem

Isolierstöpsel → Stöpsel.

Isolierstoß → Isolierung von Gleisen und Weichen.

isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen. 1. Schaltleitungen; dienen zum Verdrahten von Fernmeldegeräten und zum Zusammenschalten von Geräten in Gestellen, Schränken usw.

(s. Übersicht S. 862). Bei der Wahl der Schaltleitungen muß auf die Art der Betriebsstätten (Räume) Rücksicht genommen werden. Zu den Schaltleitungen gehören: Schaltdrähte, Schaltlitzen, Schaltkabel.

1.1. Nach Verlegungsart Schaltdrähte unterschieden in

Formdrähte, wenn die Drähte einzeln geformt und freitragend fest verlegt werden;

Formkabeldrähte, wenn mehrere gleichlaufende Drähte gebündelt und fest verlegt werden;

Rangierdrähte, wenn die Drähte zum Beschalten von Haupt- und Zwischenverteilern oder als gelegentlich umzulegende Verbindungen dienen sollen;

1.2. Nach Aufbau Schaltdrähte unterschieden in

1.2.1. Schaltdrähte mit Textilisolierung;

1.2.1.1. Seidenlackdraht, Kurzzeichen SL;

Verwendung in trockenen Räumen, als Formkabeldraht für Signalzwecke;

LSL und FSL [L = Lack; F = Isolierfolie aus Kunststoff; S = Bespinnung aus Kunstseide]; Verwendung in allen Betriebsräumen als Formkabeldraht für Sprech- und Signalleitungen;

SUL [U = Umflechtung aus Kunstseide]; Verwendung wie vorstehend, d. h. in allen Betriebsräumen, als Formdraht für Geräte und Gestelle; als Formkabeldraht nur in trockenen Räumen;

LUL und FUL; Verwendung wie vorstehend als Formdraht und Formkabeldraht für Stromzuführungen;

LSUL und FSUL; Verwendung wie vorstehend als Formdraht und Formkabeldraht für hohe Spannungen;

1.2.1.2. Geschirmter Seidenlackdraht

LSL(St) und FSL(St) [St = Statischer Schirm]; Verwendung wie vorstehend als Formkabeldraht für Sprech- und Signalleitungen mit erhöhter Nebensprechdämpfung und verminderter Außenbeeinflussung;

LSL(St)UL und FSL(St)UL; Verwendung wie vorstehend, jedoch mit isoliertem Schirm zu Vermeidung von Fremderden;

LSUL(St)UL und FSUL(St)UL; Verwendung wie vorstehend, jedoch mit isoliertem Schirm zur Verminderung der Außenbeeinflussung;

1.2.1.3. Geräuschfreier Seidenlackdraht SFSL Verwendung wie vorstehend als Formdraht und Formkabeldraht für gegen statische Aufladungen empfindliche Schaltungen;

1.2.2. Schaltdrähte mit Kunststoffisolierung

1.2.2.1. Schaltdraht mit Kunststoffisolierung YV [Y = Isolierhülle oder Mantel aus Polyvinylchlorid (PVC); V = Verzinnung]; Verwendung für kurze Verbindungen und z. B. als Kleinstformkabel mit geschützt liegenden Anschlüssen; als Formkabeldraht für Sprech- und Signalleitungen;

als Formdraht und Formkabeldraht für Stromzuführungen;

als Formdraht und Formkabeldraht für hohe Spannungen;

1.2.2.2. Geschirmter Schaltdraht mit Kunststoffisolierung

YV(St) und YVC [C = Schirmgeflecht];

Verwendung in allen Räumen als Formkabeldraht für Sprech- und Signalleitungen mit erhöhter Nebensprechdämpfung oder verminderter elektrischer Beeinflussung;

YV(St)Y; Verwendung wie vorstehend, jedoch mit isoliertem Schirm zur Vermeidung von Fremderden oder Verminderung der Störbeeinflussung;

1.2.2.3. Hochspannungssicherer Schaltdraht YVh [h = hochspannungssicher]

1.2.2.4. Rangierdraht YV

Verwendung in allen Räumen in Verteilern.

1.3. Schaltlitzen
werden in Geräten zum Anschalten von bewegten Teilen und Baugruppen sowie als bewegbare Anschaltenden von Teilen verwendet;

1.3.1. Schaltlitzen mit Textilisolierung

1.3.1.1. Feindrähtige (hochbewegliche) Seidenlitze LifSU freitragend verlegt; [Li = Litzenleiter aus verseilten oder verwürgten Drähten; Lif = desgl. aus Feindrähten]

Verwendung in allen Räumen als leicht bewegbare Zuführungslitze für betriebsmäßig häufig bewegte Teile;

1.3.1.2. Seidenbaumwollitze LiSU Anschaltenden für getränkte Spulen;

1.3.1.3. Seidenlacklitze LiSU, LiFSL Verbindung zu bewegten Teilen, einzeln oder in Formkabel verlegt;

1.3.1.4. Geräuschfreie Seidenlacklitze LiSFSL bewegliche Verbindung für gegen statische Aufladungen empfindliche Schaltungen;

1.3.2. Schaltlitzen mit Kunststoffisolierung

1.3.2.1. Schaltlitze mit Kunststoffisolierung LiY dient als Verbindung zu bewegten Teilen, einzeln oder in Formkabel verlegt;

1.3.2.2. Geschirmte Schaltlitze mit Kunststoffisolierung LiYC, LiYCY, LiYDY; Verwendung wie 1.3.2.1., jedoch geschirmt zur Vermeidung elektrischer Beeinflussung oder von Fremderden;

1.4. Schaltkabel (früher auch Systemkabel genannt) dienen in Vermittlungsstellen (VSt) und Verstärkerstellen (VrSt) zum Verbinden der Gestelle und Gerätegruppen untereinander, in Wählortsvermittlungsstellen (VStW) zum Weiterführen der Anschlußkabel (Ask) und Ortsverbindungskabel (OVK) zum Hauptverteiler (HVt), in VrSt und FernVSt zum Weiterführen der Leitungen aus Fernkabeln (Fk) und Bezirkskabeln (Bzk) vom Kabelendverschluß (EVs);

1.4.1. Schaltkabel mit Kunststoffisolierung S-Y(St)Y; in VSt und VrSt verwendet und zwischen Gestellen oder zwischen Gestellen und Rangierverteiler fest verlegt; dienen der Übertragung von Nachrichten und Signalen im Niederfrequenz (NF)-Bereich; auch in Bündelverseilung hergestellt;

1.4.2. Schaltkabel mit Kunststoffisolierung und geschirmten Paaren S-YY ... PiMF; in VSt und VrSt verwendet und zwischen Gestellen fest verlegt; dienen zum Übertragen von Nachrichten und Signalen im NF-Bereich bei erhöhter Anforderung an Nebensprechdämpfung, z. B. bei Rundfunkübertragung;

1.4.3. Schaltkabel mit Lack-Papier-Isolierung LPMh; werden vor allem in VSt verwandt und fest verlegt; dienen zum Aufteilen von Ask und OVk; müssen hohe Spannungsfestigkeit zwischen Leitern und Bleimantel besitzen, weil sie u. U. mit Außenkabeln verbunden werden, in denen durch Starkstrombeeinflussung Überspannungen auftreten;

1.4.4. Schaltkabel mit Kunststoffisolierung für Signalzwecke S-YY; in Signalanlagen, z. B. elektrisch gesteuerten Stellwerken, verwendet zum Verbinden von Außenkabeln mit Relaisgestellen sowie als fest verlegte Verbindungen in oder zwischen Gestellen; dienen der Übertragung von Nachrichten und von Steuervorgängen;

1.4.5. Koaxiales Schaltkabel mit magnetischem Schirm 2YC(mS) CY1,6/10(2/2,5), dient zum Weiterschalten (Aufteilen) von Normal-(CCI)-Koaxialpaaren und Kleinkoaxialpaaren und als Verbindungskabel in Fernsehanlagen; bei DBP auch unter Kurzzeichen Kx-75/2-115 geführt; [2Y = Polyäthylenisolierung; Y = PVC (Protodur-) Mantel; C = Cu-Drahtgeflecht; mS = magnetischer Schirm];

1.4.6. Koaxiales Schaltkabel mit magnetischem Schirm 2YC2Y(ms)CY 0,7/4,2(2/1); Kurzzeichen der DBP: Kx-75/2-116; dient als Aufteilungskabel; Elektrische Werte der Schaltleitungen nach VDE 0812/6.65 und 0813/7.62.

2. Schnüre; dienen zum Anschließen ortsveränderlicher Fernmeldegeräte (z. B. Tischfernsprecher) oder bewegter Bauelemente in Geräten; sie haben Drahtlitzenleiter oder Lahnlitzenleiter.

Drahtlitzenleiter bestehen aus Cu-Einzeldrähten von 0,1 mm Durchmesser, meist 10- bis 18fach; sind für mechanisch geringer beanspruchte Schnüre (z. B. Anschluß-Schnüre) bestimmt; besonders feindrähtige Litzen (315 × 0,05) für Schalt- und Meß-Schnüre verwendet;

Lahnlitzenleiter bestehen aus Cu-Bändern von 0,3 × 0,02 mm, die auf Textilfäden spiralförmig aufgewickelt sind; diese Gespinstfäden werden in der erforderlichen Zahl (9 bis 21) durch Verseilen oder Verwürgen zu einem Leiter vereinigt, der u. U. zur besseren mechanischen Festigung mit feinen Cu-Drähten umsponnen sein kann; im allgemeinen diese mit Baumwolle oder Naturseide umsponnen und darüber mit Garn aus Baumwolle, Kunstseide oder Chemiefaser umflochten.

2.1. Schnüre mit Drahtlitzenleiter

2.1.1. Seidenschnur

2.1.1.1. Klingelschnur dient zum Anschließen ortsbeweglicher einfacher Signalgeräte;

2.1.1.2. Anschlußschnur, adrig; Verwendung für einfache Tischapparate;

2.1.1.3. Anschlußschnur, paarig; für Abfrage-, Reihen-, Nebenstellenapparate;

2.1.2. Gummischnur mit Umflechtung

2.1.2.1. Feuchtluftgeschützte Anschlußschnur, adrig; für wenig bewegte Verbindungen in trockenen und teilweise feuchten Räumen;

2.1.2.2. Feuchtluftgeschützte Anschlußschnur, paarig; Verwendung wie vorstehend;

2.1.3. Gummischnur mit Gummimantel (wird wegen des raschen Alterns bei der DBP nicht mehr verwendet),

2.1.3.1. Spritzwasserfeste Anschlußschnur, adrig; für wenig bewegte Verbindungen in feuchten Räumen;

2.1.4. Kunststoffschnur mit Umflechtung

2.1.4.1. Feuchtluftgeschützte Anschlußschnur, adrig; für wenig bewegte Verbindungen in trockenen und zeitweise feuchten Räumen;

2.1.4.2. Feuchtluftgeschützte Anschlußschnur, paarig; Verwendung wie vorstehend;

2.1.5. Kunststoffschnur mit Kunststoffmantel

2.1.5.1. Spritzwasserfeste Anschlußschnur, adrig; für wenig bewegte Verbindungen in feuchten Räumen;

2.1.5.2. Spritzwasserfeste Anschlußschnur, paarig; Verwendung wie vorstehend;

2.2. Schnüre mit Lahnlitzenleiter

2.2.1. Seidenschnur

2.2.1.1. Leichte Geräteschnur ohne Abschirmung; Verwendung als Anschlußschnur für Kopfhörer und Lautsprecher;

2.2.1.2. Leichte Geräteschnur mit Abschirmung; Verwendung als Anschlußschnur für Tonabnehmer;

2.2.1.3. Geräteschnur;

Verwendung als Schnur für Handapparate;

2.2.2. Gummischnur mit Umflechtung

2.2.2.1. Feuchtluftgeschützte Geräteschnur;

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in trockenen und zeitweise feuchten Räumen als Schnur für Handapparate;

2.2.3. Gummischnur mit Gummimantel

2.2.3.1. Spritzwasserfeste Geräteschnur;

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in feuchten Räumen als Schnur für Handapparate;

2.2.4. Kunststoffschnur mit Umflechtung

2.2.4.1. Feuchtluftgeschützte Geräteschnur, adrig;

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in trockenen und zeitweise feuchten Räumen als Schnur für Handapparate;

2.2.5. Kunststoffschnur mit Kunststoffmantel

2.2.5.1. Spritzwasserfeste Geräteschnur, adrig;

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in feuchten Räumen als Schnur für Handapparate;

2.2.6. Kunststoffschnur

2.2.6.1. Spritzwasserfeste geflochtene Geräteschnur, adrig;

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in feuchten Räumen als Schnur für Handapparate;

2.2.7. Seidenschnur

2.2.7.1. Hebdrehwählerschnur

Verwendung für viel bewegte Verbindungen in trockenen Räumen;

2.2.7.2. Stöpselschnur

Verwendung für viel bewegte Stöpselverbindungen (Stöpselschnur bei Fern- und Prüfschränken) in trockenen Räumen.

Elektrische Werte der Schnüre nach VDE 0814/7.62.

3. Schlauchleitungen dienen zum Anschließen ortsveränderlicher Fernmeldegeräte (z. B. tragbarer Mikrofonanlagen); sie haben Drahtlitzenleiter von mindestens 0,25 mm² Querschnitt und eine gegen mechanische Beanspruchung und Feuchtigkeit schützende Außenhülle;

3.1. Schlauchleitung mit Gummiisolierung, ungeschirmt GH [G = Isolierung oder Mantel aus Gummi; H = Gummimantel]

Verwendung als bewegliche Verbindungsleitung für ortsveränderliche Fernmeldeanlagen, auch ortsfest, in Fernmeldeanlagen in allen Räumen und für Bergwerke unter Tage;

3.2. Schlauchleitung mit Gummiisolierung, geschirmt GHCH [C = Schirm]

Verwendung wie vorstehend;

3.3. Schlauchleitung mit Kunststoffisolierung, ungeschirmt L-YY [Y = Isolierung oder Mantel aus PVC]

Verwendung wie vorstehend;

Übersicht. Isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen	**Schaltleitungen**	Schaltdrähte	Schaltdrähte mit Textilisolierung Schaltdrähte mit Kunststoffisolierung
		Schaltlitzen	Schaltlitzen mit Textilisolierung Schaltlitzen mit Kunststoffisolierung
		Schaltkabel	Schaltkabel mit Kunststoffisolierung Schaltkabel mit Kunststoffisolierung und geschirmten Paaren Schaltkabel mit Lackpapierisolierung Schaltkabel mit Kunststoffisolierung für Signalzwecke Schaltkabel zur Weiterführung von Koaxialpaaren
	Schnüre	Schnüre mit Drahtlitzenleiter Schnüre mit Lahnlitzenleiter	Seidenschnur Gummischnur mit Umflechtung Gummischnur mit Gummimantel Kunststoffschnur mit Umflechtung Kunststoffschnur mit Kunststoffmantel
	Schlauchleitungen	Schlauchleitung mit Gummiisolierung, ungeschirmt Schlauchleitung mit Gummiisolierung, geschirmt Schlauchleitung mit Kunststoffisolierung geschirmt Schlauchleitung, zugfest, mit Kunststoffisolierung	
	Installationsleitungen	Installationsdraht Einführungsdraht Stegleitung Installationskabel Installationskabel mit Zugentlastung	
	Außenkabel	Signal- und Meßkabel Fernsprechkabel Signal-, Fernsprech-, kombiniertes Signal- und Fernsprechkabel für Bergwerke unter Tage	(siehe Übersicht Kabel)

3.4. Schlauchleitung mit Kunststoffisolierung, geschirmt L-YCY

Verwendung wie unter 3.1.;

3.5. Zugfeste Schlauchleitung mit Kunststoffisolierung, Ausführung IYYTI [T = Traglitze]

Verwendung nur für Zwecke der Grubenwehr in Bergwerken unter Tage;

3.6. Zugfeste Schlauchleitung mit Kunststoffisolierung, Ausführung II YYTII

Verwendung in Fernmeldeanlagen in allen Räumen;

Die Schlauchleitungen zu 3.1. und 3.2. werden auch in flammwidriger Ausführung (Zusatzbezeichnung u = flammwidrig) verwendet.

Elektrische Werte der Schlauchleitungen nach VDE 0817/7.62

4. Installationsleitungen werden vor allem im Sprechstellenbau und beim Bau von Nebenstellenanlagen verwendet: sie dienen zum Herstellen fester Verbindungen zwischen Geräten (Sprechstellen, Lautsprecher, Signalgeber, Meßeinrichtungen) und zum Anschalten von Nebenstellenanlagen an die Außenkabel;

4.1. Installationsdraht Y

Verwendung als Sprech- oder Signalleitung;

4.2. Einführungsdraht 2YY

Verwendung als Einführungsdraht für Freileitungen;

4.3. Stegleitung I-FY [I = Installationsltg.; F = flach]

Verwendung als Signalleitung;

4.4. Installationskabel I-Y(St)Y

Verwendung im Freien oberirdisch bei fester Verlegung an Gebäuden als Sprechstellenleitung;

4.5. Installationskabel mit Zugentlastung J-2Y(Z)Y [(Z) = Zugfestes Traggeflecht]

Verwendung als Sprechleitung für selbsttragende Verlegung.

Elektrische Werte der Installationsleitungen für Fernmeldeanlagen nach VDE 0815/5. 65.

Außenkabel siehe unter → Außenkabel.

Installationskabel J-Y(St)Y jetzt auch für feste Verlegung im Freien verwendet; der früher ausschließlich für diesen Zweck verwendete Schlauchdraht Y(St)Y und das früher gebrauchte Innenkabel für trockene Räume JY(St)Y sind zur Typenverringerung aufgegeben worden.

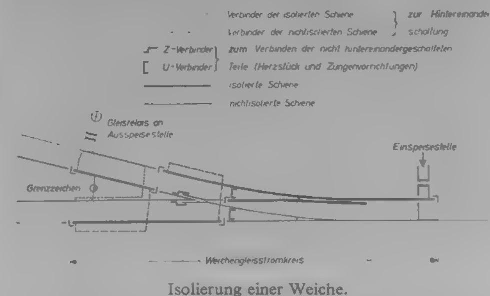
Literatur: VDE-Richtlinien 0812; 0813; 0814; 0815; 0817; 0816 — Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, Akademischer Verein Hütte, E. V. in Berlin, Teil IV B, 1962 - Ehlers/Lau, Kabel-Herstellung, 1956, Springer-Verlag. *Knebel*

Isoliertransformator → Schutzmaßnahmen.

Isoliertülle. Zugeschnittene Isolierschlauchstücke zum Abisolieren an Kabelenden, Kabelschuhen usw.

Isolierung → Seekabelaufbau.

Isolierung von Gleisen und Weichen bildet die Grundlage der klassischen Gleisstromkreise (→ Gleisschaltmittel), die festzustellen haben, ob der isolierte Gleis- oder Weichenabschnitt frei oder besetzt ist. Die einzelnen Abschnitte werden durch Isolierstöße gegeneinander abgegrenzt. Ihre Länge schwankt zwischen 30 m und 2 km. Maßgebend für die Unterteilung des Gleis- und Weichennetzes in einzelne Abschnitte sind die von Betrieb und Signaltechnik gestellten Forderungen. Bei nicht elektrifizierten Bahnen werden die Abschnitte einschienig isoliert, wobei Isolier- und Erdschiene den Schienenstrang von Abschnitt zu Abschnitt wechseln oder beibehalten. Die durchlaufende Erdschiene benötigt keine Isolierstöße. Wechseln Isolier- und Erdschiene von Abschnitt zu Abschnitt ihre Lage, so muß an den Nahtstellen der Abschnitte in jeden Schienenstrang ein Isolierstoß gelegt werden. Die Erdschienen werden durch Diagonalverbinder miteinander verbunden. Auf elektrifizierten Strecken muß auf die Rückführung des Triebstromes Rücksicht genommen werden. Auf Bahnhöfen genügt wegen der größeren Zahl von Parallelgleisen eine Schiene für die Triebstromrückführung, d. h. die einschienige Isolierung. Auf der freien Strecke müssen die beiden Schienen jeden Gleises für die Triebstromrückführung herangezogen werden. Die Streckengleise werden zweischienig isoliert. An den Abschnittsenden werden in beide Schienenstränge Isolierstöße eingebaut. Gleisdrosseln, die gleichzeitig für das Speisen des einen



Isolierung einer Weiche.

Abschnitts und für den Anschluß des zum folgenden Abschnitt gehörenden Gleisrelais benutzt werden, lassen den Triebrückstrom ungehindert durch, riegeln aber den Gleisstrom ab. Die Gleise und Weichen müssen so isoliert werden, daß keine nicht überwachte Zone, auch nicht bei Verbinder- oder Schienenbruch entstehen kann. Die I. von Gleisen ist einfach, weil an einem Ende eingespeist und an das andere das Gleisrelais gelegt wird. Bei Weichengleisstromkreisen müssen die Weichenstränge, die weder an der Ein- noch an der Ausspeisung liegen, in den Gleisstromkreis einbezogen werden. Die Isolier- und die Erdschienen des Weichenabschnitts werden in voller Länge bis zu den den Abschnitt einschließenden Isolierstößen in einem durchgehenden Leitungszug von der Einspeise- bis zur Ausspeisestelle erfaßt (s. Bild). Wegen ihrer guten Isolierfähigkeit werden für Gleisstromkreise bevorzugt Holzschwellen verwendet. Ein guter Bettungswiderstand ist für den Betrieb der Gleisstromkreise sehr wichtig. Als spezifischer Mindestbettungswiderstand gilt 1,5 Ohm mal km.

Der erreichbare Achsnebenschlußwert hängt vom absoluten Bettungswiderstand ab. Er ist um so höher, je höher der Mindestbettungswiderstand ist. Letzterer ist der niedrigste Bettungswiderstand, den ein Gleisabschnitt unter den ungünstigsten Bedingungen, z. B. bei einer Schlechtwetterperiode, haben kann. Innerhalb der Isolierabschnitte sind Schienenstöße selten, weil die Gleise meistens durchgehend geschweißt sind. Die Isolierstöße müssen gut isolieren und biegefest sein. Das durchgehend geschweißte Gleis stellt an die mechanischen Eigenschaften der Isolierstöße hohe Ansprüche. Isolierlaschen aus Holz, Preßholz oder Kunststoff sind den Beanspruchungen nicht gewachsen, wenn sie auch gut isolieren. Eine hinreichende Biegesteifigkeit besitzen Isolierlaschen mit einem Stahlkern und aufvulkanisiertem Gummibelag, der durch Bleche gegen Verschleiß geschützt ist. In die Stoßlücke und unter die Klemmplatten des Isolierstoßes werden Formstücke aus hochfestem Kunststoff gelegt. Die Laschenkammer wird mit Kunstharzmörtel ausgefüllt. Neuerdings werden als Isolierstöße Klebestöße verwendet, die aus zwei Stahllaschen, einem Kleber, Isoliermaterial und vier vorgespannten hochfesten Laschenschrauben gefertigt werden. Als Isolierzwischenlage dient ein Hartgewebe, das in Form von Abstandshaltern oder als Manschette eingelegt wird. Die Bohrungen im Schienensteg werden durch Isolierringe abgesichert. Alle zusammenkommenden Teile werden mit einem Kleber versehen, unter Zwischenfugen eines Glasfasergewebes zusammengesetzt und durch die hochfeste Laschenschraube mit hoher Verspannung zusammengepreßt. Die neuen Isolierstöße vermeiden durch die hochfeste Verspannung ein Aufweiten der Stoßlücken auch bei langen durchgehend geschweißten Gleisen. *Sasse*

Isolierung von Kupferleitern, (Fertigung). Über Art und Zweck der verschiedenen I. → Isolierhüllen. Das für Papier-I. erforderliche Kabelisolierpapier (Dicke 50 μm bis 150 μm) wird in Walzen von 500 bis 1000 mm Breite von Kabelpapierfabriken bezogen. Kabelwerke bedrucken und schneiden i. allg. selbst Papier in Streifen von 4 bis 14 mm Breite mit Papierbedruckungs- und Schneidemaschinen (Bild 1).



Bild 1. Papierbedruckungs- und Schneidemaschine.

Die von der Papierwalze ablaufende Papierbahn wird auf Druckwalzen (Klischeewalzen) für Teilnehmerkabel mit Querstreifen, für Bezirkskabel mit farbigen Längsstreifen bedruckt. Zwei Messerwellen schneiden dann die Papierbahn auf die eingestellte Breite. Trennmesser auf weiterer Welle trennen die Papierstreifen, die nun auf Aufwickeldornen in runden Scheiben (Platten) aufgewickelt werden. Beim Bespinnen mit Papierbändern werden diese auf Spinnmaschinen mit Spinnern um den Kupferleiter gesponnen (Bild 2).

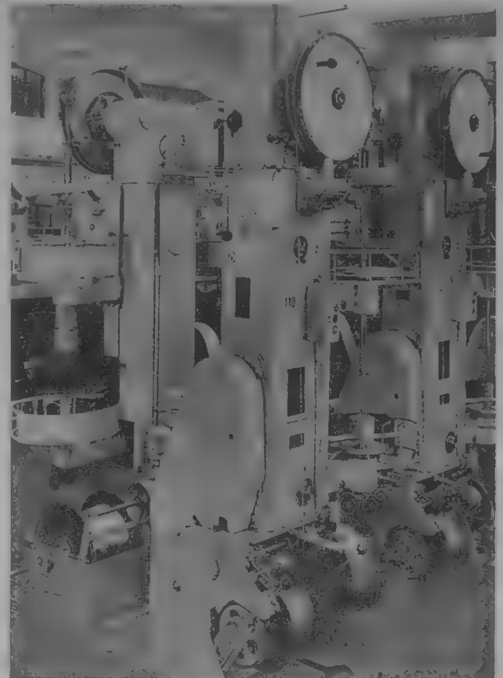


Bild 2. Spinnmaschinen.

Spinnmaschinen, meist mit Einzelantrieb, stehen in Reihen nebeneinander. Die Spinner umspinnen den Leiter überlappend mit Papierband bzw. mit Papierkordel (Papiergarn) und darüber gegenläufig überlappend mit Papierband. Isolierter Leiter (Ader) läuft dann durch den Nippel, der die Ader auf ein genaues Maß bringt, weiter über die Abzugscheibe auf die Aufwickeltrommel. Der Nippel ist ein Zylinder mit polierter Bohrung entsprechend vorgeschriebenem Außendurchmesser der Ader. Da Isolierpapier in trockenem Zustand spröde ist, erfolgt die Lagerung der Kordeln und Bänder in feuchten Räumen. Die Luft im Spinnmaschinenraum wird bei Trockenheit künstlich befeuchtet.

Beim Bespinnen mit Kunststoffbändern für symmetrische TF-Kabel werden Styroflexfäden von etwa 1,0 mm ⌀ und gegenläufig Styroflexbänder von etwa 0,05 mm Dicke aufgesponnen. Fäden und

Bänder werden in den erforderlichen Abmessungen vom Herstellwerk bezogen. Da Styroflexfäden bei normaler Raumtemperatur spröde sind, besteht Bruchgefahr. Daher werden Fadenspinner in beheizbaren Gehäusen angebracht. Für I. mit Papiermasse (Pulp) hat Western Electric in USA ein Verfahren entwickelt, das für sehr große Herstellmengen von Adern gleichen Leiterdurchmessers wirtschaftlich ist. Ausgangsstoff ist Papierbrei. Faserstoffe (Zellulose und z. T. Manilafasern) werden zu kleinsten Teilchen

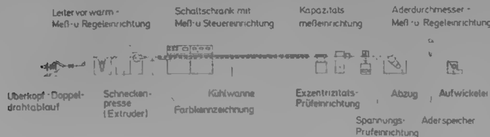


Bild 3. Schema einer Fertigungsstraße zur Kunststoffisolierung von Kupferleitern für Fernmeldekabel.

aufbereitet, wofür große Wassermengen erforderlich sind. Papierbrei wird in der Pulpmaschine auf Sieben um den Leiter verfestigt und zu runden konzentrischen Hüllen geformt. Eine große Pulpmaschine isoliert gleichzeitig 60, kleine 30 Drähte. Im gleichen Arbeitsgang erfolgt die Trocknung der Adern. Pulpisolierte Leiter ergeben biegbare Adern mit einer festen Isolierhülle. Western Electric verseilt diese Adern nur zu Paaren mit hoher Betriebskapazität. Umpressen von metallenen Leitern mit Kunststoffen. Polyvinylchlorid-(PVC-)Mischungen werden wegen Flammwidrigkeit bei Schaltdrähten, Installations-, Schalt- und Signalkabeln, Polyäthylen (PE) wird wegen seiner besseren elektrischen Eigenschaften für Teilnehmerkabel und außerhalb der DBP auch bei Kabeln für größere Entfernungen und Trägerfrequenz-

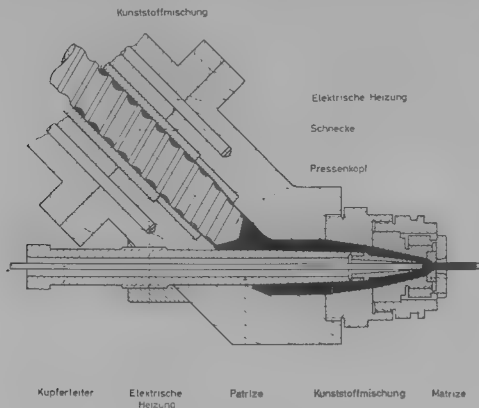


Bild 4. Schnitt durch den Pressenkopf einer Schneckenpresse.

(TF-)Kabeln benutzt. Kabelwerke stellen meistens PVC-Mischungen aus eigentlichem PVC, Weichmachern, Stabilisatoren sowie Füll- und Farbstoffen selbst in Mischmaschinen für I. von Leitern, für Ummantelung und für kältefeste Anwendungen nach eigenen Erfahrungen und Rezepten her. PVC-Mischungen werden auch als Granulat von chemischen Fabriken bezogen. Dieses verschiedenfarbige Granulat ist Werkstoff zum Umpressen von Kupferleitern in Schneckenpressen, die Kabelwerke mit anderen Fertigungs- und Kontrolleinrichtungen zu Fertigungsstraßen zusammenstellen. Wenn auch in den einzelnen Werken und je nach Qualität der Adern Abwandlungen vorhanden sind, so ergibt sich grundsätzlich das in Bild 3 dargestellte Schema einer Fertigungsstraße.

Kupferleiter werden meist über Kopf von der Vorratstrommel abgezogen, in Vorwärmeeinrichtung elektrisch vorgewärmt und der Schneckenpresse (Extruder) zugeführt. Die Schneckenpresse wird über Fülltrichter oder zentrale Versorgung mit Granulat beschickt, das in einer elektrisch beheizten Schnecke erweicht wird. Die Schnecke drückt plastische Masse in den Pressenkopf. Dort umfließt diese zwischen Patrize und Matrize durchlaufend konzentrisch den Kupferleiter (Bild 4 u. 5).



Bild 5. Pressenkopf einer Schneckenpresse.

Die Ader durchläuft nach der Einrichtung für Farbkennzeichnung die wassergefüllte Kühlwanne, dann die Kapazitätsprüfeinrichtung. Die dann folgende Exzentrizitätsprüfeinrichtung zeigt an, ob die Isolierhülle konzentrisch oder exzentrisch auf die Leiter aufgebracht wird. Im letzten Fall muß das Mundstück im Pressenkopf verstellt werden. Der Aderdurchmesser wird laufend mit Fühlhebeln überprüft und bei Abweichung durch Änderung der Abzugsgeschwindigkeit auf Sollwert gebracht. Um unabhängig von Unzulänglichkeiten des Bedienungspersonals zu sein, ist dieser große Prüf- und Regelungsaufwand erforderlich, um elektrisch hochwertige Adern zu fertigen. Der auf Abzugseinrichtung folgende Aderspeicher, in dem die Ader über mehrere Rollenpaare läuft, ermöglicht die Aderspeicherung für einen unterbrechungslosen Betrieb, auch wenn Trommel oder Faß in der Aufwickelei gewechselt werden muß. Bei der Zellpolyäthylen-I. wird dem Polyäthylen (PE) vor dem Extrudieren ein Treibmittel zugesetzt. Ein bei bestimmter Temperatur entstehendes Gas (meist Stickstoff) bildet im PE kleinste geschlossene Zellen. Infolge dieser Zellen ergibt sich eine geringere

Dielektrizitätskonstante und damit eine niedrigere Kapazität der Zell-PE-isolierten Adern. Die früher für viele Zwecke gebräuchliche Naturgummi-I. (Schnüre, Leitungen und Signalkabel) wird heute für Fernmeldezwecke nicht mehr angewendet. Sie wird ersetzt durch I. mit PVC-Mischungen, zum geringen Teil auch mit PE.

Literatur: s. a. Lit. zu → Bewehrung von Fernmeldekabeln — H. G. Walker und L. S. Ford, Pulp insulation for telephone cables, The Bell System Technical Journal, Bd. 12, 1933, S. 1–21 — J. S. Little, Insulation of telephone wire with paper pulp, The Bell System Technical Journal, Bd. 20, 1941, S. 82–94 — H. Haselhorst, Nachrichtenkabel und -leitungen mit Kunststoffen, Siemens-Z., Bd. 32 (1958), S. 182–187 — Vorschriften für Schlauchleitungen für Fernmeldeanlagen, VDE 0817/7.62, VDE-Verlag Berlin — E. Seil, Über den Stand der Fernmeldekabeltechnik bei der DBP, Der Fernmeldeingenieur, Bd. 19 (1965), Heft 7, S. 1–30 — Bestimmungen für Schaltdrähte und Schaltlitzen für Fernmeldeanlagen, VDE0812/6. 65, VDE-Verlag Berlin — Bestimmungen für Schaltkabel für Fernmeldeanlagen, VDE 0813/5. 67, VDE-Verlag Berlin. *Leichsenring*

Isolierung mit Papiermasse (Pulpe) → Isolierung von Kupferleitern.

ISO-Toleranzen. Bei der Herstellung von Werkstücken sind Abweichungen von einem vorgeschriebenen Sollmaß (z. B. 9,537 mm) unvermeidlich. Es werden deshalb, je nachdem, wie es der Verwendungszweck des Werkstücks verlangt, Grenzmaße (oberes Grenzmaß = Größtmaß L_G oder D_G und unteres Grenzmaß = Kleinstmaß L_K oder D_K) festgelegt, zwischen denen das Istmaß I beliebig liegen darf. Der Unterschied zwischen dem zugelassenen Größt- und Kleinstmaß heißt Maßtoleranz T_m (oder T). Zur Größenkennzeichnung gibt man in der Regel auf Zeichnungen oder bei Bestellungen nicht das Sollmaß mit $^1/_{1000}$ mm Genauigkeit an, sondern ein sogenanntes Nennmaß N, dessen Nullinie auch außerhalb der Grenzmaße liegen kann (Bild 1). Die Abstände der Grenzmaße oder des

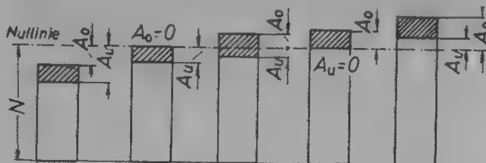
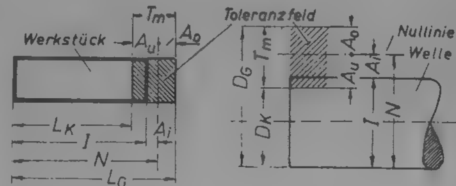


Bild 1. Abmaße als Differenzen zum Nennmaß.

Istmaßes von der Nullinie heißen Abmaße (A_o = oberes Abmaß, A_u = unteres Abmaß und A_i = Istabmaß). Alle Abmaße oberhalb der Nullinie haben positive, alle Abmaße unterhalb der Nullinie haben negative Vorzeichen (Bild 2).

Toleranzen sind durch die »International Organization for Standartization« (ISO) genormt. Die Bezugstemperatur, bei der Meßzeuge und Werkstücke die vorgeschriebene Größe haben müssen, ist 20° C. Die Größe der Toleranzen oder die Breite des Toleranzfeldes (schraffierte Fläche in Bild 1 und 2) ist abhängig vom Nennmaß N und vom Verwendungszweck des Werkstücks. Das Nennmaß (z. B. N = 9,5 mm) liegt in einem bestimmten Nennmaßbereich (über 6 bis 10 mm), und der Verwendungszweck erfordert eine bestimmte Maßgenauig-



$T_m = L_G - L_K$	$T_m = D_G - D_K$
$A_o = L_G - N$	$A_o = D_G - N$
$A_u = L_K - N$	$A_u = D_K - N$
$A_i = I - N$	$A_i = I - N$
$T_m = A_o - A_u$	$T_m = A_o - A_u$

Beispiel mit Maßangabe bei Zeichnungen:



N = 25 mm	N = 25 mm ⌀
A_o = +0,15 mm	A_o = +0,15 mm
A_u = −0,12 mm	A_u = −0,12 mm
T_m = 0,27 mm	T_m = 0,27 mm

Bild 2. Abmaßangaben in Werkstück-Zeichnungen.

keit, d. h. einen entsprechenden Gütewert der Maßtoleranz T. Dieser Gütewert ist nach 18 Qualitätszahlen (ISO-Toleranzreihen IT 1 bis IT 18, siehe Tafel, DIN 7151) abgestuft.

Man verwendet die ISO-Toleranzreihen:

ISO-Grundtoleranzen für Längenmaße
von 1 bis 500 mm Nennmaß (DIN 7151)

Nennmaßbereich mm	IT Werte in µm																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
von 1 bis 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	–	–
über 3 bis 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	–	–
über 6 bis 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	–
über 10 bis 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
über 18 bis 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
über 30 bis 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
über 50 bis 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
über 80 bis 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
über 120 bis 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
über 180 bis 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
über 250 bis 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
über 315 bis 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
über 400 bis 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

IT 1 bis IT 7 zur Lehrenherstellung und im Feinwerksbau,
IT 5 bis IT 13 für spanbearbeitete Werkstücke (Passungen),
IT 12 bis IT 18 zur spanlosen Formung (Ziehen, Pressen u. a.).

Grundabmaße für Außenmaße (Wellen)

Tabelle 1. Obere Abmaße A_o

Toleranz Lage / Qualität		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js
					alle Qualitäten								
Nennmaßbereich in mm	von 1 bis 3	– 270	–140	– 60	–34	20	– 14	–10	– 6	–4	– 2	0	Die Abmaße betragen ± 1/2 IT der jeweiligen Qualität
	über 3 bis 6	– 270	–140	– 70	–46	– 30	– 20	–14	10	–6	– 4	0	
	über 6 bis 10	– 280	–150	– 80	–56	– 40	– 25	–18	–13	–8	– 5	0	
	über 10 bis 18	– 290	–150	– 95	–	– 50	– 32	–	–16	–	– 6	0	
	über 18 bis 30	– 300	–160	–110	–	– 65	– 40	–	–20	–	– 7	0	
	über 30 bis 40	– 310	170	–120	–	– 80	– 50	–	–25	–	– 9	0	
	über 40 bis 50	– 320	–180	–130									
	über 50 bis 65	– 340	–190	–140	–	–100	– 60	–	–30	–	–10	0	
	über 65 bis 80	360	–200	–150									
	über 80 bis 100	– 380	–220	–170	–	–120	– 72	–	–36	–	–12	0	
	über 100 bis 120	– 410	–240	–180									
	über 120 bis 140	– 460	–260	–200									
	über 140 bis 160	– 520	–280	–210	–	–145	– 85	–	–43	–	–14	0	
	über 160 bis 180	– 580	–310	–230									
	über 180 bis 200	660	–340	–240									
	über 200 bis 225	– 740	–380	260	–	–170	–100	–	–50	–	–15	0	
	über 225 bis 250	– 820	420	–280									
	über 250 bis 280	– 920	–480	–300	–	–190	–110	–	–56	–	–17	0	
	über 280 bis 315	–1050	–540	–330									
	über 315 bis 355	–1200	–600	–360	–	–210	–125	–	62	–	–18	0	
	über 355 bis 400	–1350	–680	–400									
	über 400 bis 450	–1500	–760	–440	–	–230	–135	–	–68	–	–20	0	
	über 450 bis 500	–1650	–840	–480									

Tabelle 2. Untere Abmaße A_u

Toleranz Lage		j			k			m	n	p
Qualität		5 und 6	7	8	bis 3	4 bis 7	ab 8	alle Qualitäten		
Nennmaßbereich in mm	von 1 bis 3	– 2	– 4	–6	0	0	0	+ 2	+ 4	+ 6
	über 3 bis 6	– 2	– 4	–	0	+1	0	+ 4	+ 8	+12
	über 6 bis 10	– 2	– 5	–	0	+1	0	+ 6	+10	+15
	über 10 bis 18	– 3	– 6	–	0	+1	0	+ 7	+12	+18
	über 18 bis 30	– 4	– 8	–	0	+2	0	+ 8	+15	+22
	über 30 bis 50	– 5	–10	–	0	+2	0	+ 9	+17	+26
	über 50 bis 80	– 7	–12	–	0	+2	0	+11	+20	+32
	über 80 bis 120	– 9	–15	–	0	+3	0	+13	+23	+37
	über 120 bis 180	–11	–18	–	0	+3	0	+15	+27	+43
	über 180 bis 250	–13	–21	–	0	+4	0	+17	+31	+50
	über 250 bis 315	–16	–26	–	0	+4	0	+20	+34	+56
	über 315 bis 400	–18	–28	–	0	+4	0	+21	+37	+62
	über 400 bis 500	–20	–32	–	0	+5	0	+23	+40	+68

Bildung von Toleranzfeldern aus den ISO-Grundabmaßen

für Nennmaße von 1 bis 500 mm DIN 7152

Abmaße in µm

Toleranzlage a bis h unterhalb der Nullinie



Unteres Abmaß = oberes Abmaß – Grundtoleranz

z. B. für Paßmaß 25 d15:

oberes Abmaß aus Tabelle 1	= – 65 µm
Grundtoleranz Qualität 15 aus DIN 7151 =	840 µm
unteres Abmaß = – 65 µm – 840 µm	= – 905 µm

also $25\,d15 = 25^{-0{,}065}_{-0{,}905}$

Toleranzlage js symmetrisch zu beiden Seiten der Nullinie



für Paßmaß 25 js8:

Grundtoleranz Qualität 8 aus DIN 7151 =	33 µm
oberes Abmaß	= + 16,5 µm
unteres Abmaß	= – 16,5 µm

also $25\,js8 = 25^{\pm 0{,}0165}$

Toleranzlage j annähernd symmetrisch zu beiden Seiten der Nullinie



Oberes Abmaß = unteres Abmaß + Grundtoleranz

z. B. für Paßmaß 25 j6:

unteres Abmaß aus Tabelle 2	= – 4 µm
Grundtoleranz Qualität 6 aus DIN 7151	= 13 µm
oberes Abmaß = – 4 µm + 13 µm	= + 9 µm

also $25\,j6 = 25^{+0{,}009}_{-0{,}004}$

Toleranzlage k bis zc oberhalb der Nullinie



Oberes Abmaß = unteres Abmaß + Grundtoleranz

z. B. für Paßmaß 25 p6:

unteres Abmaß aus Tabelle 2	= + 22 µm
Grundtoleranz Qualität 6 aus DIN 7151	= 13 µm
oberes Abmaß = + 22 µm + 13 µm	= + 35 µm

also $25\,p6 = 25^{+0{,}035}_{+0{,}022}$

Toleranz Lage / Qualität		r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
		alle Qualitäten										
Nennmaßbereich in mm	von 1 bis 3	+ 10	+ 14	–	+ 18	–	+ 20	–	+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
	über 3 bis 6	+ 15	+ 19	–	+ 23	–	+ 28	–	+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
	über 6 bis 10	+ 19	+ 23	–	+ 28	–	+ 34	–	+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
	über 10 bis 14	+ 23	+ 28	–	+ 33	–	+ 40	–	+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
	über 14 bis 18					+ 39	+ 45	–	+ 60	+ 77	+ 108	+ 150
	über 18 bis 24	+ 28	+ 35	–	+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
	über 24 bis 30			+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
	über 30 bis 40	+ 34	+ 43	+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
	über 40 bis 50			+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
	über 50 bis 65	+ 41	+ 53	+ 66	+ 87	+102	+122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
	über 65 bis 80	+ 43	+ 59	+ 75	+102	+120	+146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
	über 80 bis 100	+ 51	+ 71	+ 91	+124	+146	+178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
	über 100 bis 120	+ 54	+ 79	+104	+144	+172	+210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
	über 120 bis 140	+ 63	+ 92	+122	+170	+202	+248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
	über 140 bis 160	+ 65	+100	+134	+190	+228	+280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
	über 160 bis 180	+ 68	+108	+146	+210	+252	+310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+1000
	über 180 bis 200	+ 77	+122	+166	+236	+284	+350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+1150
	über 200 bis 225	+ 80	+130	+180	+258	+310	+385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+1250
	über 225 bis 250	+ 84	+140	+196	+284	+340	+425	+ 520	+ 640	+ 820	+1050	+1350
	über 250 bis 280	+ 94	+158	+218	+315	+385	+475	+ 580	+ 710	+ 920	+1200	+1550
	über 280 bis 315	+ 98	+170	+240	+350	+425	+525	+ 650	+ 790	+1000	+1300	+1700
	über 315 bis 355	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+ 730	+ 900	+1150	+1500	+1900
	über 355 bis 400	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+ 820	+1000	+1300	+1650	+2100
	über 400 bis 450	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+ 920	+1100	+1450	+1850	+2400
	über 450 bis 500	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Grundabmaße für Innenmaße (Bohrungen)

Tabelle 3. Untere Abmaße A_u

Toleranz / Lage	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS
Qualität				alle Qualitäten								
Nennmaßbereich in mm												
von 1 bis 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Die Abmaße betragen $\pm\frac{1}{2}$ IT der jeweiligen Qualität
über 3 bis 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	
über 6 bis 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	
über 10 bis 18	+290	+150	+95	–	+50	+32	–	+16	–	+6	0	
über 18 bis 30	+300	+160	+110	–	+65	+40	–	+20	–	+7	0	
über 30 bis 40	+310	+170	+120	–	+80	+50	–	+25	–	+9	0	
über 40 bis 50	+320	+180	+130									
über 50 bis 65	+340	+190	+140	–	+100	+60	–	+30	–	+10	0	
über 65 bis 80	+360	+200	+150									
über 80 bis 100	+380	+220	+170	–	+120	+72	–	+36	–	+12	0	
über 100 bis 120	+410	+240	+180									
über 120 bis 140	+460	+260	+200	–	+145	+85	–	+43	–	+14	0	
über 140 bis 160	+520	+280	+210									
über 160 bis 180	+580	+310	+230									
über 180 bis 200	+660	+340	+240	–	+170	+100	–	+50	–	+15	0	
über 200 bis 225	+740	+380	+260									
über 225 bis 250	+820	+420	+280									
über 250 bis 280	+920	+480	+300	–	+190	+110	–	+56	–	+17	0	
über 280 bis 315	+1050	+540	+330									
über 315 bis 355	+1200	+600	+360	–	+210	+125	–	+62	–	+18	0	
über 355 bis 400	+1350	+680	+400									
über 400 bis 450	+1500	+760	+440	–	+230	+135	–	+68	–	+20	0	
über 450 bis 500	+1650	+840	+480									

Toleranzlage A bis H oberhalb der Nullinie



Nullinie

Oberes Abmaß = unteres Abmaß + Grundtoleranz
z. B. für Paßmaß 420 C10:
unteres Abmaß aus Tabelle 3 = + 440 µm
Grundtoleranz Qualität 10 aus DIN 7151 = 250 µm
oberes Abmaß = + 440 µm + 250 µm = + 690 µm
also 420 C10 = $420^{+0,690}_{+0,440}$

Toleranzlage JS symmetrisch zu beiden Seiten der Nullinie



für Paßmaß 200 JS9:
Grundtoleranz Qualität 9 nach DIN 7151 = 115 µm
oberes Abmaß = + 57,5 µm
unteres Abmaß = − 57,5 µm
also 200 JS9 = $200^{\pm 0,0575}$

Tabelle 4. Oberes Abmaß A_o

Toleranz / Lage	J			K		M		N		Δ-Wert [1]					
Qualität	6	7	8	bis 8	ab 9	bis 8	ab 9	bis 8	ab 9	3	4	5	6	7	8
Nennmaßbereich in mm															
von 1 bis 3	+2	+4	+6	0	0	−2	−2	−4	−4	Δ = 0					
über 3 bis 6	+5	+6	+10	−1 +Δ	–	−4 +Δ	−4	−8 +Δ	0	1	1,5	1	3	4	6
über 6 bis 10	+5	+8	+12	−1 +Δ	–	−6 +Δ	−6	−10 +Δ	0	1	1,5	2	3	6	7
über 10 bis 18	+6	+10	+15	−1 +Δ	–	−7 +Δ	−7	−12 +Δ	0	1	2	3	3	7	9
über 18 bis 30	+8	+12	+20	−2 +Δ	–	−8 +Δ	−8	−15 +Δ	0	1,5	2	3	4	8	12
über 30 bis 50	+10	+14	+24	−2 +Δ	–	−9 +Δ	−9	−17 +Δ	0	1,5	3	4	5	9	14
über 50 bis 80	+13	+18	+28	−2 +Δ	–	−11 +Δ	−11	−20 +Δ	0	2	3	5	6	11	16
über 80 bis 120	+16	+22	+34	−3 +Δ	–	−13 +Δ	−13	−23 +Δ	0	2	4	5	7	13	19
über 120 bis 180	+18	+26	+41	−3 +Δ	–	−15 +Δ	−15	−27 +Δ	0	3	4	6	7	15	23
über 180 bis 250	+22	+30	+47	−4 +Δ	–	−17 +Δ	−17	−31 +Δ	0	3	4	6	9	17	26
über 250 bis 315	+25	+36	+55	−4 +Δ	–	−20 +Δ [2]	−20	−34 +Δ	0	4	4	7	9	20	29
über 315 bis 400	+29	+39	+60	−4 +Δ	–	−21 +Δ	−21	−37 +Δ	0	4	5	8	11	21	32
über 400 bis 500	+33	+43	+66	−5 +Δ	–	−23 +Δ	−23	−40 +Δ	0	5	5	7	13	23	34

[1] Δ Werte für Toleranzlage K, M, N bis Qualität 8 und P bis ZC bis Qualität 7

[2] Sonderfall: Für M 6 ist A_o = − 9 µm im Bereich 250 bis 315 (anstatt −11 µm)

Toleranz / Lage	P bis ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
Qualität	bis 7						ab 8						
Nennmaßbereich in mm													
von 1 bis 3	Gleiches Abmaß wie für Qualitäten ab 8, jedoch um Δ-Wert (siehe Tabelle oben) vergrößert	−6	−10	−14	–	−18	–	−20	–	−26	−32	−40	−60
über 3 bis 6		−12	−15	−19	–	−23	–	−28	–	−35	−42	−50	−80
über 6 bis 10		−15	−19	−23	–	−28	–	−34	–	−42	−52	−67	−97
über 10 bis 14		−18	−23	−28	–	−33	–	−40	–	−50	−64	−90	−130
über 14 bis 18							−39	−45	–	−60	−77	−108	−150
über 18 bis 24		−22	−28	−35	–	−41	−47	−54	−63	−73	−98	−136	−188
über 24 bis 30					−41	−48	−55	−64	−75	−88	−118	−160	−218
über 30 bis 40		−26	−34	−43	−48	−60	−68	−80	−94	−112	−148	−200	−274
über 40 bis 50					−54	−70	−81	−97	−114	−136	−180	−242	−325
über 50 bis 65		−32	−41	−53	−66	−87	−102	−122	−144	−172	−226	−300	−405
über 65 bis 80			−43	−59	−75	−102	−120	−146	−174	−210	−274	−360	−480
über 80 bis 100		−37	−51	−71	−91	−124	−146	−178	−214	−258	−335	−445	−585
über 100 bis 120			−54	−79	−104	−144	−172	−210	−254	−310	−400	−525	−690
über 120 bis 140		−43	−63	−92	−122	−170	−202	−248	−300	−365	−470	−620	−800
über 140 bis 160			−65	−100	−134	−190	−228	−280	−340	−415	−535	−700	−900
über 160 bis 180			−68	−108	−146	−210	−252	−310	−380	−465	−600	−780	−1000
über 180 bis 200		−50	−77	−122	−166	−236	−284	−350	−425	−520	−670	−880	−1150
über 200 bis 225			−80	−130	−180	−258	−310	−385	−470	−575	−740	−960	−1250
über 225 bis 250			−84	−140	−196	−284	−340	−425	−520	−640	−820	−1050	−1350
über 250 bis 280		−56	−94	−158	−218	−315	−385	−475	−580	−710	−920	−1200	−1550
über 280 bis 315			−98	−170	−240	−350	−425	−525	−650	−790	−1000	−1300	−1700
über 315 bis 355		−62	−108	−190	−268	−390	−475	−590	−730	−900	−1150	−1500	−1900
über 355 bis 400			−114	−208	−294	−435	−530	−660	−820	−1000	−1300	−1650	−2100
über 400 bis 450		−68	−126	−232	−330	−490	−595	−740	−920	−1100	−1450	−1850	−2400
über 450 bis 500			−132	−252	−360	−540	−660	−820	−1000	−1250	−1600	−2100	−2600

Toleranzlage K, M, N bis Qualität 8 und P bis ZC bis Qualität 7 vorwiegend unterhalb der Nullinie

Nullinie



Unteres Abmaß = oberes Abmaß − Grundtoleranz
z. B. für Paßmaß **20 P7**:
oberes Abmaß aus Tabelle 4 = − 22 + Δ = − 22 + 8 = − 14 µm
Grundtoleranz Qualität 7 aus DIN 7151 = 21 µm
unteres Abmaß = − 14 µm − 21 µm = − 35 µm
also 20 P7 = $20^{-0,014}_{-0,035}$

Toleranzlage K, M, N über Qualität 8 und P bis ZC über Qualität 7 unterhalb der Nullinie

Nullinie



Unteres Abmaß = oberes Abmaß − Grundtoleranz
z. B. für Paßmaß **125 T10:**
oberes Abmaß aus Tabelle 4 = − 122 µm
Grundtoleranz Qualität 10 aus DIN 7151 = 160 µm
unteres Abmaß = − 122 µm − 160 µm = − 282 µm
also 125 T10 = $125^{-0,122}_{-0,282}$

Die in den Tabellen 1, 2 bzw. 3, 4 zusammengestellten Grundmaße für Außenmaße (Wellen) bzw. für Innenmaße (Bohrungen) enthalten die Werte der jeweiligen oberen sowie unteren Abmaße, wie sie von der → Internationalen Organisation für Normung (International Organisation for Standardization, ISO) festgelegt worden sind. Ihre Bedeutung tritt besonders klar hervor, wenn man sie grafisch darstellt (Bild 3). Dies läßt gegenüber der weniger übersichtlichen, tabellarischen Zusammenstellung die zulässigen ISO-Toleranzen in Gestalt von Toleranzfeldern unmittelbar anschaulich überblicken.

Die Lage der Toleranzfelder zur Nullinie wird durch Buchstaben angegeben. Außenteile (Bohrungen) erhalten die Großbuchstaben A bis Z und

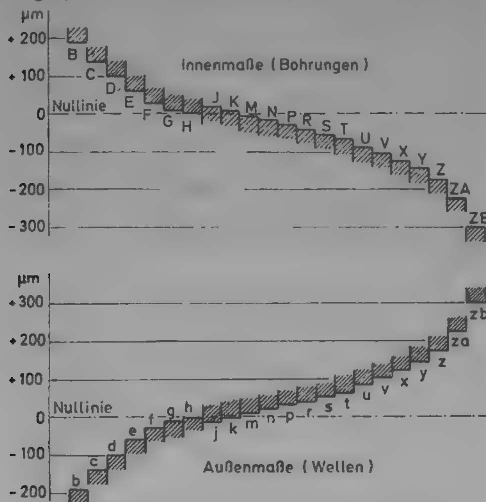


Bild 3. Lage der Toleranzfelder für Bohrungen und Wellen.

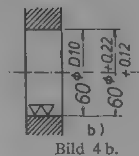


Bild 4 b.

60 = Nennmaß der Bohrung in mm,

D = Abstand des Toleranzfeldes von der Nullinie = unteres Abmaß A_u = +100 µm (Bild 3 und Tabelle 3),

10 = die ISO-Qualität 10 oder nach DIN 7151 eine Toleranzfeldbreite von T = 120 µm, d. h. oberes Abmaß A_o = $A_u + T = +220$ µm.

Die Toleranzfelder (DIN 7151 und 7152) können zur Tolerierung von gezogenen Werkstoffen für Schraubenlängen, Mutterhöhen, Schlüsselweiten sowie für jedes beliebige Maß eines Fertigteils verwendet werden. Hauptanwendungsgebiet der ISO-Toleranzen sind aber die **Passungen**. Das ISO-System ermöglicht eine freizügige Paarung von Wellen und Bohrungen, es wird jedoch empfohlen, entweder a) das Paßsystem Einheitsbohrung oder b) das Paßsystem Einheitswelle zugrunde zu legen. Ausgangspunkt im Fall a) ist die H-Bohrung mit dem unteren Abmaß $A_u = 0$ und im Fall b) die h-Welle mit dem oberen Abmaß $A_o = 0$. Beide Paßsysteme sehen 3 Gruppen von Passungen vor: Spielpassungen, Übergangspassungen und Preßpassungen. In DIN 7154 und 7155 werden einander entsprechende Paarungen vorgeschlagen, von denen die fettgedruckten bevorzugt werden:

		Preßpassung	Übergangspassung	Spielpassung
a) Einheitsbohrung (DIN 7154)	H6	u5 t5 s5 r5 p5 n5	m5 k5 **k6** j5 **j6** h6	g5
	H7	za6 z6 x6 u6 t6 **s6** **r6** p6	n6 m6 **k6** **j6** **h6**	**g6** f6 **f7**
	H8	zc8 zb8 za8 z8 x8 **u8** t8 s8	h8 **h9**	**f7** f8 **e8** **d9** c9 b9
	H9	zc9 zb9 za9 x9 u9 t9	h8 **h9** **h11**	f8 e9 **d10** c10 **c11** **b10**
	H10	zc10 zb10 za10	z10 x10 u10	
	H11	zc11 zb11 za11 z11 x11	**h9** **h11**	d9 d11 **c11** b11 b12 **a11**
	H12		h12	d12 b12 a12
	H13		h13	d13 b13 a13
b) Einheitswelle (DIN 7155)	h5	U6 T6 S6 R6 P6	N6 M6 K6 J6 H6	G6
	h6	ZA7 Z7 X7 U7 T7 S7 R7 P7	N7 M7 K7 J7 **H7**	**G7** F7 **F8**
	h8	ZC8 ZB8 ZA8 Z8 X8 U8 T8 S8	**H8** H9	F7 **F8** E8 D9 C9 B9
	h9	ZC9 ZB9 ZA9 Z9 X9 U9 T9	**H8** H9 **H11**	**F8** **E9** **D10** C10 **C11** B10
	h10	ZC10 ZB10 ZA10	Z10 X10 U10	
	h11	ZC11 ZB11 ZA11	Z11 X11 H9 **H11**	D9 **D10** D11 **C11** B11 B12 **A11**
	h12		H12	D12 B12 A12
	h13		H13	D13 B13 A13

Literaturhinweise: DIN 7182 Toleranzen u. Passungen, Begriffe — DIN 7150 ISO-Passungen, Einführung, Grundlagen u. a. Taschenbuch »Grundnormen« Beuth-Vertrieb 1967.

Diekamp

Innenteile (Wellen) die Kleinbuchstaben a bis z. Für Nennmaß $N = 60$ mm ist die Lage der Toleranzfelder in Bild 3 dargestellt (nur die Toleranzfelder A, a, ZC und zc sind weggelassen).

In der Zeichnung, Bild 4a) und b), bedeutet die Maßangabe:

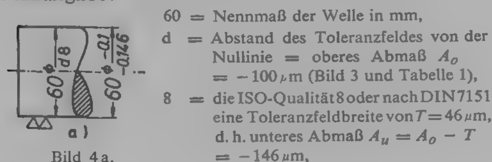


Bild 4a.

60 = Nennmaß der Welle in mm,

d = Abstand des Toleranzfeldes von der Nullinie = oberes Abmaß A_o = −100 µm (Bild 3 und Tabelle 1),

8 = die ISO-Qualität 8 oder nach DIN 7151 eine Toleranzfeldbreite von $T = 46$ µm, d. h. unteres Abmaß $A_u = A_o - T$ = −146 µm,

isotroper Strahler → Elementarstrahler.

ISSV → Internationales Übereinkommen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See.

Istmaß → ISO-Toleranzen.

ITALCABLE, ITT → Seekabelbetriebsgesellschaften.

ITU → Internationale Fernmeldeunion.

IUWDS → Ursigramm.

J

Jahresabschluß. Die DBP hat für jedes Rechnungsjahr über ihre Wirtschaftsführung Rechenschaft abzulegen. Sie tut dies nach kameralistischen Regeln entsprechend §§ 72 und 77 ff. der Posthaushaltsbestimmungen (PHB) in einer Jahresrechnung (Gesamtrechnung), in der die Jahresabschlußsummen der Haushaltseinnahmen und -ausgaben nach der Ordnung im Voranschlag nachgewiesen werden. In der Jahresnachweisung über die Einnahmen und Ausgaben der DBP werden diese Ist-Einnahmen und -Ausgaben dem Soll laut Voranschlag, also die Ausführung (Ist) der Planung (Soll) gegenübergestellt. Daraus ist erkennbar, inwieweit die Planung eingehalten, ihre Ansätze überschritten oder Ersparnisse erzielt worden sind. Da bei dieser kameralistischen Buchführung nicht zu erkennen ist, ob die Gebühren und sonstigen Erträge die Aufwendungen einschließlich der Ablieferungen an den Bund decken und welches Vermögen, welche Schulden und welches Eigenvermögen vorhanden sind, schreibt das Postverwaltungsgesetz (PostVwG) in § 19 (1) vor, daß die DBP für jedes Rechnungsjahr als J. eine Gewinn- und Verlustrechnung und eine Bilanz aufzustellen hat. Im Voranschlag und in der Rechnungslegung werden somit nicht nur Einnahmen und Ausgaben (Geldvorgänge), sondern auch alle sonstigen Änderungen (Nichtgeldvorgänge) veranschlagt und gebucht, die im Vermögen der DBP eintreten. Die Einnahmen und Ausgaben sind nach Betrieb und Anlage getrennt zu veranschlagen und zu verrechnen, je nachdem sie erfolgswirksam oder erfolgsunwirksam sind. Damit entspricht die Buchführung der DBP einer gehobenen Kameralistik. Weil sie die ordnungsgemäße Durchführung des Voranschlags darzustellen hat, kann sie auf die kameralistische Rechnungsweise nicht verzichten. Anderseits ist die DBP gehalten, ihren betriebswirtschaftlichen Erfolg und damit alle Vermögensbewegungen nachzuweisen.

Die Bilanz (Gesamtbilanz) wird durch die Teilbilanzen des Post- und Fernmeldewesens, des Postscheckvermögens, des Postsparkassenvermögens, der durchlaufenden Gelder und des Treuhandvermögens sowie durch Übersichten über die Beteiligungen und die Abschreibungssätze erläutert. Zur Teilbilanz des Post- und Fernmeldewesens gehören die Kapitalrechnung und die Übersicht über den Ablauf der Investitionen bei den Sachanlagen.

Der J., in dem außerdem die Ablieferung an den Bund sowie Zuweisungen zur Rücklage und Entnahmen daraus gesondert auszuweisen sind, muß auch das dem Post- und Fernmeldewesen im Land Berlin gewidmete Vermögen, die damit in Zusammenhang stehenden Verpflichtungen sowie die Aufwendungen und Erträge der Landespostdirektion Berlin ausweisen.

Der J. ist durch einen → Geschäftsbericht zu erläutern. Nach § 19 (5) PostVwG ist der J. nebst der Jahresrechnung mit den zugehörigen Unterlagen vom Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen dem Bundesrechnungshof (BRH) zur Prüfung vorzulegen. Dieser gibt die Jahresrechnung mit seinem Prüfungsbericht an den Verwaltungsrat der DBP weiter, der nach § 12 (1) PostVwG über die Genehmigung des J. und die Entlastung zu beschließen hat. Die Stellungnahme des Verwaltungsrats zur Entlastung wird durch den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ohne Verzug dem BRH zugeleitet. Danach werden der J. und der Geschäftsbericht vor ihrer Veröffentlichung durch den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat zur Kenntnis vorgelegt und anschließend veröffentlicht.

Literatur: Geschäftsbericht der Deutschen Bundespost 1966, S. 140 — K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, R. v. Decker's Verlag, G. Schenck GmbH, 1959, S. 186.

Clement

Jahresnachweisung. Die DBP hat für jedes Rechnungsjahr im → Jahresabschluß Rechenschaft über ihre Wirtschaftsführung abzulegen, und zwar einmal nach kameralistischen Regeln in einer → Jahresrechnung und weiter nach kaufmännischen Grundsätzen in einer Gewinn- und Verlustrechnung sowie einer Bilanz. Die Jahresrechnung ist der Rechenschaftsbericht über die Haushaltsführung eines Rechnungsjahres (Rj.). In diesem Bericht, »Jahresnachweisung über die Einnahmen und Ausgaben der DBP« genannt, werden die Planung (das Soll) der Ausführung (dem Ist) gegenübergestellt (Posthaushaltsbestimmungen (PHB), § 77). Die Gegenüberstellung zeigt, inwieweit die Planung eingehalten, ihre Ansätze überschritten oder Ersparnisse erzielt worden sind.

Die J. ist nach der Ordnung des Voranschlags gegliedert. Sie enthält die gleichen Ergebnisse wie der Jahresabschluß und außerdem die Bilanzausgleichsposten (Abschreibungen usw.) und den Ausgleich der Anlagerechnung aus dem Betriebsüberschuß (§ 75 PHB). Während im Jahresabschluß zur Ermittlung des Überschusses oder des Fehlbetrages die Gesamteinnahmen den Gesamtausgaben bei Betrieb und Anlage gegenübergestellt werden, liefert die J. in einer Betriebsrechnung die Zahlen für die Gewinn- und Verlustrechnung, indem sie die Betriebseinnahmen den Betriebsausgaben gegenüberstellt. In einer Anlagerechnung erbringt sie die Unterlagen für die Bilanz, indem sie die Anlageeinnahmen einschließlich des Zuschusses aus dem Betriebsüberschuß den Anlageausgaben unter Berücksichtigung der Bilanzausgleichsposten, wie Abschreibungen und Reste, gegenübergestellt.

In der J. werden in einer besonderen Spalte bei den einzelnen Titeln etwaige Haushaltsüberschreitungen, Vorgriffe und außerplanmäßige Ausgaben aufgeführt. Diese werden am Schluß der J. in einer Übersicht je für sich begründet. Von der J. wird dem Bundesfinanzminister eine Ausfertigung zur nachträglichen Genehmigung der Haushaltsüberschreitungen, Vorgriffe und der außerplanmäßigen Ausgaben vorgelegt. Dieser erteilt seine Genehmigung vorbehaltlich der späteren Entlastung der vom Bundesrechnungshof (BRH) geprüften Gesamtrechnung durch die Bundesregierung (§ 83 PHB).

Clement

Jahresrechnung bei der DBP. Als J. nach § 72 Posthaushaltsbestimmungen (PHB) gilt die Gesamtrechnung der DBP. Sie wird in der Abt. IV des Bundesministeriums für Post- und Fernmeldewesen (BPM) gemäß den Bestimmungen der Postrechnungslegungsordnung (PRO), §§ 100 ff., aufgestellt und ist die Zusammenstellung der Gesamtergebnisse aller Oberrechnungen der Oberpostkassen (OPKn) einschließlich der Oberrechnung der Generalpostkasse (GPK). Damit stellt sie die Zusammenfassung aller Haushaltseinnahmen und -ausgaben des Bundespostgebiets für das Rechnungsjahr (Rj.) dar, das als »Ist« dem Voranschlag als dem »Soll« gegenübergestellt wird und damit das Ergebnis der Haushaltsführung für ein Rj. ausweist.

In § 77 PHB ist vorgeschrieben, in welcher Form die J. zu erstellen ist. Nach der Prüfung durch den Bundesrechnungshof (BRH) wird die J. mit den Bemerkungen und der Denkschrift des Präsidenten des BRH, die das hauptsächliche Prüfungsergebnis enthält, über den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) dem Verwaltungsrat der DBP (PVR) vorgelegt, der gemäß § 12 (1), 1. Postverwaltungsgesetz (PostVwG), über die Entlastung des BPMin zu entscheiden hat.

Nach § 19 (3) PostVwG ist die J. die Grundlage für den Jahresabschluß und die Erstellung der Gewinn- und Verlustrechnung sowie der Bilanz.

Gleiches besagt § 86a PHB für die Gesamtrechnung, die für den Bereich der DBP als J. gilt. *Clement*

Jahresübersicht. Als Unterlage für die Gesamtrechnungslegung des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) haben die Oberpostkassen (OPKn) nach den Rechnungsschlußbüchern die Jahresergebnisse der Haushaltsführung bei allen Verbuchungsstellen in einer »Übersicht über die Einnahmen und Ausgaben der OPK« (Jahresübersicht) zusammenzustellen (Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA), XII, § 76, Abs. 3—5). Auch die Generalpostkasse stellt für ihren Bereich eine J. auf. Die Zahlenangaben in der J. müssen mit den Jahressummen in den Sachbüchern der OPK, die für die Rechnungslegung in Frage kommen, unbedingt übereinstimmen. Daß dies der Fall ist, hat die OPD am Schluß der J. zu bescheinigen. Anderseits müssen die in der Gesamtrechnung des BPM nachgewiesenen Beträge in Einnahme und Ausgabe mit der Gesamtsumme der Beträge in den Rechnungsnachweisungen und Oberrechnungen der OPKn übereinstimmen. Der J. sind mehrere in den ADA XII, § 76, aufgeführte Übersichten mit Angaben für die Gesamtrechnungslegung und für die Aufstellung der Bilanz beizufügen.

Die J. werden ebenso wie die Monats- und Vierteljahresübersichten dem Verwaltungsrat der DBP vorgelegt, der so über die Finanzlage der DBP ständig unterrichtet wird. *Clement*

Jalousieeffekt → PAL-Empfänger.

Janet-System → Meteorstoßausbreitung.

J-Armierung → Seekabelaufbau.

JF = Junction Frequency → Echolotung, → Übertragungsfrequenzbereich.

Jockeyrad → Seekabellegung und -instandsetzung.

Jodrellbank → Radio-Teleskope.

Jordansche Konstanten → Pupinspule.

Jordan-Schönau-Meßverfahren → Seekabelmessungen.

Joule ist der Name für die SI-Einheit der Energie, Kurzzeichen J. Es gilt exakt

$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{AsV} = 1\,\mathrm{kg\,m^2\,s^{-2}}.$$

Joulesche Wärme. In einem Stromleiter endlicher Leitfähigkeit wird durch eine Leitungsströmung Wärme hervorgebracht. Ist R der Widerstand eines linearen Leiters (Draht, Stab, Bändchen) und I die Stromstärke, so ist $P = I^2 R$ die Stromwärmeleistung. R ist der ohmsche Widerstand, wenn I Gleichstrom ist, und der Wirkwiderstand, wenn I der Effektivwert eines Wechselstromes ist. Ist in einem beliebig gestalteten Stromleiter G die Stromdichte in einem Volumenelement $\mathrm{d}\tau$ und ϱ der spezifische elektrische Widerstand dort, so ist $\mathrm{d}P = \varrho G^2 \mathrm{d}\tau$.

Jugendwohnheime → Lehrlingsheime.

Junction Frequency (JF), ionosphärische → Echolotung, → Übertragungsfrequenzbereich.

jungfräuliche Kurve, Neukurve → Hystereseschleife.

Justieren. Eine in der Fernmeldetechnik besonders wichtige Arbeit ist das Justieren. Als Meßwerte für die Justierung der Federspannung eines Relais dienen genau festgelegte Gewichte, die an der für die Kontaktgabe in Frage kommenden Stelle angesetzt werden. Die Art der Abwägung ist verschieden. Zum Justieren werden Justierwerkzeuge benötigt, z. B. Zangen, Richthebel, Federspanner und Federwagen.

Literatur: Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929.

Jutebewicklung → Seekabelaufbau.

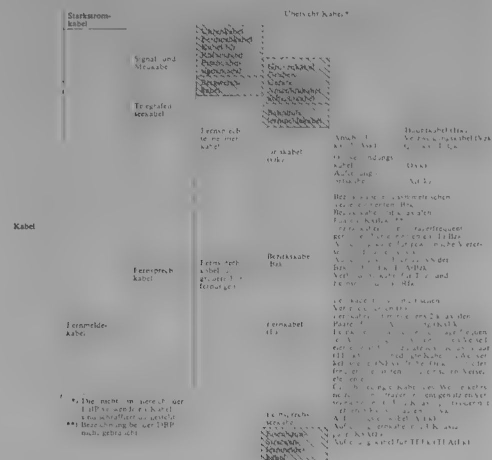
K

k-Faktor → troposphärische Brechung.

Kabel für Amtsbauten sind → Schaltkabel, die in Vermittlungs- und Verstärkerstellen zwischen Gestellen oder zwischen Gestellen und Rangierverteilern fest verlegt werden. Der Aufbau der üblichen Schaltkabel mit einer Leiterisolierung aus Polyvinylchlorid (PVC) und PVC-Außenmantel, mit Leitern von 0,6 mm ⌀ und einer statischen Schirmung der gesamten Verseilelemente ist in der VDE-Bestimmung 0813 enthalten. Dort sind auch Angaben über Verseilung, Aderkennzeichnung, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften gemacht.

Kabel auf Brücken über elektrifizierte Bahnanlagen → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Kabel, elektrisches; allgemein alle Arten von isolierten elektrischen Leitern, d. h. außer Kabel im engeren Sinn (s. unten) isolierte Drähte und Leitungen aller Art. Wichtigste Elemente: Metallische Leiter und isolierende Hülle. Kabel im engeren Sinn: Gegen mechanische Beschädigungen Feuchtigkeit und Korrosion besonders geschützte verseilte Leitungsgebilde. Äußere Merkmale: Große Länge im Verhältnis zu den Querschnittsabmessungen. Mechanische Anforderungen: Biegbarkeit und Festigkeit gegen Zug und Druck (Ausnahme → Hohlkabel). Aufgabe der K.: Bei Starkstromkabeln Übertragung großer Energiemengen mit Minimum an Energieverlusten auf gewisse Entfernung (Größenordnung der übertragenen Leistung 10^1 bis 10^8 Watt bei meistens 50 Hz Frequenz). Bei Fernmeldekabeln Übertragung möglichst großer Anzahl



elektrischer Zeichen gleichzeitig und mit Minimum an Verzerrung und äußeren Störungen auf jede beliebige Entfernung (übertragene Leistung 10^{-6} bis 1 Watt bei Frequenzen bis 10^8 Hz).

Aufbau: Bei Starkstromkabel große Leiterquerschnitte wegen hoher Stromstärken; beträchtliche Isolierdicken mit hoher Durchschlagsfestigkeit wegen hoher Spannungen; großes Wärmeableitungsvermögen.

Bei Fernmeldekabeln kleine Leiterquerschnitte mit geringen Isolierdicken ohne hohe Durchschlagsfestigkeit, meist verhältnismäßig große Anzahl Aderngruppen, wenn nicht besonderer Aufbau, z. B. bei Koaxialkabeln. Bei Starkstrom- und Fernmeldekabeln dielektrische Verluste von wesentlicher Bedeutung; bei Starkstromkabeln Ansteigen der Verlustenergie mit Quadrat der Spannung; bei Fernmeldekabeln Auswirkung der dielektrischen Verluste in der Frequenzabhängigkeit (größere Dämpfung bei hohen Frequenzen, Verzerrung übertragener Zeichen). Starkstromkabel im Vergleich zur übertragenen Wellenlänge »kurz«. Fernmeldekabel können wesentlich länger sein als Länge der übertragenen elektrischen Wellen; deshalb bei Planung Rücksichtnahme auf Wellennatur der Wechselstromfortpflanzung.

Literatur: Ehlers/Lau, Kabel-Herstellung, 1956 — Artbauer, Kabel und Leitungen, VEB-Verlag Technik, Berlin 1961. *Knebel*

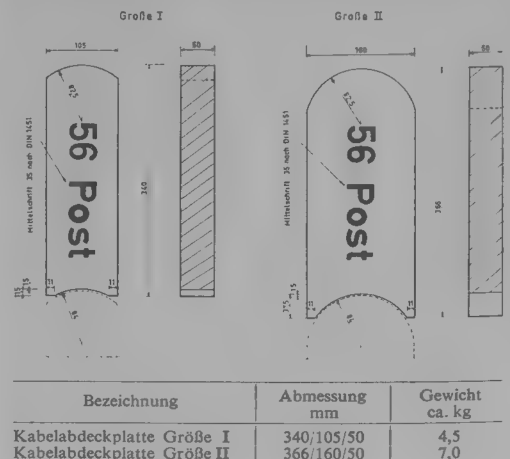
Kabel, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften. Abmessungen, Werkstoffzusammensetzung, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften der Kabel müssen genau festgelegten Pflichtwerten genügen: Einhaltung wird durch Prüfungen kontrolliert (→ Güteprüfung).

Prüfung der Abmessungen: Wanddicke der Isolierhüllen, der Metallmäntel und Kunststoffmäntel. Mechanische und thermische Prüfungen: Bei Isolierhüllen Zugfestigkeit und Bruchdehnung, Alterung, Schrumpfung, Wärmedruckbeständigkeit, Schmelzindex, Schmelzbereich; bei der Ader Biegbarkeit; bei PE-Mänteln und -Schutzhüllen Dichtigkeit, Zugfestigkeit und Bruchdehnung, Alterung, Wärmedruckbeständigkeit, Schmelzindex, Rußgehalt; bei PVC-Schutzhüllen Zugfestigkeit und Bruchdehnung, Alterung, Wärmedruckbeständigkeit, Kälteschlagbeständigkeit, Dichtigkeit; bei Metallmänteln Dichtigkeit; beim fertigen Kabel Biegbarkeit.

Elektrische Prüfungen: Leiterwiderstand, Widerstandsunterschied, Isolationswiderstand, Betriebskapazität, Betriebsableitung, Nebensprechkopplungen, Erdkopplungen, Spannungsfestigkeit, Reduktionsfaktor; an unverarbeitetem Doppel-Lackdraht (Tietgenschutz), Lackauftrag, Dehnung, Isolationswiderstand.

In VDE 0816/6.64 vorgeschrieben, wie weit Stückprüfung an jeder Lieferlänge in dem zur Beurteilung der Güte erforderlichen Umfang, oder Auswahlprüfung nur an einem Teil jeder Lieferung, oder Typenprüfung gelegentlich, aber nicht bei jeder Lieferung durchgeführt wird. *Knebel*

Kabelabdeckplatten (Bild 1) werden satt in Sand oder steinfreiem Boden über das Kabel gelegt. Sie werden je nach dem, ob ein oder mehrere Kabel abgedeckt



Bezeichnung	Abmessung mm	Gewicht ca. kg
Kabelabdeckplatte Größe I	340/105/50	4,5
Kabelabdeckplatte Größe II	366/160/50	7,0

Bild 1. Beton-Kabelabdeckplatten.

werden müssen, in zwei Größen hergestellt. Die eine kurze Seite ist konkav, die gegenüberliegende konvex ausgebildet, damit sie bei einem Kabelverlauf in Bögen besser aneinanderpassen und kein Spalt entsteht. Sie sollen die Kabel vor mechanischer Beschädigung bei Erdarbeiten oder durch Druck — hervorgerufen durch den Straßenverkehr oder Steine — schützen und bei Aufgrabungen auf die Kabellage hinweisen.

K. werden aus Beton, neuerdings auch aus gebranntem Ton hergestellt.

Das Bild 2 zeigt auch als Beispiel die Abdeckung einer Lötstelle im Erdkabel mit quergelegten K. (→ Kabelverlegung unter 2. und → Kabelmontage).

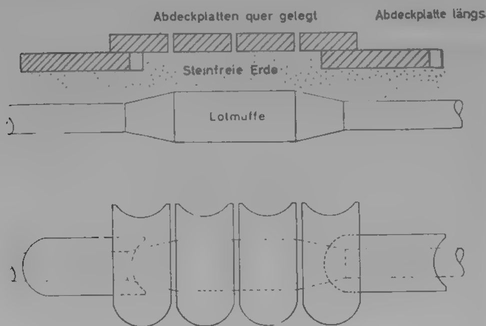


Bild 2. Abdeckung einer Erdkabellötstelle.

Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel. Es ist zu unterscheiden der Abschluß von

1. alten Niederfrequenz (NF)-Fernkabeln (NFFk) und Bezirkskabeln (Bzk) ohne Trägerfrequenz (TF)-Ausnutzung,

2. alten NFFk und Bzk und neuen Bzk mit teilweiser TF-Ausnutzung und Trägerfrequenz-Bezirkskabeln (TFBzk),

3. Trägerfrequenzfernkabeln (TFFk) in (1.-3.) Kabelendgestellen (KEG) mit Endverschlüssen (EVs),

4. NFk, TFFk, Trägerfrequenzverbindungskabel (TFVk) und TFBzk in KEG ohne EVs.

Zu 1.: Abschluß alter NFFk und Bzk ohne TF-Ausnutzung.

Fernkabel: Bei der ältesten Bauform der Fernkabelabschlüsse (1922) enden die Fk in großen Kastenendverschlüssen. Von dort sind die Fernleitungen in Amtskabeln zu den technischen Einrichtungen der Fern- oder Verstärkerämter weitergeführt.

1925 wurde die Führung der Amtskabel verbessert, um das Nebensprechen zu verringern und Kontaktstörungen auszuschalten. Die Fernleitungen wurden vom Kabelendverschluß nicht mehr über bisher übliche technische Einrichtungen wie Klinkenumschalter, Prüfschrank usw. zu den technischen Einrichtungen der Fern- oder Verstärkerämter geführt.

Ab 1927 wurden die Fk in dem meist im Keller gelegenen Aufteilungsraum in → Aufteilungsmuffen abgeschlossen und in Einzelkabel aufgeteilt. Die → Aufteilungskabel enden in 10- oder 20-p-Trennendverschlüssen, die an der senkrechten Seite eines im Verstärkerraum aufgestellten Leitungsverteilers angebracht sind.

Von den ungeschirmten Adernpaaren oder Viererseilen sind die mittelschwer bespulten (M)-Leitungen (Zweidraht- und Vierdrahtleitungen) mit 140/56 mH-Bespulung und die leicht bespulten (L)-Leitungen (30/12 mH) nebst den sehr leicht bespulten (S)-Paaren (3,2 mH) in der Abschlußmuffe je für sich zusammengefaßt und in Aufteilungsfernkabeln mit ungeschirmten Viererseilen weitergeführt. Die Aufteilungskabel sind in Fernkabelendverschlüssen für 10 oder 20 Adernpaare abgeschlossen.

Die einzelnen durch Kernbleimantel oder Metallfolie geschirmten Adernpaare oder Viererseile sind für sich in der Abschlußmuffe zusammengefaßt und in Aufteilungsfernkabeln weitergeführt, deren Adernpaare oder Adernpaare und Viererseile je für sich metallisch geschirmt sind. Die Aufteilungskabel sind in 6paarigen (6p) Fernkabelendverschlüssen mit statischem Schirm abgeschlossen.

Die unbespulten (U)-Leitungen, die mit anderen Leitungen im Kabel geführt sind, werden in der Abschlußmuffe für sich zusammengefaßt und in sternverseilten Aufteilungskabeln weitergeführt. Die Aufteilungskabel sind in Fernkabelendverschlüssen für 10 oder 20 Adernpaare abgeschlossen. Die U-Leitungen, die für sich in einem Kabel geführt sind, sind unmittelbar in Fernkabelendverschlüssen abgeschlossen.

Für K-Leitungen (in kurzen Abständen bespulte F-Leitungen mit Übertragungsbereich bis 60 kHz) gilt das gleiche wie für die U-Leitungen.

Bezirkskabel: Die ungeschirmten Adernpaare und Viererseile der völlig unterirdisch geführten Bezirkskabel sind in der Abschlußmuffe aufgeteilt und in Aufteilungskabeln mit ungeschirmten Viererseilen weitergeführt. Die Aufteilungskabel sind in Fernkabelendverschlüssen für 10 oder 20 Adernpaare abgeschlossen.

Die einzelnen geschirmten Adernpaare sind in der Abschlußmuffe aufgeteilt und in Aufteilungskabeln weitergeführt, deren Adernpaare für sich metallisch geschirmt sind. Die Aufteilungskabel sind in 6-p-Fernkabelendverschlüssen mit statischem Schirm abgeschlossen.

Bezirkskabel, deren Leitungen unterwegs mit Freileitungen verbunden und an der Überführungsstelle durch Grobsicherungen und Luftleerblitzableiter gesichert sind, sind in Abschlußmuffen aufgeteilt und in Aufteilungskabeln mit ungeschirmten Viererseilen weitergeführt. Die Aufteilungskabel sind in 10- oder 20-p-Endverschlüssen abgeschlossen; hinter dem Endverschluß sind diese Leitungen in besondere Feinsicherungsstreifen geführt.

Zwischen Abschluß- oder Aufteilungsmuffe und den Fernkabel-Endverschlüssen (Fk-EVs) sind grundsätzliche Aufteilungskabel mit 0,9 mm Leitern ver-

wendet; dies gilt auch für die Weiterführung der geschirmten Rundfunkpaare (PiMF) mit 1,4 mm Leitern der Bezirkskabel. Eine Aufteilung mit Kabeln mit 1,4 mm Leitern ist möglich, wenn die Strecke zwischen Abschlußmuffe und Fk-EVs außergewöhnlich lang ist.

Zu 2.: Abschluß alter Fk und Bzk und neuer Bzk mit teilweiser TF-Ausnutzung und TFBzk:

Mit der trägerfrequenten Ausnutzung der Kabel wurde der bis da übliche Aufbau des Leitungsabschlusses (Leitungsverteiler, Ringübertragergestell, Hauptverteiler) verlassen. Kabelverteiler, Ringübertragergestell und Hauptverteiler wurden in einer Gestellreihe, der KE-Gruppe, vereinigt. Dabei kommen grundsätzlich zwei Arten von Gestellen, das Kabelendgestell (KEG) und der Kabelendverteiler (KE-Verteiler) zur Aufstellung.

Das in den Kabelaufteilungsraum eingeführte Fern- oder Bezirkskabel endet in den Blei-Aufteilungsmuffen mit rechteckiger oder runder Grundform und

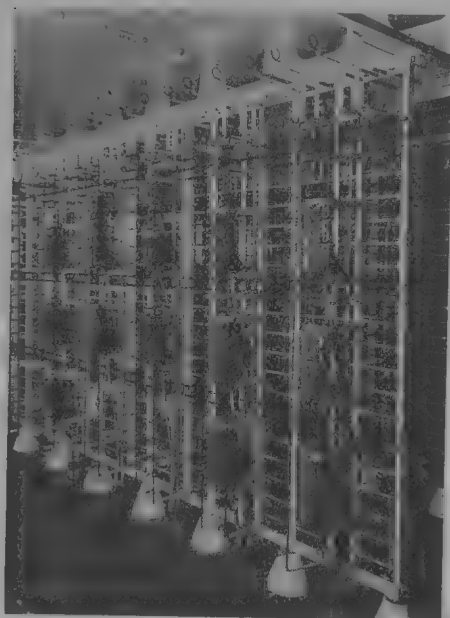


Bild 1. Niederfrequenz-Kabelendgestell 32.

wird dort aufgeteilt. Das **NF-Kabelendgestell 32** in offener Bauweise (Gegensatz: Schrankbauweise) für papierisolierte Aufteilungskabel mit Bleimantel; Fassungsvermögen 60 Doppeladern (DA) bei einer Grundfläche von 650 × 650 mm; isolierte Gestellfüße, Isoliermuffen an den Aufteilungskabeln (Bild 1).

Das **NF-Kabelendgestell 32a** kann nur als Notlösung bezeichnet werden. Für die Übertragerfelder des KEG 32 wurden Schienen vorgebaut, auf die weitere 60 Stamm- und 30 Viererübertrager gesetzt werden konnten; das Fassungsvermögen wurde gegenüber dem KEG 32 auf das Doppelte erhöht.

Von den Aufteilungsmuffen (AtM) führen Aufteilungskabel (Atk), deren Formen von dem Aufbau des Fern- oder Bezirkskabels abhängen, zum Niederfrequenz (NF)-KEG mit Fk-EVs oder zum Trägerfrequenz (TF)-KEG mit den besonderen TFFk-EVs. Das NF-KEG ist erdisoliert aufgestellt. Die geerdeten Bleimäntel der Aufteilungskabel werden, bevor sie die KE-Gestelle erreichen, durch Isoliermuffen unterbrochen. Der Zweck dieser Maßnahme ist, Fremdspannungen, die ggf. auf den Bleimantel induziert werden, vom KEG fernzuhalten und zu verhindern, daß das Bedienungspersonal bei gleichzeitigem Berühren von einer Kabelleitung am Endverschluß und dem KEG eine evtl. auf dem Kabelleiter vorhandene Fremdspannung zur Erde über den Körper ableitet. Die entspulten Viererseile (VS) bestehender Fk oder Bzk oder die unbespult bleibenden VS neuer Bzk für eine trägerfrequente Ausnutzung bis 108 kHz oder in Sonderfällen bis 222 kHz sind in der Regel in TFFk-EVs (hochspannungssicherer Aufbau) abgeschlossen, die in TF-KEG geerdeter Ausführung eingebaut und in der TF-Verstärkerstelle (TF-VrSt) aufgebaut werden. Enthalten die Fern- oder Bezirkskabel keine VS für trägerfrequente Ausnutzung oder war in absehbarer Zeit eine TF-Ausnutzung nicht zu erwarten, so sind die bespulten VS wie unter 1. abgeschlossen. Bleiben in einem neuen Bzk TF-Stern (St)-VS oder Dieselhorst-Martin (DM)-VS unbespult oder werden in bestehenden Fk oder Bzk VS entspult, so können diese VS von der AtM zur TF-VrSt in verschiedener Weise geführt sein, und zwar unterscheidet man 3 Fälle:

a) NF-KEG und TF-VrSt im gleichen Stockwerk und nicht mehr als 30 m voneinander entfernt:

Alle NF- und TF-Doppeladern (DA) des Bzk sind in Fk-EVs am NF-KEG abgeschlossen. Die NF-Leitungen haben Niederfrequenzfernleitungsübertrager (NFlÜ) und die TF-Leitungen Trägerfrequenzfernleitungsübertrager (TFlÜ). Die TF-Grundleitungen sind mit TF-Schaltkabeln zur TF-VrSt weitergeführt. Sämtliche FlÜ für die bespulten und unbespulten VS sind im NF-KEG untergebracht.

b) NF-KEG und TF-VrSt im gleichen Stockwerk und mehr als 30 m voneinander entfernt oder NF-KEG und TF-VrSt in verschiedenen Stockwerken unabhängig von der Entfernung:

Die bespulten DA sind zum Fk-EVs und die unbespulten TF-DA mit eigenen Atk zum TFFk-EVs geführt.

c) Um meßtechnische Schwierigkeiten zu umgehen, sind ggf. die TF-DA auch über den Fk-EVs im NF-KEG geführt und dort schaltbar gemacht. Der Fk-EVs ist dann für die Weiterführung der TF-DA über Atk zum TFFk-EVs mit 2 Lötstutzen und Verzweigerplatten ausgerüstet.

Im Falle b) und c) nimmt das TF-KEG die TFlÜ für die TV-VS auf.

Grundsätzlich sind DM- bzw. St-VS der Bezirkskabel mit DM-verseilten, dagegen TF-St-VS mit TF-St-verseilten Atk weitergeführt. (Über Kabelformen der Atk siehe unter → Aufteilungskabel.)

Die NF-KEG älterer Bauart, KEG 32 und 32a, wurden danach nur noch zur Erweiterung unvollständiger Reihen dieser Gestelle beschafft. Bei neuen Bauvorhaben kamen NF-KEG 52 zur Aufstellung.

In bestehenden VSt mit sehr ungünstigen Raumverhältnissen sind, wenn nur einige DA aus einem Bzk eingeführt und zu NF-KE-Einrichtungen herangeführt wurden, in Ausnahmefällen KE-Rahmen, die sich zur Platzersparnis an der Wand anbringen lassen, verwendet worden.

Die Bauweise 52 brachte die Anpassung an die Verstärkerbauweise 52.

Die NF-KEG können je nach Bauhöhe belegt werden mit 2 × 8 DA oder 2 × 16 DA oder 2 × 30 DA; die TF-KEG 52 können belegt werden mit 2 × 32 DA oder 2 × 48 DA.

An die NF-KEG sind aus den Fern- oder Bezirkskabeln herangeführt:

alle bespulten Leitungen, unbespulte NF-Leitungen, alle Rundfunkleitungen.

Zu 3.: Abschluß von TFFk in TF-KEG mit EVs. TFFk wurden in TF-KEG, die geerdet aufgestellt und mit TFFk-EVs (hochspannungssicherer Abschluß) ausgerüstet sind, abgeschlossen.

Mit der Einführung der Trägerfrequenztechnik sind die erdisolierten KEG aufgegeben worden und neue Trägerfrequenz-Kabelendgestelle (TF-KEG) in Benutzung gekommen. Sie sind grundsätzlich wie die Verstärkergestelle geerdet und mit hochspannungssicheren Trägerfrequenz - Fernkabelendverschlüssen (TF-Fk-EVs) ausgerüstet. Von der erdisolierten Aufstellung der KEG ist man wegen der Enge des Raumes der kleinen (unbemannten) Verstärkerämter abgekommen, weil sich dort oft nicht erreichen läßt, daß das KEG genügend weit von geerdeten Amtsteilen entfernt ist. Der hochspannungssichere Aufbau der TF-Fk-EVs besteht in dem Schutz aller Kabeladern gegen Berührung, womit das Bedienungspersonal gegen den Einfluß von Fremdspannungen auf den Kabelleitern weitgehend geschützt ist.

Infolge der hohen auf den TF-Leitungen zu übertragenden Frequenzen mußten auch entsprechende elektrische Anforderungen an den Kabelendverschluß gestellt werden. Bei dem neuen TF-Fernkabelendverschluß sind die einzelnen Kabeladerpaare gegeneinander abgeschirmt.

Wegen der erforderlichen hohen Isolation besteht die Isolierplatte des Endverschlusses aus Plexiglas. Um besonders bei hochspannungsbeeinflußten Verstärkerfeldern eine möglichst kurze Leitungsführung der beeinflußten Kabeladern zwischen EVs und FlÜ zu erhalten, werden diese unmittelbar auf beiden Seiten des EVs für Stamm- und Phantomleitungen angeordnet. Die Ausnutzung eines Frequenzbereichs bis 252 kHz hat dazu gezwungen, die TFFk ohne Unterbrechung möglichst dicht an die Verstärkereinrichtungen heranzuführen; die TFFk sind deshalb ohne Zwischenschaltung von Aufteilungseinrichtungen unmittelbar zum Verstärkerraum geführt und dort in der üblichen Weise in vergossenen, geschirmten Kabelendverschlüssen abgeschlossen. Dort ist die Trennstelle zur Erfassung der Kabeleigenschaften oder zur Störungseingrenzung. Die Kabelendverschlüsse werden nach Empfangs- und Senderichtung getrennt in einem gemeinsamen Gestell untergebracht, welches gleichzeitig die zur Erfassung der Stämme und Vierer notwendigen Übertrager enthält.

Die Endverschlüsse tragen schräge Bleistutzen zum Einführen der Fernkabel; sie sind bei normaler Montage nach schräg abwärts gerichtet.

Die Trägerfrequenzleitungen werden nach Pegeln getrennt in 4 Strängen eingeführt. Die Leitungen niedrigen Pegels (Empfangsrichtung) verlaufen in der oberen Hälfte des Gestells; die Leitungen hohen Pegels führen auf der Außenseite des Gestells zu den in der unteren Hälfte montierten Stammübertragern. Für die erste TFFk-Strecke mit der TF-Kabelform 17a wurde 1954 zur Aufnahme der Aufteilungsmuffen der Koaxialendverschlüsse, der Fernspeisegeräte und der Armaturen der Druckgasüberwachung der Kabelaufteilungsschrank KAS 5211 entwickelt (Bild 2). Die symmetrischen Verseilelemente werden

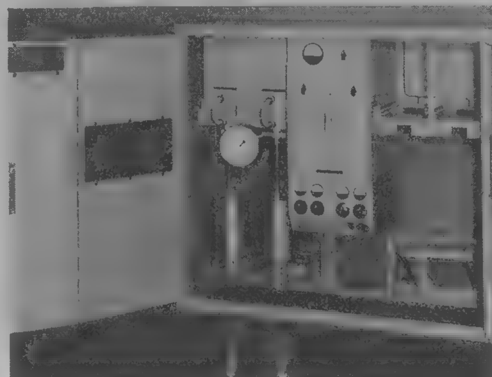


Bild 2. Kabelaufteilungsschrank 5211.

an TF-Kabelendverschlüssen (TF-EVs) alter Art abgeschlossen, die in einem anderen Schrank untergebracht sind. Der Kabelaufteilungsschrank KAS 5212 für fernspeisende TF-Verstärkerstellen ist konstruktiv gleich dem KAS 5211, lediglich der Einschub für Fernspeisetransformatoren entfällt, weil in den fernspeisenden Verstärkerstellen die Fernspeisespannung in einem besonderen Fernspeisegestell (FspG 5211) umgespannt, geregelt und überwacht wird. Später wurden aus Sicherheitsgründen alle Ventile und Meßgeräte für die Druckgasüberwachung aus dem Kabelaufteilungsschrank ausgebaut und in einem Druckgasarmaturenkasten vereinigt.

Der Kabelaufteilungsschrank für fahrbare TF-Verstärkerstellen KAS 52 103 (V 120 + V 960) besteht aus einem 1,5 m Doppelgestell 52, enthält die Fernspeiseweichen und den Fernspeisetransformatoreinschub (Bild 3),



Bild 3. Kabelaufteilungsschrank 52 103.

der KAS 5211 zusätzlich im Anschlußfeld Schalter für die Schaltung des Verstärkerwagens als ein- oder zweiseitig fernspeisende TF-Verstärkerstelle, als von Richtung I oder II ferngespeiste und nach Richtung II oder I weiterspeisende TF-Zwischenverstärkerstelle oder als letztgespeiste TF-Verstärkerstelle.

Zu 4.: Abschluß von NFk, TFFk, TFVk und TFBzk bei Verwendung von KEG ohne EVs.

Das NF-Kabelendgestell 52 wurde als genormtes 2,6 m Gestell mit Schrank, Trennplatte für kunststoffisolierte Aufteilungskabel, Übertragerschienen für je 3 NF-Fernleitungsübertrager (NFlÜ) und Befestigungsschienen für 9 Lötösenstreifen gebaut; Fassungsvermögen bis 64 DA bei einer Grundfläche von 600 × 225 mm, alle Metallteile geerdet, hochspannungsgefährdende Teile berührungssicher abgedeckt (Bild 4).

Das gleiche Gestell gibt es auch als genormtes 1,5 m Gestell ohne Schrank und als genormtes 0,7 m Gestell als Wandschrank mit einem Fassungsvermögen von 16 DA.

Durch Aufnahme von Lötösenstreifen in jedes KEG konnte der vorher erforderliche Kabelendverteiler wegfallen. In den 1,5 oder 2,6 m Gestellen wurde eine Rundfunk (Rf)-Trennschiene angebracht, die es gestattet, ein 6paariges kunststoffisoliertes Aufteilungskabel abzuschließen bzw. mittels Trennstecker zur Rf-Verstärkerstelle durchzuschalten.

Bei den TF-KEG wurde eine Reihe von Gestellen geschaffen, die zweckgebunden waren, dann folgte ein Universalgestell, das nicht nur in verschiedenen Größen nach dem Baukastenprinzip (2,6 m – 1,5 m – 0,7 m Gestell 52), sondern auch in vielen Ausrüstungsstufen geliefert wurde. Die Regel war die Einführung von kunststoffisolierten TF-Aufteilungskabeln von oben durch den Kabelrost. Trennendverschlüsse entfielen und wurden durch einfache Buchsen und → Trennplatten ersetzt. Von den Vorgängern wurden steckbare TF-Fernleitungsübertrager übernommen. Die TF-KEG werden amtsseitig fest verkabelt, sie haben wie andere TF-Gestelle ein → Anschlußfeld im Gestellkopf und brauchen keinen Rangierverteiler im Gestell. Es wurde eine symmetrische Anordnung mit den Trennplatten für die Aufteilungskabel in der Gestellmitte und den Übertragerschienen mit den amtsseitigen Gestellkabeln an den beiden Seiten gewählt (Bild 5).

An die TF-KEG sind aus den Fern- und Bezirkskabeln herangeführt:

alle unbespulten Leitungen für TF-Betrieb (DM- oder StI- oder TF-VS).

Der Kabelaufteilungsschrank, der neben den Aufteilungsmuffen für die TFFk mit Fernspeisung die Fernspeisegeräte und die Koaxial-EVs für das TFFk der Form 17a enthielt, wird im allgemeinen nicht mehr geliefert. Für die Aufnahme der Fernspeisungsgeräte ist ein besonderes Fernspeisegestell entwickelt worden, an dem in der Regel auch die Koaxial-EVs untergebracht sind; für die Aufnahme der



Bild 4. NF-Kabelendgestell 52.

Aufteilungsmuffen dient ein Muffengestell. Die Koaxial-EVs mit angespleißtem Koaxialkabel sind in ihren äußeren Abmessungen gegenüber früher nicht geändert. Lediglich in ihrem inneren Aufbau sind geringe Änderungen mit Rücksicht auf eine vollkommene Dichtigkeit dieser EVs gegen Druckgas

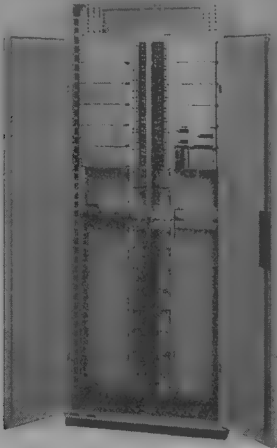


Bild 5. TF-Kabelendgestell 52.

vorgenommen. Die Länge der an die EVs anzuspleißenden Koaxialkabel, die bei den KAS 620 mm betrug, ist bei den einzelnen Bauvorhaben unterschiedlich, weil die Entfernung zwischen den in dem Muffengestell angeordneten Aufteilungsmuffen für das TFFk der Form 17a und den Koaxial-EVs in dem Fernspeisegestell von Fall zu Fall verschieden ist. Bei Unterflur-TFVrStn mit niedriger Bauhöhe (etwa 2,30 m), in die ein TFFk 17a eingeführt ist und die daher ein Fernspeisegestell enthalten, mußte aus Raummangel das Muffengestell zur Aufnahme der Aufteilungsmuffen und des Armaturenkastens fortfallen. In diesem Fall werden die Aufteilunggsmuffen in dem über den Gestellen vorhandenen Kabelrost eingelegt.

Die Einführung des TF-Fernkabels Form 32a gab den Anstoß zur Konstruktion eines vereinigten Muffen- und Koaxialendgestells.

Dieses Muffen- und Koaxialkabelendgestell (KxKEG) ist ein 1,5 m Gestell 52, oben Druckgasüberwachungsfeld (ohne Zeigermanometer), darunter hinter versperrbaren Türen zwei Aufteilungsmuffen, mit jeder Muffe verbunden ein Schaltpult mit den Koaxialendverschlüssen für 8 CCI- und 6 Klein-Koaxialpaare und der Lötleiste für 9 symmetrische Viererseile. An verstellbarer Schiene an der Rückwand des Gestelles können beliebige Aufteilungsmuffen über Konsolen befestigt werden.

Es gibt auch eine Gestellkombination KxKEG/NFKEG; hierzu wird verwendet: das NF-KEG mit 1 m Bauhöhe und 12 Schienenfeldern als Wandschrank oder auf ein KxKEG aufgesetzt, wobei es mit diesem ein 2,6 m hohes kombiniertes Gestell bildet.

Anstelle der Muffen- und Kx-Kabelendgestelle sind neuerdings die Aufteilungsmuffengestelle (AtMg) getreten.

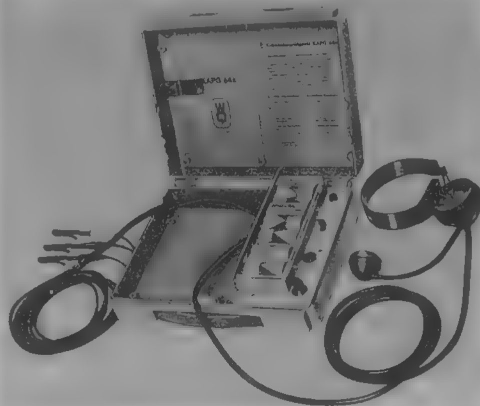
Literatur: Karl Zickbauer, Entwicklungsprobleme bei Kabelendgestellen, Fernmelde-Praxis, Band 37, 1960, Heft 6, 10 und 24; Band 38, 1961, Heft 2. Handbuch über Fernmeldekabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Deutsche Fernkabelgesellschaft mbH., Berlin/Rastatt, 1968.

Knebel

Kabelabschluß- und Aufteilungseinrichtungen dienen in der Vermittlungsstelle (VSt), [Ortsvermittlungsstelle (OVSt), Knotenvermittlungsstelle (KVSt) usw.] oder Verstärkerstelle (VrSt) zum Abschluß der Außenkabel und ihrer Verbindung mit den Aufteilungskabeln; in → Verzweigeeinrichtungen werden die Kabeladern geordnet, so daß man sie schalten und weiterführen kann; in → Überführungsendverschlüssen wird der Übergang vom Kabel zur Freileitung hergestellt.

Kabelabschluß für Ortskabel (Ok). Bei der Einführung von Außenkabeln in eine Vermittlungsstelle (VSt) werden die vielpaarigen von außen kommenden mit Papier oder Kunststoff isolierten Kabel in der Regel in → Aufteilungsmuffen auf mehrere → Aufteilungskabel mit geringerer Aderzahl aufgeteilt, die am Hauptverteiler (Hvt) an Trennleisten abgeschlossen werden.

Kabeladerprüfgerät (unter der Bezeichnung KAPG 64 bei der DBP eingeführt, siehe Bild) dient zum Durchprüfen von Kabeladern, die sowohl unbeschaltet (neue, anzuschaltende Kabellängen oder vom



Kabeladerprüfgerät KAPG 64a.

Amt getrennte Adern) als auch beschaltet (Hauptkabel-, Verzweigungskabel-, Ortsverbindungskabel- oder unbespulte Bezirkskabelleitungen) sein können. Das K. ermöglicht gleichzeitig über einen Sprechkreis und einen in jedem K. angeordneten Transistorhörverstärker eine Sprechverbindung zwischen den beiden Arbeitenden.

Sowohl das Sprechen als auch insbesondere das Prüfen sind bis zu einem Schleifenwiderstand von

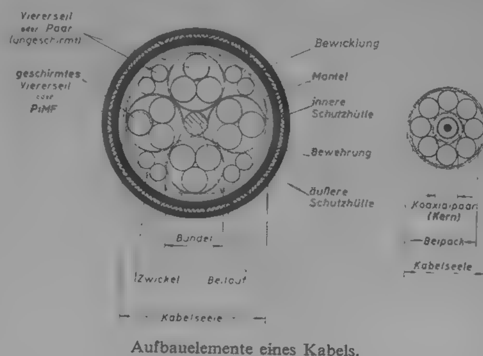
maximal 1000 Ω bei einem Querwiderstand der Amtseinrichtung von minimal 1000 Ω möglich. Dabei ist eine Kapazität von maximal 38 nF/km zwischen den beteiligten Sprech- und zu prüfenden Adern berücksichtigt.

Das K. ist in einen Kunststoffkoffer eingebaut, in dem auch die Prüfschnur und das Sprechzeug untergebracht sind.

Für die Prüfung ist der Einsatz zweier K. erforderlich, wobei durch eine einfache Umschaltung das eine K. wahlweise als Geber, das andere als Empfänger verwendet werden kann.

Kabelarmierungsmaschine → Bewehrung von Fernmeldekabeln.

Kabelaufbauelemente sind Bestandteile, aus denen ein Kabel aufgebaut ist. Hierzu gehören bei Fernmeldekabeln Bauelemente der Leitungskreise (→ Leiter, → Ader, → Paar [Doppelader], → Koaxialpaar, → Paar in Metallfolie [PiMF]), lagenweise (→ Lagenverseilung) oder in Bündeln (→ Bündelverseilung) zur → Kabelseele verseilte (→ Verseilung) Adergruppen. (→ Bewicklung und Innenmantel, → Kabelmantel, → Schutzhüllen, → Bewehrung). Aufbau der → Außenkabel, soweit sie als Orts- und Bezirkskabel betrieben werden, nach Bestimmungen des VDE, insbesondere VDE 0816 und FTZ-Norm »72 TV 1« mit Beiblättern des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ). Für Fernkabel und Verbindungskabel, in denen nieder- oder trägerfrequent zu betreibende symmetrische oder koaxiale Verseilelemente enthalten



Aufbauelemente eines Kabels.

sind, ist eine FTZ-Norm in Arbeit; für Sonderkabel (Luftkabel, Flußkabel, Seekabel, Wattkabel) gelten besondere Bestimmungen des FTZ.

Kabelaufteilungsmuffengestelle. Aufteilungs-Muffengestell (AtMG). Für die sehr raumaufwendigen AtM zum Aufteilen der Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk), Koaxial-Ortskabel (KxOk), Koaxial-Fernkabel (KxFk) und Bezirkskabel (Bzk) werden

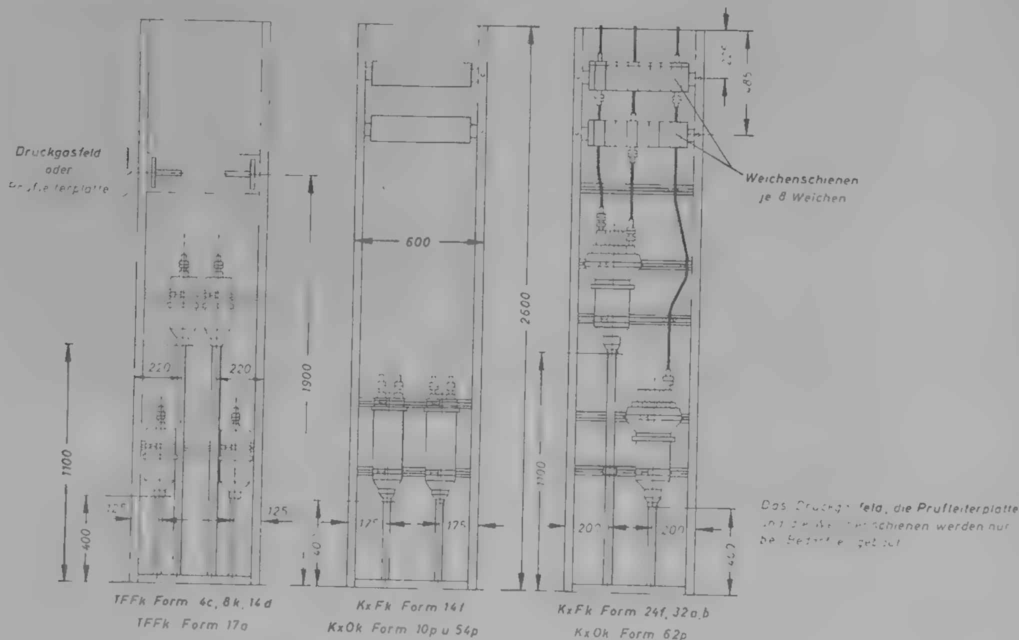
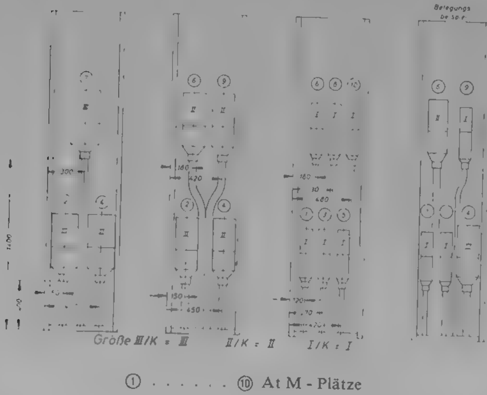


Bild 1. Aufteilungsmuffen-Gestell zur Belegung mit TFFk, KxFk, KxOk.

Aufteilungs-Muffengestelle (AtMG) verwendet. Diese Gestelle haben eine Bauhöhe von 2600 mm, die anderen Abmessungen entsprechen denen des Kabelendgestelles. Das AtMG wird am Aufbauort von der Kabelmontagefirma aufgestellt. Das AtMG wird in zwei Ausführungsformen geliefert: für Abschluß von Kabeln ohne Prüfleiter, für Abschluß von Kabeln mit Prüfleiter und den Einbau von Druckgasfeldern. Die Bilder 1 und 2 zeigen die Anordnung der AtM im AtMG für Bzk und für TF- und KxFk und KxOk.



① . . . . . . ⑩ At M - Plätze

Lfd. Nr.	Belegung des AtMG: Untere Hälfte At M - Plätze					Obere Hälfte At M - Hälfte				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		III		III			III			
2		III		II		II			II	
3		II		III		II			I	
4		II		II		I			II	
5	I		I	III		I			I	
6	I		I	II						
7	I		I		I	I		I		I
8						III				I
9						II				I

Die laufende Nr. 1 bis 6 der unteren Gestellhälfte kann mit laufender Nummer 1 bis 5 der oberen Hälfte wahlweise getauscht werden. Ebenso die laufende Nr. 7 der unteren mit Nr. 7 bis 9 der oberen Gestellhälfte.

Andere Kombinationen sind zu vermeiden.

Bild 2.
Aufteilungsmuffen-Gestell zur Belegung mit Bezirkskabeln.

Bild 3 zeigt die Weiterführung der Koaxialpaare von der AtM zum Verstärker(Vr)-Gestell.

Das Aufteilungsmuffengestell, die Aufteilungsmuffen und Aufteilungskabel, Kx-Abschlüsse auf den Muffen einschließlich Zwischenstecker gehören zur Kabelanlage. Die Kabelendgestelle, Stecker am Kx-Schaltkabel muffenseitig und verstärkerseitig und das Kx-

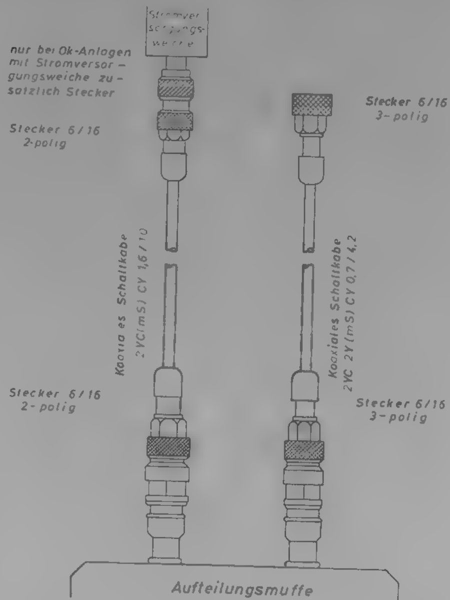


Bild 3. Weiterführung der Koaxialpaare von der AtM zum Vr-Gestell.

Schaltkabel gehören zu den Einrichtungen der Übertragungstechnik. *Knebel*

Kabelaufteilungsschrank (KAS) → Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel.

Kabelbahn → Kabelschiff.

Kabelbaum → Formkabel.

Kabelbeschaltungspläne geben die Belegung der Adern, Vierer, Achter, Koaxialpaare sowie der Trägerfrequenz(TF)-Grundleitungen auf den einzelnen Teilstrecken der Kabel wieder. Sie werden in Buchform geführt. Den Beschaltungsplänen der Niederfrequenzfernkabel (NFFk) und Trägerfrequenzfernkabel (TFFk) wird das entsprechende Kabelübersichtsblatt beigefügt; eine Beilage enthält Erläuterungen. Die dem Kabelübersichtsblatt entsprechenden Angaben für NF- und TF-Bezirks- und Verbindungskabel werden entsprechend der Fernmeldetechnischen Zentralamts(FTZ)-Richtlinie BFb 02 Kz, Rl 1 zusammengestellt. Beschaltungspläne werden angelegt für alle NFFk und TFFk sowie, ggf. in abweichender Form, für NF- und TF-Bezirks- und Verbindungskabel. Beschaltungspläne werden von den Schaltreferaten des FTZ, den Schaltbüros der OPDn und den Fernleitungs-, Verstärker- und Schaltstellen der Fernmeldeämter jeweils für ihren Zuständigkeitsbereich geführt, und zwar nur in dem Umfang, der zum Erfüllen der Aufgaben der einzelnen Dienststellen notwendig ist. Beispiele s. S. 880 u. 881.

Übersichtsblatt für Fernkabel

Fk 264
Münster - Bremen

Münster – Ladbergen (TFOA 31 38, 43…50, P 113, 114) – Ibbenbüren (TFOA 31 38, 43…50, P 113, 114; NFOA 29, 30, 39…42 u. 51, 52; NF OA 29…52 u. P 113, 114 in Richt. Bersenbrück) – Bersenbrück 1 – (TFOA 31 38, 43…50 ohne P 113, 114) – Vechta (TFOA 31 38, 43…50, P 113, 114; NFOA 1 30, 39, 42, 51, 52, PiMf 109…112; NFOA 1…52, PiMf 109…112, P 113, 114) – Bassum – Bremen

	Münster – Ibbenbüren		Ibbenbüren – Bersenbrück	Bersenbrück – Vechta		Vechta – Bassum	Bassum – Bremen
Elektrische Länge [km]	22,8	18,5	40,7 für P · 40,4	25,8	9,7	34,8	35,5 für P · 35,2
	42,5			35,4			
	81,5			70,2			
	186,2						
Dämpfung [N] bei 0,8 (3,0) kHz und Laufzeit t (ohne Verst.) in [ms] für Leitungsarten: 1,4 Tn	1,98 (2,11)			0,86 (0,92)		0,84 (0,90)	0,86 (0,92)
0,9 d	1,50/1,50 t 4,50/3,55			0,61/0,65 t 1,95/1,54		0,64 0,64 t 1,42/1,52	0,66/0,66 t 1,96 1,55
1,4 d	0,35 0,35 t 2,51/1,91		0,37/0,37 t 2,31/1,83	0,33/0,33 t [illegible]/1,59		0,32/0,32 t 1,9 1,5	0,33/0,33 t 2,02 1,60
1,4 U	0,9	0,74	1,63	1,03	0,39	1,39	1,4
1,4 U/d	2,81/2,86 3,02/3,06) t 2,07/1,66			0,39 2,42 0,56 (2,59) t 1,76 1,4			1,22 12[illegible] 1,32 1,33 t 0,9 0,72
Fk Meßpersonal	Münster			Bremen			

Vierdrahtbeschaltung: Spiegelbildlich
Die Ader mit der niedrigen Nummer wird von Bremen nach Münster betrieben

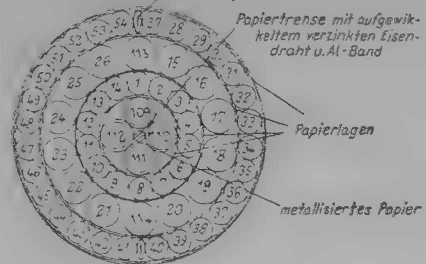
Lage	Zu einem Vierdrahtsprechweg sind zusammenzuschalten
II	St 1/27 St 4/28 St 14/18 V 2/14 V 7/9
IV	St 53/107 St 54/108 St 80/82 V 27/54 … V 40/41

Zweidrahtfähig sind:
V S 27, 54 V S 26/53 … V S 40/41

14 DM unbesp. TF
Mittlere Meßwerte

	α	Z
0,8 kHz:	33	336
12 " :	85	140
60 " :	165	132
108 " :	224	129
120 " :	235	129

Meß-VS: 1/8, 26(13), 54/27
Trenn-VS: 1/8
Zähl-VS: 1, 27, 54
≡ P: 109, 113



Form 114 a

Lage	Anzahl der Aderpaare	Anzahl der Viererseile	Zählweise der Stämme	Zählweise der Vierer	Leiter ⌀ [mm]	Bespulung: Spulen-Induktivität [mH]	Spulenabstand [km]	Bespulungsart	Dämpfung bei 0,8 kHz (3,0 kHz) α [mN/km]	Grenzfrequenz f_0 [Hz]	Wellenwiderstand $\|Z\|$ [Ω]	Laufzeit bei 0,8 kHz t [ms/100 km]	Verseilung
1	2		3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	4		109…112		1,4	12 (Tn)	1,7	d	243 (25,9)	11000	490		PiMF
II		14	1…28	1…14	0,9	140/56	1,7	d	185/18,4	3500/4400	1560/800	5,52/4,36	DM
III		1	29…30	15	1,4	140/56	1,7	d	9,2/9,2	3420/4260	1540/770	5,63/4,50	DM
		4	31…38	16…19	1,4	U			Abschn. Münster - Ibbenbüren Bersenbrück - Vechta				DM
		2	39…42	20…21	1,4	140/56	1,7	d	9,2/9,2	3420/4260	1540/770	5,68/4,50	DM
		4	43…50	22…25	1,4	U			Abschn. Münster - Ibbenbüren Bersenbrück - Vechta				DM
		1	51…52	25	1,4	140/56	1,7	d	9,2/9,3	3420/4260	1540/770	5,68/4,50	DM
	2		113…114		1,4	U			Abschn. Münster - Bremen				P
IV		28	53…108	27…64	0,9	30/12	1,7	d	345 (37,1)/350 (37,5)	7500/9300	780/395	2,54/2,04	DM

Übersichtsblatt für Fernkabel

TFFk 320
Stuttgart-Donaueschingen

Donaueschingen 1 – Donauesch. 2 – Talheim 1 – Deißlingen 1 – Rottweil – Epfendorf 1 – Rosenfeld – Haigerloch 2 – Haigerloch 1 – Rottenburg 2 – Rottenburg 1 – Tübingen 2 – Waldenbuch 1 – Waldenbuch – Stuttgart 2 – Stuttgart 1

<table>
<tr><td colspan="3">Elektrische Länge [km]</td><td>9.3</td><td>9.5</td><td>8,7</td><td>8.4</td><td rowspan="2">84</td><td>9.2</td><td>9.5</td><td>9.2</td><td>9.3</td><td>8.9</td><td>8.8</td><td>9.1</td><td>6.2</td><td>10.6</td><td>8,7</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2">18,8</td><td colspan="2">17,1</td><td colspan="2">18,7</td><td colspan="2">18,5</td><td colspan="2">17,6</td><td colspan="2">15,2</td><td colspan="2" rowspan="2">19,4</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="4">35,8</td><td colspan="5">45,6</td><td colspan="4">32,8</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="15">133,6</td></tr>
<tr><td colspan="3">Dämpfung</td><td colspan="15"></td></tr>
<tr><td rowspan="3" colspan="2">Koax 2,6/9,5</td><td>bei 0,308 MHz</td><td>1,41</td><td>1,44</td><td>1,32</td><td>1,28</td><td>1,27</td><td>1,40</td><td>1,44</td><td>1,40</td><td>1,41</td><td>1,35</td><td>1,33</td><td>1,38</td><td>0,93</td><td>1,62</td><td>1,33</td></tr>
<tr><td>" 4,092 "</td><td>4,92</td><td>5,03</td><td>4,59</td><td>4,46</td><td>4,43</td><td>4,87</td><td>5,05</td><td>4,89</td><td>4,93</td><td>4,69</td><td>4,64</td><td>4,82</td><td>3,26</td><td>5,64</td><td>4,64</td></tr>
<tr><td>" 6,2 "</td><td>6,29</td><td>6,43</td><td>5,87</td><td>5,69</td><td>5,66</td><td>6,23</td><td>6,44</td><td>6,25</td><td>6,29</td><td>6,00</td><td>5,93</td><td>6,14</td><td>4,17</td><td>7,22</td><td>5,92</td></tr>
<tr><td rowspan="9">1,3 U</td><td rowspan="5">Stämme</td><td>bei 12 kHz</td><td colspan="2">1,22</td><td colspan="2">1,11</td><td>0,54</td><td colspan="2">1,22</td><td colspan="2">1,20</td><td colspan="2">1,14</td><td colspan="2">0,89</td><td colspan="2">1,26</td></tr>
<tr><td>" 60 "</td><td colspan="2">2,10</td><td colspan="2">1,91</td><td>0,94</td><td colspan="2">2,09</td><td colspan="2">2,07</td><td colspan="2">1,97</td><td colspan="2">1,70</td><td colspan="2">2,17</td></tr>
<tr><td>252 "</td><td colspan="2">4,18</td><td colspan="2">3,81</td><td>1,86</td><td colspan="2">4,17</td><td colspan="2">4,13</td><td colspan="2">3,93</td><td colspan="2">3,39</td><td colspan="2">4,32</td></tr>
<tr><td>" 312 "</td><td colspan="2">4,65</td><td colspan="2">4,23</td><td>2,07</td><td colspan="2">4,64</td><td colspan="2">4,59</td><td colspan="2">4,37</td><td colspan="2">3,77</td><td colspan="2">4,81</td></tr>
<tr><td>" 552 "</td><td colspan="2">6,09</td><td colspan="2">5,54</td><td>2,71</td><td colspan="2">6,07</td><td colspan="2">6,02</td><td colspan="2">5,72</td><td colspan="2">4,94</td><td colspan="2">6,29</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Vierer</td><td>bei 0,8 kHz</td><td colspan="4">1,40</td><td colspan="5">1,78</td><td colspan="4">1,28</td><td colspan="2">0,75</td></tr>
<tr><td>" 3,0 "</td><td colspan="4">2,33</td><td colspan="5">2,96</td><td colspan="4">2,13</td><td colspan="2">1,26</td></tr>
<tr><td>" 10,0 "</td><td colspan="4">3,01</td><td colspan="5">3,83</td><td colspan="4">2,76</td><td colspan="2">1,63</td></tr>
<tr><td>" 150 "</td><td colspan="4">3,40</td><td colspan="5">4,06</td><td colspan="4">2,92</td><td colspan="2">[illegible]</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fk-Meßbezirk</td><td colspan="15"></td></tr>
</table>

Vierdrahtbeschaltung:
Nach Kabeln getrennt.

TFFk 320/1 wird von Stuttgart nach Donaueschingen betrieben und TFFk 310/2 von Donaueschingen nach Stuttgart.

Beschaltung der Vierer.
V 1...5 Ton
V 6 Ton bezw. Zdr-Dienstltg. (je nach Übertragungsrichtung)
V 7 Fernüberwachung (Überwachungs-ltg; Melde-(Impuls)-ltg.)
V 8 Vdr.-Meßdienstltg. - Meß-VS -

Koaxial-Breitbandleitung
ge + rt Prüfadern
1 Lage Styroflexband
1 Lage Polyäthylenband
1 Lage Papierband
2 oder 3 Lagen saugfähiges Papierband
gr + bl Prüfadern mit Tiefgenschutz
gr, ge, rt, bl, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Form 17a
(druckgasüberwacht)

Meß-VS: 8
Zähl-VS: 1
Richt.-VS 2

<table>
<tr><td rowspan="2">Lage</td><td colspan="2">Zahl der</td><td colspan="2">Zählweise der</td><td rowspan="2">Leiter ⌀ [mm]</td><td rowspan="2">Bespulung [mH]</td><td colspan="2">Dämpfung bei ..... kHz bzw MHz α</td><td colspan="2">Wellenwiderstand bei .... kHz bezw. MHz |Z|</td><td rowspan="2">Laufzeit t [ms/100 km]</td><td rowspan="2">Verseilung</td></tr>
<tr><td>Aderpaare</td><td>Viererseile</td><td>Stämme</td><td>Vierer</td><td>Stamm [mN/km]</td><td>Vierer [mN/km]</td><td>Stamm [Ω]</td><td>Vierer [Ω]</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td>4</td><td>5</td><td colspan="2">6</td><td colspan="2">7</td><td>8</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Kern</td><td>1</td><td></td><td>17</td><td>–</td><td>2,6
9,5</td><td rowspan="2">U</td><td>0,308 MHz : 152
4,092 " : 531
62 " : 678</td><td>–</td><td>76
75
74,5</td><td>–</td><td>–</td><td>Kx</td></tr>
<tr><td>I</td><td></td><td>8</td><td>1...16</td><td>1...8</td><td>1,3</td><td>12 kHz : 65
60 " : 112
108 " : 145
156 " : 175
204 " : 200
252 " : 223
312 " : 248
360 " : 265
408 " : 280
456 " : 295
504 " : 310
552 " : 325</td><td>0,8 kHz : 39
3 " : 65
5 " : 74
10 " : 84
12 " : 86
15 " : 89</td><td>212
198
195
193
192
191
191
191
191
190
190
190</td><td>220
120
99
82
80
79</td><td>Für V 60 Endst. 0,75 ms

Für DA einschl. LVr 0,43 ms</td><td>St</td></tr>
</table>

Kabel/Boden-Potential → Potential, elektrochemisches.

Kabelbuch → Kabelpfandgesetz.

Kabeleinziehen in Kabelkanäle → Kabelverlegung unter 3.

Kabelendverteiler. Bei größeren Gruppen von Niederfrequenz-Kabelendgestellen (NF-KEG) war ein Kabelendverteiler erforderlich, an den die amtsseitigen Übertrageranschlüsse mit Schaltdrähten geführt wurden. Später wurden der Kabelendverteiler durch die Aufnahme von Lötösenstreifen in jedes Kabelendgestell dezentralisiert und die Gestelltypen Kabelendverteiler konnte wegfallen.

Kabelform. K. ist das abgemantelte und für den Anschluß an Verteilern, elektrischen Bauteilen usw. vorbereitete Ende eines Kabels. → Formkabel, → Fernsprechkabel.

Literatur: FTZ-Norm 711 TV 3, Mai 1967 und 711 TV 4, Mai 1967.

Kabelführungskanal (KFK). Als Aufteilungsortskabel (AtOk) von der → Aufteilungsmuffe (AtM) bis zur → Trennleiste (Trle) wurden früher papierisolierte, bleiummantelte Kabel (LPMh) benutzt. Dabei mußten die Kabeladern zur Anschaltung an die Sicherungsleiste 33 bzw. später an die Trle 55 ausgeformt, abgebunden und mit Wachs abgebrüht werden. Jetzt werden Polyvinylchlorid(PVC)-aderisolierte Aufteilungskabel mit PVC-Mänteln eingebaut (AtOk). Zur einfachen, sauberen und geschützten Ausfächerung an der Trle 55a werden sie an der linken Seite der Trle in besonderen Kabelführungskanälen aus PVC (Querschnitt 5,5 × 3 cm) am Hauptverteiler hochgeführt. Durch seitliche Schlitze im Abstand von 1,2 cm wird jedesmal ein Viererseil an die Lötstifte der Trle herangeführt. In dem KFK braucht das Adernpaket des abgemantelten AtOk nicht besonders abgebunden zu werden. Nach der Montage wird der KFK mit einem Deckel aus PVC, der über die Wülste an den beiden vorderen Kanten der Seitenteile schnappt, verschlossen.

Die KFK werden an den Quereisen des Hauptverteilers mit Bindegarn durch einige in ihre Rückwände gebohrte Löcher angebunden.

Literatur: Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost (FBO) Teil 12, Spleiß-, Muffen- und Anschlußtechnik für Kabel (in Vorbereitung) — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Verlag Schiele und Schön, Berlin. *Stegmann*

Kabelgleitfett, säure- und alkalifreies Mineralfett mit einem Tropfpunkt von über 60° C. Beim Einziehen des Kabels vor allem in Beton-Kabelkanal-Formsteine muß das Kabel — um die im Kanalzug auftretende Reibung zu verringern — besonders an der Unterseite vor dem Einlauf in den Rohrzug und beim Durchgang durch Zwischenschächte reichlich mit Kabelgleitfett bestrichen werden.

Es kann auch ein trichterförmiger »Kabelgleitfettbeutel« — mit zwei Ketten im Schacht aufgehängt — um das einlaufende Kabel geschnürt werden, so daß beim Auslauf des Kabels aus der Beutelspitze dieses allseitig eingefettet ist (Bild 1).



Bild 1.
Kabelgleitfett-Beutel mit zwei Ketten zum Aufhängen.

Um einen gleichmäßigen dünnen Fettfilm in Kunststoffrohren (z. B. Dückerrohren bei Flußkreuzungen) auf der gesamten Innenwand zu erhalten, wird ein Rohrfetter (Bild 2) benutzt. Die Druckmanschette

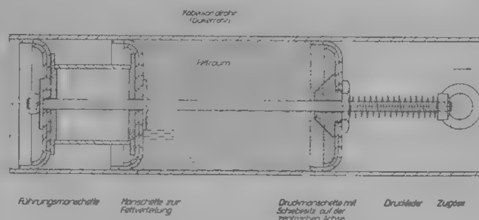


Bild 2. Rohrfetter (System Lancier).

schiebt das Fett gegen die Verteilermanschette, die so eingestellt ist, daß nur ein dünner Fettfilm auf die Rohrwand gebracht wird. Die Führungsmanschette am Ende stabilisiert den Rohrfetter, wenn die Druckmanschette bis dicht vor die Verteilermanschette geschoben ist, also der Fettraum nahezu entleert ist. Außerdem übernimmt die Führungsmanschette auch noch eine zusätzliche Glättung des von der Verteilermanschette aufgetragenen Fettfilmes.

Damit der Rohrfetter sich den Bögen in Kunststoffrohrkanälen besser anpaßt, wurde die starre Achse weggelassen und das Zugseil an der Verteilermanschette angebracht. Die Druckmanschette, die auf dem Zugseil aufgefädelt ist, drückt durch die Reibung an der Rohrinnenwandung den Fettraum beim Hindurchziehen des Rohrfetters durch das Rohr

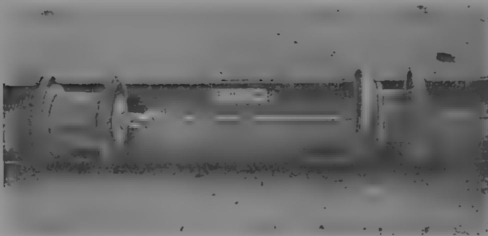


Bild 3.
Rohrfetter für Kunststoffrohre (verbesserte Ausführung).

zusammen. Zur besseren Führung ist die Druckmanschette mit einer vorderen Führungsmanschette starr verbunden (Bild 3). *Stegmann*

Kabelgraben → Kabelverlegung unter 2.

Kabelhalter → Kabelkanal unter 9.

Kabelhartblei. Pb mit härtendem Zusatz von 0,5 bis 0,6 % Sb. → Kabel.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kabelkanal. 1. Allgemeines. K. ist dann einzubauen, wenn mehrere Kabel (z. B. Fern-, Bezirks-, Ortsverbindungs- oder Hauptkabel) auf dem gleichen Weg geführt werden, so vor allem in der Nähe der Vermittlungsstellen (VSt). In Straßen mit starkem Verkehr bzw. mit hochwertiger Oberfläche wird ein K. vorzusehen sein, um bei einer notwendigen Vermehrung der Aderzahl oder beim Beseitigen von Störungen bequemer, günstiger und wirtschaftlicher an die Kabel heranzukommen.

Bei Hauptkabeln ist durch die Konzentration geschalteter Teilnehmerleitungen und durch den großen jährlichen Zuwachs an Neuanschlüssen ein kürzerer Ausbauplanungszeitraum (ungefähr 10 Jahre) als bei Verzweigungskabeln (30 Jahre) vorgesehen und damit öfter eine Erweiterung nötig. Hierbei ist dann der rechtzeitige Bau eines genügend großen K. zweckmäßig und wirtschaftlich. In den K. liegen die Kabel geschützt. Ihr Mantelaufbau braucht deshalb nicht so widerstandsfähig zu sein wie der der Erdkabel, die dadurch kostspieliger sind.

Im Verzweigungskabelnetz sind meist Erdkabel wirtschaftlicher; es brauchen in sehr großen Zeitabständen nur einzelne kleinere Kabel, die dabei noch genügend Vorrat haben, verlegt zu werden. Nur da, wo ein Kabelkanal bereits vorhanden ist oder erstellt werden muß, ist ein Verzweigungskabelkanal mit Abzweigkästen und Hauseinführungen zweckmäßig.

Aus wirtschaftlichen Gründen können auch Rohre an Brücken und in Straßen, deren Oberfläche nach Fertigstellung nicht mehr aufgebrochen werden darf, während der Bauarbeiten vorsorglich für eine spätere Kabelverlegung vorgesehen werden. Auch bei Unterkreuzungen von Bahnen, Hauptverkehrswegen, Flüssen, Kanälen usw. sind Rohre zum Einziehen der Kabel vorzusehen.

Die Entscheidung, ob Kabelkanäle gebaut werden, ist von sachlichen Voraussetzungen, von wirtschaftlichen Gesichtspunkten und von der Örtlichkeit des Einbaues abhängig. K. werden entweder aus Kabelkanalformsteinen aus Beton oder aus Stahl-, Eternit- und in zunehmendem Maße aus Kunststoffrohren gebaut.

In die K. werden Kabelschächte, Kabelkleinschächte oder auch Abzweigkästen eingebaut, die der Aufnahme von Lötstellen oder von evtl. erforderlichen Spulenkästen, Kondensatormuffen usw. dienen, andererseits aber auch Richtungsänderungen gestatten. Auch Abweichungen in der Höhen- und Seitenlage, die meist durch vorhandene Fremdanlagen hervorgerufen werden, erfordern den Einbau von Schächten, sofern die Kanäle nicht aus Kunststoffrohren aufgebaut sind.

2. Kabelkanalformsteine (KKF) nach DIN 457 haben 1 bis 4 Öffnungen (genannt Züge) mit einer lichten Weite von je 100 mm. Ihre Länge beträgt 1 m. Für Hauseinführungen genügt ein kleines KKF für Hauseinführungen mit einem lichten Durchmesser von 40 mm und 75 cm Länge, da durch diese KKF nur ein Kabel mit geringer Aderzahl geführt zu werden braucht. Die Züge der KKF sind innen zum Schutz der Kabel mit einem Deckmittel aus Steinkohlenteerpech nach FTZ-Norm 558 TV 1 (Norm des Fernmeldetechnischen Zentralamtes) gestrichen.

KKF werden im Mauerverband zu dem erforderlichen Kanalprofil zusammengebaut. Die Kabelkanalgräben sind im Normalfall so tief herzustellen, daß für den Kabelkanal in der Fahrbahn eine Deckung von 60 cm und im Gehweg von 50 cm eingehalten wird. Für Sonderfälle gibt es nach DIN 427 KKF mit verstärkter gewölbter Decke. Für die Breite des Kabelkanals ist neben der Breite des Einbaukörpers folgender Arbeitsraum vorzusehen: Bei Kanalverbänden bis zu 2 Zügen nebeneinander und bis zu 3 Zügen übereinander 30 cm, in anderen Fällen 40 cm.

Die Grabensohle muß eben und tragfähig sein, sonst ist eine Unterlage aus Beton oder eine andere Befestigung vorzusehen. KKF sind stets in gerader Richtung zwischen zwei Kabelschächten zu verlegen. Zum Sichern des Verbandes werden je Formstück zwei in Zementmilch getauchte Stahldorne (8 mm Durchmesser, 90 mm Länge) in die dafür vorgesehenen Öffnungen eingefügt.

Die KKF müssen genau ausgerichtet und mit Nut und Feder aneinanderpassend ausgelegt werden. Die Stöße sind mit einem Mantel aus Zementmörtel zu umgeben, bei mehreren Lagen ist jeweils eine 1 cm dicke Zwischenschicht aus Zementmörtel vorzusehen. Da die Züge gradlinig verlaufen und sauber bleiben müssen, sind beim Auslegen Richtdorne aus Holz oder Metall in die Öffnungen einzuschieben, deren Durchmesser höchstens 5 mm kleiner als der Zugdurchmesser sein darf. Die Länge soll 120 bis 150 cm betragen. An einem Ende ist ein Haken angebracht, um den Richtdorn mit fortschreitender Arbeit jeweils um eine Formsteinlänge weiterzuziehen. Am anderen Ende des Richtdornes sind zur Reinigung des Zuges

von etwa hineingefallenen Mörtelteilchen eine im Durchmesser etwas größere Ledermanschette und dahinter eine walzenförmige Bürste befestigt. An der Einmündung in die Schächte bzw. in die Abzweigkästen sind die Züge so abzuputzen, daß keine scharfen Ecken und Kanten stehenbleiben. Der Instandsetzung beschädigter und mit Kabeln belegter KKF oder bei Kanalumbau bzw. -erweiterungen, wenn die mit Kabeln belegten KKF zerschlagen werden müssen, dienen in Ober- und Unterteil geteilte oder teilbare KKF.

3. Nahtlose Kabelschutzrohre aus Gußstahl schützen Kabel an den Stellen, an denen die KKF den mechanischen Anforderungen nicht genügen, z. B. in Bergsenkungsgebieten oder in Straßen, wo — durch Fremdanlagen bedingt — nicht genügend Deckung vorhanden ist. Zum Übergang von den und auf die KKF werden vereinzelt Übergangsformstücke aus Beton verwendet, sofern nicht ein Schacht wegen notwendiger Profil-, Höhen- oder Richtungsänderung benötigt wird.

Eternitrohre werden hauptsächlich in Brücken verwendet. Sie können auch zum Schutz gegen Wärmewirkung und gegen Korrosion bei aggressivem Boden oder aus Gründen der Isolation eingebaut werden.

4. In zunehmendem Maße werden Rohre aus Hart-Polyvinylchlorid (-PVC) nach FTZ-Norm 736531TV1 mit 110 mm Außendurchmesser und 3,2 cm Wandstärke und Rohre von 50 mm × 1,8 mm zur Herstellung von Kanälen benutzt. Die dickwandigen Rohre von 110 mm × 5,3 mm, die früher weitgehend eingebaut wurden, verwendet man jetzt nur noch in Ausnahmefällen, wenn eine besondere mechanische Festigkeit gefordert werden muß. Die Wandstärke von 3,2 mm genügt in dem Normalfall, wenn eine Mindestüberdeckung von 50 cm im Gehweg und 80 cm in der Fahrbahn eingehalten werden kann. Bei geringerer Überdeckung sind die PVC-Rohre durch Beton mit eingelegten Bewehrungsmatten zu schützen. Die Rohre mit 50 mm Außendurchmesser sind zur Aufnahme von Verzweigungskabeln bestimmt.

Die Rohre sind innen glatt, dadurch ist der Reibungsfaktor beim Einziehen der Kabel geringer als bei KKF (→ Kabelverlegung).

Hart-PVC-Rohre werden in Längen von 1, 6 oder 12 m beschafft. In der Regel werden die Rohre mit Klebemuffen verbunden, die entweder bereits im Werk einseitig an die Rohre angeformt oder auf sie aufgeklebt worden sind. Einzelmuffen verbinden Reststücke, die an der Baustelle nach dem Abschneiden von Paßlängen anfallen.

Zum Kleben dient sog. spaltenfüllender Klebstoff auf der Basis Tetrahydrofuran. Die Rohre müssen vorher mit Methylenchlorid gereinigt werden. Außerdem werden Steckmuffen mit Dichtringen aus Synthese-Kautschuk zur Verbindung von Hart-PVC-Rohren verwendet. Es gibt angeformte Steckmuffen und Doppelsteckmuffen.

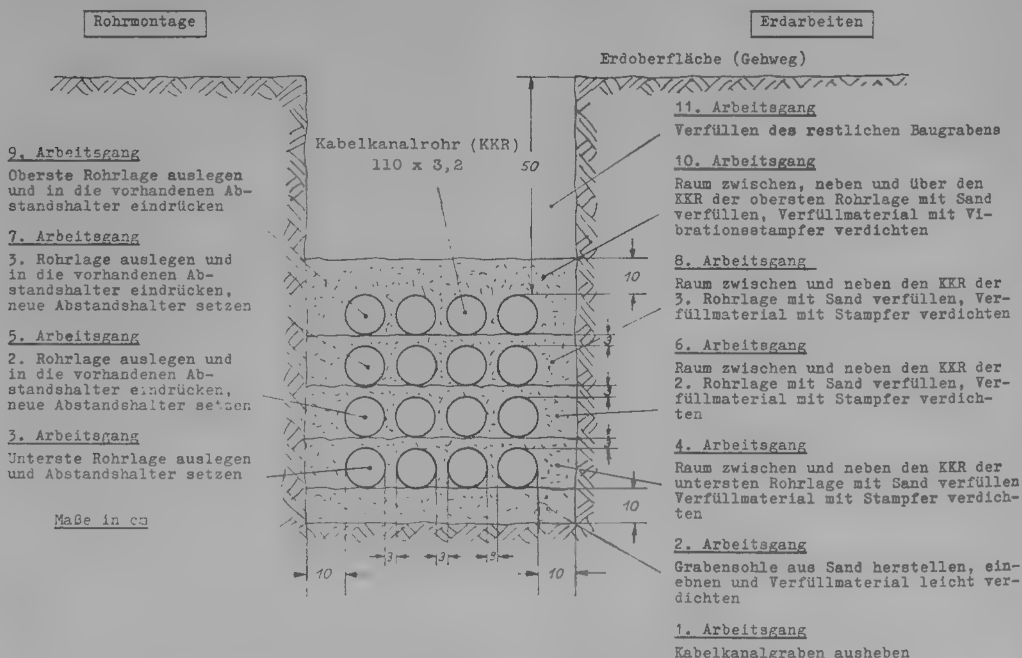


Bild 1. Herstellen eines Kabelkanals aus Hart-PVC-Rohren (Beispiel).

Die Rohrpakete werden gemäß Skizze (Bild 1) eingebaut. Als Füllmaterial im Rohrbereich sind nur Sande mit Körnungen bis maximal 7 mm zu verwenden.

In Sonderfällen kann der Sand durch trockene Mischung mit Zement im Verhältnis 1:20 durch die natürliche Bodenfeuchtigkeit verfestigt werden. Abstandshalter aus Hart-PVC für 2 × 2 Stück, 2 × 3 Stück oder 2 × 4 Stück Rohre mit 100 mm Außendurchmesser bündeln in 1,5 m Abstand in verschiedenen Kombinationen jede Rohrpaketform und halten die Rohre in ihrer gegenseitigen Lage fest (Bild 2). Für die Verzweigungsrohre mit 50 mm Außendurchmesser sind Abstandshalter mit Öffnungen für 2 Rohre mit 111 mm und 3 Rohre mit 50 mm Außendurchmesser bestimmt.

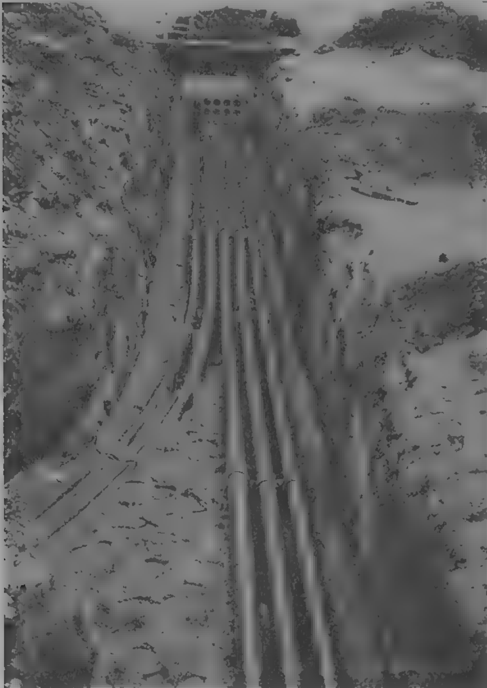


Bild 2. Aufbau von Kabelkanälen aus Hart-PVC-Rohren mit Abstandshalter.

Kabelkanäle aus Hart-PVC-Rohr brauchen nicht geradlinig verlegt zu werden. Bei Hindernissen ist ein Ausweichen meistens ohne Schwierigkeiten möglich. Eine Aufteilung in verschiedene Richtungen ist bei Beachtung einiger Grundregeln für die Anordnung durchzuführen.

Hart-PVC-Rohre von 110 × 3,2 mm lassen sich ohne größere Schwierigkeiten und ohne Wärmebehandlung bis zu Krümmungsradien von 5 m biegen (Bild 2). Die so entstehende ovale Form der Rohre bleibt dabei in den zulässigen Grenzen, der kleinste Innendurchmesser bleibt über 98 mm. Für stärkere Krümmungen stehen werkseitig vorgeformte Rohrbögen zur Verfügung. Die Rohre von 50 mm × 1,8 mm werden bis zu 1 m Krümmungsradius eingesetzt. Der Innendurchmesser der fertig verlegten Rohre kann mit dem → Kalibriergerät an jeder Stelle nachgemessen werden.

Man kann längere Strecken als bei Kabelkanalformsteinen ohne einen Schacht bauen. Die Ersparnis im Bodenaushub beim Herstellen des Kanalgrabens, an Kosten für Schächte, für die Hindernisverlegung und für die Kabelmontage (weniger Schächte und dadurch weniger Lötstellen) machen den Bau von K. aus Hart-PVC-Rohren wirtschaftlich, obwohl die Materialkosten für diese Rohre über denen der gleichen Länge KKF aus Beton liegen.

Die Länge des Rohrzuges ist in der Hauptsache nicht mehr von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Die größte Länge zwischen zwei Schächten wird begrenzt durch Länge, Gewicht und Festigkeit des stärksten darin einziehbaren Kabels. Es muß längen- und gewichtsmäßig auf einer Trommel auf den überall verwendeten Einachs-Kabeltransportanhängern untergebracht werden können. Beim Einziehen darf die maximal für dieses Kabel zulässige Zugkraft nicht überschritten werden.

Parallel zu den ersten Versuchen mit erdverlegten Hart-PVC-Rohren, die zu den obigem Verlegeverfahren geführt haben, wurden dünnwandige Rohre einzeln oder in Bündeln mit Beton umhüllt. Dadurch ließen sich die Materialkosten für die Rohre ganz erheblich herabsetzen. Besonders in Frankreich wurde dieser Weg beschritten. Unter den deutschen Verhältnissen bringt dieses Verfahren mehr Nachteile als Vorteile, so daß außer einigen Versuchsbauvorhaben keine weiteren mehr durchgeführt werden.

Kunststoffrohre werden in Schächte oder andere Bauten mit einer Spezialmuffe eingeführt. Diese Kabelkanalrohr(KKR)-Muffe aus Hart-PVC für Wanddurchführungen« kann wahlweise als Steckmuffe oder als Klebemuffe verwendet werden. Bei Verwendung als Steckmuffe dient ein Dichtungsring aus Synthese-Kautschuk, der durch Sickenringe aus Hart-PVC auswechselbar, aber unverlierbar in der Muffe gehalten wird, zur Gas- und Wasserabdichtung.

Diese Muffen werden zum

a) wasserhaltenden Anschluß der Kunststoffrohre an Wände ohne Dichtungsklebung werkseitig wasserdicht in Stahlbetondielen und -steine oder baustellenseitig in Ortsbeton,

b) druckwasserhaltenden Anschluß der Kunststoffrohre an Wände mit Dichtungsklebungen werkseitig druckwasserdicht in Stahlbeton bzw. Kunstharzbetonplatten

eingebracht. Näheres siehe FTZ-Normen 736 239 TV 1—3.

An dem für die innere Wandseite bestimmten Ende ist das Muffenende aufgebördelt, damit das eingezogene Kabel nicht auf einer scharfen Kante am Rohrzugende aufliegt.

5. Rohre einspülen. Bei Kreuzungen von Flüssen, Kanälen und anderen größeren Gewässern müssen die Rohre in genügender Tiefe unter der Sohle verlegt werden. Das Einspülverfahren nach Alnwick-Harmstorf hat sich dafür bewährt.

6. Um bei Kreuzungen von Dämmen, Straßen, Bahnlinien u. ä. mit Rohren für Kabelkanäle die Oberfläche nicht aufzuschlitzen und störend in den Verkehr, den Betrieb und die Sicherheit dieser Anlagen einzugreifen, ist das hydraulische Horizontal-Preßbohrgerät (auch Stoßbohrgerät genannt) entwickelt worden.

Von einem der beiden Arbeitsschächte, zwischen denen die Anlage durch das Rohr unterkreuzt werden soll, wird mit einem hydraulischen Motorpumpenaggregat ein zusammenschraubbares Stahlgestänge schrittweise zum anderen Schacht durchgedrückt. Beim Zurückziehen des Gestänges wird von dem zweiten Schacht aus das Bohrloch mit dem anstelle des Preßkopfes am Gestängeanfang aufgeschraubten Aufweitekopf aufgeweitet und das Rohr zum späteren Einziehen von Kabeln nachgezogen (Bild 3).

7. Ein Abzweigkasten ist seiner geringen Größe (65 × 40 cm lichte Weite) wegen nur in Kabelkanälen mit 1 oder 2 Zügen zweckmäßig. Ein mehrzügiger Kanal kann aber auch obenauf einen ein- oder zweizügigen Kabelformstein erhalten; nur dessen Kanalzüge münden dann in den Abzweigkasten. Von den Abzweigkästen gehen durch Hauseinführungsformstücke die einzelnen Verzweigungskabel zu den im Keller befindlichen Endverzweigern.

Je nach der Erdüberdeckung werden Zwischenrahmen mit 7,5 oder 15 cm Höhe benötigt, damit die obere Fläche des Deckelrahmens mit der Wegeoberfläche übereinstimmt.

Die Kabel und ihre Lötstellen werden in Abzweigkästen durch Kabeltragebänder, die an einbetonierten Tragestiften eingehängt werden, gehalten.

Abzweigkästen werden nur für die → Verkehrslast von 800 kp/m² und für die Brückenklasse 12 geliefert und sollen daher nur in Gehwege eingebaut werden.

Die auf Erddruck beanspruchten Teile der Abzweigkästen sind stets nach Brückenklasse 60 bemessen.

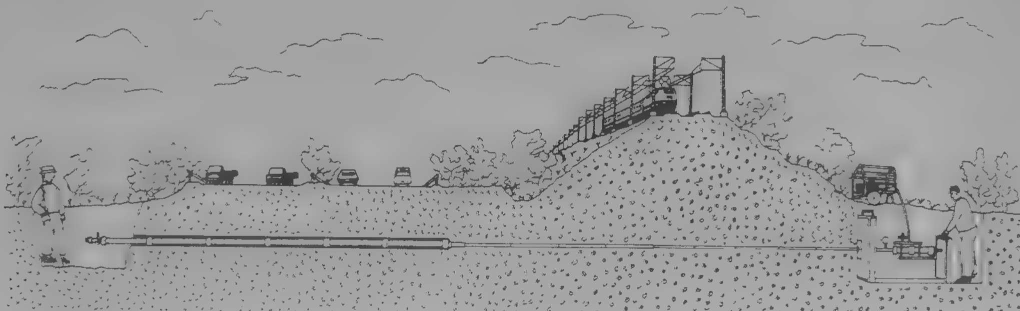


Bild 3.
Hydraulisches Horizontal-Preßbohrgerät beim Durchpressen von Rohren unter Straßen und Dämmen ohne Behinderung des Verkehrs.

Dabei kann gleichzeitig durch ein zweites Gestänge, dessen Preßkopf seitlich am Aufweitekopf angebracht ist, ein zweites Bohrgestänge parallel in festgelegtem Abstand eingebracht werden, um beim nächsten Arbeitsgang diese zweite Bohrung für ein zweites Rohr aufzuweiten.

Bei diesem Verfahren wird der Boden nicht entnommen, sondern nur radial verdichtet. Bohrungen von 70 bis 185 mm Durchmesser können in jedem Boden, außer in gewachsenem Fels, hergestellt werden.

Zum Einziehen in die mit dem hydraulischen Bohrgerät hergestellten Bohrungen werden Stahl- oder Kunststoffrohre mit Muffen verwendet. Stahlrohre mit aufgeschweißter Muffe haben bei einem Außendurchmesser von 108 mm 3,6 mm Wandstärke. Sie werden in Längen von 1 bis 6 m innen und außen bituminiert geliefert. Hart-PVC-Rohre nach DIN 8062 haben eine geklebte Überschiebmuffe; bei einem Durchmesser von 110 mm beträgt die Wandstärke 5,3 mm, die Länge 1 bis 6 m.

Unter dem Deckel mit einer Lüftungsöffnung von 75 cm² wirksamen Querschnitt ist eine Schmutzschale aus verzinktem Stahlblech mit 2 Aushebestangen befestigt. Aus wirtschaftlichen Gründen werden Abzweigkästen im allgemeinen aus Stahlbetonfertigteilen hergestellt.

8. Ist ein Abzweigkasten zu klein und ein Kabelschacht zu groß, so kann ein Kabelkleinschacht verwendet werden. Sie werden meist aus Fertigteilen zusammengebaut, werden für alle 3 Belastungsklassen hergestellt und haben bei einer Tiefe von etwa 1 m und bei einer Breite von 70 oder 80 cm Längen von 70, 100 oder 140 cm. Als Schachtabdeckungen werden die normalen (siehe 12.) verwendet.

9. Kabelschächte bestehen aus einem Bodenteil, den Wänden und einer Decke (siehe 10.) mit einer Einstiegöffnung, die durch eine Schachtabdeckung mit ein oder zwei Deckeln verschlossen wird. Höhenunterschiede zwischen der Schachtdecke und der Wege-

oberfläche gleicht zwischen Schachtdecke und -abdeckung ein Schachthals aus (siehe 11.).

Kabelschächte sind so groß zu bauen, daß in ihnen genügend Arbeitsraum vorhanden ist, daß die Kabel und deren Muffen übersichtlich geführt und gelagert werden können und daß sie bei Störungen erreichbar und bei Arbeiten an den anderen Kabeln nicht hinderlich sind.

Kabelschächte sind so zu bemessen, daß sie die Lastannahme des Straßenverkehrs und den Erddruck aushalten können. Andererseits muß der Schacht so wirtschaftlich wie möglich gebaut sein. Es sind gewisse Normgrößen festgelegt. Die Kabelschächte werden aus Mauerwerk, Ortbeton oder aus Fertigbauteilen aufgebaut.

Die Seitenwände der Fertigschächte sind immer für Brückenklasse 60 vorgesehen. Schächte aus Mauerwerk oder Ortbeton sind nach den betreffenden FTZ-Normen zu dimensionieren. Bei Sonderschächten in abweichender Größe ist jeweils eine besondere statische Berechnung erforderlich. Der Straßenumbau kann es mit sich bringen, daß ein früher in dem Gehweg befindlicher Schacht aus Mauerwerk oder Ortbeton, der nur für 800 kp/m² berechnet und gebaut wurde, nunmehr unter der Fahrbahn liegt. Falls der übrige Kanal bestehenbleiben kann, wird der Schacht durch vorgesetzte Stahlbetonbalken und -dielen verstärkt.

Fertigschächte haben gegenüber den örtlich hergestellten eine Reihe von Vorteilen: Vereinfachung und Verbilligung der Baustelleneinrichtungen; Herstellung im Werk unter günstigsten Arbeitsbedingungen, unabhängig vom Wetter; vielfach ausnutzbare Formen; gleichmäßige Betonqualität und höhere Betongüte, daher Ausnutzung erhöhter zulässiger Beanspruchungen; Verkürzung der Einbauzeit und, da der Beton abgebunden und trocken ist, Belastbarkeit des Schachtes bereits kurze Zeit nach dem Einbau. Demgegenüber sind folgende Nachteile in Kauf zu nehmen: der Schacht ist nicht aus einem Guß; Bindung bei der Planung an die gegebenen Abmessungen der Fertigteile; Vergrößerung der Transportkosten vom Herstellerwerk zur Einbaustelle durch die größeren Abmessungen und die größeren Gewichte der Fertigteile; beim Einbau sind Hebezeuge erheblicher Tragkraft und Ausladung erforderlich.

Bei Schächten aus Fertigbauteilen hat sich an Stelle der rechteckigen die ovale Form durchgesetzt, da sie eine Reihe von wirtschaftlichen, betrieblichen und technischen Vorteilen bietet. Die einzelnen Segmente und die Kabelfenster, die es auch in anderen Formen gibt, können in verschiedener Anordnung eingesetzt werden, so daß ein Einlaufen der Kanalstränge in beliebigen Winkeln zur Schachtachse möglich ist.

Zum Einbau der Schächte ist eine genügend große und tiefe Baugrube nötig. Für Sonderzwecke, z. B. für Schaltstellen, für unterirdische Linienverzweiger usw., wird ein ovaler Kabelschacht aus Stahlbetonfertigbauteilen mit getrenntem Einstieg und Schaltraum hergestellt. Bodenwanne und Wände sind hier aus einem Teil gefertigt.

Kabelhalter werden in den Kabelschächten an die Wände in dort vorgesehene senkrechte T-förmige Schlitze oder in Halfeneisen angeschraubt. In Fertigschächten sind dazu in den Wanddielen werkseitig die Schlitze vorgesehen. Für örtlich herzustellende Schächte gibt es besondere Stahlbetonkabelhaltepfosten. Kabelhalter können aus Beton oder auch aus breitflanschigem T-Eisen hergestellt sein.

10. Die Schachtdecke ist jeweils entsprechend dem Belastungsfall zu wählen. Im allgemeinen wird in ihr eine Einstiegöffnung von 70 × 70 cm oder 70 × 140 cm vorgesehen.

a) Decken aus Profilstahlträgern werden aus einem vorgefertigten Trägerrahmen und weiteren lose gelieferten Trägern errichtet. Die Zwischenräume zwischen den Trägern werden mit Mauerziegeln oder Stampfbeton ausgefüllt. Durch Umkleidung der unteren Trägerflansche mit feuerverzinktem Drahtgewebe und Verputzen mit Zementmörtel wird die Rostbildung verhindert.

b) Kabelschachtdeckenplatten aus Stahlbeton dienen zum Abschluß der Kabelschächte aus Mauerwerk oder Ortbeton in Gehwegen und werden nur für Verkehrslasten von 800 kp/m² oder für Brückenklasse 12 hergestellt. Die Anordnung der einzelnen Platten und Ausgleichsteile je nach Größe des Schachtes und Lage der Einstiegöffnung wird für Schächte mit Regelabmessung der entsprechenden FTZ-Norm entnommen. Deckenplatten haben gegenüber der Trägerrahmendecke und der Stahlbetonfertigdecke den Vorteil, daß sie wegen ihrer kleinen Abmessung und Gewichte bequemer transportiert und eingebaut werden können.

c) Schachtdecken können auch aus Ortbeton hergestellt werden. Für die Regelschächte aus Mauerwerk oder Ortbeton sind Bewehrungspläne und -zeichnungen in der entsprechenden FTZ-Norm enthalten. Dem Bau von Decken mit Sonderabmessungen geht jeweils eine statische Berechnung mit Bewehrungsplan voraus.

d) Stahlbetonfertigdecken für örtlich hergestellte Kabelschächte werden in Betonwerken hergestellt. Durch eine Berechnungsanweisung ist es möglich, für jede Schachtgröße auch bei außermittigem Einstieg die Bemessung der Fertigdecke einfach festzulegen. Besonders in Verbindung mit Fertigschächten haben sie den Vorteil, daß die Verkehrsbehinderung des Einbaues nur kurzfristig erforderlich ist, ohne auf ein Abbinden des Betons — wie bei Ortbetondecken — warten zu müssen.

Es ist von Fall zu Fall zu prüfen, welche dieser 4 Bauweisen für die Schachtdecke die zweckmäßigste und wirtschaftlichste ist.

11. Die Schachthälse um die Einstiegöffnung werden aus Mauerwerk, Ortbeton, Betonplatten oder aus Fertigrahmen aus Stahlbeton in verschiedener Höhe aufgebaut. Sie müssen die Verkehrsbelastung der Schachtabdeckung sicher auf die Schachtdecke übertragen und dienen als Ausgleichsschicht für die Höhendifferenz zwischen Schachtdecke und Wege-

oberfläche. Bei späteren Niveauänderungen der Straße kann dadurch ohne Schachtänderung der Einstieg der neuen Höhe angepaßt werden.

12. Kabelschachtabdeckungen sind entsprechend den verschiedenen Belastungsklassen für Fahrbahnen nach Brückenklasse 60, für gelegentlich befahrene Gehwege nach Brückenklasse 12 und für Gehwege für eine Verkehrslast von 800 kp/m² zu bemessen. Sie bestehen aus einem auf den Hals fest aufgebauten Rahmen, in den ein oder mehrere Deckel eingelegt sind. Die Deckel bestehen im allgemeinen aus Stahlbeton oder aus Gußeisen mit Betonfüllung. Es gibt viereckige und dreieckige Deckel (s. Tabelle). Die

Bezeichnung	Entluftungsquerschn. in cm²	Bauteile					Anordnung der Deckel im Rahmen
		Rahmen		Deckel			
		Form	lichte Weite in cm	Zahl	Form	Kantenlange in cm	
Rechteckige Kabelschachtabdeckungen mit viereckigen Deckeln	150	□	70×70	1	□		⊡
		▭	70×140	2	□		□⊡
	300	▭	70×140	2	□		⊡⊡
Dreieckige Kabelschachtabdeckungen	150	▷		1	▷	100	▷•
Rautenförmige Kabelschachtabdeckungen mit dreieckigen Deckeln	150	◇		2	▷	100	◇•
	300	◇		2	▷	100	◇••

• = Entlüftung

Genormte Kabelschachtabdeckungen.

Deckel müssen fest im Rahmen liegen und sollen die Stöße des Verkehrs darüber ohne Klappern und Schlagen aushalten. Für die Belüftung der Schächte sind Deckel mit Entlüftungsöffnungen vorzusehen. Je Schacht ist ein Mindestbelüftungsquerschnitt von 150 cm² erforderlich. Um das Eindringen von Wasser und Schmutz in den Schacht durch die Öffnungen des Lüftungsrostes zu verhindern, wird ein Schmutzfänger unter der Öffnung in dem Schachthals angebracht.

13. In der Nähe großer Vermittlungsstellen, in die eine große Anzahl der verschiedensten Kabel eingeführt werden muß, kann das Kanalzugpaket einen derartigen Umfang annehmen, daß eine geordnete Führung, die allen Anforderungen des Betriebes genügt, nur sehr schwer zu erreichen ist. Die Kabelschächte, die dann eine sehr große Anzahl von Muffen aufnehmen müssen, werden zu groß. Auch stößt eine umfangreiche notwendige Erweiterung unter Umständen (z. B. durch Fremdanlagen bedingt) auf große Schwierigkeiten. Es kann sich auch, bedingt durch Straßenumbauarbeiten, ein begehbarer Kabeltunnel — manchmal auch nur auf Teilstrecken oder als Einführungsschacht an einer oder mehreren Seiten des Fernmeldedienstgebäudes — als Lösung anbieten. Es sollte aber wegen der Kosten und sonstigen Schwierigkeiten genau untersucht werden, ob nicht stückweise Kunststoffrohre zur Kabelführung verwendet werden können.

Ob die begehbaren Kanäle aus Stahlbetonfertigbauteilen oder Ortbeton hergestellt werden können, ist von den örtlichen Gegebenheiten noch mehr abhängig als bei den Kabelschächten. Auch kann es erforderlich werden, den Tunnel stellenweise im Vortrieb und nicht in offener Baugrube herzustellen. Begehbare Kabelkanäle aus Fertigteilen werden entweder aus geschlossenen rechteckigen Rahmen zusammengesetzt, oder sie bestehen aus U-förmigen bzw. 2 × L-förmigen — falls bereits Kabel vorhanden sind — Boden- und Wandteilen, auf die Deckenplatten aufgelegt sind.

Bei begehbaren Kabeltunneln ist besonders auf die Belüftung zum Schutz gegen das Eindringen von Stadtgas oder anderer Gase (z. B. Auspuffgase) zu achten sowie auf den Schutz vor ausströmendem Propan. Gasansammlungen können nicht nur zu Explosionen führen, sondern auch das im Tunnel arbeitende Personal beim Einatmen der Gase gefährden. Er muß wasserdicht sein, eine Entwässerung haben und ausreichend beleuchtet werden. Die statische Sicherheit muß genau berechnet und geprüft werden.

14. Aus defekten Gasversorgungsanlagen ausströmendes Gas kann bei fester und dichter Straßenoberfläche (Beton, Asphalt) nicht aus dem Boden entweichen. Es sucht sich durch die Poren des Betons und durch Stoßfugen und Risse den Weg in die Züge des Kabelkanals oder in die Schächte. Besonders im Winter, wenn die oberen Schichten im Erdreich gefroren sind, ist die Gefahr einer Gasansammlung in Kabelkanalanlagen besonders groß.

Die Kabel- und Kanalanlagen und die Einführungen in Gebäude sind besonders gefährdet und müssen vor den Folgen einer Entzündung und Explosion vorbeugend geschützt werden. Gasansammlungen gefährden außerdem den Menschen durch Ersticken und Vergiftung. Selbst kleinere Mengen, über längere Zeit eingeatmet, können schädlich sein. Die maximal verträgliche Gaskonzentration am Arbeitsplatz (MAK-Wert) beträgt z. B. für Kohlenoxyd (CO) 0,005 v. H.

In Orten mit Gasversorgung sind die Schächte deshalb immer wieder, insbesondere vor jedem Betreten, auf Gasansammlungen zu untersuchen. Es ist stets mit der nötigen Vorsicht zu arbeiten. Zum Öffnen der Kabelschächte sind nur die dafür vorgesehenen Geräte (Deckelheber, Zangen, Greifer usw.) zu verwenden. Zum Auftauen vereister Kabelschächte ist das → Heißluft-Auftaugerät zu benutzen. Es besteht im wesentlichen aus einem Heizgerät mit Gebläse. Der dort erzeugte Heißluftstrom wird durch einen Metallfaltenschlauch in die Warmlufthaube mit Verteiler über die Schachtabdeckung geführt. Zum Freimachen der zu öffnenden Kabelschachtdeckel sind funkenfrei arbeitende Werkzeuge (Meißel, Schraubendreher, Hammer, Schaber, Hacke und Reinigungslöffel) aus Bronze bzw. Kupferberyllium zur Ver-

meidung von Explosionsgefahren zu verwenden. Zum Lockern festsitzender Deckel sind Rammen aus Holz zu benutzen.

Die Prüfung der Kabelschächte auf Gasfreiheit erfolgt mit dem »Dräger-Gasspürgerät«. Mit einem kleinen handbedienten Blasebalg wird durch einen Sondenschlauch eine Probe der Luft im Kabelschacht durch ein Prüfröhrchen angesaugt. Enthält diese Probe Gas (Kohlendioxyd usw.), so verfärbt sich das in dem Röhrchen befindliche Reagenzmaterial. Die allgemeine Gasfeststellung erfolgt in einem sog. Polytest-Röhrchen. Für die Anzeige spezieller Gase gibt es Sonderröhrchen, mit denen man auch u. U. durch die Länge des sich verfärbenden Stückes die Konzentration feststellen kann.

Für Kohlenoxyd, auf das das Polytest-Röhrchen nicht anspricht, ist ein spezielles Röhrchen CO 10/a eingeführt. Für Erdgas, zur Gasversorgung mehrerer Städte herangezogen, sind zwei Röhrchen, die mit einer Gummitülle verbunden sind, nötig. Das erste dient zur Vorreinigung, das zweite zur Anzeige.

Ausströmendes Propan — durch ein undichtes Gerät, Schlauch oder Ventil oder durch Unachtsamkeit bedingt — sinkt auf den Boden herab, da es schwerer als Luft ist. Während der Arbeit in gasgefährdeten Schächten sind immer wieder Luftproben zu entnehmen; ständige Aufmerksamkeit und Vorsicht sind der beste Schutz.

Falls eine Gasansammlung festgestellt wird, ist der Schacht zu lüften und zu entgasen. Das Entgasungsgerät für den Betrieb mit Preßluft wird auf den Schachtboden gestellt und die Preßluft aus einer Flasche mit einem Schlauch dem Gerät seitlich zugeführt. Durch eine Düse wird sie so in den Trichter des Gerätes geleitet, daß ein Luftstrom darin nach oben wirbelt und das Gas aus dem Schacht mitreißt.

Das Entgasungsgerät mit Vergasermotorantrieb kann zum Blasen oder Saugen benutzt werden. Zum Absaugen von leichten Gasen wird eine Schachtabdeckung aus Aluminium mit Gummirand auf die Schachtöffnung gesetzt, während zum Absaugen von schweren Gasen ein Saugtrichter aus Aluminium auf den Boden des Kabelschachtes gestellt wird.

Jeder Schacht soll eine Öffnung von mindestens 150 cm² zur Entlüftung haben. In große Schächte sind 2 Deckel mit Entlüftungsrost einzubauen. Damit Gase nicht von einem Schacht in den anderen weiterziehen können und dann bei einer evtl. Explosion in einem Schacht die Zündung durch die Züge in die nächsten Schächte weitergetragen wird, sind die Züge abzudichten, leere Züge mit Vollschalen, belegte Züge je nach Durchmesser der Kabel mit Schalen mit entsprechenden Durchlaßöffnungen.

Die Abdichtschale hat einen etwas kleineren Durchmesser als die Zugöffnung und besteht aus zwei Scheiben, die durch Schrauben zusammengehalten werden. Zwischen diesen beiden Scheiben werden eine Abdichtmasse und an den Rändern ein Abdichtwickel angebracht. Nachdem die so vorbereiteten Abdichtschalen in etwa 5 cm Tiefe in den Zug eingebracht sind, werden die beiden Schalenhälften mit einer oder zwei Schrauben so zusammengezogen, daß die Abdichtmasse gegen die inneren Zugwandungen gepreßt wird. Mit dicken Kabeln belegte Züge lassen sich nicht mehr mit Schalen abdichten; auf ein Gegenlager aus Putzwolle etwa 10 cm hinter der Zugmündung werden plastische Abdichtwickel zwischen Zugwand und Kabelmantel gestopft. Bei Kanälen aus PVC-Rohren werden Polyäthylen-(PE-) Abdichtung-Becher, die etwas konisch sind, in die leeren Rohre gesteckt. Bei belegten Zügen wird eine dem Kabeldurchmesser entsprechende Öffnung in den Becherboden geschnitten, das Kabel vor der Montage hindurchgesteckt und dann der Becher so weit in das Kunststoffrohr hineingeschoben, daß er gegen das Rohr abdichtet. Der Becher selbst wird dann mit Abdichtmasse vollgestopft.

Gegen Gas- oder Wasserdauerdruck bis ein atü verschließen Abdichtstopfen aus PPH (Polypropylen hart) leere Kunststoffkabelkanalrohre mit ausreichender Sicherheit. Die Gewindehülse, die beiden Spreizscheiben und das Handrad bilden eine Spannvorrichtung für den Dichtungsring aus Synthesekautschuk, dessen Außendurchmesser durch Drehen am Handrad innerhalb gewisser Grenzen vergrößert werden kann und so an die Innenwand des Rohres angepreßt wird.

Die an der Gewindehülse vorhandene Öse dient als Befestigungsmöglichkeit für das Ende eines im Kabelkanalrohr vorhandenen Hilfsseiles aus Kunststoff. Hilfsseile aus Kunststoff können während des Einziehvorganges gedehnt werden; später ziehen sie sich langsam wieder etwas zusammen und können dann ggf. nicht mehr von den Kabelkanalzugenden aus ohne Schwierigkeiten gefaßt werden.

15. Oberflächenwasser, das in die Kabelschächte durch die Lüftungsschlitze der Schachtdeckel eindringt, wird in den Schmutzschalen aufgefangen. Durch Poren und Fugen des Betons kann aber auch Wasser in die Schächte oder Züge der Beton-KKF eindringen. Mitgeführter Schlamm kann einzelne Züge verstopfen. Darum werden Schächte u. U. an die Straßenkanalisation angeschlossen. Meist ist dabei jedoch ein Rückschlagventil vorzusehen. Jeder andere Schacht enthält einen Pumpensumpf bzw. ein Sickerloch.

Kunststoffrohre, die bei sorgfältiger Klebung der Muffen wasser- und gasdicht sind, können beiderseitig verschlossen werden.

Bei starkem Wasserdruck im Erdreich kann durch wasserdichte Bauweise oder durch nachträgliches Abdichten gegen Wassereinbrüche der Schacht trockengehalten werden. Durch verschiedene, meist chemische Verfahren werden die Kapillaren im Beton oder im Innenputz wasserdicht verschlossen. Maßgeblich dafür sind die Richtlinien für wasserdruckhaltende bituminöse Abdichtung für Bauwerke in der DIN 4031; in Verbindung damit steht die DIN 18305, Wasserhaltungsarbeiten.

Literatur: Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost (FBO) Teil 10, Kabelkanalanlagen, (in Vorbereitung) — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Verlag Schiele & Schön, Berlin — Stegmann, Neuzeitliche Bauausführungen und Arbeitsweisen in Fernsprechortsnetzen, ZPF Nr. 13 vom 10. 7. 1964 —

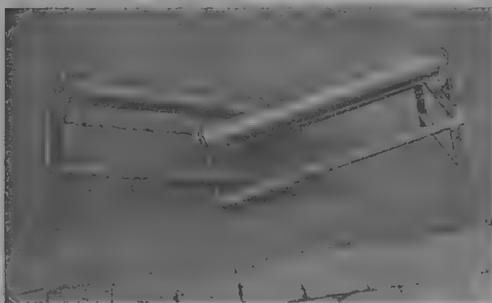
Koslowski, Die Kabelkanalanlagen der DBP, Fernmelde-Praxis Nr. 3/66 — Zoch, Linientechnik, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1966, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin — Stewing, Handbuch für den Kabelkanalbau — Knepper, Die Entwicklung des Vibro-Einspülverfahrens zu seinen heutigen technischen Verwendungsmöglichkeiten im Dückerbau, Rohre, Rohrleitung, Rohrleitungstransport, 3. Jahrgang 1964, Heft 2, Verlag für angewandte Wissenschaften GmbH, Baden-Baden — Ebbeler, Kabelkanalanlagen aus erdverlegtem Hart-PVC-Rohr, ZPF Nr. 18 vom 25. 9. 1966 — Ebbeler, Kabelkanäle aus PVC-Rohren, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1968, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin (enthält ausführliches Literaturverzeichnis über Kabelkanäle aus Kunststoffrohren) — Schweiger, Neuerungen in der Linientechnik, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1968. *Stegmann*

Kabelkanalformstein → Kabelkanal unter 2.

Kabelkleinschacht → Kabelkanal unter 8.

Kabellandung → Seekabellegung und -instandsetzung.

Kabelleitrolle (s. Bild) ist als erste Kabeltragrolle hinter der Kabeltrommel zu verwenden, da wegen der Wickelbreite der Trommel das Kabel leicht von



Kabelleitrollenbock.

einer normalen schmaleren Erdkabelrolle seitlich ablaufen kann. Zum Transport wird die K. zusammengeklappt mit einer Kette festgehakt.

Kabellötgerät → Lötgeräte.

Kabellötzelt. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse wird über die Lötgrube bzw. den offenen Kabelschachteinstieg während der Kabelauslege- und -lötarbeiten ein dachförmiges K. gestellt.

Das K. besteht aus einem zusammenlegbaren Rohrgestänge und der Zeltplane aus imprägniertem Segeltuch oder aus durchscheinendem Kunststoff mit gitterartig verstärkter Struktur.

Das K. hat ein Fenster mit Überklappe. Die Eingänge an den Giebelseiten können durch Schnallen bzw. Reißverschluß geschlossen werden. Die Unterkante der Segeltuchplane ist mit einem besonders gegen Fäulnis imprägnierten Streifen versehen, auf den zum Schutz gegen Windböen Steine od. dgl. als Beschwerung gelegt werden können. Ein etwa 10 cm breiter roter Warnstreifen ist in etwa 60 cm Höhe auf der Zeltplane vorgeschrieben.

Kabelmantel. Zum Schutze gegen Feuchtigkeit, mechanische Beschädigungen und chemische Einwirkungen wird die Kabelseele mit einem Mantel umgeben. Kabelmäntel werden hergestellt aus Blei, Aluminium, Stahl und Kunststoffen: Polyvinylchlorid (PVC) und Polyäthylen (PE).

Kurzzeichen:

M = Bleimantel
W = Stahlwellmantel
L = glatter Aluminiummantel (L = Leichtmetall)
LD = Aluminiumwellmantel
Y = PVC-Mantel
2Y = PE-Mantel

Bei Verwendung von papierisolierten Leitern muß der Kabelmantel weitgehend wasserdampfdicht sein. Bei Druckgasüberwachung Gasdichtigkeit erforderlich. Metallmäntel erfüllen Dichtigkeitsforderungen vollkommen; außerdem wird durch sie eine Stabilisierung der elektrischen Werte durch Feldbegrenzung erreicht und ein gewisser Schutz gegen Beeinflussung durch äußere Felder geboten. Kabelmäntel werden in plastischer Form um die Kabelseele gepreßt oder als Band um die Kabelseele geformt und längsgeschweißt oder gelötet.

1. Gepreßte Kabelmäntel

1.1. Bleimäntel (M)

lassen sich verhältnismäßig einfach nahtlos und wasserdicht über die Seele pressen, sind biegsam und unter den meisten Verwendungsbedingungen nicht korrosionsgefährdet; die beim Umpressen auftretenden Temperaturen und der Preßdruck werden von der papierisolierten Kabelseele gut vertragen. Nachteile: Mechanische Festigkeit gering im Vergleich zu anderen Metallen, hohes Gewicht (30% bis 60% des gesamten Kabelgewichts) und Erschütterungsempfindlichkeit (interkristalline Brüchigkeit). Material: Kabelblei (Hüttenweichblei) Kb Pb nach DIN 17640; bei Mänteln mit Erhärtungszusatz (z.B. bei Flußkabeln) folgende Legierungen: Kb Pb Sb 0,5 (Antimongehalt 0,5 bis 1,0%), Kb Pb Te 0,04 (Tellurgehalt mindestens 0,035%), Kb Pb Sn 2,5 (Zinngehalt mindestens 2,5%). Kabel mit Bleimänteln mit Erhärtungszusatz auf ganzer Länge gekennzeichnet durch:

Durchmesser unter dem Bleimantel mm	Bleimantel aus Kb Pb Sb 0,5	Bleimantel aus Kb Pb Te 0,04	Bleimantel aus Kb Pb Sn 2,5
1	2	3	4
bis 10	grüner Papierstreifen zwischen Kabelseele und Bleimantel	blauer Papierstreifen zwischen Kabelseele und Bleimantel	gelber Papierstreifen zwischen Kabelseele und Bleimantel
über 10	in Richtung der Kabellängsachse in den Bleimantel eingeprägte rechte Winkel 〉〉〉〉〉〉〉〉	in Richtung der Kabellängsachse in den Bleimantel eingeprägte kleine Kreise ○○○○○	in Richtung der Kabellängsachse in den Bleimantel eingeprägte schräge Striche ////// ←30→ 10 ←30→

Fertigung des Bleimantels für jede Einzellänge ohne Verbindungs- und Schweißstelle; Mantel muß hohlen Zylinder bilden und Kabelseele mit möglichst geringem Zwischenraum umschließen; darf weder Löcher, Risse noch sonstige Unvollkommenheiten enthalten. Für Wanddicke der Bleimäntel gilt VDE 0816; beträgt 1,3 bis 3,2 mm je nach dem Durchmesser unter

Bleimantel (bis 80 mm) und ist für Außenkabel ohne Bewehrung und Unterwasserkabel stärker als für bewehrte Kabel.

Für Trägerfrequenz- und Koaxial-Fernkabel sind Bleimanteldicken um 0,4 mm höher; Wanddicke, Manteldichtigkeit und Biegbarkeit werden nach VDE 0472 geprüft.

1.2. Aluminiummäntel (AL-Mäntel)
lassen sich durch Pressen mit genügend hohem Preßdruck bei Temperaturen von 300 bis 400° C mit genügend hohen Geschwindigkeiten direkt auf die Kabelseele wie Bleimäntel aufpressen; auftretende Drucke und Temperaturen höher als bei Blei; früher durch Verfahren »Aufpressen mit gleichzeitigem Nachziehen« Schwierigkeiten gemindert; hierbei Kabelmantelrohr mit Zwischenraum zur Kabelseele über Dorn gepreßt und nachträglich mittels Ziehmatrize durch Kaltverformung auf Seele gepreßt. Anderes Verfahren: Einziehen der Kabelseele in vorher gefertigtes Aluminiumrohr; Kaltverformen des Rohres bis zum festen Aufsitzen auf Kabelseele. Vorteile gegenüber Bleimantel: Geringeres Gewicht (entspr. $^1/_4$ des spezif. Bleigewichts, Bild 1), größere mechanische Festigkeit; hohe Leitfähigkeit,

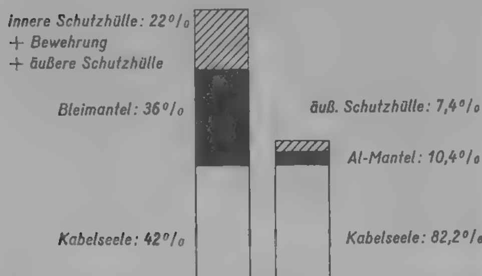


Bild 1. Gewicht eines 1000 p. Ortskabels mit Aluminiummantel üblicher Ausführung im Vergleich zu einem bewehrten Bleimantel üblicher Ausführung.

günstigerer Reduktionsfaktor gegenüber Starkstrombeeinflussung, vielfach höhere Unempfindlichkeit gegenüber Erschütterungen (geeignet für Verlegung auf Brücken und neben Bahnen und Straßen). Nachteile: Geringere Biegbarkeit als Bleimantelkabel, größere Korrosionsanfälligkeit als Blei; erhöhter Korrosionsschutz notwendig. Für Aluminiummäntel wird Aluminium mit Reingehalt von mindestens 99,5 % nach DIN 1712 benutzt. Der Korrosionsangriff gegen Al-Mäntel ist grundsätzlich elektrolytischer Natur; daher Schutzschicht mit hohem Isolationswiderstand und hoher Wasserdampfdichtigkeit notwendig. Als Korrosionsschutz Polyisobutylenband oder plastische Masse, darüber eine Polyäthylen-Schutzhülle. Wanddicke der Aluminiummäntel nach VDE 0816; 0,9 bis 1,4 mm bei glattem Mantel nur bis 40 mm Durchmesser unter Al-Mantel und 0,5 bis 1,5 mm bei Mantel mit Dehnungselementen. Prüfung von Wanddicke, Manteldichtigkeit und Biegbarkeit nach VDE 0472. Aluminiummäntel können zur Erhöhung der Biegbarkeit Dehnungselemente haben (früher Balgenmantel, jetzt Wellmantel, Bild 2).

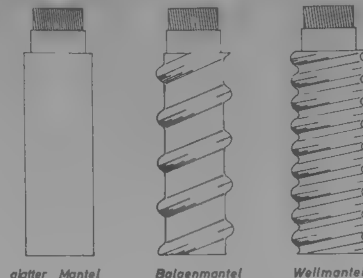


Bild 2. Formen von Aluminium-Kabelmänteln.

Zum Löten der Al-Mäntel besondere Vorbehandlung der Al-Oberfläche erforderlich. Al ist guter Wärmeleiter, daher u. U. besondere Maßnahmen notwendig, um Kabelseele gegen Lötwärme zu schützen.

1.3. Kunststoff-Mäntel
Die Forderungen nach leichter Formbarkeit durch Spritzen, genügender mechanischer Festigkeit und hoher Korrosionsbeständigkeit von Kabelmänteln wird von den Kunststoffen PVC und PE erfüllt (Bild 3).

Im Gegensatz zu gepreßten Metallmänteln sind gespritzte Kunststoffmäntel mehr oder weniger wasserdampfdurchlässig; sie können deshalb nicht für Kabel mit papierisolierten Leitern, sondern nur für weniger feuchtigkeitsempfindliche Kunststoffseelen, d.h. für PVC- oder PE-isolierte Kabelleiter verwendet werden.

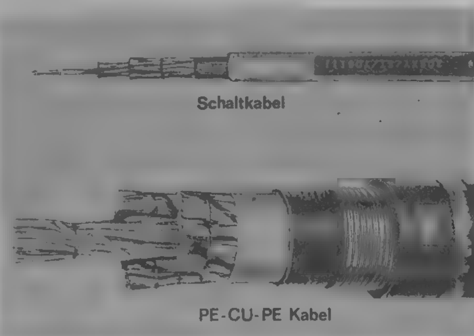


Bild 3. Schaltkabel mit PVC-Mantel und Ortskabel mit PE-Cu-PE-Mantel (Schirm aus 0,12 mm dickem Cu-Band zwischen innerem und äußerem PE-Mantel).

Zwei Arten Kunststoffmäntel: Polyvinylchlorid-(PVC-)Mäntel (Y) für Schalt-, Installations- und Aufteilungskabel mit kunststoffisolierten Adern; Kabel können nicht bei Temperaturen unter −5° C verlegt werden; Mäntel müssen den Bedingungen von VDE 0209 entsprechen; PVC-Mäntel sind flammwidrig.

Polyäthylen-(PE-)Mäntel (2Y) für Außenkabel, Seekabel usw. Mäntel müssen den Bedingungen von VDE 0209 entsprechen. PE-Mäntel sind nicht flammwidrig. Wanddicke der äußeren PE-Mäntel für Außenkabel 1,8 bis 3,8 mm bei einem Durchmesser der Kabelseele bis 80 mm. PE-Mäntel für Fernsprech-Außenkabel sind schwarz, weil solche Mischungen wegen Alterung durch atmosphärische Einwirkung Ruß enthalten müssen. Vorzüge der kunststoffummantelten Kabel sind geringes Gewicht, große Fertigungslängen, hohe mechanische Festigkeit und Formbeständigkeit, korrosionsfrei, leichte Verlegung und Montage. Die einzelnen Längen der PE-Mantel-Kabel werden durch PE-Muffen miteinander verbunden. Die Muffe besteht im wesentlichen aus zwei Muffenköpfen und einem Muffenzylinder. Sie hat vier Kabeleinführungsstutzen, so daß man sie je nach den Erfordernissen als einfache Verbindungsmuffe oder als Abzweigmuffe verwenden kann. Montiert wird nach einem neuen elektrischen Schweißverfahren unter Anwendung von Wärme und Druck, und zwar verschweißt man die einzelnen Muffenteile miteinander und mit den Kabelmantel-Enden mit Hilfe von Heizbändern.

1.4. Schichtenmäntel.

In Zeiten schwieriger Bleibeschaffung (in den 30er Jahren) hat man bei Fernmeldekabeln Schichtenmäntel erprobt, die z.B. aus Kunststoffschichten bestanden, und zwar Mantel aus Polyisobutylen (PIB)

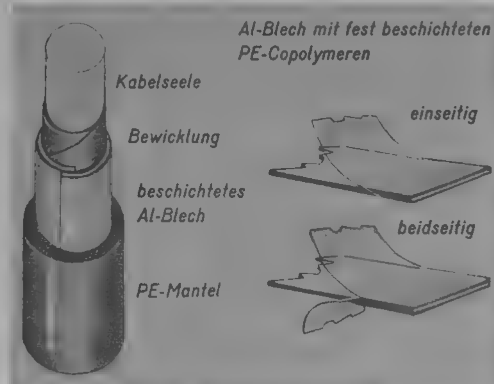


Bild 4. Schichtenmantel-Kabel.

und Schutzhülle aus Polyvinylchlorid (PVC). Im Ausland liefen ähnliche Entwicklungen mit Stahl-PE-Mänteln für papierisolierte Kabel und Aluminium-PE-Mäntel für kunststoffisolierte Kabel. Die DBP erprobt einen Schichtenmantel für Kabel mit folgendem Aufbau: Bewicklung aus nicht hygroskopischem Material; Aluminiumblech, 0,20 mm dick, auf beiden Seiten fest beschichtet mit einem Copolymer des Polyäthylens; Mantel aus Polyäthylen, Wanddicke 2,2 bis 3,8 mm; die Beschichtungen der sich überlappenden Enden des Al-Bleches und der PE-Mantel mit dem beschichteten Al-Blech müssen hohlraumfrei verschweißen. PE-Mantel schwarz durch Rußbeimischung (Bild 4).

Ähnlicher Aufbau wird in England erprobt. In den USA PAP-Mantel (PE-Al-PE), ähnlich dem PE-Cu-PE-Mantel entwickelt (Bild 5).

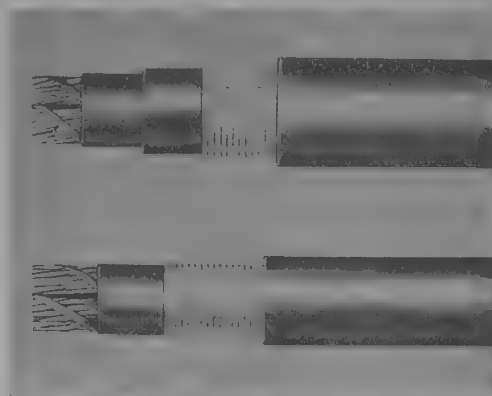


Bild 5. Alpeth- und Pap-Mantel-Kabel.

Für Luftkabel wird auf den Innenmantel verzichtet, es entsteht dann der sog. Alpeth-Mantel.

2. Gelötete und geschweißte Kabelmäntel

Bei den aufgepreßten oder aufgespritzten Kunststoff-Kabelmänteln sind die abschirmenden oder wasserdampfsperrenden Bauelemente nicht selbsttragend und nur in Verbindung mit dem gepreßten oder gespritzten Mantel denkbar. Bei Metallmänteln mechanische Stabilität und absolute Dichtigkeit dadurch erreichbar, daß ein Metallrohr aus einem Metallband direkt auf der Kabelseele durch Löten oder Schweißen der Längsnaht aufgebracht wird. Grundsätzlich können alle für einen Kabelmantel in Betracht kommenden Metalle hierfür verwendet werden; es eignen sich besonders Stahl wegen seiner hohen mechanischen Festigkeit, Kupfer und Aluminium wegen ihres kleinen spezifischen Widerstandes. Erste Versuche mit geschweißten Al-Kabelmänteln

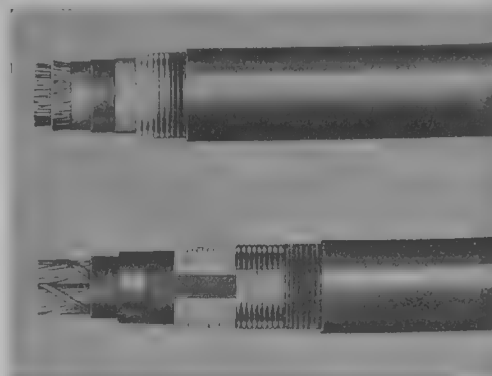


Bild 6. Stalpeth- und Paps-Mantel-Kabel.

1936 bis 1939, aber wegen zu großer Verfestigung des Materials bei Kaltverformung (beim Rillen) wieder eingestellt.

2.1. In den USA nach dem 2. Weltkrieg für papierisolierte Kabel Stalpeth-Mantel entwickelt.

Er besteht aus einem längseinlaufenden Al-Band über der Papier-Seele, darüber liegt ein längseinlaufendes verzinntes Stahlband, das auf seiner Längsnaht weich verlötet wird; die Bänder werden zur Erhöhung der Biegefähigkeit quergerillt. Korrosionsbeständig durch Spezialzwischenschicht zwischen Stahlband und PE-Mantel. Bei Kabeln für unmittelbare Erdverlegung zusätzlicher Innenmantel aus PE (PAPS = PE-Al-PE-St-Mantel). Größere Sicherheit als die Weichlötung gibt das Verschweißen der Bandkanten; so ist der Stahlwellmantel (W) entstanden (Bild 6).

2.2. Stahlwellmantel

Stahlband von 0,3 bis 0,5 mm Dicke in Formungseinrichtung mit sich überlappenden Bandrändern zu Rohr gelegt, widerstandselektrisch längsgeschweißt

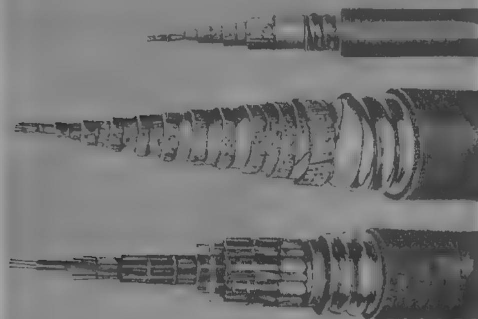


Bild 7. Fernsprechkabel mit Stahlwellmantel.

durch hochfrequente Induktionsschweißung oder durch elektrische Lichtbogenschweißung unter einer Schutzatmosphäre bei gleichzeitigem Einlaufen der Kabelseele in das Rohr; durch besondere Vorrichtung geschweißtes Stahlrohr gewellt und damit biegsam gemacht; damit vorher locker aufliegender Mantel nun fest auf Kabelseele aufliegend (Bild 7).

Vorteile: Hohe Erschütterungsfestigkeit des Stahls, ausgezeichnete Biegefähigkeit und außerordentliche Schlag- und Druckfestigkeit durch konstruktive Maßnahme der Wellung, geringes Metallgewicht; thermische Beanspruchung der Kabelseele geringer als bei Bleimantel-Kabel. Gewichtsersparnis bis 60% gegenüber Bleimantelkabel (Bild 8).

Leichteres Einziehen in Kabelkanäle, Einsparung von Verlegekräften bei Erdkabeln. Entscheidend für Güte und Dichtigkeit des Mantels ist Schweißvorgang. Unmittelbar auf Stahlwellmantel muß besonderer Korrosionsschutz — Polyment — aufgebracht sein; nimmt kaum Feuchtigkeit auf; darüber bei Erd- und Röhrenkabeln PE-Schutzhülle. Montage des Stahlwellmantels ebenso schnell und sicher wie beim Bleimantel, besonderes Lötmittel gestattet gutes Verzinnen des Stahlwellmantels. Kabelreduktionsfaktor wegen geringer elektrischer Leitfähigkeit des Stahl-

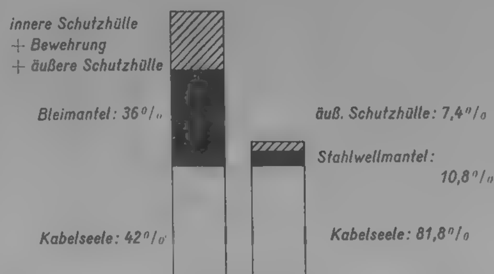


Bild 8. Gewichtsverhältnisse eines 1000 p. Ortskabels mit Stahlwellmantel gegenüber Bleimantel mit Bewehrung üblicher Ausführung.

wellmantels ungünstiger als bei Blei- und Aluminiummänteln. Die Formstabilität des Stahlwellmantels hat sich bei Kabeln mit Koaxialpaaren besonders bewährt.

3. Kabelmantelkonstruktionen für Sonderzwecke

In der Nähe von elektrisch betriebenen Bahnen können durch induktive Einwirkung erhebliche Spannungen auf den Leitern der Kabelseele auftreten. Diese Fremdspannungen können vermindert werden durch eine Kabelhülle niedrigen elektrischen Widerstandes und hoher Induktivität. Als Maß für die Reduzierung der Spannung dient der Reduktionsfaktor (Bild 9). Man umgibt zu diesem Zweck

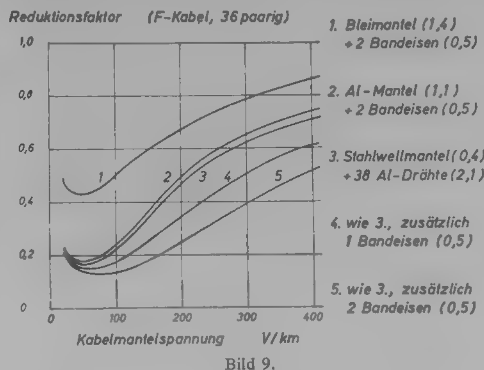


Bild 9.

einen elektrisch gut leitenden Al-Mantel mit einer oder mehreren Lagen Metallbändern möglichst hoher Permeabilität (μ). Der schlechte elektrische Widerstand des Stahlwellmantels kann durch eine Lage von Al- oder Cu-Drähten zwischen Mantel und Seele verbessert werden. Der Reduktionsfaktor von Stahlwellmänteln kann außerdem durch zusätzliche weiche Eisenbänder (unterhalb des Mantels) weiter herabgesetzt werden. In blitzgefährdeten Gegenden soll

der Kabelmantel kleinen elektrischen Widerstand und guten Erdkontakt haben. Die Bewicklung unter dem Mantel muß eine hohe Durchschlagsfestigkeit haben. Die isolierende Schutzhülle von Stahlwellmantel-Kabeln kann an den Stromaustrittsstellen u. U. durchschlagen werden, der Metallmantel korrodiert unter diesen Löchern. In solchen Gegenden können Kabel mit Kupferwellmantel und leitfähiger PE-Schutzhülle verlegt werden.

4. Zusammenfassung der Eigenschaften verschiedener Kabelmanteltypen.

		Bleimantel	Al-Mantel	Stahlwellmantel
1	Flüssigkeitsundurchlässigkeit	■	■	■
2	Biegsamkeit	■	×	■
3	Formfestigkeit	0	×	■
4	Zugfestigkeit	0	■	0
5	Elektr. Leitfähigkeit	0	■	0
6	Korrosionsfestigkeit	■	0	0
7	Kleines Gewicht	0	×	■
8	Magnetische Abschirmung	0	■	×

■ = gut × = befriedigend 0 = mangelhaft

Knebel

Kabelmäntel aus Kunststoff, Fertigung. Über Eigenschaften und Anwendung der Kunststoff-(Kst.-) und Schichtenmäntel → Kabelmantel. Die Betriebskapazität der von nichtleitenden Kst.-K. umgebenen Sprechkreise ist von der Umgebung des Kabels abhängig. Um eine definierte Betriebskapazität der Sprechkreise zu erhalten, werden die Seelen mit einem Schirm aus Aluminiumfolie meist wendelförmig umsponnen. Soll allerdings der Schirm etwa den gleichen Reduktionsfaktor haben wie entsprechender Blei-K., so wird der Schirm aus längs einlaufendem, zum Rohr geformten Aluminium- oder Kupferband angewendet. Bei Installationskabeln wird der Schirm (Aluminium- und Kst.-Folie oder kunststoffkaschierte Metallfolie) über die Seelenbespinnung aufgebracht. Unter der Metallfolie läuft ein Beidraht entlang der Seele mit ein, um eine Durchverbindung bei eventuellem Reißen der Schirmfolie sicherzustellen und ein Anklemmen zu ermöglichen. Im weiteren Arbeitsgang wird Polyvinylchlorid-(PVC-)K. mit einer Schneckenpresse aufgepreßt. Diese K.-Schneckenpresse hat praktisch die gleiche Wirkungsweise wie die Schneckenpresse (Extruder) für die Leiterisolierung. In der Fertigungsstraße fehlen einige Prüfeinrichtungen für die Kontrolle der Adern (→ Isolierung von Kupferleitern, Fertigung). Eine Sonderaufgabe ist es, für Tragseil-Kst.-Kabel (Leichtbauluftkabel oder auch Luftkabel mit angespritztem Tragseil in Form einer Acht) das Preßwerkzeug herzustellen, mit dem Kabelseele und Tragseil (dazwischen ein Steg zum Festklemmen des Tragseiles) mit Polyäthylen-(PE-)K. umpreßt werden. Dieser Kabeltyp hat sich, von der BRD ausgehend, in vielen Ländern, z. B. in Japan und in den USA, durchgesetzt.

Im Erdboden zu verlegende Kabel werden i. allg. mit einem Schichten-K. ausgerüstet. In der BRD hat sich für PE-isolierte Bündelkabel ein Schichten-K., bestehend aus dünnem PE-Innen-K., einem darüber längs einlaufenden Kupferband, das zum Rohr geformt wird, und einem dickeren PE-Außen-K. durchgesetzt (PE-CU-PE-K.). Im ersten Arbeitsgang wird innerer PE-K. mit der K.-Schneckenpresse aufgepreßt. Nach Prüfung des Innen-K. wird im zweiten Arbeitsgang der Kupferschirm längs aufgebracht und dem PE-Außen-K. aufgepreßt. Bei geringem Seelendurchmesser wird glattes Kupferband, bei größeren Durchmessern gerilltes oder geprägtes Band zum Rohr geformt. Bei dieser Längsaufbringung von Metallbändern läuft das auf vorgeschriebene Breite geschnittene Kupferband von der Vorratstrommel ab, wird ggf. gerillt und um das Kabel mit Innen-K. im Formwerkzeug zum Rohr gebogen. Die Kanten überlappen sich leicht, werden aber nicht verlötet.

Anschließend wird der Außen-K. mit der K.-Schneckenpresse aufgepreßt. Ein Kst.-Band kann längs über die überlappende Rohrkante einlaufen. Neuerdings wird in England und Schweden ein Schichten-K. (moisture barrier sheath) für papier- und kunststoffisolierte Seelen verwendet. Zur Verhinderung der Diffusion kleinster Wasserdampfmengen durch PE-K. wird Metallfolie an die Innenseite des PE-K. verschweißt. Bei der Fertigung wird PE-kaschierte Aluminium-, eventuell auch Kupferfolie oder -band, wendelförmig längs laufend über die Seelenbespinnung aufgebracht. Beim Umpressen des PE-K. (ein einziger K.) verschweißt das PE-kaschierte Metallband mit heißem PE-K. und haftet fest auf der K.-Innenseite. Bei Entwicklungsarbeiten in der BRD wurde festgestellt, daß die Haftsicherheit wesentlich erhöht wird, wenn als Haftvermittler ein PE-Kopolymerisat verwendet wird. Weitere Arbeiten bezwecken, die Seele unter Schichten-K. mit elastischer, feuchtigkeitsabwehrender Masse abzustopfen, so daß sich kein Wasserdampf innerhalb der Seele niederschlagen kann. Nach dem Aufbringen der K. werden Kabel mit trockener Druckluft hinsichtlich Prüfdruck und Prüfdauer entsprechend den gegebenen Vorschriften abgedrückt, um mögliche K.-Fehler festzustellen.

Literatur: (s. a. Lit. zu „Bewehrung von Fernmeldekabeln") — H. N. Padowicz, The development of Alpeth-Stalpeth cable sheath, Western Electric The Engineer, Bd. 3 (1959), S. 24–31 — R. Bélus, G. Vignon, H. Pech, M. Soulet und N. Baranov, Les câbles aériens, Câbles et Transmission, Bd. 15 (1961), S. 304–318 — D. W. Glover und E. J. Hooker, A moisture barrier for polthene-sheathed cables, The Post Office Electrical Engineers Journal, Bd. 53 (1961), S. 253 — K. Schreiber, Leichtbau-Luftkabel für Nachrichtenverbindungen, Siemens-Z., Bd. 37 (1963), S. 238–247.

Leichsenring

Kabelmäntel aus Metall, Fertigung. Über Zweck, Eigenschaften und Anwendung von metallenen K. → Kabelmantel. Fertigungseinrichtungen für Ummantelung von Kabeln mit metallenen K. sind umfangreiche und kostspielige Anlagen. Zur Herstellung von Blei-K. werden Bleimantelpressen, meistens intermittierend arbeitende hydraulische Kolbenpressen und selten kontinuierlich arbeitende Schneckenpressen, benutzt. Es sind ferner erforderlich Ablaufeinrichtungen für die Seelen, eine z. B. elektrisch beheizte Bleischmelze, Einrichtungen zum Kühlen des K. und Aufwickeleinrichtung für das ummantelte Kabel. Für die Kolbenpresse ist noch die Pumpenanlage zur Erzeugung des Druckwassers nötig. Beim Umpressen des Blei-K. wird teigiges Blei

bei einem Druck bis zu 2000 atü durch die ringförmige Öffnung zwischen Patrize und Matrize herausgepreßt. Blei-K. der ganzen Kabellänge soll die gleiche Wanddicke über den Seelenumfang haben. Reinblei neigt bei Schwingungsbeanspruchung zu interkristalliner Brüchigkeit, daher werden Bleilegierungen benutzt. Diese erfordern beim Umpressen höhere Preßdrücke und lassen sich schwieriger verarbeiten. Die senkrecht angeordneten Kolbenpressen werden nach dem Inhalt des Rezipienten (Behälter für flüssiges Blei) eingeteilt von etwa 400 kg

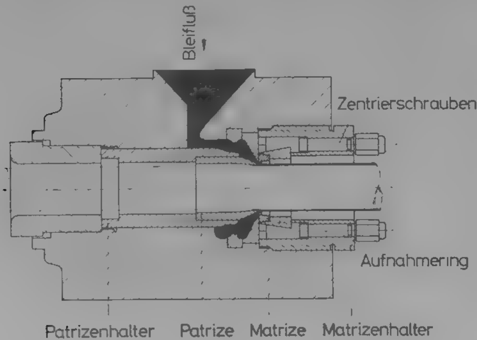


Bild 1. Pressenkopf einer Bleimantelpresse.

für die Ummantelung dünner Kabel bis zu etwa 1000 kg für Kabel größeren Durchmessers. Die Kolbenpresse besteht aus dem Pressenständer, dem Kolben mit Stempel (Plunger), dem Rezipienten, dem Pressenkopf und dem Rückzugkolben. Zur Inbetriebnahme müssen Pressenkopf und Rezipient angeheizt werden. Das flüssige Blei (etwa 400° C) wird in Rezipienten geleitet und kühlt dort auf etwa 200° C ab. Zuerst wird das Proberohr zur Prüfung der Abmessungen gepreßt. Beim Preßvorgang wird der am Kolben befestigte Stempel in den Rezipienten gedrückt. Er preßt Blei in den darunter liegenden Pressenkopf. Die Kabelseele läuft in diesen und wird darin mit Blei-K. umpreßt.

Matrizen- und Patrizenhalter sind mit Trapezgewinde im Pressenkopf verschraubt. Bleistrom fließt vom Rezipienten nach unten in den Pressenkopf und wird dort in die Waagerechte umgeleitet. Er umfließt den Patrizenhalter mit der Patrize und schweißt beim Durchfluß durch ringförmigen Raum zwischen Patrize und Matrize zusammen. Bleimanteldicke wird durch axiales Verschieben der Matrize zur Patrize und Gleichmäßigkeit der Dicke am Umfang durch radiale Verstellung der Matrize mit 4 Stellschrauben eingestellt. Bei Kabeln größeren Durchmessers reicht eine Rezipientenfüllung für eine Kabellänge nicht aus. Dann wird die Presse angehalten, Stempel auf Anfangsstellung gebracht und Rezipient neu mit flüssigem Blei gefüllt. Neue Bleifüllung wird mit noch heißem, ausgepreßtem Blei-K. verschweißt. Diese Ansatzstellen (Bambusringe) verändern K.-Eigenschaften nicht. Allerdings müssen Verunreinigungen der Schmelze auf jeden Fall vermieden werden. Setzt sich Verunreinigung innerhalb des K. fest, so kann zwar eventuell der K. der Werksdruckprüfung standhalten, beim Verlegen kann aber die dünne Bleischicht um die Verunreinigung reißen, so daß eine Leckstelle im K. entsteht. Gegenüber Blei-K. haben Aluminium-K. den Vorteil geringeren Gewichtes, größerer Leitfähigkeit und damit günstigeren Reduktionsfaktors, größerer Quersteifigkeit, freilich auch den Nachteil geringerer Biegbarkeit des glatten Al-K. und der Empfindlichkeit gegen chemische Korrosion. Daher ist ein guter Korrosionsschutz erforderlich. Fertigungsverfahren, bei denen die Kabelseele in Aluminiumrohr eingezogen und das Aluminiumrohr mit Werkzeugen auf die Seele gedrückt und gewellt bzw. mit Balgen versehen wurde, sind zugunsten des unmittelbaren Warmaufpressens des Aluminium-K. aufgegeben worden. Wegen des höheren Al-Schmelzpunktes und des erforderlichen höheren Preßdruckes können Bleimantelpressen nicht für Aluminiumummantelung benutzt werden. Temperatur, Druck, Abzugsgeschwindigkeit und Kühlung müssen bei Aluminiumpressen so festgelegt werden, daß Aderisolierung nicht gefährdet und der K. einwandfrei umgepreßt wird. Die höheren Preßdrücke und -temperaturen erfordern eine entsprechende Konstruktion der Aluminiummantelpresse. Einschlägige Firmen fertigen zwei Pressentypen: 1. eine intermittierend arbeitende Doppelkolbenpresse und 2. eine kontinuierlich arbeitende Vorkammer-Einkolbenpresse. Bei 1. sind zwei Preßzylinder mit Preßkolben und Stempeln sowie Rezipienten waagerecht zu beiden Seiten des Pressenkopfes angeordnet.

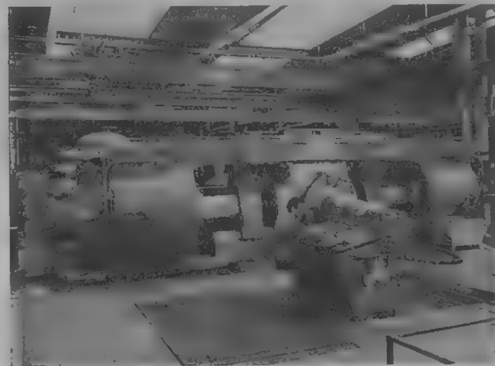


Bild 2. Doppelkolben-Aluminiummantelpresse.

Aluminiumbolzen werden in der Induktionsspule auf etwa 400° C angewärmt und dem Rezipienten zugeführt. Eine Gleichlaufeinrichtung sorgt beim Auspressen des Aluminiums dafür, daß aus beiden Rezipienten gleiche Al-Mengen in den Pressenkopf fließen. Die Kühlung des K. verhindert die Beschädigung der Kabelseele. Die stehende Einkolbenpresse ist ähnlich wie die Bleimantel-Kolbenpresse aufgebaut.

Der vorgewärmte Al-Bolzen wird aus dem Rezipienten in die Vorkammer gedrückt. Der Hauptteil des Aluminiums wird zum K. um die Seele gepreßt. Wenn

Aluminium völlig aus Rezipienten gepreßt ist, wird dieser durch ein Ventil geschlossen und nunmehr das in der Vorkammer vorhandene Aluminium ausgepreßt. Dieses reicht aus, um ohne Unterbrechung des Preßvorganges Rezipienten mit neuem Al-Bolzen zu



Bild 3. Einkolben-Aluminiummantelpresse mit Vorkammer.

beschicken. Daher können auch Kabel großen Durchmessers ohne Haltestellen umpreßt werden. Bei K. mit ⌀ von ≧ 50 mm unter dem K. (angestrebt ≧ 40 mm) wird Al-K. anschließend an das Auspressen mit Welleinrichtung gewellt. Dieser gewellte K. ist leichter biegbar. Bei Verwendung von Stahl zur Ummantelung von Kabelseelen wurden neue fertigungstechnische Wege beschritten. Über Eigenschaften und Anwendung → Kabelmantel. K. müssen einwandfrei geschweißt werden, so daß die Schweißnaht bei der Wellung weder aufreißt noch Poren enthält. Korrosionsschutz muß jegliche elektrolytische und chemische Korrosion ausschließen. Die Anlage für die Stahlwellummantelung besteht aus der Querschweißeinrichtung zum Aneinanderschweißen und Aufwickeln der Stahlbänder, der Vorrichtung zum Schneiden der Stahlbänder auf die nötige Breite, der Wellmantelmaschine und der Einrichtung zum Aufbringen des Korrosionsschutzes und der Kunststoff-Außenhülle. Die von Stahlbandwalzwerken gelieferten Stahlbänder werden durch Querschweißung zu erforderlichen Längen verbunden. Dabei wird die Banddicke geprüft und das Band auf die Trommel aufgewickelt. Dann werden die Bänder mit der Kreismesserschere auf die nötige Breite beidseitig beschnitten. Damit die Bandkanten keinen Rost ansetzen, muß das Schneiden kurz vor der Ummantelung vorgenommen werden. Die Stahlwellmaschine besteht aus Seelenablaufbock, Stahlbandablaufbock, Stahlbandreinigungseinrichtung, Werkzeugen für Formung des Bandes zum Rohr, Schweißeinrichtung, Spannzangenabzug, Wellvorrichtung und Aufwickeleinrichtung. Das Stahlband wird im Reinigungsbad von Öl und Schmutz befreit und läuft in das aus mehreren Stufen bestehende Formwerkzeug. Die trockene Kabelseele wird in das zum Rohr geformte Band geführt. In der Schweißeinrichtung werden Bandkanten mit Lichtbogen zwischen Elektrode und Bandkanten unter Schutzgas (Argon) stumpf zusammengeschweißt. Da der Stahl-K. einen größeren Durchmesser als die Seele hat, wird die Seele durch die über den K. abgeleitete Wärme nicht beschädigt.

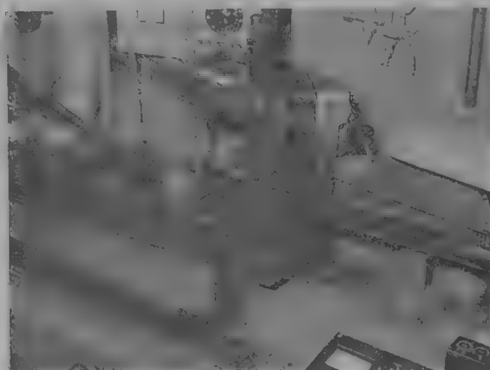


Bild 4. Schweißeinrichtung der Wellmantelmaschine.

Das durch ein Kühl- und Schmiermittelbad gelaufene Rohr wird durch eine sich drehende Wellscheibe schraubenförmig gewellt, so daß die K.-Täler die Seele berühren. Zur Bildung des Rohres für die Seelen aller Durchmesser ist eine feine Abstufung der Formwerkzeuge nötig. Die blanken Kabel werden mit Druckluft abgedrückt. Für Sonderzwecke, z. B. induktionsgeschützte und Hochfrequenz-Antennenkabel, kann statt des Stahlbandes auch Kupfer- bzw. Aluminiumband für die Ummantelung genommen werden. Dann wird der Korrosionsschutz auf besonderer Fertigungsstraße aufgebracht. Dieser besteht aus plastischer Masse (Polyment) für die Ausfüllung der Wellentäler und aus wendelförmig aufgesponnenen Kunststoffbändern. Darüber wird die Kunststoffhülle aus Polyvinylchlorid (PVC) oder vorzugsweise aus Polyäthylen (PE) aufgepreßt. Auch Blei- und Aluminiummantelkabel benötigen Korrosionsschutz. Im allgemeinen werden Bleimantelkabel blank in Kabelkanäle eingezogen. Wo vagabundierende Ströme vorhanden sind, müssen Bleimantelkabel Korrosionsschutz erhalten. Dieser Korrosionsschutz für unbewehrte Blei- und Aluminiummantelkabel (→ Schutzhüllen bei Kabeln) wird in besonderem Arbeitsgang aufgebracht und besteht aus zwei Schutzschichten.

Bei ständig laufender Fertigung von Al-Mantelkabeln ist die Einrichtung einer Fertigungsstraße wirtschaftlich. Das blanke Kabel durchläuft ein Massebad. Dann spinnen Tangentialspinner Kunststoffbänder auf Kabel. Vorzugsweise werden diese auch längs aufgebracht. Anschließend wird die Kunststoffhülle (PVC, vorzugsweise PE) mit einer Schneckenpresse (Extruder) aufgepreßt.

Literatur: (s. a. Lit. zu „Bewehrung von Fernmeldekabeln") — H. Borchardt und G. Hosse, Kabel mit gepreßten Aluminiummänteln, Siemens-Z., Bd. 27 (1953), S. 203–211 — H. Borchardt und W. Thele, Kabel mit kontinuierlich umpreßtem Aluminiummantel, Siemens-Z., Bd. 34 (1960), S. 799–805 — M. Trouble, J. Bendayan, H. Pech, M. Blaise und G. Fuchs, La protection contre la corrosion, Câbles et Transmission, Bd. 15 (1961), S. 395–402 — G. Wanser, Kabel mit geschweißten und gewellten Metallmänteln Draht-Fachz., Bd. 17 (1966), H. 4. *Leichsenring*

Kabelmantelkonstruktionen für Sonderzwecke → Kabelmantel.

Kabelmantelreduktionsfaktor oder -schutzfaktor, Kabelmantelstrom → Kompensation durch geerdete Leiter.

Kabelmarke (auch Grenzmarke genannt). Auf einem kunststoffüberzogenen Stahlrohr mit einem Gewindeteil am unteren Rohrende oder auf einem schrauben-

Kabelmarke.

förmig gedrehten Metallschaft sitzt ein Kopf aus glasfaserverstärktem Polyester mit einer quadratischen Grundfläche von 95 × 95 mm. Der Kopf ist nach oben leicht verjüngt, die Höhe beträgt 60 mm (s. Bild). Die K. wird so tief in den Boden eingedreht oder geschlagen, daß der Kopf über dem Boden sichtbar bleibt.

Die K. dient ursprünglich als Grenzmarke zur Grundstücksvermessung. Sie wird anstelle eines → Kabelmerksteines mit eingefärbtem (z. B. gelb) Kopf und eingeprägtem Zeichen (z. B. BP) zur Kennzeichnung der Kabellage eingesetzt. *Stegmann*

Kabelmaschine → Fertigung von Fernmeldekabeln.

Kabelmerksteine (s. Bild) werden längs der Kabeltrasse eines Erdkabels an den Stellen gesetzt, die für das Auffinden des Kabels an Hand des Kabelplanes erforderlich sind, wenn kein geeigneter Festpunkt

Bezeichnung	Äußere Abmessung mm	Gewicht ca. kg
Kabelmerkstein	160/120/600	28

Kabelmerkstein.

(Hausecke usw.) in der Nähe ist. K. erhalten auf ihrem Kopf u. U. einen Hinweis auf die Art des Kabels (z. B. Blitzpfeil bei Starkstromkabeln) oder auf den Eigentümer (z. B. BP) (→ Kabelverlegung unter 2).

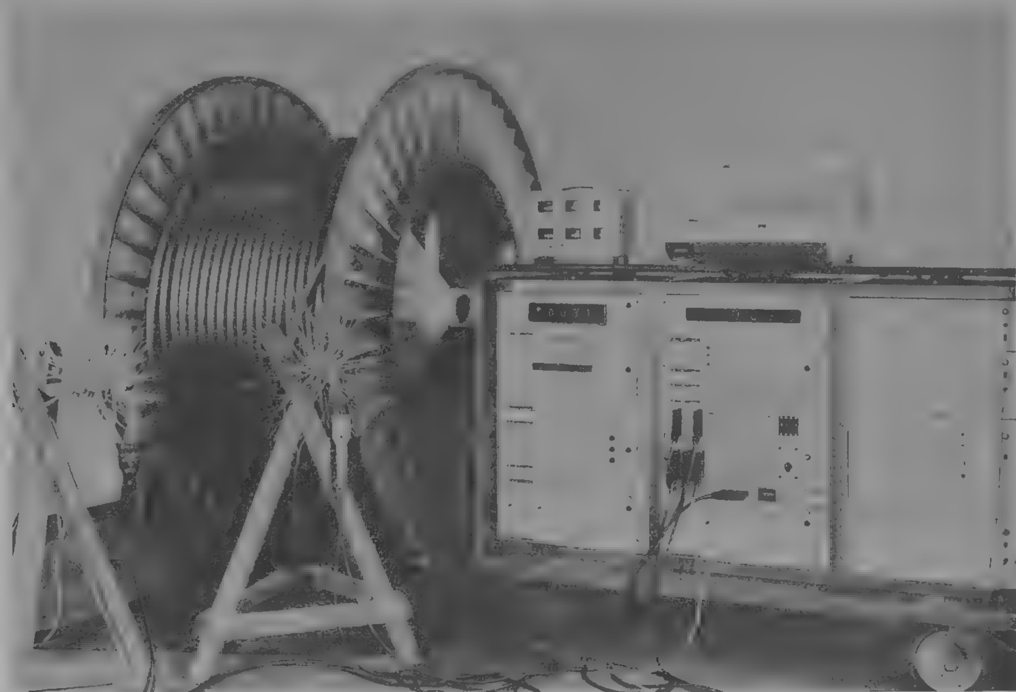
Kabelmeßautomat. Der K. ist eine automatische Meßeinrichtung zur Rationalisierung von Messungen an Fernmeldekabeln während der Fertigung und im Prüffeld. Die Kabelvierer werden entweder der Reihe nach in eine Anlegezange eingeführt oder vor Beginn der Messung an ein Anlegefeld angeschlossen, von dem sie mittels Relais nacheinander an den Automaten angelegt werden.

Gemessen werden in der Regel die Ader-, Schleifen- und Differenzwiderstände, die Betriebs- und Viererkapazitäten, die Imvierer- und Außenviererkopplungen und die Erd- und Außenerdkopplungen.

K., die bei der Abnahme Verwendung finden, müssen die Forderungen nach VDE 0472/6.65 und 0816/6.64 gegebenenfalls auch nach VDE 0813/7.62 (Schaltkabel) erfüllen. Der K. gliedert sich je nach Ausführung in: die Anlegeeinrichtungen; die eigentlichen Kabelmeßgeräte (für Widerstand, Kapazität und Kopplung); die Umschalteeinrichtung (für die verschiedenen Meßarten) und dazugehörigen Steuerun-

gen; den Analog-Digital-Wandler mit Digitalanzeige; das Steuergerät für die Registrierung; den Drucker oder Fernschreiber oder die Lochstreifen- oder Lochkartenstanze; die Auswerteeinrichtungen, wie z. B. Grenzwertmelder (für Handeinstellung oder für Lochkartenprogrammierung); die Klassier- oder Statistikgeräte; den Klein-Prozeßrechner in »on-line«- oder »off-line«-Betrieb.

Das Bild zeigt die Ausführung eines K.



Kabelmeßautomat.

Es ist weiterhin möglich, eine größere Anzahl von automatischen Anlegeeinrichtungen fortlaufend zu beschicken und der Reihe nach an mehrere Meßeinrichtungen zu legen, die von einem großen Prozeßrechner gesteuert werden. Neben dem Ausschreiben der üblichen Abnahmeprotokolle können dann (wie bei der Verwendung eines Klein-Prozeßrechners) gleichzeitig verschiedene Auswertungen vorgenommen werden. *Schneider*

Kabelmeßkoffer besitzt im wesentlichen die zur Vornahme von Überwachungs- und Fehlermessungen (→ Fehlerortung) notwendigen Schaltungen einer Wheatstone-Brücke, die mit Hilfe eines Schaltungswählers schnell hergestellt werden können. Auch die verschiedenen Meßbereiche zum Erzielen der günstigsten Meßempfindlichkeit lassen sich durch Betätigen eines Schalters einfach einstellen. Um die Bedienung des K. weiter zu erleichtern, besitzt er einen Schleifdraht, auf dem sich ein Kontaktgeber derart verschieben läßt, daß sich der Schleifdraht in zwei stetig veränderbare Brückenzweige der Wheatstone-Brücke unterteilen läßt. Als Ableseinstrument für die Gleichstrommessungen besitzt der K. ein Lichtzeigergalvanometer (früher ein übliches Zeigergalvanometer). Für die Vornahme von Wechselstrommessungen ist der K. entweder mit einem Magnetsummer oder einem transistorisierten Sender und einem transistorisierten Empfänger ausgerüstet, an den ein Kopfhörer angeschlossen werden soll. Der K. wird in verschiedenen Ausführungen von den Firmen Hartmann & Braun sowie Felten & Guilleaume hergestellt. Werden besonders hohe Anforderungen an die Meßempfindlichkeit gestellt, so kann bei einer Ausführungsform der Firma Hartmann & Braun an das eingebaute Lichtzeigergalvanometer noch eine Differentialphotozelle außen angeschlossen werden, die die Gleichstromverstärkung für Messungen des Isolationswiderstandes bei hochohmigen Isolationsfehlern um das 50fache steigert. Neuerdings wird durch Anwenden eines Transistorverstärkers besonderer Bauart die Gleichstromverstärkung herbeigeführt. Die verschiedenen Ausführungen des K. haben sich durch die Anzahl der in ihm eingebauten Schaltungen ergeben. Der K. in der Ausführung IIIa,

der die Möglichkeit der Anschaltung einer Photozelle besitzt, wird in erster Linie im Fernmeldekabelmeßdienst eingesetzt. Die übrigen K. weisen weniger Schaltungen auf und sind dem Ortskabelmeßdienst vorbehalten. Die wesentlichen Schaltungen, die mit dem K. jeder Bauart hergestellt werden können, bezwecken die Ermittlung des Leiterwiderstandes, des Widerstandsunterschiedes, des Isolationswiderstandes, der Kapazität von Leitungen und der Induktivität von Spulen. Für die Fehlerortung lassen sich die Schaltungen für die → Erdfehlerschleifenmessung nach Murray, die → Dreipunktemessung nach Graf, die Aderbruchmessung und die → Doppelbrückenschleifenmessung nach Küpfmüller benutzen. Die Erdfehlerschleifenmessung nach Varley zur Fehlerortung wurde aufgegeben, weil sie der Erdfehlerschleifenmessung nach Murray unterlegen ist. Ebenso ist das Meßverfahren nach Kelker nicht mehr üblich, weil es sich nur auf Messungen auf Freileitungen beschränkt. Mit Hilfe von Gleichstromimpulsen können auch Fehler im Leiterwiderstand, hervorgerufen durch schlechte Lötstellen, geortet werden, die sich als Kopplungsfehler in bespulten Leitungen bemerkbar machen. Jetzt ist ein Einheitsmeßkoffer entwickelt worden, der nur die wichtigsten Schaltungen enthält sowohl für den Fernkabel- als auch für den Ortskabelmeßdienst geeignet ist, und der für alle Messungen — trotz höchster Empfindlichkeit — nur ein Zeigerinstrument enthält.

Literatur: Der Fernmeldeingenieur, H. 4, 1956. *Prillwitz*

Kabelmessungen an Fertigungslängen im Kabelwerk oder an zusammengeschalteten mehreren Fertigungslängen auf der Kabelstrecke zum Unterschied von Messungen an Fernleitungen Fernleitungsmessungen. Die eigentlichen K. lassen sich unterteilen in elektrische, pneumatische und mechanische Messungen. Die elektrischen K. nehmen den größten Umfang ein und gliedern sich in

1. Werk- und Gütemessungen im Kabelwerk,
2. Ausgleichsmessungen auf der Kabelstrecke (→ Ausgleichsmessungen),
3. Abnahmemessungen an einer fertig montierten Kabelanlage (→ Abnahmemessungen),
4. Gewährmessungen, die in der Regel drei Jahre nach den unter 3. angegebenen Messungen mit dem Ziele durchgeführt werden, ob die s. Z. an die abgenommene Kabelanlage gestellten Anforderungen noch erfüllt sind,
5. Überwachungsmessungen an einer fertig montierten Kabelanlage,
6. Untersuchungsmessungen an einer fertig montierten Kabelanlage,
7. Fehlermessungen zwecks Bestimmung der Fehlerlage → Fehlerortung.

Die genannten Messungen werden z. T. mit Gleichstrom, z. T. mit Wechselstrom sowohl an bespulten als auch an unbespulten Leitungen vorgenommen. Bei den Werkmessungen handelt es sich ausschließlich um Messungen, die von Kräften des Kabelwerks durchgeführt werden, deren Mindestumfang jedoch durch die DBP bestimmt wird. Die Gütemessungen beschränken sich auf Stichproben durch Bedienstete der DBP, die die Richtigkeit der Werkmessungen bestätigen sollen. Unter Umständen kann auch der Güteprüfbeamte der DBP eine Erhöhung des Umfangs der Werkmessungen veranlassen, wenn bei ihm Zweifel über die Vertragsmäßigkeit der zu gewährleistenden elektrischen Eigenschaften an den Fertigungslängen durch das Kabelwerk entstehen. Zur Erleichterung bei der Vornahme der meist umfangreichen Werkmessungen werden neuerdings Meß- und Prüfautomaten eingesetzt. Überwachungsmessungen bestehen in der Regel in Gleichstrommessungen, und zwar in erster Linie in der Ermittelung des Isolationszustandes der zu messenden Kabelanlage. Früher wurden an einigen Adern der Fern- und Bezirkskabel die Messungen täglich vorgenommen. Jetzt beschränkt man sich darauf, den Isolationszustand der einzelnen Adern von derartigen Kabeln etwa in Abständen von einem halben Jahr festzustellen. Neuerdings werden selbsttätig arbeitende Isolationsüberwachungseinrichtungen eingesetzt, um Personal einzusparen → Isolationsüberwachung. Wenn eine Kabelanlage durch Umlegungen oder durch Einspleißen von Ersatzkabelstücken verändert worden ist, werden Überwachungsmessungen auch mit Wechselstrom mit dem Ziele durchgeführt, den Grad der Veränderung an der Anlage zu erfassen, um u. U. durch nachträgliche Ausgleichsmaßnahmen den ursprünglichen übertragungstechnischen Zustand wieder herzustellen. Demselben Zweck dienen auch die Untersuchungsmessungen, die früher als Unterhaltungsmessungen von der Deutschen Fernkabel-Gesellschaft ausgeführt wurden. Sie beschränken sich in der Regel auf die Überprüfung des übertragungstechnischen Zustands in Abständen von etwa fünf Jahren an älteren bespulten Niederfrequenzfernkabeln (NFFk) und Bezirkskabeln in der höheren Netzebene. Bei den übrigen Kabeln der DBP, Trägerfrequenzkabeln (TFFk), Trägerfrequenzverbindungskabeln (TFVk), Bezirkskabeln mit ausschließlicher Trägerfrequenzausnutzung (TFBzk), Bezirkskabeln der unteren Netzebene, Ortsverbindungskabeln, Ortskabeln und Seekabeln kommen die unter 1 bis 5 und unter 7 genannten Messungen zur Anwendung. Allerdings sind Art und Umfang der Messungen nach der Bedeutung der jeweiligen Kabelart (Kabel in der höheren oder unteren Netzebene) unterschiedlich.

Die pneumatischen Messungen haben erst in den letzten Jahren größere Bedeutung durch die Druckluftfüllung von Ortskabeln in einigen Ortsnetzen sowie durch die Stickstoffüllung von Weitverkehrskabeln mit Kunststoffisolation erlangt → Druckgasüberwachung. Mechanische Messungen beschränken sich auf die Prüfung der in den Fertigungslängen benutzten Materialien, z. B. Nachmessen von Manteldicken, Prüfen der Art und des Verhaltens der verwendeten Papierbänder zur Isolation.

Literatur: Der Fernmeldeingenieur, H. 2 und 3, Jg. 1956.
Prillwitz

Kabelmeßwagen werden in erster Linie für die genaue Ortung von Fehlern auf einer kurzen Kabelstrecke und ihre Beseitigung im Anschluß an die Ortung benutzt. Sie enthalten einen Raum, in dem die dafür erforderlichen Meßgeräte — in der Regel ein Kabelmeßkoffer und ein → Kabelsuch- und Auslesegerät sowie ein Meßbeamter mit Helfern — befördert werden können, und besitzen oft einen weiteren Raum zum Mitführen der für eine Fehlerbeseitigung notwendigen Geräte. Bei größeren K. ist noch ein besonderer Raum mit Trennwand für den Fahrer vorgesehen. Außerdem sind die größeren K. derart eingerichtet worden, daß in dem eigentlichen Meßraum auch noch weitere Meßgeräte befördert werden können, wenn von einer Verstärkerstelle aus → Kabelmessungen vorgenommen werden müssen. Je nach Größe unterscheidet man K. für den Fern- und den Ortskabelmeßdienst. Die zuletzt genannten Kraftfahrzeuge sind in der Regel hinsichtlich der Meßgeräte nur zur Mitnahme von Gleichstrommeßgeräten und einem Kabelsuch- und Auslesegerät ausgestattet. Durch das Verlegen der Kabel abseits von öffentlichen Wegen in der neueren Zeit hat es sich als notwendig erwiesen, K. mit Allradantrieb, Differentialsperre und größerer Bodenfreiheit einzusetzen, damit die Kraftfahrzeuge auch jeden Punkt der Kabeltrasse in schwierigem Gelände erreichen können. Bei allen K. bietet sich die Möglichkeit, noch einen Einachs- oder u. U. einen Zweiachsanhänger mit Hilfe einer Anhängerkupplung mitzuführen, der noch Geräte aufnehmen kann, die in dem eigentlichen Geräteraum des K. nicht mehr untergebracht werden können. Für die Beförderung von längeren einzuspleißenden Ersatzkabelstücken bei einer Fehlerbeseitigung reichen allerdings diese Anhänger nicht aus. Wenn → Ausgleichsmessungen an bespulten Kabeln auf der Strecke vorgenommen werden, steht ein zweiachsiger Anhänger mit etwa 1 t Nutzlast zur Verfügung, in dem sämtliche Meßgeräte mit Zubehör zur Vornahme von Ausgleichen im Niederfrequenzbereich fest eingebaut sind. Als Zugmaschine für diesen Anhänger kommt in erster Linie ein K. mit Allradantrieb und Differentialsperre in Frage. *Prillwitz*

Kabelmontage (bei Ortskabeln). 1. Allgemeines.

Die Montagearbeiten umfassen alle Spleiß- (→ Aderverbindung), Löt- (→ Kabelmuffe), Bespulungs- und Ausgleichsarbeiten an den Kabeln. Es sind Verbindungs-, Abzweig-, Aufteilungs- und Kondensatorlötstellen, Stopfstellen und ggf. auch Prüfstümpfe herzustellen u. Kabelabschlußeinrichtungen, Pupinspulen (Spulenkästen oder -muffen), Ergänzungsnetzwerke oder Reduktionstransformatoren einzubauen. Die Kabel können als Röhren-, Erd- oder Luftkabel ausgelegt sein (→ Kabelverlegung, Kabelformen → Fernsprechkabel und → Ortskabel).

2. Fernmeldebauzeug für die Kabelmontage.

Je nach Kabelausführung und Art der Lötstelle werden zur Montage gebraucht:

2.1. Verbindungs- und Abzweigmuffen;

2.1.1. Verbindungs- (DIN 47 610) oder Abzweig-Bleimuffen (DIN 47 613)

2.1.2. → Aufteilungsmuffen mit kreisförmiger bzw. rechteckiger Grundform einschl. Muffen- und Kabelschellen,

2.1.3. → Kunststoffmuffen oder → Übergangsrohre von Polyäthylen (PE)- auf Metallmantelkabel,

2.1.4. → Haubenmuffen.

2.1.5. In Ausnahmefällen kann die Muffe auch aus Walzblei zugeschnitten sein.

2.2. Als Lötbauzeug werden weiterhin benötigt:

2.2.1. → Isolierhülsen und → Gruppenringe aus Papier oder Kunststoff,

2.2.2. Nesselband oder Glasgewebeband,

2.2.3. Röhrenlötzinn (60 v. H. Sn, 2 mm ⌀, antimonfrei), Flußmittel: Kolophonium, frei von korrodierend wirkenden Aktivierungszusätzen,

2.2.4. Stangenlötzinn (35 v. H. Sn, höchstens 0,5 v. H. Sb),

2.2.5. als Flußmittel für Schmierzinnlötungen: reiner Rindertalg,

zum Austrocknen der Lötstelle: Blaugel im Beutel zu 10, 25 oder 50 g,

Korrosionsschutzbinden für Erdkabellötstellen nach DIN 40 631 und Dichtungsbinden (streichfähiges Glasgewebeband mit Vaselinebasis-Tränkung).

2.3. Für PE-Kabel werden neben den PE-Muffen

2.3.1. für die Aderverbindung → Aderverbindungshülsen mit den zugehörigen Werkzeugen und Gruppenringe aus PE,

2.3.2. für die Muffenherstellung → Heizband und das zugehörige → Schweißsteuergerät benötigt.

3. Vorbereiten der Arbeitsstelle.

3.1. Bei Kabelmontagearbeiten in Kabelschächten (KSch) oder Abzweigkästen (AzK) sind zum ordnungsgemäßen Öffnen der KSch und AzK die dafür vorgesehenen Geräte (→ Deckelheber) zu verwenden. Festgefrorene Deckel dürfen nur mit Rammen aus Holz oder besonderen → Heißluftauftaugeräten gelöst werden. Schnee und Eis dürfen nur dann mit metallischen Geräten von dem Schachtdeckel entfernt werden, wenn die Geräte aus funkenfrei arbeitendem Werkstoff bestehen. Auftauen mit offener Flamme ist wegen der damit verbundenen Explosionsgefahr verboten.

Vor dem Betreten sind die KSch ausreichend zu lüften. Auch die benachbarten KSch und AzK sind zu öffnen und so lange offenzuhalten, wie in dem KSch gearbeitet wird. Mit einem Gaswarngerät (→ Kabelkanal unter 14) ist zu prüfen, ob schwere oder leichte Gase in einem KSch oder AzK vorhanden sind. Auch während der Arbeitszeit ist die Gasfreiheit der KSch und AzK in kurzen Abständen zu überwachen bzw. nachzuprüfen.

In den KSch ist grundsätzlich mit einer Leiter einzusteigen; auf Kabel, Muffen und Kabelhalter darf auf keinen Fall getreten werden. Vor Beginn der Arbeiten sind Wasser und Schlamm aus dem KSch zu entfernen. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse wird über den KSch ein → Kabellötzelt gestellt, das gegen Wind und Sturm gut zu verankern ist.

3.2. Bei Kabelmontagearbeiten an Erdkabeln:

Die Lötgrube ist so herzurichten, daß die Muffe mit ihrer Außenkante in weitem Bogen bis zu 0,3 m weit nach der Feld- bzw. Häuserseite aus der Kabelachse herausgedrückt werden kann, um sie auf gewachsenem Boden — in Sand gebettet — lagern zu können. Die Lötgrube ist gegen eindringendes Tagwasser zu schützen; ein Kabellötzelt ist zu benutzen.

4. Zurichten der Lötstelle.

Die Längen der Kabelenden sind so zu bemessen, daß das fertig gelötete Kabel in die vorgesehene endgültige Lage gebogen werden kann.

Bei starkstrombeeinflußten Fernmeldekabeln ist der Mantel des ankommenden und des abgehenden Kabels vor dem Spleißen und Löten über die Arbeitsstelle hinweg elektrisch gut leitend mit einem Kupferseil von 6 mm² Querschnitt zu verbinden.

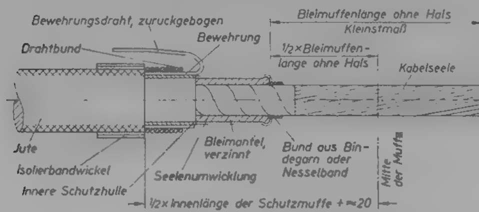


Bild 1. Absetzmaße für PMbc-Kabelmontage.

Je nach dem Kabelaufbau (Mantelaufbau, Spleißart, Aderzahl und -durchmesser) sind Größe und Art der Kabelmuffe auszuwählen und das Kabel für das Anbringen der Muffe und für die Spleißung der Adern in genügender Länge abzusetzen (Bild 1 bis 3, Tabelle 1 und 2).

Tabelle 1. Absetzmaße der Kabelenden für Bleimuffen.

Kurzzeichen für die Muffen	Absetzmaße in mm				
	C	B	A	b	c
FS/FVS 12	320	250	150	20	40
20	390	310	200	20	40
30	480	380	200	25	50
40	550	440	290	30	60
50	670	540	340	30	60
60	750	600	400	40	80
70	830	660	400	40	80
80	910	720	460	50	100

Die Stellen des Kabelmantels aus Metall, an denen später die Lötwülste geschmiert werden müssen, sind gründlich zu säubern und sorgfältig bei Bleimänteln mit Röhrenlötzinn, bei Stahlwellmänteln mit Lötpaste und bei Aluminiummänteln mit Metallisierungslot (Reibelot) Sorte L Sn Zn 70/30 zu verzinnen.

5. Fertigen der Spleißstelle → Aderverbindung.

6. Kabeladerprüfung.

Die Prüfung der Kabeladern über jede fertige Spleißstelle hinweg auf richtige Folge, Unterbrechung, Schleifenberührung mit einer anderen Ader und Nebenschluß hat von der Abschlußeinrichtung (Trennleiste, Endverschluß (EVs) usw.) aus in der

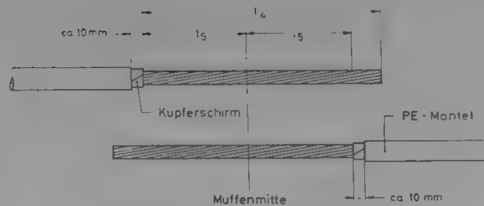


Bild 2. Absetzen der PE-Kabel.

Tabelle 2. Absetzmaße (mm) der PE-Kabel für PE-Muffen

Muffentyp	l_4	l_5
VAEL 80	270	95
VAEL 120	340	130
VAEL 150	500	200
VAEL 200	500	200

Reihenfolge der herzustellenden Spleißstellen mit dem → Kabeladerprüfgerät zu erfolgen.

7. Trocknen der Lötstelle.

Bei der Kabelzurichtung, der Adernspleißung und dem Muffenbau ist darauf zu achten, daß die Kabelseele in der Muffe trocken bleibt. Feuchte Lötgruben, KSch oder Kabelkeller sind zu beheizen. In die Lötstelle selbst ist eine entsprechende Menge von Blaugel einzulegen. Isolierhülsen, Gruppenringe und Nesselband sind in möglichst luftdicht schließenden Behältern unterzubringen, und es darf jeweils nur der gerade benötigte Arbeitsvorrat entnommen werden. Erforderlichenfalls ist die Lötstelle mit dem → Heißlufttrockengerät vor dem Verschließen der Muffe zu trocknen.

8. Verschließen bzw. Öffnen der Lötstellen.

Über den fertigen Adernspleiß wird die für das Kabel passende Muffe gelegt:

8.1. Bei Metallmantelkabeln.

Die Bleimuffen und die Enden der Metallmäntel sind anzuwärmen. Unterschiede zwischen den zu verbindenden Nähten sind durch Beklopfen oder durch Bleistreifen auszugleichen. Die Bleimuffe ist zunächst an ihrer Längsnaht und dann an ihren Hälsen dichtzulöten. Über diese Lötnähte sind Lötwülste aus Stangenlötzinn anzulöten. Zum Verstreichen des Lötzinns sind Leinen- oder Seidenlappen aus möglichst feinem Gewebe zu verwenden, die gut mit Talg zu durchtränken sind.

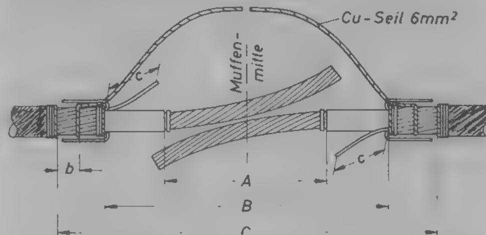


Bild 3. Verbinden der Kabelmäntel bzw. der Bewehrung bei starkstrombeeinflußten Kabeln.

Bei PMbc-Kabeln (Bleimantelkabel, bewehrt mit zusätzlicher Compound-Schicht) ist die fertige Lötstelle

mit einer Korrosionsschutzbinde bis über das unmittelbar über dem Bleimantel liegende Papierpolster dicht an den Abbund der Bewehrung heranzuwickeln.

Die Bewehrung von Erdkabeln ist, nachdem die Muffe fertiggestellt ist, mit mehreren verdrallten Kupferleitern (mindestens je 0,3 mm ⌀), die neben dem Abbund auf die metallisch blank gemachte Bewehrung aufgelötet werden, über die Muffe hinweg zu überbrücken (Bild 3). Beim Übergang von bewehrten Kabeln auf unbewehrte ist die Bewehrung mit dem Bleimantel metallisch zu verbinden. Bild 4 gibt ein Beispiel für die Anordnung des Überbrückungsseils bei Aluminiummantelkabeln.

8.2. Bei PE-Kabeln.

Vor dem Adernspleißen sind die Muffenköpfe der PE-Muffe auf die Kabelenden aufzubringen. Dazu ist der betreffende Stutzen so weit zu kürzen, daß das Kabel sicher unter Spannung in den Stutzen eingeführt

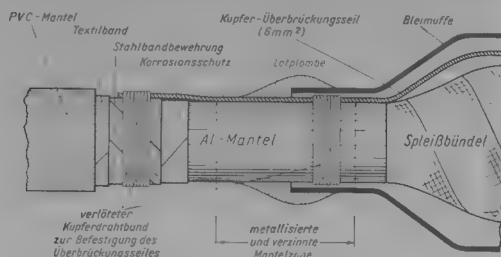


Bild 4.
Anordnung des Überbrückungsseiles bei Al-Mantel-Kabeln.

werden kann. An der auf dem Stutzen angegebenen Markierung, die dem mit dem Umfangmeßband festgestellten Kabelaußendurchmesser entspricht, ist der Stutzen abzuscheiden. Mit dem »Stutzenmesser« wird er zum Aufweiten angeschnitten (Bild 5).



Bild 5. Aufweiten des Stutzens mit dem Stutzenmesser.

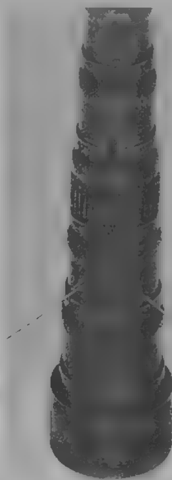


Bild 6. Aufweitedorn mit eingelegtem Heizband.

Anstelle des Stutzenmessers kann auch ein Seitenschneider oder eine Schneidzange benutzt werden. Das Heizband wird in der entsprechenden Rille des → Aufweitedorns eingelegt (Bild 6) und mit dem Schweißsteuergerät in den Stutzen (Programm: Tempern) festgeheftet (Bild 7). Zum Zusammenhalten ist der Stutzen an der zu verschweißenden Stelle außen mit einem Gummidruckband mit Metalleinlage mehrfach straff zu umwickeln.

Nach Fertigstellung der Aderverbindung und nachdem die Verbindungsstelle mit der beigegebenen Folie umwickelt ist, muß zunächst das Kupferseil der Schirmverbindung auf die Länge der Verbindungsstelle zusammengefaltet und an der Folie mit selbstklebendem Kunststoffband festgelegt werden. Die Muffenköpfe und die Stützschale (miteinander verhakt) werden in die endgültige Lage gebracht. Nach dem Reinigen aller zu verschweißenden Nähte der PE-Muffe und aller Heizbandstücke mit Methylenchlorid wird

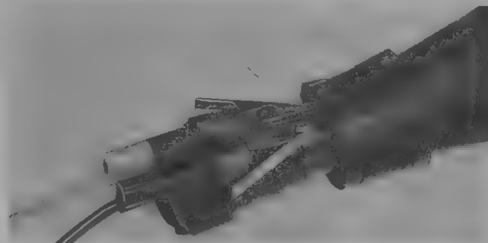


Bild 7.
Einheften (Eintempern) des Heizbandes in den Muffenstutzen.

das Muffenrohr aufgebracht und mit dem Spannband (Bild 8) festgelegt. Um das Ende des Muffenstutzens ist das Gummiband mit Stahleinlage unter Zug bis zum Stutzenrand nochmals fest zu umwickeln. Das Ende wird mit selbstklebendem Isolierband befestigt.

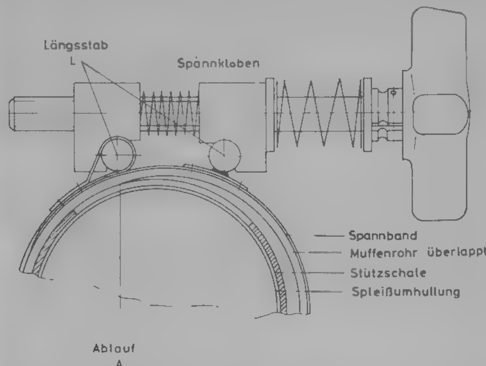


Bild 8.
Sitz des Spannbandes auf dem Rohrstück der PE-Muffe.

Die Nähte sind durch Anschluß der Heizdrähte an das Schweißsteuergerät (Stellung: Schweißen) zu verschweißen (Bild 9 und 10).

Es können auch mehrere Nahtstellen an den Stutzen durch Reihenschaltung gleichzeitig hergestellt werden (Schweißsteuergerät, Bild 4). Erst nach Abkühlung ungefähr auf Umgebungstemperatur sind die Spann- und Gummibänder abzunehmen.

Die Heizdrahtenden sind, da sie für ein eventuelles Wiederöffnen der Muffe noch benötigt werden, durch Überkleben mit Kunststoffklebeband auf der Muffe zu schützen.



Bild 9. Schweißen der Längsnaht unter dem Spannband.



Bild 10. Verschweißen des PE-Kabelmantels mit dem PE-Muffenstutzen.

8.3. Bei Übergangsrohren.

Die Montage des Übergangsrohres geschieht jeweils wie oben unter 8.1. bzw. 8.2. beschrieben.

8.4. Vor dem Öffnen der Muffen müssen die Mäntel zunächst über die Trennstelle metallisch verbunden werden. Zum Öffnen von Bleiverbindungs- und -abzweigmuffen werden die Lötzinnwülste an den Muffenhälsen mit dem Propanlötgerät so weit erwärmt, bis das Lötmetall breiartig geworden ist und sich mit einem Messer, einem gefetteten Lappen oder auch mit trockener Putzwolle abstreichen läßt. Entsprechend wird dann mit der Längsnaht verfahren. Durch Hin- und Herbiegen werden an den erwärmten Lötnähten die Muffenhälse vom Kabelmantel gelöst.

Beim Öffnen der Aufteilungsmuffen werden zunächst die Befestigungsschellen abgenommen und die Deckel von den Muffen und die Muffen von den Metallmänteln abgelötet. Die Muffe kann dann über den Mantel heruntergezogen werden.

Bei PE-Muffen wird mit dem PE-Schweißgerät — in der Stellung tempern — das Heizband erwärmt, und die Muffennähte werden geöffnet.

9. Lagerung der Muffen.

Die fertige Lötstelle ist in KSch zwischen zwei Kabelhaltern zu lagern. PE-Kabel werden an diesen Kabelhaltern durch Schellen festgehalten.

In AzK sind die Muffen in Kabeltragebänder zu legen. Aufteilungsmuffen werden mit besonderen Muffen- oder Kabelschellen am Kabelmuffengestell bzw. in kleinen Vermittlungsstellen und in den Unterbauten der Linienverzweiger an den Wänden befestigt.

Erdkabellötstellen sind auf gewachsenem Boden so zu lagern, daß sie mit ihrer Außenkante höchstens 0,3 m weit nach dem Feld bzw. der Häuserseite von der Kabeltrasse aus abweichen. Sie sind in eine Schicht aus Sand oder steinfreier Erde (etwa 5 cm) mit einer gleichen Schicht von 10 cm darüber zu betten. Fehlt gewachsener Boden, so ist, um die Lötstelle sicher zu lagern, die Bodenschüttung besonders gut zu verdichten und mit Abdeckplatten bzw. -ziegeln auszulegen. Die Lötmuffe ist darüber auf eine mindestens 10 cm dicke Schicht aus Sand oder steinfreier Erde zu lagern.

Die eingebettete Löststelle wird mit Abdeckplatten oder Ziegelsteinen in Querlage abgedeckt (→ Kabelabdeckplatten).

10. Abnahme.

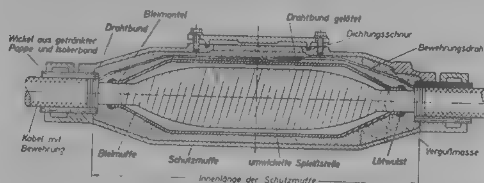
Nach Abschluß der Montagearbeiten durch Unternehmer sind die Anlagen abzunehmen. Sie werden auf Dichtigkeit der Kabelmäntel und der Muffen mit Druckluft geprüft. Die Betriebsfähigkeit der Kabeladern wird elektrisch überprüft.

K. bei Bezirks- und Fernkabeln ist das Zusammenfügen der einzelnen Kabel-Teillängen und der Einbau von Einrichtungen für die Aufnahme von Verstärkern oder Pupinspulen oder von Schutzeinrichtungen, wie Reduktionstransformatoren oder Reduktionsdrosseln, und der Abschluß der Kabel in den Endstellen zu einer vollständigen Kabelanlage. Man unterscheidet Spleißmontage und Muffenmontage. Zur Spleißmontage gehören: Das Vorbereiten der Kabelenden (Absetzen des Kabelmantels, Verlöten und Überbrücken der Bewehrung, Aufteilen der Verseilelemente), das Verbinden der Kabeladern durch Verwürgen oder Schleudern, das Verlöten oder Verschweißen der Spitzen (verlötet wird mittels Löthülsen; bei Polyäthylen (PE)-isolierten Kabeladern werden die galvanischen Verbindungen mittels Aderverbindungshülsen hergestellt), das Isolieren der blanken Verbindungsstellen mittels Isolierhülsen aus Papier oder Kunststoff und das Bandagieren der Spleißstelle mit Nessel- oder Glasgewebeband. Besondere Montagetechniken sind für das Verbinden von Koaxialpaaren entwickelt worden, um eine reflexionsfreie Verbindung dieser Verseilelemente zu erreichen. Zur Spleißmontage gehören das Anschalten der Pupinspulen, Ergänzungsnetzwerke, Reduktionstransformatoren und Verstärkermuffen sowie das

Vorbereiten der Kondensatorenmuffen für den Ausgleich und das Anschalten der Kabeladern, ob symmetrisch oder koaxial, an die Abschlußeinrichtungen in den Endstellen.

Die Muffenmontage umfaßt: Das Anbringen des mechanischen Schutzes und das Anbringen der zum Schutz gegen Feuchtigkeit notwendigen Hüllen für die Spleißstellen und für die in der Kabelanlage eingespleißten Einrichtungen. Diese Hüllen, Muffen genannt, sind je nach Kabelart oder erforderlicher Belastungsfähigkeit aus Blei, Kupfer oder Kunststoff (PE). Aufteilungsmuffen werden auch aus Stahlblech, verkupfert und verzinnt, gefertigt. Entsprechend der Art der Verwendung spricht man von Verbindungs- (geschlitzt oder rohrförmig), Abzweig-, Aufteilungs-, Schutz-, Pupinspulen- und Verstärkermuffen. Rohrmuffen werden für kunststoffisolierte Trägerfrequenz- (TF)-Kabelformen verwendet, die mit Druckgas überwacht werden. Die aus Kupfer, Blei oder Stahlblech bestehenden Schutzhüllen der Spleißstellen werden mittels Lötzinn am Kabelmantel und an den Längs- oder Rundnähten abgedichtet (sogenannte Schmiertechnik), wobei Stahlwell- oder Aluminiummäntel durch ein besonderes Lot an der Lötstelle vorverzinnt werden müssen. Die Kunststoffmuffen für PE-Kabel werden mit Hilfe von Heizdrähten, die in die Dichtungsstellen eingelegt und elektrisch beheizt werden, mit dem Kabelmantel verschweißt. Für den mechanischen Schutz werden bei den in die Erde verlegten Kabelstrecken gußeiserne Schutzmuffen um die Blei- oder Kupfermuffen gelegt und der Raum zwischen der inneren Muffe und der Schutzmuffe mit Vergußmasse ausgefüllt. In Röhrenkabelstrecken werden die Spleißstellen hochwertiger Kabel ebenfalls mit Schutzmuffen umgeben, deren Eingußöffnung nach unten montiert wird und offen bleibt. Der Hohlraum in den Schutzmuffen wird nicht ausgegossen. *Stegmann/Knacke*

Kabelmuffen sollen die Spleißstellen (→ Aderverbindung) der Kabeladern genauso schützen wie der Kabelmantel die Kabelseele. In erster Linie steht also der Schutz gegen Feuchtigkeit. Bei bewehrten Fern- und Bezirkskabeln ist auch der mechanische Schutz gegen Beschädigung wichtig (→ Verbindungs- und → Abzweigmuffe aus Blei). Diese K. werden deshalb in dazugehörige gußeiserne Schutzmuffen gebettet.



Aufbau der Verbindungslötstelle eines als Erdkabel ausgelegten Fern- oder Bezirkskabels.

Die Muffe ist so groß zu wählen, daß in ihr der Adernspleiß, dessen Größe von der Verseilart, dem Durchmesser und der Anzahl der Kabeladern und der Aderverbindungstechnik abhängig ist, untergebracht werden kann.

Es gibt Verbindungs- und Abzweigmuffen aus Blei für Metallmantelkabel. Für Polyäthylen (PE) -Kabel wird die gleiche Type (→ Kunststoffmuffe) sowohl für Verbindungs als auch für Abzweiglötstellen verwendet. Die → Aufteilungsmuffe aus Blei wird sowohl für Metallmantelkabel als auch für PE-Mantelkabel — im letzteren Falle unter Verwendung eines → Übergangsrohres — benutzt. Dieses Übergangsrohr dient auch zum Übergang von PE-Mantelkabeln auf Bleimantelkabel (→ Kabelmontage). *Stegmann*

Kabelmux. Im Vergleich mit nationalen und kontinentalen Kabeln erfordern interkontinentale Kabel sehr hohe Anlagekosten. Deshalb ist es wichtig, die in einem interkontinentalen Kabel geführten WT-Kanäle so wirtschaftlich wie möglich auszunutzen. Eine optimale Ausnutzung ist mit Hilfe eines Synchronsystems möglich, weil dann Anlauf- und Sperrschritt entfallen können und nur die fünf informationstragenden Schritte eines Fernschreibzeichens zu übertragen sind.

Da eine unmittelbare Übertragung von Dauerstartpolarität oder Dauerstoppolarität über ein Synchronsystem nicht möglich ist, müssen Dauerstart- und Dauerstoppolarität auf der Synchronstrecke als Dauersendung entsprechender besonderer Zeichen übertragen werden. Ein Synchronsystem muß also in der Lage sein, insgesamt 34 verschiedene Zeichen zu übertragen, nämlich 32 Zeichen des internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2, ein Zeichen für Dauerstartlage und ein Zeichen für Dauerstoplage. Da ein Fünfschritt-Code aber nur $2^5 = 32$ Kombinationsmöglichkeiten bietet, muß ein Kabel-Synchronsystem einen Sechsschritt-Code verwenden.

Bei einer Schrittgeschwindigkeit von 50 Baud beträgt die Länge eines normalen Fernschreibzeichens 150 Millisekunden. Soll der WT-Kanal mit Hilfe des Multiplex-Systems zweifach ausgenutzt werden, so sind auf der Synchronstrecke während dieser 150 Millisekunden zwei Zeichen des Sechsschritt-Codes, also 12 Schritte zu übertragen. In Anlehnung an die bei ARQ-Mux-Systemen angewendete Praxis und um eventuellen Drehzahlfehlern von Fernschreibapparaten Rechnung zu tragen, wird jedoch nicht mit einer Verteilerumlaufzeit von 150, sondern von $145\,{}^5/_6$ Millisekunden gearbeitet. Dieser Wert ist in der CCITT-Empfehlung S. 12 festgelegt. Ein Zweikanal-Zeitmultiplexsystem mit einem Sechsschritt-Code und einer Verteilerumlaufzeit von $145\,{}^5/_6$ Millisekunden hat somit auf der Synchronstrecke eine Schrittgeschwindigkeit von

$$\frac{2 \cdot 6}{145\,{}^5/_6 \cdot 10^{-3}} = 82\,{}^2/_7 \text{ Baud.}$$

Mit dieser Schrittgeschwindigkeit können Zeichen noch einwandfrei über einen FM 120-WT-Kanal übertragen werden. Dabei ist die Verzerrung dann wesentlich größer als bei einer 50-Baud-Übertragung. Da jedoch die Multiplex-Einrichtung an jedem Ende der Synchronstrecke sowohl in Sende- als auch in Empfangsrichtung die Zeichen entzerrt, ist die höhere Verzerrung auf der Synchronstrecke ohne Bedeutung.

Der Sechsschritt-Code wird aus dem Code des internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2 in verhältnismäßig einfacher Weise gebildet.

Es bedeuten:

A A A A A A = Dauerstartlage
Z Z Z Z Z Z = Dauerstoplage

A 1 2 3 4 5 = Kombination 1 bis 31 } des internationalen
Z A A A A A = Kombination 32 } Telegrafenalphabetes Nr. 2

Dabei ist A = Startschritt
Z = Stopschritt
1, 2, 3, 4, 5 = Schritte 1 bis 5 der entsprechenden Kombination des internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2.

Je sechs Zweifach-Multiplex-Systeme werden gemeinsam synchronisiert. Zu diesem Zweck wird in jeder Gruppe von sechs Systemen jeweils ein Viertelkanal zur Übertragung eines besonderen → Phasenzeichens benötigt. Die Zeichen der beiden Kanäle eines Systems werden schrittweise verschachtelt. Wie bei ARQ-Mux-Systemen, so ist auch beim Kabel-Multiplexsystem ein Kanalteilerbetrieb mit Halb- und Viertelkanälen vorgesehen. Dabei werden die Teilkanäle nach einem besonderen Umpolungsschema betrieben, um eine Vertauschung der Teilkanäle zu vermeiden.

Literatur: Biehler, Jahrbuch d. el. Fernmeldewesens, 1965, S. 311.
Biehler

Kabel- und Drahtnormen des VDE:

VDE 0812 Bestimmungen für Schaltdrähte und Schaltlitzen für Fernmeldeanlagen,

VDE 0813 Bestimmungen für Schaltkabel für Fernmeldeanlagen,

VDE 0814 Bestimmungen für Schnüre für Fernmeldeanlagen,

VDE 0815 Bestimmungen für Installationsleitungen für Fernmeldeanlagen,

VDE 0816 Bestimmungen für Außenkabel für Fernmeldeanlagen.

Diese VDE-Normen gelten auch für die DBP, soweit die von ihr verwendeten Drähte, Schnüre und Kabel darin enthalten sind.

Kabelpapier, Papier besonderer Beschaffenheit zur Isolierung von Kabelleitern und zum Aufbau der → Kabel in Form von Band (Streifen) oder Garn (Kordel). Nach den DIN 6740 »Isolierpapiere für die Elektrotechnik« wird K. ausschließlich aus Sulfatzellstoff gefertigt. K. für Fernmeldekabel hat ein spezifisches Gewicht von 0,66 bis 0,85, muß frei von mineralischen sowie für Kupfer und Blei schädlichen Stoffen (Chlor, Säuren, Schwefel), gleichmäßig dick, ohne Risse, Löcher, Schmutz-, Holz- oder Metallteilchen, möglichst geschmeidig, leicht wickelbar, fest und dehnbar und als Band in der Regel zwischen 0,015 und 0,245 mm stark sein. Es soll wenig Wasser aufsaugen und wenig aufquellen. K. für eine feste Wicklung wird oftmals zum Schutze gegen Feuchtigkeitsaufnahme getränkt. Die Asche (Glührückstand) darf nicht größer sein als 1%. Das Mittel der Reißlänge aus je 10 Einzelmessungen soll an Streifen aus unverarbeitetem K. von 15 mm Breite und 180 mm Einspannlänge nach einer 24stündigen Lagerung in einem Raum mit einer Temperatur von 20° C und der relativen Luftfeuchtigkeit von 65% bei Fernmeldekabeln in der Längsrichtung mindestens, je nach Dicke des K., 7 bis 8 km und in der Querrichtung 3 bis 3,5 km betragen. Die Bruchdehnung soll bei allen K. in der Längsrichtung nicht kleiner als 2% und in der Querrichtung nicht kleiner als 4% sein. Als elektrische Bedingungen werden möglichst geringe Dielektrizitätskonstante und geringer Verlustwinkel gestellt. Wird eine Färbung des K. vorgenommen, so darf der Farbstoff keinen Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften haben.

Literatur: Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Verlagsbuchhandlung E. Herzog, Goslar — DIN 6740.
Michel

Kabelpfandgesetz. Durch das K. vom 31. 3. 1925 (RGBl. I S. 37) können an privaten, nicht bundeseigenen Hochseekabeln, die dem Verkehr nach dem Ausland zu dienen bestimmt sind, Kabelpfandrechte begründet werden durch Einigung zwischen dem Kabeleigentümer und dem Pfandgläubiger und durch Eintragung in das Kabelbuch, das beim Amtsgericht Berlin-Schöneberg geführt wird.

Kabelrohrdüker → Kabelkanal unter 5.

Kabelschacht → Kabelkanal unter 9.

Kabelschachtabdeckungen → Kabelkanal unter 12.

Kabelschaltungen. Schaltungen für den Telegrafenbetrieb über Telegrafen-Seekabel. Heute ohne Bedeutung (HwF 1929).

Kabelschere. Die hydraulische K. (Bild 1) trennt Kabel bis zu einem Durchmesser von 85 mm. Es können mit der K. auch an schwer zugänglichen Stellen (Kabelschächte, Kabelgräben usw.) schnell und ohne großen Aufwand Starkstrom- oder Fernmeldekabel (mit oder ohne Bewehrung) geschnitten

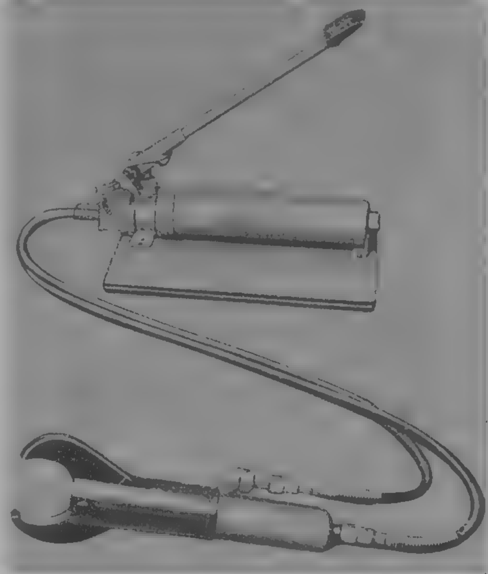


Bild 1. Hydraulische Kabelschere mit Fußpumpe.

werden. Die Schnittflächen sind sauber und gradfrei; es werden keine Kabeladern wie beim Sägen herausgerissen oder gelockert.

Das Schließen und Öffnen der K. erfolgt vollhydraulisch. Die Fußpumpe arbeitet mit zwei Fördergeschwindigkeiten. Die Scherenmesser lassen sich dadurch schnell an das zu schneidende Kabel heranfahren, während sich beim eigentlichen Schneidevorgang die Messer langsamer schließen. Das Öffnen geschieht gleichfalls mit der erhöhten Geschwindigkeit.



Bild 2. Hydraulische Kabelschere, Pumpe mit Drehstrommotor.

Die Pumpe wird mit dem Fuß betätigt. Wenn in schneller Folge zur Verschrottung vorgesehene Kabel auf Kurzlängen geschnitten werden müssen, ist es vorteilhafter, die K. mit Pumpenantrieb durch Drehstrommotor (Bild 2) oder durch Zweitaktvergasermotor einzusetzen. Das Schließen und Öffnen erfolgt dabei durch Schalter oder Handsteuerventil am Handgriff der K.. *Stegmann*

Kabelschiff ist ein Kabeldampfer bzw. -motorschiff mit besonderen Einrichtungen für die Auskundung, Auslegung und Instandsetzung von Seekabeln. Die Vorläufer der Kabelschiffe waren verschiedenartige Schiffe gewöhnlicher Bauart, die von Fall zu Fall für die Kabellegung hergerichtet wurden, z. B. das englische Admiralitätsschiff »Agamemnon« und die amerikanische Fregatte »Niagara« (1857 und 1858 bei den ersten Versuchen atlantischer Kabellegung) und das Riesenschiff »Great Eastern« (bei den ersten Legungen 1865/66). 1873 wurde das erste eigentliche Kabelschiff »Silvertown« von der India Rubber and Telegraph Works Co., 1874 ein zweites, die »Faraday«, von Siemens Brothers (nach Entwürfen von Karl Siemens) erbaut. Die mustergültige Gestaltung der »Faraday« machte dieses Kabelschiff zum Vorbild für die folgenden Neubauten. So entstand Anfang des 20. Jahrhunderts eine große Kabeldampferflotte, die zwischen den beiden Weltkriegen aus rund 50 Schiffen bestand. Die Entwicklung des Telefonseekabels mit



Bild 1. Kabeldampfer »Neptun« 1926-1945.



Bild 2. Kabelmotorschiff »Neptun« 1962.

Verstärkern veranlaßte die Kabelschiffeigentümer, nach 1945 neue Schiffe, die den Erfordernissen für die Legung und Instandsetzung dieser Kabel angepaßt waren, zu bauen.

Deutschland besaß von 1900 bis 1945 die Kabelschiffe:

»von Podbielski«	980 t	Kabeltragfähigkeit
»Stephan«	4500 t	»
»Großherzog von Oldenburg«	1300 t	»
»Norderney«	975 t	»
»Neptun« (Bild 1)	8000 t	»
»Butjadingen«	400 t	»



Bild 3. Kabelmotorschiff »Kabel-Jau«.

Außerdem wurden mehrere Handelsschiffe zu Kabelschiffen umgebaut, z. B. »Randulf Hansen«, »Flint« und einige Küstenmotorschiffe. Nach dem Verlust der Schiffe 1945 wurden einige Frachtschiffe wie »Hummel«, »Neuenfelde«, »Irmgard Pleuger« hergerichtet und eingesetzt und 1956 KMS »Nordenham« als kombiniertes Schiff gebaut, welches 1963 sank. 1962 wurde KMS »Neptun« (Bild 2) mit 11000 t

Tabelle. Kabelflotte der Welt.
(Stand: 1.7.1969)

Name	Eigner bzw. Reeder	Baujahr	Brutto-Register-Tonnen	Kabelstauraum m³
	Dänemark			
Peter Faber	PTT	1961	499	
Store Nordiske	Det Store Nordiske Tel. S.	1922	1762	456
Northern	Det Store Nordiske Tel. S.	1968	1744	340
	BRD			
Kabel-Jau	NSW	1944	499	350
	England			
Alert	GPO	1961	6413	1569
Ariel	GPO	1939	1479	456
Cable Enterprise	Cable & Wireless Ltd.	1964	4356	848
Cable Restorer	Commercial Cable Company	1944	1538	242
Edward Wilshaw	Cable & Wireless Ltd.	1949	2522	534
Iris	GPO	1940	1489	393
I. W. Mackay	Commercial Cable Company	1922	4064	1640
Mercury	Cable & Wireless Ltd.	1962	8962	2800
Monarch	GPO	1946	8422	3550
Recorder	Cable & Wireless Ltd.	1954	3349	609
Retriever	Cable & Wireless Ltd.	1961	4212	578
St. Margarets	Admiralität	1944	1524	456
Stanley Angwin	Cable & Wireless Ltd.	1952	2552	523
Bullfinch	Admiralität	1940	1512	335
	Frankreich			
Alsace	PTT	1940	2000	414
Ampère	PTT	1950	2248	414
Marcel Bayard	PTT	1961	4500	2280
	Holland			
General Bast	PTT	1969	630	320
	Italien			
Salernum	Cia. Italianan Navi Cablografiche	1953	2787	850
	Japan			
Amakusa Maru	Nippon T & T	1960	359	283
Chiyoda Maru	Nippon T & T	1948	1850	480
Seto Maru	Nippon T & T	1956	219	198
Tsurushima Maru	Nippon T & T	1941	1161	387
KDD-Maru	Kokusai Denshin Denwa	1967	4000	1130
Tsugaru	Japanese Navy	1955	1000	425
	Kanada			
John Cabot	Canadian-Coast-Guard	1965	5097	958
	Norwegen			
Stanelco	Standard Telephon & Kabelfabrik	1944	310	160
Telekabel	Den Norske Stat	1958	861	255
	Sowjetunion			
Ingul	v/o Sudoimport	1962	5644	1645
Jana	v/o Sudoimport	1963	5644	1645
	Spanien			
Castillo Olmeido	Empressa Nacional-Elcano S. A.	1908	1481	425
	USA			
Acolus	U.S. Navy	1945	7040	1229
Albert I. Myer	U.S. Army	1946	4013	1359
Basil O. Lenoir	U.S. Army	1943	575	176
Long Lines	Transoceanic Cableship Company	1963	11326	3936
Neptun	U.S. Underseas Cable Corp.	1962	8909	6310
Neptune	U.S. Navy	1946	3943	853
Omega	Hydrospace Service Inc.	1944	583	244
Thor	U.S. Navy	1945	7040	1229
Western Union	Western Union International Inc.	1889	189	28
Peggy G.	Gulf Coast Telephone Comp.	1966	290	85

Kabeltragfähigkeit in Dienst gestellt, 1965 nach den USA verkauft. Seit 1966 steht das KMS »Kabel-Jau« (Bild 3) für Arbeiten bis zu 400 Faden Wassertiefe zur Verfügung. Kapazität 620 t Kabel. Besondere Anforderungen an Kabelschiffe: Gute Manövrierfähigkeit durch Zweischraubenantrieb (diesel- oder turboelektrisch) und/oder besondere Hilfseinrichtungen wie Verstellpropeller, Aktivruder (Schraubenantrieb im Ruderblatt), Bugstrahlruder (Quertunnel im Vorschiff mit Schraubenantrieb), Flossenruder (Ruder mit angelenkter Hilfsflosse), Fernsteuerung dieser Elemente von wichtigen Punkten des Schiffes aus, z. B. auf der Back und am Heck Höchste Anforderungen werden an die Navigationsgenauigkeit gestellt. Zu diesem Zweck werden Hilfsmittel wie Kreiselkompaß auf der Brücke mit Töchtern am Bug

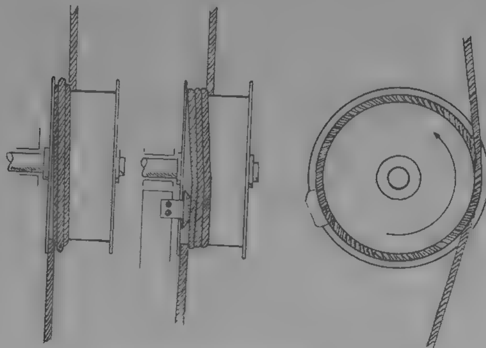


Bild 4. Kabelwinde mit Abstreifmesser, schematisch.

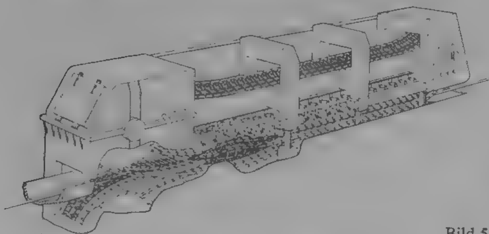


Bild 5.
Lineare Winde (Caterpillar), schematisch.

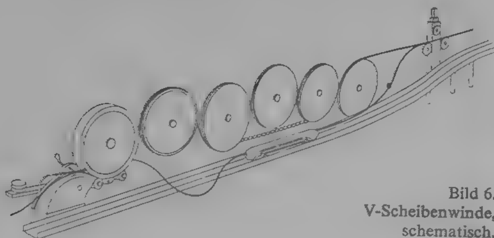


Bild 6.
V-Scheibenwinde, schematisch.

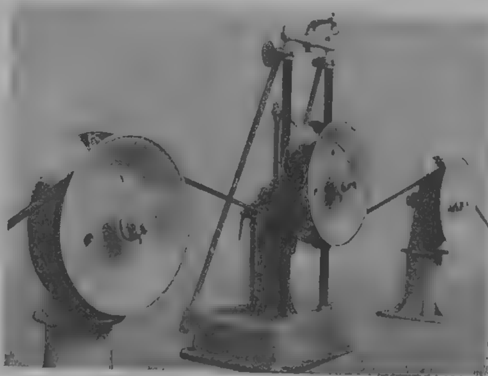


Bild 7. Dynamometer mit Laufrolle.

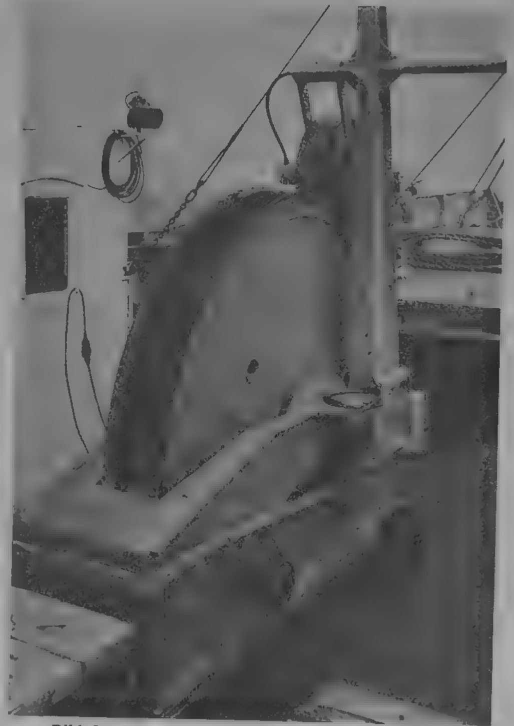


Bild 8. Dynamometer mit elektrischen Meßzellen.



Bild 9. Heckrolle.

und am Heck, in den Kabelarbeitsräumen Flach- und Tiefsee-Echolote mit Töchtern und Schreiber an den wichtigsten Leitständen, Kursschreiber, Deccanavigator mit Schreibgerät, Lorangerät, automatischer Funkpeiler, Selbststeuerer und Radargeräte im 10-cm- und 3-cm-Band mit Relativ- und Absolutanzeiger (True Motion) benötigt.

Umfangreiche Funkanlagen, wie Mittelwellen-, Grenzwellen- und Kurzwellen-Telefonie- und Telegrafiesender, Einseitenbandsender, Allwellenempfänger, 28-Kanal-UKW-Seefunkstelle, Notsender für den

Empfang von Wetterkarten Blattschreiber, Fernsprechanlage nach den wichtigsten Stellen des Schiffes und Wechselsprechanlage für schnellste Verständigung zwischen den Leitständen und den Arbeitsplätzen des Schiffes gehören zur aufgabenbedingten Sonderausrüstung. Hinzu kommen die eigentlichen Spezialeinrichtungen für die Durchführung der Kabelarbeiten: Kabeltanks für die Aufnahme der Kabel, Kabelbahnen für die Führung der Kabel nach den Legeeinrichtungen, Rückhaltegetriebe, Kabelwinden, Dynamometer, Heckrollen, Heckrutschen und Bugrollen (Bild 4–11).



Bild 10. Heckrutsche

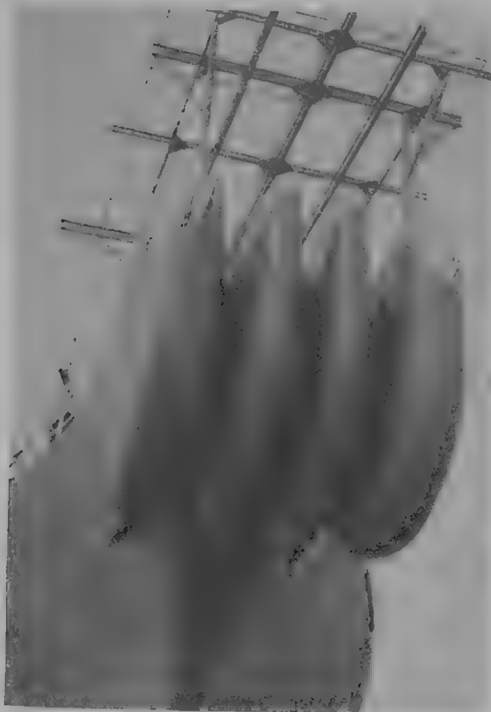


Bild 11. Bugrolle.

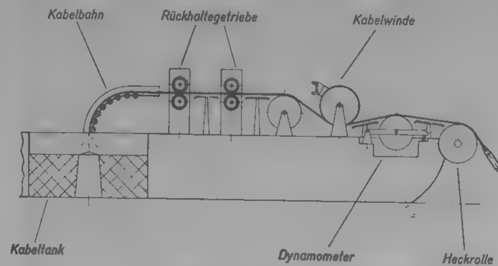


Bild 12. Kabelverlauf auf dem Schiff, schematisch.

Über die sich daraus ergebende Arbeitsweise und weitere Einrichtungen, Geräte und Werkzeuge → Seekabellegung und -instandsetzung. *Hilbert*

Kabelschutzanweisung, Kurzbezeichnung für die von der DBP herausgegebene »Anweisung zum Schutze unterirdischer Fernmeldeanlagen der DBP bei Arbeiten anderer«, die jeder, der am oder im Erdreich, insbesondere aber auf öffentlichen Verkehrswegen Arbeiten ausführt, im eigenen Interesse beachten muß, denn Beschädigungen von Fernmeldeanlagen sind nach §§ 316b und 317 StGB — auch bei Fahrlässigkeit — strafbar; außerdem ist derjenige, der für die Beschädigung verantwortlich ist, der DBP zum Schadenersatz verpflichtet. Die K. gibt Hinweise, wie bei Aufgrabungen in der Nähe unterirdischer Fernmeldeanlagen vorzugehen ist. Die Beachtung der K. im einzelnen setzt Kenntnis der ungefähren Lage der zu schützenden Fernmeldeanlagen voraus. Die K. macht daher besonders auf die Notwendigkeit aufmerksam, sich vor Arbeitsbeginn an oder im Erdreich rechtzeitig bei der zuständigen Dienststelle der DBP zu erkundigen, ob und wo in der Nähe Fernmeldeanlagen der DBP liegen. Befinden sich solche im Bereich der geplanten Bauarbeiten, so ist dem Bauunternehmer oder seinem Beauftragten regelmäßig ein auf den in Frage kommenden Bereich zugeschnittener Lageplanabzug zu übergeben. Der Einweisungsbeamte soll dem Bauleiter (Polier oder Vorarbeiter) durch beratende Hinweise helfen, die Anlagen der DBP vor Schäden zu bewahren; er hat jedoch keine Anweisungsbefugnis gegenüber den Arbeitskräften des Unternehmers. Nur bei Gefahr im Verzuge und Abwesenheit des Bauleiters hat er unmittelbar einzugreifen, um Schäden zu verhüten. Besondere Beachtung erfordern Aufgrabungen, bei denen Fernmeldekabel in der Nähe anderer Anlagen freigelegt werden. Hier sind Schutzmaßnahmen u. U. auch dann zu treffen, wenn sie vor der Aufgrabung nicht

vorhanden waren. Anwesenheit eines Beauftragten der DBP an der Aufgrabungsstelle hat keinen Einfluß auf Verantwortlichkeit des Aufgrabenden für die von diesem verursachten Schäden an Anlagen der DBP (→ Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen).

Kabelschutzblech (Kabelschutzstück). Ein gebogenes Stahlblech, in die Öffnung des Kanalzuges unter das eingezogene Kabel gelegt, schützt durch die größere Abrundung das Kabel vor Druckstellen durch sein Eigengewicht an der Kante der Zug- oder Rohröffnung. Ein Kabelschutzstück, aus Hart-Polyvinylchlorid (PVC) geformt, dient dem gleichen Zweck.

Kabelschutzbogen. Damit das Kabel beim Einziehen und beim Gleiten über Kanten im Schacht oder an den Zugöffnungen nicht beschädigt wird, werden Kabelschutzbogen auf- oder eingesetzt. Es gibt sie in glatter Ausführung und mit Anschlag für die Schachtkante, die Schachtecke oder das Formstück (Bild 1–4). Für den Einlauf in den Zug wird eine zweiteilige



Bild 1. Kabelschutzbogen, glatte Ausführung.

Bild 2. Kabelschutzbogen für die Schachtkante.



Bild 3. Kabelschutzbogen für die Schachtecke.

Bild 4. Kabelschutzbogen für Formstücke mit Anschlag.

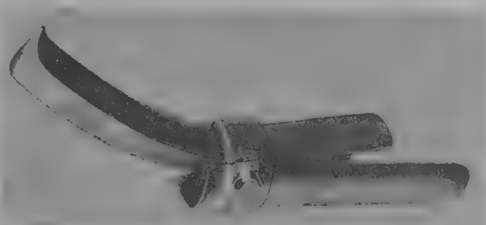


Bild 5. Kabelschutzbogen, zweiteilig, mit langer Tülle und Klemmvorrichtung zum Festhalten im Formstück.

Einlauftülle auf die Öffnung gesteckt, durch die das Kabel einläuft (Bild 5). Sie hat eine besonders große Abrundung zum Schutz des Kabels oder auch des Zugseiles. *Stegmann*

Kabelschutzhauben werden nach DIN 279 aus Ton gebrannt und für den äußeren Kabeldurchmesser passend auf das Erdkabel — in Sand eingebettet — gelegt und sollen dieses vor mechanischen Beschädigungen (bei Erdarbeiten, durch Steindruck usw.) schützen und bei Aufgrabungsarbeiten auf das Kabel hinweisen (→ Kabelverlegung).

Kabelschutzrohre → Kabelkanal unter 12.

Kabelschutzrollen dienen dem gleichen Zweck wie Kabelschutzbögen. Sie haben anstelle der Gleitfläche eine oder mehrere Rollen zur Führung und Schonung des Kabels. K. werden auch Packrollen genannt (Bilder 1, 2 und 3); als Kabelleitrollenbogen



Bild 1. Packrolle für Kabelschachtkante aus Gußeisen.

Bild 2. Schwenkbare Packrolle für die Kabelschachtecke.



Bild 3. Gleitrollenbock für Kabelschachtkante.

Bild 4. Kabelleitrollenbogen zum winkligen, horizontalen oder schrägen Durchzug der Kabel im Schacht.

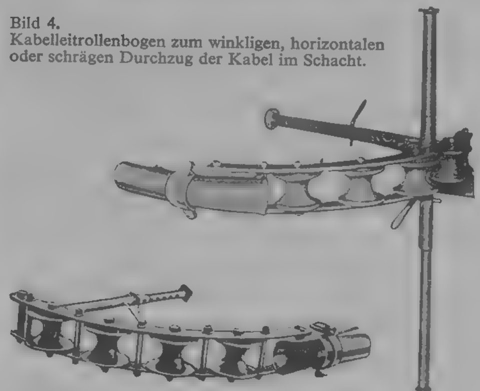


Bild 5. Kabelleitrollenbogen mit größerem Bogenradius für empfindlichere Kabel.

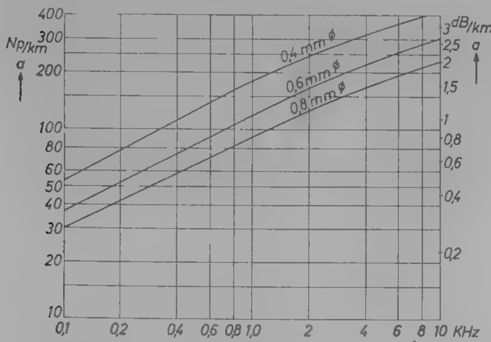
werden sie zum winkligen, horizontalen oder schrägen Durchzug der Kabel in Durchzugschächten (z. B. Eckschächten) eingesetzt (Bilder 4 und 5). *Stegmann*

Kabelschutzvertrag. Der »Internationale Vertrag zum Schutz der unterseeischen Telegrafenkabel« (Kabelschutzvertrag) vom 14. 3. 1884 (RGBl. 1888 S. 151) dient dem Schutz der außerhalb der Küstengewässer verlegten Unterwasserkabel. Durch das Ausführungsgesetz zum K. vom 21. 11. 1887 (RGBl. 1888 S. 169) ist der Geltungsbereich einzelner Bestimmungen auch auf die innerhalb der deutschen Küstengewässer verlegten Unterwasserkabel erstreckt worden.

Kabelseele. Gesamtheit aller in einem Außenkabel vorhandenen Verseilelemente einschließlich der über den Verseilelementen liegenden Bewicklung und/oder des darüberliegenden Innenmantels. Alle Orts- und Bezirkskabel-Längen (Kabel der Verseilung Stern (St) III, StI oder Dieselhorst-Martin DM) mit Isolierhüllen aus Papier und einem Durchmesser von ≧ 7,5 mm haben unter, zwischen oder über der Bewicklung ein Papier-Längenmeßband.

Kabelspleiß → Seekabelfertigung.

Kabelsprache. Auf Kabeln ohne erhöhte Induktivität ist die Dämpfung proportional der Wurzel aus der Frequenz (→ Leitungstheorie). Das heißt, niedrige Frequenzen werden bevorzugt übertragen, dadurch bekommt die Sprache einen dumpfen Charakter, den man mit K. bezeichnet. Die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung von sternverseilten Anschlußadern mit 0,4, 0,6 und 0,8 mm Durchmesser ist im folgenden Bild wiedergegeben.



Frequenzabhängiger Dämpfungsverlauf a von sternverseilten Anschlußadern mit 0,4, 0,6 und 0,8 mm Durchmesser.

Kabelsuch- und Auslesegerät ist in verschiedenen Bauarten bei der DBP eingeführt und dient zum Feststellen des Kabelverlaufs auf der Strecke oder zur Auslese eines bestimmten Kabels, wenn mehrere Kabel (Fernmelde- oder Starkstromkabel) dicht nebeneinander geführt werden → Fehlerortung. Bei dem aus einem Sender und einem Empfänger mit Suchsonden bestehenden K. wurde früher eine Suchfrequenz bei etwa 800 Hz verwendet. Diese Wechselspannung, die auch zeitweilig ausgesetzt werden konnte, wurde zwischen eine Ader und die Erde an das eine Kabelende angelegt. Neuerdings kann auch wahlweise an dem K. mit einer Suchfrequenz von etwa 10 kHz gearbeitet werden, die über das Kabel übertragen wird und über die Suchsonde in dem Empfänger mit Hilfe eines Frequenzumsetzers auf etwa 800 Hz umgewandelt wird. Durch dieses Verfahren gelingt es, Störgeräusche aus benachbarten Anlagen bei der Kabelsuche auszuschalten. Bei neuen K. ist auch eine induktive Ankopplung zwischen dem Sender, der dann eine Rahmenantenne enthält, und dem Kabelmantel möglich, wodurch Störungen der in Betrieb befindlichen Leitungen des Kabels durch die Suchspannung vollständig vermieden werden.

Literatur: Der Fernmeldeingenieur H. 4, Jg. 1956.

Kabeltank → Kabelschiff.

Kabel-TF-Systeme für Weitverkehr sind alle Vierdraht-Gleichlage-Systeme für symmetrische und koaxiale Leiterpaare (→ Vierdraht-TF-Systeme, Tabelle 1 und 2). Zur Vermeidung von Nahnebensprechen müssen die Übertragungs-Richtungen der symmetrischen Gleichlage-Systeme in getrennten (in der Regel in einem Graben nebeneinander verlegten) Kabeln geführt werden; die beiden Übertragungsrichtungen koaxialer Gleichlage-Systeme können wegen der hohen Nebensprechdämpfung zwischen koaxialen Leiterpaaren auch im gleichen Kabel geführt sein. Kabel-TF-Systeme für Nahverkehr sind vorwiegend Zweidraht-Getrenntlage-Systeme (→ Zweidraht-TF-System), bei großen Bündelstärken auch symmetrische Vierdraht-Systeme und das TF-System V 300 für koaxiale Leiterpaare 1,2/4,4 mm (Kleinkoaxialkabel).

Kabeltrasse → Seekabellegung und -instandsetzung.

Kabeltrommeltransport. Zum Transport von Kabeln auf Trommeln müssen diese auf normale Transportfahrzeuge mit besonderen Lade- und Entladevorrichtungen verladen oder auf Spezialfahrzeugen, meist Anhängern, mit fest angebrachter Be- und Entladeeinrichtung transportiert werden. In letzterem Falle können sie dann auch bei der Verlegung oder beim Einziehen in Kanäle sofort von der im Fahrzeug aufgebockten Trommel abgespult werden.

Als Be- und Entladeeinrichtung für normale Fahrzeuge dienen im allgemeinen Kräne (Bockkräne, Mobilkräne usw.), an die die Trommeln mittels Stahlseilen mit Schnellgreifern, die beiderseits in das Achsloch eingeführt werden, angehängt sind (Bild 1). Es kann auch eine Schrotleiter (Bild 2) (Hubkraft bis 2000 kg) für kleine und mittlere Trommeln benutzt werden. Trommeln können auch von einer Rampe in Höhe der Lkw-Brücke auf diese gerollt werden; dabei ist jedoch dem Unfallschutz erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Für den Transport vom Kabellager zu einer Baustelle sollen Spezial-Kabeltransportfahrzeuge benutzt werden.

Für kleine Trommeln (bis 0,8 m ⌀ und 0,92 m Breite) kann der Universal-Einachs-Anhänger mit hochgeklappten Deckeln mitbenutzt werden (Bild 3).

Typ 1077 3 t (Baujahr 1959) (Bild 4) hat hinten offene rechteckige Bauart (Hufeisenform). Die Kabeltrommel wird mit Hilfe von zwei Seilwinden (Seilführung über



Bild 1. Trommelaufhängung mit Stahlseil und Schnellgreifer am Hebekran.



Bild 2. Kabeltrommel-Schrotleiter.

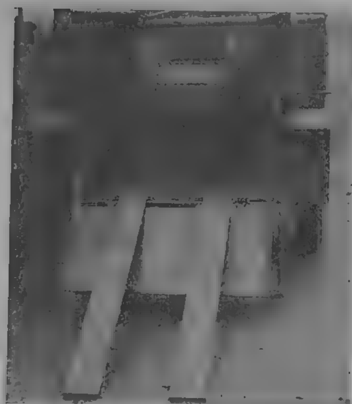


Bild 3. Kabeltrommeltransport im Universal-Einachsanhänger.



Bild 4. Kabeltrommeltransport- und Verlegeanhänger Typ 1077 mit zusätzlichem Ladeboden.



Bild 5. Kabeltrommeltransport- und Verlegeanhanger Typ 1077 B Vorderansicht.



Bild 6. Kabeltrommeltransport- und Verlegeanhänger Typ 1077 B, Heckansicht.



Bild 7.
Kabeltrommeltransport- und Verlegefahrzeug Typ 1077 mot.

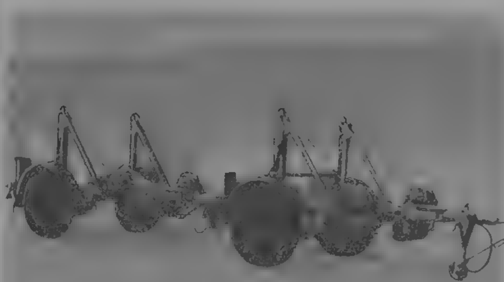


Bild 8. Tandemanordnung zweier Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen Typ 1077.

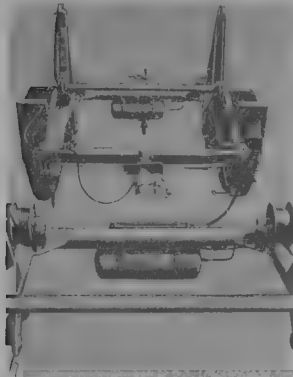


Bild 9. Blick in Fahrtrichtung der in Tandemanordnung hintereinander gekuppelten Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen Typ 1077.

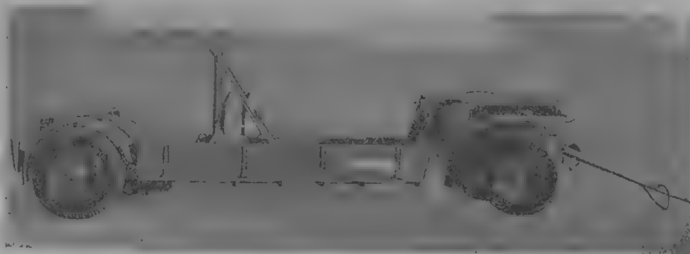


Bild 10. Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen Typ 1256 (1064).

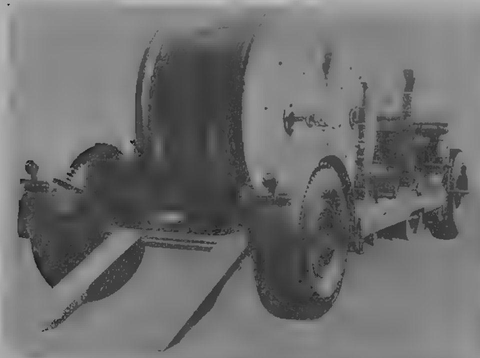


Bild 11. Transport von 2 Kabeltrommeln auf Kabeltrommeltransport- und Verlegewagen Typ 1256 (1064).

je eine Rolle) aufgeladen, indem sie praktisch aufgebockt wird (senkrechter Hub).

Für den Stückguttransport, z. B. Spulenkästen oder verschiedenes Betonbauzeug, kann ein Ladeboden mitgeliefert werden.

Für schwerere Kabeltrommeln und andere größere Lasten wurde ein gleichartiger Anhängertyp in der 5-t-Ausführung wegen der umfassenderen Einsatzmöglichkeit entwickelt.

Die Bauart 1077 B 5 t (ab Baujahr 1965) (Bild 5 und 6) entspricht im Prinzip dem Typ 1077 5 t, jedoch sind die Seitenportale für die Auflade- bzw. Aufbockvorrichtung nach außen verlegt (über Rad- bzw. Kotflügelmitte).

Das Kabeltransport- und Verlegefahrzeug mit Unimog-Triebkopf (Bild 7) soll in erster Linie den immer schwieriger werdenden Verkehrsverhältnissen, besonders in den Großstädten, begegnen. In Verbindung mit dem Unimog-Zugkopf wurde daher aus dem Zweirad-Kabeltrommeltransport- und Verlegeanhänger Typ 1077 B das abgebildete kompakte Fahrzeug entwickelt, das bei einer Länge von nur 5200 mm Trommeln bis zu einem Gewicht von 5000 kg und 2800 mm ⌀ laden kann.

Durch Einsetzen einer Traverse am Ende des Gerätes kann es weiterhin als Zugmaschine für einen zweiten Anhänger benutzt werden. Eine gleiche Traverse kann auch an dem Anhänger 1077 B hinten angebracht werden, um dabei mit zwei Anhängern im Tandem-Betrieb — hinter einer Zugmaschine — fahren zu können (Bild 8 und 9).

Zweiachs-Kabeltrommel-Transportanhänger (Bild 10 und 11) werden auch noch verwendet. Durch die Entwicklung des Einachs-Kabeltransport-Anhängers 1077 B (s. oben) sind sie nur noch für Sonderfälle, oder falls das Höchstgewicht von 5000 kg nicht ausreichen sollte, erforderlich. Trommeln bis zu 2 m Breite und 3 m ⌀ können damit transportiert werden. *Stegmann*

Kabeltrommelwinde. Zum Heben der Kabeltrommeln, um ein Kabel auf- oder abzurollen, werden K. verschiedener Ausführung benutzt. Es gibt Spindelwinden (Bild 1 und 2), Kurbelwinden (Bild 3) und ölhydraulische Winden (Bild 4 und 5) in verschiedenen Größen.

Das Auflager für die durch die Trommel gesteckte Stahlachse — die Trommelachsklaue — ist bei der Kurbel- und ölhydraulischen Winde verstellbar, so daß zum Freiheben der Trommel nur ein kleiner Hubweg notwendig ist. Bei der Spindelwinde muß die Spindel mit der Trommelachsklaue bis unter die Achse von Hand herausgedreht werden.

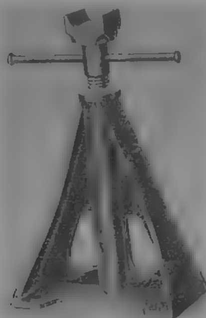


Bild 1. Kabeltrommelwinde mit Spindel und gußeisernem Fuß.

Hubkraft (t)	5	8	10
Trommel-∅ max. (m)	2,2	2,2	2,4
Trommel-∅ min. (m)	1,4	1,4	1,5
Gewicht (kp)	42	47	60



Bild 2. Kabeltrommelwinde mit Spindel und Dreifuß aus Stahl.

Hubkraft (t)	2	5	8
Trommel-∅ max. (m)	0,7	1,3	1,5
Trommel-∅ min. (m)	0,55	0,9	1,0
Gewicht (kp)	7	17	23



Bild 3. Fahrbare mechanische Kabeltrommelwinde mit Sicherheitskurbel.

Hubkraft (t)	3	5	8
Trommel-∅ max. (m)	2,2	3,1	3,1
Trommel-∅ min. (m)	0,7	0,9	0,9
Raststellungen für seitl. Lagerklaue	4	6	6
Gewicht (kp)	46	85	87



Bild 4. Fahrbare ölhydraulische Kabeltrommelwinde, fußbetätigt.

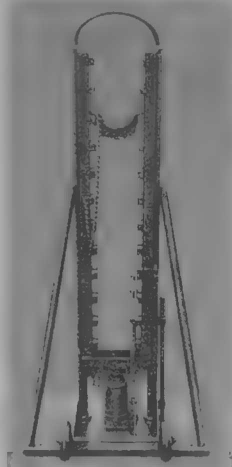


Bild 5. Fahrbare ölhydraulische Kabeltrommelwinde, handbetätigt.

Hubkraft (t)	3	5	10
Trommel-∅ max. (m)	2,1	3,2	3,2
Trommel-∅ min. (m)	0,9	0,9	0,9
Raststellungen für Lagerklaue	7	13	12
Gewicht (kp)	58	82	117

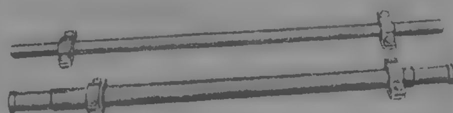


Bild 6. Stahlachsen für Kabeltrommeln mit eingedrehten Lagerstellen und zwei Schellen.

Tabelle.

Außendurchmesser (mm)	51	60	75	76	95
Voll- oder Hohlachse	Hohlachse	Vollachse	Vollachse	Hohlachse	Hohlachse
Wandstärke bei Hohlachsen (mm)	10	—	—	14	17,5
Länge (mm)	1500	1500	1850	1850	2100
Werkstoff	St 55.29	St 50.11	St 50.11	St 65.29	St 65.29
Gewicht (kp)	18	35	67	41	72

Die zum Anheben notwendigen Stahlachsen für Kabeltrommeln (Bild 6, Tabelle) haben an den Enden eingedrehte Lagerstellen, damit sie nicht aus der Lagerklaue der Winde herausrutschen können. Das Rutschen der Trommel auf der Achse wird durch auf der Achse feststellbare Schellen verhindert.

Kabeltunnel → Kabelkanal unter 13.

Kabelumtrommelmaschine. Zum Umtrommeln von Kabeln u. zum Abmessen von Paßlängen der Röhrenkabel werden K. bei Kabellagerstellen benutzt (Bild 1).

Die Maschine wird in Verbindung mit den im Fernmeldebau verwendeten und vielfach vorhandenen hydraulischen → Kabeltrommelwinden mit 3 bzw. 5 t Tragkraft eingesetzt. Die Aufwickeltrommel wird von

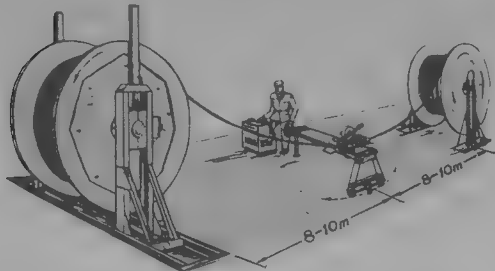


Bild 1. Gesamtanordnung der stationären Umtrommelmaschine.



Bild 2.
Umtrommelmaschine mit Antrieb durch Drehstrommotor.

einem Motor (z. B. Drehstrommotor oder Zweitakt-Vergasermotor) regelbar zwischen drei und dreißig Umdrehungen/min gedreht (Bild 2 und 3).

Ein Längenmeßgerät (Bild 4), durch das das Kabel läuft, mißt die umgetrommelte Länge. Durch eine Vorwahl-Kontakteinrichtung, die das beliebige Ein-

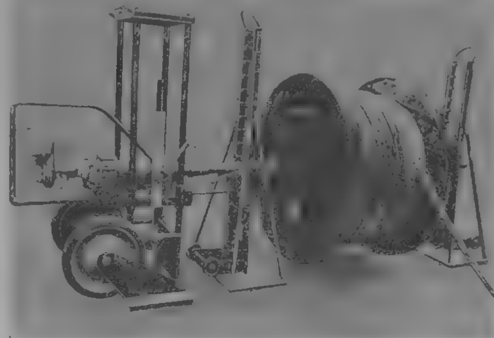


Bild 3. Umtrommelmaschine mit Antrieb durch Vergasermotor.

stellen einer bestimmten Kabellänge gestattet, wird die K. automatisch bei Erreichen dieser Länge stillgesetzt.

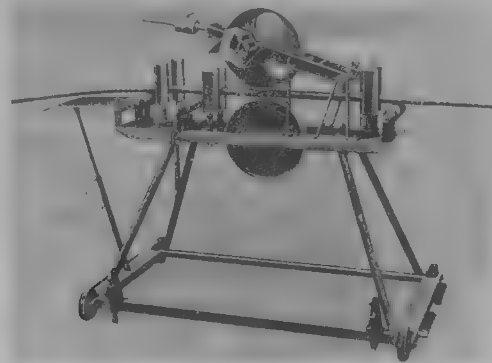


Bild 4. Kabellängenmeßgerät.

Die fahrbare K. läßt sich auf den Kabellagerplätzen der Fernmeldeämter wirtschaftlich einsetzen. Sie ist für Trommeln der Nenngröße 12 bis 28 nach DIN 46391 mit einem maximalen Trommelgesamtgewicht von 4000 bis 6000 kg brauchbar. Bei größerem Umschlag auf ständigen Kabellagerplätzen ist eine stationäre K. größerer Leistung und umfassenderer Verwendungsmöglichkeit auf einem besonders hierfür vorgesehenen Platz erforderlich.

Kabelverlegung (bei Bezirks-, Orts- und Fernkabeln). 1. Ortskabelverlegung: Wenn auf einer Strecke ein einziges oder nur wenige Kabel zu verlegen sind, und in absehbarer Zeit weitere nicht hinzukommen, werden die Kabel als Erdkabel direkt in die Erde verlegt. Bei Straßen- oder Dammkreuzungen, über Brücken oder durch Ge-

wässer werden sie zum Schutz gegen Beschädigung, zum leichteren Auswechseln usw. in Rohre verlegt.

Müssen jedoch bald und häufiger weitere Kabel ausgelegt werden, so ist es wirtschaftlicher, einen → Kabelkanal zu bauen und bei Bedarf die entsprechenden Kabel einzuziehen (s. Absatz 3). Die meisten Verwaltungen verwenden jetzt Kabelkanäle mit Einzelrohren für jedes Kabel, während früher die weniger Platz erfordernden und billigeren Vollrohre mit größerem Durchmesser bevorzugt wurden, in die alle Kabel in einem gemeinsamen Rohr entsprechender Weite untergebracht waren. Dabei ist jedoch das Einziehen von weiteren Kabeln sehr erschwert und das Herausziehen eines außer Betrieb genommenen Kabels fast unmöglich.

Wo geringer Bedarf an Stromkreisen die Verwendung eines Kabelkanals oder die Verlegung eines Erdkabels nicht rechtfertigen würde, ist es wirtschaftlich, anstelle der unterirdischen Kabellage eine Luftkabellinie (s. Absatz 4) oder bei ganz geringem Leitungsbedarf — auch in der Zukunft — eine Blankdrahtlinie an Leitungsmasten aus Holz zu errichten.

Die Lage der Kabelkanäle ist durch die Schachtabdeckungen ersichtlich. Der Verlauf von Erdkabelanlagen wird an Festpunkten längs der Kabeltrasse oder an Kabelmerksteinen so eingemessen, daß es anhand des Kabelplanzeugs möglich ist, die Kabellage ohne Aufgrabung festzustellen.

Erdkabelverlegung.

Werden Kabel direkt in die Erde verlegt, so ist bei Gehwegen und bei Fahrstraßen 80 cm und in Privatgelände abseits öffentlicher Wege 1 m Tiefe einzuhalten. Kabel des Ortsnetzes können in Gehwegen auch nur 60 cm tief ausgelegt werden. Der dem Unternehmer zu vergütende Bodenaushub ist nach der Anzahl der zu verlegenden Kabel in Tiefe und Breite des Kabelgrabens festgelegt.

Die Sohlenbreite des Grabens beträgt bei Auslegen von ein bis zwei Kabeln je nach Bodenart 15 bis 25 cm und verbreitert sich für jedes weitere um jeweils 5 cm. Die Art, wie der Graben ausgehoben wird, bleibt über die dem Wettbewerb unterliegenden Angebotspreise dem Unternehmer überlassen.

Wenn das Kabel vorher neben dem Graben ausgerollt werden kann, kann es ohne scharfe Biegungen in den Graben hineingehoben werden. Sonst ist es über → Erdkabelrollen auf der Grabensohle längs auszuziehen oder auszutragen. Bei Hindernissen, unter denen es hindurchgesteckt werden muß, und auch beim Durchstecken durch Schutzrohre ist besonders vorsichtig zu arbeiten, damit der Mantel nicht beschädigt wird und keine Knickungen oder Verdrehungen des Kabels oder seines Mantels auftreten. Der vorgeschriebene Mindestbiegeradius darf nicht unterschritten werden.

Die Lagerung des Kabels hat in Sand oder in steinfreier Erde zu erfolgen; das Kabel ist auch damit zu bedecken. In Ortschaften oder auf Strecken, bei denen mit Aufgrabungen durch Dritte gerechnet oder das Kabel aus anderen Gründen gegen Beschädigungen, Wärmewirkung usw. geschützt werden muß, ist es mit → Kabelschutzhauben aus Ton (DIN 279), mit → Kabelabdeckplatten aus Ton oder Beton, mit ungelochten Vormauervollziegeln VNz 270 NF (DIN 105) oder Vormauerkalksandvollsteinen VKVS 1,8/270 NF (DIN 106) abzudecken. Eine Führung in Kabelschutzeisen (ein über das Kabel gelegtes Halbrohr aus bituminiertem Stahl oder zwei gegeneinander um das Kabel gelegte gleiche Halbrohre) kann an einzelnen Stellen zur Sicherung des Kabels erforderlich sein. Sonst genügt ein gelbes Kunststoffband (→ Trassenband) aus Polyäthylen (PE) mit schwarzem Aufdruck, z. B. »Achtung, Postkabel«, das im Abstand von 30 bis 40 cm über dem Kabel mit ihm ausgelegt wird.

Beim Zufüllen der Kabelgräben ist nach dem »Merkblatt über das Zufüllen von Leitungsgräben« zu verfahren.

In geeignetem Boden kann das Kabel eingepflügt werden. Mittels einer besonders konstruierten Pflugschar wird das Erdreich entweder nach der Seite verdrängt oder in mehreren Stufen fast gleichzeitig nach oben gehoben. Ein oder auch mehrere Kabel gleichzeitig werden durch die Pflugschar in die gewünschte Tiefe geführt und treten an deren hinterem Ende in den freigepflügten Hohlraum aus. Der schmale Schlitz, der beim Durchziehen der Pflugschar entsteht, fällt hinter ihr gleich wieder zusammen. Die Oberfläche kann durch Walzen wieder eingeebnet und ein Trassenband gleichzeitig in der dafür gewünschten Tiefe mit eingepflügt werden.

Bei Kreuzungen und Näherungen mit Fremdanlagen (z. B. Starkstromkabel) kann nicht mit dem Pflug



Bild 1. Kabelpflug.

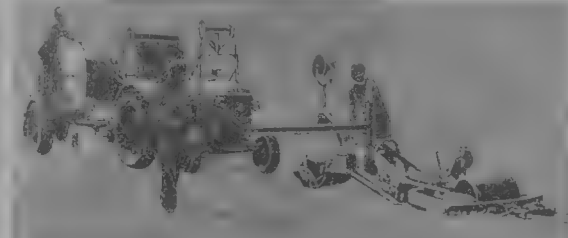


Bild 2. Kabelpflug im Einsatz.

gearbeitet werden. Der Graben muß von Hand ausgehoben werden. Dazu werden das oder die Kabel aus dem Pflug genommen und in diesen Graben eingelegt. Hinter der Kreuzungs- oder Näherungsstrecke werden die Einpflügearbeiten fortgesetzt.

Der Kabelpflug (Bild 1 und 2) wird entweder mit Hilfe einer starken Motorwinde oder unmittelbar von einem geeigneten Motorfahrzeug gezogen.

Das Kabel wird von einem nachfolgenden Fahrzeug mitgeführt, oder es ist vorher entlang der Trasse ausgelegt worden und läuft unmittelbar in den Pflugkörper hinein.

Andere Kabelpflugkonstruktionen bestehen aus handelsüblichen Planierraupen, die nachträglich mit Halterungen am Räumschild für die Kabeltrommeln mit Kabelführungsrollen und mit dem Pflugschwert ausgerüstet werden (Bild 3).

Für die Lötstellen wird das Ende des einen mit dem Anfang des nächsten Kabelstückes, etwa 2 m überlappend, zusammengebunden, und dann werden

PLDEY) grundsätzlich zugelassen. Das Einfügen von Kabeln mit PE-Mänteln (A-2Y(K)2Y) wird zur Zeit erprobt.



Bild 3. Planierraupe als Kabelpflug.

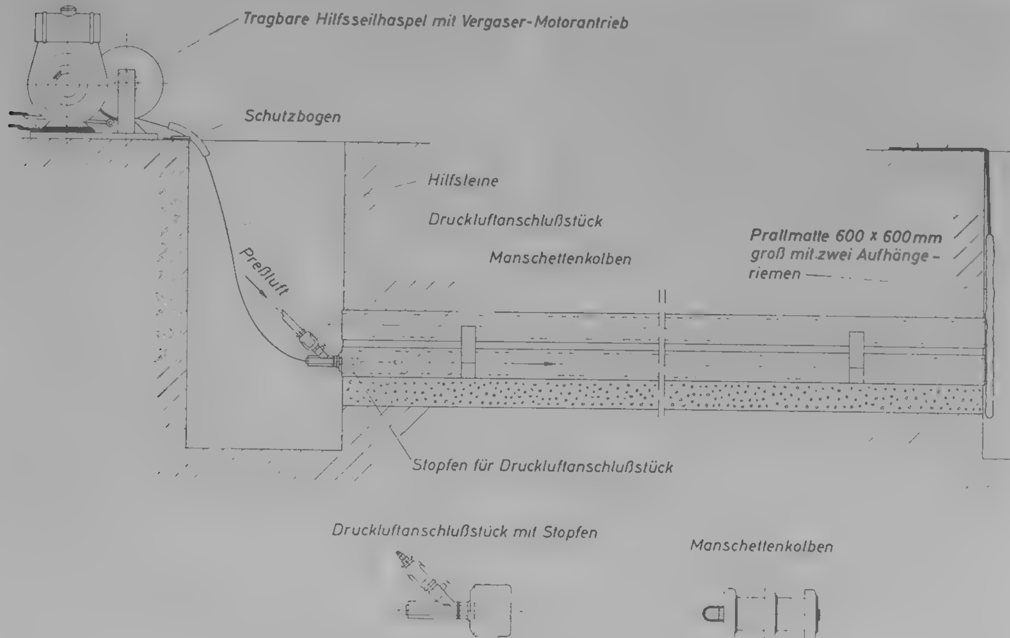


Bild 4. Durchpressen von Hilfsseilen mit Preßluft (schematische Übersicht).

diese gemeinsam eingepflügt. Durch einen Pflock gekennzeichnet, läßt sich diese Stelle dann später zum Aufgraben der Lötgrube leicht wiederfinden.

Das Einpflügen von Erdkabeln (Anschlußkabel, Ortsverbindungskabel (OVk) — auch Bezirkskabel (Bzk) und Träger-Frequenzkabel (TFFk) mit symmetrischem Aufbau ohne Koaxialpaare —) ist als Bauweise für bewehrte Erdkabel (PMbc), Stahlwellmantelkabel (PWE2Y und Kabel mit Aluminiummantel (PLEY;

Einziehen der Kabel in Kanalzüge.

Zum Ein- oder Ausziehen eines Kabels in einen Kanalzug ist nach Prüfung auf Gasfreiheit der Schacht zu öffnen; Wasser und Schlamm sind zu entfernen. In den Schacht darf nur über eine Leiter eingestiegen werden.

Der zu belegende Kanalzug ist unter Verwendung von Reinigungsgeräten (→ Kanalzugreiniger, → Stahldrahtbürsten, → Borstenwischer, etwa 30 cm lange

Lehren aus Stahldraht (→ Röhrenfeilen) und → Sand- und Schlammfängern) von Fremdkörpern zu reinigen. Dabei ist es zweckmäßig, stets einen Draht oder ein Seil nachzuziehen.

Um das Einziehseil zum Einziehen des Kabels in den Kanalzug oder das Rohr einzubringen und um dabei ohne lange Standzeiten zügig arbeiten zu können, muß ein Ziehdraht oder ein Hilfsseil vorher dort durch Einschiebegestänge oder -stahlband eingebracht sein.

Bei längeren und gekrümmten Kabelkanalrohren aus Kunststoff (Polyvinylchlorid (PVC)-Hartrohre bzw. PE-Rohre bei Flußkreuzungen) sind diese einzigen Hilfsmittel nur bedingt oder gar nicht geeignet. Dafür ist das Durchpreßverfahren mit Druckluft eingeführt worden. Der Rohreingang wird mit einem Druckluftanschlußstutzen möglichst luftdicht abgeschlossen. Durch eine zentrische Bohrung im Stutzen wird das Hilfsseil geführt, während schräg seitlich der Druckluftanschluß mit Ventil und Schlauchkupplung angeordnet ist (Bild 4 bis 6).

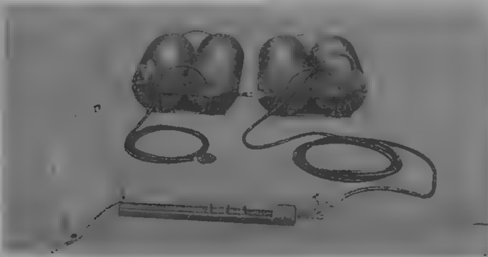


Bild 5. Zum Einbringen von Hilfsseilen in Kunststoffkanalrohre erforderliche Gerätestücke.

Beim Öffnen des Ventils wird der Dreifachmanschettenkolben mit dem daran befestigten Hilfsseil (ein Stahldraht- oder Perlonseil von 4 mm ⌀) durch den Rohrzug gepreßt. Die Geschwindigkeit kann mit dem Ventil in gewissen Grenzen geregelt werden. Die Preßluft kann Stahlflaschen (40 l 200 atü), über Reduzierventile (3 atü), einer Kompressoranlage oder der Bremsluftanlage eines Lkw (an der Anhänger-



Bild 6. Anordnung von Manschettenkolben, Hilfsseil und Druckluftanschlußstutzen zum Einbringen des Hilfsseiles in Kabelkanalrohre aus Kunststoff (Rohr längs aufgeschnitten).

bremsluftkupplung) entnommen werden. Im letzteren Falle sind in die Schlauchleitung Zusatzluftvorratsbehälter dazwischenzuschalten (Bild 5).

Um Unfälle und Beschädigungen im anderen Endschacht durch unkontrolliertes Herausfliegen des Kolbens zu vermeiden, wird eine Prallmatte vor die offene Rohrmündung zum Abfangen aufgehängt. Aus Sicherheitsgründen darf sich keine Person beim Durchpressen des Hilfsseiles in diesem Schacht aufhalten.

Bei Kunststoffrohren mit einer Wandstärke über 2,5 mm können mit dem sog. Vakuum-Einzieh-Verfahren (Bild 7) Hilfsseile in die Kabelschutzrohre gebracht werden. Als Vakuumpumpe wird der normale Fahrzeug-Dieselmotor eines Lkw benutzt. An seinen Ansaugfilter ist über Luftschläuche und ein dazwischengeschaltetes Luftfilter mit Wasserabscheider das Sauganschlußstück, das in das Kabelkanalrohr gesteckt wird, angeschlossen (Bild 8). Der Dreifachmanschettenkolben wird als Zugkolben am fernen Ende des Rohres von Hand eingeführt und zieht während des Saugvorganges das Hilfsseil hinter sich von der Trommel der Seilhaspel ab.

Beim Einziehen des Ziehseiles wird das Hilfsseil wieder auf die tragbare → Seilhaspel mit Motorantrieb aufgewickelt.

Die Kabeleinziehwinde und die Kabeltrommel sind so aufzustellen, daß das Einziehseil und das Kabel beim Einziehen möglichst wenige Bögen zu durchlaufen haben. Falls die örtlichen Verhältnisse es zulassen, kann das Kabel vom Kabeltransportanhänger aus in den Schacht gezogen werden. Andernfalls ist

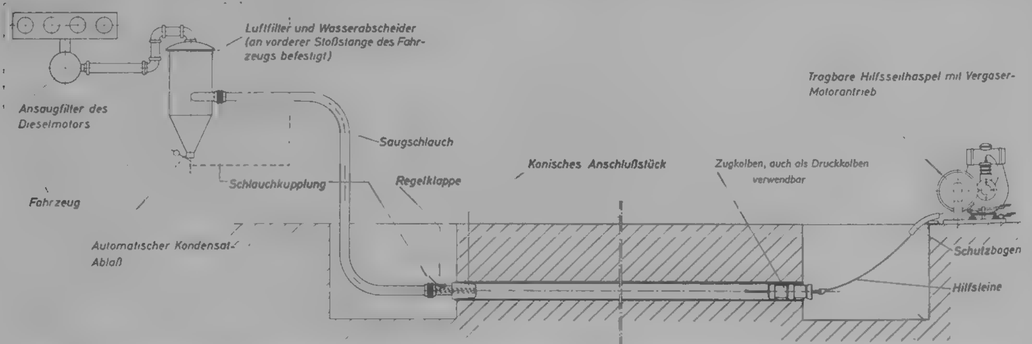


Bild 7. Einbringen des Hilfsseiles durch Vakuum-Einziehverfahren bei Kabelkanalrohren aus Kunststoff über 2,5 mm Wanddicke.

die Trommel auf → Kabeltrommelwinden am Schacht so aufzustellen, daß das Kabel in den Schacht einlaufen kann. Durch Einbau von Gleitrollen, Umlenkrollen, Kabelschleifbögen usw. ist die Einziehstrecke so vorzubereiten, daß unnötige Reibungen und Beanspruchungen für das Zugseil und für das Kabel vermieden werden. Der für die jeweilige Kabellänge zulässige Biegeradius darf nicht unterschritten werden. Vor dem Einlauf in den Zug ist das Kabel mit Kabelgleitfett gut einzuschmieren. Die Zugöse am Kabelanfang oder der über das Kabel gezogene

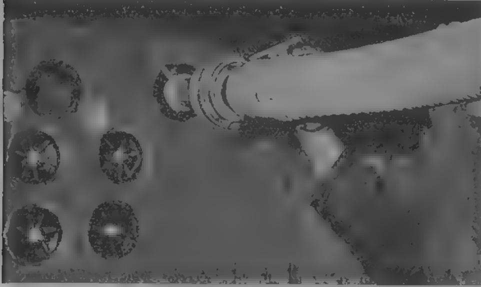


Bild 8. Sauganschlußstück.

→ Kabelziehstrumpf werden mit einem Schäkel an der Öse des Einziehseiles der Kabeleinziehwinde befestigt.

Für die spätere Lötstelle (→ Kabelmontage) und für das seitliche Lagern in den Schächten ist ein jeweils ausreichender Kabelvorrat vorzusehen. Die Kabel sind in den Kabelschächten auf den Kabelhaltern so unterzubringen, daß sie gegen Beschädigung gesichert sind und sich die Lötstellen, Kondensatormuffen und Spulenkästen herstellen bzw. einbauen lassen. An dem Einlauf in die Kanalzüge sind → Kabelschutzbleche aus Stahl oder -schutzstücke aus Kunststoff unter die Kabel in die Züge zu schieben.

Das Ausziehen von Kabeln geschieht nach dem Herausschneiden der Lötstellen und Verschließen der Kabelenden bei weiterzuverwendenden Kabeln sinngemäß wie das Einziehen. Nach dem Ein- oder Ausziehen sind die Mündungen der Kabelkanalzüge mit Abdichtschalen, Abdichtstopfen oder Abdichtbechern wieder zu verschließen (→ Kabelkanal, Punkt 14).

Oberirdische Kabelverlegung.

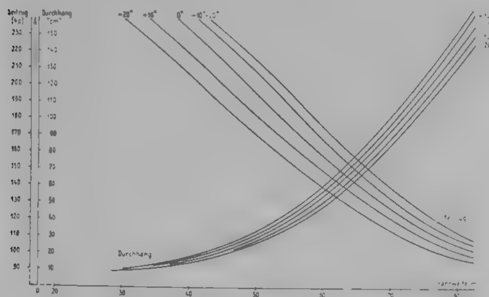


Tabelle. Durchhang und Seilzug des Tragseil-Luftkabels $10 \times 2 \times 0{,}6$; Höchstzugspannung 55 kp/mm^2.

Die Tragseil-Luftkabel (A-2Y2Y-T) können, bedingt durch die hohe Zugfestigkeit des Tragseils, bei hoher mechanischer Belastung der oberirdischen Linie (z. B. große Spannweite, in Rauhreifgebieten usw.) eingesetzt werden. Durchhang und Seilzug werden Tafeln entnommen (s. Tabelle). Die zulässigen Grenzspannweiten dürfen nicht überschritten werden (→ Blankdrahtlinien). Sie werden am Mast oder Querträger mit Abspannspiralen oder Hängeklemmen mit Pendelöse an Abspannhaken oder Traghaken (→ Befestigungshaken) befestigt.



Bild 9. Verlegerolle mit lösbarem Schenkel.

Nach dem Ausrüsten der Maste mit den Befestigungsvorrichtungen wird das Tragseilkabel in Verlegerollen mit lösbarem Schenkel (Bild 9), die an einem Haken eingehängt sind, eingelegt. Dazu kann das Kabel zunächst an der Trasse entlang ausgelegt werden. Bei Geländehindernissen oder ähnlichem muß das Kabel mit der ganzen Länge über die Verlegerollen mit einem Hanfseil als Zugseil und einem Ziehstrumpf ausgezogen werden (Bild 10).

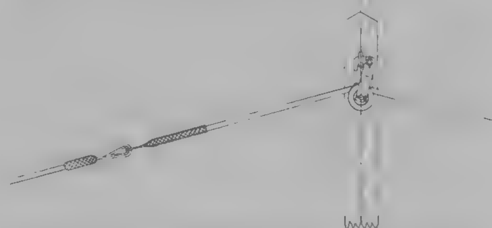


Bild 10. Zugseil mit Ziehstrumpf am Anfang des Tragseil-Luftkabels Ziehen über Verlegerolle.

Zur Abspannung des Tragseils wird eine → Abspannspirale auf das abgetrennte und abisolierte Ende des Tragseils aufgebracht; mit einer Kausche versehen, wird die Abspannspirale in den Abspannhaken eingehängt.

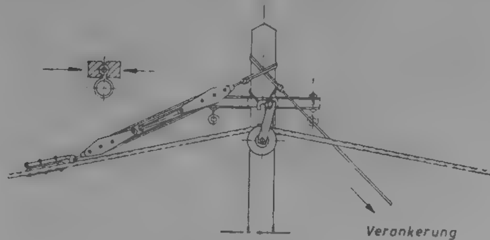


Bild 11. Setzen der Montageklemme zum Spannen des Tragseil-Luftkabels.

Zum Einregeln des Durchhanges wird das Tragseil-Luftkabel mit einer → Montageklemme (Bild 11) gefaßt und mit einem Flaschenzug so gespannt, bis das zweite Tragseilende mit Abspannspirale und Kausche in den betreffenden Abspannhaken eingehängt ist (Bild 12 bis 14). An den Tragpunkten werden die Klemmbacken der Hängeklemme so weit mit einem Schraubenschlüssel zusammengeschraubt, bis sie das nicht abisolierte Tragseil fest umfassen (→ Hängeklemme, s. Bild). Damit das Kabel nicht durch starken seitlichen Wind in Schwingungen gerät und dadurch stark belastet wird, ist es in den Feldern zu verdrallen. Diese Verdrallung ist nach dem Einstellen des Durchhangs an jedem zweiten Mast jeweils beim Einhängen in den Befestigungshaken vorzunehmen, so daß immer die zwei angrenzenden

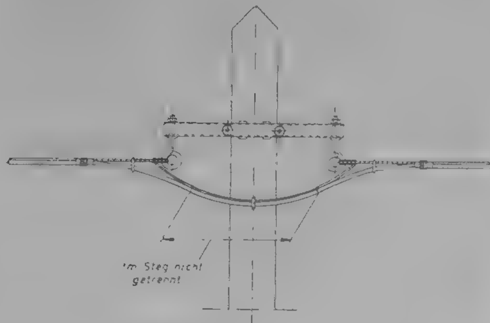


Bild 12. Zwischenabspannpunkt bei Tragseil-Luftkabeln.

Leitungsfelder erfaßt werden. Hierbei wird das Kabel so verdrallt, daß auf je 10 bis 12 m Länge eine Umdrehung entsteht. Bei vorübergehend einzubauenden Luftkabeln — für Veranstaltungen, auf Baugelände u. ä. — kann das Verdrallen des Luftkabels innerhalb der Leitungsfelder unterbleiben.

Eine genügende Länge des vom Tragseil abgetrennten Luftkabelendes ist für die Zuführung zur Abschlußeinrichtung und zur Herstellung der Verbindung dort vorzusehen. Abschluß, Verbindung oder Verzweigung geschehen in → Haubenmuffen, → Endverzweigern Außenbau (EVza), → Überführungsendverschlüssen (ÜEVs) oder in Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) (Bild 13 und 14).

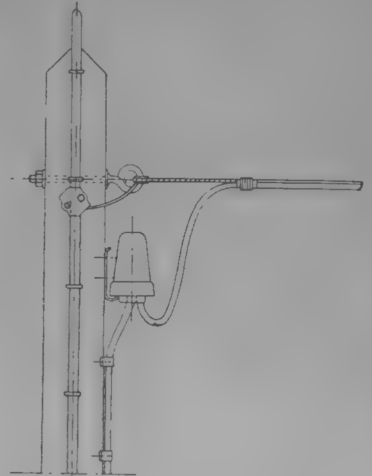


Bild 13. Endabspannung des Tragseil-Luftkabels.

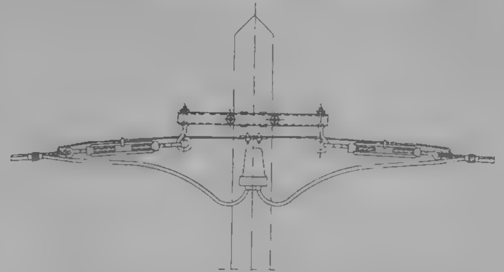


Bild 14. Verbinden zweier Kabelenden bei Tragseil-Luftkabeln mit Haubenmuffe für die Kabeladern und Spannschlösser zum Spannen der Tragseile.

Installationskabel mit Zugentlastung (Instk. m. Z.) (J-2Y(Z)Y).

Der Einsatz der Instk. m. Z. hat in dem letzten Jahrzehnt ständig zugenommen. Sie dürfen aus betrieblichen (Dämpfung, Dämpfungsverzerrung usw.) und aus wirtschaftlichen Gründen nur bis 500 m Länge in eine Anschlußleitung eingebaut werden.

Bei geringer Leitungszahl (bis 2 Doppeladern (DA)) sind Blankdrähte billiger, bei einem Adernbedarf von 6 DA an sind Tragseil-Luftkabel billiger als Instk. m. Z. Bei noch größerem Adernbedarf (etwa ab 20 DA) werden Erdkabel am wirtschaftlichsten. Ein zukünftiger, bereits erkennbarer Bedarf ist bei dem Entscheid über die Bauweise und Leitungsart zu berücksichtigen. Vorteilhaft ist bei Instk. m. Z. im Vergleich mit allen anderen Bauweisen die einfachste,

nur geringen Arbeitsaufwand erfordernde Einbauweise.

Die zulässige Spannweite für Instk. m. Z. beträgt 50 m, der Durchhang D (in cm) berechnet sich aus der Spannweite a (in m) und der Temperatur t (Grad C) zu

$$D = a\left(1 + \frac{t+5}{100}\right).$$

Instk. m. Z. werden mit → Abspannklemmen am Mast direkt über Befestigungshaken oder bei mehreren parallelgeführten Instk. m. Z. an 55 cm langen Querträgern über Haken für Querträger befestigt. Für Verbindungs-, Verzweigungs- und Abschlußstellen sind Verbindungs- und Verzweigungsdosen (2-, 6- oder 10paarig) oder ein Endverzweiger zu benutzen. Wenn ein Sicherungsschutz nach der Kabelseite notwendig ist, muß der Abschluß in einem Überführungsendverschluß (ÜEVs) vorgenommen werden.

Literatur: Hutz, Luftkabel, Entwicklung, Anwendung und Bauweise, Unterrichtsblätter B, Jahrgang 20/1967, Nr. 5 — Stegmann, Neuzeitliche Bauausführungen und Arbeitsweisen in Fernsprechortsnetzen, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Jahrgang 16/1964, Nr. 13 — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin — Schweiger, Neuerungen in der Linientechnik, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, 1968.

Stegmann

2. Bezirks- und Fernkabelverlegung: Bei der unterirdischen Linienführung werden die Kabel entweder als Röhrenkabel in Kabelkanäle eingezogen oder als Erdkabel in das Erdreich verlegt. Bei der Verlegung in das Erdreich wird auf der geplanten Kabeltrasse, deren Wahl eine möglichst störungsfreie Lage des Kabels sichern soll, nach der herkömmlichen Methode von Hand oder durch Baumaschinen (Grabenbagger, Grabenfräsen) ein Kabelgraben ausgehoben (→ Kabelverlegung bei Ortskabeln). Die Grabentiefe richtet sich nach der Kabelart und den örtlichen Verhältnissen. Die normale Verlegetiefe für Bezirks- und Fernkabel beträgt 0,80 m. Auf Privatgrundstücken wird das Kabel in 1,00 m Tiefe verlegt. Größere Tiefen sind bei Gleichlauf mit Verkehrsstraßen vorgesehen, wenn die Entfernung des Kabels von der Fahrbahnkante geringer als 1,00 m ist. Bauhindernisse, z. B. fremde Versorgungsanlagen und Straßenkreuzungen, werden unterminiert oder mit Stoßbohrgeräten unterfahren.

Im allgemeinen wird das Kabel von der Kabeltrommel in den Graben eingezogen. Das Abtrommeln soll nicht durch Drehen der Kabeltrommel, sondern durch Abziehen des Kabels von der Trommel erfolgen. Das Abtrommeln des Kabels ist entgegengesetzt zu der auf der Trommel angegebenen Pfeilrichtung mit langsamem und gleichmäßigem Tempo durchzuführen. Die Trommel wird während des Abziehens des Kabels gebremst, um ein Biegen oder Knicken des Kabels zu verhindern. Es ist darauf zu achten, daß das Kabel nicht verdreht oder zu stark gebogen wird. Als kleinster Krümmungsradius gilt der Radius des Trommelkerns. Damit das Kabel beim Einziehen in den Kabelgraben nicht auf der Grabensohle schleift, werden Gleitrollen mit Kugellager in den Graben eingelegt. Bei Krümmungen des Kabelgrabens wird das Kabel durch Einbau von senkrechten Gleitrollen seitlich geführt. Nach Beendigung des Kabelziehens werden die Gleitrollen entfernt; das Kabel wird in der Mitte des Grabens ausgerichtet und bei offenem Graben eingemessen. (→ Planunterlagen). Danach wird das Kabel mit Kabelschutzhauben abgedeckt. Werden Ziegelsteine oder Abdeckplatten als Schutzabdeckung gewählt, oder wird auf eine Abdeckung verzichtet, so wird das Kabel zuerst je nach der Kabelstärke bis zu 0,20 m mit steinfreiem Boden oder Sand eingedeckt. Darüber werden Ziegelsteine bzw. Abdeckplatten gelegt. Danach wird der ausgehobene Boden lagenweise in den Graben eingefüllt und verdichtet. Als Warnschutz gegen fahrlässige Beschädigungen wird bei Bezirks- und Fernkabeln ca. 0,30 m über dem Kabel das Trassenband (ein gelbes Kunststoffband mit dem Aufdruck »Postkabel«) ausgelegt. Nach der Wiederherstellung der Oberfläche ist die Kabelverlegung abgeschlossen. Bei der Verlegung von Erdkabeln ist folgendes zu beachten:

1. Sind A- und E-Ende des Kabels gekennzeichnet, so hat in dem Kabelgraben stets ein A-Ende mit einem E-Ende überlappt zusammenzuliegen. Die A-Enden müssen auf einem Streckenabschnitt in dieselbe Richtung zeigen.

2. Bei starkem Frost wird wegen der höheren Kosten der Erdarbeiten und der Gefährdung des Kabels die Kabelverlegung eingestellt. Dabei ist zu beachten, daß bewehrte Bleikabel (PMbc) bei Temperaturen unter 0° und Kabel mit Polyvinylchlorid (PVC)-Mantel unter −5° nicht ausgelegt werden dürfen. Seit einigen Jahren werden für die Erdkabelverlegung auch bei BzK und FK Kabelpflüge verschiedener Bauart eingesetzt. (→ Kabelverlegung bei Ortskabeln).

Knacke

Kabelverzweiger. Als Schaltpunkt zwischen den Haupt- und Verzweigungskabeln dienen Kabelverzweiger (KVz). Aus wirtschaftlichen Gründen werden die Vorratsadern in den Verzweigungskabeln für den Endausbau (30 Jahre) bemessen; die Hauptkabeladern aber für kürzere Zeiträume, je nachdem, ob sie als Erd- oder Röhrenkabel ausgelegt sind, und je nach dem jährlichen Zuwachs an Leitungsbedarf für den gesamten KVz-Bereich (→ Ortsnetzaufbau).

Im KVz werden die Haupt- und Verzweigungskabeladern an → Endverschlüsse gelegt, und hier werden die Verbindungen mit Installationsdraht (Y-Draht 0,6 mm ⌀) von Fall zu Fall geschaltet.

Das bei der DBP übliche Gehäuse (KVz-Gehäuse 59) (Bild 1) faßt in vier Buchten Endverschlüsse (EVs) für 600 Doppeladern (DA) (im allgemeinen bis zu 350 Verzweigungskabel-DA und bis zu 250 Hauptkabel-DA) oder auch einen Wählsternschalter 3/16 und EVs für 300 DA (Bild 2). Die älteren KVz-Gehäuse faßten in drei Buchten 200 DA (70 Hauptkabel-DA und 130 Verzweigungskabel-DA).

Die Gehäuse wurden früher aus Eisenblech gefertigt, bis wegen der hohen Wartungskosten KVz-Gehäuse aus Kunststein aufkamen. Das große Gewicht war beim Einbau störend, so daß jetzt Gehäuse (Typ 59) aus glasfaserverstärktem Polyesterharz verwendet werden. Sie sind auf einem Betonsockel festgeschraubt. Die Bodenplatte aus Polyester trägt angepreßte Kabeltüllen, die im Anlieferungszustand durch eine Kunst-

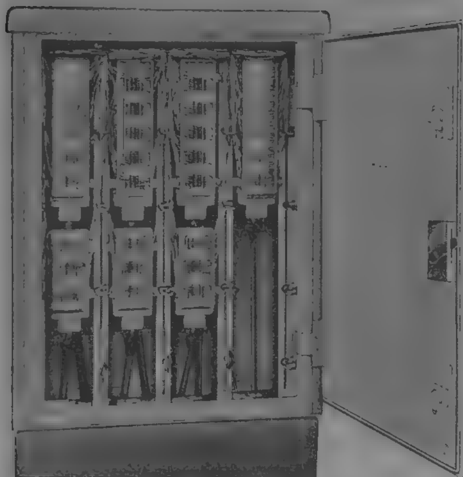


Bild 1. Kabelverzweiger bestückt mit EVs für 550 DA.

stoffhaut verschlossen sind, die zur Einführung des Kabels durchstoßen wird; vor der Inbetriebnahme des KVz ist diese Durchführungstülle wieder abzudichten. Die Wände, das Dach und die Tür sind mit einer wärmedämmenden Zwischenlage im Polyesterharz versehen. Zur Belüftung ist ein Luftspalt zwischen Bodenplatte und unterer Gehäusewand vorgesehen, wodurch die Kondenswasserbildung äußerst gering gehalten wird. An der Tür sind Innenscharniere, zwei Vorreiber, ein Sicherheitsschloß und eine umlaufende Gummidichtung angebracht. Die einzelnen Teile des aus verzinktem Winkeleisen bestehenden Rahmens für die Halterung der EVs sind auseinanderschraubbar, um Wählsternschalter und andere Geräte einbauen zu können.

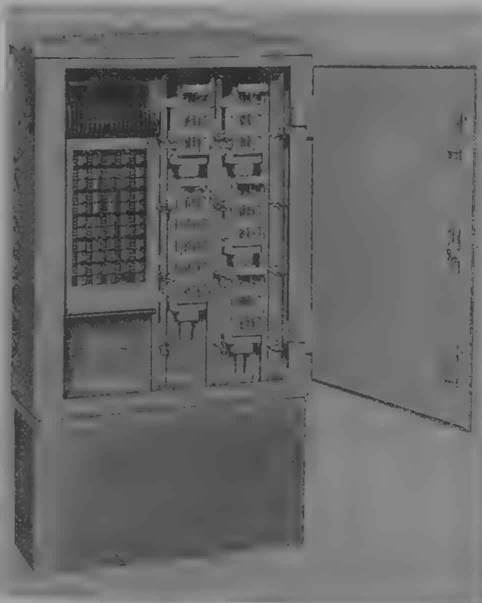


Bild 2. Kabelverzweiger bestückt mit EVs für 300 DA und einem Wählsternschalter.

Das neue Gehäuse 68 hat eine gegen Witterungseinflüsse geschützte labyrinthartig angebrachte Gummidichtung. Die Tür hat Stiftscharniere und kann ausgehängt werden. Sie hat geöffnet eine Rastung, so daß sie nicht bei Wind zuschlägt. Das neue 3-Riegel-Stangenschloß läßt sich mit den bisher verwendeten Vorreiberschlüsseln betätigen und mit dem bisher üblichen Sicherheitsschloß sichern.

Die Anordnung und die Platzbezeichnung der EVs werden vereinheitlicht. In der oberen Reihe von links nach rechts sind vier 50 p EVs mit schrägen Stutzen auf Platz 1, 3, 5 und 7, in der unteren Reihe vier 100 p EVs mit geraden Stutzen auf den Plätzen 2, 4, 6 und 8. EVs für die Hauptkabel werden mit römischen Ziffern III, IV und VI, EVs für Verzweigungskabel mit arabischen Ziffern 1, 2, 7 und 8 bezeichnet. Der EVs auf Platz 5 kann anstelle von Verzweigungskabeladern Querkabeladern aufnehmen.

Beim Beschalten der EVs im KVz sind die Installationsdrähte durch die Führungsringe an den Tragschienen übersichtlich zu führen. Die Drähte sind durch die Lochleisten der EVs flach an die Anschlußstifte heranzuführen; eine straffe Führung ist zu vermeiden. Die abisolierten Drahtenden werden in die geschlitzten Enden der Lötstifte eingelegt und von vorn mit Röhrenlötzinn festgelötet. Auf keinen Fall dürfen die blanken Drahtenden nur um die Lötstifte herumgewickelt werden. Eine löt- und schraubfreie Anschlußtechnik, bei der — ohne die Installationsdrähte vorher abzuisolieren — eine elektrische Verbindung, die im Bedarfsfall leicht wieder gelöst werden kann, gewährleistet ist, wird z. Z. erprobt.

Um größere Schaltarbeiten usw. am KVz unabhängig von den Witterungsverhältnissen zu ermöglichen, ist ein KVz-Zelt entwickelt worden. Sowohl der Arbeitende als auch die technischen Einrichtungen der KVz werden — insbesondere gegen Regen — geschützt. Das Zelt läßt sich windsicher am KVz befestigen und nimmt eine trapezförmige Grundfläche von 1 m² ein. Das Dach ist nach hinten abgeschrägt und hat an der Eintrittsseite des Zeltes eine Höhe von 1,90 m. Das Zeltgestänge — eine Konstruktion aus geteilten Rohren — läßt sich leicht von einem Mann zusammensetzen und durch die Teilung gut auf Fahrzeuge verladen und transportieren. Als Zeltplane wird eine transparente Polyvinylchlorid(PVC)-Gitterfolie verwendet. Dadurch ist am Tage ein Arbeiten ohne besondere Beleuchtung möglich. Weiter ist vorteilhaft, daß es bei Feuchtigkeit nicht verrottet und Instandsetzungen durch Verschweißung leicht durchführbar sind. Die Zeltplane ist in Augenhöhe mit einem 10 cm breiten rot-weißen Warnstreifen versehen.

Stegmann

Kabelwerke in der BRD, d. s. Firmen, die Fernmeldekabel mit Papierisolierung und metallenem Mantel an die DBP liefern.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Backnang
Bayerische Kabelwerke AG, Roth
Bergmann Kabelwerke AG, Berlin und Wipperfürth
Deutsche Kabelwerke GmbH, Rheydt
Deutsche Telefonwerke und Kabelindustrie AG, Berlin
Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Köln-Mülheim
Kabelwerke F. C. Ehlers, Hamburg
Kabel- und Metallwerke Gutehoffnungshütte AG, Hannover
Kabelwerke Reinshagen GmbH, Wuppertal
Kabelwerke Rheydt AG, Rheydt
Kerpenwerk GmbH & Co., Stolberg
Land- und Seekabelwerke AG, Köln
Norddeutsche Seekabelwerke AG, Nordenham
Rheinische Draht- und Kabelwerke GmbH, Köln
Siemens AG, München
Standard-Elektrik-Lorenz AG, Stuttgart
Süddeutsche Kabelwerke, Zweigniederlassung der Vereinigte Deutsche Metallwerke AG, Mannheim
Süddeutsche Telefon-, Kabel- und Drahtwerke AG, Nürnberg
Vereinigte Draht- und Kabelwerke AG, Berlin–Duisburg
C. V. Vogel Draht- und Kabelwerke AG, Hannover

Leichsenring

Kabelwinde → Kabelschiff, → Kabeltrommelwinde, → Kabelziehwinde.

Kabelziehstrumpf. In eine Öse am Anfang des K. wird mit einem Schäkel und einem Ausgleichswirbel das Zugseil der Kabelwinde befestigt. Der K. besteht aus einem schlauchförmigen Geflecht aus verzinktem Stahldraht, das etwa 1 m lang ist und — mit seinem offenen Ende über den Kabelanfang gezogen — dort mit einem Drahtwickel festgebunden wird (Bild 1).

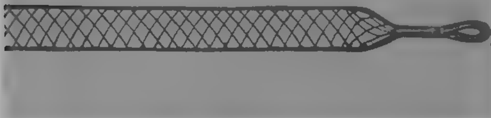


Bild 1. Kabelziehstrumpf.

Wenn auf den K. ein Zug ausgeübt wird, verengt sich der Schlauch, das Drahtgeflecht preßt sich fest auf den Kabelmantel, der Druck wird auch auf die Kabelseele übertragen, und das Kabel wird beim Ziehen der Winde am Seil in den Kanalzug gezogen.

Wenn die Reibung oder das Gewicht des Kabels zu groß ist, so daß ein Abreißen des Kabels hinter dem K. befürchtet werden muß, oder wenn das Kabel über den Ziehschacht hinaus weitergezogen werden muß, wird ein Nachziehstrumpf mit zwei Ösen an der Zugseite benutzt (Bild 2). Er ist an der Ösenseite offen, so daß er weiter über das Kabel geschoben werden kann und dieses zwischen den Ösen hindurchgesteckt ist.



Bild 2. Kabelnachziehstrumpf aus verzinktem Stahldrahtgeflecht, mit 2 Ösen, auch an der Ösenseite offen, mit etwa 1 m Geflechtlänge, Bruchfestigkeit 130/140 kp/qmm, für Kabel von 15 bis 120 mm Durchmesser.

Zum nachträglichen Anbringen von Nachziehstrümpfen gibt es solche mit offener Längsnaht (Bild 3). Nachdem der offene K. um das Kabel an der gewünschten Stelle gelegt ist, wird er mit einem Bindedraht zusammengeschnürt (→ Kabelverlegung).

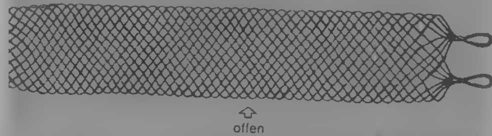


Bild 3a. Kabelziehstrumpf aus verzinktem Stahldrahtgeflecht zum Zusammenschnüren mit Bindelitzen, mit 2 Ösen, auch an der Ösenseite offen, etwa 1 m Geflechtlänge. Bruchfestigkeit 130/140 kp/qmm, für Kabel von 15 bis 210 mm Durchmesser.

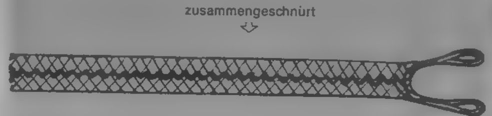


Bild 3b. Kabelziehstrumpf zum Zusammenschnüren.

Kabelziehwinde. Zum Ein- und Ausziehen der Kabel in Kabelkanalanlagen (→ Kabelverlegung) müssen die K. eine Reihe von Forderungen zum Schutz der Kabel erfüllen:

1. Regelbare Seil-(Kabel-)Geschwindigkeiten für alle vorkommenden Montageverhältnisse,

2. automatisch arbeitende Seilspulung auf der Trommel mit Korrektureinrichtung für veränderte Seildurchmesser,

3. automatisch anzeigendes Dynamometer (Zugmesser) mit großer, gut lesbarer Skala;

4. die jeweils für den betreffenden Kabeltyp zulässige Zugkraft wird am Dynamometer eingestellt, und bei Erreichen dieser eingestellten Höchstzugkraft muß die Winde sofort und automatisch stillgesetzt werden;

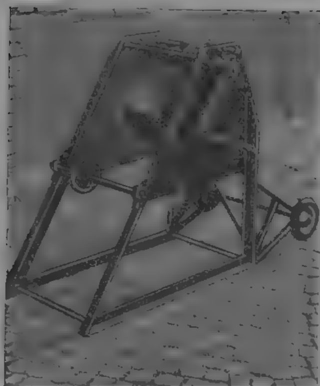


Bild 1. Handbetriebene Kabelzieh- und Kabelkanalzugreinigungswinde.



Bild 2. Kabelziehwinde Typ W 500, Ausführung im Anhänger.



Bild 3a. Kabelziehwinde Typ W 3000 im Unimog, Ansicht von hinten.



Bild 4. Kabelziehwinde Typ W 4000, Ansicht von hinten.



Bild 3b. Kabelziehwinde Typ W 3000 im Unimog (ohne Aufbau).



Bild 5. Kabelziehwinde Typ W 4000 im Lkw. Seitliche Ansicht auf Bedienungseinrichtung mit Dynamometer.



Bild 6. Kabelziehwinde im Einsatz.

5. ein einschaltbares Schreibwerk registriert gekoppelt die auftretenden Zugbelastungen und die eingezogene Länge des Kabels kontinuierlich und automatisch (ggf. ein Dokument für den Bedienenden, daß die für die betreffende Kabeltype zulässige Zugkraft nicht überschritten wurde; Tabellen über zulässige Zugkräfte für die gängigen Kabeltypen sind im Betrieb vorhanden); dadurch ist eine Feststellung der Zugkräfte in Abhängigkeit von der jeweiligen Kabellänge möglich,

6. Druckknopfsteuerung der Winde im Fahrzeugaufbau oder über Fernschaltung mit Gummikabel oder drahtlos von der Kabeltrasse aus (im letzteren Falle außerdem Wechselsprechverkehr möglich); dies ist bei unübersichtlichen Trassen besonders wichtig,

7. niedrige Seilführung in und aus der Winde mit bei Seilaustritt weitem horizontalem und vertikalem Schwenkbereich bis senkrecht oder querab zur Winde,

8. Vorrichtung zum Festsetzen der Winde im weiten Zugwinkelbereich,

9. Schwenkscheinwerfer zur Trassenbeleuchtung,

10. reichlich bemessene Werkzeug- und Geräteaufbewahrungskästen im Windenfahrzeugaufbau.

Das Windenseil aus verzinkten Stahldrähten mit Links- und Rechtsschlag in drallarmer Machart muß die nötigen Zugkräfte sicher aufnehmen können und die nötige Länge haben. Zur Verdoppelung der Windenzugkraft kann eine Umlenkrolle aus Stahl — mit verzinktem 8 m langem Hilfsseil am → Kabelziehstrumpf — benutzt werden, wenn beim Ausziehen alter Kabel die normale Nennzuglast der Winde nicht ausreichend sein sollte.

Für kleine Zugkräfte gibt es einfache, handbetriebene Kabelzieh- und Reinigungswinden (Bild 1). Die Zugkraft beträgt bis zu 500 kp bei einer Kurbellast von 20 kp. Nach den Unfallverhütungsvorschriften muß ein Sperrklinken-Klemmgesperre vorhanden sein. Die Trommel ist zum Abspulen des Seiles frei schaltbar und mit einer handbetätigten Bremse versehen.

Die leichte Kabelziehwinde mit einem Zweitaktvergasermotor von 3,5 PS hat eine Zugkraft von 500 kp (Bild 2). Sie wird zum Reinigen von Kabelkanalzügen oder zum Ein- und Ausziehen leichter Kabel benutzt. Sie ist entweder fahrbar mit schubkarrenartigem hohlgummibereiftem Fahrwerk oder in einem Einachsanhänger für den Transport hinter leichten Lkw's (z. B. VW-Kastenwagen) montiert und mit einem Zugmesser ausgerüstet, der den Motor automatisch beim Überschreiten der Nennzuglast stillsetzt. Zum Abfangen der Zugkräfte werden Bremsklötze hinter die Räder gelegt und Abstützstangen angebracht.

Größere K. werden nur in Sonderfällen stationär fest eingesetzt, z. B. in Kabelaufteilungsräumen mit schwierigen Kabeleinführungen, wo der Einsatz einer mobilen Kabelziehwinde nicht möglich ist.

Die am meisten verwendete K. vom Typ W 3000 benötigt am Nebentrieb des Fahrzeugmotors bei 500 bis 600 U/min 11 PS Leistung und hat 3000 kp Zugkraft. Normal beträgt die Seillänge 300 m, der Seildurchmesser 11 mm. Die Seilgeschwindigkeit ist regelbar von 5 bis 35 m/min.

Sie kann in 3-t-Lkw's oder in einen Unimog von 1,2 t eingebaut werden. (Bild 3). Das Dynamometer hat Schreibwerk, einstellbare Überlastkontaktvorrichtung und Längenmeßapparatur; daneben befinden sich ein Druckknopfschalter für die Direktschaltung der Winde und Steckdosen für die Windenfernsteuerung von der Kabeltrasse aus für eine Handlampe sowie für einen Trassenscheinwerfer. Die Seilführungsrolle ist um 360° schwenkbar. Die Seilspulvorrichtung arbeitet automatisch. Über der Führungsrolle kann eine Anhängerkupplung angebracht werden.

Die schwerste Winde vom Typ W 4000 hat eine Zugkraft bis 4000 kp. Sie dient zum Ein- und Ausziehen von den leichten bis zu den schweren Kabeln. Sie benötigt am Nebentrieb des Fahrzeugmotors bei ca. 1000 bis 1100 U/min 30 PS Leistung. Das 300 m lange Seil kann mit regelbaren Geschwindigkeiten von 3 bis 25 m/min gezogen werden. Sie wird in 4,5-t-Lkw's oder in Zugmaschinen (z. B. Unimog Typ U 80) von 2,75 t eingebaut. Bild 4 gibt einen Einblick von hinten in den Windenaufbau. Oberhalb der hinteren Seilschwenkrolle kann eine Anhängerkupplung montiert werden, um einen Kabeltransportanhänger (→ Kabeltrommeltransport) mitzuführen. Die Seilführung verläuft unterhalb des Bodens. Im Hintergrund ist die automatische Seilspulvorrichtung vor der Seiltrommel erkennbar. Bild 5 zeigt die an der linken Fahrzeugseite zugängliche Bedienungseinrichtung mit Dynamometer usw.

Bild 6 gibt ein Beispiel für den Einsatz der K. bei Kabelzieharbeiten und zeigt die Benutzung der Fernsteuerung. Die Signalisierung zwischen Anfangsschacht und K. erfolgt durch Flaggensignale, durch akustische Signale oder mittels Funksprechgeräten.

Stegmann

Kadmium, Cd, Atomgewicht 112,41, ϱ 8,642, Fp 321°C, Kp 765°C. K. ist ein weißes, zinnähnliches Metall. Für die technische Gewinnung ist ausschließlich das Vorkommen in Zinkerzen von Bedeutung. Mit ihrer Verarbeitung ist auch die Gewinnung des K. verbunden. Es wird für die Herstellung leichtschmelzender Legierungen, → Woodsches Metall, Lipowitzmetall, sowie in Legierung mit Blei (30—50% Cd und 10% Zinn) als → Lötmittel für Leichtmetalle, wie Aluminium, verwendet.

Kadmiumelektrode → Kapazitätsprobe an Akkumulatoren.

Kalibriergerät dient zur Feststellung der durch das Biegen der Polyrinylchlorid(PVC)-Hart-Rohre (→ Kabelkanal) entstehenden ovalen Form (Bild 1 und 2).

Das Meßgerät liegt mit seinen Meßfühlern nahezu auf dem ganzen inneren Rohrumfang an und wird durch ein Seil mit einer Haspel oder von Hand durch das Kanalrohr gezogen. Anhand der Länge des im Rohr befindlichen Seiles kann man die Lage des K. im Rohr feststellen; über eine Hilfsleitung kann der

gemessene Innendurchmesser elektrisch signalisiert werden. Die Meßfühler verstellen ein Potentiometer, so daß dessen Widerstand dem Innendurchmesser an der betreffenden Stelle entspricht.

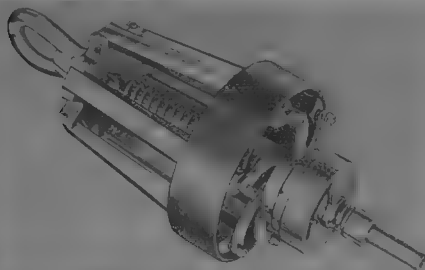


Bild 1. Kalibriergerät.

Nach dem Durchziehen ist an der Skala des K. der kleinste Innendurchmesser abzulesen. Dadurch wird festgestellt, ob der vorgeschriebene Mindestdurchmesser nicht unterschritten wurde.

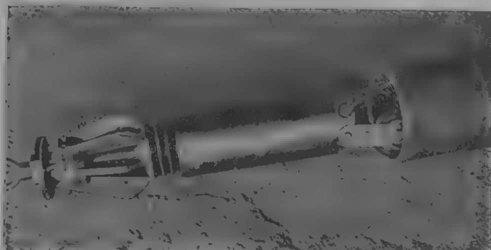


Bild 2. Kalibriergerät mit Führungsrollenfühlern zur Messung der Ovalität von gebogenen Kabelkanalrohren aus Kunststoff.

Zur Messung des Innendurchmessers der eingespülten Polyäthylen(PE)-Rohre dient ein zylindrisches Meßkaliber von 28 cm Länge mit dem zulässigen Mindestdurchmesser, an das an beide Seiten zum Hin- und Zurückziehen Seile befestigt werden. Die Länge des Meßkalibers ist festgelegt, damit auch in engen Krümmungen der steife Kabelanfang durch das Rohr gezogen werden kann.

Kaliumdichromat, $K_2Cr_2O_7$, Molekulargewicht 294,21, ϱ 2,69, Fp 393°C, orangerote Kristalle, leicht in Wasser löslich. K. findet in Kombination mit anderen Salzen Verwendung zur Mastenimprägnierung. (→ Holzschutzmittel).

Kaliumhydroxyd, Ätzkali, KOH, Molekulargewicht 56,11, ϱ 2,04, Fp 410°C, Kp 1342°C, ist eine farblose kristallinische, geruchlose Masse, die sehr hygroskopisch ist und sich leicht in Wasser und Alkohol mit stark alkalischer Reaktion löst. Die wäßrige Lösung heißt Kalilauge. Darstellung: Elektrolyse einer konzentrierten Lösung von Kaliumchlorid nach dem Diaphragma-, dem Quecksilber- oder dem Glockenverfahren. Verwendung in der Elektrotechnik zur Herstellung vom Elektrolyt für Stahlakkumulatoren (→ Akkumulator). Die Anforderungen sind festgelegt in den VDE 0510 »Bestimmungen für Akkumulatoren und Akkumulatoranlagen«.

Kalkmilch ist eine milchige Aufschlämmung von Kalziumhydroxyd in Wasser. Sie dient in der Kabelherstellung als Anstrich der äußeren Juteumspinnung über der Bewehrung der Kabel, um das Zusammenkleben der Lagen auf der Kabeltrommel zu verhindern.

Kalorie → Thermodynamik.

Kaltkathode → Glimmentladung.

Kaltleiter. Kaltleiter sind Bauelemente aus ferroelektrischem, halbleitendem Material, die in einem bestimmten Temperaturbereich ihren Widerstand besonders stark ändern. Sie besitzen dort einen positiven Temperaturgradienten (Zunahme des Widerstandes bei Erhöhung der Temperatur). Als Materialien werden ferroelektrische Erdalkalititanate, zu deren Hauptvertretern das Bariumtitanat gehört, benutzt. Die Halbleitung wird in diesen keramischen Stoffen durch Einbau von dreiwertigen Ionen als Donatoren (→ Bändermodell des Halbleiters) (z. B. Antimonionen) anstelle zweiwertiger Erdalkaliionen erzeugt.
Anwendung: → Heißleiter. Im Gegensatz zum Heißleiter kann der Kaltleiter durch seinen steilen Widerstandsanstieg bereits selbst eine Schaltfunktion übernehmen.

Kaltphosphatieren wird das Phosphatieren bei Badtemperaturen unter 50° C bezeichnet.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Kaltpreßmasse → Füllmasse für Kabel.

Kaltpreßverfahren → Schweißen. Kaltpreßschweißung. Verfahren, bei dem Metall bei Zimmertemperatur unter starker Druckanwendung (bei 2 Al-Blechen z. B. 15 bis 20 kp/mm²) miteinander verschweißt werden. Unerläßlich ist eine vorherige gründliche Reinigung der Oberfläche.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kaltvergußmasse → Füllmasse für Kabel.

Kaltverschweißen. Unter K. versteht man das Verbinden von Werkstoffen mittels mechanischer Energie. Als Energiequelle dient z. B. Ultraschall mit Frequenzen zwischen 20 und 40 kHz. Ultraschallwellen breiten sich im Schweißgut aus und führen ganz gezielt infolge Adsorption und Reibung an den Verbindungsstellen zu einer raschen Plastifizierung. Unter dem gleichzeitig einwirkenden Anpreßdruck werden so die Komponenten miteinander verbunden.
Literatur: Lehfeld-Nirona Vertriebsgesellschaft, Verbindungstechnik für Kunststoffe, Werkprospekt.

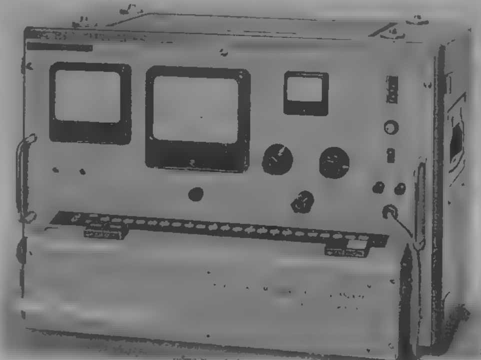
Kalziumchlorid, $CaCl_2$, Molekulargewicht 110,99, ϱ 2,152, Fp 765° C, Kp über 1600° C. Wasserfreies K. ist eine poröse weiße Masse, die außerordentlich hygroskopisch ist und daher als Trocknungsmittel vielfach verwendet wird. Neuerdings ist es aber oft durch → Silicagel verdrängt, weil dieses immer trocken bleibt und leicht regenerierbar ist. Eine

Lösung von K. mit einer Dichte von 1,280 dient zur Erzeugung einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% bei 20°C. (Kabeltrocknung).

Kanalabstand ist der Frequenzabstand zweier Träger oder der Mittenfrequenzen zweier Kanäle in einem → Frequenzmultiplex-System, → Wechselstromtelegraphie, → Frequenz.

Kanalkapazität → Informationstheorie.

Kanallücken-Meßeinrichtung dient zum Messen der frequenzabhängigen Dämpfung trägerfrequenter Nachrichtenverbindungen während des Betriebes. Die Kontrolle des Zustandes einer TF-Nachrichtenverbindung und gegebenenfalls ein Nachentzerren ist von Zeit zu Zeit notwendig, wobei jedoch eine Außerbetriebnahme des Systems für die Zeit der Messung wegen der hohen Kanalzahl pro Kabelader (60; 120) wirtschaftlich nicht vertretbar ist. Es wurden deshalb K. entwickelt, mit deren Hilfe Meßpilote definierter Frequenz und einstellbarer Amplitude während des Dienstbetriebes in das zu messende System auf der Sendeseite eingespeist und auf der Empfangsseite selektiv empfangen werden können, ohne daß der Betrieb gestört wird. Die Frequenzen der Meßpilote sind so gewählt, daß sie in die 900 Hz breiten Frequenzlücken zwischen den Sprachkanälen eines TF-Systems (in der Übertragungslage) fallen. Diese Lücken folgen entsprechend dem Kanalraster im 4-kHz-Abstand aufeinander und entstehen dadurch, daß für die Sprachübertragung nur der Frequenzbereich 300 Hz bis 3400 Hz, also in der Übertragungslage nur eine Bandbreite von 3100 Hz bei 4 kHz Kanalabstand ausgenutzt wird. In dieser Lücke sind neben den kleinen Trägerrestspannungen auch noch die systemeigenen Wahlsignale vorhanden und müssen beim Einspeisen eines Meßpiloten beachtet werden. Untersuchungen haben ergeben, daß die Meßpilotfrequenzen zweckmäßig bei 80 Hz, also am unteren Ende des Fernsprechkanals liegen müssen, damit sie die Gespräche nicht stören. Für die Übertragungslage bedeutet dies, daß die Meßfrequenzen bei Gruppen, die in Kehrlage übertragen werden (Sekundärgruppe: 12 ... 252 kHz; V 60 und V 120), 80 Hz unterhalb der Trägerfrequenz und bei Gruppen, die in Regellage übertragen werden (Grundsekundärgruppe: 312 ... 552 kHz; V 120), 80 Hz oberhalb der Trägerfrequenz eingespeist werden müssen. Die Amplitude der Meßpilote darf einen bestimmten Wert nicht überschreiten (1 N unter dem relativen Kanalpegel), um eine Überlastung der Leitungsverstärker zu vermeiden. Aus diesem Grund wird auch jeweils nur eine Meßfrequenz eingespeist und von Hand oder auch automatisch ein Frequenzwechsel vorgenommen, wobei der Frequenzabstand benachbarter Meßpilote 12 kHz beträgt. Die erforderliche hohe Frequenzgenauigkeit (Abweichung vom Sollwert $\leq \pm 10$ Hz) wird durch Quarzoszillatoren im Thermostat erreicht. Der Sender-Innenwiderstand und der Empfänger-Eingangswiderstand müssen hochohmig gegen die System-Widerstände am Einspeise- bzw. Empfangspunkt sein, damit der Betrieb nicht gestört wird (kleine Einfügungsdämpfung). Der Sender liefert deshalb einen konstanten Strom, und ein am Senderausgang angeschalteter selektiver Überlagerungsempfänger, der automatisch auf die eingestellte Sendefrequenz abgestimmt wird, mißt die Spannung, die der Sendestrom am Einspeisepunkt erzeugt, und regelt den Sendestrom automatisch durch Vergleich gegen eine einstellbare Referenzspannung so ein, daß die gewünschte Sendespannung am Einspeisepunkt entsteht. Der selektive Empfänger ist mit dem Sender zu einer K. vereinigt. Die K. kann als Sender oder als Empfänger benutzt werden. Der Sender wird durch Handauslösung nacheinander auf fest programmierte Meßfrequenzen abgestimmt. Bei automatischem Betrieb wird in bestimmten Zeitintervallen ein Frequenzwechsel vorgenommen, indem alle vorprogrammierten Frequenzen nacheinander in zyklischer Reihenfolge eine bestimmte Zeit lang ausgesendet werden. Der Empfänger sucht die gerade gesendete Frequenz und zeigt die Größe der empfangenen Meßpilot-Amplitude an.



Kanallücken-Meßeinrichtung
für symmetrische V 60- und V 120-Systeme.

Das Bild zeigt ein Ausführungsbeispiel einer K. für symmetrische V 60- und V 120-Systeme. Das große Instrument zeigt die Sendespannung bzw. die empfangene Spannung an. Die beiden Hilfsinstrumente signalisieren den Sendestrom und die Frequenzablage vom Sollwert. Im Pult sind der Frequenzprogramm-Wähler und die Tasten für die Frequenzwahl sowie die Einrichtungen für die Automatik untergebracht.

Literatur: K. Günther, Postleitfaden Meßtechnik 1. Teilband, R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Hamburg-Berlin — Der TF-Meßbetrieb an Trägerfrequenz-Einrichtungen und Trägerfrequenz-Übertragungswegen. Unterrichtsblätter der deutschen Bundespost, Ausgabe B Fernmeldewesen. 1. Auflage 1964.

Sommer

Kanalschema → Seitenbandaufteiler.

Kanalteilung. In Zeitmultiplex-Telegrafie-Systemen (ARQ-Mux, Kabelmux) die Unterteilung eines Kanals mit normaler → Zeichengeschwindigkeit in Teilkanäle mit reduzierter Zeichengeschwindigkeit.

Wenn die volle Übertragungskapazität eines Zeitmultiplex-Telegrafenkanals nicht benötigt wird (z. B. bei überlassenen Telegrafenleitungen), so ist es zur besseren Ausnutzung des Kanals zweckmäßig, ihn zu

unterteilen. Da in Zeitmultiplex-Telegrafiesystemen ohnehin bereits eine Zeittaktversorgungseinrichtung zur Verfügung steht, bietet sich eine Zeitteilung an. Die Kanalteilereinrichtungen arbeiten derart, daß einem Halbkanal jedes zweite, einem Viertelkanal jedes vierte Zeichen des Kanals zugeordnet wird.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 599 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 141.

Kanalumsetzer. Der Kanalumsetzer (KU) ist das Endgerät der TF-Systeme und enthält die Umsetzer beider Übertragungs-Richtungen. Im Gerät werden die Sprach-Frequenzbänder 0,3 bis 3,4 kHz in eine höhere Frequenzlage umgesetzt und hierbei die ausgesiebten gleichen Seitenbänder in Reihe nebeneinander zu einer Gruppe angeordnet (→ Modulation). Das andere Seitenband wird über das Kanalfilter unterdrückt. Die Kosten für Filter und Modulatoren bilden den wesentlichsten Anteil am KU-Preis. Auf KU entfallen etwa 75 % aller Umsetzergeräte einer System-Endstelle. Wegen dieses Kostenanteils werden in den neuen deutschen Zwei- und Vierdraht-Systemen nur KU mit Vorgruppen-Umsetzung (→ Vorgruppen-Modulation) verwendet, die gegenüber einer → Einstufen- oder einer → Vor-Modulation erhebliche wirtschaftliche Vorteile haben. Durch Modulation der Kanalträger 12, 16 und 20 kHz mit den Sprechspannungen je eines Kanals wird nach Aussiebung der oberen Seitenbänder über Kanalfilter eine Vorgruppe 12 bis 24 kHz gebildet. 4 Vorgruppen werden nach der Modulation mit Vorgruppenträgern 84, 96, 108 und 120 kHz mit dem ausgesiebten unteren Seitenband über einen Entkoppler zur Grund-Primärgruppe 60 bis 108 kHz zusammengefaßt und über einen Gruppenverstärker an den Primärgruppen-Schaltpegel angepaßt. In der Empfangsrichtung wird in umgekehrter Stufenfolge aus der Grund-Primärgruppenlage in die Sprach-Frequenzlage demoduliert.

Allgemeine Kanalfilter-Bedingungen: Die Restdämpfungsverzerrung eines über Sende- und Empfangsumsetzung (Umsetzerpaar) übertragenen Frequenzbandes 0,3 bis 3,4 kHz soll die Werte des in CCITT-Empfehlungen (G 232) festgelegten Toleranzschemas (2/5-Toleranzschema) für die Restdämpfung einer zwischenstaatlichen Leitung von 2 500 km Gesamtlänge in einer Reihenschaltung von 6 Abschnitten nicht überschreiten.

Die Dämpfung des unterdrückten Seitenbandes soll ≧ 7 Np, oberhalb des ausgesiebten Seitenbandes in der Senderichtung ≧ 4,5 Np, in der Empfangsrichtung ≧ 4,0 Np sein. Der relative Kanalpegel soll am NF-Eingang — 2 Npr/600 Ohm, am Gruppen-

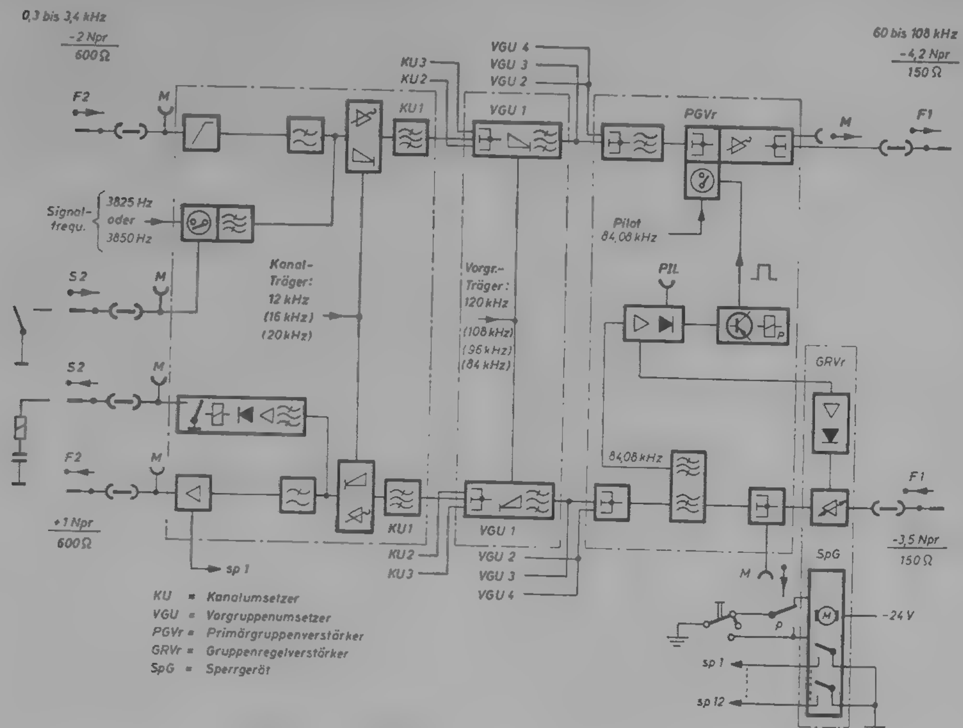


Bild 1a. Schematischer Aufbau einer 12-Kanal-Endstelle.

ausgang — 4,2 Npr/150 Ohm, am Gruppeneingang — 3,5 Npr/150 Ohm, am NF-Ausgang + 1 Npr/600 Ohm betragen.

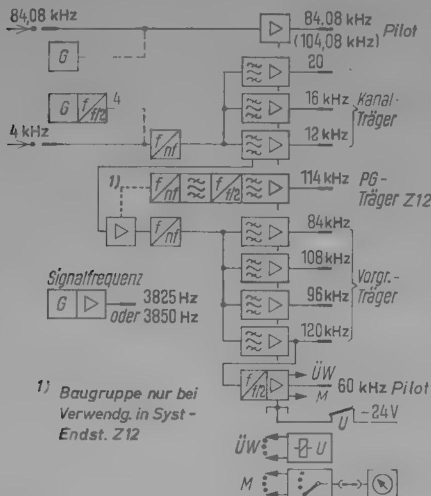


Bild 1b. Schematischer Aufbau der Trägerversorgung.

Allgemein werden KU mit systemeigener Ruf- und Wählzeichen-Übertragung verwendet. Die Signalfrequenz ist 3850 Hz. Sie liegt in der Mitte zwischen der höchsten übertragenen Sprachfrequenz des TF-Kanals (im Basisband 3400 Hz) und der tiefsten übertragenen Frequenz des im trägerfrequenten Band benachbarten Kanals (im Basisband 300 Hz). Die Signalfrequenz wird durch Tastung von Erdpotential über die Signalleitung »S an« in einen Modulator vor der Kanalumsetzung eingetastet, auf der Empfangsseite hinter dem Kanalverstärker über ein Signalfilter 3850 Hz ausgesiebt und gleichgerichtet. Ein Signalrelais im Gleichrichterkreis tastet die auf der Gegenstelle eingegebenen Signale als Erdimpulse über die Signalleitung »S ab« nach außen weiter. Ein das Sprachband bei 3400 Hz beschneidender Tiefpaß im Ein- und im Ausgang des Kanals sowie die hohe Dämpfung der Kanalfilter in der Frequenzlage der umgesetzten Signalfrequenz verhindern störende Beeinflussungen zwischen Signal- und Sprachfrequenzen. Der Sendepegel der Signalfrequenz ist —0,5 Npr, die Zeichenverzerrung im Signalkreis ist < 2 ms. Im Gruppenverstärkereingang der KU-Endstelle wird die Pilotfrequenz 84,08 kHz eingespeist und empfangsseitig auf Regelung des Empfangspegels und Störungen der Gruppenverbindung überwacht (→ Gruppenpilot-Sperrtechnik).

Konstruktiver Aufbau: Bei älteren Einrichtungen in Bauweise 52 sind die Baugruppen von 3 Kanalumsetzungen und einer Vorgruppenumsetzung beider Übertragungs-Richtungen in einem Einschub zusammengefaßt. 4 Einschübe bilden sende- und empfangsseitig mit den Entkopplern im Gruppenverstärker eine 12-Kanal-Endstelle.

Die erste Geräteserie wurde in Röhrentechnik (Bauweise der → TF-Einrichtungen), eine Weiterentwicklung in Transistortechnik gefertigt. Aus wirtschaftlichen Gründen wurden die Geräte in Transistortechnik konstruktiv umgestaltet und als Bauweise 7 (Vertikalbauweise) eingeführt. Ein Rahmengestell mit den Gestell-Abmessungen der Bauweise 52 kann 10 vertikal angeordnete Geräteeinsätze aufnehmen. In jedem Einsatz sind steckbare Einheiten für eine 12-Kanal-Endstelle untergebracht. Ein Zentralfeld im Gestell kann u. a. ein Trägerversorgungs-Gerät aufnehmen, in dem aus einer von außen zugeführten Steuerfrequenz 4 kHz die Kanal- und Vorgruppenträger abgeleitet werden. Dem Gerät wird auch die Pilotfrequenz 84,08 kHz für die Einstellung eines konstanten Einspeisepegels in Primärgruppen zugeführt (→ TF-Systeme unter Steuer- und Pilotfrequenz). Ein Generator 3,85 kHz liefert die Signalspannung für die systemeigene Ruf- und Wählzeichenübertragung in den KU.

In kleinen TF-Endstellen ohne zentrale Trägererzeugung wird dieses Trägerversorgungsgerät durch ein

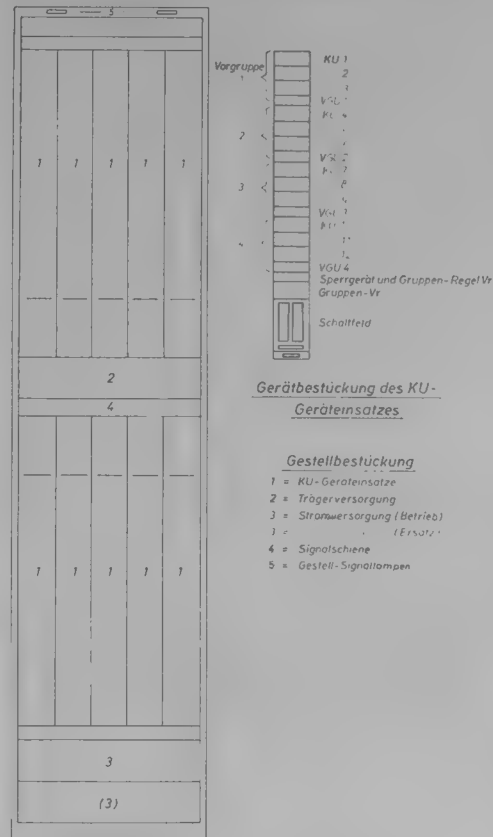


Bild 2. Ansicht eines KU-Geräteeinsatzes.

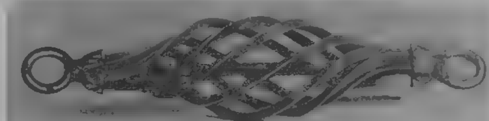
Gerät mit Grundgenerator für die Trägerabteilung ersetzt.

Der schematische Schaltaufbau einer 12-Kanal-Endstelle und der Trägerversorgung ist in Bild 1 unter a. und b. dargestellt. Bild 2 enthält die Ansicht des KU-Gestells Bw 7 und die Bestückung eines KU-Geräteeinsatzes. *Wichmann*

Kanalvocoder → Vocoder.

Kanalwähler (Tuner). K. sind bei → Fernsehempfängern die Einrichtungen zur Senderabstimmung (Band I, III, IV/V), Verstärkung und Mischung des Hochfrequenzsignals mit der Schwingung eines Hilfsoszillators. Der Antenneneingang ist durchweg unsymmetrisch mit 60 Ω Eingangswiderstand. Zur Anpassung an gebräuchliches Bandkabel 240 Ω verwendet man Übertrager oder Transformationsnetzwerke (BALUN englisch: balance unbalance). Der Schaltungsaufbau und die mechanische Konstruktion haben im Laufe der Jahre eine Unzahl von Variationen erfahren. Die Begriffe Trommeltuner, Induktuner, Fireballtuner sind nur noch historisch. Auch die besonders rauscharme Cascodenschaltung ist durch die Transistorisierung überholt. Die Bandwahl geschieht durch Spulenumschaltung, die Kanalabstimmung durch einen 4fach-Drehkondensator. Für die mechanische Bedienung existiert eine Vielfalt von Konstruktionen, z. B. Drehschalter, Drucktastenschalter mit gespeicherter Feinabstimmung. In neuesten Ausführungen sind die Drehkondensatoren durch Kapazitätsdioden (Diodentuner) (→ Kapazitätsvariationsdiode) ersetzt, bei denen die Kapazität eine Funktion des Stromes ist. Auch die Bandumschaltung wird nicht mehr durch mechanisch betätigte Schalter, sondern durch Schaltdioden vorgenommen. Zur Bedienung sind dann meist leicht zu betätigende Druckknopfschalter vorgesehen, welche einen durch die Potentiometerschaltung voreingestellten Stromwert in die Abstimmdiode einspeisen. Wichtige Kennwerte des Kanalwählers sind außer der Selektion und der Verstärkung die Grenzempfindlichkeit, gegeben durch das Verhältnis von Nutz- und Rauschspannung, und die Spiegelfrequenz- und Kreuzmodulationsfestigkeit. *Stierhof*

Kanalzugreiniger, im Durchmesser verstellbar von 72 bis 98 mm. Um die mit zwei Ösen zum Befestigen von Zugseilen oder -stangen versehene Achse winden sich spiralförmig Stahl-Vierkantdrähte, die durch



Kanalzugreiniger mit verstellbarem Durchmesser.

Schrauben der Achse mehr oder weniger gespreizt werden können (s. Bild). Beim Hin- und Herziehen in Beton-Kabelkanalformsteinen wird festsitzender Schlamm oder Sand gelockert (→ Kabelverlegung).

kanonische Schaltung ist eine Schaltung, die eine gegebene → Netzwerkfunktion mit der geringstmöglichen Anzahl von Bauelementen realisiert.

Kantenbeugung → Beugung.

Kaolin ist ein Aluminiumsilikat $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$, ϱ 2,1—2,6, das u. a. in Meißen und Cornwall gefunden wird. Es ist eine lockere, meist weiße Masse, die auch beim Brennen weiß bleibt. Sie ist der Rohstoff für → Tonwaren.

Kapazität. Liegt zwischen zwei in ein Dielektrikum eingebetteten leitenden Körpern 1 und 2 eine elektrische Spannung U_{12}, so besteht ein elektrisches Feld; besteht dieses nur zwischen 1 und 2, sind also weitere leitende Körper nicht beteiligt, so tragen 1 und 2 entgegengesetzt gleich große Ladungen Q. Der Quotient

$$C = \frac{Q}{U_{12}}$$

wird Kapazität genannt. Diese Größe ist bei konstanter Dielektrizitätskonstante ε (→ elektrische Größen) eine Konstante, C ist nur durch ε und durch die geometrischen Abmessungen der Anordnung bestimmt. Zum Beispiel ist $C = \varepsilon a/s$, wenn zwei ebene Metallplatten parallel zueinander in geringem Abstand s einander gegenüberstehen; a ist diejenige Fläche der einen Platte, die z. B. die Quelle des elektrischen Feldes ist. Die Anordnung (der Gegenstand) wird Kondensator, die Eigenschaftsgröße wird Kapazität genannt. Als Kapazitätsfaktor wird gelegentlich der Quotient C/ε bezeichnet, der also nur geometrische Abmessungen, aber nicht mehr die Materialkonstante ε enthält.

Kapazitätsbelag einer homogenen Leitung ist der Quotient: Kapazität geteilt durch Länge, gewöhnlich geschrieben C' oder auch gelegentlich c.

Kapazitätsfaktor → Kapazität.

Kapazitätsmeßbrücke → Kapazitätsmessung.

Kapazitätsmessung. Neben den Brückenmeßverfahren werden auch heute noch oft die älteren Verfahren der Messung mit Gleichstromstößen angewendet, insbesondere bei Kapazitätsmessungen an sehr langen Kabelleitungen.

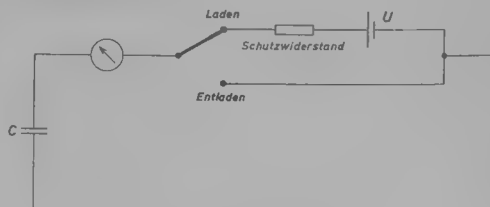


Bild 1. Ballistische Messung.

1. Ballistische Messung (Bild 1). Wird ein langsam schwingendes Galvanometer, z. B. ein Spiegelgalvanometer, durch einen kurzen Stromstoß aus seiner Ruhelage geworfen, so führt es eine gedämpfte Schwingung aus. Der erste (größte) Ausschlag dieser Schwingung ist proportional zu der

Elektrizitätsmenge Q, die während des Stromstoßes durch das Galvanometer fließt. Bei einer Kondensatoraufladung oder -entladung ist $Q = C \cdot U$. Deshalb ist bei fester Spannung U der Ausschlag auch proportional der Kapazität C. Diese Meßeinrichtung wird mit Hilfe eines Meßkondensators mit bekannter Kapazität geeicht.

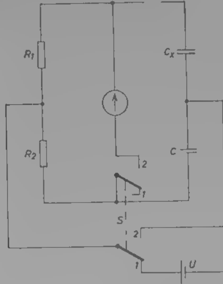


Bild 2. Ballistische Brückenmessung.

2. Ballistische Brückenmessung (Bild 2). In Stellung 1 des Schalters S wird der Kondensator mit der unbekannten Kapazität C_x über den Widerstand R_1 und der Vergleichskondensator mit bekannter Kapazität C über den Widerstand R_2 aufgeladen. In Schalterstellung 2 werden beide Kondensatoren entladen. Die Spannung u_1 an C_x fällt ab mit

$$u_1 = U e^{-\frac{t}{C_x R_1}}$$

und die Spannung u_2 mit

$$u_2 = U e^{-\frac{t}{C R_2}} .$$

Sind die beiden Zeitkonstanten $C_x R_1$ und $C R_2$ gleich groß, so ist auch zu allen Zeiten $u_1 = u_2$. Ihre Differenz zwischen den Punkten C und D der Brückenschaltung ist also auch immer gleich Null, und der Nullindikator zeigt keinen Ausschlag. Aus $C_x R_1 = C R_2$ folgt

$$C_x = C R_2/R_1 .$$

3. → Wiensche Meßbrücke. 4. → Schering-Meßbrücke.

5. Meßbrücke nach K. W. Wagner (Bild 3). Kapazitive Meßgegenstände bestehen oft aus Teilkapazitäten, wie z. B. eine Doppelleitung, die in einen Mantel eingeschlossen ist. Diese hat die Teilkapazität C_{12} zwischen a- und b-Ader sowie die Teilkapazitäten C_{31} und C_{32} zwischen den einzelnen Adern und dem Mantel. Man kann diese Teilkapazitäten mit einer Kapazitätsmeßbrücke messen, die außerdem noch den Wagnerschen Hilfszweig enthält.

Man gleicht diese Meßschaltung in Schalterstellung 1 mit R_3 und C_3 sowie in Schalterstellung 2 mit R_6 und C_6 ab. Man wiederholt diesen Abgleich mehrmals, bis der Meßhörer in beiden Schalterstellungen vollkommen schweigt. Dann haben die Brückenpunkte C, D und E gleiches Potential. Infolgedessen besteht zwischen den Klemmen 1 und 3 des Meßgegenstandes keine Spannung, und es fließt kein Strom durch die Teilkapazität C_{31}. Diese ist deshalb ohne Einfluß auf den Abgleich der eigentlichen Meßbrücke ABCD. Ebenso ist auch die Teilkapazität C_{32} ohne Einfluß auf den Abgleich der Brücke ABCD, weil sie zwischen B und E liegt und nur in den Abgleich der Hilfsbrücke ABCE eingeht. Gemessen wird also nur die Teilkapazität C_{12} einschließlich ihrer Wirkableitung.

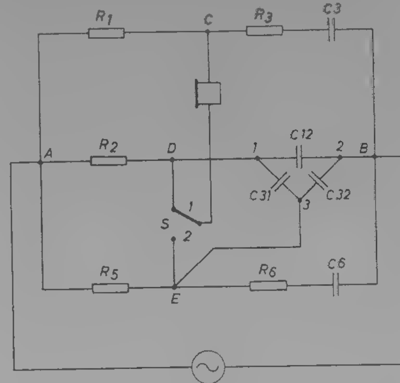


Bild 3. Meßbrücke nach K. W. Wagner.

Durch Vertauschen der Anschlüsse des Kapazitäts-Dreiecks können auch die beiden anderen Teilkapazitäten C_{32} und C_{31} gemessen werden.

Erdet man den Punkt E, so besitzen die drei Brückenpunkte C, D und E Erdpotential. Erdkapazitäten dieser Punkte können dann das Meßergebnis nicht beeinflussen. Es ist verständlich, daß in diesem Fall höchstens die Klemme des Meßgegenstandes geerdet sein darf, die mit E verbunden wird. Das ist z. B. dann der Fall, wenn der Mantel der Doppelleitung geerdet ist. *Haak*

Kapazitätsnormal. Das K. wird auf das → Induktivitätsnormal zurückgeführt, indem man beispielsweise in einer → Maxwellmeßbrücke Kapazität und Induktivität miteinander vergleicht. Als Gebrauchskapazitätsnormale dienen Kondensatoren, die nach vorstehendem geeicht sind.

Kapazitätsprobe an Akkumulatoren ist die Ermittlung der Kapazität eines Akkumulators, d. h. die Feststellung der entnehmbaren Amperestunden. Die Istkapazität ist das Produkt aus Entladestromstärke und Entladedauer. Die K. dient der Beurteilung von Akkumulatoren bei der Neulieferung (Abnahmeprüfung) und auch des Betriebszustandes nach längerer Betriebsdauer. Man unterscheidet 2 Arten der K.: die einfache K. ohne Plattenmessung und die K. mit Plattenmessung.

Einfache K. ohne Plattenmessung, der stets eine Sicherheitsladung (→ Akkumulatoren) vorausgehen muß, besteht aus einer ununterbrochenen Entladung mit gleichbleibendem Strom bis zum Abfall der Klemmenspannung auf einen festgelegten unteren Grenzwert. Die Stromstärke sollte nicht unter dem 10stündigen Entladestrom liegen.

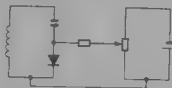
K. mit Plattenmessung, um den Betriebszustand beider Plattenarten durch Einzelmessungen zu bestimmen. Mit Hilfe einer in die Säure einzutauchenden Bezugselektrode — in der Regel ein Kadmiumblech im Hartgummirahmen — mit konstantem Potential lassen sich die Einzelspannungen zum positiven und negativen Plattensatz ermitteln. Die Spannung der positiven Platte gegen die Säure ist immer positiv, die der negativen Platte kann positiv oder negativ sein. Die Plattenspannungen sind mit einem Spannungsmesser $R_i \geqq 300\,\Omega$ zu messen. Die Platten gelten als entladen, wenn die Spannung der positiven Platten gegen die Kadmiumelektrode unter 2,0 V gesunken ist oder wenn die Spannung der negativen Platten gegen die Kadmiumelektrode mehr als 0,2 V beträgt. Die Entladung ist abzubrechen, sobald die angegebenen Grenzen bei einer der beiden Plattenarten erreicht sind.

Vetter

Kapazitätsprüfer. Mit dem im Prüftisch (PrT) eingebauten K. lassen sich Kapazitäten, bestehend aus der Kapazität des Kondensators im Teilnehmerapparat und der Leitungskapazität, bis 7 µF messen. Während der Messung wird die unbekannte Summenkapazität im Rhythmus 3,8 Hz mit einer stabilisierten 60-V-Gleichspannung geladen und über das Anzeigeinstrument wieder entladen. Der Entladestrom J = f. U. C ist somit direkt proportional der Kapazität.

Literatur: Unterrichtblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 20.

Kapazitätsvariationsdiode. Eine Halbleiterdiode hat im Sperrbereich die Eigenschaft eines Kondensators, dessen Kapazität von der angelegten Gleichspannung abhängt. Mit zunehmender Gleichspannung wird die Sperrschicht infolge von Ladungsänderungen breiter und damit die von ihr abhängige Kapazität kleiner. Der Absolutwert der Kapazität als auch die relative Kapazitätsänderung sind vom Ausgangsmaterial, Herstellungsverfahren und von der Größe der Sperrschichtfläche abhängig.



Schwingkreis mit Diodenabstimmung.

Anwendungen:

1. Diodenabstimmung: Die K. wird gemäß dem Bild in einen Schwingungskreis geschaltet. Mit dem Potentiometer wird eine kontinuierliche Gleichspannung abgegriffen und somit die Frequenz des Schwingungskreises verändert. Außer der kontinuierlichen Frequenzvariation können auch Festfrequenzen durch Umschalten von vorher genau festgelegten Gleichspannungen eingestellt werden. Die Empfänger mit K. besitzen daher neben der kontinuierlichen Hauptabstimmung mehrere kleinere Potentiometer, mit deren Hilfe die Sender vorgewählt werden können. Durch Tastenschalter werden die Potentiometer und damit die gewünschten Sender eingeschaltet. Da nur unkritische Gleichspannungen zu schalten sind, ermöglicht die Diodenabstimmung auf einfache Weise eine Fernbedienung, bei der das Potentiometer im Bedienungsteil untergebracht und über ein Kabel mit dem Empfangsteil verbunden ist.

2. Automatische Scharfabstimmung in UKW- und Fernsehempfängern. Die K. liegt im Oszillatorkreis des Empfängers und wird von einer frequenzabhängigen Gleichspannung, die von einem Diskriminator oder dem Ratiodetektor gewonnen wird, so gesteuert, daß eine Änderung der Oszillatorfrequenz durch eine gegensinnige Änderung der Diodenkapazität ausgeglichen wird.

3. Frequenzteilung und -vervielfachung.

4. Amplituden- und Frequenzmodulation.

Literatur: Hans Keller, Diffundierte Silizium-Kapazitätsdioden. Radio Mentor 28 (1962), Heft 8 — Otto Klank, Diodenabstimmung im »bajazzo de Luxe« Telefunken-Ztg. 38 (1965), Heft 3/4, S. 240.

Franke

kapazitiver Blindwiderstand ist der Scheinwiderstand $1/\omega C$ eines verlustlosen Kondensators, vgl. → induktiver Blindwiderstand.

Kappen bedeutet schnelles Abschlagen von Ankerketten, Tauen, Seekabeln und der Halterung der Masten eines Segelschiffes bei Gefahr des Kenterns im Sturm.

Karbolineum ist ein hochsiedendes → Steinkohlenteeröl, das sich im wesentlichen aus verschiedenen Anthracenölen zusammensetzt. Nach Avenarius chlorierte schwere Steinkohlenteeröle besitzen eine höhere Viskosität, einen höheren Flammpunkt und einen geringeren Geruch. Die modifizierte Chlorbehandlung erhöht nach Avenarius die fungizide Wirkung des K.; K. mit lichtbeständigen Farben dienen für Außenanstriche. Allgemein erfolgt Einsatz des K. nur als Holzschutzanstrich. In den allgemeinen Eigenschaften ähnelt K. dem Steinkohlenteeröl. K. muß bei Verwendung im DBP-Bereich aus reinem Steinkohlenteeröl gewonnen sein und ein spezifisches Gewicht bei 20°C ≧ 1,10 haben. Bei der Siedeanalyse dürfen bis 150°C nur Spuren, bis 250°C höchstens 4% verdampfen. Der Gehalt an sauren, in Natronlauge (spezifisches Gewicht 1,15) löslichen, phenolartigen Bestandteilen darf höchstens 8% betragen. K. muß bei 20°C satzfrei sein. Bei 30°C muß es auch beim Vermischen mit gleichen Raumteilen kristallisierbarem Handelsbenzol eine Lösung ergeben, in der höchstens Spuren ungelöster Substanz zurückbleiben. 2 Tropfen von K. auf Filtrierpapier müssen ohne Rückstände ungelöster Stoffe aufgesogen werden. Viskosität bei 20°C ≧ 6° E, Flammpunkt ≧ 125°C.

Karbonyleisen ist ein durch Verdampfen von Eisenpentakarbonyl [$Fe(CO_5)$] oder elektrolytisch gewonnenes technisch reines Eisen, das in Pulverform zusammen mit Kunstharzen oder anderen Isolierstoffen als Bindemittel zu Massekernen für Spulen gespritzt oder gepreßt wird. Diese Kerne ließen sich unter Beibehaltung der elektrischen Eigenschaften gegenüber früheren Draht- und Bandkernen wesentlich verkleinern und wurden von 1940—1945 u. a. in Pupinspulen verwendet. Später wurden die Massekerne aus K. durch Ferritkerne (→ Ferrite) ersetzt, die eine weitere wesentliche Verkleinerung gegenüber den bisherigen Massekernen erlaubten.

Literatur: Prof. Dr.-Ing. habil. Otto Zinke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1965 — Hütte IV B, Fernmeldetechnik, Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin, München 1962 — Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Verlagsbuchhandlung Herzog, Goslar, 1957.

Karborund, Siliciumkarbid, SiC, Molekulargewicht 40,07, ϱ 3,17, Fp $>$2700°C. K. ist ein außerordentlich hartes Material. Darstellung: Erhitzen von Quarz und Koks im elektrischen Ofen. K. dient als Schleif- und Poliermittel. Als spannungsabhängige Widerstände haben sich besonders gut leitende Siliciumkarbidsorten für die Herstellung von Überspannungsableitern bewährt. Ebenso finden sie steigende Anwendung bei → Varistoren und → Transistoren.

Kardioide. Rollt ein Kreis mit dem Durchmesser a auf einem festen, gleich großen Kreis, so beschreibt ein Punkt der Kreislinie des rollenden Kreises eine Kardioide. Ihre Gleichung lautet in rechtwinkligen cartesischen Koordinaten:

$$(x^2 + y^2 - ax)^2 = a^2 (x^2 + y^2)$$

in Polarkoordinaten:

$$r = a (1 + \cos \varphi) .$$

Karnaubawachs ist eine feste Masse, ϱ 0,990—0,999, Fp 80—90°C. K. ist eine vegetabilische Harzsorte, die als Hauptbestandteil zerotinsauren Myricylester enthält. In der Fernmeldetechnik findet K. als Zusatz zu den Tränkmassen für Kondensatorpapiere und Leitungsschnüre Verwendung.

Karteiliste und Karteinummer für Fernmeldezeug. Karteiliste (KL) dient als Unterlage für die Beschaffung im Fernmeldedienst. In sie wird jeder Gegenstand des Fernmelde(F)-Bedarfes, den die DBP im Regeldienst verwendet, mit Bezeichnung und den technischen Daten aufgenommen und mit Karteinummer (KNr) versehen. KNr besteht aus 9 Ziffern und kennzeichnet Gegenstand eindeutig. Sie wird bei Bestellung, Auftragserteilung, Lagerhaltung, Buchung, Verrechnung und in verschiedenen Nachweisen verwendet sowie (als Schlüssel-Nr.) für maschinelle Verarbeitung mit Datenverarbeitungsanlagen benötigt. Das gesamte Stoffgebiet des Fernmeldezeuges ist in 10 Hauptgruppen unterteilt.

Hauptgruppe 0 = nicht belegt,
» 1 = Fernmeldeeinrichtungen (einschl. zugehöriger Baugruppen),
» 2 = Baueinheiten und Zusatzgeräte für Fernmeldeeinrichtungen,
» 3 = Mechanische Bauelemente (Einzel-, Verbund- u. kombinierte Teile),
» 4 = Elektrische Bauelemente, Schnüre und Spulendrähte,
» 5 = Allgemeine Bauelemente, Werk- u. Betriebsstoffe,
» 6 = nicht belegt,
» 7 = Kabel- u. Fernmeldebauzeug,
» 8 = Werk- u. Allgemeines Gerät,
» 9 = nicht belegt.

Jede Hauptgruppe ist in 10 Gattungsgruppen (1. u. 2. Ziffer), jede Gattungsgruppe in 10 Fachgruppen (1. bis 3. Ziffer), jede Fachgruppe in 10 Sachgruppen (1. bis 4. Ziffer) und jede Sachgruppe in Untergruppen unterteilt.

Beispiel:

Hauptgruppe 1 = Fernmeldeeinrichtungen,
Gattungsgruppe 12 = Fernsprech-Teilnehmereinrichtungen,
Fachgruppe 122 = Handbediente Vermittlungseinrichtungen,
Sachgruppe 122 1 = Kleine Vermittlungseinrichtungen.

Durch die dann folgenden Zahlen werden Gegenstände nach den ihnen eigentümlichen Merkmalen geordnet. Gegenstände, für deren Gegenstandsart KL noch nicht besteht, erhalten nach System des Hauptgruppengliederungsplanes der KL bundeseinheitliche Übergangs-KNrn = vorläufige KNrn. Sie werden im Übergangs-KNrn-Verzeichnis veröffentlicht. Als Kennmerkmal gegenüber KNrn erhalten sie als 4. Ziffer eine 0 und als 5. Ziffer eine 9. Gegenstände, die nur für einen Bezirk oder einen begrenzten Bereich beschafft und vorrätig gehalten werden müssen, erhalten nichtbundeseinheitliche Bezirks-KNr, wenn sie zum Stoffgebiet einer veröffentlichten KL gehören, aber in der KL nicht erfaßt werden. Jeweilige Bezirks-KNr gilt nur in einem Versorgungsbezirk. Als Kennmerkmal gegenüber KNrn erhält sie als 4. und 5. Ziffer je eine 0 und als 6. Ziffer Kennzahl für den Versorgungsbezirk. Sofern Gegenstand zum Stoffgebiet des Übergangs-KNrn-Verzeichnisses gehört, bekommt er Bezirksübergangs-KNr (Kennmerkmal: 4. Ziffer eine 0 und 5. Ziffer die Kennzahl für den Versorgungsbezirk). Gegenstände, die einmal zentral beschafft und zwecks Verteilung und Verrechnung über Fernmeldezentralzeugamt (FZZA) oder Fernmeldezeugamt (FZA) geleitet werden, erhalten vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) als Gegenstandsnummer Ausnahme-KNr. Voraussetzung ist, daß Gegenstand sofort an Empfänger ausgeliefert wird und beim FZA/FZZA keine Vorräte (Lagerbestände) verbleiben. Ausnahme-KNr verliert nach Auslieferung des Gegenstandes an Bedarfsstelle ihre Bedeutung (Kennmerkmal: 4. bis 6. Ziffer je eine 0). Als Sonderbedarf zu beschaffende Gegenstände, die unbenummert sind, erhalten zur Erfassung des Beschaffungs-Vorganges (im Lochkartenverfahren) beim FZA neunstellige Hilfsnummern. Ordnungssystem der KNrn dient auch der Benummerung der Zeichnungen, Normblätter, Beschreibungen, Dienstbehelfe und sonstiger technischer Unterlagen. Durch artgemäße Erfassung der Gegenstände ist KL außerdem wichtige Unterlage für Standardisierung, Typenbereinigung und Typenbeschränkung. Sofern Einkauf von Gegenständen eingeschränkt oder nicht mehr notwendig ist (z. B. durch Einführung eines weiterentwickelten Gerätes), wird hinter KNr Kennzeichen gesetzt. Dabei bedeuten:

* = Einkauf nur noch für Instandsetzung von vorhandenen Einrichtungen zulässig;
** = Einkauf unzulässig, vorhandene Bestände aufbrauchen.

KL umfaßt — je nach Umfang des Stoffes — eine Gattungsgruppe oder eine Fachgruppe (z.B. KL 41 = Widerstände, KL 121 = Fernsprechapparate). Jede KL, die als Loseblattsammlung in einem oder mehreren Ordnern zusammengestellt ist, enthält in ihren »Besonderen Vorbemerkungen« eine Abgrenzung des jeweiligen Stoffgebietes, Begriffsbestimmungen und genaue Definitionen für die in der Liste aufgeführten Daten sowie Erläuterung des Aufbaues der KNrn und Hinweise über Normung usw. Schlüsselverzeichnisse (Gegenüberstellung von Norm-Nrn., Firmen-Nrn. o.ä. und KNrn) sind in KL enthalten, wenn auf dem betreffenden Gebiet Anwendung von Norm-Nrn. (z.B. FTZ-Norm-Nrn.), Firmentyp-Nrn. usw. gebräuchlich ist und Auffinden der zugehörigen KNrn dadurch erleichtert werden kann. »Allgemeine Vorbemerkungen zu den Karteilisten für Fernmeldezeug« (auch als Taschenheft D100, Heft 1) beinhalten u.a.: Aufgabe und Aufbau der KL und des KNrn-Systems, Gliederungsplan des KNrn-Systems, Übersicht über die bisher herausgegebenen KL und die folgenden in den KL verwendeten Grundbegriffe nebst Definition:

Allgemeines Bauelement = Einzel-, Verbundteil- oder kombiniertes Teil für allgemeine Zwecke, d. h. für die Verwendung sowohl in technischen Einrichtungen als auch im F-Bauwesen (z. B. Schraube, Niet, Beschlag, Verschluß).

Bauelement (elektrisch) = Einzel-, Verbund- oder kombiniertes Teil mit elektrischer Eigenschaft für den Einbau in technische Einrichtungen (z. B. Widerstand, Kondensator, Spule, Röhre, Sicherung).

Bauelement (mechanisch) = Einzel-, Verbund- oder kombiniertes Teil mechanischer Art für Zusammenbau von technischen Einrichtungen oder für Einbau in technische Einrichtungen (z. B. Klinke, Lager, Fassung, Kontaktfedersatz).

Baueinheit = aus mehreren Bauelementen bestehende Einheit, die Teil einer Baugruppe oder eines Gerätes ist und eine bestimmte Funktion hat (z. B. Relais, Laufwerk).

Baugruppe = in sich abgeschlossenes, aus mehreren Baueinheiten und/oder Bauelementen bestehendes Teil eines F-Gerätes (z. B. Schiene, Einschub, Einbaurahmen od. dgl. bestückt, Wähler, Netzteil, Anbaulocher).

Baustoffe = Werkstoffe, die vorwiegend im Bauwesen verwendet und handelsüblich als Baustoffe bezeichnet werden.

Becher = Baugruppe, die in einem Schutzgehäuse oder dgl. mit bestimmten Abmessungen und einer Abdeckplatte untergebracht ist, so daß mehrere solcher Becher baulich aneinandergereiht werden können.

Betriebsstoffe = Stoffe, die zum Betreiben, Unterhalten und Pflegen der F-Anlagen verbraucht werden.

Einzelrahmen = Rahmen, der mit Bauelementen, Baueinheiten und/oder Baugruppen bestückt in einen Gestellrahmen eingesetzt wird.

Einzelteil = aus nur einem Werkstoff bestehendes einzelnes Bauelement (z. B. Feder, Platte, Stift).

Ersatzteil = Teil, das Bestandteil eines Gegenstandes oder einer Anlage ist und einem Verschleiß unterliegt oder aus anderen Gründen auswechselbar sein muß.

Fernmeldeanlage = eine oder mehrere F-Einrichtungen einschl. der Übertragungswege.

Fernmeldeeinrichtung = Zusammenfassung von Baugruppen, Baueinheiten und Bauelementen zu selbständigen F-Geräten oder -Gerätegruppen, ohne Übertragungswege.

Gestellrahmen = ein in eine Gestellreihe einzubauender vorverdrahteter Rahmen, der mit mehreren Einzelrahmen, Wannen, Schienen u. dgl. bestückt werden kann.

Kombinierter Teil = aus mehreren lösbar miteinander verbundenen Einzel- und/oder Verbundteilen bestehendes Bauelement (z. B. Schalter, Gelenk, Kontaktfedersatz).

Mechanische Bauelemente allgemeiner Art = Bauelemente, die in gleicher Form und mit gleichen Daten in verschiedenen Geräten verwendet und vorwiegend von Zubringer-Industrien geliefert werden oder handelsüblich sind. Für solche Bauelemente gibt es meist Normblätter oder andere allgemeingültige Unterlagen. Hierzu gehören z. B. Bedienteile, wie Griffe, Drehknöpfe, Handräder usw., Wälzlager, Spulenkörper, Schwingmetalle und ähnliche Teile.

Mechanische Bauelemente spezieller Art = Bauelemente, die wegen ihrer Eigenart in den verschiedenen Geräten in verschiedenen Formen und mit verschiedenen technischen Daten verwendet werden. Für diese Bauelemente gibt es besondere Zeichnungen. Sie werden als erzeugnisgebundene Bauelemente vorwiegend von den Herstellern der Geräte selbst gefertigt. Hierzu gehören z. B. mechanische Federn, Achsen, Wellen, Zahnräder, Kurventeile, Hebel, Klinken u. dgl. .

Regelausstattung = die zur Verwendung des unter einer KNr geführten Gegenstandes in jedem Falle zusätzlich erforderlichen Gegenstände. Regelausstattung wird mit Hauptgegenstand oder Anlage ohne besondere Anforderung von Lieferfirma bzw. FZA mitgeliefert.

Verbundteil = aus mehreren durch Schrauben, Löten, Schweißen usw. miteinander fest verbundenen Einzelteilen bestehendes Bauelement (z. B. Kontaktfeder mit Kontaktniet, Preßstoffteil mit eingepreßten Buchsen).

Werkgerät = Sammelbegriff für Werkzeuge, Spannzeuge, Meßzeuge, Meßvorrichtungen, Werkzeugmaschinen und F-Baugerät.

Werkstoffe = Halbzeuge und Materialien, die in der Fertigung, bei der Montage oder im F-Bauwesen verarbeitet werden.

Zubehör = die bei Verwendung eines Gegenstandes oder einer Anlage je nach Bedarf zusätzlich erforderlichen Gegenstände. Zubehör muß bei Bedarf besonders angefordert werden.

Zusatzgeräte = Gegenstände, die als Teile zur Vervollständigung eines F-Gerätes (Handapparat,

Gebührenanzeiger) oder für mehrere Techniken verwendet werden können (Doppelkopfhörer, Wecker, Meßgerät).

Wie lange das derzeitige KNrn-System intern bei der DBP bestehenbleibt, läßt sich noch nicht übersehen. Da man die große Bedeutung der Materialkatalogisierung für jede Vorratswirtschaft erkannt hat, wird z. Z. die Einführung einer bundeseinheitlichen Materialkatalogisierung bei den Bundesverwaltungen und auch bei der Industrie angestrebt.

Wigand/Dewitz

Karteiplatz der → Fernsprechentstörungsstelle erstellt und führt die Störungskartei Fernsprechentstörung (FeE) anhand der vorgezeigten Bau- und Schaltaufträge für Fernsprechanschlüsse sowie für andere Einrichtungen und Leitungen bei Teilnehmern. Bei der zweijährlichen Durchsicht der Störungskarten (StöK) auf Vollzähligkeit und ordnungsmäßiges Beschriften achtet der K. zugleich darauf, ob planmäßig auszuführende Arbeiten fällig sind. Gegebenenfalls werden hierfür Terminzettel gefertigt und dem → Leitplatz übergeben, der die Arbeiten vom Entstörer ausführen läßt. Der K. erteilt ferner Auskünfte über Eintragungen der Kartei an Dienststellen der DBP, nimmt Aufträge über die Schaltung von Antrags- und Gebührensperren sowie für den Fernsprechauftragsdienst entgegen, veranlaßt deren Ausführung mit Auftragszetteln und prüft anschließend die Erledigung. Sofern keine Hochkant-Förderbandanlage vorhanden ist, bringt die K.-Kraft die an der → Störungsannahme ausgefertigten Störungszettel nach Beifügen der betreffenden StöK nach dem → Prüfplatz, holt beide nach deren Bearbeitung vom Prüf- bzw. Leitplatz ab, wertet die Störungszettel statistisch aus und vermerkt die Störungsmeldungen und Prüfergebnisse bzw. Störungsursachen auf den StöK. *Harbarth*

Karzinotron → Rückwärtswellenröhre.

Kaschieren. Zusammenpressen oder -walzen von zwei oder mehreren Folien zu einer dicken Folie oder Platte, wobei die Einzellagen sich fest miteinander verbinden (Preßschweißen). K. bezeichnet auch das Aufbringen einer Deckschicht mit besonderen Eigenschaften auf Folien oder Platten, sowie das Aufbringen von Folien auf Gewebebahnen.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, Dr. K. Stoeckert, Carl Hanser Verlag, 1958.

Kassenabschluß → Abrechnung bei der DBP.

Kassenanschlag. Nach § 56 (2) und (3) der → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) verteilt das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) die im Voranschlag bewilligten Haushaltsmittel, soweit es sie nicht selbst bewirtschaftet, unter Mitwirkung der Fachabteilungen bzw. der fachlich zuständigen Referate auf die OPDn. Dies geschieht durch Zufertigung eines K. oder durch besondere Verfügung. Über die Kassenanschlagsmittel, die im allgemeinen zur Ausgabendeckung für ein ganzes Rechnungsjahr (Rj.) ausreichen müssen und die sparsam und wirtschaftlich zu verwalten sind, kann die OPD in eigener Zuständigkeit verfügen. Mit besonderer Verfügung wird den OPDn zusammen mit dem K. mitgeteilt, welche Besonderheiten bei der Bewirtschaftung der Mittel bei den einzelnen Titeln zu beachten sind.

Die Kassenanschlagsmittel werden den OPDn im Verhältnis ihrer Mittelbedarfsanmeldungen, getrennt nach den Titeln des Voranschlags, zugewiesen. Ihre Höhe bestimmt sich nach der Haushaltslage, die das BPM u. U. zu erheblichen Kürzungen gegenüber der Bedarfsanmeldung zwingt. Auch beeinflußt die mehr oder weniger große Verlagerung von Zuständigkeiten vom BPM auf die OPDn den Umfang der Kassenanschlagsmittel. Bei Zuweisung der Kassenanschlagsmittel hält das BPM eine angemessene Reserve zurück, um unvorhersehbaren Mittelbedarf durch nachträgliche Zuweisung decken zu können. Nicht benötigte Kassenanschlagsmittel haben die OPDn dem BPM rechtzeitig im Rj. wieder zur Verfügung zu stellen.

Abschriften der K. werden, wie in § 57 PHB vorgeschrieben, dem Bundesrechnungshof (BRH) zu Beginn des Rj. übersandt.

Literatur: Posthaushaltsbestimmungen §§ 56 u. 57 — Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen XI, 2 — Haushalts- und Kassenbestimmungen für das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (HKB), § 3.

Clement

Kassen- und Rechnungswesen der DBP. Für das K.- und R. der DBP, d. h. für die Kassen- und Buchführung, die Rechnungslegung und die Rechnungsprüfung gelten die Bestimmungen allgemeiner Art der Reichshaushaltsordnung (RHO) auch für die DBP, jedoch mit den Änderungen, die sich nach § 35 des Postverwaltungsgesetzes (PostVwG) vom 24. 7. 1953 aus diesem Gesetz und aus der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP ergeben. Nach § 35 (5) PostVwG sind daher für die Kassen- und Buchführung der DBP neben den → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) die Postrechnungslegungsordnung (PRO) vom 20. 5. 1937 und die Allgemeinen Dienstanweisungen für das Post- und Fernmeldewesen (ADA), vor allem die Abschnitte VIII, 1 — Kassen- und Rechnungswesen bei den Ämtern —, XI, 2 — Haushalts-, Wirtschafts- und Prüfbestimmungen — und XII = Dienstanweisung für die Oberpostkassen, zugrunde zu legen.

Die PRO lehnt sich weitgehend an die Bestimmungen der → Rechnungslegungsordnung für das Reich (RRO) an. Sie bestimmt, wie über die Haushaltseinnahmen und -ausgaben Rechnung zu legen ist, wie die Rechnungslegungsbücher, das sind die Titelbücher, einzurichten sind und welchen Vorschriften die Rechnungsbelege entsprechen müssen. Alle wesentlichen Bestimmungen daraus sind in die ADA, insbesondere die Abschnitte VIII, 1, § 100; XI, 2, §§ 23—30, und XII übernommen worden. Die aufgrund der RHO, § 55, erlassene → Reichskassenordnung (RKO) gilt nicht für die DBP, weil diese ihre Kassen- und Buchführung so einzurichten hat, daß sie eine Bilanz sowie eine Gewinn- und Verlustrechnung aufstellen kann. Demgemäß hat die DBP für ihre Dienststellen, hauptsächlich in den vorgenannten ADA, besondere Bestimmungen für die

Kassen- und Buchführung erlassen, die anstelle der RKO anzuwenden sind. Das K. im engeren Sinn umfaßt alle Vorgänge, die in das Gebiet des Zahlungswesens fallen. Während sich das reine K. hauptsächlich auf die Poststellen, Zweig-, Neben- und Hilfskassen erstreckt, entfallen auf die Hauptkassen fast ausschließlich Buchhaltungsaufgaben, womit sie wie die Oberpostkassen (OPKn) und die Generalpostkasse (GPK) vor allem Dienststellen des Rechnungswesens sind. Das K. der DBP umfaßt die Verwaltung der Kassenbestände, und zwar der baren und der unbaren Geldbestände. Es erstreckt sich auf

a) den Barverkehr mit buchmäßigen Aufzeichnungen von Bargeldvorgängen bei den Poststellen, Zweigkassen usw. und teilweise den Hauptkassen,

b) den unbaren Zahlungsverkehr.

Es regelt den Geldbedarf innerhalb der eigenen Verwaltung sowie das Erheben von Einnahmen und das Zahlen von Ausgaben, auch im Rahmen des Postüberweisungs-, Postscheck- und Postsparkassendienstes. Das R. der DBP umfaßt die buchmäßige Abwicklung des, K., den Nachweis der Ausgaben und der Einnahmen durch Führen der Kassenbücher, die Rechnungs- und Kassenabschlüsse, die Vorbereitung der Rechnungslegung. Das R. ist stark auf das Haushaltswesen ausgerichtet. In einem für das gesamte Bundesgebiet aufgestellten Voranschlag sind alle Einnahmen und Ausgaben zusammengefaßt. Dieser Zentralisierung des Haushalts steht der dezentralisierte Verwaltungsaufbau gegenüber. Da es das Ziel des R. ist, den Nachweis zu erbringen, daß oder inwieweit der Voranschlag eingehalten worden ist, müssen die Rechnungsergebnisse eines Rechnungsjahres (Rj.) zentral erfaßt und den Zahlen des Voranschlags gegenübergestellt werden. Da bei mehreren tausend Amtsstellen der DBP eine zentrale Buchhaltung aus arbeitstechnischen Gesichtspunkten weitgehend entlastet werden muß, sind bei vielen Ämtern Hauptkassen (HK) und bei den OPDn OPKn eingerichtet worden. Die HK der Ämter erfüllen den Teil der Buchhaltung für ihren Bereich und führen alle Einnahmen und Ausgaben auf die OPK zurück. Diese wiederum sammeln alle Einnahmen und Ausgaben für den OPD-Bezirk und führen sie auf die GPK zurück, so daß für die gesamte DBP e i n e Rechnung aufgestellt und dem Voranschlag gegenübergestellt werden kann (s. → Generalpostkasse, → Oberpostkasse, → Hauptkasse). Von besonderer Bedeutung für das R. ist, daß die DBP nach § 19, Abs. 1, PostVwG als Jahresabschluß eine Gewinn- und Verlustrechnung und eine Bilanz aufzustellen hat. Im Voranschlag und bei der Rechnungslegung werden deshalb nicht nur Einnahmen und Ausgaben (Geldvorgänge), sondern auch alle sonstigen Änderungen (Nichtgeldvorgänge) veranschlagt oder gebucht, die im Vermögen der DBP eintreten (§ 17, Abs. 1, PostVwG). Die Einnahmen und Ausgaben werden nach Betrieb und Anlage getrennt veranschlagt und verrechnet (§ 17, Abs. 2, PostVwG), je nachdem sie erfolgswirksam oder erfolgsunwirksam sind. Die Buchführung der DBP entspricht deshalb der gehobenen Kameralistik. Im Abschluß des Voranschlags und ebenso in der Jahresrechnung werden der Gewinn oder der Verlust nach dem Zu- oder Abgang am Kassenvermögen und am sonstigen Vermögen getrennt ausgewiesen (§ 17, Abs. 3, PostVwG), so daß neben dem betriebswirtschaftlichen Erfolg auch der Überschuß oder Fehlbetrag im kameralistischen Sinne ersichtlich wird. Ferner ist die Rechnung der DBP nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen so zu führen, daß die Finanzlage jederzeit festgestellt werden kann (§ 18, Abs. 1, PostVwG).

Die vielfachen Aufgaben des K.- und R. sind bei den Ämtern, OPDn und beim Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen Kassen und Abrechnungsstellen übertragen worden, die den baren und unbaren Geldverkehr durchzuführen haben oder auch nur Buchhaltungsaufgaben für die Abrechnungsgeschäfte und die Rechnungslegung haben. Diese Dienststellen des K.- und R. sind dem organisatorischen Aufbau der DBP (Orts-, Mittel-, Zentralbehörde) entsprechend in Kassen bei den Ämtern (Hauptkasse), OPKn und GPK gegliedert. Die Kassenbuchführung ist im einzelnen in der PRO, §§ 9—23, und in der ADA XII, §§ 25—64, behandelt. Darin sind der Zweck der Kassenbuchführung sowie Art und Form der Bücher ausführlich erläutert. Außer den Zeitbüchern, in denen jede Zahlung nach der zeitlichen Reihenfolge festzuhalten ist, sind die Sachbücher, vor allem die Titelbücher, die alle Haushaltseinnahmen und -ausgaben nach der im Voranschlag oder sonstwie vorgeschriebenen Ordnung aufnehmen und damit als Unterlagen für die spätere Rechnungslegung dienen, eingehend behandelt.

Nach Abschluß des Rechnungszeitraumes wird über die tatsächlich entstandenen Einnahmen und Ausgaben Rechnung gelegt. Die Prüfung der Rechnungslegung obliegt dem Bundesrechnungshof. Dabei ist festzustellen, ob oder inwieweit der Voranschlag in Einnahme und Ausgabe eingehalten worden ist und ob sich die Haushaltsführung im Rahmen der Vorschriften bewegt hat.

Literatur: K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, R. v. Deckers Verlag, G. Schenck GmbH, 1959 — Handwörterbuch für das Postwesen, 2. Aufl., 1953 — R. Geldert, Das Kassen- und Rechnungswesen bei der DBP in Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Fernmeldewesen Nr. 3 vom 11. 3. 1963, S. 73.

Clement

Kastenförderanlage → Fördertechnik in Anlagen des Fernmeldewesens.

Kastenplatten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Katechu ist der eingedickte und an der Sonne völlig getrocknete Auszug des zerkleinerten Kernholzes des Acacia-Catechu-Baumes und auch anderer Acacia-Arten. Es stellt eine harte und spröde Masse dar. Sie fand wegen ihres Gerbsäuregehalts in der Kabeltechnik bei der Imprägnierung der Jutehülle Verwendung.

Kathode: negative Elektrode. Frei bewegliche Träger positiver elektrischer Ladungen bewegen sich in Richtung auf die Kathode zu, während negative Ladungsträger (→ Elektronen) aus ihr austreten

können und sich von ihr wegbewegen; → Glühkathode, → Feldelektronenemission, → Glimmentladung, → Metallkathode, → Oxydschichtkathode, → Korrosion, → Elektrolyse.

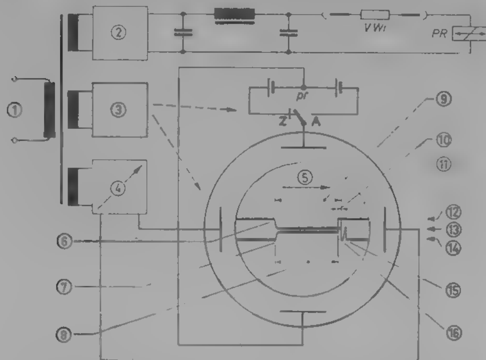
Kathodenanheizzeit → Glühkathode.

Kathodenfall → Gasentladung, → Glimmentladung.

Kathodengrundschaltung → Röhren-Ersatzbild.

Kathodenstrahl-Oszillograph → Elektronenstrahl-Oszillograph.

Kathodenstrahl-Relaisprüfer. Der K. ist ein Meßgerät für gepolte Telegrafenrelais mit dynamischer Einstellung (s. Bild). Er bietet die Möglichkeit, die einseitige Verzerrung, die Hubzeit und die Prellzeit in einem Bereich von 0 bis 20% der Schrittlänge zu messen. Das Gerät zeigt die Relaiszeitwerte auf dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre an. Die zu



*1 Netz, 2 Frequenzhalbierschaltung, 3 Stromversorgung, 4 Phase, 5 Zeitsinn, 6 Anker hebt vom Kontakt **Z** ab, 7 Anker hebt vom Kontakt **A** ab, 8 Umschlagzeit nach Kontakt **Z**, 9 Hubzeit nach Kontakt **A**, 10 Einseitige Verzerrung (gegeben durch die Differenz der Schließzeitpunkte), 11 Anker schließt am Kontakt **Z**, 12 Anker liegt am Kontakt **Z**, 13 Schwebelage des Ankers, 14 Anker liegt am Kontakt **A**, 15 Prellung, 16 Anker schließt am Kontakt **A**, PR zu prüfendes Relais, VWi Vorsteckwiderstand.*

Kathodenstrahlrelaisprüfer (Prinzip).

prüfenden Relais werden mit einem sinusförmigen Wechselstrom von 25 Hz erregt, der durch eine Frequenzhalbierschaltung aus dem Netz erzeugt wird. Da auch die Spannung für die waagerechte Auslenkung des Kathodenstrahls dem Netz entnommen wird, ist der synchrone Lauf gewährleistet. An das vertikale Plattenpaar des Anzeigerohres ist eine Gleichspannung von etwa 15 V gelegt, deren Polarität durch den Anker des zu prüfenden Relais gesteuert wird.

An die horizontalen Platten ist über eine Phasendrehbrücke die Netzspannung geschaltet. Die Kathodenstrahlröhre wird mit dieser Spannung sehr stark übersteuert, so daß nur ein Bereich von 20% der Schrittlänge auf dem Bildschirm erscheint. Dadurch nimmt das Bild des Ankerumschlages etwa die halbe Breite des Bildschirmes ein und die Skala ist fast linear. Der Rücklauf der Sinusspannung wird dabei dunkel gesteuert. Da die Frequenz der Zeitablenkspannung doppelt so groß ist wie die Frequenz des Erregerstromes für das Prüfrelais, schreibt das Gerät den Ankerumschlag vom Kontakt *A* zum Kontakt *Z* und den Ankerumschlag vom Kontakt *Z* zum Kontakt *A* übereinander auf. Der Kathodenstrahl wird bei der Kontaktgabe des Ankers am Kontakt *Z* nach oben, bei Kontaktgabe am Kontakt *A* nach unten ausgelenkt. Durch Einschalten einer zusätzlichen Dunkelsteuerspannung von 25 Hz lassen sich die Ankerumschläge je nach Phasenlage dieser Steuerspannung zur horizontalen Ablenkspannung einzeln sichtbar machen.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 801.

Biehler

Kathodenstrahlröhre → Elektronenröhre, → Elektronenstrahlröhre.

kathodischer Korrosionsschutz. Elektrochemisches Schutzverfahren gegen Korrosion, bei dem das Schutzobjekt zur Kathode eines galvanischen Elementes, eines Fremdstrom- oder eines Streustromkreises gemacht wird. Die Bezeichnung Kathodenschutz ist zu vermeiden. Seit 1945 werden in Europa alle neuverlegten Fernleitungen (Transportleitungen, Pipelines), in steigendem Maße auch Verteilungsnetze und erdverlegte Kabel, kathodisch geschützt. In Städten mit Straßenbahnen wird vorwiegend der kathodische Schutz gegen Korrosion durch Streustromableitung angewandt. Durch den kathodischen Schutzstrom wird die Korrosion vom Schutzobjekt auf zusätzlich eingebaute, leicht austauschbare Schutzanoden verlagert. Der Elektronenbedarf (Schutzstrom) für die Reduktion des an die Metalloberfläche gelangenden Oxydationsmittels wird dabei von einem Schutzgleichrichter oder einer galvanischen Anode geliefert. Die Elektronenabgabe aus der Metallauflösung ist daher nicht mehr möglich, so daß auch die Korrosion unterbleibt. Das Potential der zu schützenden Oberfläche wird so stark negativ gemacht, daß die Austrittsarbeit der positiven Metallionen nicht mehr aufgebracht werden kann. Der kathodische Schutzstrom wird dem aus der Metalloberfläche in den Elektrolyten austretenden Korrosionsstrom nach dem Kirchhoff/Helmholtz'schen Superpositionsgesetz überlagert und hebt ihn dadurch auf. Es ist deshalb gleichgültig, ob der Korrosionsstrom ursprünglich durch eine galvanische Elementbildung mit einem anderen Metall, durch unterschiedliche Belüftung, aggressive Erdböden oder als Streustrom einer elektrischen Gleichstrombahn verursacht wurde.

1. Kathodischer Korrosionsschutz durch galvanische Anoden (Bild 1a). Der kathodische Schutz mit galvanischen Anoden wird wegen der geringen

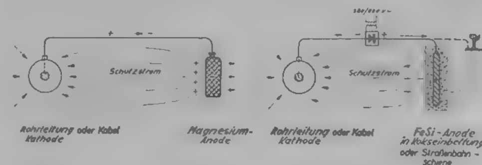


Bild 1a. Schutz mit Magnesiumanode.

Bild 1b. Fremdstromanlage.

Stromabgabe von Anoden im Erdboden für gut isolierte Schutzobjekte angewandt, wie z. B. Lagerbehälter für Mineralöl und Benzin, kunststoffummantelte, isolierte Rohrleitungen oder Kabel, Schutzrohre, Düker oder als örtlich begrenzter Schutz für einzelne Korrosionsgebiete (hot spot protection).

Als Metall für galvanische Anoden wird vorwiegend Magnesium und zur Erzielung einer längeren Lebensdauer in Böden mit sehr niedrigem spezifischen Widerstand auch Zink benutzt. Aus der Tabelle für das elektrochemische Potential (→ Potential, elektrochemisches) ist ersichtlich, daß die Spannung ΔU zwischen kathodisch geschütztem Eisen und Magnesium etwa 0,6 V, zwischen Eisen und Zink 0,3 V beträgt. Die Stromabgabe der Anoden

$$I = \frac{\Delta U}{R_e} \approx \frac{100\ A \cdot \Omega\ cm}{\varrho}$$

ist dem Erdungswiderstand R_e der Anode bzw. dem spezifischen Bodenwiderstand ϱ umgekehrt proportional. Die Formel mit dem Zahlenwert gilt für eine 5 kg-Magnesiumanode. Galvanische Anoden sind bei starker Streustrombeeinflussung nicht geeignet, weil größere Potentialänderungen infolge stark schwankender Streuströme durch die verhältnismäßig niedrigen Potentiale der galvanischen Anoden nicht ausgeglichen werden können. Ferner muß ein zusätzlicher Streustromeintritt bei Umpolung der Streustromverhältnisse ausgeschlossen werden.

2. Kathodischer Korrosionsschutz durch Fremdstrom (Bild 1b). Für Schutzobjekte mit größerem Schutzstrombedarf (siehe Tabelle) ist es wirtschaft-

Tabelle. Mittlere kathodische Schutzstromdichten i.

Erdverlegte Metallkonstruktionen	Umhüllungen	i in mA/m²
		10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3}
Metallmantelkabel oder Rohrleitung	Kunststoff	
Erdkabel mit Stahlarmierung	getränkte Jute mit PVC-Band	
Erdkabel mit Stahlarmierung	getränkte Jute	
Röhrenkabel	keine	
Rohrleitung, Lagerbehälter	Bitumen-Glasvlies	
Rohrleitung, Lagerbehälter	Bitumen-Jute	
Stahlfundamente, Schutzrohre	Bitumenanstrich	
Stahlfundamente in Beton	keine	
Tiefenerder, verzinkte Banderder	keine	

licher, den kathodischen Schutzstrom einer netzgespeisten Gleichrichteranlage zu entnehmen. Den Aufbau einer solchen kathodischen Fremdstromschutzanlage zeigt Bild 2. Die Größe der erforderlichen Schutzstromstärke

$$I = \frac{\Delta U}{R_g}$$

kann durch Verändern der zwischen Rohr und Anode angelegten Gleichrichterausgangsspannung ΔU (höchstens 40 V) einreguliert werden. Zur

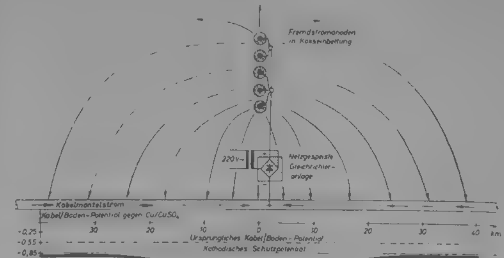


Bild 2. Fremdstromanlage mit großem Schutzstrombedarf.

Einleitung des Schutzstromes in den Erdboden dienen meist Fremdstromanodengruppen mit dem Gesamterdungswiderstand

$$R_g = \frac{R_e}{n} \cdot F$$

R_e = Erdungswiderstand der Einzelanoden,
F = Beeinflussungsfaktor,
n = Anodenzahl.

Der Beeinflussungsfaktor F ist stets größer als 1 und nimmt mit größeren Abständen s zwischen den Anoden ab. Für 10 Stabanoden von 1,5 m Länge beträgt er bei s = 3 — 5 — 10 m F = 1,5 — 1,3 — 1,2. Zur Erzielung eines geringen Erdungswiderstandes R_e, der dem spezifischen Widerstand des Erdbodens bzw. des umgebenden Mediums proportional ist und um eine längere Lebensdauer zu erreichen, werden die Anoden in Koks eingebettet. Die Anoden bestehen meist aus Siliziumgußeisen, gelegentlich auch aus massivem Eisenschrott. Auch Fremdstromanoden werden vorwiegend in Gebieten mit möglichst niedrigen spezifischen Bodenwiderständen ϱ eingebaut, um die erforderliche Anodenspannung und damit die laufenden Energiekosten für den Betrieb der Schutzanlage klein zu halten. Durch eine Schutzanlage können nach dem Einbau von Isoliermuffen bis etwa 50 km kunststoffummantelte Kabel oder Rohrleitungen, bzw. einige Kilometer Jute-Bitumen isolierte, stahlbewehrte Kabel z. B. in aggressiven Böden, kathodisch geschützt werden. Der kathodische Schutz von Aluminiummantelkabeln ist problematisch, weil das amphotere Aluminium bei Potentialen, die von dem mittleren Schutzpotential von —1,2 V gegen eine unpolarisierbare Bezugselektrode aus Kupfer/Kupfersulfat ($CuSO_4$) abweichen, in Lösung geht.

3. Kathodischer Schutz bei Streustrombeeinflussung (Bild 3a). Dabei wird der Streustrom über eine Kabelverbindung (Streustromrückleiter) vom metallenen Kabelmantel oder der Rohrleitung nach einem möglichst ständig negativen Punkt der Schiene zurückgeleitet. Ein in den Streustromrückleiter eingeschaltetes polarisiertes Relais oder ein Gleichrichter (Bild 3b) verhindert eine Stromumkehr bei Änderungen des Schaltzustandes der Gleichstrombahn.

Durch die richtige Bemessung des Rückleitungskreises wird erreicht, daß das Potential des Kabelmantels oder der Rohrleitung das erforderliche Schutzpotential beibehält. Häufig ist es zweckmäßig, die Streustromrückleitung unmittelbar mit der Minussammelschiene des Bahngleichrichters zu verbinden. Über Streustromableitungen im Stadtgebiet werden oft 30–40% der Bahnbetriebsströme zurückgeführt. Da in diesen Bereichen in der Umgebung der Bahngleichrichter meist auch an anderen Kabeln und

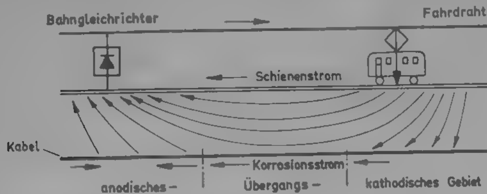


Bild 3 a.
Streustromkorrosion in Umgebung eines Bahngleichrichters.

Rohrleitungen Streustromkorrosion auftritt, empfiehlt es sich, um gegenseitige Streustrombeeinflussungen zu vermeiden, gemeinsam mit den Betreibern der anderen Anlagen Messungen und Maßnahmen durchzuführen. Läßt sich über die Streustromableitung nicht der gesamte Streustrom zurückleiten, so kann der kathodische Schutz durch eine erzwungene Streustromableitung, d. h. Streustromabsaugung oder Soutirage erreicht werden (Bild 3c). Dabei wird in die Streustromrückleitung zusätzlich

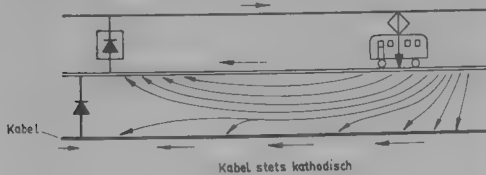


Bild 3 b.
Kathodischer Schutz durch polarisierte Streustromableitung.

ein vom Stromnetz gespeister Gleichrichter eingeschaltet. Bei starken Schwankungen der abzuleitenden Streuströme werden strombegrenzende Schutzgleichrichter verwendet, um ein möglichst konstantes Schutzpotential zu erhalten. Um im Falle eines Kurzschlusses im Bahnnetz, bei Unterbrechung der Schienen oder bei Beeinflussung der zu schützenden Kabel oder Rohrleitungen durch induzierte Spannungen von benachbarten Hochspannungsleitungen die kathodischen Schutzgleichrichter nicht zu überlasten,

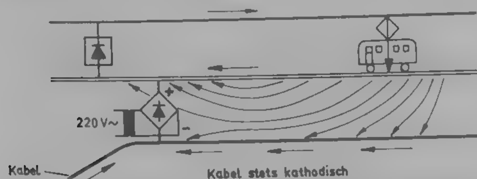


Bild 3 c. Kathodischer Schutz durch Streustromabsaugung.

müssen entsprechende Schutzeinrichtungen eingebaut werden. Die Einrichtung des kathodischen Schutzes, insbesondere mit Fremdstromanlagen und bei Streustrombeeinflussung, erfordert umfangreiche Fachkenntnisse. Günstige Einbaustellen und die Gleichrichterauslegung werden durch Untersuchungen der Kabel/Boden-Potentiale, der Kabelmantelströme, der Spannung Schiene/Boden, durch Messung der Beeinflussungswerte durch benachbarte Anlagen usw. ermittelt. Stark schwankende Meßwerte bei Streustrombeeinflussung durch Straßenbahnen sind über mehrere Fahrplanperioden aufzuzeichnen. Die Mittelwerte der Messungen können mit der Belastung der jeweils einspeisenden Gleichrichterstation verglichen werden. Wenn Kabel oder Rohrleitungen bereits gegen Bodenkorrosion kathodisch geschützt sind und eine Streustrombeeinflussung hinzukommt, so muß die Anlage für den kathodischen Schutz so bemessen werden, daß stets das Schutzpotential des Kabels oder der Rohrleitung eingehalten wird. Laufende Wartung und Überwachung der Schutzanlagen sowie der kathodisch geschützten Kabel und Rohrleitungen sind erforderlich.

Literatur: Korrosion 11, Rohrkorrosion und kathodischer Schutz, M. E. Parker, Vulkan-Verlag, Dr. W. Classen, Essen, 1963 — DVGW: »Mitteilungen des DVGW-Fachausschusses Korrosionsfragen Rohrnetz«, ZfGW-Verlag, Frankfurt 1959-1968.

v. Baeckmann

kathodisches Schutzpotential → Potential, elektrochemisches.

Kaustik → troposph. Reflexion.

Kautschuk. Das Ausgangsmaterial ist der Milchsaft (Latex) von K.-Bäumen. Er wird durch Eindampfen, Zentrifugieren oder Aufrahmen konzentriert. Aus dem Konzentrat wird durch Koagulation mit Säuren der K. abgeschieden. Wird K. längere Zeit mit Schwefel oder Schwefelverbindungen erhitzt, so tritt eine Vulkanisation ein und man erhält Gummi, bei niedrigen Mengen an gebundenem Schwefel (2—6%) Weichgummi, bei hohem Gehalt (bis zu 32%) Hartgummi (Ebonit). Gummi hat gegenüber K. den Vorzug hoher Zerreißfestigkeit und mechanischer Widerstandsfähigkeit. Synthetische K.-Arten z. B. Buna werden in ständig wachsender Zahl durch Polymerisation von Butadien, Isopren und deren Mischpolymerisaten mit Styrol, Akrylnitril und anderen Vinylverbindungen hergestellt. Im Fernmeldebau finden Gummi und synthetische K.-Arten als Isoliermaterial, z. B. bei Leitungen, Verwendung.

Kegelantenne → Breitbandantenne.

Kelker'sches Meßverfahren, auch Ausgleichsmessung genannt → Kabelmeßkoffer.

Kellerschwamm (Coniophora cerebella) wird auch brauner Warzenschwamm genannt. Er kommt nicht nur in Kellern, sondern auch in anderen Gebäudeteilen vor. Der K. bevorzugt hohe Holzfeuchtigkeiten (über Fasersättigung) und ist daher oft in Neubauten anzutreffen (»Neubaupilz«). Wachstum im Temperaturbereich 3°C — 26°C ist möglich. Temperaturoptimum 18°C — 22°C. Die flach aufliegenden Fruchtkörper werden aus dünnen, schmutzig erscheinenden

Krusten gebildet, die anfangs gelbweiß, später graubraun erscheinen. Auf der Fruchtkörperoberfläche sind warzenartige Erhebungen erkennbar. Das Myzel ist dünn, zart, zuerst weißlich, dann braun bis schwarz an befallenen Holzoberflächen. Der K. erzeugt wie der Hausschwamm Braun- bzw. Destruktionsfäule. Vorbeugende Behandlung des Holzes: weitgehend trockenes Holz verwenden und durch gute Lüftung in Gebäuden für rasche Austrocknung sorgen; Feuchtigkeitsquellen beseitigen. Bekämpfung: → Hausschwamm. Versuchspilz gemäß DIN 52176, Bl. 1.

Kellfaktor → Fernsehen 1.

Kelvin, Lord. Adelsname des William Thomson, s. Thomson.

Kennabschnitt. Ein Zeitintervall, während dem ein gegebener → Kennzustand, entsprechend dem Code und dem zu sendenden Zeichen, beibehalten wird oder beibehalten werden soll. Ein K. wird durch zwei → Kennzeitpunkte begrenzt.

Kennbuchstaben für Telegrafenleitungen.

1. Telegrammleitungen

Standleitungen	TG
Verbindungsleitungen	TGX
Anschlußleitungen	TGA
Tastleitungen	TB

2. Telexleitungen

Verbindungsleitungen	TX
Anschlußleitungen	TXA

Erläuterungen:

2Dr-Einfachstrom-Anschlußleitungen	= 2DrE-Asl
4Dr-Doppelstrom-Anschlußleitungen	= 4DrD-Asl
GT-Anschlußleitungen (VT, AT, DRT)	= GT-Asl
ÜT-Anschlußleitungen (Überlagerungstel.)	= ÜT-Asl
WT-Kanal-Anschlußleitungen	= WT-Asl

3. Datexleitungen

Verbindungsleitungen	DX
Anschlußleitungen	DXA

Erläuterungen:

4Dr-Doppelstrom-Anschlußleitungen	= 4DrD-Asl
WT-Kanal-Anschlußleitungen (Einkanal- oder Mehrkanal-WT-Systeme)	= WT-Asl
2Dr-GD-Anschlußleitungen (GD = Gleichstromsystem für Datenübertragung)	= GD-Asl

4. Dienstleitungen

Fernschreib-Standleitungen	TS
Fernschreib-Vermittlungsleitungen	TXS
Fernwirkleitungen über T-Kanäle	TW
WT-Überwachungskanäle	TT

5. Mietleitungen

Standleitungen	TGP
Vermittlungsleitungen	TXP
Fernwirkleitungen	TWP
Tastleitungen	TBP

Erläuterungen:

TGP = Leitung wird nicht mit anderen Leitungen zusammengeschaltet:

Punkt-zu-Punkt-Betrieb:	Standleitungen
Teilstreckenbetrieb:	Leitungen zu / zwischen Speichervermittlungen
Sternbetrieb:	Leitungen zu / zwischen Datenverarbeitungsanlagen

TXP = Leitung »wird« (Vermittlungsbetrieb) oder »ist ständig« (Knotenbetrieb) mit anderen Leitungen zusammengeschaltet.

Kennbuchstaben für überlassene Stromwege zur Daten- und Bildübertragung

Datenübertragung	DP
Bild- und Faksimileübertragung	FP
WT-Übertragung (einschl. Fernwirk-WT, Frequenzmultiplex)	TP

Literatur: H. Cassens, Fernmeldefernleitungen, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1968, Fachverlag Schiele und Schön, Berlin.

Knebel

Kenndaten von Elektronenröhren → Barkhausen-Gleichung.

Kennleitwert ist der reziproke Wert des Kennwiderstandes (→ Wellenwiderstand).

Kennlinie, dynamisch → Dynamikregelung.

Kennlinie des pn-Übergangs → pn-Übergang.

Kennlinien von Gleichrichtergeräten stellen den Verlauf der Gleichspannung in Abhängigkeit vom abgegebenen Gleichstrom dar. Die K. gilt nur für die angegebene Belastungsart (DIN 41 772). Drei Grundarten von K. werden unterschieden:

1. K., deren Form einer geneigten Geraden angenähert werden kann. Sie werden fallend genannt, wenn die Spannung bei zunehmendem Strom abfällt, und steigend bei umgekehrtem Verhalten.

2. K., die unabhängig von äußeren Störeinflüssen innerhalb ihres Arbeitsbereiches um nicht mehr als ± 10% von einem festen oder einstellbaren Sollwert abweichen. Sie werden eingegrenzte K. genannt.

3. K., die unabhängig von äußeren Störeinflüssen innerhalb ihres Arbeitsbereiches um nicht mehr als ± 2% von einem festen oder einstellbaren Sollwert abweichen. Sie werden Konstant-K. genannt.

Störeinflüsse sind z. B. Schwankung der Netzfrequenz, der Netzspannung und der Umgebungstemperatur. Kurzzeichen für K.-Formen sind: Fallende K. W, Steigende K. S, Eingegrenzte Spannungs-K. (U), Eingegrenzte Strom-K. (I), Konstantspannungs-K. U, Konstantstrom-K. I. Die meisten Gleichrichtergeräte besitzen zusammengesetzte K. Zur Kennzeichnung werden dann auch die Kurzzeichen kombiniert. Bei Fernmeldestromversorgungsanlagen der DBP werden im wesentlichen nur Gleichrichtergeräte mit 3 verschiedenen K. eingesetzt.

1. Geräte mit W-K. zum Laden von Batterien (s. Bild 1),

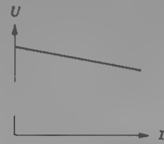


Bild 1. W-Kennlinie.

2. Geräte mit IU-K. im Netz-, Umschalt- oder Bereitschaftsparallelbetrieb (s. Bild 2),

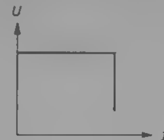


Bild 2. IU-Kennlinie.

3. Geräte mit WU-K. ebenfalls im Netz- oder Bereitschaftsparallelbetrieb (s. Bild 3).

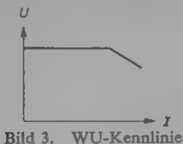


Bild 3. WU-Kennlinie.

Vetter

Kennlinienfeld von Elektronenröhren → Röhrenkennlinie.

Kennung. Kennzeichnung der Aussendung einer Funkstelle durch ein Rufzeichen, einen Rufnamen oder andere zugelassene Mittel, wie besondere Merkmale der Aussendung oder jedes andere deutlich unterscheidbare Merkmal, das international leicht erkannt werden kann.

Kennung der Seefunkstellen. Deutsche Seefunkstellen (SeeFuSt) werden gekennzeichnet durch ein Rufzeichen (K.), das aus 4 Buchstaben (1. Buchstabe D) oder aus 2 Buchstaben (DA) und 4 nachfolgenden Ziffern besteht; bei SeeFuSt auf Schiffen, die in das Seeschiffsregister eingetragen sind und daher ein Unterscheidungssignal besitzen, sind Rufzeichen und Unterscheidungssignal identisch.

Ausländische SeeFuSt werden gekennzeichnet durch ein Rufzeichen, das aus 4 Buchstaben oder 1 Ziffer und 3 nachfolgenden Buchstaben oder — im Sprechfunkdienst — aus 2 oder 3 Buchstaben und 4 nachfolgenden Ziffern besteht.

Im Sprechfunkdienst kann auch der amtliche Name des Schiffes als K. benutzt werden.

Bestimmte Gruppen von SeeFuSt (z. B. einer Reederei) können unter bestimmten Voraussetzungen auf Antrag ein Sammelrufzeichen erhalten (dabei erhält jede SeeFuSt ihr Einzel-Rufzeichen). Sammelrufzeichen dienen u. a. der Übermittlung von Funktelegrammen mit Sammelrufzeichen. Die Bestimmungen über die Zuteilung usw. von Sammelrufzeichen an deutsche SeeFuSt enthält die → Seefunkordnung.

Förster/Binz

Kennungsgeber. Teil einer Fernschreibmaschine, meist in Form einer Walze mit auf der Mantelfläche angebrachten codegerechten Teilen zur mechanischen Steuerung des Senders ohne Mithilfe einer Person für die Abgabe einer Kennung. Unbedingt erforderlich im Telexdienst zum Feststellen des richtigen Teilnehmers. Der Kennungsgeber — früher auch Namengeber genannt — kann entweder vom anrufenden Teilnehmer durch Fernsteuerung mittels zweier Codezeichen (→ Kennung von Telexanschlüssen 1.) beim angerufenen Teilnehmer automatisch ausgelöst oder — als Antwort — vom Anrufer manuell in Tätigkeit gesetzt werden. Die Anwendung des Kennungsgebers ist jedoch nicht auf den Telexdienst beschränkt.

Kennung von Telexanschlüssen. 1. Kennungsgeber

Jede Fernschreibmaschine, die an das Telexnetz geschaltet ist, muß mit einem Kennungsgeber ausgerüstet sein. Der Kennungsgeber ist ein Zusatz zum Sender der Fernschreibmaschine. Er kann sowohl von der — mit ihr verbundenen — Fernschreibmaschine in der entfernten Telexstelle aus durch Drücken der Tasten »Ziffernumschaltung« und »d« als auch durch Betätigen der »Hier ist«-Taste der eigenen Fernschreibmaschine ausgelöst werden. Der Kennungsgeber sendet dann in der Regel 20 Stromschritt-Kombinationen des Internationalen → Telegrafenalphabetes Nr. 2 nacheinander aus.

Es sind dies:

Einleitungszeichen	Buchstabenumschaltung Wagenrücklauf Zeilenvorschub Ziffernumschaltung
Kennung	15 Zeichen
letztes Zeichen	Buchstabenumschaltung

2. Kennung

Ein Anrufer soll den Kennungsgeber des erreichten Telexanschlusses auslösen und die daraufhin eingegangene Kennung mit der Kennung vergleichen können, die er vorher aus dem von der Verwaltung des Angerufenen herausgegebenen amtlichen Verzeichnis der Telexteilnehmer ermittelt hat. Der Anrufer kann sich somit davon überzeugen, daß er mit dem gewünschten Telexanschluß verbunden ist.

Die K. wird im wesentlichen gebildet aus
der Telexnummer, unter der der Teilnehmer erreichbar ist,

dem Namen des Teilnehmers bzw. einer abgekürzten Form des Namens und

dem Buchstaben »d« als international vereinbartem Kennzeichen für die Zugehörigkeit dieses Anschlusses zum Telexnetz der DBP.

Beispiel: 184538 fklar d

Die K. wird von der DBP nach bestimmten Regeln festgelegt. Bestimmte Strombilder des Internationalen Telegrafenalphabetes dürfen nicht verwendet werden. Die frühere Bezeichnung für »Kennung« lautete »Namengebertext«.

Literatur: FTZ-Richtlinie 118 R 3

W. Tietz

Kennwerte für Störungskartei sind strukturelle Merkmale, mit deren Hilfe Vergleiche zwischen gleichartigen Einrichtungen, räumlichen Größen, Betriebsgruppen usw. oder zu Sollwerten vorgenommen werden können. Die Ergebnisse geben Aufschluß über die → Betriebsgüte, räumliche und technische Verhältnisse sowie die Wirtschaftlichkeit und sind ggf. Anlaß zu organisatorischen, personellen oder technischen Veränderungen. Die K. werden wie folgt gruppiert:

Allgemeine K., die z. B. die Gliederung, den Umfang, den Aufgabenbereich und die technische Ausstattung einer Dienststelle, Arbeitsgruppe oder Anlage erfassen;

Betriebs-K., die entweder Aufschluß über die → Dienstgüte — z. B. Wartezeit des Teilnehmers bei Inanspruchnahme der Teilnehmerdienste, desgl. bei einer Störungsmeldung bis zur Behebung der Störung, Anzahl der Außenstörungen und prozentualer Anteil der Besetztfälle beim Verbindungsaufbau — oder die Betriebsgüte — z. B. innerbetriebliche Wartezeiten bis zur Erledigung einzelner Arbeitsvorgänge, Belegungszeiten technischer Einrichtungen oder Anzahl der Anrufe an bestimmten Arbeitsplätzen — geben;

Arbeits-K., die dem Vergleich der Arbeitsleistung unter bestimmten klimatischen, räumlichen oder technischen Voraussetzungen dienen;

Elektrische K., z. B. Schleifenwiderstand oder -kapazität einer Anschlußleitung, die neben einer statistischen Auswertung zum schnellen und sicheren Erledigen von Instandsetzungs- oder Schaltarbeiten benötigt werden. *Harbarth*

Kennwiderstand → Wellenwiderstand.

Kennwort → Fernsprechauftragsdienst.

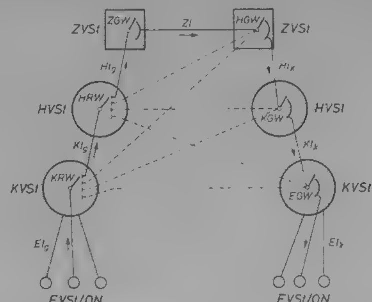
Kennzahlpunkt, -schaltfeld → Umwerter.

Kennzahlsystem. System, nach dem die Ortsnetz- oder Bereichs-Kennzahlen in einem Fernmeldenetz gebildet und den einzelnen Bereichen zugeordnet sind. In einem verdeckten K. tritt die Ortsnetz- oder Bereichskennzahl in untrennbarer Verbindung mit der Rufnummer auf. Sie ist verdeckt in der Rufnummer enthalten.

In einem offenen K. sind die Ortsnetz- bzw. Bereichskennzahl und die örtliche Rufnummer getrennt. Die Ortsnetz- bzw. Bereichskennzahl ist nur dann zu wählen, wenn der gewünschte Teilnehmer einem anderen Ortsnetz oder einem anderen Bereich angehört. Der ganze Bereich des offenen K. ist in Unterbereiche oder Ortsnetze gegliedert. Diesen sind Kennzahlen in offener, d. h. unterscheidbarer Weise zugeordnet. Die Grenzen der Bereiche müssen den Benutzern bekannt sein und beim Wählen beachtet werden.

Ortsnetzkennzahl und Rufnummer zusammen betrachtet haben in einem offenen K. meist eine etwas größere Stellenlänge als vergleichbare Rufnummern in einem verdeckten K. Dafür kann aber die Rufnummernkapazität des offenen K. leichter als in einem verdeckten K. dem mit der Zeit sich ändernden Bedarf eines jeden Bereiches individuell angepaßt werden. → netzgebundenes K.

Kennzahlweg. Leitungsweg, der die Vermittlungsstellen im Netz des Selbstwählferndienstes in hierarchischer Ordnung miteinander verbindet. Er ist gleichzeitig auch der → Letztweg in diesem Netz.



ON	= Ortsnetz	HGW	= Hauptgruppenwähler
EVSt	= Endvermittlungsstelle	KGW	= Knotengruppenwähler
KVSt	= Knotenvermittlungsstelle	El	= Endvermittlungsleitung
HVSt	= Hauptvermittlungsstelle	Kl	= Knotenvermittlungsleitung
ZVSt	= Zentralvermittlungsstelle	Hl	= Hauptvermittlungsleitung
KRW	= Knotenrichtungswähler	Zl	= Zentralvermittlungsleitung
HRW	= Hauptrichtungswähler	Index g	= gehend
ZGW	= Zentralgruppenwähler	Index k	= kommend

Kennzahlweg im Netz des Selbstwählferndienstes.

Es gibt einen aufsteigenden und einen absteigenden Teil des K. Der aufsteigende Teil wird gebildet aus den El_g, Kl_g und Hl_g, der absteigende aus den Hl_k, Kl_k und El_k. Von der abgehenden ZVSt aus verläuft der K. — wie in einem Direktwahlsystem — nach der Ziffernfolge der Ortsnetzkennzahl vom ZGW bis zum Ortsnetz des gewählten Teilnehmers (→ zweiter Kennzahlweg).

Kennzeichenauswerter. Baustein der → Verkehrsablauf-Meßeinrichtung.

Kennzeichenplan A, B, C → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Kennzeichenübertragung, in der PCM-Fernsprechübertragungstechnik Sammelbegriff für die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen (Wählzeichen, Impulskennzeichen usw.) über PCM-Übertragungslinien. Da über diese PCM-Linien die vermittlungstechnischen Kennzeichen, wie sie von den verschiedenen Wahlstufen in Vor- oder Rückwärtsrichtung angeboten werden, nicht in ihrer Originalform übertragen werden können, müssen sie durch besondere Geräte (→ Kennzeichenumsetzer) in eine für die PCM-Übertragung geeignete Form ge-

bracht werden. Auf der Empfangsseite erfolgt dann die Rückwandlung in die von der Vermittlungstechnik geforderten vermittlungstechnischen Kennzeichen. Für die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen über PCM-Kanäle benutzt man Codezeichen, die für die Sprachübertragung nicht verwendet, jedoch zusammen mit den Codezeichen für die Sprachübertragung über die PCM-Linie übertragen werden. In jedem → Zeitkanal der heute gebräuchlichen PCM-Übertragungssysteme stehen 8 Codezeichen (≡ 8 Bit) zur Verfügung. Verwendet man 7 Bits für die Sprachübertragung (→ Quantisierung), so bleibt pro Zeitkanal 1 Bit frei, das z. B. für die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen benutzt werden kann. Da sich diese Zeichen — im Gegensatz zu den Sprachsignalen — nur langsam ändern und über — vom Standpunkt der PCM-Technik — lange Zeiträume konstant sind, kann man durch besondere Maßnahmen (→ Rahmen) ein freies Codezeichen für die Übertragung mehrerer vermittlungstechnischer Kennzeichen benutzen, oder, mit anderen Worten, diese Kennzeichen werden mit geringerer Abtastfrequenz (→ Abtastung) abgetastet als die Sprachsignale. Da in jedem Zeitkanal ein Codezeichen für die Kennzeichenübertragung vorgesehen ist, die Kennzeichenübertragung also über alle Zeitkanäle eines PCM-Systems verteilt ist, wird dieses Verfahren auch als »verteilte« Kennzeichenübertragung bezeichnet.

Verwendet man dagegen alle 8 Codezeichen eines Zeitkanals zur Sprachübertragung (→ Quantisierung), so muß für die Kennzeichenübertragung ein anderes Verfahren verwendet werden. Man benutzt dann z. B. alle 8 Codezeichen eines Zeitkanals, mit deren Hilfe man die vermittlungstechnischen Kennzeichen aller nur der Sprachübertragung dienenden Zeitkanäle des PCM-Übertragungssystems überträgt. Auch nutzt man die Eigenschaft der vermittlungstechnischen Kennzeichen aus, sich gegenüber den Sprachsignalen nur langsam zeitlich zu verändern. Durch Vielfachrahmenbildung (→ Rahmen) kann man die 8 Codezeichen mehrfach ausnutzen, so daß es möglich ist, für z. B. 30 Sprachkanäle sämtliche vermittlungstechnische Kennzeichen mittels der 8 Codezeichen zu übertragen. Da diese 8 Codezeichen in einem Zeitkanal »konzentriert« sind, spricht man in diesem Fall von »konzentrierter« bzw. »gebündelter« Kennzeichenübertragung. *Irmer*

Kennzeichenumsetzer, in der PCM-Übertragungstechnik Bezeichnung für ein teil- oder vollelektronisches Gerät bzw. Baugruppe, die die von den vermittlungstechnischen Einrichtungen (z. B. Wahlstufen) angebotenen Kennzeichen (Wählzeichen, Impulskennzeichen, Dauerkennzeichen) sendeseitig in eine für die Übertragung mittels PCM-Übertragungssystemen geeignete Form umwandelt bzw. empfangsseitig wieder die ursprünglichen vermittlungstechnischen Kennzeichen herstellt. Die Aufgabe des K., nämlich die Anpassung der vermittlungstechnischen Kennzeichen an die Erfordernisse bzw. Eigenschaften der Übertragungslinie, ist demnach ähnlich wie bei den bekannten Relaisübertragungen der Vermittlungstechnik (Gleichstrom-Ue, Wechselstrom-Ue, TF-Ue), wenn auch naturgemäß seine Wirkungsweise hiervon gänzlich verschieden ist. Je nach der Verkehrsart, die über die jeweilige PCM-Übertragungslinie zu übertragen ist, unterscheidet man K. für reinen Ortsverkehr, reinen Fernverkehr und für gemischten Verkehr (Orts- und aufsteigenden bzw. absteigenden Fernverkehr) usw. Da man dem K. für die Umwandlung der vermittlungstechnischen Kennzeichen die Taktinformation aus der → PCM-Endstelle zuführen muß, sind in den bisher entwickelten und gebauten PCM-Systemen die K. zusammen mit den übertragungstechnischen Baugruppen, der Stromversorgung usw. in einem gemeinsamen Gestellrahmen (→ PCM-Endstelle) eingebaut. Es ist auch möglich, die K. getrennt von den PCM-Endstellen aufzubauen. K. sind nur erforderlich, wenn die PCM-Übertragungslinien zwischen Wahlstufen eingerichtet werden, bei denen die Zeichengabe (teilweise) über die Sprechadern erfolgt. Bei Vermittlungssystemen, die dagegen die vermittlungstechnischen Kennzeichen in einem besonderen zentralen Datenkanal übertragen, können die hier beschriebenen K. entfallen. *Irmer*

Kennzeitpunkte sind die Zeitpunkte, die die → Kennabschnitte begrenzen und die Zeitpunkte, an denen sich der → Kennzustand ändert.

Kennziffern → Telex-Rufnummern- und -Kennzahlenplan.

Kennziffernbewerter (Telex) → Wählzeichenumsetzer.

Kennziffernblock → Auslandsumwerter.

Kennzustände (bei der Telegrafie). Bei der meist verwendeten zweiwertigen Tastung entsprechen sich folgende Kennzustände und deren physikalische Darstellungen:

Kennzustand	A	Z
Binärziffer	0	1
Amplitudenmodulation	Kein Ton	Ton
Frequenzmodulation	Hohe Frequenz	Niedere Frequenz
Phasenmodulation	Gegenphase	Bezugsphase
Phasendifferenz-modulation	Phasenumkehr	Keine Phasen-umkehr
Lochstreifen	Kein Loch	Loch
Einfachstromtastung	Kein Strom	Strom
Start-Stop-Telegrafie	Startpolarität	Stoppolarität

Bei Doppelstrombetrieb ist die Zuordnung der Polaritäten nicht einheitlich. In den Telegrafennetzen der DBP entspricht dem Kennzustand *A* die Minuspolarität und dem Kennzustand *Z* die Pluspolarität.

Kern (Atom). Der Atomkern, der von der Elektronenhülle umgeben ist, bestimmt die Masse eines Atoms, da die Masse eines Elektrons nur $^{1}/_{1836}$ der Masse

des Wasserstoffkernes (leichtester K.) ist. Der Durchmesser der Elektronenhülle ist aber über 10000mal größer als der Durchmesser des K. (etwa 10^{-12} cm). Der K. besteht im wesentlichen aus Protonen (eine positive Elementarladung, Masse 1) und Neutronen (elektrisch neutral, Masse 1). Die Summe von Protonen und Neutronen ergibt das Atomgewicht, die Zahl der Protonen die Ordnungszahl. In neuerer Zeit fand man noch weitere K.-Bestandteile, die Mesonen, positiv oder negativ geladene Teilchen mit 200 bis 1400 Elektronenmassen. Der K. der meisten Atome ist unter normalen irdischen Bedingungen stabil, manche zerfallen unter Aussendung schneller Teilchen (α-Strahlen = Heliumkerne, β-Strahlen = Elektronen) und elektromagnetischer Strahlung (γ-Strahlen) und wandeln sich in K. anderer Elemente um (natürliche Radioaktivität). Durch Beschießen von K. mit stark beschleunigten Teilchen (Neutronen, Elektronen, Positronen, Protonen usw.) wird künstliche Radioaktivität erzeugt. Dabei treten Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen des K. und den »Geschossen« ein (Kernreaktion), bei denen sowohl Teilchen vom K. eingefangen werden können, als auch der K. in mehrere Teile gespalten werden kann (Kernspaltung). Dabei kann ein Teil der Masse gemäß $E = m.\,c^2$ (E = Energie, m = Masse, c = Lichtgeschwindigkeit) in Energie umgewandelt werden. Beim Beschießen von schweren K. (Uran) mit Neutronen werden bei Spaltung des K. weitere Neutronen frei, die nach Abbremsung (Moderator) weitere K. spalten (Kettenreaktion). Bei Anhäufung einer bestimmten Menge spaltbaren Materials (kritische Masse) läuft die Reaktion unter Freisetzung großer Energiemengen selbsttätig weiter und führt zum plötzlichen Zerfall (Atombombe) oder liefert bei Steuerung der Neutronenbildung für längere Zeit Energie (Kernreaktor). Durch Verschmelzung von Wasserstoff-K. zu Helium-K. (Kernfusion) werden die 10- bis 20fachen Energiemengen der Spaltreaktion frei (Wasserstoffbombe). Die gesteuerte Kernfusion ist bisher nicht gelungen. Durch Kernreaktion ist es gelungen, künstliche Elemente mit höherer Ordnungszahl als Uran (Transurane) zu erzeugen, bisher 12, nämlich Neptunium, Plutonium, Americum, Curium, Berkelium, Californium, Einsteinium, Fermium, Mendelevium, Nobelium, Lawrencium und Element 104, alle instabil. *Fritsch*

Kernbereich → Ortsnetzaufbau.

Kernholz. Bezeichnung für im Stamminnern vorhandene, vom → Splintholz umgebene physiologisch tote Zellbereiche; bei Laubhölzern durch Thyllenbildung (= luftdicht schließende Ausstülpungen von Parenchymzellen in benachbarte Gefäßzellen), bei Nadelhölzern durch Tüpfelverschluß gekennzeichnet. Der anatomische Zellaufbau bleibt erhalten. Durch Einlagerung von Kohlehydraten, Alkaloiden, Gerbstoffen ändern sich die chemischen und physikalischen Eigenschaften. Die Tränkbarkeit mit Holzschutzmitteln ist stark herabgesetzt. Der Verkernungsbeginn ist von der Lage, dem Standort, Boden und Klima des Baumes abhängig. K. ist häufig typisch gefärbt und weist eine niedrigere Holzfeuchtigkeit als der Splintbereich auf. Beispiele für Bäume mit Farbkern und Feuchtigkeitsunterschied zwischen Kern und Splint: Kiefer, Lärche, Douglasie; ohne Feuchtigkeitsunterschied, jedoch mit Farbkern: Eiche, Robinie, Nußbaum. Kernholz ohne Färbung = R e i f h o l z. Bäume ohne Farbkern mit Feuchtigkeitsunterschied zwischen Kern und Splint: Fichte, Tanne (in unteren Stammteilen bei Tanne Naßkern); ohne Farbkern und ohne Feuchtigkeitsunterschied: Birke, Hainbuche.

Kernkabel (auch Kabelkern), in älteren Fernkabeln der innerste, mit einem besonderen Bleimantel umgebene Adernvierer mit 0,9 mm Leitern (Kernvierer), um den die weiteren Lagen der Kabelseele verseilt werden. K. erstmalig verwendet im Fernkabel älterer Bauart Hannover–Dortmund–Düsseldorf–Köln (Rheinlandkabel) 1920/21. K. hatte Zweck, einige Adern des Fernkabels auch dann vor Isolationsstörungen zu schützen, wenn bei äußeren Beschädigungen die Kabelseele durch eindringende Feuchtigkeit außer Betrieb gesetzt war. Das unbeschädigt bleibende K. ermöglichte, daß zu den Fehlerortsmessungen einwandfreie, in ihrem Widerstandswert genau bekannte und nicht schwankende Meßleitungen benutzt werden konnten. Dadurch war die Fehlereingrenzung zuverlässig und wesentlich beschleunigt. Kernkabelleitungen wurden wegen der guten Schirmung durch den Bleimantel mit Vorteil für Musikübertragungen des Rundfunks benutzt, wobei noch eine dem Sonderzweck besser angepaßte Pupinisierung Platz greifen konnte.

Kernleitwert, -widerstand → Vierpoltheorie 1. 1.

Kerrzelle. Manche isotrope Stoffe, in starkem Maße z. B. Nitrobenzol und Schwefelkohlenstoff, werden im elektrischen Feld doppelbrechend. Diesen schon 1875 von Kerr entdeckten »elektrooptischen Kerreffekt« benutzte 1923 Karolus zur Konstruktion der Kerrzelle, die elektrische Spannungsschwankungen fast trägheitslos — bis etwa 10^9 Hertz — in Lichtschwankungen umsetzt. Die K. wurde anfangs in der Bildtelegrafie als Empfänger und zur Großprojektion von Fernsehbildern benutzt (→ Geschichte des Fernmeldewesens), dient heute jedoch nur noch für Meßzwecke und Steuergeräte.

Kesseldrucksaugverfahren. Holzschutzverfahren zum Tränken von Masten im saftfrischen natürlichen Feuchtigkeitszustand unter Verwenden wasserlöslicher Holzschutzmittel, vor allem für Masten aus Fichtenholz. Verfahrensdurchführung wie beim → Trogsaugverfahren, jedoch wird anstelle des offenen Tränktroges ein geschlossener Tränkkessel verwendet, der Holzschutzmittellösung und Masten enthält. Daher kann die Lösung unter Überdruck von 4 bis 8 kp · cm^{-2} gesetzt werden. Mindesteindringtiefe des Holzschutzmittels 1 cm. Bedeutung für die DBP: ca. 0,5% der jährlich vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten werden nach diesem Verfahren getränkt.

Kettenbruchentwicklung. Ein Bruch von der Form

$$b_0 + \cfrac{a_1}{b_1 + \cfrac{a_2}{b_2 + \cfrac{a_3}{b_3 + \cdots}}}$$

heißt Kettenbruch. Man schreibt dafür abkürzend:

$$b_0 + \frac{a_1|}{|b_1} + \frac{a_2|}{|b_2} + \cdots .$$

Jede reelle Zahl x_0 (auch jede reelle Funktion einer Variablen) läßt sich in einen eindeutig bestimmten, regelmäßigen (d. h. alle $a_\nu = 1$) Kettenbruch entwickeln nach folgendem Algorithmus:

$$x_0 = b_0 + x_1 \; ; \; \frac{1}{x_1} = b_1 + x_2 \; ; \cdots ;$$

$$\frac{1}{x_\nu} = b_\nu + x_{\nu+1} \; ; \cdots ,$$

wobei $0 \leq x_\nu \leq 1$ für alle $\nu = 1, 2, 3, \cdots$.

Dieser Kettenbruch enthält i. allg. unendlich viele Glieder. Bricht man ihn nach dem n-ten Glied ab, so erhält man einen Näherungswert für die reelle Zahl x_0.

Literatur: Perron, Die Lehre von den Kettenbrüchen, 2 Bde., 1954, 1957.

Kettendämpfung ist der Realteil des Kettenübertragungsmaßes, → Vierpoltheorie 1.4.

Kettenform der Vierpolgleichungen → Vierpoltheorie 1.1.

Kettengesprächseinrichtung. Mit der Einrichtung zum Führen von Kettengesprächen können ankommende Amtsverbindungen in Wähl-Nebenstellenanlagen selbsttätig zur Abfragestelle zurückgegeben werden, wenn der Anrufer mehrere Nebenstellen einer Anlage nacheinander zu sprechen wünscht. Bei der Abfragestelle wird vor jeder Zuteilung der Amtsverbindung — außer bei der letzten — die Kettengesprächstaste betätigt, damit nach Gesprächsbeendigung bei der Nebenstelle durch Auflegen des Handapparats die Amtsverbindung selbsttätig zur Abfragestelle zurückgeschaltet wird und der Anrufer mit der nächsten Nebenstelle verbunden werden kann.

Kettenglied → Kettenleiter.

Kettenleiter, Kettenschaltung ist eine Schaltung aus gleichen oder verschiedenen Vierpolen, bei denen jeweils der Ausgang eines → Vierpols mit dem Eingang des nächsten verbunden ist, die Vierpole also kopplungsfreie Glieder einer Kette sind.

Kettenmatrix → Vierpoltheorie 1.1.

Kettenübertragungsmaß ist das Übertragungsmaß eines Vierpols (Logarithmus des Spannungs- oder Stromverhältnisses von Eingang und Ausgang), wenn er mit seinen → Kettenwiderständen abgeschlossen ist (Vierpoltheorie 1.4.).

Kettenwiderstand eines Vierpols ist der Widerstand, der an einer unendlich langen Kette gleicher Vierpole oder an einem Klemmenpaar eines einzelnen Vierpols gemessen wird, wenn das andere Klemmenpaar mit einem nach Betrag und Phase gleichen Widerstand abgeschlossen ist (→ Vierpoltheorie 1.4.).

Key West-Havana-Kabel → Seekabelnetz.

Kiefer. Ihr Vorkommen ist wegen der geringen ökologischen Ansprüche weit verbreitet. Sie besitzt das größte geschlossene Verbreitungsgebiet eines Baumes auf der Erde. Immergrüner Baum von 18 bis 40 m Höhe. Rinde im unteren Stammteil graubraun, stark borkig, rissig. Im Rindeninnern rostrote Farbe. Nach der Baumkrone hin wird die Rinde dünner, glatter, gelbrot. Nadeln: büschelig angeordnet, dünn, steif, gekrümmt, zugespitzt, 4 bis 8 cm lang, bläulich grün, Zapfen: eiförmig, an einem Stiel hängend, 2,5 bis 7 cm lang, Schuppen hakenförmig herabgezogen. Holz im Querschnitt: Splint breit, weiß; Kern: blaßbraun. Verwendung: Konstruktions- und Dekorationsholz, im oberirdischen Linienbau der DBP als Fernmeldemast. Technische Eigenschaften: gute Tränkbarkeit des Splintholzes mit öligen und wasserlöslichen Holzschutzmitteln. Mittlere Festigkeitswerte bei 12% Holzfeuchtigkeit: E.-Modul aus Biegeversuch: 120 000 kp/cm², Zugfestigkeit 1000 kp/cm², Druckfestigkeit 500 kp/cm², Biegefestigkeit 1000 kp/cm². Brinellhärte parallel zur Faser: 4,0 kp/mm².

Kiefernbaumschwamm → Stammfäule.

Kieselgel → Silicagel.

Kinematik → Dynamik.

Kink. Die Bewehrungsdrähte eines Seekabels werden während der Legung durch das unter Zug aufdrehende Kabel verdreht und wirken wie eine gespannte Torsionsfeder. Tritt eine plötzliche Zugentlastung auf, bei der das aufdrehende Moment verschwindet, können die tordierten Bewehrungsdrähte das Seekabel so verdrehen, daß Schlaufen oder K. entstehen. Kommt das Kabel wieder unter Zugbelastung, werden die K. zusammengezogen. Das Kabel wird abgewürgt und beschädigt. Daher wird bei Seekabellegungen möglichst jede Unterbrechung des Legevorgangs vermieden, die zu Zugentlastungen führen könnte.

Kippschaltung. Schaltung zur Erzeugung von → Kippschwingungen (→ Multivibrator).

Kippschwingung. Schwingung, bei der die periodische Veränderung einer elektrischen Größe zum Teil sprunghaft verläuft. (→ Schwingungen, elektromagnetische).

Literatur: Meinke-Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, 3. Aufl., Berlin/Göttingen/Heidelberg, New York 1968.

Kippspannung bei Thyristoren → Thyristor.

Kirchhoff, Gustav, Robert, geb. 12. 3. 1824 zu Königsberg (Pr.), gest. 17. 10. 1887 zu Berlin. Seine Großtat ist die Entwicklung der Spektralanalyse. Im übrigen erstrecken sich seine Arbeiten auf fast alle Gebiete der Physik. Auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre sind bedeutsam die »Kirchhoffschen Gesetze«, eine Erweiterung des Ohmschen Gesetzes (1847).

Literatur: Arch. Post Telegr. 1887, Nr. 20, S. 636. Darmstaedter: Naturforscher und Erfinder (behandelt besonders die Entdeckung der Spektralanalyse) S. 28ff. Leipzig: Velhagen & Klasing 1926. Allgemeine Deutsche Biographie Bd. 51, S. 165ff. Leipzig: Duncker u. Humblot. La Cour u. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung Bd. 1, S. 475ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn. Schellen: Der elektromagnetische Telegraph S. 168ff. Braunschweig: Vieweg 1880. Armin Hermann: Große Physiker. Poggendorff, Telecommunication Pioneers.

Kirchhoffsches Gesetz → Thermodynamik.

Kirchhoffsche Regeln, besser: Kirchhoffsche Sätze, zur Berechnung von vermaschten Stromkreisen (»Netzen«): Der allgemeine Stromkreis besteht aus einzelnen Zweigen, die an Knotenpunkten miteinander verbunden sind. Verfolgt man, von einem beliebigen Knotenpunkt ausgehend, einen zusammenhängenden Weg entlang von Zweigen des Netzes, so kann man immer auf mindestens einem solchen Wege zum Ausgangspunkt zurückkehren, ohne daß ein Zweig mehr als einmal durchlaufen wird. Einen auf solche Weise aus einzelnen Zweigen gebildeten geschlossenen Weg nennt man eine Masche des Netzes.

Der erste Kirchhoffsche Satz sagt in physikalischer Hinsicht aus, daß an einem Knotenpunkt die elektrische Leitungsströmung kontinuierlich ist; es kann in einem Zeitelement einem Knotenpunkt von einzelnen Zweigen nicht mehr an Elektrizitätsmenge zufließen, als durch andere Zweige abfließt. Rechnet man die dem betrachteten Knotenpunkt zufließenden Zweigströme positiv, die von ihm abfließenden Zweigströme negativ, so ist in jedem Knotenpunkt die algebraische Summe der Ströme Null:

$$\sum_\nu I_\nu = 0\,.$$

Der zweite Kirchhoffsche Satz bezieht sich auf die Maschen des Netzes und ist eine Nutzanwendung der Voraussetzung, daß entlang einem geschlossenen Weg die elektrische Umlaufspannung verschwindet: $\mathring{U} = 0$. Nun können im allgemeinen Fall in den stromdurchflossenen Zweigen sowohl Widerstandsspannungen IR als auch Quellenspannungen U_q vorhanden sein, und die Gesamtspannung zwischen den Enden eines Zweiges, also zwischen den zwei durch den Zweig miteinander verbundenen Knotenpunkten, kann entweder die Summe oder die Differenz seiner Widerstandsspannungen und seiner Quellenspannungen sein. Da man die Stromrichtungen in den Zweigen im allgemeinen Fall nicht von vornherein kennt, muß man in den einzelnen Zweigen willkürliche Bezugsrichtungen (»Zählrichtungen«) für die Ströme festlegen; im Schaltbild stellt man die Bezugsrichtung dar durch eine Pfeilspitze, die zweckmäßig in die Linie gezeichnet wird, die den Zweig darstellt. Durch die Bezugsrichtung eines Stromes I ist dann auch die Bezugsrichtung der zugehörigen Widerstandsspannung IR gegeben: sie ist dieselbe. Auch den Quellenspannungen müssen Bezugsrichtungen gegeben werden, man legt sie zweckmäßig als jeweils vom Pluspol zum Minuspol weisend fest. Dann sagt der zweite Kirchhoffsche Satz aus: Die Summe aller Spannungen, die man auf einem Umlauf entlang einer Masche vorfindet, ist Null, wenn man die auf dem geschlossenen Umlauf in positivem Sinn der Bezugsrichtungen durchlaufenen Elemente positiv, die anderen negativ einsetzt:

$$\sum_\nu (U_{q\nu} + I_\nu R_\nu) = 0$$

oder abgekürzt:

$$\sum_\nu U_\nu = 0\,.$$

Ohne Regeln über die Vorzeichen (Wahl von Bezugsrichtungen) sind die Kirchhoffschen Sätze ohne Sinn und daher für Netzberechnungen nicht anwendbar. Die Sätze wurden von G. R. Kirchhoff 1847 angegeben. Sie liefern in jedem Falle hinreichend viele Gleichungen zur Bestimmung der Ströme, wenn die Widerstände und die Quellenspannungen gegeben sind.

J. Fischer

Kissenverzerrung → Ablenktechnik.

Klang. Ein aus harmonischen Teiltönen zusammengesetzter → Schall. Die Tonhöhe wird im Gehör nur durch seinen Grundton bestimmt. Der Grundton ist der tiefste im Klang enthaltene Ton. In der physikalischen Akustik weicht der Begriff Klang von dem in der Musik üblichen ab. Musiker nennen ein Klanggemisch »Klang« (z. B. Dreiklang).

Literatur: DIN 1320.

Klangfarbe. Sie hängt bei der Sprache und Musik von Anzahl und Amplitude der im → Klang enthaltenen Oberschwingungen ab.

Klanggemisch. Schall, der aus harmonischen → Klängen mit Grundtönen beliebiger Frequenz zusammengesetzt ist.

Klappe → Fallklappe.

Klappenschrank. Eine in Anlagen mit → OB-Betrieb (in öffentlichen Fernsprechnetzen und in Fernsprechnebenstellenanlagen) früher oft gebrauchte handbediente Vermittlungseinrichtung, in der für den Anruf — in älteren Ausführungen auch für den Schlußruf — als Anzeigemittel Klappen (Anruf- und Schlußklappen) verwendet werden. Die Klappen sprechen auf den Strom des → Kurbelinduktors des OB-Fernsprechapparates beim Anrufen und Abläuten (mehrmaliges kurzes Drehen der Induktorkurbel nach Gesprächsschluß) an. Da das Abläuten oft vergessen wird und bei noch bestehenden Verbindungen die hohe Rufspannung zu Unfällen führen kann, wurden Klappenschränke mit selbsttätiger Schlußzeichengabe eingeführt, in denen anstelle von Schlußklappen Schlußschauzeichen verwendet werden, die über die Schleife des OB-Fernsprechapparates ansprechen (positive und negative Schlußzeichengabe). Bei selbsttätiger Schlußzeichengabe wird eine zentrale

Schlußzeichenbatterie benötigt. In Rückstellklappenschränken werden → Rückstellklappen, die sich beim Stecken des Stöpsels in die zugehörige Klinke selbsttätig wieder aufrichten, verwendet.

Für den tragbaren Einsatz wurde der → große Feldklappenschrank Fk 16, der noch Anruf- und Schlußklappen enthält, entwickelt. In neuzeitlichen OB-Anlagen, die mit → Feldfernsprecher als OB-Fernsprechapparat zusammenarbeiten, sind anstelle von Klappen selbsttätige rückstellbare → Trommelschauzeichen (Anruf- und Schlußschauzeichen), die wie Klappen auf die Rufwechselspannung des Induktors ansprechen, getreten.

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929. *Gänsler*

Klarschrift, -schriftleser → automatische Zeichenerkennung.

Klassenzeichen (Telex) → Wählzeichenumsetzer.

Klavierdraht → Seekabellegung und -instandsetzung.

Klebevorrichtung. Kleine Einrichtung zum Anfeuchten der gummierten Empfangsstreifen von Streifendruckern, die dann auf das Telegrammformblatt geklebt werden. Die nicht ganz korrekt bezeichnete Vorrichtung diente ehemals zum Aufbringen des Leimes auf den ungummierten Papierstreifen.

Klebmuffe für PVC-Hart-Rohre → Kabelkanal 4.

Kleinakkumulatoren → Akkumulatoren.

Kleinbasa (Basa = Bahnselbstanschlußanlage), Kleinwählanlage im Basanetz der DB für 30, 10 oder 4 Anschlüsse. K. sind in der Regel als Unterbasa mit meist offener zweistelliger Kennzahl in das Gesamtnetz eingefügt. Teilnehmer der K. haben die Möglichkeit, die netztechnisch vorgeordnete Basa durch Tastendruck am Fernsprecher, also ohne Wahl, zu erreichen. Die Type mit 30 Anschlüssen arbeitet mit VW (Vorwähler) und LW (Leitungswähler). Sie hat im internen Verkehr zweistellige Rufnummern in der dritten, vierten und fünften Dekade. In Ausnahmefällen sind auch Postanschlüsse möglich. Die zehnteilige Type arbeitet mit Anrufsuchern und Leitungswählern. Im internen Verkehr hat sie zweistellige Rufnummern in der fünften Dekade. Während die große Type mit 60 Volt betrieben und in Gestellen eingebaut wird, werden die beiden kleinen Typen mit 24 Volt betrieben und fertig in Schränken eingebaut geliefert.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1953.

Klein-Koaxialpaare → Koaxialpaar.

Kleinlötgerät, -kolben → Lötgeräte.

Kleinpeiler für Zielfahrt → Funkausrüstung der Schiffe.

Klein-Sprechfunkanlage → Funkanlage.

Kleinvermittlungsstellen. Fernsprechwählvermittlungsstellen, die den Gegebenheiten in kleinen Ortsnetzen mit nur wenigen Teilnehmern angepaßt sind und daher früher auch mit »Landzentralen« bezeichnet wurden. Sie besitzen teilweise, soweit sie nur für den Anschluß von maximal 100 Teilnehmern ausgelegt sind, keine Gruppenwahlstufe, zum Teil sind sie mit Gruppenwählern besonderer Bauart ausgerüstet, um wenige hundert Teilnehmer mit möglichst geringem Aufwand anschließen zu können. K. arbeiten mit der üblichen Betriebsspannung von 60 V und erfüllen die meisten Bedingungen, die auch an große Vermittlungsstellen gestellt werden, z. B. hinsichtlich Betriebsweise, Reichweite der Anschlußleitungen, Anschluß von Münzfernsprechern usw. Mit Rücksicht darauf, daß für KleinVSt meist keine eigenen Gebäude oder günstige Aufstellungsmöglichkeiten vorhanden sind, besitzen sie einen niedrigen Gestellaufbau und sind teilweise mit einer Schutzverkleidung versehen. Es werden unterschieden die K. 22, 27, 29, 31, 31a, 34, 34a, 50, 51, 56, 57, 57v.

Das System 22 kann bis zu 100 Anrufeinheiten aufnehmen, es ist nur mit Vorwählern und Leitungswählern (Hebdrehwähler 22 ohne Steuerschalter) ausgerüstet (Bild 1). Der Leitungswähler übernimmt die

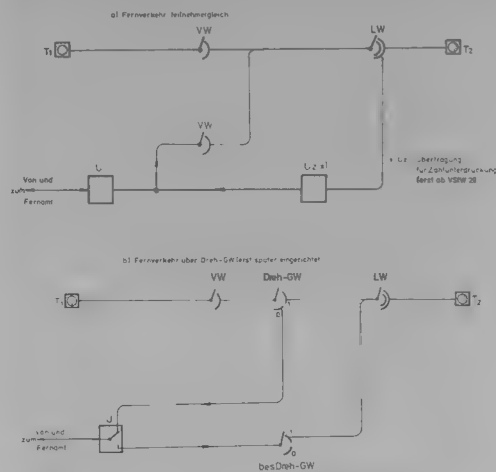


Bild 1. Übersichtsplan Kleinvermittlungsstelle 22.

Speisung für den Rufenden und Angerufenen, er besitzt die schaltungstechnische Besonderheit, daß ein Rufender nach Anwählen eines besetzten Anschlusses auf dessen Freiwerden warten kann. Die Auslösung einer vollständigen Verbindung ist von jedem der beiden Teilnehmer möglich. Die Zählung wird beim Melden des Angerufenen im Leitungswähler gespeichert und erfolgt dann wie üblich bei der Auslösung. Der Fernverkehr wird teilnehmergleich abgewickelt, Fernamtsaufschalten ist nicht möglich. Die Wähler sind in Einheitswählergestelle niedriger Bauart für 50 Teilnehmer mit meist 5 Leitungswählern eingebaut (Bild 2).



Bild 2. Kleinvermittlungsstelle 22, Wählergestell.

Das System 27 entspricht weitgehend der Klein-VSt 22 für bis zu 100 Anrufeinheiten. Es werden verbesserte Bauteile verwendet: Rundrelais 26, kleines Flachrelais 27, Viereckwähler 27. Zusatzapparate, wie Signalrelais, Rufmaschine, Verteiler, Ladeeinrichtung usw., sind in einem Zusatzgestell untergebracht (Bild 3).

Das System K. 29 entspricht weitgehend der Klein-VSt 22 für bis zu 100 Anrufeinheiten. Es werden verbesserte Relais (Flachrelais 28) verwendet. Um die Zählung bei einem Meldeanruf zum Fernamt zu verhindern, wird eine Übertragung für Zählunterdrückung hinter dem Leitungswähler eingeschaltet. Es sind nachträglich unter Fortfall dieser Übertragungen auch Dreh-Gruppenwähler eingebaut worden, um den abgehenden Fernverkehr über die Ziffer 0 abwickeln zu können.

Das System K. 31 ist für den Anschluß von höchstens 100 Teilnehmern ausgelegt. Statt Vorwähler werden aus wirtschaftlichen Gründen Anrufsucher (AS) (2 × 25teiliger Drehwähler) verwendet, an deren Kontaktsätzen die Anrufschaltungen (ARS) der Teilnehmer liegen. Die ARS bestehen aus einem als Stufenrelais ausgebildeten Flachrelais, das die beiden sonst notwendigen Relais funktionsmäßig in sich vereinigt. Für 50 Teilnehmer sind 5 AS und 5 Leitungswähler (LW) vorgesehen, wobei jeweils ein AS und LW mit einem gemeinsamen Relaissatz zu einer Ein-

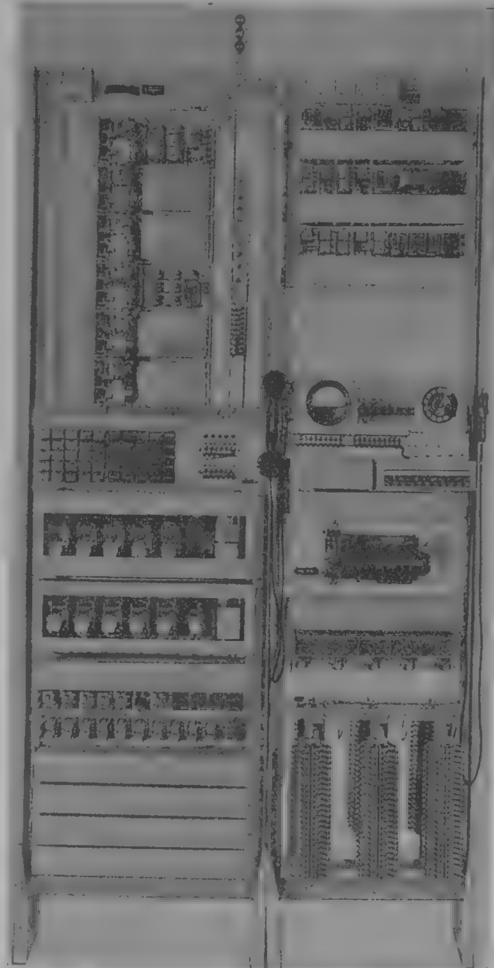


Bild 3. Kleinvermittlungsstelle 27.

heit zusammengefaßt sind. Um das unnötige Anlaufen mehrerer freier AS zu verhindern, wird ein Rufordner (10teiliger Drehwähler) für je 50 Teilnehmer verwendet, der mit Voreinstellung arbeitet. Die Schaltung der LW entspricht grundsätzlich der Schaltung der LW in den KleinVSt 27 und 29, geringe Abweichungen sind durch die Verwendung von AS bedingt. Der Fernverkehr wird teilnehmergleich abgewickelt (Bild 4).

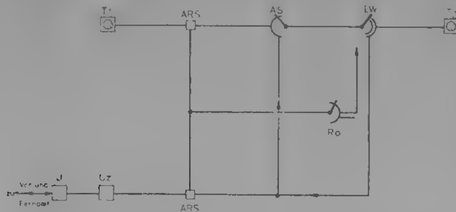


Bild 4. Übersichtsplan Kleinvermittlungsstelle 31.

Das System K. 31a ist eine Weiterentwicklung der K. 31 für maximal 200 Anrufeinheiten (Bild 5). Für die notwendige Gruppenwahl ist als Zusatz eine als Gruppenweiche (GWh) bezeichnete Relaisschaltung mit einem Drehwähler als Weichensucher (WhS) eingefügt. Die GWh übernimmt die Einstellung auf die gewählte Hunderter-Gruppe, und der WhS führt die anschließende Freiwahl zur Auswahl eines Weges innerhalb des Hunderts aus. Der WhS wird von der GWh über einen Zusatzrufordner zum Anlaufen angereizt und schaltet den Verbindungsweg nach vollzogener Wahl zum Leitungswähler durch. Er arbeitet wie der Rufordner mit Voreinstellung.

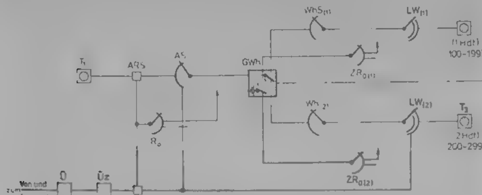


Bild 5. Übersichtsplan Kleinvermittlungsstelle 31a.

Das System K. 34. Weiterentwicklung der K. 31a mit Ausbaumöglichkeit für bis zu 300 Teilnehmer (Bild 6).

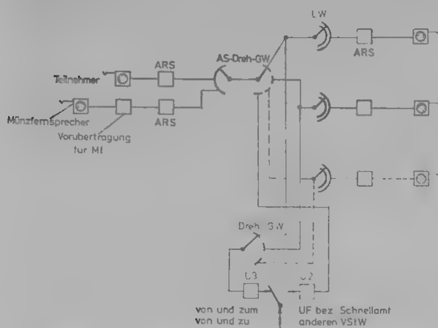


Bild 6. Übersichtsplan Kleinvermittlungsstelle 34.

Die Gruppenweiche ist durch einen 35teiligen Drehwähler (Dreh-GW) ersetzt, der für Einstell- und Freiwahl benutzt wird. Die verschiedenen Hunderter-Gruppen liegen hintereinander an den Kontakten, so daß sich vier schaltungstechnisch unterschiedliche Laufarten des Wählers ergeben. Nach dem direkt gesteuerten Lauf (Steuerlauf) werden die Kontakte der nicht gewünschten Gruppen überlaufen (Leerlauf) und dann in der gewählten Dekade ein freier Ausgang gesucht (Prüflauf). Nach Beendigung des Gespräches läuft der Wähler in seine Ruhestellung zurück (Heimlauf). Dreh-GW und Anrufsucher bilden eine Einheit. Die Anrufverteilung auf die Anrufsucher übernimmt ein Rufordner mit Voreinstellung, der in Störungsfällen selbsttätig durch eine Relaiskettenschaltung ersetzt wird. Der Fernverkehr kann durch Wahl der Ziffer 0 am Dreh-GW ausgeschieden werden. In der Anrufschaltung (ARS) wird ein kleines Doppelrelais anstelle eines Stufenrelais verwendet. Der konstruktive Aufbau entspricht dem der KleinVSt 31a.

Das System K. 34a. Aufbaumäßige Vereinfachung der KleinVSt 34 mit einem Fassungsvermögen von 30 Anrufeinheiten, mit 3 Anrufsuchern und 3 Leitungswählern, ohne Drehwähler als Rufordner, sondern nur einer Relaiskette. Alle Bauteile sind in einem kleinen verkleideten und ggf. schwenkbaren Gestell vereinigt. Die Schaltungen der Anrufsucher und Leitungswähler gleichen denen der KleinVSt 34. Für den Fernverkehr können Dreh-Gruppenwähler eingebaut werden.

In der K. 50 werden die im Wählsystem 50 für große Vermittlungsstellen eingeführten schaltungstechnischen, betrieblichen und konstruktiven Verbesserungen berücksichtigt. Die KleinVSt 50 ist für maximal 90 Anrufeinheiten ausgelegt, sie arbeitet ohne Gruppenwahlstufe. Die Vorstufenwahl wird mit 2 × 25teiligen Drehwählern als Anrufsucher ausgeführt, die jeweils mit einem 17teiligen Drehwähler als Umsteuerwähler (UW) fest verbunden sind. An den Ausgängen der UW liegen die Ortsleitungswähler (OLW) für den Verkehr innerhalb des Ortsnetzes, ein Blindmitlaufwerk (11teiliger Drehwähler) und die Leitungen für den Fernverkehr. Der UW sucht in freier Wahl einen OLW, er wird bei Wahl der Fernverkehrsausscheidungsziffer 0 erneut angereizt und zur Auswahl einer aus dem Ortsnetz herausgehenden Leitung veranlaßt. Das Blindmitlaufwerk ermöglicht die Umsteuerung auch dann, wenn alle OLW besetzt sind. Die Verbindung wird in diesem Fall auf das Blindmitlaufwerk gelegt, das an Stelle eines OLW die Wahlimpulse aufnimmt. Bei Wahl einer »0« wird die Umsteuerung veranlaßt, bei Wahl einer anderen Ziffer erhält der Rufende den Besetztton. Der in das Ortsnetz gerichtete Fernverkehr wird über eine besondere Gruppe von Fernleitungswählern (FLW) auf die Anschlußleitungen geführt. Für den Ausbau bis 50 Anrufeinheiten wird ein Wählergestellrahmen mit den Teilnehmerschaltungen, 5 Anrufsuchern (AS), 5 UW, einem Blindmitlaufwerk, 3 OLW, 3 FLW und den Zählern, sowie ein Zusatzgestellrahmen für Übertragungen, Verteiler, Ruf-Signalmaschine usw. benötigt. Bei Erweiterungen

auf 90 Anrufeinheiten werden ein zusätzlicher Wählergestellrahmen und ein zweites Zusatzgestell verwendet (Bild 7).

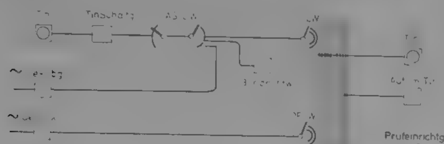


Bild 7. Übersichtsplan Kleinvermittlungsstelle 50.

Die K. 51 Nachfolgetyp der K. 34, ausbaufähig bis 900 Anrufeinheiten. Es werden die Bauteile und Schaltungen des Wählsystems 50 verwendet: Drehwähler 27, Hebdrehwähler 27, Flachrelais 48; Drehwähler als Vorwähler in der Vorwahlstufe, Hebdrehwähler als Gruppenwähler. Der Verbindungsaufbau entspricht dem des → Fernsprechwählsystems 50.

Die K. 56 ist für 90 Anrufeinheiten in EMD-Technik ohne Gruppenwahlstufe ausgeführt. (Bild 8). Der Orts- und Fernverkehr wird über Anrufsucher/Gruppenleitungswähler (AS/GLW) zusammengefaßt und weitervermittelt. Der AS/GLW besteht aus einem Relaissatz mit 2 100teiligen EMD-Laufwerken, von denen eines als AS, das andere als GLW arbeitet. Er übernimmt die beiderseitige Speisung während des Gespräches. Der GLW dient als Gruppenwähler bei Wahl der Fernverkehrsausscheidungsziffer 0 und als Leitungswähler bei der Einstellung auf Teilnehmerschaltungen. Bei Bedarf kann er auch durch ein- oder zweiziffrige Kennzahlen auf Querrichtungen gesteuert werden. Die ankommenden Fernleitungen sind über Übertragungen mit Ortsfernleitungswählern (OFLW) für Einzel- und Sammelanschlüsse verbunden. Die

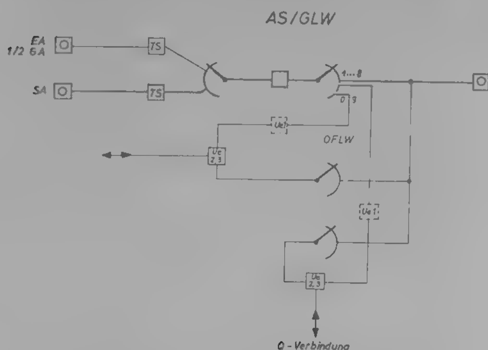


Bild 8. Übersichtsplan einer Kleinvermittlungsstelle 56.

KleinVSt 56 (Bild 9) besteht im Normalausbau aus 2 Gestellrahmen niedriger Bauhöhe, in denen u. a. für 90 Anrufeinheiten 7 AS/GLW und 5 OFLW eingebaut sind. Die Gestelle können voll verkleidet werden.

Die K. 57 und 57v sind K. in EMD-Technik für maximal 900 Anrufeinheiten. Es werden im wesentlichen die Bauteile und Schaltungen des → Fernsprechwählsystems 55 bzw. 55v verwendet, nur die Anrufordner



Bild 9. Kleinvermittlungsstelle 56.

zur Einstellung der Anrufsucher (AS) sind durch Relaisketten ersetzt. Der AS-Relaissatz besteht aus 2 Flach- und einem Prüfrelais. Als Teilnehmerschaltungen werden TS 55z bzw. 57vz verwendet, die die wahlweise Anschaltung von Einzel- oder Gemeinschaftsanschlüssen gestatten. Auch Teilvermittlungsstellen mit oder ohne Umsteuerung können in der Bauweise mit niedrigen Gestellen errichtet werden.

Literatur: R. Krause, Ortsämter mit Wählbetrieb, E. Herzog, Goslar 1962 — E. Stutius, Die Entwicklung der deutschen Fernsprechwählsysteme, Der Fernmelde-Ingenieur 8 (1954). *Remer*

Klemmdosen → Fernsprechapparate (Dosen).

Klemmenspannung ist der an den Anschlußklemmen einer Spannungsquelle (Element, Akkumulator, Generator) bestehende Spannungsunterschied. Ist die Spannungsquelle unbelastet, so ist die K. gleich der elektromotorischen Kraft (EMK). Man spricht in diesem Fall von der Leerlaufspannung. Wird sie aber belastet, so entsteht ein ihrem inneren Widerstand proportionaler Spannungsabfall, um dessen Betrag die K. hinter der EMK zurückbleibt. Die K. ist also zunächst abhängig von der Größe des inneren Widerstandes der Spannungsquelle, sodann von der Stärke des ihr entnommenen Stromes. Je stärker dieser ist,

desto größer ist der Spannungsabfall und um so niedriger die K. Bei Spannungsquellen mit zu vernachlässigendem inneren Widerstand (Akkumulatoren) kann die K. gleich der EMK gesetzt werden (Zweipol, elektrischer).

Klemmschaltung → Schwarzwerthaltung.

Klimaanlagen, Klimatisierung → Wählerräume.

Klingelschnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Klinke ein vorwiegend in der handbedienten Vermittlungstechnik verwendetes Steckverbindungsteil, das zur Aufnahme eines → Stöpsels dient. Durch Stecken des Stöpsels wird eine leitende Verbindung zwischen den verschiedenen langen Klinkenfedern und den Kontaktringen des Stöpsels hergestellt. Die gekröpften Enden der Klinkenfedern liegen so auf den Kontaktringen des Stöpsels auf, daß die K. eine Zugwirkung auf den Stöpsel ausübt.

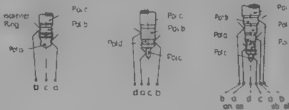
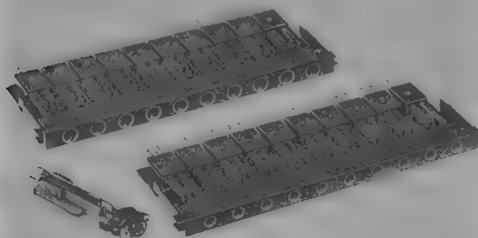


Bild 1. Stöpsel-Klinken-Verbindungen der Zweischnurtechnik.

In der Vermittlungstechnik sind besonders drei-, vier- und sechspolige K. gebräuchlich. Das mechanische Zusammenwirken und die Bezeichnung der Klinkenfedern zeigt Bild 1. Ein weiterer Kontakt entsteht zwischen Klinkenhülse und Stöpselschaft. Der zwischen den Klinkenfedern (Kupferlegierung) und den Stöpselringen (Messing) gebildete Kontakt ist ein unedler Kontakt. Dennoch ist eine gute Kontaktgabe gewährleistet, weil bei gestecktem Stöpsel ein



hinten: 10teilig, 6polig
Mitte: 10teilig, 4polig (ZB08)
links: Einzelklinke (ZB08)

Bild 2. Klinkenstreifen und Einzelklinke.

Kontaktdruck zwischen 150 p und 1200 p entsteht und sich die Kontaktflächen beim Stecken und Ziehen des Stöpsels selbst reinigen. Zum Prüfen von Kontaktdruck, Klinkenfederauslenkung, der beim Einführen des Stöpsels auftretenden Berührung zwischen den Klinkenfedern und den Kontaktringen und der Klinkenhülse dienen → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel. Die Klinkenhülse und die kürzeste Feder werden bevorzugt mit Hilfsstromkreisen beschaltet. Den K. können Kontaktfedersätze zugeordnet werden. Die Kontakte werden beim Stecken des Stöpsels betätigt.

K. stehen in Form von Einzelklinken und Klinkenstreifen zur Verfügung (s. Bild 2). In Klinkenfeldern der Vermittlungsschränke sind 200 mm lange, 12 mm breite 10teilige Klinkenstreifen mit 18 mm Teilungsmaß gebräuchlich. Außerdem werden 20teilige Klinkenstreifen (9 mm Teilungsmaß) mit drei- und vierpoligen K. verwendet.

Zum Anschalten von → Sprechzeugen an handbediente Vermittlungsplätze werden vierpolige Anschalteklinken — auch Doppelanschalteklinken — mit abweichenden Abmessungen (Durchmesser der Klinkenhülse 10,7 mm) verwendet. Den Anschalteklinken entspricht ein Anschaltestöpsel mit seitlicher Zuführung der Sprechzeugschnur.

Literatur: DIN 41015

Gänsler

Klinkenfeld. Die den Vermittlungsplätzen in → Einschnursystemen und → Zweischnursystemen zugeführten Leitungen enden an → Klinken, die im schrankartigen Aufbau der Schnurvermittlungsplätze zu einem K. zusammengefaßt sind. Grundsätzlich ist zwischen dem Anruffeld — es enthält die → Anrufzeichen der ankommend und wechselseitig betriebenen Leitungen — und dem Verbindungsfeld — Zugang zu den für Verbindungen in abgehender Richtung benötigten abgehend und wechselseitig betriebenen Leitungen — zu unterscheiden. Die Trennung in Anruf- und Verbindungsfeld ermöglicht ein klares, auch nach außen hin sichtbares Auseinanderhalten der Betriebsvorgänge »Abfragen« (Entgegennehmen der Aufträge) und »Verbinden« (Ausführen der Aufträge).

In der Regel werden das Anruffeld (Klinkenstreifen und Lampenstreifen) und das Verbindungsfeld (Klinkenstreifen und Schauzeichenstreifen) übereinander angeordnet. Die Anrufzeichen des Anruffeldes werden nach einer bestimmten Ordnung wiederholt (→ Anrufwiederholung). Die Leitungen des Verbindungsfeldes sind vielfachgeschaltet, und zwar so oft, daß jede Vermittlungskraft jede Leitungsklinke ohne aufzustehen erreichen kann. Das Verbindungsfeld wird als Vielfachfeld in der Regel zweiplätzig gestellt. Es erstreckt sich an Fernplätzen über 6 Paneele. Bild 1 zeigt die Stellung des Vielfachfeldes bei → Fernschränken F 36 und Fernschränken F 38. Für die Ausstattung des Klinkenfeldes werden 10- und 20teilige Klinken-, Lampen-, Schauzeichen- und Tastenstreifen (200 mm lang, 12 mm breit) verwendet. Die Länge dieser streifenförmigen Mehrfachbauteile bestimmt zugleich die Breite der Fernschränke (660 mm bei 3 Paneelen zu 200 mm je Fernplatz).

Bild 2 zeigt als Beispiel die grundsätzliche Ordnung der Fernleitungen im Verbindungsfeld von Fernschränken, Bild 3 die Bezeichnungsweise und Anordnung verschiedener Leitungsarten innerhalb eines



Fernschränke 36

Einteilung eines Vielfachabschnittes in 360°



Bild 1. Stellung des Vielfachfeldes in FernVStHand F36 und F38.

Fernleitungsbündels. Diesem Ordnungssystem liegt die → Ortsnetzkennzahl des Landesfernwahlnetzes zugrunde.

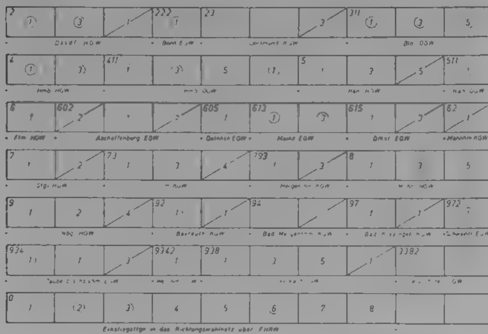


Bild 2. Ordnung der Leitungen im Verbindungsfeld.

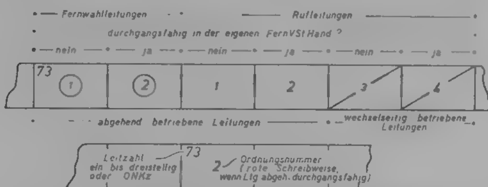


Bild 3. Bezeichnungsweise und Anordnung verschiedener Leitungsarten innerhalb eines Leitungsbündels.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954 — G. Trommer, Das Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen im handvermittelten Fernsprechdienst des Inlandsverkehrs. Unterrichtsblätter der DBP, Ausgabe B, Bd. 15 (1962), Heft 4, S. 115 — W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2.

Gänsler

Klinkenlehre. Sammelbezeichnung für die zum Prüfen der Maßhaltigkeit und Abnutzung dienenden Lehrdornen für Klinkenhülsen, Tiefenmaße und Lehrstöpsel für Klinkenstreifen (→ Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel).

Klinkenstreifen → Klinke.

Klinkenübertragung. K. sind in handbedienten → Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) mit Schnurtechnik (handbediente Vermittlungsstelle F 36 und handbediente Vermittlungsstelle F 57) das Bindeglied zwischen Leitung und Fernschrank. Jede Leitung endet auf einer K., und jede K. ist mit einem Anrufzeichen oder einer Verbindungsklinke des → Klinkenfeldes fest verbunden. Je nachdem, ob K. mit Vier- oder Zweidraht-Rufleitungen oder Wählleitungen beschaltet sind, wird zwischen Rufklinkenübertragungen (RKlUe), Rufgabelklinkenübertragungen (RGaKlUe), Rufgabelverstärkerklinkenübertragungen (RGaVrKlUe), ZB-Klinkenübertragungen für den Anschluß von Fernsprechapparaten (ZBKlUe) und Wählklinkenübertragungen für ankommenden und abgehenden Verkehr (WKlUe-k und WKlUe-g) unterschieden. Weitere K. sind die in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 36 verwendeten Gabelklinkenübertragungen und → Gabelverstärkerklinkenübertragungen (GaKlUe und GaVrKlUe) als Universalklinkenübertragungen für Ruf und Wahl. K., die »Meldeleitungen« zugeordnet sind, werden auch als Meldeübertragung bezeichnet. Ihr Ausgang ist mit Meldeanrufzeichen (→ Anrufzeichen), über die die Gesprächsanmeldungen der Teilnehmer entgegengenommen werden, beschaltet.

Allen K. ist die Aufgabe gemeinsam, die Schaltkennzeichen auf der Leitung in die von den handbedienten Fernvermittlungsstellen geforderten Zeichen — wie Steuerung der Anruflampe, der Schlußlampe und des Besetztschauzeichens — umzusetzen. Den K. obliegt ferner das Steuern von schaltbaren Verlängerungsleitungen, das Aussenden von Hörtönen und besonderer Schaltkennzeichen, wie des Zeichens → »Teilnehmerabwurf«. K. enthalten bei Bedarf Transistorverstärker und Gabeln. — Die Art der Einfügung der in Vierdraht-Vermittlungen gebräuchlichen K. zeigt der Übersichtsplan der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 57.

Literatur: H. Holste und G. Kleinesudeik, Die handbediente Fernvermittlungsstelle mit Fernplatzschaltung F 57 (FernVStHand F 57). Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, Ausgabe B, Bd. 20 (1967), Heft 9, S. 243.

Gänsler

Klinkenübertragungsprüfgerät F 57 (Prüfgerät 83). Mit dem fahrbaren K. werden in handbedienten → Fernvermittlungsstellen F 57 (FernVStHand F 57) und F 57st-Anlagen die → Klinkenübertragungen auf ihre Betriebsfähigkeit hin geprüft. Bild 1 zeigt das Bedienungsfeld. Die einzelnen Prüfungen werden mit Hilfe eines Tastenfeldes (10 × 4 Tastenplätze) ausgeführt. Zu jeder Übertragungsart — auch für die einzelnen Schaltvarianten — gibt es eine besondere Prüfkarte (Lochkarte) aus beschriftbarer Kunststoffolie (Bild 2), die in das Tastenfeld eingelegt wird. Die Reihenfolge der Tastenbetätigungen ist durch Leitpfeile angegeben. Als Aussage werden am Meßinstrument nur Gut- oder Schlechtwerte angezeigt. Die Skala hat 3 Farbmarken (rot-grün-blau), in deren Bereich der Zeiger stehen muß, wenn die Prüfung als gut anzusehen ist. Der jeweils gültige Bereich ist auf der Prüfkarte durch einen entsprechend gefärbten Ring um die zu betätigende Taste angegeben. Außerdem können durch Einstellen eines Drehschalters Widerstands- und Dämpfungsmessungen ausgeführt und in Verbindung mit einem Fernmeldemeßkoffer Messungen mit beliebigen Frequenzen und Pegeln durchgeführt werden. Schließlich lassen sich mit dem K. Gesprächsverbindungen über die Klinkenübertragungen zu den Fernplätzen der eigenen FernVStHand oder zur Gegen-FernVStHand aufbauen. Sollte während der Prüfung einer ankommenden Klinkenübertragung ein Anruf eintreffen, so wird dieser Anruf an dem K. angezeigt. Über ein angeschaltetes Sprechzeug besteht Sprechmöglichkeit.

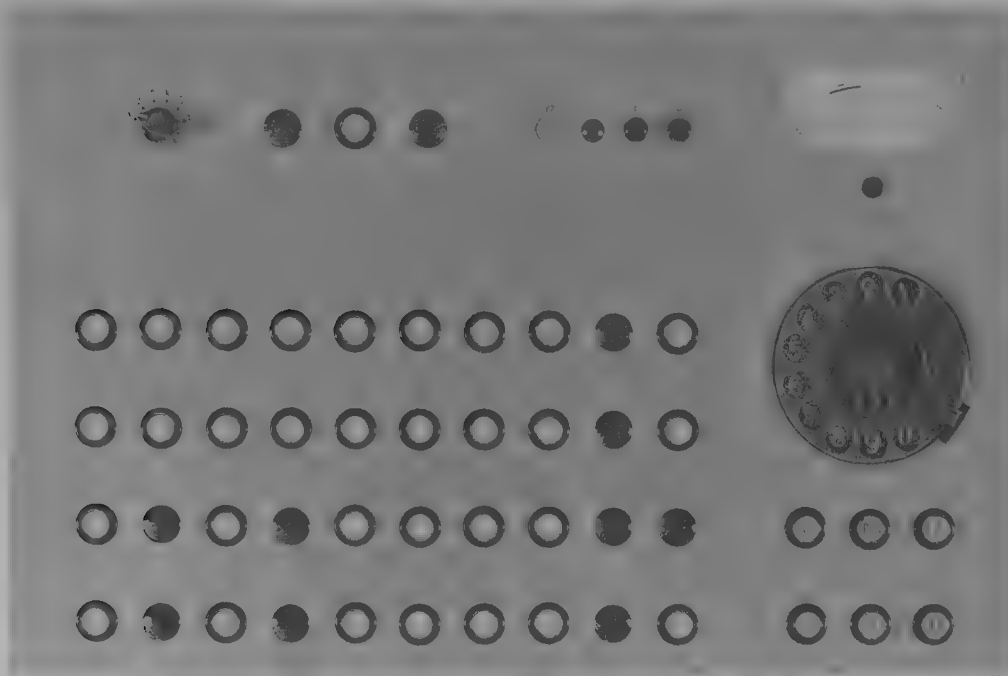


Bild 1. Bedienungsfeld des Klinkenübertragungsprüfgerätes F 57.

Das Tastenfeld ist unterteilt in die: Programmtasten P1 bis P8 (Reihen 1 und 2), Vorbereitungstasten V1 bis V8 (Reihen 3 und 4), Funktionstasten F1 bis F6 (Reihen 5 und 10), Meßtasten M1 bis M12 (Reihen 6, 7 und 8).

Die Reihe 9 ist unbelegt, ebenso auf Bild 1 die Tastenplätze P7, P8, V7, V8 und F7. Alle Tasten dieses Tastenfeldes sind — mit Ausnahme der Auslösetaste (letzte Taste in Reihe 10) — Magnettasten, die sich, soweit es Meß- oder Funktionstasten sind, gegenseitig auslösen. Die am Schluß der Prüfung zu drückende Auslösetaste löst alle Magnettasten aus.

Die Programmtaste stellt das K. auf die zu prüfende Art der Klinkenübertragung ein und legt das Prüfprogramm fest. Die Vorbereitungstasten ergänzen die Programmtasten, wenn zwischen Varianten unterschieden werden muß. Die Funktionstasten dienen zum Einleiten von Schaltvorgängen in der Klinkenübertragung. Mit den Meßtasten werden die jeweiligen Meßschaltungen zum Prüfen der Belegungs-, Ruf- und Schlußzeichen, Frittwiderstände, Entdämpfungskennzeichen, richtigen Gabelschaltung, festen und schaltbaren Verlängerungsleitungen und Nachbildungen

Prufkarte fur ZBKlUe 57
(557 SZ 4432 bzw. Fg 14/5065)
Prufmittel:
Prufgerat Nr. 83 mit den Prufschnuren Nr. 171 und Nr. 172 sowie Sprechzeug

Vorbereitung
1. Rotblauen Stopsel in die +/− Klinke.
2. Wenn die BL der zu prufenden Ue nicht leuchtet, den schwarzen Stopsel in die Kan-Klinke stecken. Sind an der Ue Schauzeichen von Platzen angeschlossen, muß im Prufgerat die Lampe F (grun) leuchten. Wenn kein Schauzeichen angeschlossen ist, Taste U kurz drucken bis F leuchtet
3. Blauen Stopsel in die Kab-Klinke
4. Kurzschlußstecker (L) der Ue ziehen und dafur den 4poligen Stecker der Prufschnur Nr. 172 mit der gelben Markierung nach oben anschließen
5. Drehschalter des Prufgerates in Stellung 1.

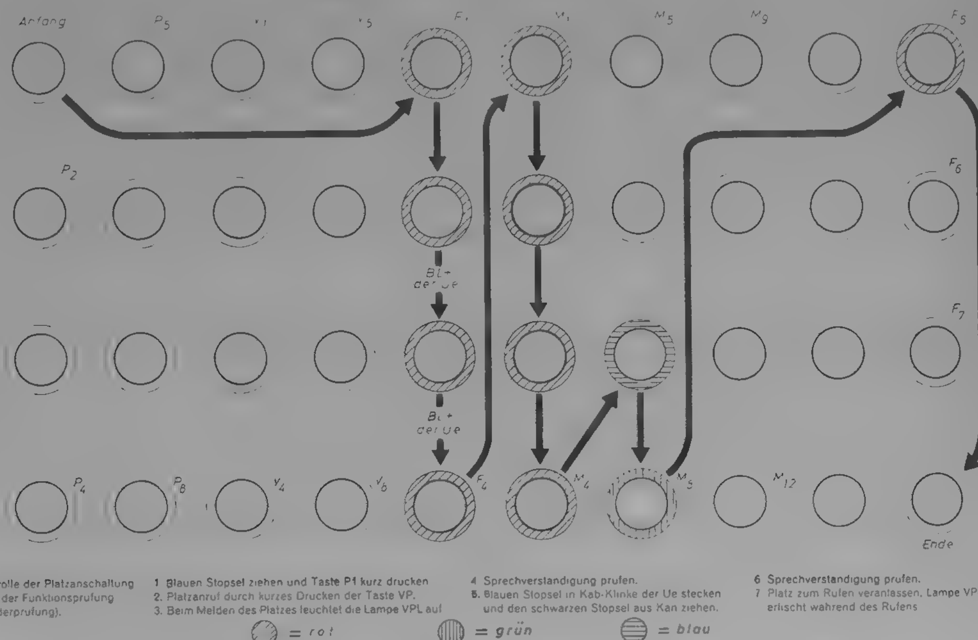
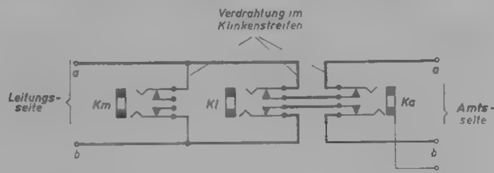


Bild 2. Muster einer Prüfkarte für das Klinkenübertragungsprüfgerät F57 (Prüfkarte für ZBKlUe 57).

hergestellt. Das K. wird mit Prüfschnüren an die in den Übertragungsgestellrahmen vorhandenen Prüf- und Stromversorgungsklinken angeschlossen. Die jeweils notwendigen vorbereitenden Maßnahmen sind auf den Prüfkarten (Bild 2) angegeben.

Literatur: FTZ-Beschreibung Nr. 276 092 B2 Prüfgerät Nr. 83 zum Prüfen der KlUe der F57-Technik. *Gänsler*

Klinkenumschalter dienen in handbedienten → Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) älterer Bauart als Prüfschränke zum Messen und Entstören von Fernleitungen. Jeder Fernleitung sind gemäß Bild im



Schaltung der Meßklinken im Klinkenumschalter.

Klinkenfeld des K. 3 Klinken zugeordnet, die Parallelklinke Km als Mithörklinke sowie die Doppeltrennklinken Kl (Leitungsklinke) und Ka (Amtsklinke). K. werden in neueren handbedienten Fernvermittlungsstellen wegen der durch sie bedingten starren Kabelführung und wegen der ungefritteten Trennkontakte nicht mehr vorgesehen (vgl. → Fernprüfschrank F 36).

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

Klirrdämpfung → Verzerrung.

Klirrdämpfungs-Meßeinrichtung → Klirrfaktormessung.

Klirrfaktor. Das Maß der → Verzerrung. Er ergibt sich aus:

$$k = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n_h} U_n^2}}{U_a}$$

mit:

$$U_a = \sqrt{\sum_{n=1}^{n_h} U_n^2}\,.$$

Hier sind U_n die Effektivwerte der durch nichtlineare Verzerrung auftretenden Teilschwingungen und U_a der Effektivwert des gesamten Signals am Ausgang des Vierpols. Zur Bestimmung des Klirrfaktors

legt man ein Signal mit der Frequenz f_1 an den Eingang des Vierpols. Durch Nichtlinearität treten dann weitere Frequenzen f_2, f_3 usw. auf, die ein ganzzahliges Vielfaches der Frequenz f_1 darstellen. Man mißt mit einer Klirrfaktormeßbrücke oder anderen geeigneten Geräten zunächst den Effektivwert der Grundschwingung und aller Teilschwingungen am Ausgang des Vierpols. Dann wird durch ein Filter die Grundschwingung f_1 gesperrt und der Effektivwert der verbleibenden Teilschwingungen gemessen. Wenn man den Quotienten aus beiden gemessenen Effektivwerten bildet, erhält man den Klirrfaktor. Bei elektromagnetischen Schwingungen unterscheidet man zwischen Spannungs-K. k_n und Strom-K. k_i.

Literatur: DIN 45403; 1963 — K. Küpfmüller, Fachbericht, 31. Jahresversammlung VDE (1926).

Klirrfaktormeßbrücke, -messer → Klirrfaktormessung.

Klirrfaktormessung. Wird an den Eingang eines nichtlinearen Vierpols eine Spannung mit der Frequenz f gelegt, so treten am Ausgang dieses Vierpols Spannungen mit den Frequenzen $f, 2f, 3f, \dots$ und den Effektivwerten $U_1, U_2, U_3, \dots$ auf. Der Gesamtklirrfaktor ist dann gegeben durch

$$k = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \cdots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \cdots}},$$

also durch das Verhältnis der effektiven Spannung der durch die nichtlineare Verzerrung erzeugten Teilschwingungen zur effektiven Gesamtspannung aller am Ausgang des nichtlinearen Vierpols auftretenden Teilschwingungen (→ Klirrfaktor).

Man bestimmt den Klirrfaktor, indem man diese beiden Spannungen mißt und ihr Verhältnis bildet. Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines → Klirrfaktormessers. In Stellung 1 des Schalters S

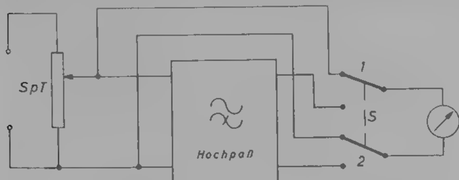


Bild 1. Grundsätzlicher Aufbau eines Klirrfaktormessers.

zeigt der Effektivwert-Spannungsmesser die Gesamtspannung an. Mit dem Spannungsteiler SpT am Eingang der Meßschaltung regelt man diese Spannung so ein, daß der Spannungsmesser Vollausschlag anzeigt (100% der Prozentskala). In Stellung 2 des Schalters S wird der Effektivwert aller neuerzeugten Teilschwingungen angezeigt, da der Hochpaß durch passend gewählte Grenzfrequenz die Grundschwingung aus der Gesamtspannung aussiebt. Auf der Skala des Spannungsmessers kann man dann unmittelbar die Größe des Klirrfaktors in Prozent ablesen.

Eine oft angewandte Ausführungsform des Klirrfaktormessers ist die Klirrfaktormeßbrücke, Bild 2. Sie besteht aus einer Resonanzfrequenzmeßbrücke (→ Frequenzmeßbrücke), die auf die Frequenz der Eingangsspannung abgeglichen wird. Liegt also die Gesamtspannung aller am Ausgang des nichtlinearen Vierpols auftretenden Teilschwingungen zwi-

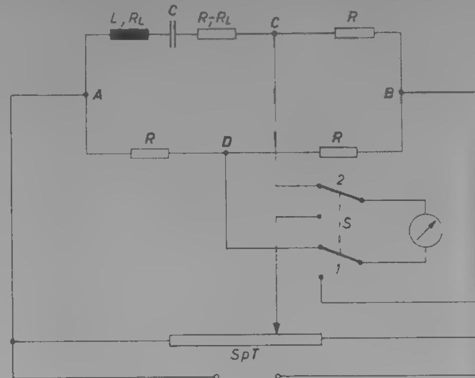


Bild 2. Klirrfaktormeßbrücke.

schen den Klemmen A und B der Brücke, so tritt zwischen ihren Klemmen C und D die Spannung der durch die nichtlineare Verzerrung erzeugten Teilschwingungen auf. Diese wird in Stellung 2 des Schalters S vom Effektivwert-Spannungsmesser angezeigt. Geht man dann in die Stellung 1 des Schalters S über, so zeigt das Meßinstrument die Gesamtspannung an. Mit Hilfe des Spannungsteilers SpT macht man dann die Ausschläge in beiden Schalterstellungen einander gleich. Dann kann man die Größe des Klirrfaktors aus der Stellung des Spannungsteilers auf einer Prozent-Skala ablesen. Auch die Klirrfaktoren n-ter Ordnung, insbesondere den quadratischen und den kubischen Klirrfaktor kann man messen, wenn man den Hochpaß bei der beschriebenen K. durch einen Bandpaß ersetzt, der nur die Teilschwingung n-ter Ordnung, also mit der Frequenz $2f$ oder $3f$, durchläßt, und ihre Spannung ins Verhältnis zur Gesamtspannung setzt. Man erhält so den quadratischen Klirrfaktor

$$k_2 = U_2/\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \cdots\cdots}$$

und den kubischen Klirrfaktor

$$k_3 = U_3/\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \cdots\cdots}$$

Für die Messung von Klirrfaktoren n-ter Ordnung eignen sich auch selektive Spannungs- oder Pegelmesser, da man mit ihnen die Spannungen der einzelnen Teilschwingungen getrennt messen kann. Aus diesen Spannungswerten werden dann die einzelnen Klirrfaktoren berechnet. K. müssen in einem genügend weiten Frequenzbereich durchgeführt werden, damit auch die durch die nichtlineare Verzerrung erzeugten Teilschwingungen höherer Ordnung erfaßt werden. So muß z. B. eine K., die den kubischen Klirrfaktor von Grundschwingungen bis $f = 15$ kHz richtig angeben soll, Schwingungen bis $3f = 45$ kHz anzeigen.

K. geben nur dann richtige Ergebnisse, wenn die Spannung am Eingang des nichtlinearen Vierpols ausreichend unverzerrt, d. h. sinusförmig ist. Deshalb müssen hierfür besonders klirrarme Meßsender verwendet werden, deren Klirrfaktor beispielsweise nicht größer als 0,1‰ sein soll. Oft begnügt man sich mit Messungen bei einigen festen Frequenzen f, die so gewählt sind, daß man mit wenigen Bandpässen zur Aussiebung der Teilschwingungen 2. und 3. Ordnung auskommt. Anstelle des Klirrfaktors kann man auch die Klirrdämpfung in Np oder dB angeben. Hierfür gelten die Beziehungen

$$a_k = \ln(1/k)\,\text{Np und } a_k = 20\lg(1/k)\,\text{dB}.$$

K., deren Skala in Np oder in dB geeicht sind, werden Klirrdämpfungs-Meßeinrichtungen genannt.

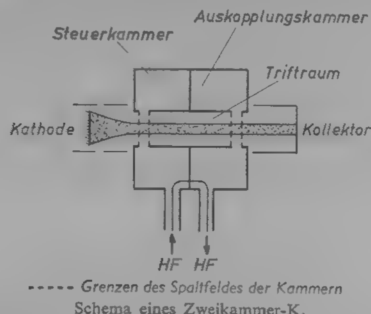
Literatur: K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1949 — H. Bartels, Grundlagen der Verstärkertechnik. 4. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1954 — E. Haak, Einführung in die Fernmelde-Meßtechnik. Verlagsbuchhandlung Erich Herzog, Goslar 1957 — K. Günther, Meßtechnik. R. v. Decker's Verlag, G. Schenck, Hamburg–Berlin 1962 — A. Darré, Methoden zur Messung nichtlinearer Verzerrungen im Tonfrequenzgebiet. Frequenz 9 (1955), Heft 3 und 4 — E. A. Pavel und M. Bidlingmaier, Ein Nichtlinearitäts-Meßplatz für Rundfunkübertragungswege. NTZ 12 (1959), S. 243–249. — DIN 45 403 (1963). *Haak*

Klirrgeräusche in Richtfunkverbindungen → Richtfunkverbindungen, Intermodulationsgeräusche.

Klopferapparat. Elektromagnetischer Telegrafenapparat. Gibt die empfangenen Morsezeichen hörbar wieder, indem der Anker des Elektromagnets zwischen zwei Zungen eines Ambosses pendelt, der zur Verstärkung der akustischen Zeichen mit einem Resonanzboden verbunden ist.

Literatur: HwF 1929.

Klystron, → Reflexklystron und → Doppelspaltoszillator sind die wesentlichen Vertreter der Triftröhren (→ Laufzeitröhre). Die Wirkungsweise der Triftröhre ist im Zweikammer-K. (s. Bild) besonders



Schema eines Zweikammer-K.

übersichtlich. Steuer- und Auskoppelkammer sind Hohlraumresonatoren mit möglichst kleinen, manchmal gitterförmigen Öffnungen für den Durchtritt des Elektronenstrahls. Diese Öffnungen werden so gelegt, daß in den entstehenden Wechselwirkungsspalten eine möglichst große Hochfrequenzfeldstärke herrscht. Der in einer Elektronenkanone erzeugte Strahl tritt mit zeitlich konstanter Stärke und Geschwindigkeit in die Steuerkammer ein und wird vom Kollektor aufgefangen, wenn er die Auskoppelkammer, in dem der Verstärkungsvorgang endet, verläßt. Kann man das Spaltfeld der Steuerkammer durch das Feld einer Doppelschicht, an der die Wechselspannung $U_\sim$ liegt, annähern, dann entsteht die Wechselgeschwindigkeit $v_\sim$ gemäß der Beziehung $v_\sim/v_- = 1/2\, U_\sim/U_-$. v_-, U_- sind die Größen ohne Wechselspannung. Im Triftraum (→ Laufzeitröhre) entsteht im Bereich genügend kleiner Aussteuerung der Konvektionswechselstrom $I_\sim$ gemäß $I_\sim = 2\,I_- \cdot x$. x ist das Ballungsmaß genannte Produkt aus Geschwindigkeitsaussteuerung $v_\sim/v_-$ und Laufwinkel. Der Konvektionswechselstrom erzeugt in der Auskoppelkammer durch Influenz eine Wechselspannung. Durch das Anlaufen des Konvektionswechselstromes gegen diese Spannung wird Wechselstromleistung erzeugt, die in der Auskoppelkammer und der angeschlossenen Last verbraucht wird. Der Ersatzwirkwiderstand am Auskoppelspalt muß so gewählt werden, daß der Scheitelwert der Wechselspannung die Beschleunigungsspannung der Elektronen nicht überschreitet. Das anfänglich nahezu lineare Anwachsen des Konvektionswechselstromes bei der Grundfrequenz mit dem Ballungsmaß verlangsamt sich später, während der Oberwellengehalt entsprechend steigt. Für das Ballungsmaß 1,84 tritt ein Maximum des Konvektionswechselstromes bei der Grundfrequenz auf, dem ein maximaler elektronischer Wirkungsgrad von 58 v. H. entspricht. Die elektrostatischen Abstoßungskräfte im Elektronenwechselstrom wirken seiner Entstehung entgegen (Phasendefokussierung) und bringen allmählich die ursprüngliche Geschwindigkeitsmodulation zum Verschwinden. Unter üblichen Bedingungen für Leistung und Bandbreite kann daher die Verstärkung des Zweikammer-K. maximal etwa 15 dB erreichen. Die mathematische Behandlung bedient sich der freien Raumladungswellen und ergibt mit ihnen die Plasma-Wellenlänge, die der doppelte Abstand zweier aufeinanderfolgender Knoten der Schwebung eines Paares freier Raumladungswellen in einer Elektronenströmung ist. Die der Plasmawellenlänge entsprechende Plasmafrequenz ist die durch die Beziehung $\omega_p = \sqrt{(e \cdot \varrho)/(m \cdot \varepsilon_0)}$ gegebene Kreisfrequenz (e Elementarladung, m Elektronenmasse, ϱ zeitlicher Mittelwert der Raumladungsdichte und ε_0 Dielektrizitätskonstante im Vakuum). Der endliche Strahldurchmesser erfordert noch einen Reduktionsfaktor, durch den sich aus der Plasmafrequenz die effektive Plasmafrequenz ergibt. Die maximale Verstärkung 15 dB erlaubt bei 3 GHz nur die Größe 150 MHz für den Gütefaktor aus Bandbreite mal Verstärkung, weshalb das Zweikammerverstärker-K. relativ frühzeitig gegenüber der → Wanderfeldröhre mit einem Gütefaktor von z. B. 10 GHz ohne Bedeutung wurde. Nur als Oszillator mit mittlerer Leistung für cm- und mm-Wellen besteht noch ein Anwendungsgebiet. Zur Erhöhung des Gütefaktors wird der Verstärkungsvorgang durch zwischengeschaltete Hohlraumresonatoren mehrmals wiederholt. In den Zwischenresonatoren wird keine Nutzleistung ausgekoppelt, sondern lediglich die in den Resonatoren erzeugte Spannung zur erneuten

Modulation benutzt. Es liegt nahezu eine Kaskadenverstärkung vor, jedoch unter Verwendung des gleichen Elektronenstrahls. Meist wird durch gegenseitiges Verstimmen der Kammern ein Teil der möglichen Verstärkungserhöhung gegen eine Bandbreitenvergößerung ausgetauscht. In der Nachrichtentechnik werden Mehrkammer-K. vornehmlich für Fernsehsender in den Bändern IV und V eingesetzt. Die Ausgangsleistungen betragen z. B. 10 kW für die Synchronspitze bei 10 MHz Bandbreite und 45 v. H. Wirkungsgrad.

Literatur: W. Kleen, Einführung in die Mikrowellen-Elektronik, Teil 1, S. Hirzel, Stuttgart 1952 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verlag Technik, Porta Verlag, Berlin/München 1957 — G. D. Sims, Microwave tubes and semiconductor devices, Blackie & Son, London, Glasgow 1963 — A. H. W. Beck, Velocity-modulated thermionic tubes, University Press, Cambridge 1948 — J. Voge, Les tubes aux hyperfréquences, Editions Eyrolles, Paris 1959 — R. Warnecke, Les tubes électroniques à commande par modulation des vitesse, Gauthier-Villars, Paris 1951.
Schnitger

Klystronsender → Fernsehbildsender.

Knacken → Knackprüfung.

Knackprüfung. Ein in älteren handbedienten Fernvermittlungsstellen angewendetes einfaches Verfahren der akustischen Besetztprüfung von Leitungen, die auf Klinke liegen. Die Vermittlungskraft prüft, indem sie bei gelegtem Abfrageschalter die Stöpselspitze einer Verbindungsschnur an die Klinkenhülse einer Leitung anlegt. Bei besetzter Leitung wird der auf den Hörer übertragene Ladestromstoß eines Kondensators als Knacken wahrgenommen.

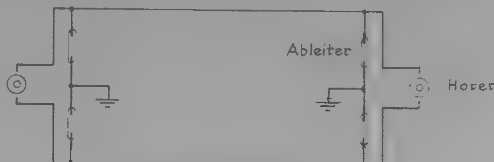
Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Knackrate → Funkstörquelle.

Knallgas. Gemisch aus 2 Raumteilen Wasserstoffgas und einem Raumteil Sauerstoffgas, explodiert beim Erhitzen auf 500 bis 600° C oder durch Entzündung mit Funken oder Flamme mit starkem Knall unter Bildung von Wasserdampf. K. in weiterem Sinne sind alle explosiven Wasserstoff-Luft-Gemische (mit 6 bis 67 Volumprozent Wasserstoff). K. entsteht durch Zersetzen von Wasser mit elektrischem Strom, z. B. beim Überschreiten der Gasungsgrenze von → Akkumulatoren. Im Knallgasgebläse läßt sich K. gefahrlos verbrennen und erzeugt Temperaturen von 3100 bis 3300° C. Mit Hilfe von Nickelelektroden in Kalilauge lassen sich Wasserstoff und Sauerstoff unter Stromerzeugung vereinigen (Knallgaselement) vgl. Brennstoffelemente.

Literatur: Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, System Nr. 3, Wasserstoff, 1958, S. 623–818.

Knallgeräusche in Fernsprechern haben als Ursache plötzliche Stromänderungen. Sie können von Unterbrechungen im Gleichstromkreis der Fernsprechanlage selbst herrühren (Schaltungen, Wackelkontakte) oder durch äußere Einwirkungen hervorgerufen werden. Sie sind meist vielfach lauter als die normalen Gespräche und Signale, besonders, wenn die Membran auf die Magnetpole aufschlägt, und können zu physiologischer Schädigung des Hörenden führen. Bei äußeren Einwirkungen ist an sich der Effekt in beiden Zweigen einer Doppelleitung annähernd gleich. Der Differenzstrom im Fernhörer erzeugt ein K. nur, wenn gleichzeitig eine besonders starke Unsymmetrie auftritt. Eine solche Unsymmetrie ist häufig die Folge von ungleichzeitigem oder ungleichmäßigem Ansprechen der Überspannungsableiter an beiden Enden einer Leitung (s. Bild). Bei langsam wachsender statischer



Schaltung von Überspannungsableitern in einer Fernsprechverbindung.

Aufladung, z. B. von einer Gewitterwolke, spricht der empfindlichste Ableiter zuerst an, und die Ladung des anderen Zweiges fließt plötzlich über die Hörer ab. Schaltvorgänge in einer benachbarten Hochspannungsleitung erzeugen Wanderwellen, die gleichartige Wellen mit steiler Front in benachbarten oberirdischen Fernsprechleitungen induzieren. Wenn eine solche Welle ein Ableiterpaar erreicht, kann wieder ein Ableiter zuerst ansprechen, und die Welle des anderen Zweiges entlädt sich über den Hörer. Wenn schließlich ein Kurzschlußstrom in der Hochspannungsleitung eine ausreichend hohe längselektromotorische Kraft (EMK) induziert, kommt es zu einem Strom durch die Hörer, sobald an jedem Ende ein Ableiter anspricht. Die dafür erforderliche Spannung kann aber weniger sein als die Summe der Ansprechspannungen. Wenn die EMK am Ende einer Leitung induziert wird, verteilt sich die Spannung gegen Erde umgekehrt proportional zu den Erdkapazitäten. Am nahen Ende tritt fast die volle EMK auf, zündet einen Ableiter, erdet die Leitung und bringt dadurch die Spannung gegen Erde nach dem anderen Ende, wo ein zweiter Ableiter zündet. So kann eine Längs-EMK mit dem Effektivwert 300 V, d. h. Scheitelwert 420 V, zwei Ableiter mit je 350 V Ansprechspannung bei Gleichstrom zünden. Bei Wanderwellen besteht das K. aus einem oder mehreren scharfen Knacken, bei Induktion ergibt sich ein Rollgeräusch. Um K. zu vermeiden, muß bei Induktion die Längs-EMK klein genug bleiben. Bei Influenz durch Wanderwellen muß entweder die Spannung so niedrig sein, daß Ableiter nicht zünden, oder die über den Hörer entladene Energie muß begrenzt sein ($< 0{,}01$ J). Diese Begrenzung auf die Energie in einem Leitungszweig zu beziehen, ist nicht korrekt, aber ein Mittelwert aus verschiedenen Möglichkeiten.

Schutz gegen K. Wenn es nicht möglich ist, die Fremdspannungen zu senken, kann man gleichzeitiges Ansprechen der Ableiter anstreben, sei es durch Einbau in ein gemeinsames Glasgehäuse (Dreielektroden-Ableiter, wirksamer bei Rollgeräuschen als bei einmaligem Knacken), sei es durch Erdung über die Mittelpunktsanzapfung einer

Kopplungsspule, die, wenn nur ein Ableiter zündet, den Strom darin senkt, gleichzeitig eine Zusatzspannung für den anderen Ableiter liefernd. Unerwünscht ist hierbei der zusätzliche Widerstand in der Erdung. Falls ein Leitungszweig eine Ableitung hat, kann es trotzdem zu einem K. kommen. Ein empfindlicher Ableiter (100 V) parallel zum Hörer schützt gegen Einzelknacke. Er schneidet jedoch Rollgeräusche in jeder Halbwelle ab und macht sie dadurch sehr unangenehm. Man kann dies vermeiden, indem man den Querableiter über einen Transformator anschließt. Im Glimmschutzgerät wird die nachteilige Wirkung des Widerstandes des Transformators durch eine Kunstschaltung aufgehoben. Der aus der Anfangszeit der drahtlosen Telegrafie bekannte Kohärer oder Fritter ist ein Ableiter, der bei 1 bis 2 V von einem Isolator in einen Kurzschluß übergeht. Er wäre ein ideales Schutzgerät, wenn er nicht nach jedem Ansprechen wieder entfrittet werden müßte, durch Erschütterung usw. Geräte mit automatischer Entfrittung (Stahlkugeln zwischen durch ein Uhrwerk langsam gedrehten Messingscheiben; auf einer schnell rotierenden ölbedeckten Trommel schleifende Stahlfedern) sind als Frittersicherungen lange zum Schutz des Amtspersonals benutzt worden. Sie sind bei sorgfältiger Instandhaltung sehr wirksam. Die Entwicklung der Halbleitertechnik, insbesondere von Sperrschichtgleichrichtern, hat zu einem wirksamen und sehr zuverlässigen Gehörschutzgerät geführt, das keine Wartung benötigt: zwei gegenparallel geschaltete Gleichrichter (in den USA als Varistor bezeichnet) sperren bei den kleinen Sprechspannungen, leiten jedoch bei 1 bis 2 V (z. B. bei 0,1 V 2500 Ω, bei 1,5 V 15 Ω), dämpfen die Sprache um etwa 1 dB, aber K. um etwa 30 dB. Dieses Schutzgerät ist so klein und preiswert, daß es in jeden Fernsprechapparat eingebaut werden kann. Es schützt die Teilnehmer auch gegen die anfangs erwähnten inneren K. Auch eine Verstärkerschaltung mit ausreichend kleiner Ausgangsleistung schützt gegen K. Ähnlich ist auch die Schutzwirkung von Kleinfernhörern (Gehörgangfernhörern) zu deuten. Rücksichtnahme auf K. hat in den älteren Leitsätzen des VDE und Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) zu Mindestabstandsforderungen geführt. In den neuesten Vorschriften sind diese Forderungen weggefallen, weil mit der allgemeinen Einführung der Schutzgeräte nicht mehr mit dem Auftreten von K. gerechnet wird. Dafür ist jedoch eine Grenze für den kapazitiven Ladestrom eingeführt worden (→ Influenz).

Literatur: H. C. Steidle, Beitrag zur Konstruktion elektrischer Sicherungen für Schwachstromanlagen, ETZ 25 (1904) S. 937 u. 26, (1905) S. 679 — P. Chavasse, Sur un dispositif de protection contre les »Chocs acoustiques«, J. Télégr. 49 (1925) S. 121 — Fernmeldesicherung zur Verhütung von Knallgeräuschen, AEG Mitteilungen (1928) S. 127 — J. Collet, Utilisation d'éléments redresseurs à oxyde de cuivre pour la protection contre lec chocs acoustiques, Ann. P. T. T. 21 (1932) S. 329 — Effect of Vacuum Tube Amplifiers and Telephone Repeaters on Acoustic Shock, E.E.I./Bell Report 28 (1934) Vol. 4, S. 85 — Use of Copper Oxide Varistors in Reducing Acoustic Shock, E. E. I./ Bell Report 29 (1934) Vol. 4, S. 95 — W. Wild, Über Knallgeräusche in Freileitungen und ihre Unterdrückung durch Knallschutzgeräte, Siemens Z. 14 (1934) S. 379 — K. H. Werner, Ein einfaches Knallschutzgerät mit Selengleichrichtern als Amplitudenbegrenzer, Arch. Elektrische Übertragung 4 (1950) S. 374 — K. H. Werner, Kopplungsspulen mit Überspannungsableitern in Fernmeldeanlagen, Elektrizitäts-Wirtschaft 53 (1954) S. 165 — H. Koschel u. B. Hess, Gehörschutz durch Spannungsbegrenzer am Fernhörer, Siemens Z. 28 (1954) S. 359.

Klewe

Knickung → Festigkeitslehre.

Knotenamtszone. Bereich einer Knotenvermittlungsstelle. Innerhalb dieses Bereiches gilt für Gespräche im Selbstwählferndienst ein einheitlicher Tarif, der nicht von der Entfernung der Ortsnetze abhängt (Bereichstarif).

Knotenbasa → Bahnselbstanschlußanlage.

Knotenbetrieb → Fernschreibsondernetze.

Knotengruppenwähler ist der → Ferngruppenwähler, an dessen Ausgängen Leitungen zu Knotenvermittlungsstellen angeschaltet sind.

Knotenkontrollstelle → Knotennetz.

Knotennetz. Für die gleichzeitige Übermittlung von Nachrichten zwischen mehr als zwei Endstellen werden Fernsprech-, Fernschreib- oder Bildleitungen an einer oder mehreren Stellen über besondere Knoten zu K. fest zusammengeschaltet. Die Leitungen (Ltgn) zwischen den Endstellen und den Knotenpunkten heißen Knotenltgn, die Ltgn zwischen den Knotenpunkten Knotenverbindungsltgn. Die Art der Parallelschaltung in den Knotenpunkten unter Verwendung von Verstärkern, Verlängerungsltgn, Widerständen, Abzweigeinrichtungen, Rundschreib- oder Konferenzrahmen richtet sich nach der Betriebsart und der Anzahl der Endstellen. Bei einer beschränkten Anzahl ist bei Fernsprechltgn eine zweidrähtige Knotung möglich. Es werden folgende Betriebsarten unterschieden: 1. Rundsendenetz (Rundspruch-, Rundschreib- oder Rundbildnetz). Eine bestimmte Endstelle (Sendestelle) gibt gleichzeitig Nachrichten an alle anderen Endstellen (Empfangsstellen). Letztere können nur Nachrichten empfangen (z. B. Rundschreibbetrieb ohne Quittungsgabe). 2. Rundsende-Meldenetz (Rundspruch-Melde-, Rundschreib-Melde- oder Rundbild-Meldenetz). Eine Endstelle gibt gleichzeitig Nachrichten an alle anderen Endstellen. Diese können in den Sendepausen auf Anforderung der Sendestelle oder nach einer vorher festgelegten Reihenfolge Nachrichten an die Sendestelle geben (z. B. Rundschreibbetrieb mit Quittungsgabe). 3. Konferenznetz (Fernsprech-, Fernschreib- oder Bildkonferenznetz). Jede beliebige Endstelle kann gleichzeitig Nachrichten an alle anderen Endstellen geben und von allen anderen Endstellen empfangen. Wegen der verzweigten Form des K. werden außer der Kontrollstelle (für jede Einzelltg) eine Knotenkontrollstelle (KnKoSt) für die in einem Knoten fest zusammengeschalteten Ltgn und eine Netzkontrollstelle (NetzKoSt) für das gesamte K. festgelegt. Die NetzKoSt ist für einen guten übertragungstechnischen Zustand des gesamten K. verantwortlich, die KnKoSt für jeden Knoten ihres Bereichs. *Wille*

Knotenregister 62 (KRg 62) ist am Eingang des Landesfernwahlnetzes in der Knotenvermittlungsstelle eingesetzt. Es wird in der Regel nach Wahl der Verkehrsausscheidungsziffer 0 angeschaltet und nimmt alle folgenden vom Teilnehmer gesendeten Wählimpulsreihen auf. Die ersten drei (oder vier) Ziffern, die Leitweg und Zone bestimmen, werden im KRg in Relaisketten gespeichert. Die weiteren Ziffern werden in dem zum KRg gehörenden Rufnummernspeicher 62 aufgenommen (Bild 1 und 2). Nach vollständiger Aufnahme der Kennzahl wird der Umwerter belegt und diesem über das Eingabevielfach der Kennzahl in offener Form (1 von 10) angeboten. Über ein Ausgabevielfach werden dem KRg vom Umwerter folgende der eingegebenen Kennzahl entsprechende Informationen übermittelt:

1. Die am KRW und gegebenenfalls am II. RW einzustellende Richtung, 2. die Anzahl der noch auszuspeichernden Ziffern der Kennzahl, 3. die Angabe, ob ein Überlauf von der angesteuerten Ql auf den Kennzahlweg (KZW) bzw. auf die Richtung zum KGW des eigenen Bereichs (bei Einsatz in HVStW) möglich ist, 4. die Angabe, ob in der angesteuerten Ql die Wahlserien der Kennzahl mit verkürzter Zwischenwahlzeit gesendet werden können und 5. ob aus der angesteuerten Richtung ein Abrufzeichen zu erwarten ist, 6. ob von dem angesteuerten Ziel ein Wahlendekennzeichen zu erwarten ist oder nicht, 7. die Zonenwertigkeit der gewünschten Verbindung.

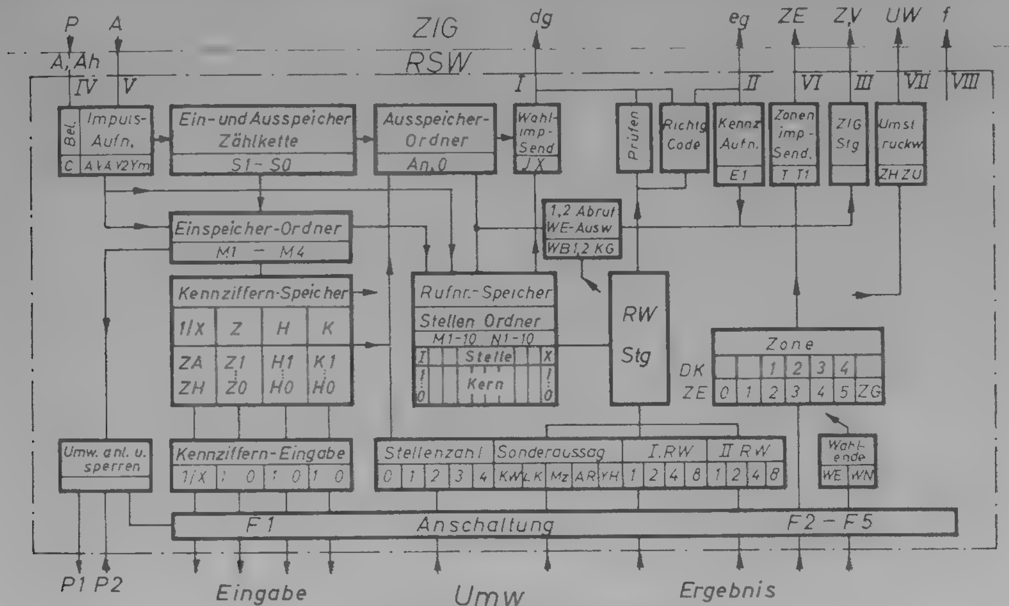


Bild 1. Blockschaltbild eines Knotenregisters.

Richtung	KRg HRg Code-Relais LA, LB 1	2	4	8	d-Ader −60 V 2 kΩ	+60 V –||–	−60 V 0,4 kΩ	e-Ader −60 V 2 kΩ	+60 V –||–	−60 V 0,4 kΩ	Einstellsatz Code-Relais I	II	IV	VIII
1	●				●						●			
2		●				●						●		
3	●	●					●				●	●		
4			●					●					●	
5	●		●		●			●			●		●	
6		●	●			●		●				●	●	
7	●	●	●				●	●			●	●	●	
8				●					●					●
9	●			●	●				●		●			●
10		●		●		●			●			●		●
11	●	●		●			●		●		●	●		●
12			●	●						●			●	●
13	●		●	●	●					●	●		●	●
14		●	●	●		●				●		●	●	●

Bild 2. Code für die Richtungswahl.

Nach der Aufnahme der Aussagen des Umwerters wird der dem KRW zugeordnete Einstellsatz (ES) belegt und diesem die Information für die anzusteuernde Richtung übermittelt. Dem KRg wird mitgeteilt, wenn der KRW eingestellt ist. In gleicher Weise wird erforderlichenfalls ein II. RW gesteuert. Das KRg beginnt nach einer Vorgabezeit von ca. 250 ms nach dem Aufprüfen des Richtungswählers auf eine freie Leitung mit dem Ausspeichern der Kennzahl. Die Aufnahme des »2. Abrufzeichens« vom HRg ist erforderlich, um die Ausspeicherung der E-Ziffer und der Teilnehmerrufnummer im KRg einzuleiten. Wenn im Verbindungsaufbau kein HRg folgt, so wird nach der erwähnten Vorgabezeit von 250 ms nach dem Aufprüfen des RW mit dem Ausspeichern der noch erforderlichen Ziffern der Kennzahl begonnen und im Anschluß daran aus dem

Rufnummern-Speicher (R.) die E-Ziffer und die Teilnehmerrufnummer ausgespeichert. Nach dem Ausspeichern der Kennzahl wird mit dem Aussenden der sogenannten Zoneneinstellimpulse zum ZIG begonnen, um den Zoneneinstell-Wähler auf den der angewählten Zone entsprechenden Schritt zu steuern (Bild 3). Nach dem Ausspeichern der vollständigen

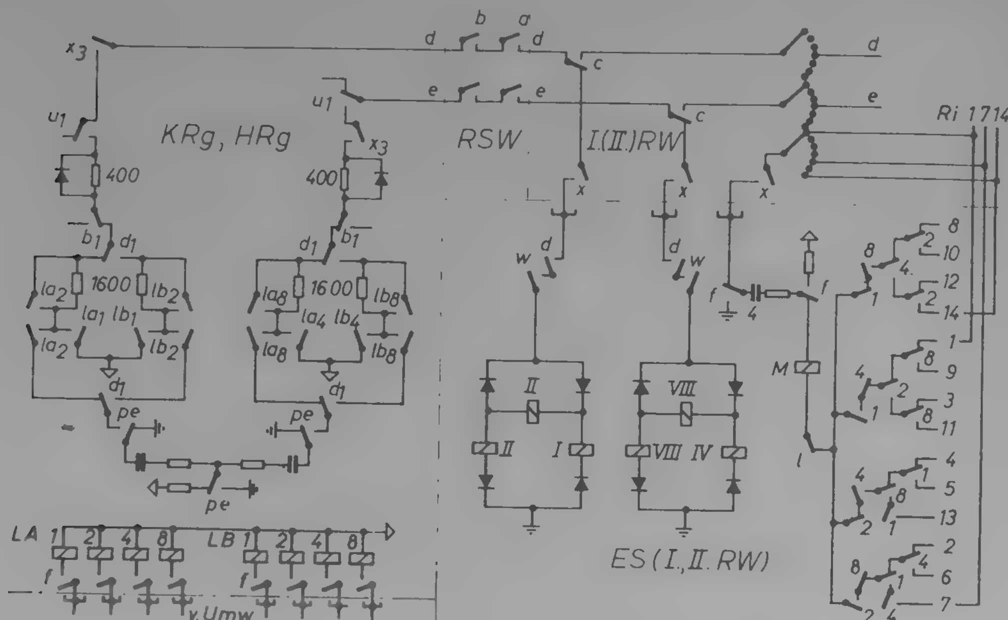


Bild 3. Blockschaltbild des KRg 62.

Teilnehmer-Rufnummer schaltet sich das KRg mit der Aufnahme von Wahlende- oder -beginnzeichen oder 5 bis 10 Sekunden nach der Ausspeicherung der letzten Ziffer vom ZIG ab. Nach Abfall aller Relais steht das KRg dann zu einem neuen Verbindungsaufbau bereit. Das Blockschaltbild (Bild 3) des KRg 62 vermittelt in sehr vereinfachter Form das Zusammenwirken der einzelnen Funktionsgruppen im KRg. Der Zeichenaustausch mit dem ZIG erfolgt über den RSW über acht Adern. Das Vielfach zum Umwerter, als Ringkabel geführt, umfaßt 75 Adern. Davon werden einige Adern (P_1, P_2) zur Signalisierung der Anschaltung des Umwerters und für die Sperre benötigt (one-at-a-time-Prinzip), rd. 35 für die Eingabe, das sind 3 volle Dekaden (1 von 10) und eine teilausgebaute Dekade; der Rest für die Aussagen. Für die Richtungskennzeichengabe wurde ein binärer Code nach der folgenden Übersicht gewählt; er gestattet die Codierung von je 14 Richtungen (theoretisch 15) sowohl für den I. als auch für den II. RW. Eine Umcodierung im R. entfällt, weil sich auch im Einstellsatz, der jeweils einem Gestellrahmen mit 16 EMD-Wählern (achtarmig für 4 Sprech- und 4 Signaladern) zugeordnet ist, dieser Code als zweckmäßig für eine elektrische Markierung herausgestellt hat (Bild 3).

Altehage

Knotenstellwerk → Stellwerk.

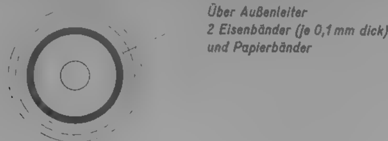
Knotenvermittlungsstelle → Fernvermittlungsstelle.

Knuckling ist ein Kabelfehler, bei dem sich der Kupferleiter eines Seekabels durch die Aderisolierung drückt. Bei der Legung wird das unter Zug stehende Seekabel durch die Armierung (Bewehrung) aufgedreht. Dabei wird auch die isolierte Kabelseele verlängert. Bei einem Nachlassen der Zugkraft und einem Rückgang der Verlängerung wird der über seine Elastizitätsgrenze beanspruchte Kupferleiter knieförmig durch die Isolierung hindurchgepreßt. Dieser bei Guttaperchakabeln kaum beobachtete Fehler trat zunächst bei der Verwendung von Polyäthylen (PE) auf. Verhinderung dieses Fehlers: Verwendung von hochmolekularem PE und geeigneter Aufbau des Innenleiters.

Literatur: H. Horn, Mechanische Probleme bei Tiefseekabeln, F & G-Rundschau H. 39 (1955) S. 300.

Koaxialaufteilungsfernkabel (Kx-AtFk), Form 1 g; Aufbau und Eigenschaften der Kabelhülle: Bleimantel-Ausführung. Es ist nur als Aufteilungskabel zu verwenden. Über der Bewicklung von mehreren Lagen Papierband folgt Bleimantel, Wanddicke 1,9 mm. Das Kx-AtFk 1 g besitzt 1 Koaxialpaar

der Abmessungen 2,6 / 9,5 / 0,25 mm mit 2 offenen Eisenbandwendeln, die auf Lücke gewickelt sind, von je 0,1 mm Dicke - für die Schirmung bei tiefen



Kx-AtFk 1g.

Frequenzen - über dem rohrförmigen Kupfer-Außenleiter von 9,5 mm lichter Weite und 0,25 mm Dicke. Der Innenleiter besteht aus Kupfer von 2,6 mm Durchmesser. Dieses AtFk wird nur für besondere Aufteilungszwecke benötigt.

Koaxialendverschlußplatte. In den unter der Erde verlegten zylindrischen Stahlbehältern der Trägerfrequenz (TF)-Zwischenverstärkerämter, in die weder ein normaler Kabelaufteilungsschrank noch ein Muffengestell aus den beschränkten Platzverhältnissen eingebaut werden kann, wird ein Kabelaufteilungsschrank für fahrbare Anlagen (geringer Raumbedarf) eingebaut, über dem Schrank eine Koaxialendverschlußplatte an der Behälterwand so befestigt, daß jedes der 4 paarweise eingeführten TF-Fernkabel geradlinig in einer waagerecht liegenden Muffe aufgeteilt wird und das koaxiale Aufteilungskabel (mit Bleimantel) weiter geradlinig zu einem Koaxial-Winkelendverschluß auf diese Platte führt.

Für den Abschluß der kombinierten koaxial/symmetrischen TF-Fernkabel 17a wurde aus der Koaxial-Endverschlußplatte eine Koaxialendverschlußschiene entwickelt, die in das Muffengestell eingebaut wird und deren 4 Winkelendverschlüsse so angeordnet sind, daß kurze Koaxialaufteilungskabel (mit Bleimantel) geradlinig von den Aufteilungsmuffen zu den Endverschlüssen führen. Im Regelfall werden die TF-Fernkabel von unten eingeführt, die Aufteilungsmuffen werden in der unteren Gestellhälfte montiert und die Koaxialendverschluß-Schiene darüber angebracht. Bei Kabeleinführung von oben (Sonderfall) werden die Muffen — um 180° gedreht — nach oben gesetzt und die Schiene darunter montiert.

koaxiale Schaltkabel. Koaxiales Schaltkabel mit magnetischem Schirm 2YC (mS) CY 1,6/10: 10 → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen unter 1.4.5. Das Kabel wird verwendet für die Aufteilung der Koaxial-Paare (KxP) 2,6/9,5/0,25 mm der Koaxial-Fernkabel (KxFk) 14f, 32a/b; der Koaxial-Ortskabel (KxOk) 10p, 54p, 62p, 8p, 30p, 52p; des Trägerfrequenz-Fernkabels (TFFk) 17a. Koaxiales Schaltkabel mit magnetischem Schirm 2Y C 2Y (mS) CY 0,7/4,2: → Isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen unter 1.4.6. Das Kabel dient zum Aufteilen der KxP 1,2/4,4/0,18 mm, z. B. der KxFk 24f. 2Y (St) Y2 × 0,5/2,2: Dieses Spezialkabel dient für die Weiterschaltung von Prüfadern aus TF-Kabeln.

Koaxialfernkabel (KxFk). In Kabelanlagen werden überwiegend dann Koaxialpaare (KxP) vorgesehen, wenn starke Leitungsbündel geschaffen und deshalb Trägerfrequenzsysteme mit sehr hoher Fernsprech-Kanalzahl eingesetzt werden müssen.

Zu den KxFk gehören:

Kabel-bezeichnung	Kabelaufbau	Bemerkungen
KxFk 81 KxFk 9a	siehe Bild 1 u. 2	
KxFk 14f	4 × 2,6/9,5 Cu, KxP +10 × 2 × 0,9 Cu, Stern (St)	Z = 75 Ohm
KxFk 24f	12 × 1,2/4,4 Cu, KxP + 6 × 0,9 Cu, P + 6 × 0,6 Cu, P	Z = 75 Ohm Papier-Isolierung Polyäthylen (PE)-Isolierung
KxFk 32a	6 × 1,15/4,2 Cu, KxP + 8 × 2,6/9,5 Cu, KxP +18 × 2 × 0,9 Cu, St	Z = 65 Ohm Z = 75 Ohm
KxFk 32b	6 × 1,2/4,4 Cu, KxP + 8 × 2,6/9,5 Cu, KxP +18 × 2 × 0,9 Cu, St	Z = 75 Ohm Z = 75 Ohm
	Koaxial-Aufteilungsfernkabel (KxAtFk).	
Kx-AtFk 1g	1 × 2,6/9,5 Cu, KxP	als Aufteilungskabel

1. KxFk 81 mit 4 Koaxialpaaren 1,2/4,4/0,18 mm.

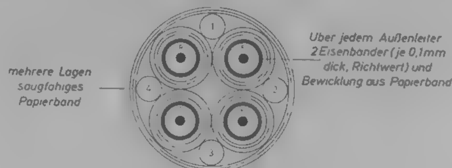


Bild 1. Koaxial-Fernkabel Form 81.

2. KxFk 9a mit 6 Koaxialpaaren 1,2/4,4/0,18 mm.

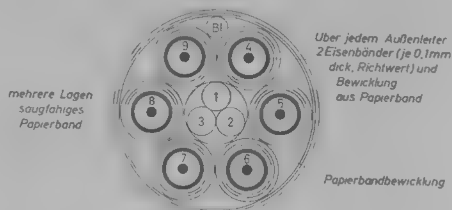
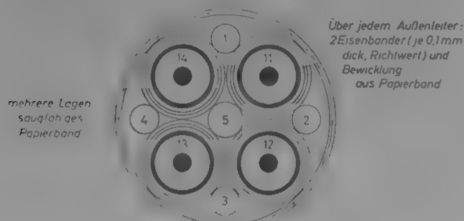


Bild 2. Koaxial-Fernkabel Form 9a.

3. KxFk 14f mit 4 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm. Als erste Kabeltype eines Koaxialfernkabels entwickelt; beigepackte Adern dienen Signal- und Prüfzwecken.



Durchmesser über Kabelseele = 29,0 mm.

1. Lage: Aderpaare 9 10,	0,9 mm ⌀ Cu, St;	Vierer 5 mit Voll-PE-Isolierung	
2. Lage:	2,6/9,5 mm ⌀ Cu,	Koaxialpaare 11–14	
2. Lage: Aderpaare 1 8, (in den Zwickeln)	0,9 mm ⌀ Cu, St;	Vierer	1–4

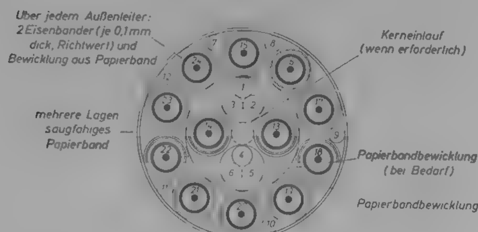
Bild 3. Koaxial-Fernkabel Form 14f.

4. KxFk Form 24 f.

Fernkabel mit 12 Koaxialpaaren 1,2/4,4/0,18 mm, ferner mit

6 Paaren mit 0,9 mm Leitern, papierisoliert

6 Paaren mit 0,6 mm Leitern, isoliert mit Voll-Polyäthylen.



Durchmesser über Kabelseele = 28,0 mm.

1. Lage: Paare	1—6,	0,9 mm ⌀ Cu, P;	Papier-Isolierung
Koaxialpaare	13—14,	1,2/4,4 mm ⌀ Cu,	K×P
2. Lage: Koaxialpaare	15—24,	1,2/4,4 mm ⌀ Cu,	K×P
2. Lage (in den Zwickeln): Paare	7—12,	0,6 mm ⌀ Cu, P;	Voll-Polyäthylen-Isolierung

Bild 4. Koaxial-Fernkabel Form 24f.

Diese Klein-Koaxialpaare vorgesehen für Beschaltung mit V 300-Trägerfrequenzsystem für Vierdraht-Betrieb im Frequenzbereich von 60-1300 kHz bei Verstärkerfeldlänge von 8 km.

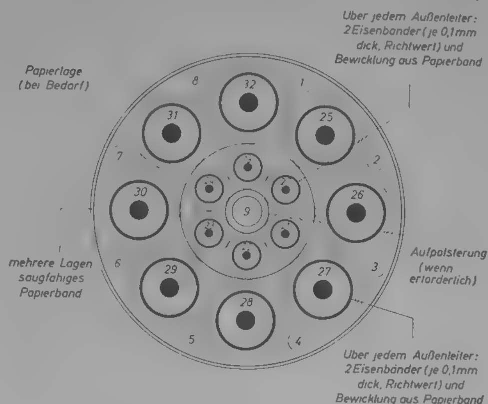
Bei größerem Sprechkreisbedarf kann V 960-TF-System eingesetzt werden; Frequenzbereich 60-4028 kHz bei einer Verstärkerfeldlänge von 4 km.

Beide Systeme arbeiten mit Transistoren in den Verstärkern. Über die papierisolierten Paare mit 0,9 mm Leitern können Dienstleitungen geschaltet werden; Paare mit Voll-PE-Isolierung mit 0,6 mm Leitern vorgesehen für Steuer- und Signal-Übertragungen.

Die Transistor-Zwischenverstärker werden ferngespeist, deshalb sind Kabellängen außen entsprechend gekennzeichnet. Wegen der Fernspeisespannungen werden auch die Verbindungs- und gegebenenfalls Kondensatormuffen gekennzeichnet.

5. KxFk Formen 32 a und b.

Sie sind, wie das KxFk 14f, bestimmt für eine Verwendung im Weitverkehrsnetz und haben 8 Koaxialpaare 2,6/9,5 mm nach Empfehlung des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT), in der 2. Lage sind 6 Koaxialpaare 1,2/4,4 mm (bzw. 1,15/4,2 mm) angeordnet. Das Kabel KxFk 32b unterscheidet sich von der Form KxFk 32a nur durch die anderen Abmessungen der kleinen Koaxialpaare (siehe Tabelle am Anfang).



Durchmesser über Kabelseele = 43,0 mm.

1. Lage: Aderpaare	17—18	0,9 mm ⌀ Cu, St,	Vierer	9 mit Voll-PE-Isolierung
2. Lage: "	19—24	1,2/4,4 mm ⌀ Cu,	Koaxialpaare	19—24
3. Lage: "	25—32	2,6/9,5 mm ⌀ Cu,	Koaxialpaare	25—32
3. Lage: " (in den Zwickeln)	1—16	0,9 mm ⌀ Cu, St,	Vierer	1— 8

Bild 5. Koaxial-Fernkabel Form 32b.

Aufbau: KxFk 32b.

1. Lage: Aderpaare 17-18	0,9 mm ⌀ Cu, St, Viererseil 9 mit Voll-PE-Isolierung
2. Lage: Aderpaare 19-24	1,2/4,4 mm ⌀ Cu, Koaxialpaare 19-24
3. Lage: Aderpaare 25-32	2,6/9,5 mm ⌀ Cu, Koaxialpaare 25-32
3. Lage: Aderpaare 1-16 (in den Zwickeln)	0,9 mm ⌀ Cu, St, Viererseile 1-8

6. Kx-AtFk 1g.

Angaben → Koaxial-Aufteilungsfernkabel (Kx-AtFk).

7. Nicht mehr ausgelegt werden:

7.1. Koaxial-Fernkabel (KxFk) der Formen 27h, 27i, 27k.

Als Ersatz für die »Breitbandkabel« der Formen 21a und b; 23a und b; 37a und b, ferner für die Formen 27a-f wurden Ersatz-KxFk geschaffen. Diese Formen wurden nur als Stahlwellmantelkabel ausgelegt.

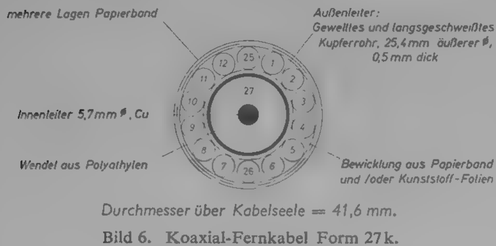
Sie haben folgenden Aufbau:

Ersatz für die »Breitbandkabel« 27a-f; wegen des verschieden aufgebauten »Beipacks« der 2. Lage mußten 3 neue Ersatzformen geschaffen werden.

Aufbau des Koaxialpaares (KxP) der 1. Lage der 3 neuen Ersatzformen:

KxP mit gewelltem Außenleiter mit den Abmessungen 5,7 bzw. 6,3/22,4 mm (elektrisch wirksamer Außenleiter-Durchmesser). Innenleiter: Kupfer, massiv, Durchmesser = 5,7 mm für KxFk 27k, Durchmesser = 6,35 mm für KxFk 27h und 27i.

Isolierung: Wendel aus Polyäthylen,
Außenleiter: Gewelltes und längsgeschweißtes Kupferrohr von 0,5 mm Wanddicke, Außendurchmesser 25,4 mm; Bewicklung aus Papierband und/oder Kunststoff-Folien.



Durchmesser über Kabelseele = 41,6 mm.

Bild 6. Koaxial-Fernkabel Form 27k.

Aufbau über Kabelseele der 3 neuen Ersatzformen:
Kupferband, überlappt = 0,1 mm dick oder
Aluminiumband, überlappt = 0,14 mm dick
Stahlwellmantel, Sollwert der Wanddicke 0,4 mm.

Korrosionsschutz, bestehend aus: plastischer Masse (Polyment), Kunststoff-Folie, überlappt, plastischer Masse (Polyment), gegebenenfalls Kunststoff-Folie, überlappt.

Dicke des Korrosionsschutzes 1,2 mm (Richtwert).
Polyäthylen-(PE-)Schutzhülle, Sollwert der Wanddicke = 3,4 mm; Farbe Schwarz.

7.1.1. KxFk 27h.

Diese Kabelform ersetzt die alten Breitbandkabelformen 27a, 27b und 27c mit Breitbandkernen 5/18 bzw. 5/19 mm.

Aufbau:

1. Lage: Koaxialpaar 27 : 6,3/22,4 mm ø, Cu
2. Lage: Viererseil (VS) 1, 3, 6, 7, 10, 12 Stern-VS 1,2 mm ø Cu
   VS 2, 4, 5, 8, 9, 11 Dieselhorst-Martin (DM)-VS 0,9 mm ø
   Paar (P) 25, 26 1,4 mm ø Cu
   alle VS und P papierisoliert

7.1.2. KxFk 27i und 27k.

Diese Kabelformen ersetzen die alten Breitbandkabelformen 27d, 27e, 27f und 27g mit den Breitbandkernen 5/18 bzw. 5/19 bzw. 5/19,5 mm, und zwar KxFk 27i die Fk-Formen 27d und 27e, KxFk 27k die Fk-Formen 27f und 27g.

KxFk 27i.

Aufbau:

1. Lage: Koaxialpaar 27 : 6,3/22,4 mm ø Cu
2. Lage: VS 1, 2, 6, 7, 11, 12 Stern-VS 1,2 mm ø Cu
   VS 4, 9 Stern-VS 1,4 mm ø Cu
   VS 3, 5, 8, 10 DM-VS 0,9 mm ø Cu
   P 25, 26 1,4 mm ø Cu

alle VS und P papierisoliert

KxFk 27k.

Aufbau:

1. Lage: Koaxialpaar 27 : 5,7/22,4 mm ø Cu
2. Lage: wie bei KxFk 27i.

Literatur: Fernkabel, Weiterentwicklung nach 1945.

Knebel

Koaxialleitung (Koaxialkabel) besteht aus Innenleiter (Kupfer- oder kupferplattierter Draht oder Rohr), konzentrischem Außenleiter (Kupfer, kupferplattierter- oder Al-Leiter) und isolierenden Abstandshaltern (Vollisolierung, Scheiben, Wendel u. ä.) zwischen beiden. Verwendung als Koaxialpaar in Trägerfrequenzkabeln oder als Hochfrequenzkabel (Sende- und Empfangskabel, → Energieleitung). Eine K. ist demnach ein einadriges Kabel, bei dem der isoliert verlegte Innenleiter die Hin-, das Innere des Kabelmantels die Rückleitung darstellt und das elektromagnetische Feld theoretisch nur im Innern des Kabels verläuft. Ein Störfeld im Außenraum entsteht nur durch den Widerstand (→ Kopplungsdämpfung) oder den fabrikationsbedingten Aufbau des Kabelmantels (→ Kabelausführung).

Koaxialortskabel (KxOk). Als Fernsehverbindungskabel (TVVk) und auch Trägerfrequenzverbindungskabel (TFVk) werden Koaxial-Ortskabel verwendet.

Kabel-bezeichnung	Kabelaufbau	Bemerkungen (Kurzzeichen s. unter → Fernsprechkabel)
KxOk 8p	2 × 2,6/9,5 Cu, KxP +4 × 2 × 1,4 Cu, St I, VS1 +2 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	Scheibenisolierung mit Tietgenschutz
KxOk 10p	4 × 2,6/9,5 Cu, KxP +2 × 2 × 0,9 Cu, St I +4 × 2 × 0,9 Cu, PiMF oder 4 × 2 × 1,2 Cu, P	Scheibenisolierung mit Tietgenschutz
KxOk 30p	4 × 2,6/9,5 Cu, KxP +14 × 2 × 1,4 Cu, St I, VS 1 ×12 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	Scheibenisolierung mit Tietgenschutz
KxOk 52p	7 × 2,6/9,5 Cu, KxP +30 × 2 × 1,4 Cu, St I, VS 1 +15 × 2 × 0,9 Cu, PiMF	Scheibenisolierung mit Tietgenschutz
KxOk 54p	4 × 2,6/9,5 Cu, KxP +4 × 2 × 0,9 Cu, PiMF oder 4 × 2 × 1,2 Cu, P +2 × 2 × 0,9 Cu, St I +44 × 2 × 0,9 Cu, DM	Scheibenisolierung mit Tietgenschutz
KxOk 62p	8 × 2,6/9,5 Cu, KxP +16 × 2 × 0,9 Cu, St +38 × 2 × 0,9 Cu ,St I	Scheibenisolierung liegen in den Zwickeln Kern-VS mit Tietgenschutz

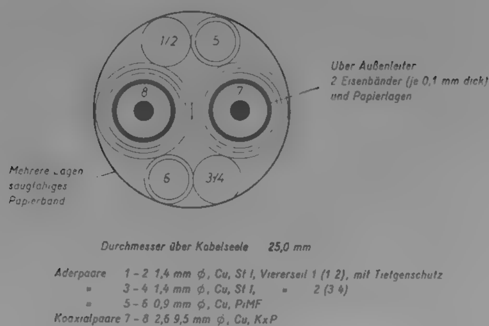


Bild 1.
Koaxial-Ortskabel 8p mit 2 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

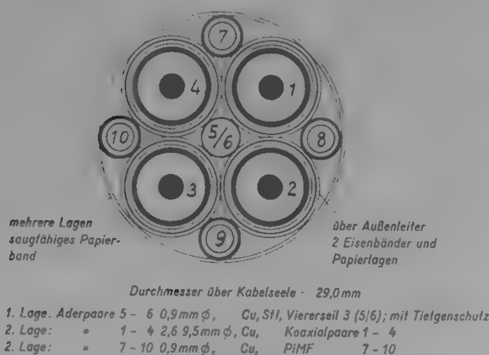


Bild 2.
Koaxial-Ortskabel 10p mit 4 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

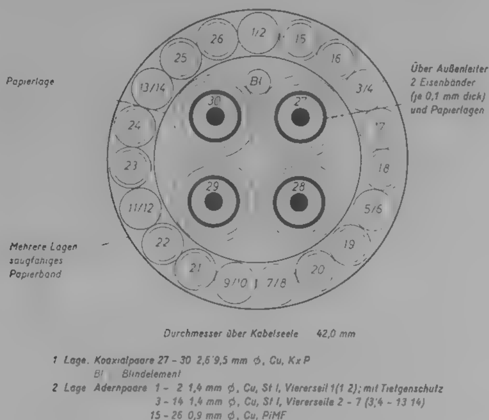


Bild 3.
Koaxial-Ortskabel 30p mit 4 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

Die Koaxial-Ortskabel (KxOk) enthalten Koaxialpaare (KxP) der Abmessungen 2,6/9,5/0,25 mm. Innenleiter aus Kupfer massiv 2,6 mm ∅. Außenleiter aus Kupfer mit einem Innendurchmesser von 9,5 mm und einer Wanddicke von 0,25 mm. Über dem Außenleiter jedes Koaxialpaares liegen 2 Eisenbänder, je 0,1 mm dick (Richtwert), zur Schirmung von tiefen Frequenzen, darüber ist eine Bewicklung aus Papierband aufgebracht. Lieferlängen: Im allgemeinen 425 m. Die Wellendämpfung für das fertig montierte Kabel soll betragen bei 4 MHz: 545 mN/km (Richtwert). Wanddicke der Bewicklung (mehrere Lagen saugfähiges Papierband) 1,0 mm. Bei Stahlwellmantelkabeln der Ausführung PWE2Yv (Kurzzeichen → Fernsprechkabel): Über der Bewicklung Kupferbandwendel, überlappt, ≧ 0,1 mm dick, oder Aluminiumbandwendel, überlappt, ≧ 0,14 mm dick. Darüber Stahlwellmantel gemäß VDE 0816. Über dem Stahlwellmantel Korrosionsschutz gemäß VDE 0816.

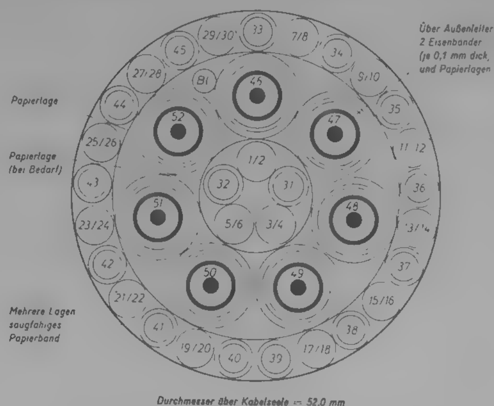


Bild 4.
Koaxial-Ortskabel 52p mit 7 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

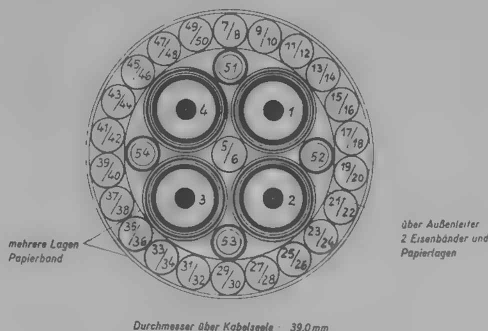
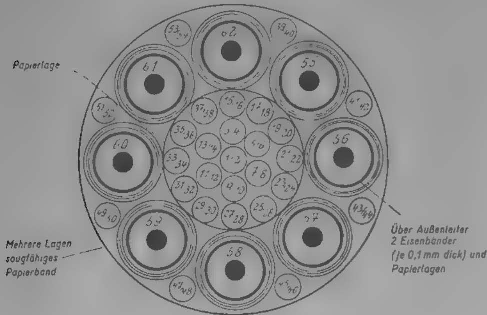


Bild 5.
Koaxial-Ortskabel 54p mit 4 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

Darüber verstärkte Polyäthylen-(PE-)Schutzhülle mit folgender Dicke (Sollwert): KxOk 8p und 10p = 1,8 mm, 30p = 2,2 mm, 52p = 2,4 mm, 54p = 2,0 mm, 62p = 2,2 mm.

Bei Bleimantelkabeln der Ausführungen PMb und PMbc:



Durchmesser über Kabelseele 43,0 mm

1. Lage: Aderpaare 1 - 2 0,9 mm ϕ, Cu, St I, Viererseil 1 (1/2) mit Tiefgenschutz
2. Lage: " 3 - 14 0,9 mm ϕ, Cu, St I, Viererseile 2 - 7 (3/4 - 13/14)
3. Lage: " 15 - 38 0,9 mm ϕ, Cu, St I, " 8 - 19 (15/16 - 37/38)
4. Lage: 55 - 62 2,6/9,5 mm ϕ, Cu, Koaxialpaare 55 - 62
4. Lage: Aderpaare 39 - 54 0,9 mm ϕ, Cu, St, Viererseile 20 - 27 (39/40 - 53/54) (in den Zwickeln)

Bild 6.
Koaxial-Ortskabel 62p mit 8 Koaxialpaaren 2,6/9,5/0,25 mm.

Über der Bewicklung Bleimantel mit folgender Dicke (Sollwert):

KxOk 8p und 10p = 1,9 mm, 30p = 2,1 mm, 52p = 2,2 mm, 54p = 2,1 mm, 62p = 2,2 mm. Bestimmung der Wanddicke nach VDE 0472. Über dem Bleimantel: Innere Schutzhülle der Bauart B 1 nach VDE 0816. Darüber geschlossene Bewehrung aus verzinkten Stahlflachdrähten 1,2 mm dick. Die Stahlflachdrähte müssen den Verzinkungsbestimmungen nach VDE 0472 genügen. Die Kabellängen der Ausführung PMb (Kurzzeichen → Fernsprechkabel) können über der Stahlflachdraht-Bewehrung eine Gegenwendel von 0,8 mm Dicke und einer Breite von 15 ... 20 mm, verzinkt, haben. Die Steigung der Gegenwendel muß möglichst groß gewählt sein. Für die Verzinkung der Gegenwendel gelten sinngemäß die Bestimmungen für Stahlflachdrähte 0,8 mm der VDE 0472. Über die Bewehrung für die Ausführung PMbc (Kurzzeichen → Fernsprechkabel): Äußere Schutzhülle der Bauart C 1 nach VDE 0816. *Knebel*

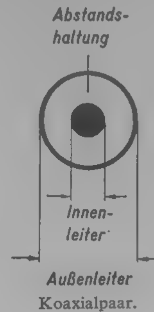
Koaxialpaar ist ein Adern-Paar mit einem konzentrisch um einen Innenleiter liegenden Außenleiter (→Koaxialleitung). Der Innenleiter ist in der Regel massiv.

Innenleiter und Außenleiter sind durch eine isolierende Abstandshaltung voneinander getrennt, die eine möglichst kleine Dielektrizitätskonstante haben muß. Sie wird gebildet aus z. B. Wendeln, Fäden, Kordeln, kombinierten Kordeln, die auf den Innenleitern wendelförmig aufgebracht werden, oder aus Scheiben, die auf den Innenleiter in Abständen aufgesteckt oder gespritzt werden. Diese Scheiben sind aus Polystyrol oder Polyäthylen. Gegebenenfalls werden sie durch darüberliegende, gegenläufig gewendelte oder längs einlaufende Kunststoff-Bänder mit Überlappung abgedeckt. Für Koaxialpaare kleiner Abmessungen kann die Abstandshaltung auch durch einen in regelmäßigen Abständen eingedrückten Polyäthylenschlauch (Ballonausführung) oder durch 2 halbseitig besonders geformte Polyäthylenbänder (Preßschalen-Isolierung) bewirkt werden. Der Außenleiter in Form eines Rohres kann verschieden aufgebaut sein. Die bis zum Ende des letzten Krieges üblichen Koaxialpaare der Abmessungen 5/18 bzw. 5/19 mm (Innenleiterdurchmesser = 5,0 mm; Innendurchmesser des Außenleiters = 18 bzw. 19 mm) hatten einen Außenleiter aus:

1. zwei Kupfer-Halbrohren, die in regelmäßigen Abständen mit Querrillen, sogenannten Sicken, versehen sind. Die Sicken der Halbrohre sind gegeneinander versetzt.

2. zwei Kupfer-Halbschalen-Formstücken, die gelenkartig ineinandergreifen. In den Gelenkräumen liegen Frequentascheiben als Abstandshalter, um die Gelenkstellen sind Kupferringe gepreßt.

3. einem rohrförmig gebogenen Kupferband mit Ausbuchtungen für die Aufnahme der Frequentascheiben als Abstandshalter und Kupfer-Halteringen über den Ausbuchtungen.



Koaxialpaar.

Die nach dem Kriege entwickelten Koaxialpaare der Abmessungen 2,6/9,5 mm verwenden als Außenleiter ein zum Rohr geformtes glattes Kupferband von 0,25 mm Dicke. Damit sich die Blechkanten nicht übereinanderschieben, erhalten diese abwechselnd nach unten und oben gebogene Zähne oder Randnasen. Um den Außenleiter biegefähiger zu machen, kann das Kupferband mit Rillen, Rippen oder Sicken versehen sein.

Klein-Koaxialpaare der Abmessungen 1,2/4,4 mm haben als Außenleiter in der Regel ein zum Rohr geformtes glattes Kupferband von 0,18 mm Dicke.

Sind in einem Kabel mehrere Koaxialpaare untergebracht, so sind über dem Außenleiter jeder Koaxialpaare 2 Weicheisenbänder von je 0,1 mm Dicke als magnetischer Schirm zur Erhöhung der Nebensprechdämpfung im unteren Frequenzbereich aufgebracht. Die Entwicklung des Klein-Koaxialpaares ist aus dem Bestreben heraus entstanden, in ganz bestimmten Bereichen der Weitverkehrsebene und künftig auch

der Bezirksebene eine höhere Wirtschaftlichkeit der Fernsprechverbindungen zu erreichen, als sie mit symmetrischen Verseilelementen oder Koaxialpaaren der Abmessung 2,6/9,5 mm zu ermöglichen ist. *Knebel*

Koaxialpaare für Weitverkehrskabel (Fertigung). Eigenschaften und Anwendung von K. K. und Fernkabelleitungen, Elektrische Eigenschaften. Bei dem großen K. 2,6/9,5 werden in gleichen Abständen Polyäthylenscheiben (PE) als Abstandhalter verwendet, um Außenleiter konzentrisch auf Innenleiter abzustützen. Sie werden entweder auf mehrere parallellaufende Innenleiter aufgespritzt, oder es werden geschlitzte Scheiben maschinell auf Innenleiter aufgesteckt. Bei den Klein-K. 1,2/4,4 werden verschiedene Konstruktionen der Abstandhalter und verschiedene Fertigungsverfahren angewendet. Bei der Scheibenisolierung werden Scheiben aufgespritzt und über diese zur Erzielung guter Spannungsfestigkeit



Koaxialpaarfertigung.

ein Kunststoffband wendelförmig aufgesponnen. Bei einer anderen Bauart der Klein-K. werden im besonderen Arbeitsgang zwei halbkreisförmige PE-Bänder gefertigt, die innen in regelmäßigen Abständen mit Halbscheiben für die Abstützung des Innenleiters versehen sind. Diese Bänder werden um den Innenleiter gelegt und an den Kanten miteinander verschweißt. Bei einem dritten Verfahren wird ein PE-Schlauch, dessen Außendurchmesser gleich dem Innendurchmesser des Außenleiters ist, über den Innenleiter gepreßt und in gleichen Abständen zusammengedrückt, und zwar bei jeder zweiten Kerbung um 90° versetzt, so daß der Innenleiter zentrisch gehalten wird (Ballonader). Darüber wird der Außenleiter aufgebracht. Bei dem vierten Verfahren wird ein Kunststoffschlauch wendelförmig um den Innenleiter gewickelt und darüber Kunststoffolie aufgesponnen. Der Außenleiter muß genau konzentrisch auf den Innenleiter aufgebracht werden. Bei K. mit aufgespritzten Scheiben werden im ersten Gang Scheiben auf eine Reihe parallellaufender Innenleiter gespritzt. Im nächsten Arbeitsgang wird der Außenleiter mit Schirm- und Isolierbändern aufgebracht. Das Kupferband durchläuft ein Reinigungsbad, sodann eine Prägeeinrichtung zur Sickung der Kanten und — bei einer anderen Bauart — zum Einprägen flacher Rippen. Bei einem weiteren Verfahren werden Kanten gezahnt. Mehrere Rollenpaare formen das Band sodann zum Außenleiter; dabei sollen Bandkanten dicht aufeinanderstoßen. Bei Klein-K. wird der Außenleiter mit glatten Bandkanten gefertigt.

Für die Verbesserung der Nebensprechdämpfung im unteren Frequenzbereich werden zwei metallene Schirmbänder, meistens Stahlbänder, gleichsinnig mit gleicher Zugspannung aufgesponnen. Darauf folgen Papier- oder Kunststoffbänder, die zur Kennzeichnung numeriert werden. Bei der Fertigung von K. müssen Innenleiter, Stützorgane und Außenleiter eine hohe Genauigkeit der Abmessungen einhalten, um die erforderliche Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes und den vorgeschriebenen geringen Reflexionsfaktor einzuhalten.

Literatur: E. Bagnley, Modern coaxial cable technique in Great Britain, Electrical Communication, Bd. 30, 1953, S. 186–216 — R. Bélus, J. Bendayan, P. H. Hourtané, M. Soulet und G. Fuchs, Les câbles à paires coaxiales, Câbles et Transmission, Bd. 15, 1961, S. 289–303 — A. F. G. Allan, Small-diameter coaxial cable developments, The Post Office Electrical Engineers Journal, Bd. 57, 1964, S. 1–8 — K. Schreiber, Nachrichten-Weitverkehrskabel mit Kleinkoaxialpaaren, Siemens-Z., Bd. 40 (1966), S. 731–736. *Leichsenring*

Kobaltferrit → Ferrite, Lit.

Koerzitivkraft → Hystereseschleife, (Koerzitivfeldstärke).

kohärente Einheiten. Einheiten sind dann kohärent, wenn in der sie verbindenden Einheitengleichung der Zahlenfaktor exakt Eins ist.

Beispiel für kohärente Einheiten:

$$1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{kg\,m^2/s^2} = 1\,\mathrm{Nm} = 1\,\mathrm{As\,V} = 1\,\mathrm{Ws}.$$

Beispiele für nichtkohärente Einheiten:

$$1\,\mathrm{erg} = 10^{-7}\,\mathrm{J},\quad 1\,\mathrm{kp} = 9{,}8066\underline{5}\,\mathrm{J/m},$$
$$1\,\mathrm{cal} = 4{,}186\underline{8}\,\mathrm{J}.$$

(Die Unterstreichung der letzten Ziffer bedeutet, daß die Zahl absolut genau ist. Hier liegen internationale Festlegungen vor.)

Bei Verwendung kohärenter Einheiten haben die Zahlenwertgleichungen dasselbe Aussehen wie die Größengleichungen, wenn für Zahlenwert und Größe jeweils dasselbe Formelzeichen benutzt wird.

Kohledruckregler dient zur Gleichspannungsregelung. Er besteht aus Kohleplatten, die zu einer Säule zusammengefügt sind. Durch mechanischen Druck verändert die Kohlesäule ihren elektrischen Widerstand und damit den an ihr auftretenden Spannungsabfall. Die Kohlesäule wird durch eine Feder zusammengedrückt und durch einen von der zu regelnden Spannung erregten Magneten mehr oder weniger entlastet. Je nach Regelbereich wird der K. mit einer oder zwei Kohlesäulen ausgerüstet, die in Reihe oder parallel geschaltet werden. Bei der Umschaltung können kurzzeitige Fehler bis zu −50% der Nennspannung auftreten. Die K. werden für Stromstärken von etwa 5 bis 10 A verwendet. Sie sind noch vereinzelt bei der DBP als Anodenspannungsregler eingesetzt. Die Regelgenauigkeit beträgt bei 212 V ±1%. Neuerdings werden K. nicht mehr benötigt. Die geregelten → Gleichrichter geben eine konstante Gleichspannung ab.

Koinzidenzspeichersystem → Matrizenspeicher.

Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd. → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Kollektor → Transistor.

Kollektor für Elektronenröhren → Bremsfeldkollektor.

Kollektorersatzschaltbild → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Kollektorschaltung → Transistorschaltungen.

Kollinearantenne → Dipolantenne.

Kollisionsrecht. Unter K. versteht man den Inbegriff der Bestimmungen, die sich mit den rechtlichen Folgen der Beeinträchtigung einer Fernmeldeanlage (FMA) durch das Zusammentreffen mit einer anderen — meist ebenfalls elektrischen — Anlage befassen.

1. Die Regelung im Rahmen des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG). Im FAG ist das K. in den §§ 23, 24 behandelt. § 23, den man als die Generalklausel des deutschen K. bezeichnen kann und der auf § 12 des Telegrafengesetzes vom 6. 4. 1892 zurückgeht, lautet: »Elektrische Anlagen sind, wenn eine Störung des Betriebs der einen Leitung durch die andere eingetreten oder zu befürchten ist, auf Kosten desjenigen Teiles, welcher durch eine spätere Anlage oder durch eine später eintretende Änderung seiner bestehenden Anlage diese Störung oder die Gefahr derselben veranlaßt, nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie sich nicht störend beeinflussen.« § 23 FAG, der sich — im Gegensatz zu §§ 5, 6 Telegrafenwegegesetz (TWG) — nicht nur auf FMA der DBP bezieht, sondern auch auf andere elektrische Anlagen, stellt somit den Grundsatz der Priorität auf: Eine bereits vorhandene elektrische Anlage genießt Schutz gegen Beeinflussungen durch eine neu hinzukommende elektrische Anlage. Der Inhaber der jüngeren Anlage ist verpflichtet, seine Anlage nach Möglichkeit so auszuführen, daß die ältere Anlage nicht störend beeinflußt wird. Ist er hierzu nicht imstande, muß er die Kosten für die Schutzmaßnahmen tragen, die zur Beseitigung der Beeinflussung erforderlich sind. Wird seine Anlage gestört, so ist er auf Selbstschutz angewiesen. Die ältere Anlage verliert allerdings ihre Priorität, wenn sie später geändert wird und hierdurch Störungen bei dem Betrieb der jüngeren Anlage auftreten. Ein Verlust der Priorität tritt hingegen nicht dadurch ein, daß die ältere Anlage im Laufe der Zeit nicht mehr dem neuesten Stande der Technik entspricht. Es genügt vielmehr, wenn die Anlage im Zeitpunkt ihrer Errichtung denjenigen Anforderungen entsprochen hat, die im Hinblick auf die Verkehrssicherheit und den Schutz Dritter allgemein zu stellen waren. Für Streitigkeiten, die sich aus § 23 FAG ergeben, ist der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet (§ 24 FAG).

2. Die Kollisionsbestimmungen des TWG. Der Geltungsbereich des § 23 FAG erfährt dadurch eine starke Einschränkung, daß auch das TWG in §§ 5, 6 Kollisionsnormen enthält, die als Sonderregelung der Generalklausel des § 23 FAG vorgehen. Die Bestimmungen des TWG — und nicht die des FAG — kommen stets dann zur Anwendung, wenn eine FMA der DBP und eine andere elektrische Anlage (Starkstromleitung) auf demselben → Verkehrsweg im Sinne des § 1 TWG dergestalt zusammentreffen, daß sie beide den Erdkörper des Weges oder den Luftraum über ihm benutzen, wobei eine Kreuzung durch beide Anlagen genügt.

Während sich § 23 FAG nur mit der Beeinflussung einer elektrischen Anlage durch eine andere elektrische Anlage befaßt, bezieht sich die Regelung des TWG auch auf das Zusammentreffen von FMA der DBP mit anderen als elektrischen Anlagen, da zu den in § 5 TWG erwähnten »besonderen Anlagen« auch alle der Wegeunterhaltung dienenden Einrichtungen, Kanalisations-, Wasser- und Gasleitungen sowie Schienenbahnen gehören. Ist die FMA der DBP die jüngere Anlage, kommt § 5 TWG zur Anwendung, ist sie die ältere, so ist § 6 TWG maßgebend.

2.1. Die Regelung im Rahmen des § 5 TWG. Entsprechend dem Prioritätsgrundsatz hat die DBP ihre FMA so auszuführen, daß sie bereits vorhandene besondere Anlagen nicht störend beeinflussen und, falls dies nicht möglich ist, die Kosten für notwendig werdende Schutzmaßnahmen zu tragen (§ 5 Abs. 1 TWG). Durchbrochen wird das Prioritätsprinzip allerdings durch zwei Ausnahmen: 2.1.1. Entgegen dem Grundsatz, daß die jüngere Anlage stets auf Selbstschutz angewiesen ist, kann die DBP bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen, die sich aus § 5 Abs. 2 und 3 TWG ergeben, die Verlegung oder die Veränderung einer bereits vorhandenen besonderen Anlage verlangen. 2.1.2. Andererseits ist für die Anwendung des § 5 TWG nicht Voraussetzung, daß die besondere Anlage bei Hinzutreten der FMA der DBP bereits fertiggestellt ist. In gewissem Umfang prioritätsberechtigt ist vielmehr auch eine erst in der

Vorbereitung befindliche besondere Anlage, wenn ihre Herstellung im öffentlichen Interesse liegt (§ 5 Abs. 4 TWG).

2.2. Die Regelung im Rahmen des §6 TWG. Auch hier gilt zunächst der Prioritätsgrundsatz, demzufolge der Inhaber der hinzutretenden besonderen Anlage diese nach Möglichkeit so auszuführen hat, daß sie die vorhandenen FMA nicht störend beeinflußt und, falls Schutzmaßnahmen erforderlich sind, er die Kosten hierfür tragen muß (§6 Abs. 1 und 5 TWG). Von diesem Grundsatz besteht zu Lasten der DBP eine Ausnahme. Führt das Vorhandensein von FMA der DBP dazu, daß die Herstellung einer späteren besonderen Anlage unterbleiben müßte oder wesentlich erschwert werden würde, die aus Gründen des öffentlichen Interesses, insbesondere aus volkswirtschaftlichen oder Verkehrsrücksichten von dem → Träger der Straßenbaulast oder unter überwiegender Beteiligung eines oder mehrerer von ihnen errichtet werden soll, muß die DBP — unbeschadet ihres Prioritätsrechts — die Kosten für Schutzmaßnahmen tragen, evtl. sogar ihre FMA verändern oder verlegen (§ 6 Abs. 2 und 3 TWG). Man bezeichnet den Kreis der besonderen Anlagen, auf die §6 Abs. 2 und 3 TWG Anwendung findet, als »bevorrechtigte Anlagen«.

3. Gesetzliche Sonderbestimmungen zum Schutz gegen Störungen von Funkanlagen. Die vorstehend wiedergegebenen Bestimmungen des TWG sind ausschließlich und die des FAG im wesentlichen auf die Beeinflussung von drahtgebundenen FMA zugeschnitten. Nachdem sich der Funk im Laufe der Zeit einen immer größeren Platz als Kommunikationsmittel erobert hat, zeigte sich, daß gerade dieses sehr störanfällige Nachrichtenmittel durch die die Beeinflussung von FMA regelnden Normen des FAG, zu denen neben § 23 auch § 19 gehört (→ Fernmeldestrafrecht), nicht ausreichend geschützt werden konnte. Bei Störungen durch Hochfrequenzgeräte, Zündkerzen u. a. mußte das starre, von Zufälligkeiten abhängige Prioritätsprinzip weitgehend versagen. Zugleich setzte sich die Erkenntnis durch, daß bei der Unzahl der als Störquellen auf dem Gebiet des Funks in Betracht kommenden technischen Geräte es weniger darauf ankam, Normen zur Beseitigung bereits eingetretener Beeinflussungen nebst den daraus resultierenden Kostenfolgen zu schaffen, als Bestimmungen zu erlassen, die schon das Aufkommen von Störquellen verhindern, indem ein Zwang zur Entstörung ausgeübt wird. So ist gerade für die Fortentwicklung des K. der Funk bahnbrechend gewesen. Die nachstehend aufgeführten gesetzlichen Bestimmungen dienen z. T. ausschließlich der Bekämpfung von Funkstörungen, teils enthalten sie im Rahmen der von ihnen geregelten Materie Normen zum Schutz des Funkbetriebes gegen Beeinträchtigungen.

3.1. Das Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten (HfrGerG). Eine sehr wesentliche Störquelle auf dem Gebiet des Funks bilden die Hochfrequenzgeräte (HF-Geräte). Durch das Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten vom 9. 8. 1949 (WiGBl. S. 235 = BGBl. III 9022-6), geändert durch Art. 135 des Einführungsgesetzes zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. 5. 1968 (BGBl. I S. 503), ist daher die Inbetriebnahme von Geräten oder Einrichtungen, die elektromagnetische Schwingungen im Bereich von 10 kHz bis 3 000 000 MHz erzeugen oder verwenden (HF-Geräte), genehmigungspflichtig gemacht worden (§1 Abs. 1 HfrGerG). Nach der Verwaltungsanweisung (VAnw) zum HfrGerG vom 9. 12. 1961 (AmtsblVfg Nr. 742/1961) in der Fassung der AmtsblVfg Nr. 173/1967 rechnen zu den HF-Geräten:

a) HF-Geräte für industrielle und gewerbliche Zwecke (z. B. für dielektrische und induktive Erwärmung sowie zur funkenerosiven Bearbeitung von Werkstoffen, Ultraschallanwendung). b) HF-Geräte für wissenschaftliche Meß- oder ähnliche Zwecke (z. B. Meßsender, Frequenzmesser, Meßgeräte zum Aufsuchen von Metall [Kabel usw.] und zur Fehlerortungsbestimmung mittels Hochfrequenz, HF-Generatoren für magnetische Ton- und Bildaufzeichnung, HF-Generatoren für Elektronen-Mikroskope). c) HF-Geräte für medizinische und kosmetische Zwecke (z. B. für Therapie, Chirurgie, Ultraschallbehandlung). d) Elektrische Geräte, Maschinen oder Anlagen mit unbeabsichtigter HF-Erzeugung.

Hingegen fallen HF-Geräte, die zur fernmeldemäßigen Übermittlung bestimmt sind, nicht unter das HfrGerG (§ 1 Abs. 2).

Voraussetzung für die Erteilung der Genehmigung ist, daß das HF-Gerät keine Funkdienste stört, die in anderen als den den HF-Geräten zugewiesenen Frequenzbereichen (13 560 kHz, 27 120 kHz, 40,68 MHz) betrieben werden (§ 2 Abs. 1 b) HfrGerG). Die Genehmigung wird in Form einer Einzelgenehmigung (§ 2) oder einer »Allgemeinen Genehmigung« (§ 3) erteilt. »Allgemeine Genehmigungen« werden für bestimmte Arten und Typen von HF-Geräten erteilt, wenn nachgewiesen wird, daß diese aufgrund ihres Aufbaues, ihres Verwendungszwecks oder besonderer Maßnahmen keine Funkstörungen erwarten lassen. Die »Allgemeinen Genehmigungen« werden, da sie nicht, wie die Einzelgenehmigungen, Verwaltungsakte darstellen, sondern Rechtsnormen enthalten, im Bundesanzeiger verkündet. Eine »Allgemeine Genehmigung« ist z. B. für den Betrieb von elektrischen Geräten, Maschinen oder Anlagen erteilt worden, die unter VDE 0875/8.66 fallen, nicht zur fernmeldemäßigen Übermittlung bestimmt sind und Hochfrequenz erzeugen. Sie ist vom 29. 11. 1966 und im Bundesanzeiger (BAnz.) Nr. 232 verkündet. Die Genehmigung wird gebührenfrei erteilt, doch hat der Antragsteller die durch die technische Prüfung des HF-Geräts entstehenden Verwaltungskosten zu erstatten (§ 5 HfrGerG). Die Möglichkeit des Widerrufs der Genehmigung sieht § 6 des Gesetzes vor, wenn das Gerät Störungen verursacht. Der Betrieb von HF-Geräten ohne Genehmigung ist nach § 8 unter Strafe gestellt (→ Fernmeldestrafrecht).

3.2. Die Funksicherheitsverordnung. Die Verordnung über die Funkausrüstung und den Sicher-

heitsfunkwachdienst der Schiffe (Funksicherheitsverordnung) vom 9. 9. 1955 (BGBl. II S. 860) in der Fassung der Verordnung vom 8. 12. 1964 (BGBl. II S. 1515) bestimmt in § 3 Abs. 6, daß auf Schiffen, die mit einer Telegraphie-, Sprech- oder Ortungsfunkanlage ausgerüstet sind, Amateurfunkstellen überhaupt nicht und Rundfunkempfangsanlagen nur mit Zustimmung des Kapitäns errichtet und betrieben werden dürfen. Auch diese Bestimmung dient dem Schutz des Funkbetriebes gegen Störungen.

3.3. Die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung. Mit dem HfrGerG eng verwandt ist § 55 a der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. 12. 1960 (BGBl. I S. 897), durch den angeordnet wird, daß die Zündanlagen von Otto-Motoren in Kraftfahrzeugen entstört sein müssen.

3.4. Die Durchführungsverordnung (DVO) zum Gesetz über den Amateurfunk. Die Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über den Amateurfunk vom 13. 3. 1967 (BGBl. I S. 284) befaßt sich in § 16 mit Maßnahmen bei Störungen von Funkanlagen durch Amateurfunkstellen und bestimmt daß durch deren Betrieb keine schädlichen Störungen i. S. der Vorschriften in Anhang 3 IFV verursacht werden dürfen und der Betrieb von FMA, die öffentlichen Zwecken dienen, nicht gestört werden darf.

4. Vereinbarungen zwischen der DBP und der Deutschen Bundesbahn auf dem Beeinflussungsgebiet. Sowohl die »Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichsbahn und der DRP über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen« vom 16./30. 6. 1939 als auch die »Vereinbarung zwischen der DB und der DBP über die Kostentragung für Schutzmaßnahmen anläßlich der Einrichtung oder Änderung der elektrischen Zugförderung auf Bahnstrecken« vom 17./29. 2. 1956 enthalten Bestimmungen, die die gegenseitige Beeinflussung von FMA der beiden Partner bzw. die Beeinflussung von FMA der DBP durch Starkstromanlagen der DB verhindern sollen.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 349–409 — Höfig, Die Kollisionsregelung im Fernmelderecht, Breslau 1938.

Aubert

Kolophonium ist der Rückstand, der beim Erhitzen von Kieferharzen in geschlossenen Gefäßen zurückbleibt, während Wasser und Terpentinöl abdestillieren. K. ist ein gelbes bis braunes, sprödes, glasartiges, fast geruchloses Harz, ϱ 1,045—1,095. Bei 70°C erweicht es und schmilzt zwischen 100 und 135°C. K. ist löslich in Alkohol, Äther, Chloroform, Essigsäure, Aceton und Benzin. In der Fernmeldetechnik wird es verwendet u. a. zur Herstellung von → Abbrühmassen und als → Flußmittel beim Löten in Gestalt von → Röhrenlötzinn.

Kombinationston. Wenn auf das Ohr zwei Töne hinreichender Lautstärke mit den Frequenzen f_1 und f_2 wirken, so können neben den Primärtönen, Kombinationstöne mit der Frequenz $f_K = mf_1 \pm nf_2$ gehört werden. m, n = 0, 1, 2, 3 .... Besonders stark tritt im allgemeinen der erste Differenzton $f_1 - f_2$ und der erste Summationston $f_1 + f_2$ auf.

Kombinierte Vermittlung, (KombV) → Dämpfungsplan 64 S.

Kommandodrucker → Automation an Bord von Schiffen.

Kommando-Funkanlagen → Durchsagefunkanlage, → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL).

Kommandoleitung → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Kommentarleitung → Eurovision.

kommerzielle Codes → Codierung.

kommerzielle Röhren → Röhrenqualität.

kommutatives Gesetz → Rechenregeln der Schaltalgebra.

Kommutierungskurve → Hystereseschleife.

Kompander sind Anordnungen mit nichtlinearen Kennlinien, durch die kleine Spannungen relativ stärker, große Spannungen relativ schwächer (gepreßt) gesendet werden und am Empfänger durch eine inverse Kennlinie die ursprüngliche Kurve wiederhergestellt wird. Da das Rauschen vor allem bei leisem Sprechen stört, wird eine subjektive Geräuschminderung von etwa 20 dB erzielt. K. finden Verwendung bei der Pulscodemodulation für Fernsprechübertragung.

Bei der Quantisierung von Abtastwerten (→ Quantisierung) entsteht ein Quantisierungsfehler, der direkt von der Größe der einzelnen Amplitudenstufen abhängt. Bei gleichmäßiger Stufung aller Amplitudenstufen über den gesamten Aussteuerbereich der zu quantisierenden Abtastwerte eines Signals wäre demnach der Quantisierungsfehler überall gleich groß. Nun macht sich aber ein gewisser Quantisierungsfehler bei kleineren Abtastwerten wegen des geringen Störabstands viel stärker bemerkbar als bei großen Abtastwerten; d. h. der relative Quantisierungsfehler sollte über einen gewissen Amplitudenbereich konstant sein. Man vermeidet daher bei der Übertragung von Sprachsignalen über → PCM-Übertragungssysteme eine gleichmäßige Unterteilung des Aussteuerbereichs in gleichgroße Amplitudenstufen und sieht dagegen eine logarithmische Verteilung der Stufen vor, womit man im besonders wichtigen mittleren Aussteuerbereich eine sehr feine Stufung (und damit einen kleinen Quantisierungsfehler), an den beiden Enden des Aussteuerbereichs eine entsprechend gröbere Stufung (und damit größere Quantisierungsfehler) erhält.

Für die Verteilungscharakteristik der Amplitudenstufen sind mehrere Kennlinien angegeben worden, die grundsätzlich logarithmischen Verlauf haben, jedoch in einzelnen Kurvenstücken mehr oder weniger von der logarithmischen Kennlinie abweichen (A-Kennlinie, μ-Kennlinie). Es ist auch möglich, eine solche Kennlinie durch aneinandergefügte Geradenstücken anzunähern. Eine solche Segment-Kennlinie läßt sich besonders günstig in Verbindung mit dem Iterativverfahren (→ Codierverfahren) darstellen. Hierbei wird die gewünschte Kennlinie durch den Codiervorgang selbst erzwungen; zwischen der nichtlinearen Charakteristik und dem Code besteht eine starre Verknüpfung. Diese sogenannte »13-Segment-Kennlinie« (da sie aus 13 aneinandergefügten Geradenstücken besteht, die die »glatte« A-Kennlinie nachbilden) wird daher in zahlreichen PCM-Übertragungssystemen verwendet (→ Modulation 2.4.).

Zuhrt

Kompander für Tonübertragung → Tonübertragungstechnik.

Kompatibilität bedeutet Vereinbarkeit, Verträglichkeit.
1. Im engeren Sinne auf das stereofonische Übertragungsverfahren angewendet: Es ist kompatibel, wenn es mit dem einkanaligen Verfahren vereinbar ist. Das heißt, Stereosendungen oder Stereoaufzeichnungen auf der Schallplatte bzw. Tonband müssen so beschaffen sein, daß sie auch mit Geräten, die nur für den Empfang und die Wiedergabe einkanaliger Darbietungen eingerichtet sind, vollinhaltlich, wenn auch nicht stereofonisch, wiedergegeben werden können. Andererseits müssen auch mit Stereogeräten einkanalige Darbietungen einwandfrei empfangen und abgehört werden können. Die Forderung der K. ist erfüllt, wenn der eine Informationskanal den gesamten für einkanalige Wiedergabe erforderlichen Inhalt überträgt und die Zusatzinformation nur die für den stereofonischen Eindruck notwendigen Signale enthält. Das bei der → stereofonischen Rundfunkübertragung benutzte Pilottonverfahren ist kompatibel.

2. → Fernsehen 3.

Literatur: K. Bertram, Aufnahmetechnik für kompatible Stereofonie, Radio Mentor 24 (1958), S. 592 — E. P. Pils, Rundfunk-Stereofonie, Franck'sche Verlagshandlung.

Kompensation durch benachbarte geerdete Leiter. Allgemeines. Ein geerdeter Leiter 2 parallel zu dem Spannung führenden Leiter 1 nimmt eine Ladung q_2 von entgegengesetztem Vorzeichen der Ladung auf 1 an (→ Gegenkapazität), die das Feld von 1 verringert (kompensiert). In größerem Abstand wirkt praktisch die Summe der beiden Ladungen. Bei kleinem Abstand muß man die Felder der beiden Ladungen getrennt berechnen, um die Influenz in einer Fernmeldeleitung zu bestimmen. Gleichzeitig wird durch den Leiter 2 die Erdkapazität von 1 vergrößert; seine Ladung wächst von q_1 auf q_1'.

Führt 1 einen Strom, so wird in 2 eine längselektromotorische Kraft (EMK) induziert. Ist 2 an beiden Enden geerdet, so fließt der Strom I_2, der dem Strom in 1 annähernd entgegengesetzt gerichtet ist, nicht genau wegen des Widerstandes von 2. In größerem Abstand induziert nur die vektorielle Summe der beiden Ströme, bei kleinem Abstand muß man wieder die Felder einzeln auswerten. Die »Rückwirkung« von I_2 vergrößert den Strom in 1 von I_1 auf I_1', weil die Reaktanz von 1 sinkt. Formelmäßig ergibt sich die folgende Darstellung, worin Z_{11} und Z_{22} die Scheinwiderstände von 1 und 2 sind, Z_{12} ihre Gegenimpedanz. Für K und d → Gegenkapazität

Influenz | Induktion

$$U_1 = K(q_1' d_{11} + q_2 d_{12}) \qquad U_1 = I_1' Z_{11} + I_2 Z_{12}$$

$$0 = K(q_1' d_{12} + q_2 d_{22}) \qquad 0 = I_1' Z_{12} + I_2 Z_{22}$$

$$q_2 = -q_1' \frac{d_{12}}{d_{22}} \qquad I_2 = -I_1' \frac{Z_{12}}{Z_{22}}$$

$$q_1' = \frac{U_1}{K} \frac{d_{22}}{d_{11} d_{22} - d_{12}^2} \qquad I_1' = U_1 \frac{Z_{22}}{Z_{11} Z_{22} - Z_{12}^2}$$

Ohne den geerdeten Leiter 2 wäre

$$q_1 = U_1/K d_{11} \qquad I_1 = U_1/Z_{11};$$

daher ist

$$q_1' = q_1 \frac{d_{11} d_{22}}{d_{11} d_{22} - d_{12}^2} > q_1 \qquad I_1' = I_1 \frac{Z_{11} Z_{22}}{Z_{11} Z_{22} - Z_{12}^2} > I_1$$

Schirmfaktoren | Reduktionsfaktoren

$$\frac{q_1' + q_2}{q_1'} = \frac{d_{22} - d_{12}}{d_{22}} \qquad \frac{I_1' + I_2}{I_1} = \frac{Z_{22} - Z_{12}}{Z_{22}} \tag{1}$$

oder

$$\frac{q_1' + q_2}{q_1} = \frac{d_{11}(d_{22} - d_{12})}{d_{11} d_{22} - d_{12}^2} \qquad \frac{I_1' + I_2}{I_1'} = \frac{Z_{11}(Z_{22} - Z_{12})}{Z_{11}(Z_{22} - Z_{12}^2)} \tag{2}$$

Das Verhältnis der Influenzspannungen mit und ohne Leiter 2 bezeichnet man als Schirmfaktor, das Verhältnis der induzierten Längs-EMK als Reduktionsfaktor. Die obigen Formeln beziehen sich auf große Abstände. In jedem Falle ist auf die Bezugsgröße zu achten: q_1' oder q_1; I_1' oder I_1. Betriebsströme werden durch Rückwirkung kaum vergrößert, Kurzschlußströme u. U. merklich. K. ist auch möglich, wenn die geerdete Leitung nahe der Fernmeldeleitung ist; dann sind zwar Strom oder Ladung klein, aber die Kopplungen stärker. In jedem Falle werden Spannungen gegen Erde gesenkt. Die Verzerrung des Feldes kann jedoch Schleifenspannungen vergrößern. Die K. wird offenbar wirksamer, wenn Leitung 2 nicht starr geerdet ist, sondern für Influenz an eine Spannung $-U_1$ gelegt wird (Gegenspannungsdraht), oder wenn für Induktion in 2 der Strom $-I_1$ erzwungen wird (→ Saugtransformator). Beide Möglichkeiten werden bei Wechselstrombahnen ausgenutzt.

Influenz. Bei einer Drehstromleitung mit Phasenerdschluß wird das elektrische Feld der beiden nicht geerdeten Phasenleiter durch die in dem meist vorhandenen Erdseil influenzierte Ladung gesenkt. Um

wieviel, hängt von den Abständen ab. Bei mittlerer Spannung und einem Erdseil ist der Schirmfaktor etwa 0,75, bei Höchstspannung und zwei Erdseilen ebenso groß. Eine durchgehende Baumreihe in der Nähe der Hochspannungsleitung kann als ein sehr dicker geerdeter Leiter angesehen werden; Schirmfaktor etwa 0,7. Eine Fernsprechlinie im Wald ist praktisch gegen Influenz geschützt. Der Schirmfaktor hängt nicht von der Frequenz ab, solange der Erdungswiderstand klein ist gegen den kapazitiven Widerstand zwischen Leiter 2 und Erde.

Induktion. Hier kann der Widerstand des Leiters 2 selten gegen seine Reaktanz vernachlässigt werden. Die K. wird daher frequenzabhängig. Führt man $Z_{22} = R_2 + j\omega L_2$ und $Z_{12} = j\omega M_{12}$ ein, so wird der Reduktionsfaktor

$$r = \frac{I_1' + I_2}{I_1} = \frac{R_2 + j\omega(L_2 - M_{12})}{R_2 + j\omega L_2}, \quad (3)$$

er wird also um so kleiner (d. h. besser), je kleiner die beiden Summanden im Zähler sind. Wenn man berücksichtigen muß, daß die Gegeninduktivitäten M_{14} und M_{24} mit der parallelen Fernmeldeleitung 4 verschieden sind, so wird der Reduktionsfaktor $r = 1 - \frac{Z_{12}\,Z_{24}}{Z_{22}\,Z_{14}}$.

Meist wird nur mit seinem Betrag gerechnet. Die in 4 induzierte EMK ist $e_4 = -I_1' \frac{Z_{14}\,Z_{22} - Z_{24}\,Z_{12}}{Z_{22}}$.

Wenn die Leitungen 2 und 4 auf der Erdoberfläche liegen, 1 in einiger Höhe, nimmt bei Verringerung des waagerechten Abstandes Z_{14} weniger zu als Z_{24}, so daß e_4 ein Maximum erreicht, wenn der Abstand etwa gleich der Höhe von 1 ist. Allgemeine Formeln für mehrere kompensierende Leiter werden unübersichtlich. Wenn zwei kompensierende Leiter weit voneinander entfernt sind, ist der gesamte Reduktionsfaktor das Produkt der Einzelwerte, sonst größer.

Spezialfälle. Erdseil einer Hochspannungsleitung. Wenn das Erdseil vollkommen geerdet ist, ergibt sich sein Reduktionsfaktor r_E aus Formel (3). Bei großem Widerstand R_2 wird r_E nahezu 1,0: keine K. Bei kleinem Widerstand und/oder hoher Frequenz konvergiert r_E gegen $(L_2 - M_{12})/L_2$. Für mittlere Höhen und Abstände kann man $L_2 = 2{,}5$ und $M_{12} = 1{,}0$ mH/km setzen und erhält für verschiedene Widerstände und Frequenzen die Werte der folgenden Tafel mit dem Grenzwert 0,6.

Tafel. Reduktionsfaktor eines Erdseils.

f Hz	R_2 Ω/km 5	2	1	0,5	0,2	0,1
16 2/3	1,00	0,99	0,98	0,93	0,77	0,66
50	0,99	0,96	0.87	0,74	0,63	0,61
300	0,84	0,68	0,62	0,61	0,60	0,60
800	0,67	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60

Für Leitungen mit 2 oder mehr Erdseilen kann r_E auch kleiner werden als 0,60. Stahlseile kompensieren bei Grundfrequenz praktisch nicht, Aluminium- oder Bronzeseile gut. Werte für übliche Erdseile finden sich in den VDE 0228. Bei genauerer Berechnung muß außer den wirklichen Abständen und Durchmessern auch die Erdleitfähigkeit berücksichtigt werden. Wenn das Erdseil nicht vollkommen geerdet ist, muß sein Erdübergangswiderstand berücksichtigt werden. Bei Erdung nur an den Enden wird der gesamte Erdungswiderstand W durch die Länge l geteilt und das Ergebnis zu R_2 addiert. Bei der normalen Erdung an jedem Mast muß, wie bei den Schienen einer Bahn, die komplexe Dämpfung berücksichtigt werden. Ist Leitung 2 beiderseits der Strecke l, auf der I_1 fließt, unendlich lang, so kann mit dem Wellenwiderstand $\bar{Z}_{22}$ gerechnet werden. Die induzierte Spannung $E_2 = -I_1\,j\omega M_{12}$ je Längeneinheit würde bei vollkommener Erdung den »natürlichen« induzierten Strom

$$I_{2_n} = E_2/Z_{22} = -I_1\,j\omega M_{12}/(R_2 + j\omega L_2) \quad (4)$$

erzeugen und sich darin verbrauchen. Wegen der unvollständigen Erdung ist, wenn

$$I_1 \text{ von } x = -l/2 \text{ bis } x = +l/2$$

fließt und

$$\gamma = \sqrt{(R_2 + j\omega L_2)(G_2 + j\omega C_2)} \sim \sqrt{j\omega L_2 G_2}$$

ist, der induzierte Strom für $|x| \leq l/2$:

$$\left.\begin{aligned} I_{2_i} &= I_{2_n}\,[1 - \exp(-\gamma\, l/2)\cdot\cosh\gamma x] \\ &\text{und für } |x| \geq l/2: \\ I_{2_i} &= I_{2_n}\exp(-\gamma\,|x|)\cdot\sinh\gamma\, l/2\,. \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Wenn $\gamma\, l/2$ groß genug ist, erreicht der induzierte Strom für $x = 0$ seinen natürlichen Wert, für $|x| = l/2$ die Hälfte davon. In den meisten Fällen überlagert sich dem induzierten Strom ein »erzwungener« Strom oder Rückstrom I_{2_e}, weil I_1, z. B. bei Überschlag an einem Mast oder immer bei Bahnen, in die Leitung 2 eintritt und darin nach beiden Seiten fließt oder bei $-l/2$ von beiden Seiten kommt. Man erhält

$$\left.\begin{aligned} &\text{für } x \leq -l/2: \\ &I_{2_e} = \frac{1}{2} I_1\,[\exp(-\gamma\,(l/2 - x)] + \exp[\gamma\,(l/2 + x)] = I_1\exp(\gamma x)\cdot\sinh\gamma\, l/2\,, \\ &\text{für } |x| \leq l/2: \\ &I_{2_e} = -\frac{1}{2} I_1\,[\exp(-\gamma\,(l/2 - x)] + \exp[-\gamma\,(l/2 + x)] = -I_1\exp(-\gamma\, l/2)\cdot\cosh\gamma x \\ &\text{und für } x \geq l/2: \\ &I_{2_e} = \frac{1}{2} I_1\,[\exp(-\gamma\,(x - l/2)] + \exp[-\gamma\,(x + l/2)] = I_1\exp(-\gamma x)\cdot\sinh\gamma\, l/2\,. \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Grundsätzlich besteht I_{2_e} überall aus Beiträgen von beiden Enden. Praktisch ist bei großem γl dieser Strom nur für einige km beiderseits von $\pm l/2$ merklich, während bei kleinem γl, d. h. kleinem l, mehr als die Hälfte nach »innen« abfließt, weniger als die Hälfte nach außen. Eine Überlagerung der beiden Komponenten (5) und (6) ergibt

für $|x| \leq l/2$:

$$I_2 = I_{2_n} - (I_1 + I_{2_n}) \exp(-\gamma\, l/2) \cdot \cosh \gamma\, x\,, \tag{7}$$

und für $|x| \geq l/2$:

$$I_2 = (I_1 + I_{2_n}) \exp(-\gamma\, |x|) \cdot \sinh \gamma\, l/2\,.$$

Diese Ausdrücke erlauben eine beeinflussungstechnisch wichtige Deutung: Wenn I_1 in Leiter 2 eintritt, wird es in die Anteile $I_{2_n} = -I_1\, Z_{12}/Z_{22}$ und $-(I_1 + I_{2_n}) = -I_1\,(Z_{22} - Z_{12})/Z_{12}$ aufgespalten. Der erste Anteil fließt nur von $-l/2$ bis $+l/2$, ist konstant und verhält sich so, als ob Leiter 2 vollkommen geerdet wäre. Er erzeugt weder eine Spannung gegen Erde noch einen Spannungsabfall längs 2. Der zweite Anteil gehorcht den Gleichungen (6), fließt also nach innen und nach außen, erzeugt Spannung gegen Erde und Spannungsabfall längs 2. Diese Spannung gegen Erde ist

für $|x| \leq l/2$:

$$V_2 = Z_{22}\,(I_1 + I_{2_n}) \exp(-\gamma l/2) \cdot \sinh \gamma\, x \tag{8}$$

und für $|x| \geq l/2$:

$$V_2 = Z_{22}\,(I_1 + I_{2_n}) \exp(-\gamma\,|x|) \cdot \sinh \gamma\, l/2;$$

dabei ist $I_1 + I_{2_n} = I_1\,(Z_{22} - Z_{12})/Z_{22}$. Wenn eine induzierte Fernmeldeleitung beiderseits wesentlich länger ist als die Strecke $-l/2$ bis $+l/2$, verschwindet die gesamte durch den erzwungenen Strom induzierte Spannung. Man braucht also nur mit I_1 und I_{2_n} zu rechnen, auch wenn l so klein ist, daß I_2 innerhalb von l nahezu gleich I_1 ist und so auf dieser Teillänge einen sehr kleinen Reduktionsfaktor erzeugt. Wenn die induzierte Leitung kurz ist und innerhalb von l liegt, muß man die zusätzliche K. durch den erzwungenen Strom berücksichtigen. In diesem Falle kann aber eine Leitung außerhalb von l durch den nach außen fließenden Strom beeinflußt werden. Es sei noch betont, daß die obigen Formeln voraussetzen, daß Leitung 2 in beiden Richtungen außerhalb von l homogen ist. Auf der Seite des Speisepunktes ist dies meist nicht der Fall, weil von einem Umspannwerk gewöhnlich zahlreiche Leitungen mit Erdseilen ausgehen, auf die sich der erzwungene Strom verteilen kann.

Kabelmäntel. Der wirksamste kompensierende Leiter ist der Mantel eines Kabels, wegen seines kleinen Abstandes von und seiner besonderen Lage zu der beeinflussenden oder beeinflußten Leitung. Die Gegeninduktivität zwischen Mantel und Adern ist gleich der Selbstinduktivität des Mantels, also z. B. für den Mantel 3 des beeinflußten Kabels mit den Adern 4 $L_3 = M_{34}$. Da ferner $Z_{13} = Z_{14}$ ist, ergibt sich für den Kabelmantelreduktionsfaktor (oder -schutzfaktor)

$$r_K = |R_3/Z_{33}| = R_3/\sqrt{R_3^2 + \omega^2 L_3^2}\,. \tag{9}$$

Durch Verkleinerung von R_3 oder Vergrößerung von ωL_3 kann r_K in viel höherem Maße gesenkt (verbessert) werden als es beim Erdseil oder bei den Schienen einer Bahn möglich ist. Die in den Kabeladern induzierte Längs-EMK ist

$$\begin{aligned} |e_4| &= |j\omega I_1 M_{14} \cdot R_3/Z_{33}| \\ &= |(j\omega I_1 M_{14}/Z_{33}) \cdot R_3| = |I_3 R_3|\,. \end{aligned} \tag{10}$$

Das besagt, daß die induzierte EMK in den Adern gleich dem Wirkspannungsabfall des Kabelmantelstroms ist. Dabei handelt es sich um die Spannung zwischen Adern und Mantel, die für einen Durchschlag, für Kapazitätsströme usw. maßgebend ist, aber nicht um die Spannung Adern/Erde, weil der Mantel selbst noch wegen unvollkommener Erdung Spannung gegen Erde haben kann. Genauer ist die Aderspannung je Längeneinheit gleich dem Produkt aus der Stromdichte an der inneren Manteloberfläche und dem spezifischen Widerstand des Mantels. Diese genauere Formulierung kommt besonders für hohe Frequenzen in Betracht, bei denen wegen der Hautwirkung der Mantelstrom an der äußeren Oberfläche des Mantels fließt. Durch Isolierung des Mantels gegen Erde kann man den Mantelstrom verkleinern, bei niedriger Frequenz praktisch auf Null. Dann hat der Mantel die gleiche Längs-EMK wie die Adern. Erforderlichenfalls ist die Längs-EMK gegen Erde zu beachten, besonders bei Adern, wenn sie aus dem Kabel herausgeführt werden. Bei Kabeln mit Eisenbewehrung müssen außer der Erhöhung der Induktivität auch die zusätzlichen Verluste berücksichtigt werden. Der Reduktionsfaktor für die Spannung Ader/Erde ist

$$r_K = R_m/[R'_m + R_v + j\omega\,(L_m + L_e)]\,. \tag{11}$$

Darin sind:

- R_m der Gleichstromwiderstand des Mantelstromkreises selbst einschließlich der Erdungen,
- R'_m der Widerstand des Mantels selbst einschließlich der Erdungen und des Wechselstromwiderstandes des Erdreichs,
- R_v der zusätzliche Widerstand durch Eisenverluste und Hautwirkung,
- L_m die Induktivität eines Stromkreises mit Erdrückleitung für ein Kabel gleichen Durchmessers ohne Bewehrung,
- L_e die zusätzliche Induktivität infolge des Feldes in der Eisenbewehrung.

Alle diese Werte beziehen sich auf die ganze Länge des Kabels. Ein Starkstromkabel hat den gleichen Reduktionsfaktor wie ein Schwachstromkabel gleichen Aufbaus. Bei kleinem r_K fließt fast der ganze Fehlerstrom als induzierter Strom im Mantel zurück.

Wegen der Phasenverschiebung zwischen beiden Strömen kann trotzdem der wirksame induzierende Strom merklich sein. Man darf in diesem Falle nicht mit dem Betrag des Reduktionsfaktors rechnen. Zur Verbesserung des Reduktionsfaktors kann man den Mantelwiderstand verkleinern — starker Bleimantel, Aluminiummantel oder besonders bei dünnen Kabeln und niedriger Frequenz mit dem Mantel verbundene Kupfer- oder Aluminiumdrähte innerhalb des Mantels — oder/und die Induktivität vergrößern. Man erreicht dies durch eine Eisenbandbewehrung, die einer »Krarupisierung« des Mantels entspricht. Bei einer Längsdrahtbewehrung setzen die zahlreichen Luftspalte die magnetische Wirkung des Eisens zu sehr herab. Eine Belastung mit Spulen (Pupinisierung), bei der die Spulen nur in den Mantelstromkreis geschaltet werden, ist wertlos, weil sie $L_3 \neq M_{34}$ macht. Man kann jedoch eine ausreichende Länge des ganzen Kabels (etwa 50 m) auf einen Eisenkern wickeln und so L und M gleichzeitig vergrößern. Einfacher wickelt man nur die Kabelseele und ein Kupferseil, durch das der Mantelstrom fließt, auf einen geeigneten Transformatorkern (Reduktionstransformator). Wenn der Mantel des Kabels gegen Erde isoliert ist, genügt ein großer Reduktionstransformator für eine größere Länge. Wenn der Mantel unvollkommen geerdet ist, muß man mehrere kleine Reduktionstransformatoren in geeigneten Abständen einsetzen. Wenn ein Kabel Adern enthält, die betriebsmäßig an beiden Enden geerdet sind (Mittelpunktserdung der Abschlußübertrager) oder die beim Auftreten von Überspannungen durch Ableiter mit dem Mantel verbunden werden, wird der Mantelwiderstand durch die Parallelschaltung verringert und der Reduktionsfaktor verbessert. Im zweiten Falle spricht man von dem latenten Reduktionsfaktor der Adern. Meist sprechen so viele Ableiter an, bis die Spannung in den übrigen Adern ausreichend gesenkt ist, so daß die wichtigsten Leitungen betriebsfähig bleiben können.

Der günstigste Kabelaufbau hängt von den jeweiligen Forderungen ab. Wenn es sich um den Schutz gegen hohe induzierte Spannungen handelt, darf das Bewehrungseisen erst bei hohen Mantelströmen gesättigt werden. Bei schwacher Beeinflussung ist der Reduktionsfaktor dann meist schlecht. Kommt es auf den Schutz gegen Störungen durch höhere Frequenzen an, so kann man Eisen hoher Anfangspermeabilität verwenden, weil die Mantelströme klein bleiben. Man kann auch verschiedene Eisenarten kombinieren und praktisch jeden erwünschten Verlauf des Reduktionsfaktors über der induzierten Spannung erhalten. — Wenn plötzlich eine hohe induzierte Spannung auftritt, meist durch Kurzschlußinduktion, baut sich, wie beim Einschalten eines Transformators, das Magnetfeld in der Eisenbewehrung allmählich auf. Man muß also während einiger Perioden mit Einschwingvorgängen und höheren Spannungen rechnen. Der Reduktionsfaktor kann an Probestücken oder kurzen Kabeln gemessen werden, indem man die in Formeln (9) oder (11) eingehenden Größen einzeln bestimmt. Einfacher ist es, Wechselstrom der Meßfrequenz unmittelbar durch den Mantel zu leiten und einerseits den Spannungsabfall am Mantel, andererseits die Spannung zwischen einer Ader und Mantel zu messen. Diese Spannungen sind dem Nenner und dem Zähler proportional, ihr Quotient ist also der Reduktionsfaktor. Bei der Messung der Mantelspannung ist jedoch zu beachten, daß der richtige Wert von L_m sich nur bei bestimmter Anordnung von Meßleitung und Rückleitung ergibt. Bei besonderen Reduktionsfaktormeßgeräten ist die Rückleitung in einem bestimmten Abstand angeordnet. Bei einem bifilar ausgelegten Kabel ist eine Zusatzspule notwendig, wenn man es nicht vorzieht, auch die Phasenlage der beiden Spannungen zu messen und die Korrektur rechnerisch anzubringen.

Rohrleitungen. Metallische Rohrleitungen im Erdreich in der Nähe einer beeinflussenden oder beeinflußten Leitung können einen wesentlichen K.-Effekt haben, wenn sie gut geerdet sind. Ob das der Fall ist — zum Schutz gegen Korrosion können sie gut isoliert sein — ist in jedem Falle zu prüfen.

Literatur: Erdseil, Schienen. H. Klewe: Der Schienenstrom und seine Kompensationswirkung. Berichte der zweiten Weltkraftkonferenz, Berlin 1930, Section 21, Bericht 35 — E. R. Benda u. H. Voigtländer: Der Spannungsabfall in Fahrleitungen und Schienen elektrischer Bahnen, Wiss. Veröff. Siemens W. 10 (1931) S. 78 — J. Riordan: Current Propagation in Electric Railway Propulsion Systems. Trans. Am. Inst. El. Eng. 51 (1932) S. 1011 — K. Sailer: Der Erdseilreduktionsfaktor, Bedeutung und Berechnung. Österr. Z. Eltwirtschaft 16 (1963) S. 427 — I. Sebö: Screening-factor values of overhead-line ground wires and counterpoises. Per. Polyt. (Budapest) Elektrotechnik 9 (1965) S. 269.

Kabelmäntel. G. Krause u. A. Zastrow: Über die Schutzwirkung des Kabelmantels bei Induktionsbeeinflussungen von Schwachstromkabeladern durch Starkstromleitungen. Wiss. Veröff. Siemens W. 2 (1922) S. 422 — A. Zastrow: Die Schutzwirkung des Kabelmantels bei Induktionsbeeinflussungen durch Ströme von Sprechfrequenzen. El. Bahnen, Ergänzungsheft (1928) S. 91 — A. Zastrow u. W. Wild: Der Mantelschutzfaktor von Fernmeldekabeln. E. N. T. 9 (1932) S. 10 — H. Lau: Die Beeinflussung von Fernmeldekabeln durch Starkstromleitungen und der Kabelreduktionsfaktor von Blei- und Wellmantelkabeln. F. T. Z. 8 (1955) S. 153 — J. Bourseau u. H. Sandjivy: La mesure de l'impédance de couplage et son application à l'étude des écrans pour câbles. Câbles et Transmission 10, (1956) S. 11 — H. Jungfer: Die Messung des Kopplungswiderstandes von Kabelabschirmungen bei hohen Frequenzen. N. T. Z. 9 (1956) S. 553 — E. Widl: Probleme der Starkstrombeeinflussung bei Fernmeldekabeln mit isolierten metallischen Kabelmänteln. N. T. Z. 13 (1960) S. 233 — J. Esser: Reduktionsfaktoren von Fernmelde- und Starkstromkabeln. ETZ (A) 83 (1962) S. 746 — R. Kunz: Der Reduktionstransformator zum Schutz gegen Starkstrombeeinflussung. N. T. Z. 17 (1964) S. 483 — W. Wild: Einfluß der Erdableitung und der Endenerdung eines Kabelmantels auf seine Reduktionswirkung. Eltwirtschaft 63 (1964) S. 696 — H. Riedel u. E. Widl: Induzierte Spannungen und Ströme in Fernmeldekabeln mit latentem Reduktionsfaktor. ETZ (A) 85 (1964) S. 633 — K.-H. Feist: Über den Reduktionsfaktor von Starkstromkabeln. Siemens Z. 39 (1965) S. 61. *Klewe*

Komplementär-Transistor-Logik → Digitale Mikroschaltungen.

komplementäre Transistoren → Transistor.

komplexe Rechnung ist das Rechnen mit komplexen Zahlen, wobei unter Rechnen nicht nur die Grundrechenarten verstanden werden, sondern auch die Rechenmethoden der höheren Mathematik, wie z. B. die Differential- und Integralrechnung. Erst im Bereich der komplexen Zahlen ist eine erschöpfende Funktionentheorie möglich, welche die Theorie der nur

im Bereich der reellen Zahlen definierten Funktionen als Sonderfall enthält.

1. Begriff der komplexen Zahl: Gesucht ist die Zahl x, für welche gilt $x^2 = -1$. Offensichtlich gibt es keine reelle Zahl, die diese Gleichung löst. Man definiert daher eine Lösung dieser Gleichung durch die Festsetzung $x = \sqrt{-1} = \mathrm{i}$ oder $\mathrm{i}^2 = -1$, und nennt i die imaginäre Einheit. Auf Grund dieser Definition ist es möglich, Wurzeln aus beliebigen negativen Zahlen zu ziehen. Diese Wurzeln sind »imaginäre Zahlen« der Gestalt $b\mathrm{i}$ (b = reelle Zahl), wobei also $(b\mathrm{i})^2 < 0$. Jede Zahl z der Form $z = a + b\mathrm{i}$ (a, b = reelle Zahlen) heißt »komplexe Zahl«. a ist der Realteil, b der Imaginärteil der komplexen Zahl. Die Zahl $\bar{z} = a - b\mathrm{i}$ ist die zu z konjugiert komplexe Zahl.

2. Gaußsche Zahlenebene: Ordnet man jeder komplexen Zahl $z = x + y\mathrm{i}$ einen Punkt P zu mit den rechtwinkligen cartesischen Koordinaten P (x/y), so erfüllt die Gesamtheit dieser Punkte eine Ebene, die »Gaußsche Zahlenebene«. Der Realteil x wird als Abszisse, der Imaginärteil y als Ordinate des Punktes P in der Gaußschen Zahlenebene gewählt. Die x-Achse der Gaußschen Zahlenebene ist also der geometrische Ort aller reellen, die y-Achse der aller rein imaginären Zahlen. Mit Hilfe von Polarkoordinaten läßt sich eine komplexe Zahl darstellen als

$$z = x + y\mathrm{i} = |z| \cdot (\cos\varphi + \mathrm{i}\sin\varphi),$$

wobei $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ der Betrag des → Vektors vom Koordinatenursprung 0 nach P ist und φ der bei Benutzung von ebenen Polarkoordinaten übliche Richtungswinkel dieses Vektors. Dementsprechend ist $\tan\varphi = \frac{y}{x}$.

3. Elementare Rechnung mit komplexen Zahlen: Gleichheit: Zwei komplexe Zahlen $z_1 = x_1 + y_1\mathrm{i}$ und $z_2 = x_2 + y_2\mathrm{i}$ sind gleich, wenn sie in Realteil und Imaginärteil übereinstimmen.

Ungleichheit. Zwischen komplexen Zahlen ist eine Größenabschätzung nicht möglich. Sie ist nur sinnvoll für die Beträge (z. B. $|z_1| > |z_2|$), die ja reelle Zahlen sind. Für Beträge gilt insbesondere die wichtige »Dreiecksungleichung«

$$|z_1 + z_2| \leq |z_1| + |z_2|.$$

Addition und Subtraktion:

Wenn $z_1 = x_1 + y_1\mathrm{i}$ und $z_2 = x_2 + y_2\mathrm{i}$, dann ist $z_1 \pm z_2 = (x_1 \pm x_2) + (y_1 \pm y_2)\mathrm{i}$

Multiplikation:

$$z_1 \cdot z_2 = (x_1x_2 - y_1y_2) + (x_1y_2 + x_2y_1)\mathrm{i}$$

Division:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \bar{z}_2}{z_2 \cdot \bar{z}_2} = \frac{x_1x_2 + y_1y_2}{x_2^2 + y_2^2} + \frac{x_2y_1 - x_1y_2}{x_2^2 + y_2^2}\,\mathrm{i}$$

Potenzen werden am besten in Polarkoordinaten ausgedrückt mit Hilfe der Moivreschen Formel:

$$z^n = (x + y\mathrm{i})^n = |z|^n (\cos n\varphi + \mathrm{i}\sin n\varphi)$$

Wurzeln aus komplexen Zahlen sind nicht eindeutig definiert. Man definiert den »Hauptwert der n-ten Wurzel«

$$w_0 = \sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{|z|} \cdot \left(\cos\frac{\varphi}{n} + \mathrm{i}\sin\frac{\varphi}{n}\right).$$

Neben dem Hauptwert w_0 gibt es noch $n-1$ andere n-te Wurzeln $w_1 \cdots w_{n-1}$, für welche ebenfalls $w^n = z$ ist. Ihre Bildpunkte in der Gaußschen Zahlenebene liegen auf dem Kreis um 0 mit dem Radius $|z|$ und lassen sich darstellen als

$$w\mu = \sqrt[n]{|z|} \cdot \left(\cos\frac{\varphi + 2\pi v}{n} + \mathrm{i}\sin\frac{\varphi + 2\pi v}{n}\right)$$

$(\mu = 1, \cdots, n-1)$.

4. Funktionen mit komplexen Veränderlichen: $w = f(z) = u(x,y) + \mathrm{i} \cdot v(x,y)$ heißt eine Funktion der komplexen Variablen $z = x + \mathrm{i}y$, wenn jeder komplexen Zahl z des Definitionsbereichs eindeutig eine Zahl w des Wertebereichs zugeordnet ist. Es ist oft praktisch, eine Funktion $f(z)$ aufzuspalten in Realteil und Imaginärteil: $f(z) = w = u + \mathrm{i}v$, wobei u und v reelle Funktionen der reellen Veränderlichen x und y sind. Wie im Reellen wird der Differentialquotient definiert als

$$\left.\frac{dw}{dz}\right|_{z=z_0} = f'(z_0) = \lim_{z \to z_0} \frac{f(z) - f(z_0)}{z - z_0}.$$

Während aber im Reellen der Grenzübergang $x \to x_0$ nur längs der x-Achse vollzogen wird, ist im Komplexen auch bei nur einer Variablen der Grenzübergang $z \to z_0$ längs jedes nach z_0 führenden Weges in der Gaußschen Ebene möglich. Wenn $f(z)$ differenzierbar ist, dann genügen die Funktionen u und v den Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{und} \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$$

oder auch der Laplaceschen Dgl. $\Delta u = 0$ bzw. $\Delta v = 0$ (Laplace-Operator, → Vektorrechnung II f.). Ist eine Funktion an einer Stelle z_0 (oder in einem ganzen Gebiet) differenzierbar, so ist sie dort unendlich oft differenzierbar, und man nennt sie an der Stelle z_0 (bzw. in dem ganzen Gebiet) regulär analytisch. Für regulär analytische Funktionen $f(z)$ gilt der Hauptsatz der Funktionentheorie von Cauchy: Wenn $f(z)$ innerhalb eines geschlossenen Weges C an jeder Stelle regulär ist, dann ist $\oint_c f(z)\,dz = 0$ (→ Integral 2). Der Funktionswert an einer beliebigen Stelle z_0 dieses innerhalb C gelegenen »Regularitätsgebietes« ist bereits festgelegt durch die Funktionswerte längs der Kurve C auf Grund des Cauchy-Integralsatzes

$$f(z_0) = \frac{1}{2\pi\mathrm{i}} \oint_c \frac{f(z)}{z - z_0}\,dz.$$

5. Laurentsche Reihenentwicklung: Eine komplexe Funktion $f(z)$, welche in einem Punkt z_0 der Gaußschen Zahlenebene und einer (der Einfachheit

halber kreisförmigen) Umgebung von z_0 regulär analytisch ist, läßt sich in eine komplexe → Taylorreihe entwickeln:

$$f(z) = f(z_0) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{f^{(\nu)}(z_0)}{\nu!} (z - z_0)^{\nu}.$$

Diese Reihe konvergiert in dem größten Kreis K_0 um z_0, in dessen Innern $f(z)$ überall differenzierbar ist (= »Konvergenzkreis«). Selbstverständlich läßt sich nun die Funktion $f(z)$ auch um jeden beliebigen Punkt $z_1 \neq z_0$ im Innern des Konvergenzkreises K_0 entwickeln in der Form

$$f(z) = f(z_1) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{f^{(\nu)}(z_1)}{\nu!} (z - z_1)^{\nu}.$$

Der Konvergenzkreis K_1 (Bild 1) dieser Reihe kann nun Gebiete umfassen, die außerhalb des Kreises K_0 liegen. Man sagt dann: Die Funktion $f(z)$ wurde über den Rand von K_0 hinaus »analytisch fortgesetzt«.

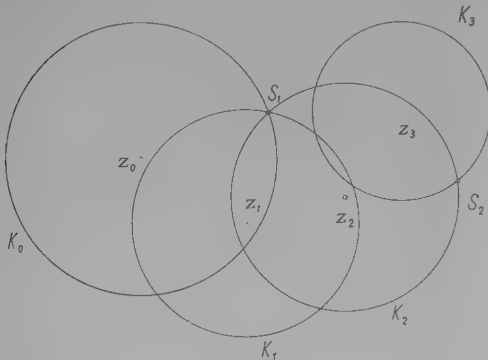


Bild 1.
Analytische Fortsetzung mit zwei singulären Stellen S_1 und S_2.

Durch wiederholte analytische Fortsetzung wird somit der Regularitätsbereich der Funktion soweit als möglich vergrößert, bis zum Schluß nur noch Punkte auf den Rändern der Konvergenzkreise übrigbleiben, in denen die Funktion sich nicht als differenzierbar erklären läßt, für welche also die Taylorentwicklung sinnlos ist, d. h. nicht konvergiert. Solche Punkte heißen »singuläre Stellen« der Funktion $f(z)$, und zwar isolierte singuläre Stellen, wenn sie nicht Häufungspunkte von singulären Stellen sind.

Ist eine Funktion $f(z)$ bei z_0 (oder innerhalb eines Kreises mit dem Radius r um z_0) nicht regulär, so läßt sich $f(z)$ in dem Ringgebiet $r < |z - z_0| < R$, in welchem die Funktion regulär ist, in eine Laurentreihe entwickeln von der Form

$$f(z) = \sum_{\nu=-\infty}^{+\infty} a_{\nu} (z - z_0)^{\nu},$$

wobei

$$a_{\nu} = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{f(t)}{(t - z_0)^{\nu+1}}\, dt$$

und C eine ganz in dem Ringgebiet verlaufende geschlossene Kurve ist, welche den singulären Punkt z_0 (oder den Bereich, in welchem die singulären Stellen liegen) einmal im positiven Drehungssinn umläuft (→ Koordinatensystem).

Beispiel: a) Die Funktion $f(z) = \frac{1}{(z-a)(z-b)}$ hat singuläre Stellen (genauer »Pole«) bei $z = a$ und $z = b$. Sie kann also im Ringgebiet $|z_0| = 0 < |a| < |z| < |b|$ in eine Laurentreihe entwickelt werden:

$$\frac{1}{(z-a)(z-b)} = \frac{1}{a-b}\left(\frac{1}{z-a} + \frac{1}{b-z}\right)$$

$$= \frac{1}{a-b} \cdot \left(\frac{1}{z} \cdot \frac{1}{1-\frac{a}{z}} + \frac{1}{b} \cdot \frac{1}{1-\frac{z}{b}}\right)$$

$$= \frac{1}{a-b} \cdot \left(\ldots + \frac{a^2}{z^3} + \frac{a}{z^2} + \frac{1}{z} + \frac{1}{b} + \frac{z}{b^2} + \frac{z^2}{b^3} + \ldots\right)$$

b) Die Entwicklung derselben Funktion im Ringgebiet $0 < |z-a| < |b-a|$ lautet hingegen:

$$\frac{1}{(z-a)(z-b)} = \frac{1}{z-a} \cdot \frac{1}{(z-a)-(b-a)}$$

$$= \frac{1}{(z-a)(b-a)} \cdot \frac{1}{\frac{z-a}{b-a} - 1}$$

$$= \frac{1}{a-b} \cdot \frac{1}{z-a}\left(1 + \frac{z-a}{b-a} + \frac{(z-a)^2}{(b-a)^2} + \ldots\right)$$

(→ Reihenentwicklung, Beispiel 1)

$$= \frac{1}{a-b} \cdot \left(\frac{1}{z-a} + \frac{1}{b-a} + \frac{1}{(b-a)^2}(z-a) + \frac{1}{(b-a)^3}(z-a)^2 + \ldots\right)$$

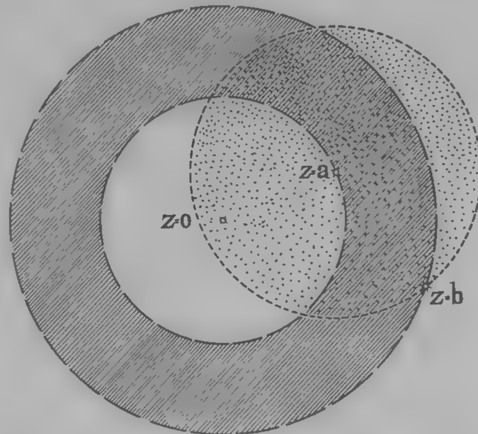


Bild 2. Ringgebiete der Laurententwicklung für $z_0 = 0$ (Beispiel a); schraffiert) und für $z_0 = a$ (Beispiel b); punktiert) einer Funktion mit den isolierten Singuläritäten $z = a$ und $z = b$.

Die Laurentreihe besteht also aus einem aufsteigenden Teil der Potenzen von $(z-z_0)$ und einem absteigenden Teil, dem sog. Hauptteil. Der Koeffizient der ersten negativen Potenz von $(z-z_0)$ ist

$$a_{-1} = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{f(t)}{(t-z_0)^0}\, dt = \frac{1}{2\pi i} \oint_C f(t)\, dt .$$

Er heißt das »Residuum« von $f(z)$ in z_0. Da in der Praxis die Koeffizienten a_ν der Laurentreihe meist nicht durch die oben angegebene Integralformel, sondern auf elementare Art bestimmt werden (vgl. die Beispiele!), läßt sich die Kenntnis des Residuums im »Residuensatz« für Integrationen ausnutzen: Er besagt: Ist C ein geschlossener doppelpunktfreier Weg, in dessen Innern nur endlich viele singuläre Stellen der Funktion $f(z)$ liegen, dann ist

$$\oint_C f(t)\, dt = 2\pi i \text{ mal die Summe der Residuen}$$

von $f(z)$ in den von C umschlossenen singulären Stellen.

Befinden sich innerhalb C keine Singularitäten, so ist das Residuum Null und der Residuensatz geht in den Cauchyschen Integralsatz über.

Besondere Beachtung verdient der Zusammenhang zwischen der Art der Singularität und der Form der Laurentreihe: Die singuläre Stelle ist ein Pol genau dann, wenn der Hauptteil der Laurentreihe nur endlich viele (aber mindestens ein Glied) hat, sie ist eine wesentlich singuläre Stelle, wenn der Hauptteil unendlich viele Glieder hat. Zum Beispiel hat die Funktion

$$f(z) = \frac{1}{(z-a)(z-b)}$$

nach Beispiel b) bei $z = a$ einen Pol 1. Ordnung (entsprechend bei $z = b$), während hingegen (→ Reihenentwicklung, Beispiel 2)

$$f(z) = e^{\frac{1}{z}} = 1 + \frac{1}{z} + \frac{1}{2!\, z^2} + \frac{1}{3!\, z^3} + \dots$$

in $z = 0$ wesentlich singulär ist. Es zeigt sich, daß eine rationale Funktion nur Pole haben kann, und zwar die Nullstellen des Nenners (und evtl. $z = \infty$). Bei Annäherung an einen Pol geht der Funktionswert gegen ∞, während bei Annäherung an eine wesentlich singuläre Stelle über das Verhalten der Funktion keine allgemeinen Aussagen gemacht werden können.

Literatur: Knopp, Funktionentheorie, 2 Bde., 11. Aufl. 1964; Elemente der Funktionentheorie, 6. Aufl. 1963 — Kneser, Funktionentheorie, 2. Aufl. 1966 — Behnke und Sommer, Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 3. Aufl. 1965.

Gerber

komplexe Schwingung → Fourier-Transformation.

komplexe Umkehrformel → Laplace-Transformation.

komplexer Leitwert wird die Größe $\underline{Y} = G + jB = Y e^{j\varphi'}$ genannt. Daher $|\underline{Y}| = Y$ und $\tan \varphi' = B/G$. Wenn $Y = 1/Z$ ist, dann ist $\varphi' = -\varphi$ und $Y = 1/Z$, Wechselstromgrößen.

komplexer Widerstand wird die Größe $\underline{Z} = R + jX = Z e^{j\varphi}$ genannt, wobei j Einheit der imaginären Zahlen. Daher $|\underline{Z}| = Z$ und $\tan \varphi = X/R$, Wechselstromgrößen.

Komponenten eines Vektors → Vektoren und Skalare.

Kompression → Dynamikregelung.

Kondensatoren dienen der Herstellung elektrischer Ladungen und Felder und finden praktische Anwendung z. B. in der Impuls-, Störschutz-, Filter- und Kopplungstechnik (→ Kapazität).

Bauarten:

1. Festkondensatoren:

1.1. Papier-Kondensatoren (Lit. [1]) mit einem Dielektrikum aus imprägniertem Papier und Belägen aus Metallfolien.

Hinsichtlich der Verbindung zwischen den Kondensatoranschlüssen und den Kondensatorbelägen werden unterschieden: Kondensatoren in Druckkontaktausführung, Kondensatoren in kontaktsicherer Ausführung, Kondensatoren in dämpfungsarmer Ausführung.

Metallpapier (MP)-Kondensatoren (Lit. [2]) sind Kondensatoren mit dünnen, auf Papier aufgedampften Metallbelägen und imprägniertem Papier als Dielektrikum.

Bei diesen darf eine bestimmte Anzahl von selbstheilenden Durchschlägen auftreten.

MPI-Kondensatoren: Bei diesen dürfen unter den zulässigen Betriebsbedingungen praktisch keine Durchschläge auftreten.

1.2. Kunststoffolien-Kondensatoren (Lit.[3]) enthalten Kunststoffolien (K) als Dielektrikum und Metallfolien als Beläge.

Hinsichtlich des Dielektrikums werden unterschieden: KT-Kondensatoren mit Folien aus Polyterephthalsäureester (T) (z. B. Hostaphan, Melinex, Mylar), KC-Kondensatoren mit Folien aus Polycarbonat (C), KS-Kondensatoren mit Folien aus Polystyrol (S) (z. B. Styroflex).

Kunststoffolien-Kondensatoren mit metallisierter (M) Kunststoffolie sind selbstheilend. Bei Durchschlägen verdampfen die Metallbeläge in der Umgebung der Durchschlagstelle, so daß diese isoliert wird. Eine zusätzliche Energiezufuhr von außen ist zum Selbstheilen nicht notwendig.

MKT-Kondensatoren haben eine metallisierte (M) Kunststoffolie aus Polyterephthalsäureester (z. B. Hostaphan, Mylar), MKC-Kondensatoren haben eine metallisierte Kunststoffolie aus Polycarbonat. Hinsichtlich der Eigenschaften werden unterschieden: Kondensatoren, bei denen unter den zulässigen Betriebsbedingungen und Prüfbedingungen eine Anzahl von Durchschlägen auftreten darf und Kondensatoren, bei denen während der Dauerspannungsprüfung kein Durchschlag auftreten darf (MKT-I oder MKC-I-Kondensatoren).

1.3. Elektrolyt-Kondensatoren (Lit. [4]) haben ein Dielektrikum (z. B. Oxidschicht), dessen eine Seite fest an einer Metallschicht, dessen andere Seite an einem Elektrolyten anliegt.

Hinsichtlich des Dielektrikums werden unterschieden: Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren, deren Anoden aus Aluminium bestehen. Tantal-Elektrolyt-Kondensatoren, deren Anoden aus Tantal bestehen.

Hinsichtlich der Polarität werden unterschieden: Gepolte Elektrolyt-Kondensatoren, die so angeordnete Dielektrikumschichten enthalten, daß der Strom nur in einer Richtung gesperrt wird. Ungepolte Elektrolyt-Kondensatoren, die so angeordnete Dielektrikumschichten enthalten, daß der Strom in beiden Richtungen gesperrt wird.

Hinsichtlich der Anoden werden unterschieden: Elektrolyt-Kondensatoren mit glatten Anoden, Elektrolyt-Kondensatoren mit rauhen Anoden, die durch Anrauhen eine vergrößerte Oberfläche haben.

Sinteranoden und fester Elektrolyt bei Tantal-Elektrolyt-Kondensatoren. Sinteranoden sind aus Tantalpulver hergestellte poröse Körper. Ein fester Elektrolyt ist im Betriebstemperaturbereich ein fester Körper, der die Oxydschicht auf der Anodenoberfläche kontaktiert.

Bei Tantal-Elektrolyt-Kondensatoren unterscheidet man folgende Bauarten:

Bauart SF: mit Sinteranode und festem Elektrolyten,

Bauart S: mit Sinteranode und flüssigem Elektrolyten,

Bauart F: mit Folienelektroden und flüssigem Elektrolyten.

Elektrolyt-Kondensatoren werden nach ihrer Anwendung und den an sie gestellten Anforderungen eingeteilt in:

Kondensatoren für erhöhte Anforderungen (Typ I), Glättungs- und Kopplungskondensatoren sowie Kondensatoren zum Ableiten von Nieder- und Hochfrequenzströmen (Typ I A),

Kondensatoren für häufiges Laden und Entladen mit erhöhten Anforderungen an die zeitliche Kapazitätskonstanz, z. B. für Relaisschaltungen zum Einhalten von Zeitbedingungen (Typ I B),

Kondensatoren für gewöhnliche Anforderungen (Typ II).

1.4. Keramik-Kondensatoren (Lit. [5]) mit keramischen Werkstoffen als Dielektrium.

Keramik-Kondensatoren Typ I (NDK), bei denen geringe Verluste und große Konstanz der Kapazität wesentlich sind.

Keramik-Kondensatoren Typ II (HDK), bei denen geringe Verluste oder große Konstanz der Kapazität von untergeordneter Bedeutung sind.

Keramik-Kondensatoren mit verstärkter Umhüllung haben erhöhte Spannungsfestigkeit gegen die Umgebung und verstärkte mechanische Stabilität und, sofern sie imprägniert sind, verbesserte Feuchtebeständigkeit.

1.5. Glimmer-Kondensatoren (Lit. [6]) bestehen aus Glimmerblättern als Dielektrikum und Belägen aus direkt auf dem Glimmerblatt haftenden leitenden Schichten oder sinngemäß angeordneten Metallfolien.

Es sind Kondensatoren für erhöhte Anforderungen.

2. Trimmerkondensatoren (Lit. [7]) sind einstellbare Kondensatoren mit Luft-, Keramik-, Glas- oder organischen Stoffen als Dielektrikum. Sie werden meist zur einmaligen Einstellung des Kapazitätswertes verwendet.

Praktische Ausführungsformen zu 1:

Wickel-K., Zylinder-K., Topf-K., Scheiben-K., Hütchen-K. und Halm-K.

2.1. Drehkondensatoren (veränderbare Kondensatoren) gestatten laufend eine Veränderung der Kapazität während des Betriebes (z. B. bei der Abstimmung von Funkgeräten). Je nach Plattenform kann man eine lineare Abhängigkeit vom Drehwinkel für die Kapazität, die Wellenlänge und die Frequenz erreichen (Lit. [8]).

Literatur: [1] DIN 41140 N 10/65 und E 11/68 [2] DIN 41180 V 1/69 [3] DIN 41380 Bl. 1 V 9/68, Bl. 2 V 9 68, Bl. 3 V 9/68 DIN 44110 Bl. 1 V 1 69, Bl. 2 V 3/69 [4] DIN 41230 N 7/65, DIN 41240 N 2/64, DIN 44350 N 10 66 [5] DIN 41920 N 2/65, DIN 41940 V 5/68 [6] DIN 41120 V 69 [7] DIN 41950 N 2/60 [8] O. Zinke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1965.

Pfeiffer

Kondensatorentladung: Vorgang des zeitlichen Abbaues der auf den beiden Elektroden des Kondensators liegenden elektrischen Ladungen durch einen elektrischen Leitungsstrom. Die Stromstärke der Entladung ist

$$I = -\frac{\mathrm{d}Q_+}{\mathrm{d}t},$$

wobei Q_+ die positive Ladung bedeutet. Findet z. B. die Entladung eines Kondensators der Kapazität C durch einen Stromleiter mit dem Widerstande R statt, so ist der zeitliche Verlauf der Ladung

$$\frac{Q(t)}{Q_0} = \mathrm{e}^{\quad t/RC},$$

wenn Q_0 der für den Anfangszeitpunkt $t = 0$ der Entladung bestehende Wert der Ladung ist. $RC = T$ wird die elektrische Zeitkonstante des Stromkreises genannt.

Kondensatorleitung, veralteter Ausdruck für eine Kette aus Hochpaßgrundgliedern, → Vierpoltheorie 3.5.

Kondensatorzahlengeber. Bei → Zahlengebern mit dekadisch aufgeladenen Kondensatoren lassen sich zwei Arten der Ausspeicherung anwenden. Eine

davon beruht auf dem Kompensationsprinzip. Hier werden die einzelnen Ziffern der Wählinformation in Kondensatoren gespeichert, deren Ladespannung beim Drücken der Tasten einem Spannungsteiler entnommen wird. Dieser unterteilt z. B. die 60-V-Betriebsspannung in zehn Stufen zu je 6 V. Das Umsetzen der kennzeichnenden Kondensatorladung in eine Serienimpulsgabe geschieht in der Weise, daß gleichzeitig mit jedem ausgesendeten Impuls eine stufenweise ansteigende Gegenspannung in Reihe zum Speicherkondensator geschaltet wird. Die Spannung des Speicherkondensators wird dadurch nach einem oder mehreren Impulsen kompensiert, bis bei Übereinstimmung der beiden Spannungen ein Indikator die Beendigung der Impulsgabe bewirkt.

Bei der Ausspeicherart nach dem Schöpfprinzip wird zu den dekadisch ausgenutzten Kondensatoren ein Vergleichskondensator in Reihe geschaltet. Diesem entnimmt ein Schöpfkondensator so oft eine bestimmte Teilladung, bis die Spannungen an Vergleichs- und Speicherkondensator übereinstimmen. Damit ist das Kennzeichen für die Beendigung der Impulsreihe gegeben. Bei Kondensator-Zahlengebern mit binärer Speicherung werden nur die beiden Ladungszustände »geladen« und »entladen« benutzt. Mit Hilfe von vier Kondensatoren werden die einzelnen Dezimalziffern codiert gespeichert. Im Gegensatz zum Prinzip der dekadisch ausgenutzten Kondensatoren müssen bei diesem Verfahren noch weitere Mittel zum Codieren und Decodieren aufgewendet werden. Damit lassen sich die Ladungszustände der Speicherkondensatoren z. B. durch ein stromempfindliches Relais auswerten. Schwankungen der Betriebsspannung haben auf die binäre Speicherung nur einen geringen Einfluß. Für jede zu speichernde Ziffer genügen drei statt vier Kondensatoren, wenn zum Unterscheiden der Ladungen die Polarität mit herangezogen wird. In diesem Fall übernimmt z. B. ein polarisiertes Relais die Auswertung.

Literatur: W. Esser, Zahlengeber für Fernsprechvermittlungen. Siemens-Zeitschrift, Bd. 39 (1965), S. 44 — W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Gänsler

Konduktanz → Wechselstromgrößen.

Konferenznetz → Knotennetz.

Konferenzschaltung (Fernschreibtechnik). Die Technik der Konferenzschaltungen ist ein Teil der → Sammelverbindungstechnik. Sie gestatten einer kleineren Gruppe von Teilnehmern (meist 5), untereinander Nachrichten auszutauschen, was in der Regel nur nach jeweiliger Aufforderung vor sich geht. K. sind bei allen Arten von Vermittlungseinrichtungen möglich (handbedienten, halb- und vollautomatischen). → Sammelverbindungen.

Literatur: F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 1. Teil. Verlag E. Herzog, Goslar 1962.

Königswasser entsteht beim Vermischen von 3 Raumteilen konzentrierter Salzsäure mit 1 Raumteil konzentrierter Salpetersäure als dunkelgelbe Flüssigkeit, die beim Erwärmen Chlor entwickelt. K. löst fast alle Metalle, sogar Gold, den »König der Metalle«.

Königswusterhausen. Hauptfunkstelle, in den Jahren 1914—1915 erbaut, arbeitete bis 1945.

konjugierte Wegesuche. Weitspannendes Wegesuchverfahren, bei dem kein Stück des Weges belegt wird, bevor nicht ein vollständig freier Verbindungspfad durch die Zwischenleitungsanordnung festliegt. → Wegesuche.

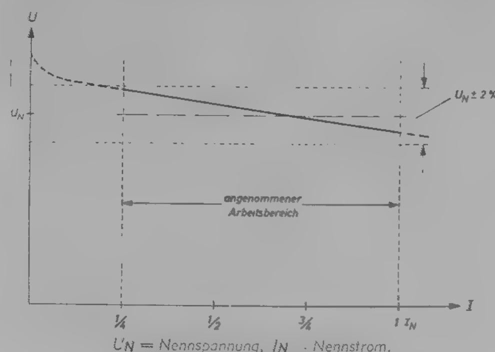
Konjunktion (UND-Funktion) → Funktionen der Schaltalgebra.

Konsonanten. Sprechlaute lassen sich in verschiedener Weise klassifizieren. Die älteste Einteilung ist die in Selbstlaute (→ Vokale) und in Mitlaute (→ Konsonanten). Vokale sind sog. Öffnungslaute, bei deren Erzeugung die Stimmlippen des → Artikulationssystems zu Schwingungen angeregt werden, aber kein Strömungsgeräusch entsteht. Alle übrigen Laute heißen Konsonanten. Sie lassen sich nach den an ihrer Entstehung wesentlich beteiligten Organen des Artikulationssystems in Untergruppen gliedern z. B. in Zungenlaute (Labiale), Zahnlaute (Dentale), Gaumensegellaute (Gutturale), Nasenlaute (Nasale), Hauchlaute (Aspirata) u. a. In der moderneren Phonetik wird der Begriff Konsonant nur noch selten verwendet. Man teilt die durch besondere Lautschriftzeichen erfaßbaren Sprechlaute zweckmäßig in zwei Hauptgruppen, in stimmhafte und stimmlose Laute, und in mehrere Untergruppen ein.

Konstantan ist eine Legierung von Kupfer mit 42—45% Nickel. Sie dient wegen ihres niedrigen Temperaturkoeffizienten zur Herstellung elektrischer Widerstände in Drahtform.

Literatur: Hütte IV B (unter Baustoffe und Bauelemente, Widerstände, u. a. S. 374) Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin und München.

Konstantspannungskennlinie eines Gleichrichtergerätes zeigt in einem festgelegten Strombereich keine größeren Abweichungen als ±2% von der Nenn-

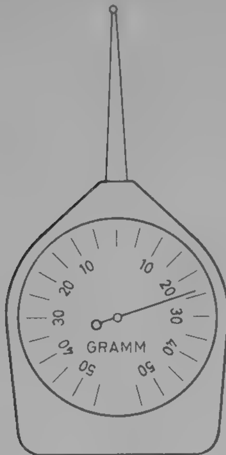


Konstantspannungskennlinie eines Gleichrichtergerätes.

gleichspannung. Dieses wird durch Steuerung oder Regelung erreicht, wobei äußere Störeinflüsse, wie z. B. schwankende Netzspannung, Netzfrequenz, Temperatur, weitestgehend ausgeglichen werden. K. laufen zweckmäßig nicht genau parallel zur Abszisse, sondern sollten eine leicht fallende Tendenz, z. B. um 1‰, aufweisen. Dadurch ist jedem Stromwert eine genau festgelegte Spannung zugeordnet, so daß das Gerät nicht zum Pendeln neigt. Das Bild zeigt die K. eines Gleichrichtergerätes.

Konstantstromspeisung → Seekabelspeisung.

Kontaktfederwaage ist ein Feinmeßgerät zum Messen der → Auflagekraft oder Kontaktkraft an Relaisfedern und mechanischen Wählerbauteilen. Sie wird außer in Werkstätten für das Unterhalten der technischen Einrichtungen (→ Instandhalten, → Instandsetzen, technisches Überprüfen) verwendet. Die K. mißt die Federkraft durch Erzeugen einer Gegenkraft mit dem Fühler, bis sich die Feder über das Druckelement von der Unterlage abhebt. Ein Maximalzeiger (Schleppzeiger) erleichtert das Ablesen.



Kontaktfederwaage in Uhrform mit Kugelfühler.

Kontaktfehlersuchgerät. Tragbares Gerät zum Auffinden erschütterungsempfindlicher Kontakte in Nachrichten-Übertragungseinrichtungen, Eingrenzen von Störungen, die z. B. durch mangelhafte Lötstellen, Masse- oder Berührungsschlüsse an Bauteilen oder Leitungen, schlechte Kontaktgabe an Schaltern, Relais usw. verursacht werden. Das Kontaktfehlersuchgerät enthält meist einen frequenzumschaltbaren Oszillator als Sender und ein Empfangsteil mit Verstärker, Demodulator und Höreinrichtung. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß ein fehlerhafter Kontakt bei Erschütterung sprunghafte Widerstandsänderungen hervorruft und dadurch die übertragene Wechselspannung amplitudenmoduliert. Nach Demodulation und Verstärkung werden die Spannungssprünge von einem Lautsprecher hörbar gemacht oder einem Instrument angezeigt. Die Fehlerquelle wird durch systematisches Abklopfen des Prüfobjektes eingegrenzt. Die Ansprechgrenze liegt bei Pegelsprüngen von etwa 1 mNp (0,01 dB). Nach dem gleichen Prinzip arbeitet auch ein Gerät zur Prüfung von Meßschnüren und Wählerlitzen (Litzenprüfgerät).

Literatur: K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik (1962), 2. Teilband, S. 638—640 — H. Ruhle, Prüfung von Geräten der Weitverkehrstechnik mit dem Kontaktfehlersuchgerät. Fernmeldepraxis, Bd. 41 (1964), H. 15.

Manfreda

Kontaktfeilen besitzen eine sehr fein geriffelte bzw. aufgerauhte, gehärtete oder mit Diamantstaub versehene Oberfläche. Weil K. die Oberfläche der Kontakte stark angreifen, tiefe Riefen hinterlassen, in denen sich Fremdkörper ansammeln, und außerdem sehr leicht nicht mehr auszubessernde Verformungen entstehen, ist deren Verwendung im Bereich der Fernmeldetechnik untersagt.

Kontaktkorrosion → Korrosion.

Kontaktnietwerkzeug wird zum Fertigen von Kontakten und zum Abscheren und Ausdrücken von Kontaktnieten benutzt. Es besteht aus einem Griffstück für die Aufnahme der Niet- oder Abschereinsätze und einer Nietausdrückzange. Die Nietpfannen der Nieteinsätze sind entsprechend den verschiedenen Nietkopfformen für Einfach- und Doppelkuppen-Kontakte eingerichtet. Die Einsätze sind austauschbar. Die Nietausdrückzange hat die Form einer Drahtzange, deren Schnabel besonders ausgebildet ist.

Kontaktreiniger → Reinigungsstäbchen.

Kontaktspannung → Austrittspotentialminimum.

Kontaktspiegel dient bei schlechter Beleuchtung zur Untersuchung schwer zugänglicher Bauteile und zur Ermittlung ihrer Beschriftung. Er besteht aus einem isolierten Stab, an dessen einem Ende sich ein leicht gewinkelt angebrachter runder, konkaver Spiegel von etwa 2 cm Durchmesser befindet. Bei einer verbesserten Ausführung ist der Isolierstab durch einen besonders behandelten Plexiglasstab ersetzt. Durch diesen wird mit einer Taschenlampe gebündeltes Licht gesandt, das an der Spitze des Plexiglasstabes austritt und von dem Spiegel auf das zu betrachtende Objekt reflektiert wird. Damit ist in jedem Fall eine gute Beleuchtung des zu untersuchenden Teiles gewährleistet.

Kontaktverfahren. Berühren des zu überziehenden Gegenstandes beim Tauchverfahren mit einem Metall, das unedler als das Überzugs- und Grundmetall ist, um die Abscheidung auf dem zu überziehenden Metall zu erzwingen.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Kontaktwerkstoffe. Für K., wie sie in der Fernmeldetechnik Anwendung finden, hat man eine Ziffernkennzeichnung eingeführt:

KW 11 =	90	Teile Platin,	10	Teile Iridium
KW 12 =	75	„ „ ,	25	„ „
KW 14 =	95	„ „ ,	5	„ Wolfram
KW 21 =	95	„ Gold,	5	„ Nickel
KW 31 =	30	„ Palladium,	70	„ Silber
KW 32 =	85	„ „ ,	15	„ Kupfer
KW 40 =	100	„ Wolfram		
KW 50 =	100	„ Silber		

Entwurf für eine neue FTZ-Norm

Kontaktwerkstoff Kurzzeich. (KW Nr.)	anzuwenden bei Lastfall[1])	Kopfform n. DIN 46 240 bei Kopfgröße Durchmesser × Höhe in mm 2 × 0,6	2 × 2,5	1,3 × 0,3	1,3 × 0,6	Auflagedicke auf Trägerwerkstoff Ag b. Kopfhöhe[2]) = 0,6 mm	0,3 mm	Kennzeichen bei Kopfgröße = 2 × 0,6	1,3 × 0,3 1,3 × 0,6
Pt/W 5 (KW 14)	60 V/0,1 ... 1 A; 24 V/2 A anstelle von KW 40 bei besonderen chemischen Einflüssen tropenfest	D	B	A	B	0,3	0,15	4 Kerben	—
Au/Ni 5 (KW 21)	Alle Sprech- und Meßstromkreise v. 1 mA ... 100 mA überall, wo keine Frittung	A	B	A	B	0,3	0,15[3])	3 Kerben	—
Pd/Ag 70 (KW 31)	alle Sprechstromkreise mit Frittung	A	B	A	B	0,3	0,15	5 Flächen	—
Pd/Ag 50 (KW 33)	220 V/10 mA 24 V/5 A	D	B	A	B	0,3	0,15	3 Flächen	—
W (KW 40)	60 V/0, 1 A ... 1 A; 24 V/5 A nicht tropenfest	D	—	—	—	0,3	—	—	—
Ag (KW 50)	Signalkreise; 60 V/1 mA ... 300 mA; 12 V/5 A	A	B	A	B	—	—	—	—

[1]) Die angegebenen Lastfälle sind Leitwerte. Bei darüber hinausgehenden Belastungen ist der geeignete Kontaktwerkstoff durch Versuche festzustellen.

[2]) Bis Schaftlänge 1,5 mm sind bei Kopfhöhe = 0,6 mm nur plattierte Niete, darüber hinaus plattierte und massive vorzusehen. Massive sind nur einzusetzen, wenn der Kontaktwerkstoff beidseitig auf der Kontaktfeder gefordert wird. Bei Pd Ag 70 wird die Verwendung plattierter oder massiver Kontaktniete wegen der wechselnden Preissituation freigestellt.

[3]) Eine Au-plattierte Schicht unmittelbar auf dem Trägerwerkstoff Ag ist wegen der Gefahr des Überwanderns von Ag_2S nach Möglichkeit zu vermeiden.

Über die Anwendungsbereiche und über die Belastbarkeit der K. gibt die Tabelle Aufschluß.

Literatur: FTZ-Norm 371 1 TV 1, Okt. 1961.

Kontinuitätsgleichung. Aus der ersten Maxwellschen Feldgleichung (→ Feldgleichungen, Maxwellsche) abgeleitete Gleichung

$$\operatorname{div} \boldsymbol{G} + \frac{\partial \varrho}{\partial t} = 0,$$

wo $\boldsymbol{G}$ der Vektor der Leitungsstromdichte und ϱ die elektr. Raumladungsdichte. Die K. beschreibt die Kontinuität der elektrischen Strömung und besagt, daß der Verschiebungsstrom gleichsam die Fortsetzung des Leitungsstromes darstellt (→ elektrische Größen), d. h., daß der Vektor der elektrischen Stromdichte $\boldsymbol{G}$ nur bei Vernachlässigung des Verschiebungsstromes ein quellenfreies Feld beschreibt. Die K. stellt somit eine Erweiterung des ersten Kirchhoffschen Satzes (Knotenpunktsregel) dar, der nur für den Leitungsstrom Gültigkeit hat.

Kontrahierungszwang → Zulassungszwang.

Kontrast → Bildgüte, → Fernsehen 2.

Kontrollfrage im handvermittelten Ferndienst. Die → Vermittlungskräfte treten während eines Gesprächs in der Regel nicht in die bestehende Verbindung ein; sie schalten sich kurzzeitig nur etwa alle 6 min hochohmig an (Schalter in Mithörstellung), um sich davon zu überzeugen, daß noch gesprochen wird. Diese Tatsache wird auf den Gesprächsblättern (→ Einheitsgesprächsblätter) vermerkt. Nur dann, wenn sie wahrnehmen, daß nicht mehr gesprochen wird, und in jedem Falle nach dem Aufleuchten des Schlußzeichens stellen sie die K.: »Sprechen Sie noch?«

Kontrollgerät zur Amtslehre → Amtslehre.

Konusantenne → Breitbandantenne.

Konvektionsstrom. Strom, verursacht durch bewegte elektrische Ladungen. → elektrische Größen.

Konvergenzsystem → Farbbildwiedergaberöhre.

Konversionskoeffizient → ionosphärische Brechung.

Konverter → Eisen.

Konvertkupfer → Kupfer.

Konzentration ist der Quotient aus der Verkehrsmenge in der Hauptverkehrsstunde und der Verkehrsmenge des ganzen Tages. Die K. des Fernsprechverkehrs auf die Hauptverkehrsstunde beträgt im Orts- und Selbstwählferndienst 10 bis 13%. Im Auslandsverkehr ist, wegen der Zeitverschiebung der Ortszeiten von Ursprungs- und Zielland, die Konzentration des Verkehrs auf die Hauptverkehrsstunde größer, z. B. zwischen der Bundesrepublik und den USA 17% (→ Telexverkehr).

Konzentrationselement → Korrosion.

Konzentrationsschaltung stellt eine Schaltungsanordnung zur Zusammenfassung von Verkehrsmengen oder technischen Einrichtungen dar. Beim Fernsprechauftragsdienst (FeAD) werden während der Hauptverkehrsstunden die FeAD-Bescheidleitungen zu den Platzgruppen geleitet, bei denen sich die entsprechenden Karteien befinden. In betriebsschwachen Zeiten können die FeAD-Bescheidleitungen der verschiedenen Platzgruppen mit einer K. an einer Platzgruppe zusammengefaßt werden. Bei FeAD-Stellen mit max. 2 Platzgruppen wird die K. in Abhängigkeit von den gesteckten Sprechgarnituren gesteuert, bei größeren Stellen die K. mit Tasten vom Aufsichtsplatz aus.

Konzentratoranlagen. Seit geraumer Zeit bekannt und praktisch bewährt. Sinn dieser Vermittlungseinrichtungen ist die Zusammenfassung vieler Außenstellen — meist nur Sendestellen — auf wenige Empfangsapparate der Zentrale zum Zwecke der Apparateinsparung. Bei den ehemals im Dienstbetrieb der DBP verwendeten zusammenfassenden Einrichtungen wurden mehrere schwach belastete Telegrafenleitungen auf wenige Abfrageapparate in den Telegrafenämtern geschaltet, wodurch sich erhebliche Ersparnisse auf dem Apparatsektor ergaben. Die entsprechende Technik war für den zweiseitigen Verbindungsaufbau bestimmt. In einem modernen Konzentratornetz ist der Verbindungsaufbau nur von den Außenstellen zur Zentrale möglich, was eine Vereinfachung der Technik zur Folge hat.

Literatur: F. Schiweck, Sondertechnik in Fernschreibnetzen. Jb. d. el. Fernmeldewesens 1965.

Koordinatenschalter. Koordinatenschalter werden u. a. in der Ortsvermittlungstechnik in → Schalterendvermittlungsstellen anstelle von Dreh- und Hebdrehwählern verwendet (Bild 1). Sie sind mit Edelmetallkontakten versehen und arbeiten ohne Stoßklinken nahezu erschütterungsfrei, da die Anker wie bei Relais nur einfache Kippbewegungen ausführen. Koordinatenschalter der Bauform KS 53 besitzen 17 senkrecht angeordnete Brücken, die jeweils einem Wähler entsprechen, und 15 als Stangen bezeichnete waagerecht liegende Einstellglieder. Jede Stange trägt 17 Markierfedern und kann durch 2 Stangenmagnete in 2 Betätigungsstellungen geschwenkt werden. Dabei werden die Markierfedern so eingestellt, daß bei Erregung eines Brückenmagneten die Feder, die sich im Kreuzungspunkt Brücke–Stange befindet, vom Brückenanker gegen einen Steg gedrückt wird, der dann 8 Kontakte betätigt. Nach Abschalten des Stangenmagneten wird die Stange von einer Feder

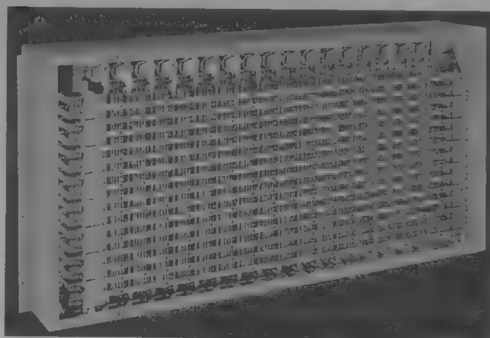


Bild 1. Koordinatenschalter KS 53.

in die Ruhelage zurückgestellt. Die eingeklemmte Markierfeder folgt dieser Bewegung nicht, sie wird erst beim Abfall des Brückenankers freigegeben, wobei sich gleichzeitig die Kontakte wieder öffnen. Von jeder Brücke können bei 8adriger Durchschaltung 30, bei 4adriger Durchschaltung 56 Ausgänge erreicht

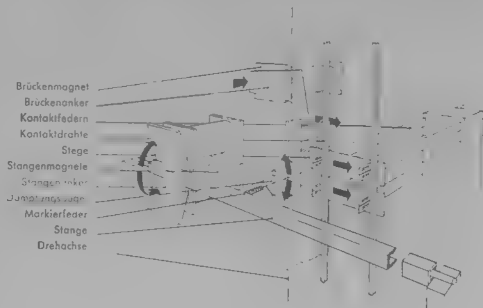


Bild 2. Schema eines Koordinatenschalters.

werden (Bild 2). Da die Einstellglieder allen 17 Brükken eines Schalters zugeordnet sind, kann zu einem Zeitpunkt nur eine Einstellung erfolgen. Dies wird durch eine besondere Schaltung sichergestellt. *Remer*

Koordinatensystem. Das K. hat den Zweck, die Lage von Punkten in Flächen und im Raum eindeutig festzulegen. Ein wichtiges Kennzeichen des K. ist sein Drehungssinn. Positiver Drehungssinn um eine Achse oder positiver Umlaufsinn um eine berandete Fläche (auch positive Orientierung der Fläche) liegt dann vor, wenn der Rand der Fläche so durchlaufen wird, daß dabei das Innere des Flächenstücks zur Linken bleibt. In diesem Sinne ist z. B. die Drehung des Uhrzeigers negativ, während die Winkelmessung im positiven Drehungssinn vorgenommen wird. — Die für die Praxis wichtigsten K. sind

In der Ebene: 1. Das rechtwinklige kartesische K.: Zwei gleichmäßig geteilte Zahlengeraden, die Abszissenachse (= x-Achse) und die Ordinatenachse (= y-Achse) schneiden sich rechtwinklig im Ursprung 0 (0/0) des K. Jedem Punkt der Ebene entspricht eindeutig ein Zahlenpaar (x/y), die Koordinaten des Punktes. Die Achsen werden i. allg. so gewählt, daß sie ein Rechtssystem bilden. Das ist der Fall, wenn die Drehung um 90°, welche den positiven Teil der x-Achse auf dem kürzesten Wege in den positiven Teil der y-Achse überführt, positiv ist (Bild 1). Ein Linkssystem liegt dann vor, wenn diese Drehung negativ ist.

2. Polarkoordinaten: Jeder Punkt P wird dargestellt durch ein Zahlenpaar (r, φ), wobei r die Entfernung des Punktes P vom Ursprung 0 ist und φ der Winkel, den der von 0 nach P weisende → Vektor (der sog. Radiusvektor) mit der positiven Richtung

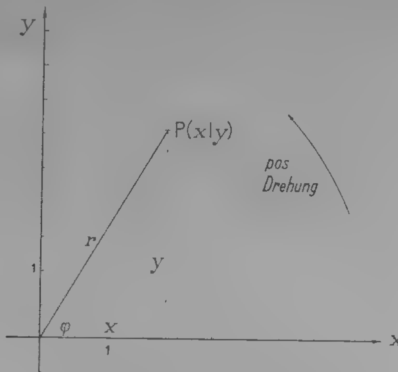


Bild 1. Ebene Koordinatensysteme.

der x-Achse einschließt. φ ist positiv, wenn die Drehung, die die positive x-Achse in die Richtung des Radiusvektors überführt, positiv ist. — Zwischen 1. und 2. gelten die Beziehungen $r^2 = x^2 + y^2$ und $\tan \varphi = \frac{y}{x}$ (Bild 1).

Im Raum: 1. Das rechtwinklige kartesische K.: Drei zueinander paarweise senkrechte Zahlengeraden, die x-, y- und z-Achse, schneiden sich im Ursprung 0 (0/0) so, daß sie ein räumliches Rechtssystem bilden: Man denke sich eine Person auf der x-y-Ebene so stehend, daß der Kopf in Richtung der positiven z-Achse weist. Erscheint dieser Person das K. der x-y-Ebene als Rechtssystem, dann heißt auch das räumliche x-y-z-K. ein Rechtssystem. (Bild 2).

2. Zylinderkoordinaten (Bild 2) werden gebraucht für die Darstellung räumlicher achsensymmetrischer Vorgänge (z. B. → Wellengleichung). Im K. 1. wird die z-Koordinate beibehalten, während in der x-y-Ebene Polark. eingeführt werden. Jeder Punkt P ist somit eindeutig festgelegt durch ein Zahlentripel (r, φ, z), wobei gilt

$$x = r \cos \varphi$$
$$y = r \sin \varphi$$
$$z = z.$$

3. Kugelkoordinaten (Bild 2) werden gebraucht für die Darstellung kugelsymmetrischer Vorgänge. Im K. 2. wird die z-Koordinate ausgedrückt durch den

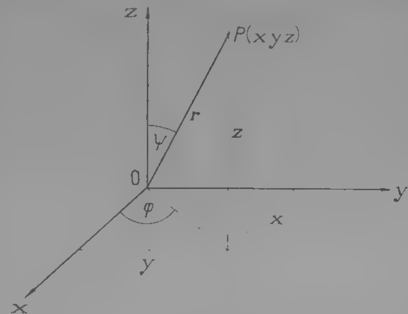


Bild 2. Räumliche Koordinatensysteme.

Winkel ψ, den der von O nach P weisende Radiusvektor mit der positiven Richtung der z-Achse einschließt. Jeder Punkt P ist eindeutig festgelegt durch ein Zahlentripel (r, φ, ψ), wobei gilt

$$x = r \sin \psi \cos \varphi$$
$$y = r \sin \psi \sin \varphi$$
$$z = r \cos \psi.$$

(K. für Vektoren → Vektoren und Skalare; für komplexe Zahlen → Gaußsche Zahlenebene).

Gerber

Koordinationsleitung → Eurovision.

Koordinierungsentfernung ist diejenige Entfernung — gerechnet von einer in Betrieb befindlichen Funkstelle —, innerhalb derer der Einsatz einer anderen Funkstelle des gleichen oder eines anderen Funkdienstes, die auf gleicher oder benachbarter Frequenz betrieben werden soll, auf Verträglichkeit mit der bestehenden Funkbeziehung untersucht werden muß. An Ländergrenzen muß in diesen Fällen eine → Frequenzkoordinierung innerhalb bestimmter → Grenzgebiete durchgeführt werden. Im beweglichen Landfunkdienst treten im allgemeinen Koordinierungsentfernungen von 20, 60 oder 120 km auf, sofern keine ausnehmend hohen Antennen und hohen Leistungen verwendet werden. Bei Erdefunkstellen der Weltraumfunkdienste muß mit Koordinierungsentfernungen von 300 km und mehr gerechnet werden, wegen der sehr hohen Leistungen von Erdefunkstellen einerseits und der besonders empfindlichen Empfangsanlagen andererseits.

Kopfhörer → Fernhörer.

Kopfplan ist der Plan, der die Zuordnung zwischen den Eingängen der Wähler einer Wahlstufe und den ankommenden Leitungen darstellt (s. Bild). K. werden aufgestellt, um eine Übersicht über die Belastung der einzelnen Wählergestellrahmen (Zubringerteilgruppen) zu erhalten. Da die Mischungen am Ausgang einer Wahlstufe im allgemeinen eine annähernd gleichmäßige Belastung der Zubringerteilgruppen voraussetzen, muß sie in etwa ausgeglichen werden.

II. GW-GR / Wähler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	(1) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	(1) 14
2	(1) 28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	(1) 15
3	(1) 29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	(1) 42
4	(1) 56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	(1) 43
5	(1) 57	58	59	60	61	62	63	64	65	(1) 66	(2) 4	3	2	(2) 1
6	(2) 14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	25	26	27	(2) 28
7	(2) 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	32	33	34	(2) 35
8	(2) 42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	53	54	55	(2) 56
9	(2) 43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	60	59	58	(2) 57
10	(3) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	(3) 14
11	(3) 28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	(3) 15
12	(3) 29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	(3) 42
13	(8) 2	(8) 1	(3) 54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	(3) 43
14	(8) 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	(8) 16
15	(4) 12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	(4) 1	(8) 18	(8) 17
16	(4) 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	(4) 26
17	(4) 40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	(4) 27
18	(4) 41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	(4) 54
19	(7) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	(7) 14
20	(6) 4	3	2	(6) 1	(7) 24	23	22	21	20	19	18	17	16	(7) 15
21	(6) 5	6	7	8	9	11	10	12	13	14	15	16	17	(6) 18
22	(5) 1	2	3	4	5	6	7	(5) 8	(6) 24	23	22	21	20	([illegible]) 19
23	(5) 28	27	26	25	24	23	22	21	9	10	11	12	13	(5) 14
24	(5) 29	30	31	32	33	34	35	36	20	19	18	17	16	(5) 15

1. BzKVStW Krefeld 66 Ltgn
2. intern 60 "
3. KVStW Krefeld 54 "
4. Krefeld 2 (Mitte) 54 "
5. Krefeld 3 (Süd) 36 Ltgn
6. Krefeld 4 (Uerdingen) 24 "
7. Krefeld 6 (Mitte) 24 "
8. Krefeld 7 (West) 18 "

336 Ltgn

Kopfplan einer II. Gruppenwählerstufe in einer Orts-Vermittlungsstelle.

Kopieren der Mikrofilme → Mikrofilm f. Fernsprechauskunftszwecke.

Kopierverfahren → Photoätztechnik.

Koppelanordnung ist eine Anordnung von Schaltgliedern, deren Funktion es ist, Eingänge mit Ausgängen zu verbinden.

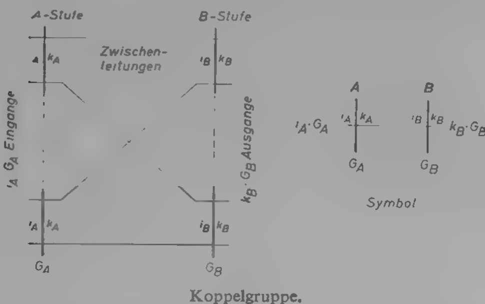
Im allgemeinen können mehrere Verbindungen gleichzeitig in einer Koppelanordnung bestehen.

Eine homogene Koppelanordnung ist eine Koppelanordnung, in der für jede Verbindung zwischen einem Eingang und einem Ausgang die gleiche Anzahl von Koppelpunkten benutzt wird.

Eine inhomogene Koppelanordnung ist eine Koppelanordnung, in der verschiedene Verbindungen zwischen Eingängen und Ausgängen über unterschiedlich viele Koppelpunkte hergestellt werden können.

Koppelfeld ist die übergeordnete Einheit von Koppelgruppen, die nach gruppierungs- und steuerungstechnischen Gesichtspunkten zusammengefaßt sind. Nach ihrer Verwendung werden die K. durch Bestimmungswörter näher bezeichnet, z. B. Registerkoppelfeld, Richtungskoppelfeld usw.

Koppelgruppe. Eine K. ist eine Gruppierungseinheit, in der → Koppelvielfache einer oder mehrerer Koppelstufen zusammengefaßt sind (s. Bild). Die



Koppelgruppe.

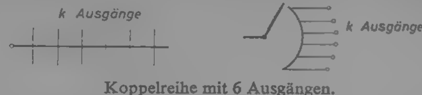
Zwischenleitungen zwischen den Koppelstufen verbleiben dabei ganz innerhalb der K. Je nach ihrer Verwendung werden die K. durch Bestimmungswörter näher bezeichnet; z. B. I. Richtungskoppelgruppe, Mischkoppelgruppe usw.

Koppelnetz. Das K. stellt die Gesamtheit aller Koppelfelder einer Vermittlungsstelle dar.

Koppelpunkt. Jede Verbindung in einer → Koppelanordnung wird durch Schließen eines oder mehrerer Koppelpunkte aufgebaut. Ein Koppelpunkt besteht aus einem Satz von Kontakten oder ähnlichen Schaltmitteln, die gemeinsam betätigt werden und die Sprech- und ggf. die Signaladern der Verbindung durchschalten.

Koppelrahmen → Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung.

Koppelreihe. Sie umfaßt alle direkt von einem Eingang aus erreichbaren Koppelpunkte, wobei jedem → Koppelpunkt ein Ausgang zugeordnet ist (s. Bild).



Koppelreihe mit 6 Ausgängen.

Über eine K. kann immer nur eine Verbindung durchgeschaltet werden. Ein Drehwähler mit z. B. 17 Ausgängen bildet eine Koppelreihe mit 17 Koppelpunkten.

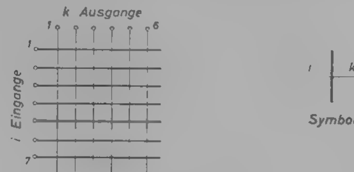
Koppelrelaissatz → Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung.

Koppelstrahler → Antennenelement.

Koppelstufe. In einer homogenen Koppelanordnung verläuft eine Verbindung über einen Weg, der aus in Reihe geschalteten Koppelpunkten besteht. Die einen solchen Weg bildenden Koppelpunkte sind fortlaufend numeriert, beginnend mit dem Koppelpunkt, der den Eingängen der Koppelanordnung am nächsten liegt. Alle Koppelvielfache mit Koppelpunkten, die als n-te Koppelpunkte in derartigen Verbindungswegen verwendet werden, gelten als zur n-ten Koppelstufe gehörig. In mechanischen Wählsystemen ist der Begriff K. gleichbedeutend mit dem Begriff »Wahlstufe«.

Koppelungsübertragung ist eine Einrichtung, die eine Verbindung zwischen zwei verschiedenen Leitungsabschnitten einer bestimmten Technik herstellt. Bei dem Fernsprechauftragsdienst (FeAD) werden die FeAD-Bescheidleitungen hinter dem FeAD-Anrufsucher in derselben oder einer übergeordneten Vermittlungsstelle zusammengefaßt, um damit technische Einrichtungen und Leitungen zu sparen.

Koppelvielfach. Unter K. versteht man mehrere → Koppelreihen, deren Ausgänge vielfach geschaltet sind (s. Bild). Jeder Ausgang einer Koppelreihe ist mit je einem Ausgang aller anderen Koppelreihen verbunden.



Koppelvielfach mit i = 7 Eingängen und k = 6 Ausgängen.

Ein vollständiges Koppelvielfach ist ein Koppelvielfach, in dem für jeden Eingang jeder Ausgang erreichbar ist. Ein unvollständiges Koppelvielfach (Teilkoppelvielfach) ist ein Koppelvielfach, in dem für jeden Eingang nur einige Ausgänge erreichbar sind.

Koppelvorsatz, Baustein der → Verkehrsablauf-Meßeinrichtung.

Koppler. Verbindungsglied, das eine Verbindung zwischen einem Gerät und einem von mehreren gleichartigen Schaltgliedern herstellt. K. werden verwendet zur Anschaltung der Verkehrsablauf-Meßeinrichtung und der Verkehrsbeobachtungseinrichtung an die Wähler oder Leitungen. K. ist auch eine abgekürzte Bezeichnung für → Koppelfeld.

Kopplung ist eine Verbindung oder Anordnung von zwei Systemen derart, daß mechanische oder elektrische Energie von einem System auf das andere übertragen werden kann.

K. zwischen elektrischen Systemen ist vorhanden, wenn durch elektrische Vorgänge in einem Kreis in einem zweiten, unmittelbar benachbarten eine EMK erzeugt wird. Die K. kann galvanisch, induktiv oder kapazitiv sein, je nachdem die Beeinflussung durch einen ohmschen Widerstand oder durch magnetische oder elektrische Kraftlinien zustande kommt. Meist sind mehrere Arten gleichzeitig vorhanden, wobei aber i. allg. eine wesentlich überwiegt.

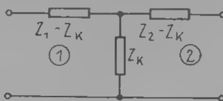


Bild 1. Gekoppelte Kreise mit Kopplungswiderstand.

Haben zwei Kreise mit den Kreiswiderständen Z_1, Z_2 einen gemeinsamen Widerstand Z_K, Bild 1, so heißt Z_K der Kopplungswiderstand, $k = \frac{Z_K}{\sqrt{Z_1 Z_2}}$ der Kopplungsfaktor oder Kopplungsgrad, beim Transformator $Z_K = j\omega M$, $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$. Die an Z_K liegende Spannung ist die Leerlaufspannung des angekoppelten Kreises. Sind die beiden Kreise über eine Ableitung Y_K verbunden, Bild 2, so ist Y_K

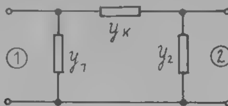


Bild 2. Gekoppelte Kreise mit Kopplungsleitwert.

der Kopplungsleitwert, bei kapazitiver Kopplung ($Y_K = j\omega C_K$) C_K die Kopplungskapazität. Jede Kopplung zweier Kreise kann durch einen Kopplungswiderstand oder Kopplungsleitwert ersetzt werden, → Nebensprechen.

Durch die K. wird dem störenden Kreis Energie entzogen, was eine Änderung der ursprünglichen elektrischen Eigenschaften bewirkt. So entstehen bei zwei Kreisen gleicher → Eigenfrequenz ω durch die K. zwei Eigenschwingungen (Kopplungsschwingungen) $\omega_1 \approx \frac{\omega}{\sqrt{1+k}}$ und $\omega_2 \approx \frac{\omega}{\sqrt{1-k}}$, die um so weiter auseinanderliegen, je größer k ist. Bei loser Kopplung (kleines Z_K oder Y_K) kann die Rückwirkung auf den störenden Kreis vernachlässigt werden. Dieser Fall liegt bei gestörten Fernmeldeverbindungen i. allg. vor. Eine K. entsteht hier, wenn die elektrischen und magnetischen Felder benachbarter Starkstrom- oder Fernsprechleitungen oder sonstiger Kreise die benutzte Fernsprechleitung durchsetzen, → Beeinflussung durch äußere Felder, → Nebensprechen.

Koppelt man bei einem Verstärker mit der Verstärkung v_0 einen Teil der Ausgangsleistung auf den Eingang zurück (→ Rückkopplung), Bild 3, so erhält man je nach Polung eine Mitkopplung (bei Anwachsen der Eingangsspannung) bzw. eine Gegenkopplung (bei Verkleinern der Eingangsspannung). Nach Bild 3 wird $U_2 = v_0 U_1' = v_0 (U_1 + \beta U_2)$ oder die wirksame Verstärkung $v = \frac{U_2}{U_1} = \frac{v_0}{1 - \beta v_0}$.

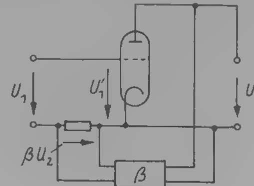


Bild 3. Rückkopplung.

Bei positivem β (Verstärkung der Eingangsspannung) ergibt sich eine Vergrößerung der Verstärkung, die bei $\beta v_0 \geqq 1$ zu einer → Selbsterregung führt, die durch die gekrümmten Kennlinien des Verstärkers (Verkleinerung von v_0 auf v_0') begrenzt wird. Für negatives β (Gegenrichtung von U_1 und βU_2) wird die Verstärkung vermindert. Man nennt in diesem Fall den positiven Wert $-\beta = K$ den Gegenkopplungsfaktor, da er den Bruchteil der gegengekoppelten Spannung angibt, $v_0/v = 1 + K v_0$ den Gegenkopplungsgrad. Das Produkt $K v_0$ gibt den Übertragungsfaktor der durch Verstärker und Gegenkopplungsnetzwerk gebildeten Schleife an, die sog. Schleifenverstärkung. v_0 und K sind i. allg. komplex (nur in der Mitte des zu übertragenden Bandes vorwiegend reell), was namentlich bei einer Gegenkopplung über mehrere Verstärkerstufen hinweg zu beachten ist und zu einer Umwandlung einer Gegenkopplung in eine Mitkopplung und damit zu Eigenschwingungen führen kann.

Der Vorteil einer Gegenkopplung (GK) ist die Verringerung der Verstärkungsschwankungen und der nichtlinearen Verzerrungen. Die GK vermindert die Verstärkung und sämtliche Verstärkungsschwankungen, die durch Alterung, Spannungsschwankungen, Temperatureinflüsse usw. entstehen, entsprechend dem Gegenkopplungsgrad $1 + K v_0$. Auch wenn durch Vergrößern von v_0 oder durch Zusatz einer weiteren Verstärkerstufe die verlangte Verstärkung wiederhergestellt wird, bleibt i. allg. noch eine erhebliche Verminderung der Verstärkungsschwankungen übrig.

Der Hauptvorteil der GK ist die Verringerung der nichtlinearen Verzerrung. Die Klirrfaktoren der Ausgangsspannung nehmen durch die GK etwa umgekehrt proportional mit dem Gegenkopplungsgrad ab. Genauer erhält man für eine Kennlinie dritten Grades:

$u_2 = v_0 u_1' + a_2 u_1'^2 + a_3 u_1'^3$ mit $u_1' = n_1 - K u_2$ (vgl. Bild 3) durch Ansatz von $u_2 = v u_1 + b_2 u_1^2 + b_3 u_1^3$ und Koeffizientenvergleich für die Klirrfaktoren mit GK

$$k_{2g} = \frac{k_2}{1 + K v_0}, \; k_{3g} = \frac{k_3}{1 + K v_0} - \frac{2 k_2^2 K v_0}{(1 + K v_0)^2}.$$

(Nebenwirkung: Bei kleinem k_3 und großem k_2 kann durch die GK die kubische Verzerrung vergrößert werden.) Bei Verstärkern, die viele Sprachkanäle verstärken und damit eine hohe Klirrdämpfung besitzen müssen, ist die Gegenkopplung oft das einzige Mittel, technisch und wirtschaftlich brauchbare Lösungen zu erzielen.

Literatur: Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Berlin 1962.

Zuhrt/Gerwig

Kopplungsdämpfung ist das in logarithmischem Maß (→ Dämpfungsmaß) ausgedrückte Verhältnis der vom Sender abgegebenen Scheinleistung P_1 im störenden Kanal zu der über die → Kopplung in einem zweiten Kreis empfangenen Scheinleistung P_2, wenn beide Kreise nach festgelegten Bedingungen abgeschlossen sind: $a_k = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$ Np $= 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ dB.

Kopplungsfaktor, auch Kopplungskoeffizient genannt, ist ein Maß für die Stärke der → Kopplung. Bezeichnung $\varkappa$. $\varkappa = \frac{Z_K}{\sqrt{Z_1 Z_2}}$, wobei Z_K den scheinbaren Wechselstromwiderstand, der die Kopplung vermittelt, Z_1 und Z_2 die scheinbaren Wechselstromwiderstände in den beiden Kreisen bedeuten (→ Entkopplung).

Kopplungsgrad, -kapazität → Kopplung.

Kopplungsmeßbrücke, -messer → Kopplungsmessung.

Kopplungsmesser, komplexer (Meßbrücke für komplexe Kopplungen). Den K. verwendet man zum Messen der Kopplungen zwischen Leitungen, deren Länge nicht mehr klein gegen $\lambda/4$ ist, z. B. bei Werkslängen von Trägerfrequenzkabeln zur Kontrolle der Fabrikation oder bei verlegten Kabeln zur Aufnahme der Kopplungs-Ortskurven oder zur Festlegung des komplexen Fernnebensprechausgleichs.

Die Kopplungen lassen sich in diesem Falle nicht mehr durch Messen am kurzgeschlossenen oder leerlaufenden Kabel in kapazitive (K) und induktive Anteile (M) trennen, sondern man erhält — z. B. bei betriebsmäßigem Abschluß — eine resultierende Kopplung, die einen größeren Wirkanteil (G oder R) haben kann. Auch der Ort von Kopplungsschwerpunkten ist mit dem K. bestimmbar.

Ausgeführte Geräte arbeiten im Frequenzbereich der symmetrischen TF-Kabel und sind so bemessen, daß die Kopplungen bei jeder Frequenz Winkel zwischen 0 und 360° haben können (Ortskurve). Es wird z. T. Stromkompensation (Brückenschaltung) angewendet, wobei man sich die Kopplung als Differenz von vier zwischen den Adern der beiden Leitungen liegenden komplexen Scheinleitwerten vorstellt. Abgleich ist erreicht, wenn der am Gerät eingestellte Kopplungsleitwert $\underline{Y} = j\omega C + G$ die am Meßort wirksame Kopplung kompensiert.

Andere Geräte arbeiten mit Spannungskompensation (Kompensator). Da man die resultierende Kopplung sowohl mit kapazitiver als auch mit induktiver Komponente darstellen kann, enthalten sie je eine Meßschaltung für die eine oder andere Darstellungsart. Das hat den Vorteil, daß man bei der Entwicklung an Abschnitten, die elektrisch so kurz sind, daß bei der Meßfrequenz der Dämpfungswinkel $b < 0{,}1$ ist, die kapazitive Kopplung (bei Leerlauf) oder die induktive (bei Kurzschluß) auch getrennt bestimmen kann.

Die Bilder zeigen je eine Schaltung zum Messen kapazitiver und induktiver Kopplungen. Die beiden Komponenten der Kompensationsspannung werden in einem Falle (Bild 1) von der gleichzeitig auf die

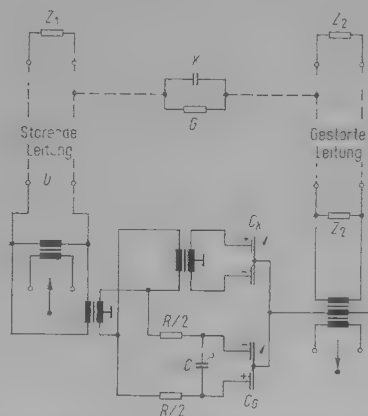


Bild 1. Kopplungsmesser, komplexer, Schaltung »kapazitiv«.

störende Leitung und auf die Meßschaltung gegebenen Spannung U abgeleitet, und es gilt für C_K, $C_G \ll C$ und $1/\omega C \ll R$

$$K = 4\, C_K; \quad \frac{G}{\omega} = \frac{4}{\omega C R} C_G.$$

Im anderen Falle (Bild 2) ist das Meßobjekt mit einem Widerstand R_1 in Reihe geschaltet, und die Meßspannung wird durch den gemeinsamen Meßstrom I an R_1 erzeugt. Hier gilt für $R_2 \ll 1/\omega C_M$ und $C_R \ll C$

$$M = \frac{1}{2} R_1 R_2 C_M; \quad \frac{R}{\omega} = \frac{R_1}{2\omega C} C_R$$

Die Geräte haben im allgemeinen einen Meßbereich für K und G/ω von $\pm$ 0,05 bis $\pm$ 500 pF und für M und R/ω von $\pm$ 1 pH bis $\pm$ 1 μH bei einer Unsicherheit von etwa $\pm$ 5%.

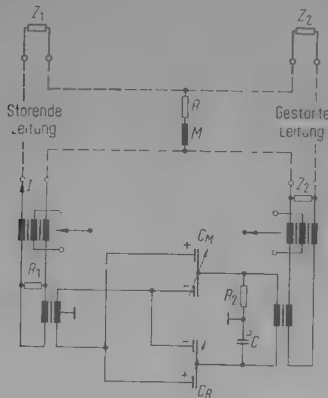
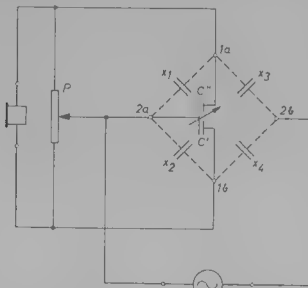


Bild 2. Kopplungsmesser, komplexer, Schaltung »induktiv«.

Literatur: C. Moerder, Archiv für Techn. Messen, V 370-2 u. 3 (1948) — F. Bücker, Archiv für Techn. Messen, V 3711-2 (Jan. 1962) — A. Wirk und H. G. Thilo, Niederfrequenz- und Mittelfrequenz-Meßtechnik für das Nachrichtengebiet, S. Hirzel, Stuttgart 1956.

Paetzold

Kopplungsmessung. Kapazitive Nebensprechkopplungen (Übersprechkopplung k_1, Mitsprechkopplungen k_2 und k_3), sowie die Erdkopplungen (e_1 bis e_3) sind Spannungskopplungen und treten besonders bei Leitungen mit hohem Wellenwiderstand, z. B. bei mittelschwer belasteten Pupinleitungen und bei offenen Leitungsenden in Erscheinung. Sie werden mit einer Kopplungsmeßbrücke gemessen, bei der die



Brücke zum Messen der k_1-Kopplung.

Unterschiede zwischen den Teilkapazitäten der Leitungsadern durch Kondensatoren der Brückenschaltung ausgeglichen werden. Hierzu dienen meist Differential-Drehkondensatoren, die zwischen ihren drei Anschlußpunkten die beiden Kapazitäten C' und C'' haben. Das Bild zeigt als Beispiel die grundsätzliche Schaltung zum Messen der Übersprechkopplung k_1. Sind x_1, x_2, x_3 und x_4 die Teilkapazitäten zwischen den vier Adern eines Vierers 1a, 1b, 2a und 2b, so ist

$$k_1 = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 .$$

In der Meßschaltung liegt der Differential-Drehkondensator so, daß C' parallel zu x_2 und C'' parallel zu x_1 geschaltet sind. Bei Abgleich dieser Brücke ist

$$(x_1 + C'') - (x_2 + C') - x_3 + x_4 = 0.$$

Hieraus folgt

$$x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = k_1 = C' - C''.$$

Die Differenz $C' - C''$ wird auf der Skala des Differential-Drehkondensators angezeigt. Für $C' > C''$ ist die Kopplung positiv, für $C' < C''$ ist sie negativ. Um ein scharfes Tonminimum beim Abgleich der Meßbrücke zu erreichen, müssen auch Ungleichheiten der Wirkableitungen der Leitungs-Teilkapazitäten ausgeglichen werden. Hierzu dient der Spannungsteiler P. Da man aber im allgemeinen das Ergebnis dieses Abgleichs nicht zu wissen braucht, besitzt dieser nur als Phasenausgleich dienende Spannungsteiler nur die Aufschrift »scharfes Minimum«, aber keine beschriftete Skala. Kopplungen der Meßzuleitungen zwischen Meßgerät und Meßgegenstand werden vor der eigentlichen Kopplungsmessung mittels eingebauter Ausgleichs-Differentialdrehkondensatoren ausgeglichen. In ähnlichen Schaltungen werden die Kopplungen k_2, k_3, e_1, e_2 und e_3 gemessen. Geräte, bei denen man mit Hilfe eines Walzenschalters alle Meßschaltungen herstellen kann, werden Kopplungsmesser genannt. Nebensprechkopplungen zwischen verschiedenen Vierern (k_4 bis k_{12}) sind ihrer Natur nach immer Übersprechkopplungen. Sie werden deshalb in der gleichen Schaltung wie die k_1-Kopplung gemessen. Um auch diese Schaltungen bequem herstellen zu können, verwendet man besondere »Umschalter für Nebenvierermessungen«. Man mißt im allgemeinen bei 800 Hz. Als einfacher Nullindikator dient dann der Meßhörer. Will man die Kopplungen in bereits verlegten oder in Betrieb befindlichen Pupin-Kabeln messen, so benutzt man Meßfrequenzen, die genügend weit oberhalb der Grenzfrequenz der bespulten Leitung liegen. Zur Nullanzeige benutzt man dann am besten einen Überlagerungsempfänger mit Kopfhörer.

Induktive Kopplungen machen sich um so stärker bemerkbar, je kleiner der Wellenwiderstand der Leitungen ist. Während die kapazitive Kopplung im allgemeinen fast eine reine Blindkopplung ist und nur einen geringen Wirkanteil besitzt, der, wie oben gezeigt wurde, durch den Spannungsteiler P ausgeglichen wird, um ein scharfes Minimum beim Brückenabgleich zu erhalten, können bei induktiven Kopplungen Wirkanteile auftreten, die beim Kopplungsausgleich und deshalb auch beim Messen beachtet werden müssen. Wirk- und Blindanteil bilden zusammen die komplexe Kopplung. Geräte zum Messen komplexer induktiver Kopplungen sind meistens so eingerichtet, daß man durch Umschalten mit ihnen auch komplexe kapazitive Kopplungen messen kann. Sie sind im allgemeinen Kompensationsschaltungen, die wie Brückenschaltungen durch Einstellen von Differential-Drehkondensatoren abgeglichen werden. Als Nullindikator für den Abgleich der Kompensationsschaltungen dient wie bei Brückenmessungen der Überlagerungsempfänger mit Meß-

hörer oder Anzeigegerät. In der Schaltung zum Messen der komplexen induktiven Kopplung erhält man die induktive Kopplung m und ihren Wirkanteil r/ω in der Maßeinheit pH, bzw. nH oder µH. In der Schaltung zum Messen der komplexen kapazitiven Kopplung erhält man die kapazitive Kopplung k und ihren Wirkanteil g/ω in pF. An elektrisch kurzen Leitungen (Länge kürzer als 1/20 der Wellenlänge der Meßfrequenz) erhält man getrennt voneinander die kapazitive und die induktive Kopplung, wenn man die Leitungen beim Messen der kapazitiven Kopplung am fernen Ende offen läßt, während man sie beim Messen der induktiven Kopplung am fernen Ende kurzschließt. Bei längeren Leitungen oder bei kürzeren Leitungen, die man am fernen Ende mit dem Wellenwiderstand abschließt, erhält man die gemeinsame komplexe Kopplung, die kapazitiv oder induktiv sein kann. Um die für den Kopplungsausgleich wichtige Frequenzabhängigkeit der Kopplung zu erhalten, mißt man mit Frequenzen, die dem beim trägerfrequenten Betrieb der Leitung ausgenutzten Frequenzband angehören (→ Kopplungsmesser, komplexer).
Haak

Kopplungsschreiber ist ein Gerät zur Aufzeichnung der Ortskurve des komplexen Quotienten zweier elektr. Größen, z. B.

$$(U_2/U_1) \cdot e^{j\varphi} = (U_2/U_1) \cdot (\cos\varphi + j\sin\varphi)$$

auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre. Es arbeitet im Frequenzbereich 20 — 600 kHz.

Jedem Wert des Meßsignals ist in der komplexen Ebene, die auf dem Bildschirm abgebildet wird, ein Punkt zugeordnet. Der Abstand zum Nullpunkt ist durch den Quotienten U_2/U_1 festgelegt (Betrag). Der Winkel, der durch die gedachte Verbindungslinie vom Nullpunkt zum Meßpunkt und der reellen Achse gebildet wird, ist der Phasenwinkel zwischen den beiden Spannungen U_1 und U_2. Ändern sich Betrag und Phase mit der Meßfrequenz f_m, so beschreibt der Leuchtpunkt auf dem Bildschirm eine Kurve, die die Ortskurve der Funktion

$$A(f) = U_2/U_1 \cdot e^{j\varphi} = U_2/U_1\,(\cos\varphi + j\sin\varphi)$$

darstellt.

Neben dem komplexen Quotienten zweier elektr. Größen können auch die Wirkkomponente

$$(U_2/U_1) \cdot \cos\varphi$$

und die Blindkomponente

$$(U_2/U_1) \cdot \sin\varphi$$

einzeln als Funktion der Frequenz dargestellt werden, wenn für die Horizontalablenkung eine zur Meßfrequenz proportionale Spannung benutzt wird.

Zur Messung des Nah- bzw. Fernnebensprechens muß jeweils eine Spannung (U_1) als Bezugsgröße gewählt werden. Beim Nahnebensprechen ist U_1 die Sendespannung, bei der Messung des Fernnebensprechens dient die Spannung am Abschlußwiderstand der vom fernen Ende aus gespeisten Leitung als Bezugsgröße. In beiden Fällen ist U_2 die Spannung am Abschlußwiderstand der durch Überkopplung gestörten Leitung.

Die Bildung einer dem Quotienten U_2/U_1 proportionalen Spannung U_2^+ erfolgt durch doppelte Ausnutzung eines mehrstufigen Regelverstärkers. Dieser wird einmal direkt von der Bezugsspannung U_1 in der Frequenzlage f_m ausgesteuert und regelt diese auf den konstanten Wert U_0, so daß Schwankungen der Sendespannung und Dämpfungsverzerrungen im Referenzzweig unwirksam gemacht werden. Damit ist die Anzeige des Quotienten unabhängig vom Niveau der Spannungen gemacht. Ferner wird im Regelverstärker die zuvor in eine konstante Zwischenfrequenz f_Z umgesetzte Spannung U_2 ebenfalls um den Faktor $v = \frac{U_0}{U_1}$ verstärkt, so daß am Ausgang die beiden Signale $U_{0(f_m)}$ und $U^+_{2(f_Z)} = U_{2(f_Z)} \cdot v$ zur Verfügung stehen. Sie können durch Filter getrennt werden. Das Signal $U_{0(f_m)}$ wird nachfolgend ebenfalls in die Zwischenfrequenzlage f_Z umgesetzt. Die Phase zwischen den Spannungen $U_{0(f_m)}$ und $U_{2(f_m)}$ bleibt bei der Umsetzung in $U_{0(f_Z)}$ und $U_{2(f_Z)}$ erhalten, so daß nachfolgend in zwei Ringmodulatoren, deren Steuersignal um 90° gegeneinander verschoben ist, die beiden Komponenten $U_2^+ \cdot \cos\varphi$ und $U_2^+ \sin\varphi$ getrennt gewonnen und zur Abbildung der Ortskurve $U_2/U_1\, e^{j\varphi}$ den Horizontal- bzw. Vertikalplatten der Kathodenstrahlröhre zugeführt werden können.

Mit Hilfe des Zubehörs zum K. kann die Messung von Scheinwiderständen und Scheinwiderstandsdifferenzen sowie die Bestimmung der Elemente für den Kopplungsausgleich in einfacher Weise ausgeführt werden.
Schlosser

Kopplungsschwingungen. Netzwerke, die aus mehreren einfachen Schwingungskreisen zusammengesetzt sind, haben mehrere Eigenfrequenzen (→ Eigenschwingung), die durch die Elemente aller Kreise bestimmt sind. Sind z. B. 2 einfache elektrische Schwingungskreise aus Kapazität C und Induktivität L aufeinander abgestimmt ($L_1 C_1 = L_2 C_2 = \omega_0^2$) und mit dem → Kopplungsfaktor $\varkappa$ induktiv gekoppelt, so treten bei Erregung in diesem Gebilde i. allg. Kopplungsschwingungen mit den beiden Kreisfrequenzen $\omega_1 = \omega_0 \sqrt{1-\varkappa}$ und $\omega_2 = \omega_0 \sqrt{1+\varkappa}$ auf.

Kopplungsspulen → Knallgeräusche.

Kopplungswiderstand → Entkopplung, → Kopplung, → Verzögerungsleitung.

Kopplungswiderstandsmessung → Kopplungsmessung.

Korona (Sonnen-) → Sonnenaktivität.

Körperschall. In festen Stoffen sich ausbreitender Schall. Körperschall, der durch Begehen oder ähnlicher Anregung einer Zimmerdecke entsteht und teilweise als Luftschall abgestrahlt wird, wird Trittschall genannt.

Korrelation, eine empirische statistische Beziehung zwischen zwei Größen, derzufolge von der einen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf die andere geschlossen werden kann; → statistische Methoden.

Korrelationsfaktor → Diversityempfang.

Korrespondenzzeichen → Laplace-Transformation.

korrigierte Station. Zeitmultiplex-Telegrafiesysteme können nur dann zufriedenstellend arbeiten, wenn — für jede Übertragungsrichtung — Sendeeinrichtung der einen Station und Empfangseinrichtung der Gegenstation synchron laufen. Bei → ARQ-Muxsystemen genügt jedoch ein Synchronismus der Sende- und Empfangseinrichtungen jeder Übertragungsrichtung für sich nicht, da die beiden Übertragungseinrichtungen durch die automatische Fehlerkorrektur zeitlich voneinander abhängig sind. Man betreibt daher eine Station als »Taktgebende Station« und die andere als »Korrigierte Station«. Der Sendeverteiler der taktgebenden Station bestimmt den Takt, auf den der Empfangsverteiler der korrigierten Station synchronisiert werden muß. Da bei der korrigierten Station Empfangsverteiler und Sendeverteiler starr gekoppelt sind, sendet die korrigierte Station Zeichen mit dem korrigierten Takt in Gegenrichtung zurück zur taktgebenden Station. Deren Empfangsverteiler muß seinerseits wieder auf die von der korrigierten Station ankommenden Zeichen synchronisiert werden. Bei der taktgebenden Station dürfen deshalb Sende- und Empfangsverteiler nicht starr gekoppelt sein. Das Regelkriterium für die Verstellung der Verteiler sind die Polaritätswechsel der empfangenen Schritte.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 594.

Korrosion. Zerstörung von Metall durch chemische oder elektrochemische Reaktion mit seiner Umgebung (DIN 50 900). Bei der chemischen K., z. B. durch heiße Gase (Zunderung), erfolgt der Elektronenübergang Metall/Gas unmittelbar zwischen den Reaktionspartnern im atomaren Bereich, während bei der elektrochemischen K. die Reaktionsvorgänge über größere Entfernungen durch Ladungstransport (positiv oder negativ geladene Ionen im Elektrolyten) ablaufen. An der Phasengrenze Metall/Elektrolyt finden gleichzeitig anodische und kathodische Vorgänge statt, wobei an der Anode Elektronen frei und an der Kathode Elektronen verbraucht werden. Dabei ist der Stromaustritt mit einem Materialabtrag verbunden:



$$Me \rightarrow Me^{n+} + n e^{-}.$$

Dieser K.-Verlust G ist nach dem Faraday'schen Gesetz:

$$G = G_K \cdot I \cdot t$$

dem fließenden Strom I, der Zeit t und dem elektrochemischen Äquivalent $G_K = \frac{A}{n \cdot F}$ direkt proportional, dabei bedeuten: A = Atomgewicht, n = Wertigkeit, F = Faradaykonstante = 96500 A · s. Der Materialabtrag verschiedener Metalle ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Metallreaktion	G_K	v_K	V_K
$Cu \rightleftarrows Cu^{2+} + 2e$	10,4	28,5	1,18
$Pb \rightleftarrows Pb^{2+} + 2e$	33,8	92,8	2,98
$Fe \rightleftarrows Fe^{2+} + 2e$	9,1	25,0	1,17
$Zn \rightleftarrows Zn^{2+} + 2e$	10,7	29,3	1,51
$Al \rightleftarrows Al^{3+} + 3e$	2,9	8,0	1,07

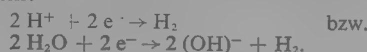
G_K = elektrochemisches Äquivalent = Gewichtsverlust in kg/A · a
v_K = K.-Geschwindigkeit in g/m² · Tag für eine Stromdichte von i = 1 A/m²
V_K = Volumenverlust in dm³/A · a; Werte entsprechen auch der linearen K.-Geschwindig- v_L in mm/a für i = 1 A/m².

Die Größe der Kathode im Verhältnis zur Anode (Flächenregel) und die Geschwindigkeit der dort ablaufenden Reduktionsreaktion ist für die K.-Geschwindigkeit an der Anode maßgebend. Im belüfteten Boden findet an der Kathode eine Reduktion des herandiffundierenden Sauerstoffs statt:



$$O_2 + 2\,H_2O + 4e^- \rightarrow 4\,(OH)^-.$$

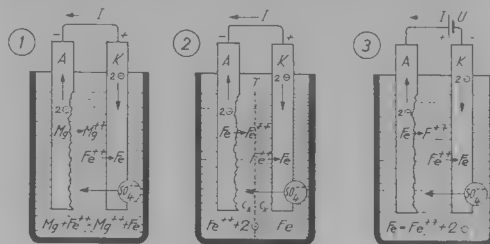
In stark saurer Lösung bzw. bei sehr negativen Potentialen kann es auch zur Wasserstoffabscheidung kommen:



$$2\,H^+ + 2\,e^- \rightarrow H_2 \quad \text{bzw.}$$
$$2\,H_2O + 2\,e^- \rightarrow 2\,(OH)^- + H_2.$$

Durch die bei der Kathodenreaktion gebildeten OH^--Ionen erhöht sich der pH-Wert an der Phasengrenze Metall/Elektrolyt (zunehmende Alkalität), wodurch es zu Sekundärreaktionen kommen kann (z. B. Bildung von alkalischen Deckschichten).

Während bei der homogenen K., die z. B. zur Bildung von atmosphärischem Rost führt, kleinflächige K.-Elemente (sogenannte Lokalelemente mit einer Flächengröße < 0,01 mm²) vorherrschen, können bei ausgedehnten, erdverlegten Kabeln, Rohrpostleitungen usw. Anoden und Kathoden weit auseinander liegen. Die K. tritt je nach Ausdehnung der Anode gleichmäßig verteilt oder örtlich begrenzt als Lochfraß auf. Es gibt 3 Arten von K.-Elementen (s. Bild).



Korrosionselemente.

1. Das galvanische Element. An zwei verschiedenen Metallen, z. B. Magnesium und Eisen, die sich in einem Elektrolyten befinden, entstehen unterschiedliche Potentiale, weil die Metallionen des unedleren Metalls rascher in Lösung gehen als die des edleren. Bei Verbindung der beiden Elektroden fließt im Eletrolyten ein Ionenstrom von der unedleren Anode (Mg) nach der edleren Kathode (Fe), während im Verbindungsdraht ein Ausgleichsstrom von der Kathode nach der Anode fließt und den Stromkreis schließt. An der Anode geht Magnesium in Lösung, d. h., diese Elektrode wird korrodiert, während die Eisenelektrode kathodisch geschützt ist. I. allg. ist die K. um so stärker, je niederohmiger der spezifische Widerstand des Elektrolyten und je größer die Span-

nungsdifferenz zwischen den Metallen ist (→ Potential, elektrochemisches). Bei unmittelbarer Berührung der Metalle wird von Kontakt-K. gesprochen.

2. Das Konzentrationselement. Bei unterschiedlicher Konzentration des im Elektrolyten gelösten Salzgehaltes oder Sauerstoffs treten an den sonst gleichen Elektroden Potentialunterschiede auf. Die bei Verbindung unterschiedlich belüfteter Elektroden entstehenden K.-Ströme sind die häufigste K.-Ursache im Boden. Dabei erhält die Elektrode in der Lösung mit geringerer Salzkonzentration $c_A < c_K$ bzw. geringerer Belüftung ein unedleres (negatives) Potential und wird damit zur Anode (Belüftungselement). In unterschiedlichen Böden wie Sand- und Tonböden und bei schwankendem Grundwasserstand liegt eine unterschiedliche Belüftung vor. Wenn die anodischen und kathodischen Gebiete von Kabeln und Rohrleitungen räumlich so weit voneinander getrennt sind, daß sich der K.-Strom als Langstreckenstrom messen läßt, wird von geologischen Elementen gesprochen. Durch Messung der spezifischen Bodenwiderstände läßt sich das gefährdete K.-Gebiet lokalisieren.

3. Die K. durch Elektrolyse. An gleichen Metallelektroden wird eine K. durch Elektrolyse hervorgerufen, wenn an sie eine äußere technische Gleichspannung angelegt wird. Dadurch wird an der mit dem positiven Pol der Stromquelle verbundenen Anode die Metallauflösung verstärkt. An der Kathode im Erdboden laufen Reduktionsreaktionen ab, an denen die Eisenionen nicht beteiligt sind. Vielmehr wird für das Eisen durch das negative Potential ein kathodischer Schutz erreicht. Wechselströme der üblichen technischen Frequenz und Stromdichte verursachen nach bisherigen Erfahrungen keine nachweisbare K.

K.-Eigenschaften der im Erdboden gebräuchlichen Metalle:

Blei wird sowohl von Basen als auch von Säuren angegriffen. Als amphoteres Metall kann es daher sowohl bei anodischer als auch bei kathodischer Belastung korrodieren. Obwohl Blei vom chemischen Standpunkt eines der widerstandsfähigsten Metalle ist, soll es zum Vermeiden von K. nicht mit reinem Zement, kalkhaltigem Mörtel und mit stark alkalischer Umgebung in unmittelbare Berührung kommen. Schädlich sind aschen- und schlackenhaltige Böden, Jauche oder sulfidhaltige Abwässer sowie eine anaerobe Umgebung (→ Bodenaggressivität). In weichen Wässern tritt weißes Bleihydroxid als primäres K.-Produkt auf, das bei Zutritt von Kohlensäure als basisches Bleikarbonat weiß ausfällt. In alkalischer Umgebung entstehen unlösliche Plumbite. Bei Anwesenheit von Kalciumhydroxid und bei galvanischen Elementen tritt als Endstufe rotes oder gelbes Bleioxid (PbO) auf. Bei höheren Stromdichten, wie sie von Streuströmen hervorgerufen werden, kann sich braunes PbO_2 bilden (Nachweis mit Tetramethyldiaminodiphenylmethanacetat). Für Kabelmäntel von Fernmeldekabeln werden zum Vermeiden von Spannungsriß-K. (interkristalline Brüchigkeit) auch handelsmäßige Bleilegierungen mit 1 bis 3% Zinn oder 1% Antimon verwendet.

Eisen wird von Säuren angegriffen, während es in alkalischer Umgebung (z. B. Beton) wegen seiner Passivität vor K. geschützt ist. Das passive Verhalten ist bei chromlegierten Stählen (Edelstähle) besonders ausgeprägt, die z. B. unter atmosphärischen Bedingungen nichtrostende Eigenschaften haben. Stahl unterliegt in feuchter Atmosphäre einer verhältnismäßig gleichmäßigen K. Im Erdboden wird die K. durch die Bodenaggressivität und durch Belüftungselemente wesentlich verstärkt. Unter Sauerstoffaufnahme geht Eisen als Fe^{2+} in Lösung und wird dann zum Fe^{3+} aufoxidiert, wobei es als braunes FeO(OH) (Lepidokrokit) ausfällt und in dunkelbraunes Fe_3O_4 (Magnetit) bzw. rotes Fe_2O_3 (Hämatit) übergeht. Bei der Streustrom-K. fallen infolge elektrolytischer Überführung die K.-Produkte nicht unmittelbar vor den Anoden aus. Dadurch ist die Oberfläche unter den K.-Produkten häufig blank, und das K.-Produkt weist eine höhere Salzkonzentration auf als der umgebende Boden. Oxidschichten des Eisens sind ungleichmäßig und rissig, so daß sie keine zusammenhängende Schutzschicht darstellen. Aufgrund dieser unterschiedlichen Bedeckungszustände treten auf der Oberfläche des Eisens zusätzlich K.-Elemente auf. Bei Berührung mit edleren Metallen, z. B. Kupfer, wird Eisen schnell angegriffen. Die in anaeroben Böden vorkommenden sulfatreduzierenden Bakterien rufen eine starke lochfraßartige K. hervor. Gußeisen wird durch die vom Guß herrührende Haut aus oxidischen und silikathaltigen Bestandteilen in gewissem Umfang geschützt. In anaeroben Böden kann es zur Graphitierung kommen, wobei unter Erhaltung der äußeren Form das Eisen ganz oxydiert.

Kupfer besitzt unter den üblichen Gebrauchsmetallen das edelste elektrochemische Potential. Es wird von nicht oxydierenden Säuren nur in Gegenwart von Sauerstoff angegriffen und zu rotem Cu_2O und schwarzem CuO oxydiert. Kupfer und seine Legierungen sind in Komplexbildnern leicht löslich. Unter atmosphärischen Bedingungen überzieht sich Kupfer in Gegenwart von Kohlendioxid mit einer grünen dichten Patina-Schicht aus basischen Kupfersalzen, die das darunterliegende Metall schützt. Im Erdboden ist Kupfer verhältnismäßig gut beständig. Kupferlegierungen unter 75% können selektiv angegriffen werden, z. B. Entzinkung von Messing. In spezifischen Agenzien, z. B. Ammoniak, erleiden Kupferlegierungen Spannungsriß-K.

Aluminium gehört zu den elektrochemisch unedelsten Gebrauchsmetallen. Seine hervorragende Beständigkeit beruht auf der Bildung einer dichten Oxidschicht, die sich bereits an der Atmosphäre sofort bildet. Als amphoteres Metall kann es von Säuren oder Laugen angegriffen werden, daher liegt seine Beständigkeit nur im neutralen Bereich. Mit feuchtem Kalkmörtel oder Mauerwerk darf es nicht in unmittelbarer Verbindung stehen. Bei Berührung mit edleren Metallen wird es unter Lochfraßbildung angegriffen. Im Erdboden muß Aluminium wegen der leichten Verletzbarkeit seiner dünnen Oxidschicht stets mit einem porenfreien Kunststoffüberzug geschützt werden. Reinstaluminium ist sehr korrosionsbeständig. Es wird wegen der geringen Festigkeits-

werte auf Kosten des K.-Schutzes meist legiert. Ebenso wie Blei kann Aluminium durch Spannungsriß-K. zerstört werden.

Literatur: Comité Consultatif International des Communications Télégraphiques et Téléphoniques C.C.I.T.T. Recommandations concernant la protection des câbles souterrains contre la corrosion, New Delhi 1960 — F. Tödt, Korrosion und Korrosionsschutz, W. de Gruyter-Verlag, Berlin 1961 — H. Klas u. H. Steinrath, Die Korrosion des Eisens und ihre Verhütung, Verlag Stahl & Eisen, Düsseldorf 1956 (Neuauflage voraussichtlich 1968) — ABC der Stahlkorrosion, Mannesmann, Düsseldorf 1966 — U. R. Evans, Einführung in die Korrosion der Metalle, Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr. 1965.

v. Baeckmann

Korrosionsgeschwindigkeit → Bodenaggressivität.

Korrosionspotential → Potential, elektrochemisches.

Korrosionsschutz. Maßnahmen, die zur Verringerung oder zum Aufhören der Korrosion führen. Es werden drei grundsätzlich verschiedene Verfahren unterschieden:

1. Beim passiven K. wird durch isolierende Überzüge die angreifende Umgebung von der metallischen Phasengrenze ferngehalten bzw. ein Austausch von Metallionen verhindert. Farbanstrichen auf Eisen zum K. gegen atmosphärische Korrosion muß eine gründliche Entrostung vorausgehen. Bei Röhrenkabeln werden heute organische Schutzüberzüge benutzt, z. B. aus Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyäthylen (PE). Erdverlegte, stahlbewehrte Kabel erhalten meist eine Kompoundierung aus bituminierter Jute, die nach kurzer Zeit infolge Durchfeuchtung nur noch einen geringen elektrischen Übergangswiderstand gegen den Boden ausweist. Heute werden auch dünne Kunststoffbandagen in die Kabelisolation eingelegt bzw. erdverlegte Kabel mit Kunststoffen umpreßt. Erdverlegte Rohrleitungen erhalten meist Glasvlies-Bitumen-Umhüllungen oder einen Kunststoffmantel. Als Innenschutz für Wasserleitungen großen Durchmessers kommt eine anorganische Auskleidung, z. B. Zementmörtel, in Frage.

2. K. durch Werkstoffauswahl. Werkstoffe oder galvanische Überzüge, die chemisch träge Deckschichten bilden, werden vorwiegend als K. gegen atmosphärische Korrosion benutzt, z. B. durch Verzinken. Obwohl Kupfer auch im Erdboden gut beständig ist, sollte es in Verbindung mit anderen Metallen immer einen isolierenden Überzug besitzen, um Kontaktkorrosionen zu vermeiden. Eine chemische Oberflächenbehandlung kommt sowohl als K. (z. B. eloxieren) als auch zur Vorbereitung für das Aufbringen eines passiven K. vor (z. B. phosphatieren von Eisen).

3. Aktiver K. erfolgt durch elektrischen Eingriff in die Korrosionsreaktion, → kathodischer Korrosionsschutz, durch konstruktive Maßnahmen, Zugabe von Inhibitoren oder Entfernen der angreifenden Umgebung (z. B. Trockenhalten von Kabelkanälen). Zum Schutz von Kabeln gegen die zerstörende Einwirkung der Umgebung sind auch die Regeln für die Kabelverlegung VDE 0800, § 20, und die Bestimmungen zum Schutz gegen Streuströme, VDE 0150, § 12, 14 und 15 zu beachten (→ Antennen, Ausführung, → Kabelmäntel aus Metall).

v. Baeckmann

Kosekansantenne → Spiegelantennen.

kosmische Radiostrahlung (auch »kosmisches Rauschen«) vom Kurzwellen- bis zum Mikrowellenbereich kann durch das »Radiofenster« der Atmosphäre (→ Radioastronomie) die Erde erreichen. Den Hauptbeitrag zur k. R. liefert das Zentrum der Milchstraße (galaktisches Rauschen), daher ergibt sich ein charakteristischer Tagesgang mit einem Maximum um 21 Uhr Sternzeit. Besondere Bedeutung als Radiostrahlungsquelle hat außerdem die Sonne (→ solare Radiostrahlung). Für die Radioastronomie sind extragalaktische Radioquellen von besonderem Interesse, die das Millionenfache der gesamten galaktischen Radiostrahlung erreichen können.

Thermische Radiostrahlung kann nur von der Sonne empfangen werden, schon bei den nächsten Fixsternen wäre die verfügbare thermische Strahlungsleistung für den Empfang auf der Erde zu klein. Die k. R. entsteht dadurch, daß sich in einem Plasma die Geschwindigkeit von Elektronen durch Kollisionen mit geladenen Teilchen (Bremsstrahlung) oder durch Einwirkung eines Magnetfeldes (Zyklotronstrahlung) ändert. Durch Aufeinanderprallen zweier Plasmawolken können Plasmaschwingungen entstehen, die auch als Strahlungsquelle wirken. Spektren außergalaktischer Radioquellen lassen auf Elektronen schließen, die mit relativistischer Geschwindigkeit in einem Magnetfeld kreisen (Synchrotonstrahlung).

Die k. R. trägt zum Gesamtstörpegel eines Empfängers bei und verschlechtert das Signal-Rausch-Verhältnis. In Analogie zur Rauschtemperatur eines Empfängers wird eine Temperatur T_A für das durch die Antenne empfangene kosmische Rauschen durch $P_A = k\, T_A\, \Delta f$ definiert (P_A ist die empfangene Rauschleistung, $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ W_s/°C$ die Boltzmann-Konstante und Δf die Bandbreite des Empfängers). Diese äquivalente Rauschtemperatur fällt von einigen Hunderttausend °K bei 10 MHz auf weniger als 10° K bei 1000 MHz ab (bei ungerichtetem Empfang). Die tageszeitliche Variation ergibt etwa einen Faktor drei. Bei Frequenzen unterhalb 200—300 MHz ist selbst bei konventioneller Empfangstechnik das kosmische Rauschen stärker als das Empfängerrauschen.

Die aus einer bestimmten Richtung von der Milchstraße kommende Radiostrahlung ist konstant. Variationen werden durch die veränderliche Absorption in der → Ionosphäre bewirkt. Die Durchlässigkeit der Ionosphäre für die kosmische Radiostrahlung wird mit Riometern (rio = relative ionospheric opacity), zumeist im Frequenzbereich um 30 MHz, registriert (→ ionosphärische Absorption). *Jacobs*

kosmische Strahlung, auch Höhenstrahlung oder Ultrastrahlung, heißt eine von außen in die Erdatmosphäre einfallende, durchdringende Strahlung aus Teilchen (vorwiegend Protonen) sehr hoher Energie. Die k. St. wurde 1911—1914 von Heß und Kolhörster entdeckt. Sie ionisiert die Luftmoleküle

(→ Ionosphäre, C-Schicht) und löst Kernreaktionen aus, so daß die Primärstrahlung nur oberhalb etwa 15 km Höhe nachweisbar ist. Am Boden kann nur die Sekundärstrahlung (Protonen, Neutronen, Mesonen, Elektronen, Photonen) gemessen werden.

Die aus dem Milchstraßensystem stammende galaktische k. St. (Teilchenenergien bis 10^{18} eV) wird von interplanetaren Magnetfeldern moduliert (→ interplanetarer Raum). Daher geht die Intensität der k. St., besonders der energieärmeren »weicheren« Teilchen mit wachsender Sonnenaktivität zurück. Bei starken Sonneneruptionen wird gelegentlich solare k. St. mit Teilchenenergien bis $10^{10} \ldots 10^{11}$ eV emittiert (→ Sonnenaktivität).

Auch das Erdmagnetfeld übt einen abschirmenden Einfluß aus. Während in Polnähe auch weichere Strahlung auftritt, können am Äquator Protonen nur mit Energien $\gtrsim 60$ GeV eindringen.

Die k. St. darf nicht verwechselt werden mit der → kosmischen Radiostrahlung. *Ochs*

kosmisches Rauschen → kosmische Radiostrahlung.

Kostenanschlag. Kunden erhalten auf Wunsch K., um sich über Art und Höhe der Kosten informieren zu können, bevor sie Fernsprechteilnehmereinrichtungen (TlnEinr) bei der DBP beantragen. Im Zweifelsfall oder bei Irrtum gelten die Bestimmungen der → Fernsprechordnung (FeO) mit den Gebührensätzen der Fernsprechgebühren-Vorschriften. Für einfache TlnEinr nennt die Beamtin des zuständigen Anmeldeplatzes mündlich die Kostensumme oder erläutert die einzelnen Gebührenpositionen. Für Nebenstellenanlagen (NStAnl) werden meist schriftliche K. gefertigt. In der Regel geht bei NStAnl (mit Ausnahme von KleinstNStAnl) dem schriftlichen K. eine fachliche Beratung durch einen Außenbeamten der Anmeldestelle (Am) voraus. Hierbei werden, i. allg. am geplanten Aufstellungsort, die Bedürfnisse des Kunden untersucht, Art und Umfang der anzubietenden Anlagen im Einvernehmen mit dem Kunden festgelegt und die Einrichtungskosten geschätzt. Schriftliche K. an Ort und Stelle beim Kunden fertigt der Außenbeamte der Am und überreicht sie sogleich dem Kunden. Für umfangreiche TlnEinr oder für mehrere Lösungen werden K. im Fernmeldeamt ausgearbeitet und dem Kunden nachträglich zugeleitet. Für schriftliche K. werden Formblätter verwendet, auf deren Rückseite die wichtigsten Bestimmungen der FeO über post- und teilnehmereigene NStAnl abgedruckt sind. Schriftliche K. werden mit zwei Durchschlägen gefertigt und durch einen zweiten Beamten (i. allg. nachträglich) geprüft; werden Fehler festgestellt, wird der Kunde benachrichtigt. *Breidt*

Kostenrechnung. Erfassung und verursachungsgerechte Zuordnung der bei der Erstellung einer bestimmten Leistung entstandenen Kosten (Aufwand abzüglich des neutralen Aufwands + kalkulatorische Ansätze für die Verzinsung des betriebsnotwendigen Kapitals und innerbetriebliche Leistungen). Die K. ist ein wichtiges Hilfsmittel der Unternehmensführung. Sie dient als Entscheidungsgrundlage für die Investitions- und Preispolitik, ferner für technische Planungen und organisatorische Maßnahmen. Insbesondere ermöglicht sie eine wirksame Betriebskontrolle. Bei der DBP sind zu unterscheiden:

1. K., die regelmäßig jährlich für bestimmte Kostenträgerbereiche (Dienstzweige, Teildienstzweige) auf überwiegend analytischem Wege in Form von → betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnungen aufgestellt werden.

2. K. in besonderen Fällen (verwaltungsintern auch als »globale K.« bezeichnet), die überwiegend dem Zweck dienen, die Kosten einer Leistungseinheit zu ermitteln (Stückrechnung). Diese Rechnungen bilden die Grundlage für die Festsetzung oder Korrektur von Gebühren. Sie sind notwendig, um die Forderung nach kostengerechten Gebühren zu erfüllen. Wegen der starken innerbetrieblichen Verflechtung der Betriebs- und Verwaltungsstellen der DBP bereitet die Erfassung und verursachungsgerechte Zuordnung der Gemein- und Verbundkosten besondere Schwierigkeiten. Derartige Rechnungen können deshalb in der Regel nur in enger Anlehnung an die betriebswirtschaftliche Ergebnisrechnung erstellt werden. In der Praxis hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die leicht faßbaren Einzelkosten auf synthetischem Wege zu ermitteln und zur Errechnung der Gemein- und Verbundkosten die entsprechend modifizierte Kostenstruktur eines verwandten Kostenträgerbereichs aus der betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnung heranzuziehen. Durch die Anlehnung an die analytisch aufgebaute betriebswirtschaftliche Ergebnisrechnung wird gewährleistet, daß sämtliche Kosten erfaßt werden (Vollkostenrechnung).

3. → Wirtschaftlichkeitsrechnungen aus Anlaß von technischen Planungen oder betriebsorganisatorischen Maßnahmen.

Literatur: Henzel, Die Kostenrechnung, 4. Aufl., Stuttgart 1964 — Kosiol, Kostenrechnung, Wiesbaden 1964 — Mellerowicz, Kosten und Kostenrechnung; Bd. II: Kostenrechnung, 3. Aufl., Berlin 1958 — Nowak, Kostenrechnungssysteme in der Industrie, 2. Aufl., Köln und Opladen 1961 — Vergleiche auch Literaturangaben unter = betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnung und = Wirtschaftlichkeitsrechnungen. *Meier*

Kostenverhältnis, Verhältnis zwischen den jährlichen Kosten einer zusätzlichen Leitung des Überlaufweges und den jährlichen Kosten einer zusätzlichen Leitung eines Querleitungsbündels. Das K. wird benutzt zur Ermittlung der optimalen Leitungszahl in Fernmeldenetzen mit alternativer Leitweglenkung. Sein Wert liegt im allgemeinen zwischen 1,0 und 3,5. Das K. beeinflußt die Zahl der Leitungen im Querweg und bestimmt damit die Verteilung des Verkehrs auf den Querweg und den Überlaufweg. Ein großes K. verlangt mehr Querleitungen als ein kleines. Das K. ist schwierig zu ermitteln bei Bündeln, deren Leitungen über mehrere Wege geführt werden. Man verwendet daher einheitliche K. Das sind Durchschnittswerte für verschiedene Leitungsarten, die sich nach der Lage ihrer Endpunkte in oder zwischen den Netzebenen unterscheiden.

KP-Zeichen → Registerzeichen.

Kraft, Kräfteparallelogramm → Statik.

Kraftfahrzeuge für den Fernmeldebau. Zur Durchführung von Fernmeldebauarbeiten werden Kraftfahrzeuge zum Transport der Arbeitskräfte, der Arbeitsgeräte und des Bauzeuges benötigt. Für spezielle Arbeiten, z. B. Kabel-Einziehen, Kabeltrommeltransport, Meßdienst o. ä., werden Spezialfahrzeuge (→ Kabeltrommeltransport) oder Fahrzeuge mit besonderen Ausstattungen (z. B. Kabelziehwinde) eingesetzt.

Typenprogramm 1950

Für die Streckenbautrupps wurden Lkw mit besonderem Aufbau beschafft:

Magirus-Lkw S 3 500 oder Daimler-Benz Lkw L 3 500 mit einem Gesamtgewicht von 7 800 bzw. 7 200 kg. Hinter dem serienmäßigen Fahrerhaus sind ein besonderer Mannschafts- und ein Geräteraum vorhanden. Der Mannschaftsraum enthält zwei gegenüberliegende Sitzbänke und hat eine vom Motorlauf unabhängige Schwingfeuerheizung. Der Geräteraum enthält Regale mit Fächern für Bauzeug und Geräte. Die Dachgalerie ist mit einer festen Aufstiegsleiter zu erreichen und hat Vorrichtungen für den Transport von Leitern. Die zugehörigen Einachs-Anhänger verschiedener Bauart ermöglichen ein vom Zugfahrzeug als Auflager unabhängigen Mastentransport, Transport von Kabeltrommeln einschließlich Abspulen vom Anhänger direkt aus und Beförderung von verschiedenem Bauzeug. Der Anhänger hat eine Nutzlast von 2 770 kg.

Für den Einsatz im Hochgebirge ist ein Unimog S 404 mit besonders angebauter Mannschaftskabine (1,9 m²) mit Sitzbank (insgesamt können 6 bis 7 Mann befördert werden) und restlicher Ladepritsche, ca. 4,1 m², mit Spriegel und Plane beschafft worden, der auch mit Anhänger gefahren werden kann.

Als Stadtbautruppwagen wurde der Ldkw Opel Blitz 1,75 t mit kombiniertem Fahrer- und Mannschaftsraum sowie Geräteraum und einem geschlossenen Aufbau mit Dachgalerie eingesetzt.

Etwa 1960 wurde der Ldkw Opel Blitz 1,9 t eingeführt, als

1. allgemeine Ausführung für Stadtbautrupps mit einer Sitzbank und Standheizung im Fahrgastraum sowie Regal an der Zwischenwand und Behälter für zwei Propanflaschen im Geräteraum,

2. Ausführung als Löttruppwagen mit zwei Sitzbänken, Klapptisch und Standheizung sowie einem vom Geräteraum durchgehenden langen Kasten für Zeltgestänge. Im Geräteraum ist ein Behälter für 4 Propanflaschen.

Als Anhänger gehören dazu:

1. Kabellöteranhänger als ungebremster, geschlossener Einachskastenanhänger mit vier ausziehbaren Stützen und höhenverstellbarer Deichsel, Dachgalerie, Dachlatten, Aufstiegstritte und Handfeststellbremse. An beiden Stirnseiten sind zum Beladen von vorn und hinten Flügeltüren. Er hat eine Nutzlast von 622 kg;

2. Motorpumpenanhänger als Einachs-Anhänger mit eingebauter Membran-Motorpumpe für eine Förderleistung von 400 l/min durch einen Dieselmotor von 5 PS (in Hochwassergebieten mit Hochleistungspumpe 2 800 l/min mit VW-Industriemotor 28 PS) einschl. notwendiger Saug- und Druckschläuche.

Seit 1952 werden VW-Fahrzeuge in zunehmendem Maße im Fernmeldebaudienst eingesetzt und haben den Einsatz der größeren Bautruppwagen weitgehend ersetzt. VW-Kombi und VW-Pritschenwagen (auch mit Doppelkabine) ermöglichen eine größere Beweglichkeit der auf kleinere Bautruppeinheiten bzw. Arbeitsgruppen im Zuge der Rationalisierung umgestellten Bautrupps. Die Betriebs- und Unterhaltungsarbeiten sind gering im Verhältnis zu denen der großen Bautrupp-Lkw. Ein besonderer Fahrer wird erspart (Handwerker mit Führerschein).

Serienmäßig sind die VW-Kombi mit Frischluftbeheizung und Dachgalerie (geeignet zur Beförderung von Steckleitern, Zeltgestängen oder anderen sperrigen Gegenständen) ausgerüstet. Je nach Einsatz und Beladeweise ist eine vordere oder hintere Sitzbank vorgesehen. Die Einbauten bestehen je nach den örtlichen Bedürfnissen und dem Verwendungszweck entweder hauptsächlich aus Kisten (z. B. Löterkisten), aus serienmäßigen Stahleinbauschränken mit Schubfächern und offenen Regalablagen oder aus Holzschränken mit Schubfächern, die über dem Raum des Heckmotors eingebaut sind, für kleine Bauteile und Werkzeuge. Seitliche Regale und ein Lattenrost unter dem Dach (zur Ablage von Installationskabeln) gehören zu diesen Holzeinbauten. Propanflaschen werden am besten in einem mitgeführten Einachs-Anhänger befördert. Unter Beachtung der Vorschriften für den Propanflaschentransport (→ Propan) können sie auch im Fahrzeug mitgeführt werden. Der Einbau eines besonderen, von außen zugänglichen, verschließbaren Propanflaschengelasses aus Stahl im rechten Heckteil ist nach geprüften Zeichnungen möglich. Falls erforderlich, kann hinter dem VW-Kombi ein Einachs-Universalanhänger (z. B. für Kabellötarbeiten oder mit eingebauter → Kabelziehwinde 500 kg) mitgeführt werden.

Für den Sprechstellendienst werden VW-Limousinen den schnell einsatzfähigen und selbständig arbeitenden Arbeitsgruppen zu zwei Mann (Sprechstelleneinrichter) zugeteilt. Die postgelb lackierten Fahrzeuge haben hinter den beiden Vordersitzen eine Abdeckplatte zum Ablegen von Bauzeug, Apparaten und Werkzeug anstelle der hinteren Sitzbank. Auf der Galerie kann die im Sprechstellenbau verwendete 2,06 m lange Bockleiter mit Expanderschnüren befestigt werden.

VW-Pritschenwagen mit Doppelkabine, Spriegel und Plane sowie Drehschemel für Mastenbeförderung (Bild 6) findet Einsatz im Streckenbaudienst der ländlichen Fernmeldebaubezirke in Verbindung mit einem → Universal-Einachsanhänger verschiedener Hersteller. Er ist bestimmt für 5 bis 6 Mann starke Bautruppeinheiten. Durch die Umorganisation des Fernmeldebaudienstes — Umstellung auf kleinere Bautruppeinheiten und Vergabe von Arbeiten am oberirdischen Liniennetz in größerem Umfange an Unternehmer — können die verbleibenden restlichen Arbeiten geringeren Umfanges (z. B. Netzausläufer zur Herstellung

von Fernsprechanschlüssen) von den beweglicheren Bautruppeinheiten schneller und rationeller ausgeführt werden.

Für schwieriges Gelände und für Gebirgseinsatz können die jetzt mit verstärktem Motor gelieferten VW-Kombi und Pritschenfahrzeuge mit Gebirgsübersetzung, Sperrdifferential und Matsch (M.) u. Schnee (S.)-Reifen ausgerüstet sein. Wo sie im Hochgebirge ihre Einsatzgrenze finden, muß das Unimog-Fahrzeug eingesetzt werden.

1968 wurde unter Berücksichtigung der Entwicklung, daß die Arbeiten im Fernmeldebau weitgehend von ein bis zwei Arbeitskräften ausgeführt werden, und im Zusammenhang mit der Neuorganisation der Fernmeldebaubezirke die Ausstattung mit Kraftfahrzeugen neu festgelegt. Mit Ausnahme des VW-Pkw ohne hintere Sitzbank haben die genannten Fahrzeuge drei Sitzplätze, so daß bei Bedarf auch eine dritte Arbeitskraft mitgenommen werden kann. Bei Arbeiten, bei denen mehrere Arbeitskräfte notwendig sind, müssen von Fall zu Fall weitere Fahrzeuge zugeteilt werden. Der VW-Kombi wird nur noch für Ausbildungsstellen und für die Bauführer mit Meßaufgaben beschafft und dient dabei als witterungsgeschützter Meß- und Arbeitsplatz. Der VW-Pritschenwagen mit Doppelkabine wird wieder mehr anstelle des Pritschenwagens mit Einfachkabine beschafft. Der hintere Teil der Doppelkabine ist als verschließbarer Aufbewahrungsraum für Werkzeug, Gerät und Arbeitsmaterial gut geeignet. Für die Grundausstattung je nach Einsatzzweck sind einheitliche Einbauten entwickelt. Sie können ggf. den örtlichen Bedürfnissen entsprechend ergänzt werden.

Grundausführung der Kraftfahrzeuge für den Fernmeldebau.

1. VW-Limousine 1200 (Bild 1).



Bild 1a. VW-Limousine 1200.

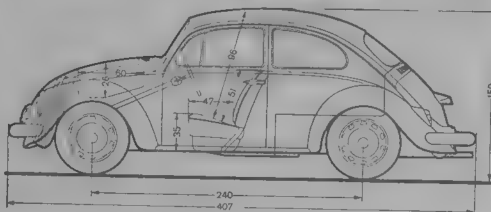


Bild 1b. VW-Limousine (Abmessungen).

Fahrzeug in gelber Lackierung. Anstelle der hinteren Sitzbank Abdeckplatte aus Sperrholz mit einer Gummiriefenmatte.

2. VW-Kastenwagen (Bild 2).

Fahrzeug in grauer Lackierung. Durchgehende Fahrerhausrückwand und Beifahrerdoppelsitz, Dach- und Innenraumverkleidung. Laderaumhecktür mit



Bild 2a. VW-Kastenwagen.

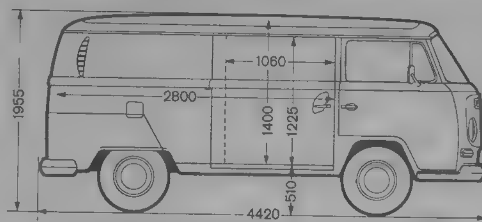


Bild 2b. VW-Kastenwagen (Abmessungen).



Bild 3a. VW-Pritschenwagen mit Einfachkabine.

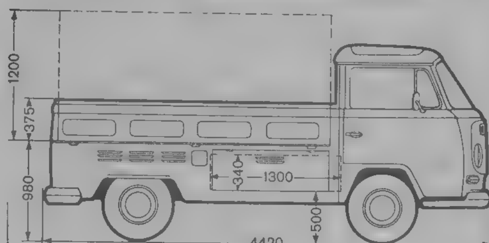


Bild 3b. VW-Pritschenwagen mit Einfachkabine (Abmessungen).



Bild 4a. VW-Combi.

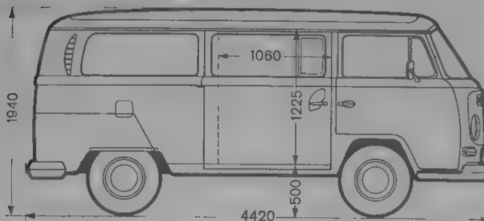


Bild 4b. VW-Combi (Abmessungen).



Bild 5a. Einachsanhänger Größe III Typ »Passau-500-Post«.

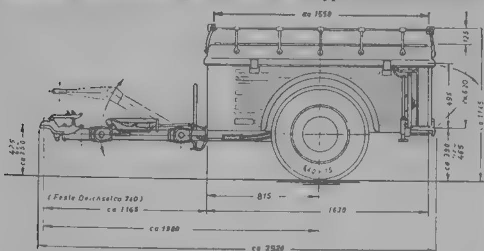


Bild 5b. Einachsanhänger Größe III Typ »Passau-500-Post« (Abmessungen).

Fenster, Anhängekupplung mit zusätzlicher elektrischer Ausrüstung für Anhängerbetrieb.

3. VW-Pritschenwagen (Bild 3 und 6).

Fahrzeug mit grauer Lackierung. Mit Spriegel und Plane, Beifahrerdoppelsitz, zweiter Tresorraumklappe, Anhängekupplung mit zusätzlicher elektrischer Ausrüstung für Anhängerbetrieb.

4. VW-Kombi (Bild 4).

Fahrzeug in grauer Lackierung. Durchgehende Fahrerhausrückwand und Beifahrerdoppelsitz (ohne Sitzbänke im Fahrgastraum), Dach- und Innenraumverkleidung, Laderaumhecktür mit Fenster, Anhängekupplung mit zusätzlicher elektrischer Ausrüstung für Anhängerbetrieb.



Bild 6a. VW-Pritschenwagen mit Doppelkabine.

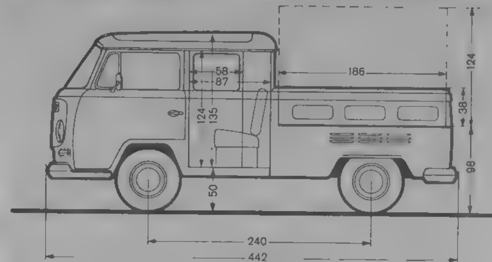


Bild 6b. VW-Pritschenwagen mit Doppelkabine (Abmessungen).

Zusatzausstattungen für die Fahrzeuge 2. bis 4.: Standheizung, Sperrdifferential, dreisitzige Hinter- und/oder Mittelsitzbank im Fahrgastraum nur für Fahrzeuge der Ausbildungsstelle.

Ausstattung für Arbeiten an Teilnehmereinrichtungen.

VW-Pkw 1200.

Zwei Sitzplätze, bei Bedarf mit Dachgalerie für Bockleitern.

VW-Kastenwagen.

Drei Sitzplätze, bei Bedarf mit Dachgalerie für Leiterntransport. Der Kastenwagen kommt nur für diejenigen Fälle in Betracht, in denen der Pkw für eine Zweimanngruppe und das mitzuführende Fernmeldezeug nicht ausreichen (z. B. für umfangreiche Installationsarbeiten, bei gleichzeitiger Herstellung von oberirdischen Sprechstellenzuführungen — ohne Setzen von Leitungsmasten — mit demgemäß größeren Arbeitsvorräten und umfassenderen Werkzeugausrüstungen).

Ausstattung für Arbeiten an oberirdischen Linien.

VW-Pritschenwagen (mit Einfach- oder Doppelkabine).

Drei Sitzplätze, bei Bedarf mit einer Transportmöglichkeit für eine Steck- oder Schiebeleiter (8 m Auszugslänge). Das Fahrzeug besitzt unter der Pritsche einen verschließbaren Tresorraum zur Auf-

bewahrung von wertvollem Fernmeldezeug. Der Drehschemel für den Mastentransport gehört zur Ausstattung des Langmaterial- und Stückgutanhängers. Das Fahrzeug ist auch einzusetzen, wenn gleichzeitig mit der Herstellung einer oberirdischen Anschlußlinie Arbeiten an Teilnehmereinrichtungen ausgeführt werden.

Langmaterial- und Stückgutanhänger.

Bei Bedarf als Ergänzung zum VW-Pritschenwagen in der neuesten Ausführung mit Rungenpaar für Mastenauflage, Teleskopdeichsel, nach vorn und hinten verschiebbarem Deckel (zur Beladung des Anhängers von oben) sowie vorn und hinten abklappbaren Kastenwänden.

Mögliche Mastentransporte: etwa 4 Masten 7 m lang oder 3 Masten 8 m lang oder 2 Masten 9 m lang. (Größere Mastentransporte i. allg. durch Auftragnehmer oder Einsatz des Lkw).

Ausstattung für Arbeiten an Ortskabelanlagen.

1. Spleißen und Löten von Kabeln:

VW-Pritschenwagen (mit Einfach- oder Doppelkabine).

Drei Sitzplätze, bei Bedarf mit einer Transportmöglichkeit für eine Steck- oder Schiebeleiter. Das Fahrzeug besitzt unter der Pritsche einen verschließbaren Tresorraum zur Aufbewahrung von wertvollem Fernmeldezeug.

VW-Kastenwagen.

Drei Sitzplätze; soweit kein Anhänger mitgeführt wird, ist ein Propanbehälter oder Propanflaschengelaß im rechten Heckteil (Aufnahmemöglichkeit von 2 Propanflaschen mit 11 kg Füllgewicht) vorzusehen. Bei Bedarf ist für den Transport von sperrigen Gegenständen (z. B. Leitern, Zeltgestänge) eine Dachgalerie vorzusehen.

Einachsanhänger, Typ Passau III (Bild 5).

Bei Bedarf als Ergänzung zum VW-Kastenwagen oder VW-Pritschenwagen. Der Kasten ist mit Deckel und mit Rückwandklappe zum Beladen ausgestattet.

Langmaterial- und Stückgutanhänger.

Bei Bedarf als Ergänzung zum VW-Pritschenwagen (z. B. für Kabellöten und gleichzeitigen Arbeiten an oberirdischen Linien).

2. Ein- und Ausziehen von Kabeln:

VW-Kastenwagen mit drei Sitzplätzen. Bei Bedarf mit Dachgalerie.

VW-Pritschenwagen (mit Einfach- oder Doppelkabine) mit drei Sitzplätzen.

Kabelkraftwinde mit 3000 kg Zugkraft auf Unimog-Fahrgestell, 40 PS.

Kabelkraftwinde mit 500 kp Zugkraft, i. allg. auf einem Einachsanhänger, Typ Passau III.

Ausstattung für Transport von Fernmeldezeug.

Der Transport von Fernmeldezeug ist weitgehend den Auftragnehmern zu übertragen. Für Kabeltransporte beim Ein- und Ausziehen von Kabeln und für verbleibende andere Transportleistungen sind, ggf. für mehrere Fernmeldebaubezirke gemeinsam, folgende Fahrzeuge bei Bedarf vorzusehen:

Pritschen-Lastkraftwagen zu 3,5 t Nutzlast.

Drei Sitzplätze, geeignet als Zugfahrzeug für den Einachs-Kabeltransportanhänger zu 5 t Nutzlast. Das Fahrzeug kann mit der Fahrerlaubnis Kl. III gefahren werden.

Pritschen-Lastkraftwagen zu 4,5 t Nutzlast.

Drei Sitzplätze, geeignet als Zugfahrzeug für den Zweiachs-Kabeltransportanhänger zu 6 t Nutzlast.

Zusatzausstattung:

Anstelle der Rückbordwand eine 1200 mm hohe Ladebordwand mit motorhydraulischem Antrieb für eine maximale Tragkraft von 1,5 t, Allradantrieb und Differentialsperre, Plane und Spriegel (Hamburger Verdeckart).

Unimog-Zugmaschine.

Zwei Sitzplätze. Das Fahrzeug hat Allradantrieb und kann nur als Zugfahrzeug für Kabeltransportanhänger eingesetzt werden (kleine Hilfsladefläche). Wegen der einseitigen Einsatzmöglichkeit Beschaffung nur in Ausnahmefällen.

Einachs-Kabeltransportanhänger.

Der Anhänger hat eine Nutzlast von 5 t und eine Ladebreite von 1700 mm. Es können damit Kabeltrommeln bis zur Nenngröße DIN 30 transportiert werden. Zusatzausstattung: herausnehmbarer Ladeboden in der Größe 1600 × 2300 mm mit einer Tragkraft von 1,5 t.

Zweiachs-Kabeltransportanhänger.

Der Anhänger hat eine Nutzlast von 6 t. Die Hinterachse ist ausfahrbar. Das lichte Durchgangsmaß über der Hinterachse beträgt 1780 mm bei nicht ausgefahrener und 1920 mm bei ausgefahrener Hinterachse. Belademöglichkeiten mit 1 Trommel DIN 30 oder 2 Trommeln DIN 22 oder mehrere kleine Trommeln neben- und hintereinander. Zum Abspulen des Kabels vom Fahrzeug aus sind zwei hydraulische Hubwinden vorhanden.

Ausstattung für sonstige Kräfte des Außendienstes.

Bauführer: VW-Pkw 1200 mit zwei Sitzplätzen, ggf. mit Heckhalterungen oder Dachgepäckträger für Meßstäbe.

Bauführer (Meßaufgaben): VW-Kombi mit drei Sitzplätzen, mit Standheizung und mit Sondereinbau.

Schaltwarte: VW-Pkw 1200 mit zwei Sitzplätzen.

Die wichtigsten technischen Daten dieser Kraftfahrzeuge und Anhänger sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	VW-Limousine	VW-Transporter	Einachsenanhänger Ausf. A-D	
Leistung	34	47	—	PS
Höchstgeschwindigkeit	115	105	—	km/h
Leergewicht	760	1175	258—300	kg
Nutzlast	360	1000	492—450	kg
zul. Anhängerlast				
gebremst	500	800	—	kg
ungebremst	400	500	—	kg

Stegmann

Kraftfahrzeugentstörung → Funkentstörung.

Kraftfluß → magnetische Feldgrößen.

Kraftlinie → Feldlinie.

Kraftstellwerk → Stellwerk, elektromechanisches.

Krampsche Transzendente → Fehlerintegral.

Krarup, Karl Emil, geb. 12.10.1872 zu Kopenhagen, gest. 29. Dez. 1909 zu Kopenhagen. Von 1906 ab Leiter der technischen Abteilung des dänischen Telegraphendirektorats, erfand um 1900 ein Verfahren zur Erhöhung der Leitungsinduktion (Dämpfungsherabsetzung), das »Krarup-Kabel«, mit dem später zahlreiche Fernsprechseekabel verlegt wurden, z. B. das Kabel von Holland nach England (1926) und das Kabel Emden–Azoren (1927).

Literatur: Ingeniren, Dänische Zeitschrift, Kopenhagen, vom 8. 1. 1910 mit »Nekrolog«. Salomonsens großes Konversations-Lexikon, Kopenhagen, ETZ 1902, S. 344, Aufsatz: C. E. Krarup: »Unterseeische Fernsprechkabel mit erhöhter Selbstinduktion«; Journal télégraphique 1905, S. 187; Aufsatz: C. E. Krarup: »Cables télégraphiques modernes«. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Krarup-Seekabel → Seekabelaufbau.

Krarupverfahren. Beim K. erhalten die Fernsprechleitungen eine gleichmäßige Umhüllung der Kupferleiter mit dünnen Eisendrähten oder Eisenbändern zum Zweck der Dämpfungsverminderung. Da die Dämpfung einer gleichmäßigen Leitung mit den Leitungsdaten R, G, L, C pro Längeneinheit in erster Näherung $\alpha = \frac{R}{2 Z_0} + \frac{G Z_0}{2}$ mit $Z_0 = \sqrt{L/C}$ ist (→ Leitungstheorie 1.3.2), kann die Dämpfung einer Leitung durch Erhöhen der Induktivität erniedrigt werden, solange das erste Dämpfungsglied überwiegt. Als Mittel zur Induktivitätserhöhung wurde bereits von Heaviside 1893 sowohl die gleichmäßige Umspinnung der Drähte mit ferromagnetischem Material (Krarupleitungen) als auch der Einbau von Spulen (Pupinleitungen) vorgeschlagen. Krarupleitungen wurden für kürzere Strecken und vor allem als Seekabel (Dänemark—Schweden 1903, Dänemark—Deutschland 1907) verlegt, da sie in damaliger Zeit wegen ihrer mechanischen Gleichmäßigkeit gegenüber → Pupinleitungen für die Unterwasserverlegung Vorteile hatten. In der erreichbaren Induktivitätserhöhung sind Pupinleitungen überlegen. Heute hat das K. nur noch historisches Interesse. Über nähere Einzelheiten sei daher auf die erste Auflage 1929 des HWF verwiesen.

Kreisbewegung, Kreisel → Dynamik.

Kreiselkompaß. Um den rechtweisenden Kurs eines Schiffes zu bestimmen, wird auf fast allen Schiffen ein K. benutzt. Zwei mit 20 000 U/min umlaufende Kreisel stellen das nordsuchende Element dar. Durch das Zweikreiselsystem werden die Schlingerfehler ausgeglichen. Der systembedingte Fahrtfehler wird mechanisch ausgeglichen, wenn dem K. die geographische Breite und die jeweilige Schiffsgeschwindigkeit (→ Log) eingegeben wird. Über eine rückwirkungsfreie Nachlaufsteuerung wird die Kursinformation auf → Drehmelder übertragen, die die Tochterkompasse steuern. An den K. können Kursschreiber, Funkpeiler und Radargeräte angeschlossen werden. Unter den normalen Schiffsbedingungen bleibt der Fehler unter 0,5°. Der K. ist bis etwa 83° geographischer Breite zu verwenden.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Kreisfrequenz. Anzahl der in 2π Sekunden durchlaufenen Perioden T einer Schwingung, das ist das 2π-fache der Frequenz f,

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T.$$

Die K. wird in s^{-1} angegeben, z. B. $\omega = 5000\, s^{-1}$; im englischen Schrifttum auch in radians per second (rps).

Wird eine zeitlich sinusförmige Größe durch die Projektion eines gleichmäßig umlaufend gedachten Zeigers (Zeitzeigers) auf eine feste Gerade dargestellt, so ist die K. der von diesem Zeiger in einer Sekunde überstrichene Winkel, im Bogenmaß gemessen, also gleich seiner Winkelgeschwindigkeit.

Kreisgruppe → Antennengruppe.

Kreisgruppenantenne → Rundstrahler oder Rundstrahlantenne.

Kreislaufweichenanlage → Rohrpostweichensysteme.

Kreisprozesse → Thermodynamik.

Kreisverkehr → Verkehrsart (Funk).

Kresolharze. Kresol-Formaldehydkondensationsprodukt, analog den Phenoplasten, härtet etwas langsamer und ist billiger als diese, isoliert elektrisch besonders gut, wird rein oder kombiniert mit Phenolharzen als Bindemittel für Preßmassen, zur Herstellung von elektrotechnisch wichtigen Sondermassen und dgl. verwendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kreuzglied → Vierpoltheorie 2.1.

Kreuzmodulation ist ein bei Amplitudenmodulation oder Einseitenbandmodulation mit Träger entstehendes verständliches → Nebensprechen. Beispiel: Bei einem unmodulierten Träger Ω_1 und einem mit ω modulierten Träger Ω_2 entsteht an einer Kennlinie dritten Grades aus den Frequenzen Ω_1, Ω_2 und $\Omega_2 - \omega$ u. a. eine Frequenz $\Omega_1 - \Omega_2 + (\Omega_2 - \omega) = \Omega_1 - \omega$, also eine Modulation von Ω_1 mit ω. K. fehlt bei Einseitenbandmodulation ohne Träger, → Modulation 1.1.2.

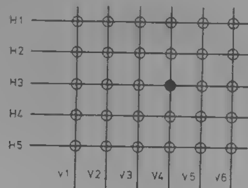
Kreuzpolarisation → Richtcharakteristik.

Kreuzschienenschalter → Kreuzschienenwähler.

Kreuzschienenwähler. Der Kreuzschienenwähler ist kein Wähler, sondern ein Schalter, denn die Einstellung geschieht relaisartig durch kurze Schwenkbewegungen von kreuzförmig angeordneten Schienen, die vor einem Kontaktfeld liegen. Der Grundgedanke dieses Wählers geht auf ein amerikanisches

Patent (Reynold, 1915) zurück und wurde erstmalig in Schweden (Betulander, 1923) als Kreuzschienenwähler sowie später in den Vereinigten Staaten von Amerika als Crossbarswitch in der Wählervermittlungstechnik praktisch verwendet. In Deutschland wurde eine als Koordinatenschalter bezeichnete Konstruktion 1953 von Mix & Genest als Koppelglied in Fernsprechanlagen eingeführt.

Das Prinzip eines Kreuzschienenverbinders geht aus nachstehendem Bild hervor. Hierbei ist die horizontale Leitung 3 mit der vertikalen Leitung 4 verbunden (s. Bild).



Kreuzschienenwähler.

Grundsätzlich besteht der Kreuzschienenwähler aus einem Kontaktfeld und aus vor dem Kontaktfeld in zwei Ebenen kreuzförmig angeordneten Betätigungsschienen. Soll nun ein bestimmter Eingang mit einem bestimmten Ausgang verbunden werden, so werden die entsprechende horizontale und vertikale Schiene durch Elektromagnete nacheinander um ihre Längsachse geschwenkt. Hierbei wird an der Kreuzungsstelle durch ein Kupplungsstück der dort befindliche Kontaktsatz geschaltet.

Literatur: A. Mehlis, Wähler oder Schalter als Verbindungsorgane in der Vermittlungstechnik. Fernmeldetechnische Zeitschrift (5) 1952, H. 7.
Steffens

Kreuzung → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Kreuzung mit Bahnanlagen ist nach den Vorschriften der »Vereinbarung zwischen Bahn und Post über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen« auszuführen:

1. Bauvorschriften für K.

1.1. An elektrisch betriebenen Bahnstrecken und an solchen, die in nächster Zukunft für die Umstellung auf elektrischen Betrieb vorgesehen sind, sind oberirdische K. unzulässig; Ausnahme bei Gleichstrombahnen mit Fahrleitungs-Nennspannungen unter 1500 Volt.

1.2. Die Gleise sind möglichst rechtwinklig zu kreuzen. Wenn Fernmeldelinien längs öffentlicher Verkehrswege verlaufen, sollen sie bei K. grundsätzlich weiter am Verkehrsweg entlang geführt werden.

1.3. Die Stützpunkte der kreuzenden Fernmeldelinie dürfen die Sicht auf Signale und schienengleiche Wegübergänge nicht behindern. Sie müssen an der dem Gleis zugewendeten Seite einen Mindestabstand von 2,25 m von der Schienenaußenkante haben. In Ausnahmefällen und wenn von Seiten der DB keine Bedenken aus betrieblichen Gründen bestehen (Führen von Transporten mit Lademaßüberschreitung über die betroffenen Gleise od. dgl.), darf der Mindestabstand an der freien Strecke auf 1,75 m, in Bahnhöfen auf 1,50 m vermindert werden. Die Mindestabstände von anderen baulichen Anlagen der DB werden örtlich vereinbart. Die Stand- und Lagesicherheit dieser Anlagen darf durch den Stützpunkt nicht beeinträchtigt werden.

1.4. Bei Blankdrahtlinien gilt im einzelnen:

1.4.1. Der unterste Draht muß bei voller Stützpunktbelegung und größtem Durchhang, d. h. bei +40° C und bei −5° C mit Eisbehang von der Schienenoberkante mindestens noch 6 m entfernt sein.

1.4.2. Oberirdische Fernmeldeleitungen der DB sollen von den Leitungen der DBP grundsätzlich überkreuzt werden. Zwischen der obersten Bahn- und der untersten Postleitung muß bei größtem Durchhang ein senkrechter Abstand von 1 m vorhanden sein.

1.4.3. Die kreuzende Blankdrahtlinie muß mit erhöhter Sicherheit (hSFm) nach den Bestimmungen VDE 0800 § 21, c) 1.3., gebaut sein, d. h.: zusätzliche Sicherung der Kreuzungsmaste gegen Umbruch, Spannweite des Kreuzungsfeldes ≦ 50 m, Verwendung neuen Bronzedrahtes Bz II 1,5 mm nach DIN 48 300, keine Verbindungsstelle im Kreuzungsfeld, bei −25° C noch 4fache Sicherheit gegen Drahtbruch, Befestigung der Isolatoren mit Stützen auf Querträgern, Befestigung von Leitungsdraht mit verstärkter Bindung (6 Schläge) an den Isolatoren.

1.5. Bei Verwendung von Luftkabeln gelten die Bestimmungen nach 1.4. sinngemäß. Zusätzlich oder abweichend gilt:

1.5.1. Zu Luftkabeln rechnen auch Installationskabel mit Zugentlastung (VDE 0815).

1.5.2. Ist eine der unter 1.4.2. genannten Leitungen ein Luftkabel, so darf der lotrechte Abstand auf 0,5 m verringert werden.

1.5.3. Tragseile oder -drähte für Luftkabel oder die die Last aufnehmende Bewehrung bei selbsttragenden Luftkabeln sowie die zur Aufhängung benutzten Stützpunkte und Armaturen müssen so bemessen sein, daß die üblicherweise zu erwartende Belastung sicher aufgenommen wird, wobei Rauhreif, Winddruck u. dgl. zu berücksichtigen sind. Tragseile oder -drähte bzw. die selbsttragende Bewehrung sowie Teile zur Befestigung des Luftkabels an den tragenden Teilen müssen zuverlässig gegen Korrosion geschützt sein.

1.6. Müssen von der Fernmeldelinie auch Starkstromfreileitungen — außer den Fahrleitungen — auf Bundesbahngelände gekreuzt werden, so sind die Bestimmungen nach VDE 0800 § 21 c) 1 zu beachten.

2. Besondere Bestimmungen bei der K. elektrisch betriebener Bahnen.

2.1. Die kreuzende Fernmeldelinie ist soweit als Erd- oder Röhrenkabel zu verlegen, als herunterfallende Teile einer gerissenen Fahrdrahtleitung eine Fernmeldeleitung oder umgekehrt berühren könnten. Die Kabelführungen müssen jedoch mindestens einen Abstand von 5 m von den spannungsführenden Teilen der Fahrleitung haben.

2.2. Die zu verkabelnde Länge kann größer sein, wenn eine Beeinflussung nach den Bestimmungen VDE 0227 es erfordert.

2.3. Für die Verlegung der Erd- und Röhrenkabel gelten die Bestimmungen nach Abschnitt 3.

3. Bauvorschriften für unterirdische K.

Die Geleise sind nach Möglichkeit rechtwinklig zu kreuzen. Die dem Schutz der Kabel dienenden Abdeckungen müssen mit ihrer Oberkante mindestens 1,20 m unter der Schienenoberkante liegen und beiderseits der K. mindestens 1,50 m über die Außenkante der äußersten Schienen hinausreichen. Zulässige Abdeckungen sind Kabelkanal-Formsteine, Abdeckplatten, Hauben aus Beton oder Steinzeug und isolierte Stahl- oder Kunststoffrohre (Polyvinylchlorid [PVC] 100 nach DIN 8062). Kabelschutzeisen sind wegen der Gefahr des Verrostens nicht zulässig. Lediglich bei Einsatz eines Stoßbohrgerätes können Stahlrohre bis zu 0,15 m lichter Weite verwendet werden.

Stegmann

Kreuzung zwischen Fernmeldeleitungen und Starkstromleitungen ist dann gegeben, wenn eine der beiden Leitungen in einem beliebigen Winkel über die andere hinweggeführt ist, gleichgültig, wie groß der gegenseitige lotrechte Abstand ist. Voraussetzung für eine K. ist, daß beide Anlagen entweder oberirdisch oder unterirdisch sich kreuzen; in Gebäuden entweder beide auf oder unter Putz geführt sind. Kreuzungsfeld ist das zwischen zwei benachbarten Stützpunkten liegende Feld einer Freileitung, in dem die andere Anlage gekreuzt wird. Der Bereich der K. umfaßt auch diese beiden Stützpunkte jeder Leitung. Für die Kreuzungsstellen sind Mindestabstände vorgeschrieben. Bei Freileitungen ist die Durchhangsänderung durch Temperaturschwankungen zu berücksichtigen. Zum Schutz gegen Herabfallen und damit gegen Berührung der Leiter beider Systeme sind besondere Sicherheitsmaßnahmen (→ Bauweise mit erhöhter Sicherheit) vorgeschrieben (→ Starkstromeinwirkung).

Kreuzung zwischen Leitungen → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Kreuzungsbereich → Starkstromeinwirkung.

Kristalldetektor → Detektor.

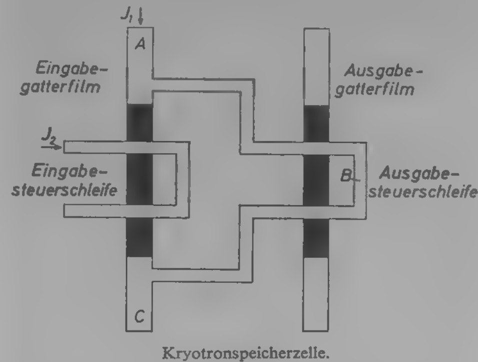
Kruckow, August, geb. 23. 9. 1874 in Grevenbroich, gest. 23. 9. 1939, Dr.-Ing. E. h., Staatssekretär im Reichspostministerium. Reichspostdienst 1895, seit 1933 Staatssekretär im RPM, Ruhestand 1939. Sein besonderes Interesse galt dem Rundfunk, indem er den Großsenderbau vorantrieb und eine Neuordnung durch strenge Trennung von Technik und Programmaufgaben herbeiführte; weiter förderte er die technische Fortentwicklung des Gleichwellenrundfunks und den Ausbau des Rundfunkübertragungsnetzes. Die Einführung der Rundfunkübertragungen mittels Kurzwellen nach Übersee, die Übernahme des Rundfunkstörungsdienstes sowie die Einführung der Wähltechnik ist sein Werk.

Ehrung: Dr.-Ing. E. h. der TH Danzig.

Literatur: TFT 1933, H. 1, S. 2/3; TFT 1927, H. 9, S. 273; TFT 1929, H. 9, S. 300.

Krümmungsfaktor → troposph. Brechung.

Kryotronspeicher. Kryotronspeicher arbeiten bei Temperaturen unterhalb 20° K (= −253° C). In diesem Temperaturgebiet verlieren eine Reihe von Metallen und Legierungen ihren elektrischen Widerstand vollständig bei einer für jedes Metall charakteristischen »Sprungtemperatur T_c«. T_c ist abhängig von einem eventuell vorhandenen Magnetfeld. Wachsendes Magnetfeld erniedrigt T_c. Ein in einem ringförmigen Supraleiter einmal fließender Strom fließt nach heutiger Kenntnis beliebig lange weiter. Die genannten Eigenschaften benutzt man zum Bau von Speichern. Man führt einer supraleitenden Anordnung aus dünnen Filmen (s. Bild) bei A einen Strom I_1 zu.



Kryotronspeicherzelle.

Er fließt bei C ab. Gleichzeitig versetzt das Magnetfeld eines Stromes I_2 einen Teil der Strecke AC in den normalleitenden Zustand. I_1 fließt also durch die Schleife ABC, wo sein Magnetfeld im Ausgabegatterfilm Brücken normalleitenden Materials erzeugt. Ein durch den Ausgabefilm fließender Strom verursacht an diesen Brücken einen Spannungsabfall, der seinerseits das Vorhandensein eines Suprastromes anzeigt und als Lesesignal dient. Nach dem Abklingen des Stromimpulses I_2 und dem Abschalten des Stromes I_1 fließt der Suprastrom als Kreisstrom über $ABCA$ weiter.

Es sind auch andere Anordnungen auf der Basis der Supraleitung als Speicherelemente vorgeschlagen und gebaut worden. Ganze Speicher jedoch wurden noch nicht gebaut.

Literatur: K. Steinbuch (Hrsg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg, 1962 — D. A. Buck, The ctyotron, A superconductive Computer Component, Proc. IRE 44 (1956), S. 482–493.

Pöcker

Kugelkondensator ist ein Kondensator, dessen zwei Elektroden konzentrische Kugeln sind, so daß im dielektrischen Zwischenraum das Feld punktsymmetrisch ist. Ist r_1 der kleinere, r_2 der größere Radius, so ist die Kapazität des Kugelkondensators

$$C = \frac{4\pi\varepsilon}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}.$$

Für $r_2 - r_1 \ll r_1$ ist

$$C = \frac{4\pi\varepsilon r_1^2}{r_2 - r_1} = \frac{\varepsilon a}{s}$$

mit $s = r_2 - r_1$ und der Kugeloberfläche $a = 4\pi r_1^2$. Wird andererseits r_2 immer größer, so nimmt C ab bis zu dem endlichen Kleinstwert als Grenzwert

$$C = 4\pi\varepsilon_0 r_1.$$

Kugelkoordinaten → Koordinatensystem.

Kugelstrahler → Elementarstrahler.

Kugelwelle. Sich von einem z. B. punktförmigen Erregerzentrum kugelförmig ausbreitende Welle, deren Wellenflächen in isotropen Medien konzentrische Kugelschalen sind. → elektromagnetische Welle, A.

Kühlung bei Funksendern. Man kann drei Kühlungsarten unterscheiden: Kühlung durch 1. Strahlung, 2. Luft, 3. Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser.

1. Die Strahlungskühlung ist immer vorhanden, wenn nicht durch konstruktive Gegebenheiten, z. B. zu dichten Aufbau oder benachbarte Teile noch höherer Temperatur als die des zu kühlenden Teiles die Wärmeabstrahlung an die Umgebung behindert ist. Bei kleinen Geräten genügt in den meisten Fällen die Strahlungskühlung in Verbindung mit der Kühlung durch natürliche Wärmeableitung bzw. Konvektion. 2. Luftkühlung gründet sich auf die Übernahme der abzuführenden Wärme an die umgebende Luft durch Konvektion. Die erwärmte Luft muß abgeführt werden, wenn nicht das gesamte Gerät eine zu hohe Temperatur annehmen soll. Die Luftströmung kann natürlicherweise durch Umwälzung oder forciert durch Gebläse erfolgen. Innerhalb eines Sendergehäuses können ein oder mehrere vorgegebene Luftführungswege für die Kühlluft vorgesehen werden, über die die Zuluft an die zu kühlenden Teile herangeführt und über wegführende Kanäle als Abluft zum gemeinsamen Ausgang geleitet wird. Die Zuluft muß durch Grob- und Feinfilter gereinigt in das Sendergehäuse eingeführt werden. Dies ist nur dann nicht nötig, wenn staubempfindliche Teile durch Einbettung oder Einkapselung vor Staubeinwirkung geschützt sind. Bei kleinen Bauteilen mit geringer Wärmeabgabe dürfte dies immer möglich sein. Gehäuse mit zu kühlenden Teilen dürfen im Inneren keinen Unterdruck (etwa durch Absaugen der Kühlluft) aufweisen, weil dann die Umgebungsluft (auch vom Fußboden her) mit Staubgehalt in das Sendergehäuse gezogen wird. Im Inneren eines luftgekühlten Raumes sollte zur Vermeidung von Staubeinwirkung (bei einem modernen Sender sollte das Reinigen überhaupt überflüssig sein) daher ein mäßiger Überdruck gereinigter Luft vorherrschen. 3. Wasserkühlung wird dort benötigt, wo besonders große Wärmemengen von verhältnismäßig kleinem Raum abzuführen sind. Zuführungs- und Abführungsleitungen zum Kühlobjekt müssen isoliert sein und das Wasser muß einen so geringen Leitwert aufweisen, daß eine sichere Isolation spannungsführender Teile gewährleistet ist. Bisweilen ist es möglich, den Kühlanschluß an einem geerdeten Punkt anzubringen. *Prokott*

Kühlung von Senderöhren. Es kann jede Art von Kühlung, wie bei Sendern üblich, angewandt werden. Luft- und strahlungsgekühlte Röhren können mit Kühlfahnen, Kühlrippen oder anderen Mitteln zur Vergrößerung der Oberfläche zwecks Verbesserung der Wärmeabfuhr versehen werden. Bei kleinen Sendern genügt im allgemeinen diese Maßnahme. Für größere Sender bis zu etwa 50 kW ist die forcierte Luftkühlung wirtschaftlich. Erst für Senderöhren mit Leistungen ab 100 kW ist die Wasserkühlung vorteilhaft. Die Wasserkühlung macht wegen der Isolierfähigkeit einen Reinwasserkreis mit geringem Leitwert und einen Rohwasserkreis erforderlich. Das Reinwasser wird im Wärmeaustausch mit Rohwasser oder Luft (wie beim Autokühler) rückgekühlt. Die Temperatur im Reinwasserkreis soll etwa 70 bis 80° betragen. Es darf wegen etwaiger Einflüsse, die die Verlustleistung der Röhre steigern, nicht zum Sieden gelangen. Wegen der Weitläufigkeit der Kühlanlage wird diese Kühlart für → Röhrensender immer mehr von der Siede- oder Verdampfungskühlung verdrängt. Der Verdampfungsvorgang ist mit einem wesentlich höheren Wärmeumsatz verbunden als die Erwärmung ohne Änderung der Formart. Daher steht bei Großsendern die Verdampfungskühlung im Vordergrund. Es sei erwähnt, daß die Verdampfungswärme des Wassers 536 kal gegenüber 1 kal bei Erwärmung des Wassers um 1 Grad beträgt. Um den Verdampfungsvorgang an der zu kühlenden Fläche ständig wirksam zu halten (Vermeidung des Leidenfrostschen Phänomens), läßt man das Kühlwasser durch Kanäle des zu kühlenden Teiles strömen, wobei der gebildete Dampf beschleunigend wirkt und etwaigen Dampfblasenansatz verhindert. Die zu kühlende Röhre befindet sich in einem Überlauftopf, dem das Wasser ständig in erforderlichem Maße zugeführt wird, so daß die Kühlfläche immer ausreichend mit Wasser bedeckt ist, das der Verdampfungskühlung dient. Der Abdampf, das etwa gebildete Kondensat und der Überlauf werden aus dem Gehäuse, das den Überlauftopf umgibt, weggeleitet und in einen Vorratsbehälter zurückgeführt. Es lohnt sich, in die Rückleitung einen Wärmeaustauscher einzuschalten, der für Heizzwecke, z. B. zum Betrieb der Zentralheizung, nutzbar gemacht wird.

Literatur: E. Prokott, Hütte IV B, Berlin, München 1962, S. 950 u. 954.

Prokott

Kundendienst. Der Kunde der DBP wird über Angelegenheiten des Teilnehmerverhältnisses (Teilnehmereinrichtungen) vom → Anmeldedienst für Fernmeldeeinrichtungen wunschgemäß persönlich, fernmündlich oder auf schriftlichem Wege beraten. Für die Beratung über Nebenstellenanlagen ist ein Außenbeamter als Fachbeamter für Nebenstellenanlagen eingesetzt. Im übrigen obliegt die Beratung über das Teilnehmerverhältnis den Kräften der Anmeldeplätze. Durch fest abgegrenzte Arbeitsbereiche der Anmeldeplätze und ggf. der Außenbeamten wird im Laufe der Zeit ein persönlicher Kontakt zwischen den Kräften des Anmeldedienstes und den Kunden des Bereiches hergestellt. Damit wird eine Voraussetzung geschaffen, die Teilnehmer individuell zu behandeln.

Anliegen der Kunden, die die Herstellung, Änderung oder Aufhebung von Fernmeldeeinrichtungen nicht unmittelbar betreffen, leitet die Anmeldestelle an die zuständigen Dienststellen — ggf. zusammen mit vorhandenen schriftlichen Unterlagen — weiter. → Antrag auf Herstellung ... von Fernmeldeeinrichtungen, Beratungsdienst, Musterschau, Öffentlichkeitsdienst.

Kündigung von Teilnehmereinrichtungen. Die DBP und die Teilnehmer (Tln) können die Teilnehmereinrichtungen schriftlich zum Schluß eines Kalendermonats kündigen. Die K. muß dem jeweils anderen Beteiligten des Teilnehmerverhältnisses spätestens am dritten Werktag des Kalendermonats zugehen — es sei denn, es handelt sich um teilnehmereigene oder private Einrichtungen.

Einrichtungen, für die eine Mindestüberlassungsdauer besteht, können frühestens zum Ende der Mindestüberlassungsdauer gekündigt werden, vgl. dazu → vorzeitige Aufgabe und fristlose Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen.

Kunstharze. Die Naturharze und K. sind aus den verschiedenartigsten Bestandteilen (z. B. Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Aldehyden, Äthern, Estern, Kretonen, Phenolen, org. Säuren, Aminen und dgl.) zusammengesetzt, daher bezeichnet man mit »Harz« keine bestimmte Klasse von chemischen Verbindungen, sondern mehr einen physikalischen Zustand. Dieser ist vielfach gekennzeichnet durch eine glasigamorphe, der Kristallisation abgeneigten Beschaffenheit, Wasserunlöslichkeit, Erweichbarkeit beim Erwärmen, sowie durch die Fähigkeit zur Filmbildung aus organischen Lösungsmitteln.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kunstharzpreßstoffe. K. sind ungesättigte Polyesterharze. Bei den zur Anwendung kommenden Verfahren unterscheidet man zwischen Kaltpreß-, Heißpreß-, und Naßpreßverfahren. Firmenbezeichnung z. B.: Bayer-Leguval.

Kunststoffe. Die Bezeichnung hat sich eingebürgert als gemeinverständliche und zweckmäßige Abkürzung des Begriffes »künstlich, d. h. durch chemische Umsetzungen hergestellte hochmolekulare organische Werkstoffe«. Für den synthetischen Aufbau werden vorwiegend folgende Anlagerungsreaktionen verwendet: 1. Polymerisation. Man versteht darunter den Zusammenschluß sehr kleiner, gleichartiger Moleküle zu Makromolekülen ohne Abspaltung eines Reaktionsproduktes. Ausgangsstoffe sind z. B. Äthylen, Vinylchlorid oder Styrol. 2. Polykondensation. Dies ist eine Reaktion, bei der sich zwei meist verschiedenartige Moleküle unter Austritt eines chemisch einfachen Stoffes wie Wasser, Chlorwasserstoff oder Ammoniak verbinden. Man erhält so Phenol-, Harnstoff- und Melaminharze. 3. Polyaddition. Hierbei erfolgt der Aufbau des Hochpolymeren durch intramolekulare Umlagerung und Verschiebung eines Wasserstoffatoms. Der Bildungsvorgang durch Polyaddition ähnelt sehr der Polymerisation, unterscheidet sich von ihr aber grundsätzlich dadurch, daß die Verknüpfung nicht durch Kohlenstoff-Kohlenstoffbindung, sondern über Heteroatome wie Sauerstoff oder Stickstoff erfolgt. Hierzu gehören die Polyurethane und die Polyäthylenoxid-Verbindungen. Die Anzahl der bis heute bekannten K. und deren Abwandlungsfähigkeit ist sehr groß. Aus praktischen Gründen werden die K. nach ihrem thermischen Verhalten eingeteilt in: 1. Duroplaste (stark vernetzter Molekülaufbau, der einen harten bis spröden, unschmelzbaren Werkstoff ergibt, welcher nach der Verarbeitung thermisch nicht mehr verformt werden kann. Beispiel: Phenol- und Kresolharze, »Bakelite«), 2. Thermoplaste (vorwiegend aus Fadenmolekülen aufgebaute K., die beim Erwärmen über ihren Erweichungspunkt plastisch formbar werden und nach dem Erkalten ihre Form beibehalten; die verbreitetsten sind die → Polyvinylchloride (PVC), wie »Igelit«, »Vinidur« usw., und die → Polyäthylene (PE), z. B. »Lupolen«) und 3. Elastoplaste (Stoffe, die gummiähnlich, also reversibel deformierbar sind und Rückprallelastizität besitzen; hierzu gehören Polyacrylate, Fluorelastomere, »Neoprene«, »Silikongummi« usw.). Neben den allgemein geschätzten Eigenschaften wie äußerste Gleichmäßigkeit und Regelmäßigkeit des Aufbaus, leichte Verarbeitbarkeit und niedriges spezifisches Gewicht besitzt eine Vielzahl von K. noch wertvolle spezielle Gebrauchseigenschaften. So sind für die Fernmeldetechnik viele K. von Bedeutung wegen ihrer ausgezeichneten elektrischen Daten (hohe Durchschlagfestigkeit, niedriger Verlustfaktor), ihrer Glutfestigkeit sowie ihrer hervorragenden Beständigkeit gegen Wasser, Atmosphärilien, organische Lösungsmittel und aggressive Chemikalien. Als Beispiel für die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sei die moderne Kabeltechnik genannt: hier übernehmen K. bereits weitgehend die Rolle althergebrachter »klassischer« Werkstoffe, sei es als Material für die Aderisolierungen (Styroflex, Weich-PVC), → Kabelmäntel (PE) oder → Kabelkanäle (Hart-PVC), als auch in Form von kalt vergießbaren → Füllmassen (auf Basis ungesättigter Polyester- oder Epoxidharze) beim Muffen- oder Stopfstellenbau usw. (→ Isolierstoffe).

Literatur: Kunststoff-Taschenbuch, C. Hanser Verlag, München.

Schneider/Kerckhoff

Kunststoff-Aufteilungskabel, elektrische Eigenschaften. 1. Kunststoff - (Polyvinylchlorid-) Aufteilungs-Ortskabel (PVC-AtOk), Betriebskapazität bei 800 Hz höchstens 130 nF/km, Leiterwiderstand der Schleife höchstens 130 Ω/km, Isolationswiderstand bei 20° C mindestens 100 MΩ · km, Verlustwinkel bei 800 Hz höchstens 0,1, kapazitive Kopplungen K/1, 9–12 höchstens 50 pF/100 m (10% der Werte eines Kabels können bis zu 100 pF/100 m betragen.

2. Kunststoff - (Polyäthylen-) Aufteilungs-Bezirkskabel (PE-AtBzk)

2.1. AtBzk 8 p oder 16 p Dieselhorst-Martin-(DM) / Kunststoff:

Betriebskapazität bei 800 Hz 41 nF/km (Richtwert). Leiterwiderstand der Schleife höchstens 130 Ω/km, Isolationswiderstand, Nebensprechkopplungen und Erdkopplungen wie für DM-Vierer nach VDE 0816/6.64. Wellenwiderstand bei 120 kHz 130 Ω + 5%,

Fernnebensprechdämpfung $a_{f\,1,9-12}{}^{-a}$ bei 120 kHz ≧ 7,1 N/425 m, Nahnebensprechdämpfung $a_{n\,1,9-12}$ bei 120 kHz ≧ 6,3 N/425 m.

2.2. TF-AtBzk 8 p oder 16 p/Stern(St)/Kunststoff:

Betriebskapazität bei 800 Hz 33 nF/km (Richtwert), Leiterwiderstand der Schleife höchstens 130 Ω/km, Isolationswiderstand wie für Stern I-Vierer nach VDE 0816/64.

Wellenwiderstand bei 120 kHz 172 Ω ± 5%, Nebensprechkopplungen bei 800 Hz $k_{2,3}$ ≦ 300 pF/425 m, k_{4-8} ≦ 210 pF/425 m, Erdkopplungen bei 800 Hz $e_{1,2}$ bzw. $e_{a1,2}$ ≦ 250 pF/425 m, e_3 bzw. e_{a3} ≦ 500 pF/425 m, Fernnebensprechdämpfung $a_{f1,9-12}{}^{-a}$ bei 120 kHz ≧ 8,5 N/425 m, Nahnebensprechdämpfung $a_{n\,1,9-12}$ bei 120 kHz ≧ 7,1 N/425 m.

2.3. AtBzk 6 p/Paar in Metallfolie (PiMF)/Kunststoff

2.3.1. für den DM-Vierer:

Betriebskapazität bei 800 Hz ≦ 46 nF/km, Leiterwiderstand der Schleife, Isolationswiderstand, Nebensprech- und Erdkopplungen, Nebensprechdämpfungen, Wellenwiderstand wie bei AtBzk 8 p oder 16 p DM/Kunststoff.

2.3.2. für die PiMF:

Betriebskapazität bei 800 Hz ≦ 46 nF/km, Leiterwiderstand der Schleife höchstens 130 Ω/km, Isolationswiderstand der Adern mindestens 106 Ω/km bei 20° C, der Schirme (Beidrähte) gegeneinander mindestens 16 Ω/km, Erdkopplungen bei 800 Hz e ≦ 750 pF/425 m, magnetische Kopplungen bei 800 Hz je Werklänge: zwischen PiMF ≦ 100 nH, PiMF und den Stämmen des DM-Vierers ≦ 250 nH, PiMF und dem Phantom des DM-Vierers ≦ 150 nH.

Knebel

Kunststoffolie. Einige organische Werkstoffe lassen sich zu dünnen, homogenen, porenfreien Folien oder Filmen mit hoher mechanischer Festigkeit verarbeiten. Hierzu gehören Polystyrol, Polyäthylen, Polypropylen, Celluloseacetat, Polyäthylenterephthalat usw. Infolge ihrer vorteilhaften elektrischen Eigenschaften (kleine dielektrische Verluste bei hohen Frequenzen), ihrer guten thermischen und chemischen Beständigkeit und geringen Wasseraufnahme eignen sie sich vor allem als Dielektrikum für Kondensatoren und zur Isolierung elektrischer Leitungen.

Literatur: W. Bröcker, Kunststoff-Folien I–III, Fachliteratur-Ermittlungs- u. Berichtsdienst Garmisch-Partenkirchen 1952, Moser-Verl.

Kunststoffgalvanisierung. Man kann auf dem Kunststoff z. B. eine dünne, leitende Silberschicht niederschlagen, wenn man ihn in eine ammoniakalische Silbernitratlösung (mit Zusatz von reduzierendem Formaldehyd) taucht. Diese Metallschicht verstärkt man mit elektrolytisch abgeschiedenem Kupfer; sie kann dann jeden nur gewünschten Metallüberzug erhalten. Die so metallisierten Kunststoffe sehen äußerlich genauso wie die betreffenden Metalle aus.

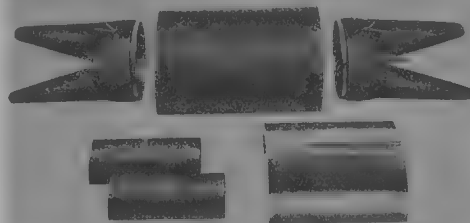
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kunststoffmantel → Kabelmantel.

Kunststoffmetallisierung. Hierbei werden gepreßte oder gespritzte Kunststoffgegenstände durch Galvanisierung, Aufsprühen geeigneter Lösung oder auch Bedampfen mit Metalldämpfen im Vakuum mit einer sehr dünnen, gut haftenden Metallschicht überzogen. Bei Lösungen verwendet man Spritzpistolen, in denen ein Gemisch von Silbersalzlösung und Reduktionsmitteln auf den Kunststoffgegenständen versprüht wird, so daß auf dessen Oberfläche ein glänzender Silberspiegel entsteht. Mit dem Bedampfen erzielt man glänzende, etwa bis 1 μ dicke Schichten aus Al, Au und dgl. auf Polystyrolharz, Ultramiden, Phenolharzen, Plexiglas, Acetylcellulose usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Kunststoffmuffe. Verbindungs- und Verzweigungsstellen in Polyäthylen-(PE)-Kabeln der Form A–2Y(L)2Y oder A–O2Y(L)2Y sind mit PE-Muffen, die auch für Kabelanlagen mit Druckluftüberwachung geeignet sind, zu verschließen. Die K. (s. Bild) gibt es in vier Größen. Das Fassungsvermögen ist von dem Durchmesser der Leiter, der Doppeladerzahl und dem Außendurchmesser der einzuführenden Kabel abhängig.



Teile der PE-Muffe.

Die K. bestehen aus zwei Muffenköpfen, einem Muffenrohr und einer inneren Stützschale. Jeder Muffenkopf, in den ein Metallstützring eingebaut und auf dem ein → Heizband angebracht ist, hat zwei konische Stutzen zum Einführen der PE-Kabel. Ein Muffenkopf ist mit einem Ventil (zur Dichtigkeitsprüfung und Fehlerortung mit Druckluft) versehen. Am Muffenrohr, das überlappend längs geteilt ist, befindet sich ebenfalls ein aufgebrachtes Heizband. Die Stützschale dient als Auflage für das Muffenrohr beim Schweißen der Längsnaht mit dem → Schweißsteuergerät für K. und gibt der Muffe mechanische Festigkeit. Zusätzlich sind der Muffe noch zwei Folien, mit der die Aderverbindungsstelle unter der Stützschale umhüllt wird, beigegeben.

Muß in ein bereits verlegtes Kabel für einen neuen Abzweig eine PE-Muffe eingebaut werden, so werden die Muffenhälse längs aufgeschnitten. Nach dem Schneiden der Stutzen auf die richtige Länge (nächsthöhere Stufe, die dem Kabeldurchmesser entspricht) wird das Heizband in den Muffenkopf so eingetempert, daß dessen Enden in der Flucht mit den

spitzen Schnittstellen der Muffenstutzen liegen. Nach Entfernen des Stützringes und des Heizbandes von der Muffenrundnaht kann der Muffenkopf vom Stützende her zwischen den Drahtenden des Heizbandes bis zum Muffenrand längsseitig aufgeschnitten werden. Nachdem der geschlitzte Muffenkopf über das Kabel gebracht ist, wird mit einem Stück Heizband der Schlitz in Spiegelschweißung (Stellung: Tempern am Schweißsteuergerät) wieder verschlossen. Dabei ist die Naht mit der Hand zusammenzudrücken. Aus der erwärmten Naht wird das Heizband herausgezogen und die Naht bis zum Erkalten zusammengedrückt. Die durch das Schweißen entstandenen Wülste sind mit einem Messer zu entfernen. Der aus dem Muffenkopf herausgezogene Stützring wird aufgesägt, über das Kabel gebracht und wieder eingesetzt. *Stegmann*

künstliche Induktion → Induktion durch Starkstromanlagen.

Kunststoffrohr → Kabelkanal unter 4.

Kupfer, Cu, Atomgewicht 63,57, ϱ 8,92, Fp 1084°C, Kp 2595°C, Aussehen rot. Vorkommen: gediegen und in Form von Oxyden und Sulfiden. Gewinnung: die schwefelhaltigen Erze werden geröstet und dann in der Art eines Bessemerverfahrens zu K. von 98—99%, Konvert-K., verblasen. Durch elektrolytische Verfahren wird Elektrolyt-K. hergestellt, das die für → Leitungskupfer erforderliche Reinheit hat, wie sie mit den VDE 0201/1934 »Vorschriften für K. für die Elektrotechnik« gefordert wird. K. findet u. a. in Form von Legierungen wie → Bronze für Freileitungen und → Messing im Gerätebau vielfache Verwendung. Kupfer ist auch Bestandteil von → Holzschutzmitteln.

Literatur: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 11, Urban und Schwarzenberg Verlag, München und Berlin.

Kupferdraht wird in der Fernmeldetechnik verwendet

1. Verwendung von Kupferdrähten in ausgeglühtem Zustand (Weichkupfer) für → Leiter in Außenkabeln, Schalt- und Installationskabeln, Drähten, ferner als Litze für Schnüre; hartgezogen als Freileitungsdraht. Von den im Normblatt DIN 48 300, Bl. 1, aufgeführten Drähten wird bei der DBP nur noch der Hartkupferdraht von 3,0 mm Dicke als Freileitung im Fernmeldeleitungsnetz verwendet. 1,5 und 2 mm dicke Freileitungsdrähte sind nur aus Bronze.

2. Fertigung von Kupferdrähten. Das für Fertigung von Drähten verwendete Kupfer wird großenteils durch elektrolytische Raffination, zum geringen Teil durch thermische Endraffination gewonnen. Das Elektrolytkupfer wird in marktübliche »wire bars« (Drahtbarren) gegossen. Diese Blöcke von 1200 mm Länge, trapezförmigem Querschnitt und rund 90 kg Gewicht werden in Walzwerken zu Walzdraht verarbeitet. Die auf rund 900°C erhitzten Barren werden dem Walzwerk zugeführt. Das Walzen muß schnell geschehen, um mit einmaligem Erhitzen das Enderzeugnis, Walzdraht von 8 mm ⌀ oder 6,35 mm ⌀ zu erreichen. Früher wurde der aus dem Walzenpaar mit großer Geschwindigkeit herauskommende rotglühende Kupferstrang von Hand umgelenkt. In neuen automatisierten Walzwerken wird die in den einzelnen Kalibern (Walzenpaaren) infolge Verlängerung des Walzgutes entstehende Schlingenbildung durch Anpassung der Walzgeschwindigkeit weitgehend vermieden. Durch geschickte Anordnung der Einzelgerüste und der darin enthaltenen Walzenpaare erfolgt das Wenden des Walzdrahtes selbsttätig.



Bild 1. Walzwerk.

Die während des Walzvorganges gebildete Oxidschicht muß durch Beizen in 10%iger Schwefelsäure bei etwa 50°C entfernt werden. Das als $CuSO_4$ in Säurelösung übergegangene Kupferoxid wird in einer Elektrolyse zurückgewonnen. Die gebeizten Walzdrahtringe werden mit Wasser abgespritzt und in Behältern mit Wasser gespült. Die Drähte werden in der Drahtzieherei weiterverarbeitet. Bei Lackdrähten und Innenleitern von Koaxialpaaren kommt es auf die saubere flitterfreie Oberfläche an. Daher wird die Oberfläche des Walzdrahtes beseitigt, indem durch ein umlaufendes Messer der Walzdraht wendelförmig geritzt und durch die Schabedüse gezogen wird. Damit wird die obere Walzdrahthaut entfernt. Neben der Walzverarbeitung wird weniger häufig Kupferdraht auf Strangpressen gefertigt. Es werden Rundbolzen verwendet, die ein gleichmäßiges Gefüge und eine saubere Gußhaut haben. Die auf etwa 900°C erhitzten in den Rezipienten eingeführten Kupferbolzen werden mit dem Preßstempel der Strangpresse durch die Matrize ausgepreßt. Die Haut des Bolzens (Preßhemd) bleibt im Aufnehmer und wird nach dem Preßvorgang entfernt. K. werden auf Ziehmaschinen durch Drahtziehen zu Drähten gewünschten Durchmessers verarbeitet. Konische Ziehdüsen (Ziehsteine) sind Werkzeuge für Kaltverformung. Beim Ziehen durch Ziehsteine wird der Querschnitt geringer; die Drahtlänge nimmt zu. Ziehsteine bestehen aus der Fassung (Stahl oder Messing), der Ziehdüse aus Hartmetall (herab bis zu etwa 1,2 bis 1,5 mm Cu) und dem Diamant (herab bis zu etwa 0,02 mm Cu). Je Ziehstufe verringert sich Drahtquerschnitt um etwa 20 bis 25 v. H. Da Ziehsteine sich beim Ziehen abnutzen, muß die Durchmesser-

abweichung geprüft werden. Abgenutzte Ziehdüsen werden auf nächstgrößeren Durchmesser aufgeschliffen (aufgebohrt). Das K.-Ziehen erfolgt in drei Maschinentypen:

Maschinentyp	Zahl der Züge	Durchmesser
Grobzug	5 bis 13	von 8 bis etwa 1,9 mm
Mittelzug	etwa 19	von 1,9 bis 0,25 mm
Feinzug	etwa 20	von 0,25 bis 0,04 mm

Ziehmaschinen müssen Drähte mit einer der jeweils größeren Drahtlänge nach jedem Ziehstein entsprechenden höheren Geschwindigkeit durch den Ziehstein ziehen.

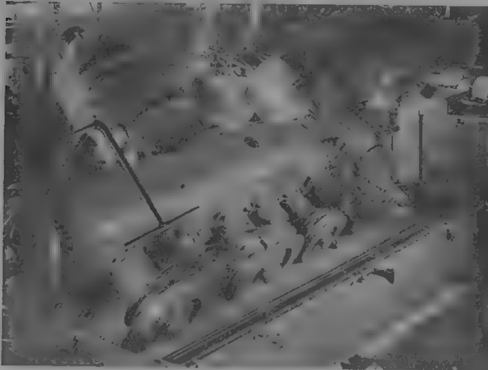


Bild 2. Grobdrahtziehmaschine.

Beim Ziehvorgang sind die Ziehsteine ständig von der Ziehemulsion umgeben, um die Ziehdüse zu schmieren und abzukühlen.

Die für Fernmeldekabel (außer Innenleiter von Koaxialpaaren) verwendeten Kupferleiter (0,4 bis 1,4 mm ∅) werden auf Mittelzugmaschinen gezogen und auf Stahltrommeln mit etwa 120 kg Fassungsvermögen aufgewickelt. Bei der Kaltverformung während des Drahtziehens wird das Kristallgitter verfestigt; die Zugfestigkeit nimmt zu, während die Bruchdehnung abnimmt. Für die Fertigung von Fernmeldekabeln werden weiche K. hoher Dehnung benötigt. (Ausnahme Innenleiter von Koaxialpaaren.) Durch Glühen harter K. werden diese wieder weich. Das Kupfer darf dabei nicht oxydieren. K. werden daher unter Vakuum oder unter Schutzgas geglüht. Die früher verwendeten Glühverfahren mit Muffelofen und die Topfglüherei sind nicht mehr gebräuchlich. Neuerdings werden K. in Haubenöfen geglüht. Dabei werden die K. auf mit dichtem Abschluß versehene Grundplatten gestapelt und durch die Stahlhaube abgeschlossen. Diese Gefäße werden dann durch den Stempel hydraulisch in erhöht angebrachte elektrisch beheizte Rundöfen gedrückt. Dort werden sie je nach Beschickung und Drahtdurchmesser 3 bis 6 Stunden geglüht.

Nach dem Glühen kühlen die aus den Öfen entnommenen Einsätze mit dem Glühgut langsam ab. Das in USA entwickelte Glühverfahren in Durchlauföfen unter Schutzgas (meist Stickstoff) hat den Vorteil, daß das Packen der Glühgefäße fortfällt. Bei einem weiteren Verfahren wird K. elektrisch unter Schutzgas geglüht in Verbindung mit einem anderen Fertigungsvorgang. Der K. läuft dabei über zwei Kontaktrollen, durch die elektrischer Strom zugeführt wird, durch ein Rohr oder eine Kammer unter Schutzgasatmosphäre. Zum Beispiel gibt es eine Fertigungsstraße, bestehend aus Mittelziehmaschine, elektrischer Durchlaufglüherei und Aufwickelei. Aufwickelei wird entweder mit Trommeln und Doppelspuleinrichtung für einen unterbrechungsfreien Betrieb oder mit Faßaufwicklern durchgeführt. Bei diesem Verfahren drehen sich Gefäße von etwa 500 mm ∅ und etwa 800 mm Höhe entsprechend der Abzugsgeschwindigkeit des Drahtes. In diese Fässer wird der Draht eingeschossen. Beim nächsten Arbeitsgang, z. B. bei der Schneckenpresse, werden die Drähte wieder aus Fässern abgezogen. Bei den zu langen Straßen zusammengefaßten Fertigungsvorgängen werden Transporte, Zwischenlager, erforderliche Kontrollen, Verwaltungsarbeit und Personal gespart. Die einzelnen Vorgänge müssen in ihrer Abzugsgeschwindigkeit genau aufeinander abgestimmt sein. Der Drahtzieherei ist oft eine Verzinnerei angegliedert. Verzinnte Drähte werden z. B. für Schaldrähte und -litzen benötigt. Wegen der leichten Lötbarkeit müssen K. für diese Zwecke verzinnt werden. Es wird meist Feuerverzinnung, aber auch Verzinnung durch Elektrolyse angewendet. Die gereinigten K. werden durch ein Zinnbad mit Abstreifvorrichtung gezogen. Wichtig ist eine möglichst gleichmäßige Verzinnung auf dem gesamten Drahtumfang und



Bild 3. Stationäre Kupferdrahtglüherei.

eine verhältnismäßig dicke Zinnschicht, um die Lötung zu erleichtern und kalte Lötstellen zu vermeiden. Beim Verzinnen wird die geringe Kupfermenge in der Schmelze gelöst. Daher muß diese öfter erneuert werden. Beim elektrolytischen Verzinnen wird der K. als Kathode und die Zinnplatte als Anode verwendet. Für leicht bewegbare elektrische Verbindungen in Geräten werden Litzendrähte verwendet. Litzen bestehen aus mehreren Einzelkupferdrähten von 0,05 bis zu 0,25 mm ∅, die miteinander

verseilt (verlitzt) werden. Eine Litzenverseilmaschine besteht aus dem außerhalb der eigentlichen Maschine stehenden Gestell mit Spulen für Einzeldrähte, Lochscheibe zur Führung der Drähte zum Verseilnippel, drehbarem Joch mit Abzugscheibe und der Aufwickeltrommel. Die Einzeldrähte werden durch Drehung des Joches miteinander verseilt.

Literatur: → Literatur »Bewehrung von Fernmeldekabeln« H. Feldmann, Kupferdraht, Z. Draht, Bd. 5 (1954), S. 167–172 und 212–216 — H. Feldmann, Herstellung von Kupferdraht, Z. Draht, Bd. 8 (1957), S. 310–313 — M. Stratschill, Über das Beizen von Kupferdrähten, Z. Drahtwelt, Bd. 43 (1957), S. 107–109 — U. Kentner, Elektrische Drahtglüh- und Patentieranlagen, Siemens-Z., Bd. 33 (1959), S. 258–260 — J. V. O'Grady, Review of electric resistance annealing of copper wire, Wire and Wire Products (1960), S. 853–857 — K. Fritz, Improved and new furnace of bright annealing, Z. Wire and Wire Products (1964), S. 1551–1556.

Leichsenring

Kupferlahn, dünngewalzte Kupferfäden von 0,3 mm Breite und etwa 0,02 mm Dicke, die, um einen Trägerfaden gewickelt und zu Litzen vereinigt, als Leiter für Schnüre dienen (→ Schnüre und → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen, Normen: DIN 47104, Lahnlitzenleiter für Fernmeldeschnüre).

Kupferseile siehe DIN 48 201, Bl. 1, Leitungsseile, Seile aus Kupfer.

Kupfersulfat, Kupfervitriol, $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$, Molekulargewicht 249,71, ϱ 2,286. K. kristallisiert in schönen blauen Kristallen, die bei 200° C vier, bei 250° C alle fünf Wassermoleküle verlieren und dann ein weißes Pulver bilden. K. findet in der Elektrotechnik zum Verkupfern von Metallteilen und als Elektrolyt in Zink-Kupfer-Elementen Verwendung.

Kupfervitriol → Kupfersulfat.

Kuppelschalter → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Kupplungen spielen in der Technik der modernen Fernschreibapparate eine entscheidende Rolle. Wegen der Start-Stop-Arbeitsweise sind die K. außerordentlicher Beanspruchung ausgesetzt. Sie sind maßgebend für die Eigenverzerrung des Senders bzw. für den → Empfangsspielraum. Bei der Konstruktion und der Materialwahl war auf einen möglichst langen unterhaltungsfreien Betrieb Rücksicht zu nehmen. Von einer geringen Schmierung abgesehen, beträgt jener mehrere tausend Betriebsstunden, bevor Teileauswechslung notwendig wird. Arten der K.: Filzscheiben-Reibungsk., Zahnk., Spreizklinken-Zahnk., einfache Klinkenk.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Kupplungsübertragung → Bezirksfernsprechverbindungen der DB.

Kurbelinduktor ist ein durch Drehen einer Handkurbel angetriebener Wechselstromgenerator zur Erzeugung einer Rufwechselspannung von 60 bis 70 V bei einer Frequenz von 15 bis 25 Hz. Die Leistung ist etwa 4 VA an einem reellen Belastungswiderstand von 1000 Ohm.

Bei K. in der älteren Ausführungsform dreht sich ein Doppel-T-Anker zwischen zwei kreisförmig ausgearbeiteten Polschuhen eines hufeisenförmigen Dauermagneten (vgl. Bild 1). Der zur Vermeidung von

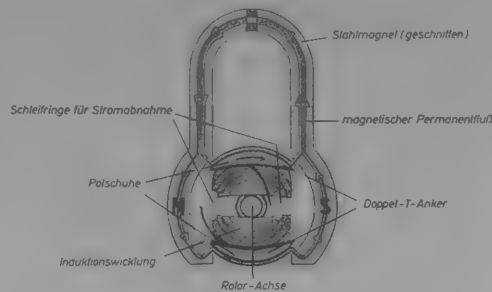


Bild 1.
Kurbelinduktor mit hufeisenförmigem Dauermagnet (Schnitt).

Wirbelströmen aus gegeneinander isolierten Eisenblechen aufgebaute Anker trägt eine Wicklung, in der von dem sich ändernden magnetischen Fluß eine Wechselspannung induziert wird. Der Anker wird über einen Zahnradantrieb (Übersetzung 1:7) angetrieben. Bei drei Umdrehungen in der s entsteht die Frequenz 21 Hz. Die Spannungskurve weicht — wie Bild 2 zeigt — von der Sinusform ab. Bei der

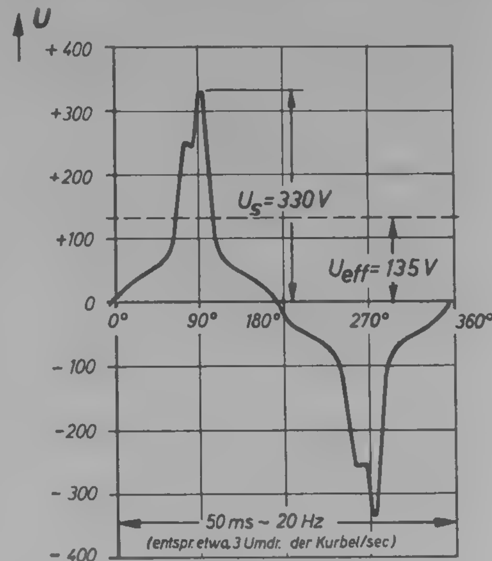


Bild 2. Spannungskurve des Kurbelinduktors (Leerlauf).

neuen Ausführungsform des K. (Bild 3) besteht der Rotor aus einem Hochleistungsdauermagneten aus Alnico (Aluminium-Nickel-Kobalt). Über dem Rotor sitzen zwei lamellierte Pole, die je eine Spule tragen und über Gehäusebleche den magnetischen Eisenkreis

schließen. Da die Wechselspannung in feststehenden Spulen erzeugt wird, entfallen Schleifkontakte. Trotz sehr kleiner Abmessungen ergibt diese Anordnung eine höhere Leistung (5 W bei 20 Hz). K. werden besonders in Fernsprechanlagen mit → OB-Betrieb, so z. B. anstelle von → Polwechslern in → Feldvermittlungen, im → Feldfernsprecher, im → Streckenfernsprecher und in anderen OB-Fernsprechapparaten zur Erzeugung von Rufwechselstrom, verwendet. Die Rufzeichen können über abgeriegelte Leitungen übertragen



Bild 3. Der neue Kurbelinduktor.

werden. Im Betrieb über Kabel sind Kurbelinduktorströme wegen ihres starken Oberwellengehaltes und der damit verbundenen Beeinflussung anderer Sprechbereiche jedoch unerwünscht. — K. werden außerdem in → Isolationsmessern mit Kurbelinduktor verwendet. Die von K. erzeugte konstant gehaltene 500-V-Wechselspannung wird hier gleichgerichtet.

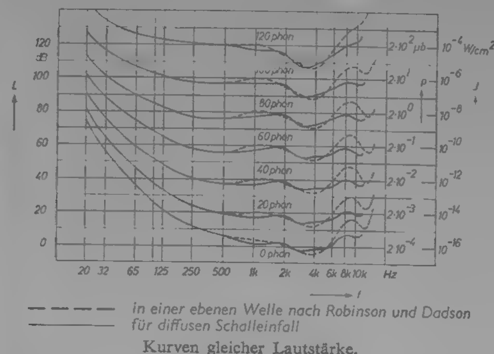
Literatur: H. Hahn und W. Lehmann, Ein neuer Kurbelinduktor für Fernsprecher. Siemens-Zeitschrift, Bd. 31 (1957), S. 282 — Der Dienst bei der Deutschen Bundespost, Postleitfaden Bd. 6, Sonderteil: Fernmeldetechnischer Atlas. R. v. Decker's Verlag, Hamburg.

Gänsler

Kurbelmeßbrücke → Meßbrücken.

Kurbelwiderstand. Der K. — auch Drehschalterwiderstand genannt — ist ein Widerstandssatz mit mehreren hintereinander geschalteten Widerstandsdekaden, von denen jede einzelne aus zehn oder — bei besseren K. — aus elf gleich großen hintereinander geschalteten Meßwiderständen von beispielsweise 1 Ω, 10 Ω usw. besteht, die nach Bedarf durch einen Drehschalter in den Stromkreis eingeschaltet werden können. Den Gesamtwiderstand kann man dann unmittelbar aus der Stellung der einzelnen Kurbeln ablesen. Die Kontakte an den Kurbeln und die Kontaktklötze müssen sorgfältig gepflegt werden, um Übergangswiderstände zu vermeiden. Um den Widerstandssatz gegen elektrische Felder zu schirmen und um den Erdkapazitäten (z. B. der Handkapazität) eine feste Größe zu geben, werden sie oft in Metallkästen oder in Holzkästen, deren Wände mit Blech belegt sind, eingebaut. Sie besitzen dann eine besondere Erdungsklemme.

Kurven gleicher Lautstärke. Läßt man nacheinander Töne verschiedener Frequenzen einer ebenen fortschreitenden Welle von vorn auf den Kopf eines Beobachters einfallen und stimmt sie jeweils auf die bekannte Lautstärke eines Normaltones von 1000 Hz ab, so erhält man Kurven gleicher Lautstärke, indem man die Druckamplitude des Normaltones ändert. Im Bild entspricht die unterste Kurve der → Hörgrenze, untere und obere. Bei Messungen im diffusen Schallfeld erhält man abweichende Resultate. Das Vergleichsnormal ist hier ein schmalbandiges Rauschen um



Kurven gleicher Lautstärke.

1000 Hz, das mit der Lautstärke eines Schmalbandrauschens verschiedener Mittenfrequenz verglichen wird. Die Bandbreiten des Schmalbandrauschens liegen jeweils innerhalb einer Frequenzgruppe (→ Hörtheorie).

Literatur: G. Jahn, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 1960, H. 2 — D. W. Robinson u. R. S. Dadson, Journ. Acoust. Soc. Am. 29, 1957.

Kurzansagegerät → Ansagegeräte.

Kurzanschriften → Abfassen der Telegramme.

Kurzfristfunkprognosen → Funkprognosen.

Kurzrufnummern. Nummern geringer Stellenzahl. Sie werden in eine elektronische Speichereinrichtung einer elektronisch gesteuerten Vermittlungs- oder Nebenstellenanlage eingewählt. Von dieser werden die zugeordnete reguläre Rufnummer oder im Fernverkehr die Ortsnetzkennzahl und die Rufnummer ausgesandt. Im allgemeinen hat ein Teilnehmer nur wenige Partner, die er oft anruft. Bei diesen Anrufen wird die Wahl durch K. erleichtert. K. sind leichter zu merken. In Vermittlungsstellen, in denen es eine Wahl mit K. nicht gibt, verwenden einige Teilnehmer sogenannte Wählhilfen als Zusatzeinrichtung zu ihren Fernsprechapparaten.

Kurzschlußdrossel → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Kurzschlußfortschalteinrichtung → Sicherheitseinrichtungen.

Kurzschlußhäufigkeit → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Kurzschlußleerlaufschalter für Nachbildzwecke dient in Verbindung mit dem Pegelsichtgerät Rel 3 K 211 der Fa. SAG zum Ermitteln von Nachbildungen beim Übergang von 2dr- auf 4dr-Leitungen. Das Herstellen von Nachbildungen für bespulte,

elektrisch kurze Leitungen ist schwierig, weil hierbei nicht mehr ein Abschluß mit 600 Ohm reell genügt, sondern die Leitung mit ihrem Scheinwiderstand Z abgeschlossen und in den Fällen, in denen sie nicht mit einer halben Spulenfeldlänge $s/2$ ausläuft, auch zusätzlich für die Dauer der Messung auf $s/2$ ergänzt werden muß. Diese Schwierigkeit vermeidet das Kurzschluß-Leerlauf-Verfahren. Hierbei kann die Nachbildung sowohl durch Messung der Gabelübergangsdämpfung $a_{ü}$ als auch der Rückflußdämpfung a_R im Wobbelbetrieb ermittelt werden. Der Kurzschluß-Leerlauf-Schalter wird dabei an das der Gabelschaltung entgegengesetzte Ende der Leitung von Hand oder über Wähler angeschaltet und vom Wobbelgenerator des Pegelsichtgerätes, der am 4dr-Ende der Leitung angeschaltet ist, gesteuert (Bild 1).

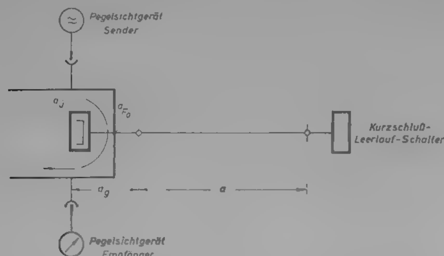


Bild 1. Kurzschlußleerlaufschalter für Nachbildzwecke.

Er schließt bei Empfang der Frequenz 250 Hz die Leitung kurz. Ein Zeitglied im Schalter hält den Kurzschluß bis zum Empfang der obersten Wobbelfrequenz 2 s aufrecht. Von da ab bis zum erneuten Empfang der 250 Hz bleibt der Schalter geöffnet und damit die Leitung im Leerlauf. Der frequenzabhängige Verlauf von $a_{ü}$ bzw. a_R wird am 4dr-Ende der

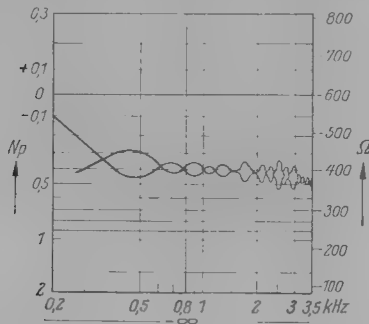


Bild 2. Kurzschlußleerlaufschalter für Nachbildzwecke.

Gabelschaltung im Empfangsteil des Pegelsichtgerätes auf dem Bildschirm der Elektronenröhre für Kurzschluß und Leerlauf nacheinander aufgezeichnet.

Infolge der langen Nachleuchtzeit des Schirmes sind beide Kurvenzüge gleichzeitig zu sehen (Bild 2). Die günstigste Einstellung der Nachbildung ist dann erreicht, wenn die Differenz Δ der Minima und Maxima die kleinsten Werte annimmt. Aus Δ der $a_{ü_{max}}$ und $a_{ü_{min}}$ bzw. $a_{R_{max}}$ und $a_{R_{min}}$ und der Leitungsdämpfung kann außerdem die Fehlerdämpfung der Gabelschaltung errechnet werden.

$$\Delta = \ln K = a_{ü_{max}} - a_{ü_{min}},$$

$$K \quad e^{-\Delta},$$

$$a_{F0} = 2\,a + \ln \genfrac{}{}{0pt}{}{K+1}{K \quad 1} \quad [\mathrm{Np}].$$

Literatur: J. Bugdahn, Ermitteln und Prüfen von Nachbildungen für bespulte Leitungen nach dem Kurzschluß-Leerlauf-Verfahren. Fernmeldepraxis, Heft 20, Bd. 41 (1964) — J. Bugdahn, W. Wystrach, Deutsche Patentschrift Nr. 1 246 822, Verfahren und Anordnung zum Ermitteln und Prüfen von Nachbildungen bei bespulten elektrisch kurzen Leitungen. *Wystrach*

Kurzschlußstrom ist die Folge einer meist unbeabsichtigten nahezu oder ganz widerstandsfreien Verbindung zwischen Hin- und Rückleitung. In Starkstromanlagen ist er stärker als der Betriebsstrom und kann daher in benachbarten Fernmeldeleitungen unerwünscht hohe Spannungen induzieren (→ Induktion). Bei Anlagen mit Erdrückleitung, besonders Bahnen, ist jeder Erdschluß ein Erdkurzschluß. Bei Mehrleitersystemen führt ein Kurzschluß zwischen Phasen, ohne Erdberührung, zu einem K., der selten gefährliche Spannungen induzieren kann. Wenn der Sternpunkt unmittelbar (starr) geerdet ist, gibt jeder Erdschluß einen K. mit Erdrückleitung. Wenn der Sternpunkt isoliert oder über eine Löschspule (Petersenspule) geerdet ist, ergibt erst ein Doppelerdschluß oder Mehrfacherdschluß (Erdschluß verschiedener Phasenleiter an verschiedenen Stellen) einen K. mit Erdrückleitung und dadurch hohe induzierte Spannungen. Kurzschlüsse werden meist sehr schnell abgeschaltet (einige zehntel Sek.). In ausgedehnten Netzen liegen oft mehrere Überstromschalter in Reihe, und es wird durch Staffelung der Auslösezeiten und -ströme oder durch besondere Schaltungen und Relais (Selektivschutz, Differentialschutz) erreicht, daß ein möglichst kleiner Teil des Netzes abgeschaltet wird. Ein Lichtbogenerdschluß (z. B. Überschlag an einem Isolator infolge atmosphärischer Überspannung) erlischt oft, wenn die Spannung kurzzeitig abgeschaltet wird; bei Wiederzuschaltung nach etwa 1 sec kann das System betriebsfähig bleiben. Der K. ergibt sich aus der wirksamen Spannung (bei geerdetem Sternpunkt die Phasenspannung, bei Doppelerdschluß die verkettete Spannung) und der Gesamtimpedanz (Generatoren, Transformatoren, Leitungen). Meist wird nur mit den Reaktanzen gerechnet.

Gewöhnlich werden alle Werte auf die Nennspannung der fehlerhaften Leitung bezogen. Da die Leistung erhalten bleibt, folgt aus

$$U_1^2/Z_1 = U_2^2/Z_2 : Z_2/Z_1 = U_2^2/U_1^2.$$

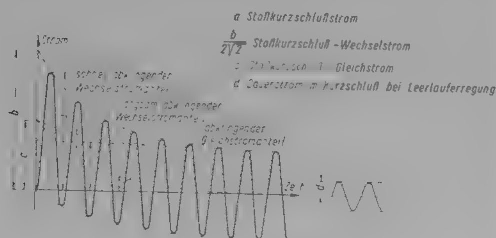
Die Impedanz einer Speiseleitung wesentlich höherer Spannung liefert daher nur einen kleinen Beitrag zur Impedanz im Netz niedrigerer Spannung. Gesehen von

einer 20-kV-Leitung wird die Impedanz einer 100-kV-Leitung bei der Transformation auf $^1/_{25}$ gesenkt. Die Impedanz der Generatoren und Transformatoren wird durch ihre Kurzschlußspannung angegeben, d. i. die Spannung, die bei Klemmenkurzschluß den Nennstrom treibt; sie nimmt mit steigender Leistung ab. Die Impedanz der Leitungen ändert sich nur wenig mit der Spannung, bei der Erdrückleitung fast gar nicht. Für die Berechnung unsymmetrischer K. werden oft symmetrische Komponenten benutzt.

Wenn die Wechselspannung $U = \hat{U} \sin(\omega t + \alpha)$ zur Zeit $t = 0$ plötzlich über die Reihenschaltung von L und R kurzgeschlossen wird, fließt, mit $\tan \varphi = \omega L/R$, der Strom

$$I = \frac{\hat{U}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \left[\sin(\omega t + \alpha - \varphi) - \sin(\alpha - \varphi) \cdot \exp\left(-\frac{R}{L} t\right)\right].$$

I enthält außer dem quasistationären Term mit dem Zeitgesetz $\sin(\omega t + \alpha - \varphi)$ einen exponential abklingenden Ausgleichsstrom (Gleichstrom). Die Summe beider verschwindet für $t = 0$. Falls zufällig $\sin(\alpha - \varphi) = \pm 1$, oder $\alpha - \varphi = \pm\pi/2$ ist, ist der Anfangswert des Ausgleichsstromes gleich der Amplitude des Wechselstromanteils. Falls außerdem R/L klein ist, so daß der Ausgleichsstrom nur langsam abklingt, erreicht der K. nach einer halben Periode nahezu das Doppelte der Wechselstromamplitude. Die Wechselstromkomponente schwingt statt um die Nullachse um die abklingende Gleichstromkomponente. Die höchste Amplitude ist der Stoßkurzschlußstrom (s. Bild). Die Reaktanz



Verlauf des Kurzschlußstromes.

von Transformatoren und Leitungen ändert sich während des Kurzschlusses nicht; die des Generators nimmt zu vom Anfangswert (subtransiente Reaktanz) über die transiente Reaktanz bis zur synchronen Reaktanz (Verhältnis etwa 1 : 2 : 10), so daß bei einem Klemmenkurzschluß der K. entsprechend abnimmt. Für Beeinflussungberechnungen wird die transiente Reaktanz benutzt. Der höhere Strom der ersten Perioden wird vernachlässigt. Der endgültige Wert wird nie erreicht, weil lange vorher abgeschaltet wird. Die im Bild sichtbare starke Abhängigkeit des K. von der Zeit ist für Beeinflussungsfragen von geringer Bedeutung, weil sie durch die konstante Reaktanz von Transformatoren und Leitungen unterdrückt wird. Die Abnahme ist selten mehr als 10 %. Außerdem tritt ein Überschlag meist beim Spannungshöchstwert auf, d. h. für $\alpha = \pi/2$. Da auch φ etwa $= \pi/2$ ist (Reaktanz groß gegen Widerstand), ist der Gleichstromterm meist klein. Für Beeinflussungsberechnungen kann er vernachlässigt werden, weil der Stromanstieg während der ersten Halbwelle unabhängig von dem Gleichstromglied ist, sofern $\omega L \gg R$ ist.

Diese Ausführungen beziehen sich auf Konstantspannungs-Systeme, bei denen die treibende Spannung konstant gehalten wird und die übertragene Scheinleistung durch Änderung des Stromes geändert wird. Die Wirkleistung kann auch durch Änderung des Winkels zwischen Strom und Spannung beeinflußt werden. Es kann jedoch auch ein »Konstantstrom-System« benutzt werden, besonders bei hochgespanntem Gleichstrom. Hier wird die treibende Spannung der zu übertragenden Leistung angepaßt. Der Strom bleibt konstant, auch bei Kurzschluß. Bei einer Leitungsunterbrechung tritt eine hohe Überspannung auf.

Literatur: VDE 0102/9. 62/4. 64, Leitsätze für die Berechnung der Kurzschlußströme.

Klewe

Kurzschlußtastung → Tastverfahren.

Kurzschlußwiderstand ist der Eingangswiderstand eines Übertragungssystems bei Kurzschluß der Ausgangsklemmen, → Leitungstheorie 1.4.

Kurzwellenausbreitung → ionosphärische Wellenausbreitung.

Kurzwellenbandspreizung. Legt man im Kurzwellenbereich die gleiche Frequenzvariation zugrunde, wie sie für den Mittelwellenbereich erforderlich ist, so erfaßt man zwar einen großen Frequenzbereich, aber die → Treffsicherheit und die Abstimmbarkeit werden schlechter. Das hat seinen Grund darin, daß bei gleichbleibender Variation der absolute Umfang des Frequenzbereiches bei höheren Frequenzen anwächst. So werden im Kurzwellenbereich die Frequenzen von 6 bis 18 MHz erfaßt, wenn die gleiche Kapazitätsvariation des Drehkondensators wie im Mittelwellenbereich vorausgesetzt wird. Der Frequenzbereich hat damit einen Umfang von 12 MHz und ist über 10mal so groß wie der Mittelwellenbereich. Daraus ergibt sich eine Erschwerung der Abstimmung, zumal die eigentlichen Rundfunkbänder, die eine Frequenzbreite von etwa 300 kHz aufweisen, nur einen sehr geringen Teil der gesamten Skala beanspruchen. Es ist daher zweckmäßig, die Bänder zu spreizen und damit das einzelne Band oder zwei zusammengefaßte Bänder über den gesamten Abstimmbereich auszudehnen.

Zur K. muß die Kapazitätsvariation des Drehkondensators eingeengt werden. Das erreicht man durch Einfügen eines Serienkondensators zum Drehkondensator, der sich insbesondere bei eingedrehtem Drehkondensator auswirkt, und durch Hinzufügen eines

Kondensators parallel zum Drehkondensator, der im Anfangsbereich der Abstimmung die Spreizung bewirkt. Skaleneichung und Senderabstimmung werden auf diese Weise den Verhältnissen im Mittelwellenbereich angeglichen. Die Maßnahme setzt für jedes Band oder für jeden Teilbereich eine Umschaltung der Kreisspulen und der Kondensatoren voraus. Um diesen Aufwand zu verringern, wendet man vielfach die sogenannte Kurzwellenlupe an, mit der man jeden Teil des gesamten Kurzwellenbereiches spreizen kann. Die Kurzwellenlupe ist meist ein Variometer, das entweder als Parallelspule oder als Serienspule zur Hauptinduktivität des Abstimmkreises wirkt und mit einem gesonderten Bedienungsknopf abgestimmt werden kann. Der Variationsbereich des Variometers ist so bemessen, daß mit dem Kernhub die Frequenzbreite der Rundfunkbänder von etwa 300 kHz erfaßt werden kann. Der Drehkondensator wird zunächst auf Bandmitte grob eingestellt. Mit dem Abstimmknopf des Variometers lassen sich dann die Sender in dem eingestellten Band bequem abstimmen. In Geräten mit getrennten Abstimmknöpfen für AM und FM wird der Abstimmknopf für den UKW-Bereich zur Feinabstimmung des Kurzwellenbereiches mitbenutzt. Das Kurzwellenvariometer ist in diesem Fall mit dem UKW-Abstimmaggregat mechanisch gekoppelt.

Literatur: H. Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Bd. 1, Leipzig 1960.

Franke

Kurzwellenempfänger → Seefunk-Empfänger, → Großstationsempfänger, → Einseitenband-Empfänger, → Einseitenband-Zusatzgerät. Der K. dient dem äußerst vielseitigen kommerziellen Funkverkehr im Bereich 1,5 ... 30 MHz. Er wurde bisher überwiegend als durchstimmbarer Empfänger mit mehrfach umschaltbarer ZF-Bandbreite ausgeführt und enthält zum Ausgleich der stark schwankenden Eingangsspannung eine automatische → Schwundregelung. Er ist fast immer ein Mehrfach-Überlagerungsempfänger. Zur Erhöhung der Frequenzkonstanz sind moderne K. auf Betrieb mit Frequenzraster umschaltbar. Der K. nach Bild 1 ist von freier Durchstimmung auf 100-kHz-Raster mit Einengung der Durchstimmung auf 100 kHz umschaltbar, außerdem auf 1-kHz-Rastbetrieb. Er erlaubt Einseitenband-Empfang ohne automatische → Frequenzregelung, ebenso Seitenband-Auswahl. Zur Geräuschunterdrückung bei ausbleibender Sendung enthält er eine Rauschsperre (Squelch) im NF-Weg. Für den Fernschreib-Empfang ist ein Zusatzgerät erforderlich, das die übliche Frequenzumtastung in Stromschritte umwandelt. Dieser K. stellt den bisher meist gebräuchlichen Typ mit unterhalb des Empfangsbereiches liegender 1. ZF dar und hat deshalb 4 durchstimmbare HF-Kreise, um große Weitabselektion- und Spiegelfrequenzfestigkeit (→ Trennschärfe) sowie Zwischenfrequenzfestigkeit (→ Trennschärfe) zu bieten. Fernbediente → Empfänger und solche mit dekadischen → Frequenzerzeugern haben dagegen eine sehr hohe 1. ZF (s. Bild 2). Mit

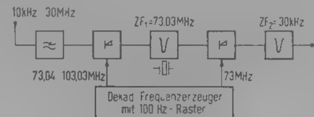


Bild 2. Blockschaltbild eines Dekadischen Empfängers.

linearisierten → Frequenzmischern versuchen sie, ohne durchstimmbare HF-Kreise auszukommen. Wesentlicher Fortschritt bzw. wirksame Selektion entsteht durch Quarzfilter in der 1. ZF.

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw-Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Pilz

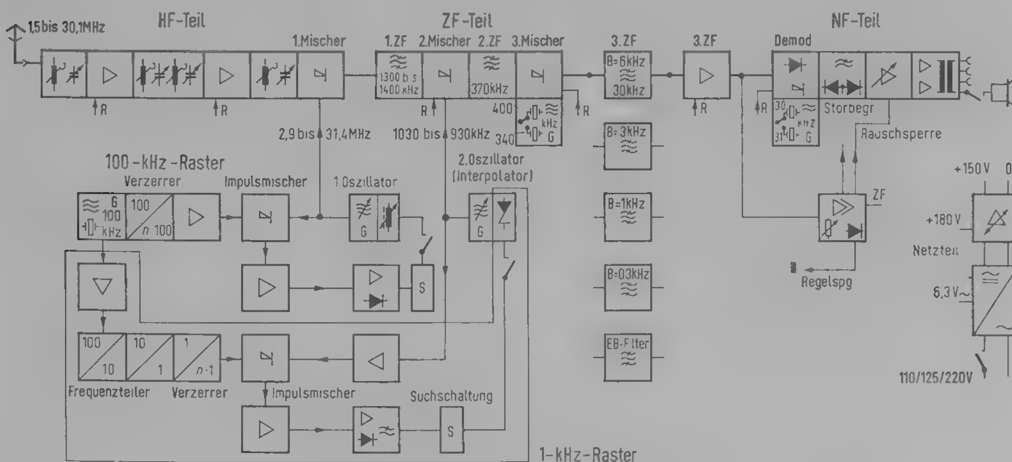


Bild 1. Blockschaltbild eines Kurzwellenempfängers.

Kurzwellenlupe → Kurzwellen-Bandspreizung.

Kurzzeichen im internationalen Telexdienst. Bei der Übermittlung von → Telexnachrichten gibt es Vorkommnisse, die sich oft wiederholen. Dafür sind K. festgelegt worden, um eine schnelle und zeitsparende Verständigung zu ermöglichen. Die Benutzung wird dem Teilnehmer empfohlen. Bei der Herstellung von → Telexverbindungen über internationale Telexplätze werden sie von den Vermittlungskräften verwendet. Die Vermittlungseinrichtungen verschiedener Telexnetze verwenden geschriebene Betriebssignale für den Zustand des Verbindungsversuches. Diese K. werden automatisch ausgesendet.

Verzeichnis der Kurzzeichen:

abs	Teilnehmer abwesend
bk	ich trenne
cfm	bitte bestätigen Sie
col	ich gebe bitte geben Sie — die Wiederholung der Teile der Nachricht, die einer Vergleichung bedürfen.
crv	wie empfangen Sie?
der	es liegt eine Störung vor
der bk	es liegt eine Störung vor, ich trenne
der mom	es liegt eine Störung vor, schalten Sie bitte nicht ab, wir prüfen die Verbindung
df	Sie stehen mit dem verlangten Teilnehmer in Verbindung
dif	verschieden
e e e	Irrungszeichen
fin	ich habe nichts zu übermitteln
fin?	ist die Übermittlung beendet?
ga	Sie können mit der Übermittlung beginnen
inf	der Teilnehmer ist vorübergehend nicht erreichbar, rufen Sie den Auskunftsplatz an
mns	Minuten
mom	bitte warten
mom ppr	bitte warten, ich habe Papierstörung
mut	entstellt
na	Verkehr mit diesem Teilnehmer nicht zulässig
nc	z. Z. sind keine Leitungen frei
nch	die Telexnummer des Teilnehmers hat sich geändert
np	der Verlangte ist nicht oder nicht mehr Teilnehmer
nr	geben Sie Ihre Telexnummer an meine Telexnummer ist ....
occ	der verlangte Teilnehmer oder alle Leitungen sind besetzt
ok	einverstanden
p*) oder Ziffer 0*)	stellen Sie bitte Ihre Übermittlung ein
ppr	Papier
qga	darf ich übermitteln?
qok	einverstanden?
r	erhalten
rap	ich werde Sie wieder anwählen
rpt	wiederholen Sie bitte ich wiederhole
rpt aa	rpt alles nach ....
rpt ab	rpt alles vor ....
rpt all	rpt die vollständige Nachricht
rpt wa	rpt Wort nach ....
rpt wb	rpt Wort vor ....
svp	bitte
tax	wie hoch ist die Gebühr? die Gebühr beträgt ....
test msg	bitte senden Sie einen Prüftext
thru	Sie sind mit einem internationalen Telexplatz verbunden
tpr	Fernschreibmaschine
w	Wort/Wörter
wru	wer sind Sie?
wtg	ich warte
ynr?	welche Telexnummer haben Sie?
+?	ich habe meine Übermittlung beendet, Sie können jetzt senden
++	Ende des Nachrichtenaustausches

*) Bis zur Einstellung der Übermittlung wiederholen. Bei Telexverbindungen über Funkwege nicht anwendbar.

Literatur: CCITT-Empfehlung F. 60 Amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer in der Bundesrepublik Deutschland.

W. Tietz

Kurzzeitphosphatieren. Phosphatieren mit Zink- oder Manganphosphatlösungen in oxydationsmittelhaltigen Bädern mit Behandlungszeitspannen unter 30 Min.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Küstenfunkstelle → Seefunkdienst.

Küstengebühr → Gebühren für Funkgespräche bzw. Funktelegramme im Seefunkdienst.

Küstenkabel → Seekabelaufbau.

Kuvertiermaschine → Fernmelderechnung.

KVStHand → Fernvermittlungsstelle.

Kybernetik. Interfakultative Formalwissenschaft, die vergleichende Betrachtungen über Steuerungs- und Regelvorgänge einschließt. Sie beruht auf der Erkenntnis der Gleichwertigkeit von kontinuierlicher und diskontinuierlicher Beschreibungsweise von naturwissenschaftlichen und geisteswissenschaftlichen Abläufen. Sie liefert mit den Hilfsmitteln der mathematischen Statistik ein einheitliches Denkschema, das geeignet ist, das ständig wachsende Wissen zu verarbeiten und dabei dessen Überschaubarkeit zu erhalten. In ihrer mathematischen Begründung geht sie auf Norbert → Wiener (1948) zurück, der die oben aufgezeigte Gleichwertigkeit mathematisch streng bewies (→ Wienersches Theorem). Die Anwendung der kybernetischen Betrachtungsweise auf die Nachrichtentechnik führte zur Shannon'schen → Informationstheorie.

L

L-Antenne → Rundstrahler.

Laborant mit Lehrabschluß findet als Mitarbeiter in Laboratorien des → Fernmeldetechnischen Zentralamtes Verwendung. Angelernte Kräfte mit einfachen Labortätigkeiten werden im → Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamtes als Laborhelfer beschäftigt.

Lack ist die Auflösung von → Harzen, → Asphalt, trocknenden Ölen und Kunstharzen in organischen Lösungsmitteln oder Lösungsmittelgemischen → Aceton, → Benzin, → Benzol. In dünner Schicht auf Gegenstände aufgetragen bildet der L. durch chemische und physikalische Veränderungen eine auf den Gegenständen festhaftende Schicht (Film). L. als guter Nichtleiter wird auch in gewissen Fällen zum Überzug von elektrischen Leitern verwendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lackdrähte, (Fertigung). In vielen Bauteilen der Gerätetechnik (z. B. Transformatoren, Übertrager, Relaisspulen, Pupinspulen u. a.) werden L. für die Wicklung benutzt. (→ Tietgenschutz). Diese haben eine geringe Isolierwanddicke und ergeben einen günstigen Füllfaktor. Dünne Isolierschicht bringt für den Hersteller verschiedene Probleme: Lackschicht soll geschmeidig, zäh und schlagfest sein, fest auf dem Leiter haften; sie soll porenfrei sein; Spannungsfestigkeit und Isolationswiderstand sollen bei Einhaltung geringer Durchmessertoleranz möglichst hoch sein. Sie sollen wärmebeständig und leicht lötbar sein. Alle diese Eigenschaften lassen sich nicht mit einer Lacksorte erreichen. Für Transformatoren wurden Polyvinylformallacke, später Polyester- und werden jetzt Polyesterimidlacke verwendet. Für Übertrager und Relaisspulen eignen sich Polyurethanlacke mit hohem Isolationswiderstand und guter Lötbarkeit der L. Bei der Fertigung der L. in L.-Öfen wird Lack auf Drähte aufgetragen und eingebrannt. Der in Vorratsgefäßen befindliche Lack wird mit Rollen auf Draht übertragen, mit Filzabstreifern oder Düsen abgestreift und getrocknet bzw. eingebrannt. Es werden mehrere Lackschichten in den für sechs- bis achtmaligen Lackauftrag eingerichteten L.-Ofen aufgetragen. Wichtig für gute Qualität des L. sind geeignete Gestaltung des Lackabstreifers, Temperatur im Trockenofen, Ofenlänge und Durchlaufgeschwindigkeit des Drahtes. Dünnere Drähte dürfen angesichts ihres geringen Querschnittes beim Durchlauf nicht gereckt werden. L. werden dann auf elektrische und mechanische Eigenschaften geprüft und für die Auslieferung vorbereitet.

Literatur: → Literatur »Bewehrung von Fernmeldekabeln«.

Lackentferner → Abbeizmittel.

Lacktrocknung. Zwischen dem Aufbringen des Lackanstrichs und der Bildung eines festen, dauerhaften Lackanstrichs können viele Tage verstreichen, in denen Lösungsmittel verdunsten, Oxydationen, Polymerisationen und dgl. stattfinden. Um diese zeitraubende »natürliche« L. zu beschleunigen, wendet man z. B. die Infrarot-Trocknung an oder man mischt beim Aufspritzen in Spezial-Spritzpistolen (Zweidüsensprühmethode) einen Katalysator bei, der die Erhärtung des Lacks in wenigen Sekunden ermöglicht.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Laddertron → Doppelspaltoszillator.

Ladearten von Bleiakkumulatoren. In Fernmeldestromversorgungsanlagen der DBP sind drei L. gebräuchlich:

1. Erhaltungsladung (2,23 V/Zelle). Das Gleichrichtergerät liefert eine konstante Spannung von 2,23 V/Zelle. Bei dieser Spannung wird der Batterie so viel Strom zugeführt, daß die Selbstentladeverluste gedeckt werden und die Batterie auf vollem → Füllungsgrad bleibt.

2. Wiederaufladung (2,4 V/Zelle). Das Gleichrichtergerät liefert eine konstante Spannung von 2,4 V/Zelle. Die Wiederaufladung schaltet sich bei geregelten Geräten nach einem Netzausfall automatisch ein. Dadurch entsteht ein größerer Ladestrom, und die Batterie wird schneller geladen als mit 2,23 V/Zelle. Bei einem Ladestrom mit einem Wert von ungefähr 10% des 10stündigen Batterieentladestroms schaltet sich die Wiederaufladung automatisch auf Erhaltungsladung um. Die Batterie ist dann zu etwa 90–95% geladen. Die der Batterie noch fehlende Kapazität wird in den nächsten Tagen während der Erhaltungsladung hinzugeladen. Bei gesteuerten Gleichrichtergeräten muß von Hand die Wiederaufladungsstufe ein- und ausgeschaltet werden.

3. Ladung auf 2,7 V/Zelle wird nur in Sonderfällen durchgeführt, z. B. nach einer Tiefentladung, vor Kapazitätsproben oder bei sulfatierter Batterie. Diese Ladestufe kann nur von Hand eingeschaltet werden und läuft dann handgesteuert oder automatisch nach einer W-Kennlinie ab (→ Kennlinien v. Gleichrichtergeräten).

Ladestrom einer Fernsprechleitung → Influenz durch Starkstromanlagen.

Ladestrom einer Hochspannungsleitung → Induktion durch Starkstromanlagen.

Ladung von Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Ladungsaustausch → Ionosphäre.

Ladungsdichte, elektrische. Die Raumladungsdichte, Zeichen η oder ϱ, ist dadurch definiert, daß $\mathrm{d}Q = \eta \, \mathrm{d}\tau$ die (infinitesimale) elektrische Ladung eines Volumenelementes $\mathrm{d}\tau$ ist; die Flächenladungsdichte, Zeichen σ oder ω, ist dadurch definiert, daß $\mathrm{d}Q = \sigma \, \mathrm{d}a$ die (infinitesimale) elektrische Ladung eines Oberflächenelementes $\mathrm{d}a$ ist.

Ladungsspeicherröhre → Speicherröhre.

Ladungsträgerstatistik. Es ist die Aufgabe der L., diejenigen Eigenschaften der Festkörper, hier insbesondere der Halbleiter, zu berechnen, die durch die Vielzahl der vorhandenen Elektronen und Löcher

bestimmt sind, z. B. die elektrische und die Wärmeleitfähigkeit. Die für die Leitfähigkeit wichtige Frage nach der Konzentration der Ladungsträger, die am Stromtransport teilnehmen können, gliedert sich in zwei Teilfragen auf: 1. Wieviele besetzbare Plätze stehen den Elektronen im Leitungsband (→ Bändermodell, → Bandstruktur), den Löchern im Valenzband zur Verfügung, 2. mit welcher Wahrscheinlichkeit werden diese Plätze von Ladungsträgern besetzt (Besetzungswahrscheinlichkeit)? Zur Lösung dieser Fragen wird zunächst die Verteilung freier Elektronen auf verfügbare Plätze ermittelt: Nimmt man an, daß die Geschwindigkeit v und die Impulse $p = m\,v$ einer Zahl N sich frei bewegender Elektronen nach der Boltzmann-Verteilungsfunktion verteilt sind, so ist die Zahl $d\,N$ der Elektronen mit Impulsen zwischen p und $p + dp$ gegeben durch

$$d\,N = \frac{4\,\pi\,N\,p^2}{(2\,\pi\,m\,k\,T)^{3/2}}\ \exp\frac{-\,p^2}{2\,m\,k\,T}\cdot dp \qquad (1)$$

Spannt man einen Impulsraum mit den Koordinaten p_x, p_y, p_z auf, so ist die Dichte der Elektronen in einer Kugelschale mit dem Radius p und der Dicke dp:

$$\frac{d\,N}{4\,\pi\,p^2\,d\,p} = \frac{N}{(2\,\pi\,m\,k\,T)^{3/2}}\ \exp\left(-\frac{p^2}{2\,m\,k\,T}\right) \qquad (2)$$

$$= \frac{N}{2\,\pi\,m\,k\,T^{3/2}}\ \exp\left(\frac{-\,E}{k\,T}\right) \qquad (3)$$

Daraus folgt, daß Elektronen mit kinetischen Energien $E = 0$ am häufigsten sind. Bei der Ermittlung der → Bandstruktur von Festkörpern ergibt sich, daß

$$\boldsymbol{p} = h\,\boldsymbol{k} \qquad (4)$$

und

$$E = \frac{h^2\,k^2}{2\,m} \qquad (5)$$

gesetzt werden kann, wobei k der Bedingung

$$k = \frac{2\,\pi\,n}{L} \qquad (6)$$

im eindimensionalen Fall und

$$k^2 = (k_x^2 + k_y^2 + k_z^2) \qquad (7)$$

$$k_i = 2\,\pi\,n\,L;\ i = x, y, z;\ n = 0, \pm 1, \pm 2\ \ldots$$

im dreidimensionalen Fall gehorchen muß. Durch diese Quantisierungsvorschrift wird die Zahl der möglichen $k\,(p, E)$ Werte begrenzt. Im k-Raum (der analog zum p-Raum ist) nimmt ein bestimmter k-Wert eine Zelle mit dem Volumen $\left(\frac{2\,\pi}{L}\right)^3$ ein. Die Zahl der Zellen im Bereich k bis $k + dk$ ist:

$$\frac{4\,\pi\,k^2\,d\,k}{\left(\frac{2\,\pi}{L}\right)^3} = \frac{L^3\,k^2\,d\,k}{2\,\pi^2} \qquad (8)$$

und die Dichte $k^2\,dk/2\,\pi^2$. Ein k-Wert kann nach dem Pauli-Prinzip von zwei Elektronen mit entgegengesetztem Spin eingenommen werden. Die Dichte der Elektronenzustände ist daher

$$g(E)\,d\,E = g(k)\,d\,k = \frac{2\cdot k^2\,d\,k}{2\,\pi^2} = \left(\frac{k}{\pi}\right)^2\cdot d\,k\,. \qquad (9)$$

Differenziert man (5) und setzt unter Benutzung von (5) in Gl. (9) ein, so erhält man:

$$g(E) = 4\,\pi\,(2\,m/h^2)^{3/2}\,E^{1/2} \qquad (10)$$

Mit Gl. (10) ist die Zahl der besetzbaren Plätze unter Berücksichtigung der Quantisierungsvorschrift (6) bzw. (7) bestimmt. Die Elektronen werden nun bestrebt sein, wie im klassischen Fall (3) die Plätze niedrigster Energie einzunehmen. Nach dem Pauli-Prinzip kann ein Quantenzustand (z. B. ein Zustand mit vorgegebenen E-, k- und anderen Werten, z. B. dem Spin) nur von einem Elektron eingenommen werden. Das bedeutet, daß auch bei tiefsten Temperaturen ($T \approx 0$) noch eine beträchtliche Anzahl von Elektronen hohe Energien ($\gg k\,T$) haben. Aus der Anwendung des Pauli-Prinzips auf Festkörper fand Fermi die nach ihm benannte Verteilungsfunktion, die die Wahrscheinlichkeit angibt, mit der ein Elektron einen Zustand der Energie E einnimmt. Die Fermi-Verteilungsfunktion lautet

$$f(E) = \frac{1}{1 + \exp\dfrac{E - E_F}{k\,T}} \qquad (11)$$

mit E_F = Fermi-Energie, -Niveau, -Kante. Die Fermi-Funktion ist für $E < E_F$ praktisch 1, für $E \gg E_F$ praktisch Null. Nur innerhalb schmaler Bereiche $\varDelta E = E - E_F = k\,T$ beobachtet man den Übergang vom Wert 1 auf den Wert 0. Bei $T = 0$ ergibt sich eine Stufe (Bild 1). Die Zahl der Elektronen

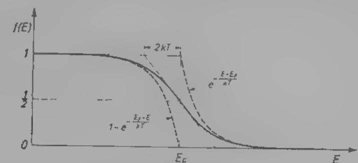


Bild 1. Verlauf der Fermi-Funktion $f(E)$ und die Annäherung durch Exponentialfunktionen.

d N in einem Energiebereich dE ist:

$$N(E) = f(E)\,g(E) \qquad (12)$$

Die Erweiterung dieser Ergebnisse auf Halbleiter kann nun qualitativ in einfacher Weise erfolgen (Bild 2). In einem Halbleiter ohne Verunreinigungen (Eigenleitung) liegt das Fermi-Niveau E_F in der Mitte zwischen Leistungsbankdante E_L und Valenzbandkante E_V (→ Bändermodell). Nur die Ausläufer der Fermi-Funktion $f(E)$ reichen in das Leitungsband hinein; d. h. $f(E) \ll 1$ im Leitungsband; $f(E) \approx 1$ im Valenzband. Innerhalb der verbotenen Zone $\varDelta E$ existieren keine besetzbaren Plätze für Elektronen oder Löcher, d. h. $g(E) = 0$ und damit $N(E) = 0$.

In der Nähe der Bandkanten E_L, E_V gilt (s. a. → Bandstruktur) näherungsweise:

$$E = \frac{\pi^2 k^2}{2\, m^+} \qquad (13)$$

mit einer konstanten effektiven Masse m^+. Mit Gl. (13) gilt aber auch Gl. (10), wenn die freie Elektronenmasse durch die effektive Elektronenmasse (bei E_L) bzw. durch die effektive Löchermasse (bei E_V) ersetzt wird.

$$g_{L,V}(E) = 4\pi\,(2\, m^+_{L,V}/h^2)^{3/2}\, E^{1/2}\,. \qquad (14)$$

Multiplikation von Gl. (11) und Gl. (14) ergibt die Elektronenkonzentration $N(E)$ im Leitungsband und die Löcherkonzentration $P(E)$ im Valenzband:

$$N(E) = f(E)\, g_L(E)\,, \qquad (15)$$

$$P(E) = f(E)\, g_V(E)\,.$$

Ist $E - E_F \gg k\,T$ (wie es in den für Bauelemente gebräuchlichen Halbleitern → Germanium, → Silizium

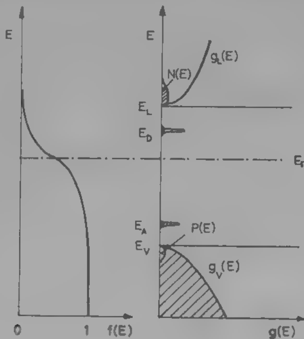


Bild 2. Verlauf der Funktionen $f(E)$, $g(E)$, $N(E)$, $P(E)$.

und den → Halbleiterverbindungen der Gruppe III-V und II-VI der Fall ist), so kann die Fermi-Funktion (11) im Leitungsband durch

$$f_L(E) = \exp\left(-\frac{E - E_F}{k\,T}\right) \qquad (16)$$

und im Valenzband durch

$$f_V(E) = 1 - f_L(E) = 1 - \exp\left(-\frac{E_F - E}{k\,T}\right) \qquad (17)$$

angenähert werden. Damit berechnet sich die gesamte Elektronen- bzw. Löcherkonzentration zu:

$$N = \int_{E_L}^{\infty} g(E)\, f_L(E)\, d\,E = N_L\, e^{-(E_L - E_F)/k\,T} \qquad (18)$$

$$P = \int_{-\infty}^{E_V} g(E)\, f_V(E)\, d\,E = N_V\, e^{-(E_L - E_F)/k\,T} \qquad (19)$$

$$\text{mit } N_L = 2\left(\frac{2\pi\, m_L^+\, k\,T}{h^2}\right)^{3/2}, \qquad (20)$$

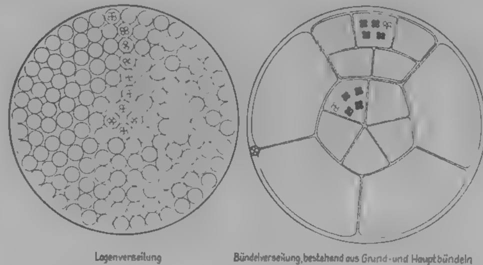
$$N_V = 2\left(\frac{2\pi\, m_V^+\, k\,T}{h^2}\right)^{3/2}. \qquad (21)$$

Die Größen N_L, N_V werden effektive Zustandsdichten genannt. Physikalisch bedeutet das, daß man bei nicht zu hoher Elektronen- bzw. Löcherkonzentration mit einem Energieniveau E_L bzw. E_V statt eines ganzen Bandes rechnen kann, wobei jedes Niveau N_L bzw. N_V besetzbare Plätze anbietet. Die Werte $N(E)$, $P(E)$ sind in Bild 2 durch die schraffierten Flächen angedeutet. Bild 2 macht deutlich, warum in Festkörpern, die eine verbotene Zone $\Delta E \gg k\,T$ aufweisen, die Leitfähigkeit gegenüber den Metallen mit $\Delta E = 0$ so viel geringer ist: Da die Fermi-Funktion um E_F exponentiell mit E variiert, ist $f(E)$ im Leitungsband sehr klein, die verfügbaren Plätze sind also im Vergleich zum Metall praktisch unbesetzt. Ferner nimmt $N(E)$ exponentiell mit zunehmendem Bandabstand $\Delta E = 2(E - E_F)$ ab. Enthält der Halbleiter Donatoren auf einem Niveau E_D und Akzeptoren auf einem Niveau E_A, so treten zusätzliche verfügbare Plätze für Elektronen und Löcher auf, deren tatsächliche Besetzung aus der Zahl der Plätze und der Fermi-Funktion analog Gl. (15) zu berechnen ist. Die Differenz zwischen der Zahl der Elektronen (bzw. Löcher), die die Donatoren (bzw. Akzeptoren) im thermischen Gleichgewicht abgeben können und der Zahl der in den Donator- bzw. Akzeptorniveaus befindlichen Elektronen (bzw. Löcher) gibt die zusätzliche, durch die Dotierung hervorgerufene Zahl von Elektronen bzw. Löchern an.

Literatur: Blakemore, Semiconductor Statistics, Pergamon-Press, Oxford, London, New York, Paris, 1962.

Heime

Lagenverseilung. Höherpaarige Kabel bestehen aus mehreren Lagen Verseilelemente, während bei der → Bündelverseilung nur 10, 50 und 100 Verseilelemente lagenmäßig zu Standardbündeln aufgebaut sind.



Lagenverseilung und Bündelverseilung, bestehend aus Grund- und Hauptbündeln.

Bei lagenverseilten Kabeln sind die Verseilelemente der Kabel in konzentrischen Lagen zur sog. Kabelseele verseilt. Reihenfolge der Verseilelemente muß innerhalb jeder Lage über ganze Fertigungslänge unverändert sein. In der Regel aufeinanderfolgende Lagen gegensinnig und mit verschiedener Schlaglänge verseilt; aus Gründen besserer Biegbarkeit, besonders der Kabel mit vielen Verseilelementen, erfolgt die Verseilung aufeinanderfolgender Lagen auch gleichsinnig. Durch die Verseilung berühren sich Elemente

benachbarter Lagen nur punktförmig an den Kreuzungsstellen (geringere Kopplungsgefahr als bei dauernder Nebeneinanderführung). Nachteil: Alle Elemente einer Lage kommen mit allen Elementen der Nachbarlagen in Berührung (Anzahl der Lage/Lage-Kopplungen sehr hoch). Verseilung in Lagen verschiedener Schlagrichtung bedingt in der Fertigung besonderen Verseilkorb für jede Lage; verschiedene Lagen müssen entweder zeitlich nacheinander mit gleichem Korb oder räumlich hintereinander mit verschiedenen Körben gleichzeitig hergestellt werden. Zur elektrischen Entkopplung der Verseilelemente und Lagen untereinander sorgfältige Abstimmung der Verseilschlaglängen erforderlich. Zur Vermeidung rechnungsmäßig ungünstiger Drallverhältnisse bedient man sich einer Anzahl von Standarddrallen, die sich praktisch bewährt haben; Probekabel mit größerer Anzahl verschiedener Dralle und endgültige Serienfertigung nach den für den Aufbau kopplungsmäßig günstigsten Kombinationen. Bei Kabeln mit Elementen verschiedenen Durchmessers (gemischtpaariges Kabel) gleichdicke Elemente nach Möglichkeit in besonderen Lagen zusammenfassen.

Verseilregeln:

1. Über einen Kern mit 1 Verseilelement (d) läßt sich stets 1 Lage von 6 weiteren Verseilelementen gleichen Durchmessers d aufbringen.

2. Die 2., 3. oder 4. Lage haben stets 6 Verseilelemente vom gleichen Durchmesser d mehr als ihre vorherige Lage, also 12 + 18 + 24 Verseilelemente.

3. Besteht der Kabelkern aus mehr als 1 Verseilelement mit dem Durchmesser d, so ist der äußere Durchmesser eines solchen Kabelkerns D

bei 2 Verseilelementen = 1,85 · d,

bei 3 Verseilelementen = 2,16 · d,

bei 4 Verseilelementen = 2,41 · d,

bei 5 Verseilelementen = 2,70 · d.

Über jeden dieser Kabelkerne lassen sich wieder eine bestimmte Anzahl von Verseilelementen mit dem Durchmesser d aufbringen. Die Anzahl (n) der möglichen Verseilelemente errechnet sich näherungsweise zu:

$$n = 3\,(D/d + 1).$$

(D = Durchmesser der Kabelseele; d = Durchmesser einer Einheit)

Unter Verseilelement n ist entweder 1 Paar oder 1 Stern - Viererseil(VS) oder 1 Dieselhorst - Martin-(DM)-VS zu verstehen. Nach dieser Rechnung ergeben sich die folgenden Verseilaufbauten:

2 + 8 + 14 usw. Verseilelemente,

3 + 9 + 15 usw. Verseilelemente,

4 + 10 + 16 usw. Verseilelemente,

5 + 11 + 17 usw. Verseilelemente.

Der Durchmesser D_K über den verseilten Elementen bei einer Verseilung 1. + 2. errechnet sich zu

$$D_K = d\,(2\,k + 1)$$

wobei k die Zahl der Lagen ohne Kern bedeutet. Der Durchmesser D_K über den verseilten Elementen bei einer Verseilung nach 3. errechnet sich zu

$$D_K = D + d \cdot 2 \cdot k.$$

Für Kabel einer gegebenen DA-Zahl läßt sich der Durchmesser D_K näherungsweise bestimmen nach

$$D_K = c\,\sqrt{(DA)}\ \text{(mm)}$$

wobei c eine Konstante ist, die von der Leiterdicke und der einzuhaltenden Betriebskapazität abhängt. Für die bei der Bundespost gebräuchlichen Ortskabel beträgt c z. B. für die

0,6 mm Leiter = 2.05

0,8 mm Leiter = 2.65.

Ein Ortskabel mit 400 Doppeladern (DA) 0,6 mm Stern (St)III hat hiernach einen

$$D_K = 2.05\,\sqrt{400} = 41\ \text{mm}.$$

Hierbei ist es angenähert gleich, ob die 200 Sternvierer (StIII) in Lagen oder Bündeln verseilt sind. Bei gleichsinniger Verseilung müssen, bei gegensinniger Verseilung können die einzelnen Lagen bei Kabeln mit Papierisolierung durch ein oder mehrere Papier- oder Gewebebänder, bei Kabeln mit Kunststoffisolierung durch ein oder mehrere Kunststoffbänder voneinander getrennt sein. Für gemischtpaarige Bezirks- oder Rundfunkkabel, für Trägerfrequenz-Bezirkskabel und alle Fernkabel gibt es Querschnittblätter, aus denen Aufbau der Kabel im einzelnen entnommen werden kann, → Kabelbeschaltungspläne.

Knebel

Lageranschrift → Abfassen der Telegramme.

Lageregelung → Satellitenstabilisierung.

Lagerfäule, Gruppe von Pilzen, die in lagerndem Holz vorkommen. Zu ihnen zählen: → Tannenblättling (Lenzites abietina [Bull] Fr.) Zaunblättling (Lenzites saepararia [Wulf.] Fr.). Der Fruchtkörper ist dem des Tannenblättlings ähnlich, Ränder rostrot, Oberseite rauh, braun; Zähling (Lentinus lepideus Fr.), Fruchtkörper fleischig, mit Stiel, Hutunterseite gelb mit dunklen Schuppen; Fächerschwamm (Paxillus panuoides Fr.), glockenförmiger Hut, ockerfarben, Rand wellig, Stiel verkümmert; Eichenwirrling (Daedalea quercina [L]. Fr.), Fruchtkörper konsolenartig, dachziegelartig geschichtet, korkig, gelbbraun gefärbt; Lederporling (Polystictus abietinus [Dicks.] Fr.), Fruchtkörper konsolenartig, Oberseite graubraun, Unterseite rötlich bis violett, mit hellem Rand; Schmetterlingsporling (Polystictus versicolor [L.] Sacc.), Fruchtkörper konsolenartig mit gelben, braunen, schwarzen, konzentrisch zueinander liegenden Zonen.

Lagermetalle. Unter Lagern versteht man im Maschinenbau alle diejenigen Stellen, an denen Drucke von einem Maschinenteil auf einen anderen übertragen werden, wobei eine stärkere oder schwächere Bewegung dieser Teile gegeneinander stattfindet. Es

sind folgende L. bzw. Lagerwerkstoffe im Gebrauch: 1. das deutsche Lurgilagermetall, 2. das Einheitsmetall, 3. das Zinnweißmetall, 4. Lagerbronze, 5. Zinklagermetall für geringe Beanspruchung, 6. Guajacholz und Kunstharzlager, 7. porzellanemaillierte Stahllager.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lagerwirtschaft im Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP. Beim großen Teil des für den Fernmeldedienst benötigten Fernmeldezeuges (FZ) handelt es sich um posteigentümliche Gegenstände, die ausschließlich oder vornehmlich von der DBP benötigt und auf dem allgemeinen Markt nicht angeboten werden. Ständige Betriebsbereitschaft kann deshalb nur durch leistungsfähige L. gesichert werden. Für Betriebsführung und zur Deckung des laufenden Bedarfs für Unterhaltung der Betriebseinrichtungen lagern bei zahlreichen Bedarfsstellen (Stn) kleine Vorräte, die aus Beständen des bezirklich zuständigen Fernmeldezeugamtes (FZA) ergänzt werden. Bestimmte Gegenstandsgruppen werden zentral eingekauft und zentral, z. B. bei den Fernmeldezentralzeugämtern (FZZÄ), gelagert.

Arten der Vorräte an FZ bei Ämtern (Ä) des Fernmelde-(F-)Wesens (außer FZÄ und FZZÄ) sind im einzelnen:

1. Arbeitsvorräte; das sind Vorräte an laufend benötigtem FZ für im F-Wesen ständig wiederkehrende Arbeiten. Diese Vorräte sind deshalb unmittelbar bei und von Verbrauchsstellen zu halten. Zu wiederkehrenden Arbeiten gehören z. B. Fernsprech- und Telegrafenentstörung, Unterhaltung der Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen, Unterhaltung und Störungsbeseitigung in niederpaarigen Ortskabelanlagen und oberirdischen Linien, kleinere Bauvorhaben und die Einrichtung von Sprechstellen. Baugruppen für Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen (z. B. Relaisunterbrecher, Signalrelaissätze, auswechselbare Übertragungseinrichtungen) zählen nicht zum Arbeitsvorrat.

2. Vorräte für die Unterhaltung der Ortskabelanlagen enthalten schweres F-Bau-Z für das unterirdische Ortsnetz. Diese Vorräte werden auf Außenläger des FZA gelegt, um Transporte zwischen den Ämtern und dem FZA einzuschränken. Für Ämter mit Linientechnik, die sich am Ort des FZA oder in seiner Nähe befinden, sind entsprechende Vorräte beim FZA zu halten. Für die in großem Umfang benötigten Ortskabel sind in jedem FZA-Versorgungsbezirk mehrere feste, verkehrstechnisch günstig gelegene Außenläger eingerichtet, die mit geeigneten Transport- und Verladeeinrichtungen ausgestattet sind und dem Bedarf angepaßte Mengen und Sorten vorrätig halten, Bedarfsermittlung durch maschinelle Auswertung der angefallenen statistischen Beschaffungs-(B.-)Unterlagen. Anhand der monatlich zweimal maschinell fortgeschriebenen Bestandsnachweise entscheidet zuständiges FZA, ob die für die einzelnen Vorhaben benötigten Längen aus diesem Vorrat geliefert werden oder ob Bestellungen an das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) weitergeleitet werden müssen, sofern nicht im Einzelfall überbezirklicher Lagerausgleich sinnvoll ist.

3. Vorräte an Leitungsmasten werden für laufende Unterhaltung und Einrichtung neuer oberirdischer Linien auf Außenlägern des FZA angelegt.

4. Vorräte an anderem FZ-Baubedarf für die Linientechnik wird auf Außenlägern des FZA bereitgestellt, ferner Fernschreibapparate für die Unterhaltung von Fernschreibgeräten und Behelfskabel für die Störungsbeseitigung in Fern- und Bezirkskabelanlagen (für letztere: Verwaltung erfolgt durch Fernkabelmeßstellen).

Die L. der Vorräte 1—4 regeln die D 114 = Dienstanweisung für die Verwaltung von Fernmeldezeug bei den Bedarfsstellen (DA VFZ) Teil A, Einrichtung der Lager, Bemessung der Vorräte und Inventuren, und die D 115 = Dienstanweisung für die Verwaltung von Fernmeldezeug bei den Bedarfsstellen (DA VFZ) Teil B, Nachweis von Fernmeldezeug und Prüfvorschriften. Im Sprechstellenbau eingesetzten Unternehmern wird das für Teilnehmereinrichtungen benötigte FZ teilweise als Arbeitsvorrat von der DBP beigestellt. Nähere Ausführungen darüber enthalten »Richtlinien für die Vergabe von Arbeiten an Teilnehmereinrichtungen«.

Lager der FZÄ sind die bezirklichen Vorratslager der OPDn. I. allg. werden bei FZÄ gängige Gegenstände, in Ausnahmefällen auch wenig gängige, gelagert. Welches FZ im einzelnen zu bevorraten ist, legt jedes FZA für seinen Versorgungsbereich fest. Aus wirtschaftlichen Gründen sind einige kleinere Bezirke mit benachbartem Bezirk zu einem FZA-Versorgungsbezirk zusammengelegt, und bestimmte FZÄ mit Vorräten für überbezirkliche Belieferung (wie FZZÄ) ausgestattet.

Lager der FZZÄ und einzelner FZÄ sind überbezirkliche Vorratslager. Sie bevorraten vornehmlich wenig gängiges FZ und Gegenstände, die nur bei zentraler Lagerhaltung in sinnvollen Losgrößen hergestellt und beschafft werden können. Daneben entstehen zentrale Lagerbestände durch nicht sofort unterzubringende Restmengen aus vom FTZ erteilten Abrufaufträgen, wenn deren vertraglich vereinbarte Lieferfrist abläuft. Zentral zu lagernde Vorräte werden vom FTZ festgelegt und in die Übersicht »Bestellung von Fernmeldezeug bei Zentrallägern« (→ Beschaffungszuständigkeit) aufgenommen. Für Vorratslager werden über die Lagerbestände und ihre Zu- und Abgänge innerhalb eines festgelegten Zeitraumes zu bestimmten Terminen Bestandsnachweise maschinell gefertigt.

Bedarf ist Grundlage und Maßstab für B., die nur nach gewissenhafter Ermittlung der Bedarfsmengen und Bedarfszeitpunkte ausgelöst werden darf. Bedarf bei Bedarfsstellen wird eingeteilt in Arbeits- und Baubedarf.

Arbeitsbedarf ist der Bedarf an FZ, das bei den vielen Bedarfsstellen ständig in kleineren Mengen für Unterhaltung der F-Anlagen, die Einrichtung von Sprechstellen und für kleinere Netzerweiterungen benötigt wird.

Baubedarf ist der Bedarf an FZ, das in größeren Mengen und z.T. unregelmäßig für Bauvorhaben benötigt wird.

Nach Zweck der Vorratshaltung wird der beim FZA/FZZA entstehende Bedarf in Regel- und Sonderbedarf unterteilt.

Regelbedarf ist Bedarf an FZ, der aus Lagervorrat des FZA bzw. FZZA gedeckt werden kann und auf den sich die Vorratsplanung bezieht. Aus Sicht der Bedarfsstellen umfaßt er gesamten Bedarf zur Ergänzung der Arbeitsvorräte und den Teil des Baubedarfs, der regelmäßig entsteht und beim FZA zu bestellen ist. Bedarf zur vorsorglichen Ergänzung der Vorratslager wird aufgrund des durchschnittlichen Verbrauches unter Berücksichtigung der Vorratsbestände, noch ausstehender Lieferungen und künftiger Betriebsbedürfnisse ermittelt.

Sonderbedarf ist Bedarf zur Deckung von Bedarfsspitzen des Baubedarfs und der Bedarf an nichtbevorrateten Gegenständen. Sonderbedarf wird durch eine von der Vorratsplanung unabhängige B. gedeckt, nach Eingang vom FZA bezahlt und sofort mit F-Amt verrechnet. Auf Bezirksebene wird dabei unterschieden zwischen großem und kleinem Sonderbedarf.

Großer Sonderbedarf. Große Liefermengen oder schwere Gegenstände, die von Bedarfsstellen beim FZA bestellt worden sind, gehen insbesondere bei hohen Transportkosten unmittelbar von Firma nach der Verwendungsstelle, die Eingang der Lieferung umgehend dem FZA meldet.

Kleiner Sonderbedarf. Lieferungen von Gegenständen, bei denen keine hohen Transportkosten entstehen, gehen, wenn sie von mehreren Bedarfsstellen bestellt worden sind, zunächst an das FZA und werden von dort mit regelmäßigen Rundfahrten ausgeliefert. Rechnungsmäßige Abwicklung gestaltet sich wie bei Lieferungen aus dem Vorrat durch maschinell erstellte Monatsrechnungen.

Sonderbeschaffung ist eine von der Vorratsplanung unabhängige B. FZA bezahlt Firmenrechnung und weist Bestand im Baubedarfsnachweis mit Lagerplatzkennzahlen nach. Verrechnung mit Bedarfsstellen erfolgt erst zum Zeitpunkt der Verwendung.

Die Vorratsplanung und die sich daraus ergebenden B.-Maßnahmen für L. bei den FZÄ/FZZÄ werden nach mathematisch gesichertem Verfahren mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen erarbeitet. Nach Erfahrungen der letzten 12 Monate werden den Rechenanlagen Planungsansätze (Menge und Zeit) eingegeben. Die Maschine errechnet daraus für jeden Gegenstand bzw. für entsprechende Karteinummer (KNr) nach dem Kostenminimum für B. und Lagerhaltung wirtschaftlich optimale B.-Menge und Auslösebestand (Planungsrechnung). Werden Gegenstände neu eingeführt, so kann Vorratsplaner oft noch keine Planungsmenge und B.-Zeit angeben. In solchen Fällen wird vorläufiger Auslösebestand festgelegt. Ergebnisse werden im Bestandsband gespeichert und laufend mit Vorratsentwicklung verglichen. Sinken Vorrats- und B.-Bestand eines Gegenstandes auf bestimmte Mindestmenge ab, erscheinen in Auslöseliste erforderliche Bestellangaben für Ergänzung des Vorrates (B.-Auslösung). Außerdem werden Planungsansätze (Soll) mit Ist-Daten der Menge und Zeit verglichen (Planungskontrolle). Ergeben sich beim Soll-Ist-Vergleich Abweichungen, die eine bestimmte Toleranz über- oder unterschreiten, dann gibt Auslöseliste Anstoß zur neuen Planung (Planungsauslösung) des jeweiligen Gegenstandes (bzw. der KNr). Auslöselisten werden regelmäßig zu bestimmten Terminen ausgewertet. Vorratsplaner kann dabei seine Planungsentscheidung entsprechend der Bedarfslage und übersehbaren Bedarfsentwicklung ändern und neue Planungsansätze für Planungsrechnung festlegen. Für Gegenstände, deren Verbrauch nicht oder nur schwer vorauszusehen ist, kann sich der Vorratsplaner Bestandsentwicklung periodisch anschreiben lassen. Entwicklung der gesamten Vorratswirtschaft bei FZÄ und FZZÄ spiegelt sich in Bestands- und Inventurnachweisen und kann zu jeder Zeit durch besondere Lochkartenauswertungen in allen Einzelheiten beobachtet und beurteilt werden.

Verfahren der Vorratsplanung ist in »Anweisung für die Vorratsplanung von Fernmeldezeug bei den Fernmeldezeugämtern und Fernmeldezentralzeugämtern geregelt.

Die DBP hat die Rechnungsführung nach dem Reichspostfinanzgesetz auszurichten und jährliche Inventuren bei den Vorräten durchzuführen. Grundlage der von Kassenrechnung getrennt zu führenden Sachrechnung für Vorratsbestände der FZÄ/FZZÄ sind Bestandsnachweise. Um Bestandsnachweis und Lagervorrat aufeinander abzustimmen, wird bei FZÄ/FZZÄ laufende Inventur durchgeführt. Vorteil gegenüber der einmaligen Stichtagsinventur liegt darin, daß Lager ständig lieferbereit bleiben, weil sich Inventurarbeiten über das ganze Jahr gleichmäßig verteilen. Bei laufender Inventur werden Lagervorräte durch Bestandsprüfer, der zur Organisationsstelle gehört, erfaßt und in Prüfkarten eingetragen. Gleichzeitig prüft er Beschaffenheit der Gegenstände und die Übereinstimmung zwischen Gegenstand und KNr. Die Anzahl der Prüfungen (ein- bis viermal) je Gegenstand richtet sich nach Umsatzwert. Auch für Arbeitsvorräte werden über das ganze Jahr verteilte, regelmäßige Prüfungen durchgeführt. Zum Rechnungsjahresschluß gilt der zuletzt festgelegte Höchstbestand für höherwertige Gegenstände in den Arbeitsvorräten als Inventurbestand. Damit entfallen für die vielen Bedarfsstellen umfangreiche Zählarbeiten für Jahresinventur. Zum Schluß jeden Jahres sind bewertete Inventurnachweise für Vorräte an FZ aufzustellen. Für Vorräte bei FZÄ und FZZÄ und für höherwertige Gegenstände in Arbeitsvorräten werden Inventurnachweise durch Lochkarten aufgestellt. Bestände an Leitungsmasten und an FZ für Unterhaltung der Ortskabelanlagen werden durch körperliche Inventur ermittelt und manuell im Inventurnachweis (mit Wertangabe) zusammengestellt.

Richtlinien über Inventuren sind in »Dienstanweisung für die Inventuren zum Rechnungsjahresschluß bei

den Aktivkonten 196 und 197« (im Oktober 1966 als Entwurf herausgegeben) enthalten. Aktivkonten: 197 = Arbeitsvorräte, 196 = alle anderen Vorräte an FZ.

Bei den einzelnen FZÄ werden durchschnittlich 10 000 verschiedene Gegenstände gelagert, die Größenordnungen von Kubikmillimetern bis Kubikmetern und dem Gewicht nach von Gramm bis zu Zentnern umfassen. Außerdem unterscheiden sich Gegenstände in den Anforderungen an Güte und Art der Lagerung und nach Umsatzhäufigkeit. Sachgemäße Lagerung der Gegenstände erfordert zweckentsprechende Lagerräume mit einer den Erfordernissen und der Entwicklung angepaßten Lagerausstattung. Angeliefertes FZ wird, soweit dies möglich und zweckmäßig ist, in Firmenverpackung, andernfalls lose oder in Kunststoffbeuteln bzw. in Flach- oder Schlauchfolien verpackt eingelagert. Für gängige Gegenstände kleinerer Abmessungen sind mit Lieferfirmen Verpackungseinheiten vereinbart, die nach Möglichkeit auch den am häufigsten vorkommenden Bestellmengen entsprechen. Dadurch sind verminderte Lager- und Zählarbeiten zu verzeichnen. Gegenstände werden übersichtlich nach Art ihrer Lagerung getrennt (Paletten, Aufbauregale oder Spezial-Lagereinrichtungen) und in Reihenfolge der KNrn aufbewahrt. Als arbeitssparende Lager- und Verpackungsgeräte werden fahrbare Leitern, Waagen, Ballonabfüller oder Handpumpen, Heftzangen und Kunststoffschweißgeräte für das Verschließen von Kunststoffbeuteln, Flach- und Schlauchfolien, Kabelumtrommeleinrichtungen, Kabeltrommelwinden, Druckluftprüfgeräte, Schrottscheren und Ballenpressen verwendet.

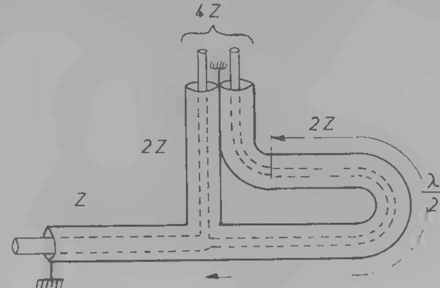
Als innerbetriebliche Transportmittel werden bei FZÄ gleislose Flurfördermittel (Handgabelhubwagen, Gabelstapler, Regalwagen) je nach zu befahrendem Gelände sowie nach Menge, Art und Gewicht der zu transportierenden Güter eingesetzt. Transport von FZ zwischen Ä und Bedarfsstellen der DBP wird u. a. durch überbezirkliche und bezirkliche Versorgungsfahrten mit Lkw durchgeführt. Als Transportbehälter dienen stapelbare Gitterstahl-Behälter, die leicht und stabil und für Aufnahme von etwa 70% aller Gegenstände geeignet sind. FZÄ/FZZÄ nehmen an dem von der DB und den Spediteuren betriebenem Austauschverkehr mit genormten Paletten teil. Lieferfirmen der F-Industrie haben vertragsgemäß für alle nach Art und Menge geeigneten Lieferungen an die FZÄ/FZZÄ Paletten zu verwenden. Einzelheiten enthalten: D 130 = Richtlinien für die Ausstattung von Vorratslagern im Fernmeldewesen, Anhang zu D 130 = Richtlinien für die Einrichtung und Ausstattung von Lagerplätzen für den Baubedarf der Linientechnik (Richtl Lager Baubed) und D 131 = Dienstanweisung für die Annahme, das Bereitstellen und Versenden von Fernmeldezeug durch die FZÄ (DA FZ Versand). Anlage 3 dieser DA enthält ein Verzeichnis der Gegenstände, die in der Regel nicht gütegeprüft werden.

Als Technische Ausstattung werden hauptsächlich Werk- und allgemeines Gerät, Lagerausstattung sowie Meß- und Prüfgeräte bezeichnet, die nicht Bestandteile fernmeldetechnischer Einrichtungen sind; hierbei wird unterschieden zwischen Gegenständen, die einer Kraft für die laufenden Arbeiten und zur ständigen persönlichen Benutzung zugeteilt werden (Einzelausstattung) und Gegenständen, die von mehreren Kräften gemeinsam benutzt werden (Gemeinschaftsausstattung).

Bestimmungen über Neueinrichtung oder Änderung einer technischen Ausstattung, über Rücklieferung und Verwalten der dazugehörigen Gegenstände sowie vorzunehmende Prüfungen usw. sind in »D 118 Dienstanweisung für das Beschaffen, Rückliefern, Verwalten und Prüfen der Technischen Ausstattung im Fernmeldewesen (DA TechnAusst F)« zusammengefaßt. *Wigand/Dewitz*

Lahnlitzenleiter → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

λ/2-Umwegleitung. Die U. ist ein Symmetrierglied mit gleichzeitiger Widerstandstransformation 1 : 4, bei der durch einen λ/2 langen Umweg der Übergang von z. B. 60 Ohm Erdunsymmetrie auf 240 Ohm Erdsymmetrie bewirkt wird. Wie das Bild zeigt, sind an das Kabel vom Wellenwiderstand Z zwei Rohrstücke mit dem Wellenwiderstand $2Z$ angeschlossen. Das eine Rohrstück, die sog. U., ist eine halbe Wellenlänge länger als das andere Rohrstück. Während beide Rohrstücke am Anfang die gleiche Spannung zwischen Innenleiter und Außenmantel führen, eilt am Ende der U. die Spannung um 180° nach. Beide Leitungen



Schema der $\frac{\lambda}{2}$-Umwegleitung.

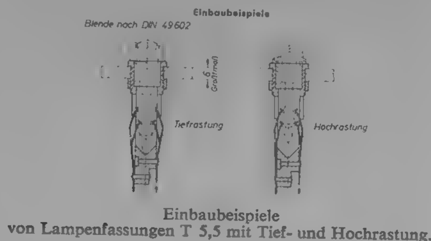
führen daher gleiche, aber entgegengesetzt gerichtete Spannungen gegen den Außenmantel. Am Ausgang der U. herrscht somit zwischen den beiden Innenleitern die doppelte erdsymmetrische Spannung gegenüber der erdunsymmetrischen Eingangsspannung. Man erhält dadurch eine Widerstandstransformation im Verhältnis 1 : 4. Derartige U. werden z. B. im Kurzwellenbereich beim Übergang von einem HF-Energiekabel auf eine erdsymmetrische Speiseleitung für eine Richtstrahlwand verwendet.

Literatur: W. Berndt, Der Energietransport zu den Antennen der Kurzwellen-Großstationen. Telefunken-Ztg., Heft 105 (Sept. 1954), S. 165/166. *Meinel*

Lambertsches Kosinusgesetz. Es besagt, daß unter bestimmten Voraussetzungen die von einer Fläche unter dem Winkel α gegen die Flächennormale ausstrahlende Strahlungsenergie (Lichtenergie) dem $\cos \alpha$ proportional ist. Eine selbstleuchtende Fläche erscheint daher, unabhängig von ihrer Orientierung zur Blickrichtung, stets von gleicher Flächenhelligkeit (Leuchtdichte, Strahlungsdichte), so etwa eine Kugel als gleichmäßig leuchtende Kreisscheibe. Gilt nicht streng z. B. für die Sonne (→ Wärmestrahlung).

Lambertsches Gesetz → Thermodynamik.

Lampenfassung für Fernmeldelampen. Den in Fernmeldegeräten der DBP verwendeten → Fernmeldelampen entsprechen die Lampenfassungen für Sockel T 6,8, T 5,5 und B 7s. Die Höchstzahl der auf einer Montageplatte unterzubringenden Lampenfassungen ergibt sich aus dem Raster-Kleinstmaß zu 13,5 mm für Fernmeldelampen mit Sockel T 5,5 als der in Bedienungsfeldern gebräuchlichen kleinsten Lampe. Je nach Art der verwendeten → Leuchtblende kann diese Lampe in Lampenfassungen mit Tief- und Hochrastung (s. Bild) tiefer oder höher eingesetzt werden. Mehrfachlampenfassungen werden hauptsächlich als → Lampenstreifen ausgebildet. Zum Herausziehen der Lampen aus den Fassungen dienen → Lampenzieher.



Einbaubeispiele
von Lampenfassungen T 5,5 mit Tief- und Hochrastung.

Die für gedruckte Schaltungen entwickelten speziellen Kleinstlampen können entweder ohne eigene Fassung unmittelbar auf der Leiterplatte angelötet oder in besonders dafür geschaffenen Kleinst-Steckfassungen eingesetzt werden (→ Fernmeldelampen, Bild 2).
Literatur: DIN 49 600, DIN 49 604, DIN 49 606.

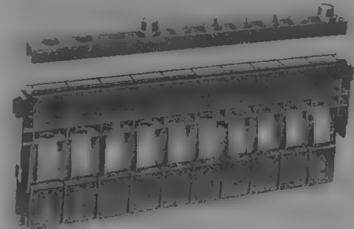
Lampenkappe → Leuchtblende für Fernmeldelampen.

Lampensockel für Fernmeldelampen → Fernmeldelampen.

Lampenstreifen, ein zur Aufnahme von 5, 10 oder 20 → Fernmeldelampen mit Sockel T 6,8 oder Sockel T 5,5 dienendes Mehrfachbauteil. Die 10- und 20teiligen L. für Vermittlungsplätze sind einheitlich 200 mm lang und 12 mm breit. Ihr waagerechtes Teilungsmaß ist 18 und 9,4 mm.

Bei der konstruktiven Ausbildung der L. kommt es darauf an, eine gute Lichtwirkung zu erzielen, das Überleuchten von einer Lampenkammer in eine andere zu vermeiden, für eine gute Wärmeabfuhr durch geeignete Führung des Luftstromes über Entlüftungskanäle zu sorgen, ein zwangloses, verdrehungs- und kurzschlußsicheres Einsetzen und Herausnehmen der Lampen zu ermöglichen und einen einwandfreien, erschütterungsunempfindlichen Sitz der Lampen bei guter Kontaktgabe sicherzustellen.

Das Bild zeigt einen 10teiligen L. neuer Bauart. Die nach vorn offenen rechteckigen Lampenkammern sind mit einem durchscheinenden hitzebeständigen



10teiliger Lampenstreifen.

Kunststoffstreifen, der gleichzeitig als Bezeichnungsstreifen dient, abgedeckt. Die Beschriftung kann beliebig oft gelöscht und erneuert werden. Es werden auch L. mit Einzelleuchtblenden, die den Lichtstrom durch optische Bündelung der Lichtstrahlen ausnutzen, verwendet. Sie haben jedoch den Nachteil, daß zur Beschriftung zusätzliche Bezeichnungsstreifen benötigt werden. *Gänsler*

Lampenzieher dienen zum Herausziehen von → Fernmeldelampen aus den → Lampenfassungen. Ein L. ist ein geschlitztes federndes Stahlröhrchen, das auf den Glaskolben der Lampe aufgeschoben wird. Verwendet werden eine große Ausführung für Fernmeldelampen mit Sockel T 6,8 und B 7s und eine kleine für Lampen mit Sockel T 5,5.

Länderkennzahl, Kennzahl, mit der Teilnehmer des Auslands vollautomatischen Zugang in das nationale Fernsprechnetz des gewählten Landes erhalten. Die L. sind vom Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) nach Erdteilen geordnet den Ländern zugeteilt. Es sind 1- bis 3stellige Zahlen. Länder, die mit einem anderen Land ein gemeinsames integriertes Netz haben, sind unter der L. dieses Landes zu erreichen. Die L. wird vor der nationalen Nummer, d. h. vor der Ortsnetzkennzahl und der Teilnehmer-Rufnummer, gewählt. Vor der L. ist die Verkehrsausscheidungszahl für den Selbstwählferndienst nach dem Ausland (in der BRD »00«) zu wählen.

Landesfernwahl → Selbstwählferndienst. Das Wort L. wird mehr und mehr durch Selbstwählferndienst ersetzt.

Landeskennzahl → Telex-Rufnummern- und -Kennzahlenplan.

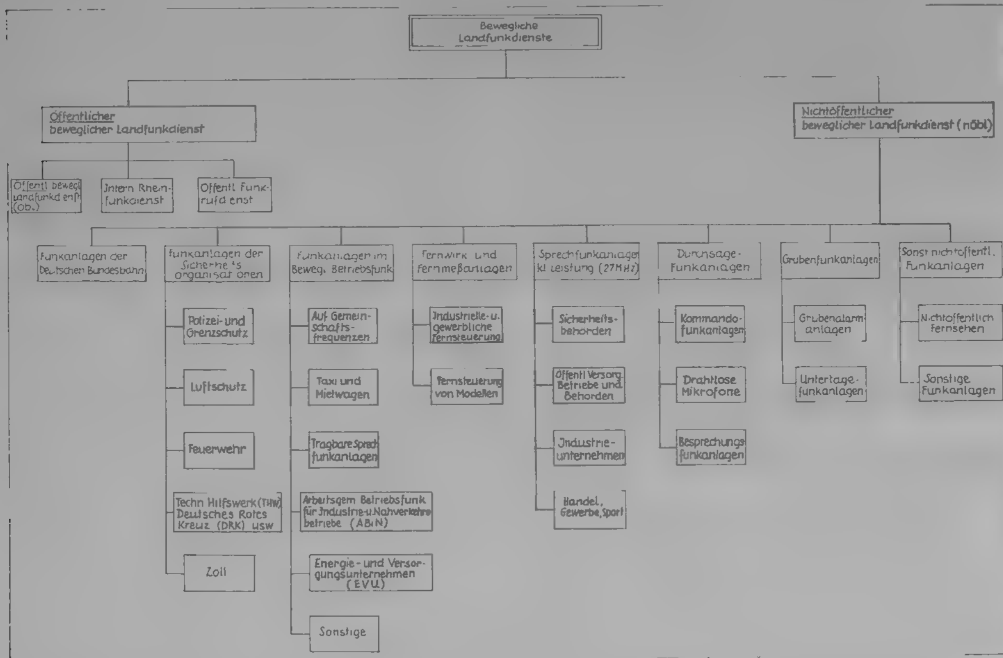
Landfunkdienst, beweglicher. Ein beweglicher → Funkdienst zwischen festen und beweglichen Landfunkstellen oder zwischen beweglichen Landfunkstellen. Man unterscheidet → öffentlicher beweglicher Landfunkdienst, der von der DBP betrieben wird, und → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst, der überwiegend nicht von der DBP betrieben wird. Eine feste Landfunkstelle (→ Landfunkstelle, feste) ist dabei eine ortsfeste Funkstelle, die einen Funkdienst mit beweglichen Landfunkstellen durchführt. Diese ist als bewegliche Landfunkstelle (→ Landfunkstelle, bewegliche) des Dienstes definiert, die innerhalb der geographischen Grenzen eines Landes oder eines Erdteils den Standort auf der Erdoberfläche ändern kann (s. Tafel).

2. Schwankungen des Eingangspegels, die beim Fahren auftreten (Interferenzschwund und Abschattung), werden bei FM durch den Amplitudenbegrenzer nahezu trägheitslos ausgeregelt, so daß das NF-Signal am Empfängerausgang praktisch unabhängig von der HF-Eingangsspannung ist.

3. Im Nutzkanal auftretende selektive Störer werden, sofern sie schwächer als das Nutzsignal sind, durch den Begrenzer unterdrückt. Dabei genügt ein HF-Störabstand von 6 ... 8 dB. Die räumlichen Wiederholungsabstände für die gleiche Frequenz in den Funknetzen können daher geringer sein als bei AM.

Der Nachbarkanalabstand wurde im Laufe der technischen Entwicklung in den b. L. von 100 KHz auf 50 kHz verringert.

Tafel. Bewegliche Landfunkdienste in der BRD.



Mit der Einführung der UKW-Technik waren die technischen Voraussetzungen für den Aufbau der beweglichen Landfunkdienste gegeben. Die im b. L. eingesetzten Geräte dienen überwiegend dem Sprechfunkbetrieb.

In der Bundesrepublik, wie auch in fast allen Ländern der Welt, wird im b. L. fast überwiegend die Frequenz- oder Phasenmodulation angewendet. Die Gründe, die zur Anwendung der FM im b. L. führten, waren:

1. die geringe Störanfälligkeit, weil Störungen meist die Amplitude einer Trägerschwingung beeinflussen. Amplitudenschwankungen werden durch einen Begrenzer im Empfänger unterdrückt;

Im nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienst ist seit längerer Zeit in der Bundesrepublik ein 20-kHz-, im Ausland z. T. ein 25-kHz-Kanalraster eingeführt.

Betriebliche Merkmale. Im öbL wird nur das Betriebsverfahren Gegensprechen angewandt, dagegen für den Sprechfunkverkehr im nöbL die → Betriebsverfahren Wechselsprechen, Gegensprechen oder Bedingtes Gegensprechen. Im öbL werden Teilnehmer selektiv gerufen, ein Verfahren, das künftig auch im nöbL anstelle des offenen Sprachanrufs oder Tonrufs zunehmend angewendet wird.

Technische Forderungen. Eine der Voraussetzungen für den störungsfreien Betrieb und für die

Zulassung von Geräten im beweglichen Landfunkdienst ist, daß die Geräte den technischen Vorschriften der DBP entsprechen, die aufgrund nationaler und internationaler Empfehlungen aufgestellt worden sind.

Sprechfunkanlagen des nichtöffentlichen und öffentlichen b. L. müssen folgenden technischen Bedingungen genügen:

1. Die Störleistung von Oberwellen, die ein Sender erzeugt, darf nicht mehr als 2×10^{-5} Watt, die Störleistung seiner Nebenwellen nicht mehr als 2×10^{-7} Watt betragen;

2. die Störleistung einer Empfängerschwingung (gemessen als effektive Strahlungsleistung, bezogen auf einen $\lambda/2$-Dipol) darf auf keiner Frequenz mehr als 2×10^{-9} Watt betragen;

3. die Nebenwellendämpfung (Dämpfung eines unmodulierten HF-Trägers auf Frequenzen mit mehr als dem 0,8fachen Kanalabstand gegenüber einem Träger gleicher Amplitude im Nutzkanal) muß größer als 70 dB, bei tragbaren Geräten muß er größer als 60 dB sein.

Eine Zusammenstellung weiterer, jedoch für Sprechfunkanlagen nichtöffentlicher und öffentlicher b. L. unterschiedlicher Parameter zeigt folgende Tabelle:

Landfunkstelle 1. beweglicheL. Eine bewegliche Landfunkstelle (b. L.) ist eine Funkstelle des beweglichen Landfunkdienstes, die mit einer oder mit mehreren in ein Fahrzeug eingebauten Sende- und Empfangsfunkanlagen oder als tragbares Gerät betrieben wird. Zur Sende- und Empfangsfunkanlage einer b. L. gehören auch die Antenne, die Stromversorgung, die Abfrageeinrichtung (Handapparat) und sonstige erforderliche Zusatzeinrichtungen (z. B. Rufeinrichtung). Für den einseitigen Funkverkehr wird die b. L. entweder nur mit einer Empfangsfunkanlage (z. B. beim einseitigen Funkrufdienst) oder — z. B. bei drahtlosen Mikrofonen — nur mit einer Sendefunkanlage betrieben. Als Antennen werden auf Kraftfahrzeugen meistens $\lambda/4$- oder $\frac{5}{8}\lambda$-Vertikalstrahler verwendet.

Auf Schiffen, auf denen größere Bauhöhen möglich sind, werden auch $\lambda/2$-Rohrdipole mit besserem Wirkungsgrad eingesetzt. Antennen auf Schienenfahrzeugen (verkürzte $\lambda/4$-Strahler) müssen wegen des elektrischen Fahrdrahtbetriebes besonderen Sicherheitsvorschriften genügen. 2. feste L. Eine feste Landfunkstelle (f. L.) ist eine ortsfeste Funkstelle des beweglichen Landfunkdienstes, die mit einer oder mit mehreren Sende- und Empfangsfunkanlagen betrieben wird. Zur Sende- und Empfangsfunkanlage einer f. L. gehören auch die Antenne, die Abfrageeinrichtung

Parameter nichtöffentlicher und öffentlicher beweglicher Landfunkdienste.

Kanalabstand		50 kHz		20 kHz			
Frequenzbereich (MHz)	31,7 .. 41,0	68,0 .. 87,5	156,0 ... 174,0	31,7 .. 41,0	68,0 .. 87,5	146,0 ... 174,0	455,0 ... 460,0 465,0 ... 470,0
FTZ-Richtlinien für Geräteprüfung	zu I:	529 RL 2017	529 RL 2017	529 RL 2023	529 RL 2023	529 RL 2023	529 RL 2024
	zu II:		TV 51 u. Anh. 2a			Abwandl. TV 51	
I. Nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst							
A. Sender							
Frequenztoleranz		± 2,5 kHz	± 2,5 kHz	± 1,2 kHz	± 1,2 kHz	± 0,8 kHz[1]) ± 1,6 kHz[2]) ± 1,8 kHz[3])	± 1,0 kHz[1]) ± 2,5 kHz[2])
Belegte HF-Bandbreite		± 20 kHz	± 20 kHz	± 7 kHz	± 7 kHz	± 7 kHz	± 7 kHz
Frequenzhub (max.)		± 15 kHz	± 15 kHz	± 4 kHz	± 4 kHz	± 4 kHz	± 4 kHz
B. Empfänger							
Frequenztoleranz		± 2,5 kHz	± 2,5 kHz	± 1,2 kHz	± 1,2 kHz	± 0,8 kHz[1]) ± 1,6 kHz[2])	≦ ± 1,5 kHz[1]) ± 2,5 kHz[2])
Nachbarkanaldämpfung ...				70 dB (60) dB[3])	70 dB (60) dB[3])	70 dB (60) dB[3])	70 dB (60) dB[3])
II. Öffentlicher beweglicher Landfunkdienst							
A. Sender							
Frequenztoleranz			± 2,5 kHz			± 1,8 kHz	
Belegte HF-Bandbreite			± 18 kHz			± 7 kHz	
Frequenzhub (max.)			± 15 kHz			± 4 kHz	
B. Empfänger							
Frequenztoleranz			± 2,5 kHz	[4])	[4])	[4])	
Nachbarkanaldämpfung ...			80 dB			70 dB[4])	
Mindest-Bandbreite (für 6 dB)			± 15 kHz			± 6 kHz	

[1]) Bei ortsfesten Anlagen. [2]) Bei allen anderen Anlagen. [3]) Bei tragbaren Geräten. [4]) Frequenztoleranz und Mindest-Bandbreite: die beiden 6-dB-Punkte der Durchlaßkurve eines Empfängers müssen (gemessen bei Rauschunterdrückung von 1,1 N) mindestens ± 6 kHz von der Nennfrequenz entfernt liegen.

Binz/Pankow

(Handapparat), sonstige erforderliche Zusatzeinrichtungen (z. B. Rufeinrichtung) und gegebenenfalls die Einrichtung zur Überleitung des Funkverkehrs auf Drahtfernmeldeanlagen. Teile einer Sende- und Empfangsfunkanlage einer f. L. können getrennt an verschiedenen Orten errichtet werden. Für einseitigen Funkverkehr wird die f. L. entweder nur mit einer Empfangsfunkanlage (z. B. beim drahtlosen Mikrofon) oder — z. B. beim einseitigen Funkrufdienst — nur mit einer Sendefunkanlage betrieben.

Die f. L. können mit Überleiteinrichtungen über Vierdraht- oder Zweidrahtleitungen mit Drahtfernmeldeanlagen verbunden werden. Hierdurch werden Verbindungen zwischen den beweglichen Landfunkstellen und Drahtbetriebsstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes (Nebenstellenanlage, Hauptanschluß) oder einer Privatfernmeldeanlage ermöglicht.

Je nach Art und Größe des zu versorgenden Bereiches werden vertikal polarisierte Antennen mit Rundstrahl- oder Richtcharakteristik eingesetzt. Arbeiten die Funkanlagen im Wechsel- oder Gegensprechbetrieb, so werden für gewöhnlich zum Senden und Empfangen gemeinsame Antennen benutzt. Beim Gegensprechbetrieb müssen Senderausgang und Empfängereingang durch eine Weiche entkoppelt sein. Werden getrennte Empfangsantennen verwendet, so werden diese zweckmäßigerweise oberhalb der Sendeantenne angeordnet. Dadurch wird die gegenüber der f. L. häufig geringere Sendeleistung der beweglichen Funkstelle ausgeglichen. Wird zum Betrieb mehrerer Kanäle eine gemeinsame Empfangsantenne benutzt, so empfiehlt es sich, die Empfänger über einen Trennverstärker zu betreiben.

In Gebieten eines Funkverkehrsbereiches, von welchen aus bewegliche Funkstellen den Empfänger einer f. L. mit zu geringer Feldstärke erreichen würden, können zusätzliche, sogenannte abgesetzte Empfänger aufgestellt werden, die mit der Vermittlungsstelle verbunden sind. Am günstigsten ist hierbei die Schaltungsanordnung, bei welcher der mit dem stärksten Signal beaufschlagte Empfänger zum Herstellen der Sprechverbindung ausgewählt wird.

Literatur: R. Binz und H. J. Kleimeier, Die Entwicklung des beweglichen Landfunks in der Bundesrepublik Deutschland und in den USA, Fernmeldepraxis (1966), Nr. 12 — H. H. Freytag und R. Haas, Beitrag zur Planung von Wechselsprechnetzen für nichtöffentliche bewegliche Landfunkdienste, NTZ (1965), Nr. 10 — H. J. Kleimeier, Gedanken zur Entwicklung des beweglichen Betriebsfunks in der Bundesrepublik Deutschland, Fernmeldepraxis (1963), Nr. 8 — S. Eckert, Bewegliche Funkdienste, Postleitfaden (1960), Band 6, Teil 7, Abschnitt V.

Pankow

Landgebühr → Seefunkdienst, beweglicher.

Landkabel, alle in festem Lande ausgelegten oder zur Auslegung bestimmten Kabel im Gegensatz zu Fluß- und Seekabeln. Je nach Art der Unterbringung im Erdboden unterscheidet man Erd- und Röhrenkabel.

Langdrahtantenne besteht aus einem in verhältnismäßig geringer Höhe waagerecht ausgespannten Draht von i. allg. einem Mehrfachen der Betriebswelle entsprechenden Länge, wodurch eine nahezu symmetrisch zur Normalebene der Drahtachse gefiederte → Richtcharakteristik entsteht. In einer kürzeren Ausführungsform mit auf etwa eine Betriebswelle begrenzter Gesamtlänge und infolgedessen diagrammbestimmend mitwirkender Vertikalzuführung wird sie, insbesondere über trockenem Erdboden, als sog. geknickte Marconiantenne mit stark einseitiger Richtwirkung im Mittel- und Langwellenbereich verwendet. Im Kurzwellenbereich läßt sich auch durch schräg aufwärtige Drahtführung eine Angleichung geeigneter Teile des gefiederten Diagramms an gewünschte Vor-Rückwärts-Strahlungsrichtungen innerhalb der Antennenebene herbeiführen (Schrägdrahtantenne). — Die Wirkungsweise einer L. ist aus derjenigen einer Doppelleitung erklärbar, als welche sie in Verbindung mit ihrem elektrischen Spiegelbild am Erdboden aufgefaßt werden kann; dadurch ist insbesondere ein nahezu homogener Antennenwellenwiderstand definiert, mit dessen konzentrierter Nachbildung sie abgeschlossen wird, um fortschreitende Wellen und hierdurch eine bevorzugt einseitige Richtwirkung zu erzwingen (Beverage-Antenne). Eine besondere Bedeutung haben die aus mehreren horizontalen Langdrähten zusammengesetzten → Rhombusantennen erlangt.

Literatur: J. Großkopf, Antennen mit stehenden und fortschreitenden Wellen; TFT 27, H. 6, S. 220; 1938 — W. Jachnow, Zur Theorie der Langdraht-Sendeantenne, insbesondere bei fortschreitenden Wellen; Telefunken-Mittlgn. 21, H. 83, S. 64; 1940 — H. Meinke u. F. W. Gundlach, Taschenbuch der HF-Technik, S. 549; Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer-Verlag (1962).

Bohnenstengel

Längeneffekt → Funkprognosen.

Längenmeßeinrichtung → Verseilung von Gruppen zu Seelen von Fernmeldekabeln.

Längennachweis → Bestandsnachweise der Fernmeldelinien.

Langlebensdauerröhre → Seekabelverstärker.

Langstreckenstrom → Korrosion.

Längsaufbau von Rifu-Anlagen → Richtfunk-Anlagen.

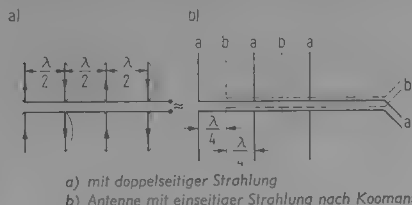
Längsaufbringung von Metallbändern → Kabelmäntel aus Kunststoff.

längselektromotorische Kraft (EMK) → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Längsgleichmäßigkeit → Seekabelprüfung.

Längsinduktion. In Krarupleitungen (→ Krarupverfahren) entsteht durch die schraubenförmige Umhüllung der Drähte ein schraubenförmiges Magnetfeld und damit eine Längskomponente der magnetischen Feldstärke und Induktion, die L. Sie hat zur Folge, daß in leitenden Medien, die die Krarupleitung umhüllen, Längsströme entstehen, die sich als Erhöhung des Verlustwiderstandes bemerkbar machen.

Längsstrahler sind Antennen oder Antennengruppen, die vornehmlich längs ihrer Hauptausdehnung strahlen, wobei die Hauptstrahlrichtung in den meisten Fällen in der Richtung ihrer Hauptausdehnung liegt. Sie können aus kontinuierlichen Gebilden, wie die → Langdrahtantenne, die längsstrahlende → Wendelantenne oder die dielektrische → Antenne, oder aus gespeisten oder strahlungserregten Einzelstrahlern (→ Antennenelement) bestehen. L. mit gespeisten



a) mit doppelseitiger Strahlung
b) Antenne mit einseitiger Strahlung nach Koomans

Bild 1. Längsstrahler mit gespeisten Dipolen nach Art der Tannenbaumantenne. (Meinke/Gundlach).

Elementen sind in der Regel aus gleichartigen Strahlern aufgebaut, die in gleichen Abständen hintereinander angeordnet sind und mit gleich großen gegenseitigen Phasenverschiebungen gespeist werden. Die Ströme können in allen Einzelstrahlern gleich groß sein oder zur Verkleinerung der Nebenmaxima in einem bestimmten Verhältnis nach den Enden zu abnehmen. Die technischen Ausführungsformen der L. mit gespeisten Elementen unterscheiden



Bild 2. Fischgrätenantenne. (Meinke/Gundlach).

sich im wesentlichen durch die Art der Speisung. Neben der direkten Erregung der einzelnen Elemente über Zweidrahtleitungen oder Kabel kommt auch Oberwellenerregung sowie Erregung durch fortschreitende Drahtwellen in Frage. Beispiele sind: Die über eine Zweidrahtleitung gespeiste, lineare Dipolgruppe in Form einer Dipolzeile (Bild 1); die Fischgrätenantenne, gespeist über eine Zweidrahtleitung mit fortschreitender Welle (Bild 2); die in Oberwellen erregte Mäanderantenne von Bell (Bild 3); die Mäanderantennen von Standard

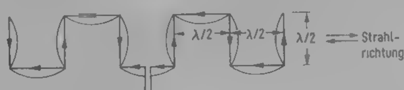
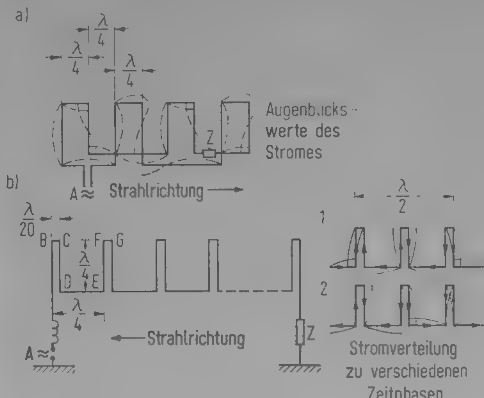


Bild 3. Mäanderförmige Antenne (Bell). (Meinke/Gundlach).

sowie von Marconi, Erregung durch fortschreitende Wellen (Bild 4). Als Strahlerelemente für L. mit gespeisten Elementen kommen auch → Schlitzstrahler in Betracht, die in den Wänden eines Hohlleiters angeordnet werden.

Bei den L. mit strahlungserregten Elementen werden die für das Zustandekommen einer Richtwirkung erforderlichen Ströme und Stromphasen der Elemente durch Strahlungskopplung erzeugt. Als Primärstrahler (Erreger) dienen vorzugsweise Dipolantennen wie Halbwellendipole, Faltdipole oder Kreuzdipole. Die bekanntesten Ausführungsformen sind die Yagi-Antenne, die Leitscheibenantenne und die Leitringantenne. Die Yagi-Antenne ist ein L.



a) mäanderförmige Antenne von Standard,
b) mäanderförmige Antenne von Marconi.

Bild 4. Mäanderförmige Antennen. (Meinke/Gundlach)

mit strahlungsgekoppelten Dipolen. Sie besteht aus einem Primärstrahler und zwei oder mehr Sekundärstrahlern, die parallel zum Primärstrahler in einer Ebene liegen. Die gebräuchlichste Anordnung von Sekundärstrahlern ist ein Reflektor und ein oder mehr Direktoren als Leitsystem. Die Leitscheiben- bzw. Leitringantenne ist ein L. mit strahlungsgekoppelten metallischen oder dielektrischen Scheiben bzw. Ringen.

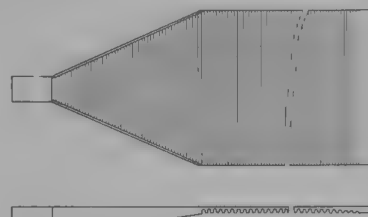


Bild 5. Längsstrahler mit ebener geriffelter Oberfläche (Moriwaki u. Kawamura). (Meinke/Gundlach).

Die vorgenannten L. können als Sonderfälle der Oberflächenwellenantenne aufgefaßt werden. Als Oberflächenwellen werden inhomogene ebene Wellen bezeichnet, die sich längs der Grenzfläche zweier Medien ausbreiten. In diesem Sinn ist die Oberflächenwellenantenne ein L., bei dem die Richtwirkung durch eine an einer Oberfläche geführte phasenverzögerte Welle erzielt wird (z. B. gezahnte Oberfläche wie in Bild 5, dielektrische Auflage, Ferrite).
Laub

Längstwellenausbreitung → Modetheorie.

Langzeitphosphatieren. Phosphatieren mit Zink- oder Manganphosphatlösungen in im wesentlichen oxydationsmittelfreien Bädern mit Behandlungszeitspannen von 30 Min. und mehr.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Laplace-Operator → Vektorrechnung IIf.

Laplace-Transformation. Die → Fourier-Transformation ist den von $t = -\infty$ bis $+\infty$ beobachteten Dauervorgängen $f(t)$ angepaßt. In der technischen Wirklichkeit handelt es sich jedoch immer um Einschaltvorgänge, die von einem endlichen Zeitpunkt, z.B. $t = 0$, an beobachtet werden. Bei ihnen ist $f(t) = 0$ für $t < 0$ zu setzen, wodurch sich die einseitige Fourier-Transformation

$$\int_0^\infty e^{-jyt} f(t)\,dt$$

ergibt. Viel wirkungsvoller in den Anwendungen ist jedoch die L.-T., die dadurch entsteht, daß die rein imaginäre Variable jy durch eine komplexe Variable $s = x + jy$ ersetzt wird:

$$F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t)\,dt.$$

Hierdurch wird einer für reelle $t \geqq 0$ definierten (reell- oder komplexwertigen) »Originalfunktion« $f(t)$ eine für komplexe s definierte »Bildfunktion« $F(s)$ zugeordnet, was man durch den Operator $\boldsymbol{L}$ symbolisiert:

$$\boldsymbol{L}\{f(t)\} = F(s),$$

oder auch mit dem »Korrespondenzzeichen« o–● so schreibt:

$$f(t) \circ\!\!-\!\!\bullet\ F(s) \quad \text{oder} \quad F(s) \bullet\!\!-\!\!\circ\ f(t).$$

Statt von »Transformation« von $f(t)$ in $F(s)$ spricht man auch von »Abbildung« von $f(t)$ auf $F(s)$ oder von »Übersetzung« der $f(t)$-Vokabeln in die $F(s)$-Vokabeln.

Für die Originalfunktionen verwendet man nach Möglichkeit kleine, für die Bildfunktionen die entsprechenden großen Buchstaben.

Wegen

$$F(s) = F(x + jy) = \int_0^\infty e^{-jyt}\,[e^{-xt} f(t)]\,dt$$

ist $F(s)$ die einseitige Fourier-Transformierte der mit dem Dämpfungsfaktor e^{-xt} $(x > 0)$ multiplizierten Funktion $f(t)$. Durch diesen Faktor werden diejenigen Funktionen, die in der Technik am meisten interessieren, wie $f(t) \equiv 1$, $\cos \omega t$, $\sin \omega t$, $e^{j\omega t}$, für die jedoch die einseitige Fourier-Transformation nicht konvergiert, der Behandlung zugänglich gemacht, ja sogar stark anwachsende Funktionen wie e^{at} $(a > 0)$, für die die L.-T. mit $x > a$ konvergiert.

Die wichtigste Eigenschaft der L.-T. besteht darin, daß das $\boldsymbol{L}$-Integral, wenn es für ein $s = s_0$ konvergiert, gleich in der ganzen Halbebene $\boldsymbol{R}s > \boldsymbol{R}s_0$ konvergiert und dort eine analytische, d.h. im komplexen Sinn differenzierbare Funktion darstellt, so daß sich auf $F(s)$ die weittragenden Sätze der komplexen Funktionentheorie anwenden lassen. Die Ableitungen von $F(s)$ erhält man durch Differentiation unter dem Integral:

$$F^{(n)}(s) = (-1)^n \int_0^\infty e^{-st}\, t^n f(t)\,dt = \boldsymbol{L}\{(-t)^n f(t)\}.$$

Die Umkehrung der L.-T., d.h. die Bestimmung von $f(t)$ aus $F(s)$, läßt sich wegen (1) aus der Umkehrung der → Fourier-Transformation ableiten:

$\boldsymbol{L}\{f(t)\}$ konvergiere absolut für $s = x_0$ (reell), d.h.

$$\int_0^\infty e^{-x_0 t}\,|f(t)|\,dt$$

existiere. Wenn $f(t)$ aus monotonen Stücken besteht, so gilt die »komplexe Umkehrformel«

$$\lim_{Y\to\infty} \frac{1}{2\pi j} \int_{x-jY}^{x+jY} e^{ts} F(s)\,ds = \qquad (2)$$

$$\begin{cases} \dfrac{f(t+0) + f(t-0)}{2} & \text{für } t > 0 \\ \dfrac{f(+0)}{2} & \text{für } t = 0 \\ 0 & \text{für } t < 0. \end{cases}$$

Dabei kann x jede Zahl $\geqq x_0$ sein, der Integralwert ist von x unabhängig. Das Integral ist über die Vertikale mit der Abszisse x in der komplexen s-Ebene zu erstrecken. $f(t \pm 0)$ bedeutet Grenzwert für Annäherung an t von rechts bzw. links.

In den Anwendungen erhält man meist zunächst eine Bildfunktion $F(s)$, zu der dann die Originalfunktion $f(t)$ zu finden ist. Dabei bedient man sich jedoch selten der komplexen Umkehrformel (die als Integral über eine Linie in der komplexen Ebene eine große Rolle bei theoretischen Untersuchungen spielt), sondern einer Tabelle von korrespondierenden Funktionen (siehe Lit.-Verz.).

Die L.-T. ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen und besonders von Systemen von solchen. Das liegt daran, daß sich gewisse komplizierte Operationen an den Originalfunktionen wie z.B. die Differentiation in ganz einfachen Operationen an den Bildfunktionen widerspiegeln. Sätze, die derartige Zusammenhänge

Einige häufig benutzte Korrespondenzen

$f(t)$	$u(t) = 1$	e^{at}	$\cos \omega t$	$\sin \omega t$	t^a $(a > -1)$
$F(s)$	$\dfrac{1}{s}$	$\dfrac{1}{s-a}$	$\dfrac{s}{s^2+\omega^2}$	$\dfrac{\omega}{s^2+\omega^2}$	$\dfrac{\Gamma(a+1)}{s^{a+1}}$

aussprechen und von denen hier nur die wichtigsten angeführt seien, heißen

die Abbildungsgesetze der L.-T.

Verschiebungssatz:

Mit $u(t) = 0$ für $t \leqq 0$, $= 1$ für $t > 0$ (Einheitssprungfunktion) gilt

$$f(t-a)\,u(t-a) \circ\!\!-\!\!\bullet\, e^{-as} F(s).$$

(Die Funktion $f(t)$ ist um die Strecke a nach rechts verschoben, in dem freien Raum zwischen 0 und a wird die Funktion durch 0 komplettiert.)

Dämpfungssatz:

$$e^{-at} f(t) \circ\!\!-\!\!\bullet\, F(s+a).$$

Differentiationssatz:

$$f'(t) \circ\!\!-\!\!\bullet\, sF(s) - f(+0),$$
$$f''(t) \circ\!\!-\!\!\bullet\, s^2 F(s) - f(+0)\,s - f'(+0),$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$f^{(n)}(t) \circ\!\!-\!\!\bullet\, s^n F(s) - f(+0)\,s^{n-1} - f'(+0)\,s^{n-2} - \cdots - f^{(n-1)}(+0).$$

Dabei ist vorauszusetzen, daß die höchste vorkommende Ableitung für $t > 0$ existiert und eine Bildfunktion besitzt. Daraus folgt automatisch, daß die niedrigeren Ableitungen Bildfunktionen und Grenzwerte für $t \to +0$ haben.

Die in den Anwendungen häufig auftretende Integralbindung zweier Funktionen

$$\int_0^t f_1(\tau)\, f_2(t-\tau)\, d\tau$$

heißt die Faltung (convolution) von f_1 und f_2 und wird mit $f_1 * f_2$ bezeichnet. Es ist

$$f_1 * f_2 = f_2 * f_1 \quad \text{und} \quad (f_1 * f_2) * f_3 = f_1 * (f_2 * f_3),$$

d.h., die Faltung verhält sich wie ein Produkt. Das hängt damit zusammen, daß ihr das gewöhnliche Produkt der Bildfunktionen entspricht.

Faltungssatz:

$$f_1 * f_2 \circ\!\!-\!\!\bullet\, F_1(s)\, F_2(s).$$

Ist speziell $f_2(t) = 1$, so ist

$$f_1 * f_2 = \int_0^t f_1(\tau)\, d\tau \quad \text{und} \quad F_2(s) = \frac{1}{s}, \quad \text{daher}$$

Integrationssatz:

$$\int_0^t f(\tau)\, d\tau \circ\!\!-\!\!\bullet\, \frac{1}{s} F(s).$$

Lösung einer gewöhnlichen Differentialgleichung

Die Methode sei an einer Differentialgleichung zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten vorgeführt. Die Gleichung eines Schwingungssystems mit der Eigenfrequenz ω und der Dämpfung d bei beliebiger Erregungsfunktion $f(t)$ lautet:

(3) $$y'' + 2dy' + (\omega^2 + d^2)\,y = f(t).$$

Die Erregung wird auch als Eingangsfunktion (input), die Lösung als Ausgangsfunktion (output) bezeichnet. Es handele sich um einen Einschaltvorgang, d.h., das Integrationsgebiet ist $t \geqq 0$. Zur Festlegung einer bestimmten Lösung werden die »Anfangswerte« $y(0)$, $y'(0)$ vorgegeben. Zu der »Originalgleichung« (3) bildet man die »Bildgleichung«, indem man auf beide Seiten die L.-T. anwendet:

$$\mathbf{L}\{y''\} + 2d\,\mathbf{L}\{y'\} + (\omega^2 + d^2)\,\mathbf{L}\{y\} = \mathbf{L}\{f(t)\}.$$

Durch Benutzung des Differentiationssatzes nimmt die Bildgleichung die Gestalt an:

$$s^2 Y(s) - y(0)\,s - y'(0) + 2d\,[sY(s) - y(0)] + (\omega^2 + d^2)\,Y(s) = F(s)$$

oder geordnet:

(4) $$(s^2 + 2ds + \omega^2 + d^2)\,Y(s) = F(s) + y(0)\,(s + 2d) + y'(0).$$

Wesentliche Eigenschaften der Bildgleichung:

1. Sie ist eine lineare algebraische Gleichung, die unmittelbar lösbar ist. Mit

$$p(s) = (s+d)^2 + \omega^2$$

ergibt sich:

(5) $$Y(s) = \frac{1}{p(s)} F(s) + y(0)\,\frac{s+2d}{p(s)} + y'(0)\,\frac{1}{p(s)}.$$

2. Die Anfangswerte sind in die Bildgleichung eingetreten und werden dadurch automatisch berücksichtigt, während bei der klassischen Methode zwei beliebige Konstante auftreten, die nachträglich den Anfangswerten angepaßt werden müssen.

3. Die inhomogene Gleichung, d.h. $f(t) \not\equiv 0$ (System unter Zwangseinfluß), wird unmittelbar gelöst und nicht wie bei der klassischen Methode aufgrund der Lösung der homogenen Gleichung (System sich selbst überlassen).

Zu der gefundenen Bildfunktion $Y(s)$ ist nun die Originalfunktion zu bestimmen. Nach der obigen Tabelle von Korrespondenzen ist

$$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \bullet\!\!-\!\!\circ\, \sin \omega t,$$

also nach dem Dämpfungssatz

$$\frac{1}{p(s)} = \frac{1}{(s+d)^2 + \omega^2} \bullet\!\!-\!\!\circ\, \frac{1}{\omega} e^{-dt} \sin \omega t,$$

ferner $$\frac{s}{s^2 + \omega^2} \bullet\!\!-\!\!\circ\, \cos \omega t,$$

also $$\frac{s+d}{(s+d)^2 + \omega^2} \bullet\!\!-\!\!\circ\, e^{-dt} \cos \omega t.$$

Wendet man noch auf das erste Glied in (5) den Faltungssatz an, so ergibt sich:

$$(6)\quad y(t) = \frac{1}{\omega}(\mathrm{e}^{-dt}\sin\omega t) * f(t) + y(0)\,\mathrm{e}^{-dt}\cos\omega t + [d y(0) + y'(0)]\,\frac{1}{\omega}\,\mathrm{e}^{-dt}\sin\omega t.$$

Erfolgt der Einschaltvorgang aus der Ruhelage heraus, d.h. $y(0) = y'(0) = 0$, so hat die Bildfunktion der Lösung mit $1/p(s) = G(s)$ die einfache Gestalt

$$(7)\qquad Y(s) = G(s)\,F(s).$$

$G(s)$ heißt **Übertragungsfunktion** oder **Systemfunktion** (transfer function, system function). Die zugehörige Originalfunktion $g(t)$, die in dem Faltungsintegral in (6) auftritt, heißt die **Gewichtsfunktion** (weighting function) des Systems. Der Zusammenhang (7) zwischen den Bildfunktionen des Eingangs und Ausgangs kann die Differentialgleichung vollständig ersetzen und wird in der Technik durch einen Block symbolisiert, der die Beschriftung $G(s)$ trägt und in den $F(s)$ hineingeht und aus dem $Y(s)$ herauskommt.

An einer wichtigen speziellen Erregung kann man ein bei der obigen Methode oft benutztes Verfahren demonstrieren. $f(t)$ sei eine komplexe Schwingung (→ Fourier-Transformation)

$$f(t) = C\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t},$$

wo C eine komplexe Zahl ist, die Amplitude und Anfangsphase der Schwingung bestimmt. Für $\omega_0 = 0$ ist hierin der Fall $f(t) = C$ (Sprungfunktion) inbegriffen. Man kann das lästige Faltungsintegral umgehen, indem man in (5)

$$F(s) = C\,\frac{1}{s - \mathrm{j}\omega_0}$$

einsetzt und zu der gebrochen rationalen Funktion

$$\frac{1}{p(s)}\,F(s) = \frac{C}{[(s+d)^2 + \omega^2]\,(s - \mathrm{j}\omega_0)}$$

unmittelbar die Originalfunktion bestimmt. Dies geschieht auf dem Weg über die aus der Integralrechnung bekannte **Partialbruchzerlegung**. Der Nenner hat die Nullstellen

$$-d + \mathrm{j}\omega,\ -d - \mathrm{j}\omega,\ \mathrm{j}\omega_0,$$

also hat $F(s)/p(s)$ die Gestalt

$$\frac{1}{p(s)}\,F(s) = C\left\{\frac{a_1}{s + d - \mathrm{j}\omega} + \frac{a_2}{s + d + \mathrm{j}\omega} + \frac{a_3}{s - \mathrm{j}\omega_0}\right\}$$

mit

$$a_1 = -\frac{1}{2\mathrm{j}\omega\,[d + \mathrm{j}(\omega_0 - \omega)]},$$

$$a_2 = \frac{1}{2\mathrm{j}\omega\,[d + \mathrm{j}(\omega_0 + \omega)]},$$

$$a_3 = \frac{1}{\omega^2 - \omega_0^2 + 2\mathrm{j}d\omega_0 + d^2}.$$

Das erste Glied in (6) hat daher in diesem Fall die Form (vgl. die Korrespondenzentabelle)

$$(8)\quad \frac{C}{2\mathrm{j}\omega}\,\mathrm{e}^{-dt}\left\{-\frac{\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}}{d + \mathrm{j}(\omega_0 - \omega)} + \frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}}{d + \mathrm{j}(\omega_0 + \omega)}\right\} + C\,\frac{\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}}{\omega^2 - \omega_0^2 + 2\mathrm{j}d\omega_0 + d^2}.$$

Bei positiver Dämpfung d klingt das erste Glied in (8) ebenso wie das zweite und dritte Glied in (6) mit wachsendem t gegen 0 ab, so daß für große t als »**stationärer**« oder »**eingeschwungener**« **Zustand** (steady state) nur das Glied

$$(9)\quad C\,\frac{\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}}{\omega^2 - \omega_0^2 + 2\mathrm{j}d\omega_0 + d^2} = C\,\frac{1}{p(\mathrm{j}\omega_0)}\,\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}$$

übrigbleibt. Es stellt eine Schwingung von derselben Frequenz aber anderer Amplitude und Phase als die Erregung dar. Für kleine t dagegen ist die aus (6), (8) ersichtliche komplette Lösung maßgebend, die den »**Einschwingvorgang**« darstellt. Die Zeit, in der der stationäre Zustand bis auf eine praktisch unmerkliche Differenz erreicht wird, heißt »**Einschwingzeit**«.

Wird die äußere Erregung $f(t)$ im Zeitpunkt t_0 abgeschaltet, so kann man t_0 als neuen Nullpunkt ansehen und in (6) $f(t) = 0$ setzen, ferner t durch $t - t_0$, $y(0)$ und $y'(0)$ durch $y(t_0)$ und $y'(t_0)$ ersetzen. Die mit diesen neuen Anfangswerten behafteten Glieder stellen die »**Eigenschwingungen**« des Systems dar (das System ist sich selbst überlassen) und klingen gegen 0 ab. Die Zeit, in der der Zustand der Ruhe ($y = 0$) praktisch erreicht wird, heißt die »**Ausschwingzeit**«.

Der stationäre Zustand (9) wird im Englischen als »frequency response« bezeichnet, der entsprechende Ausdruck »**Frequenzantwort**« ist im Deutschen nicht üblich, aber empfehlenswert. Der Faktor

$$(10)\quad (\omega^2 - \omega_0^2 + 2\mathrm{j}d\omega_0 + d^2)^{-1} = \frac{1}{p(\mathrm{j}\omega_0)} = G(\mathrm{j}\omega_0)$$

in (9) ist in Abhängigkeit von ω_0 der »**Frequenzgang**« des Systems (→ Fourier-Transformation).

Speziell für $\omega_0 = 0$ erhält man die »**Sprungantwort**« oder »**Übergangsfunktion**« des Systems: Wenn in $t = 0$ das System aus der Ruhelage heraus durch eine Sprungfunktion der Höhe C (reell) erregt wird, so wird die Antwort gegeben durch

$$(11)\quad \frac{C}{2\mathrm{j}\omega}\,\mathrm{e}^{-dt}\left\{-\frac{\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}}{d - \mathrm{j}\omega} + \frac{\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}}{d + \mathrm{j}\omega}\right\} + C\,\frac{1}{\omega^2 + d^2} = -\frac{C}{\omega}\,\mathrm{e}^{-dt}\,\frac{\omega\cos\omega t + d\sin\omega t}{d^2 + \omega^2} + \frac{C}{d^2 + \omega^2}.$$

Der stationäre Zustand der Sprungantwort ist gleich $C/(d^2 + \omega^2)$.

Der Impuls oder Stoß (Diracsches δ) siebt aus dem $\boldsymbol{L}$-Integral den Wert von e^{-st} an der Stelle 0 heraus (→ Fourier-Transformation), er hat also die $\boldsymbol{L}$-Transformierte $F(s) = 1$. Daher ist in diesem Fall, abgesehen von den mit $y(0)$, $y'(0)$ behafteten Gliedern,

$$Y(s) = \frac{1}{p(s)} = G(s)$$

und infolgedessen die »Impulsantwort« des Systems gleich

$$\frac{1}{\omega} e^{-dt} \sin \omega t = g(t).$$

Diese Funktion tritt in der kompletten Lösung (6) als Faltungsfaktor der Erregung $f(t)$ auf und wurde in dieser Bedeutung oben als »Gewichtsfunktion« (weighting function) bezeichnet.

Ähnlich wie in dem speziellen Beispiel (3) vollzieht sich die Lösung einer Differentialgleichung von höherer Ordnung n. Das »charakteristische Polynom« $p(s)$ ist dann vom n-ten Grad. Bewegt sich das System aus der Ruhelage heraus, d.h. sind die Anfangswerte $y(0) = y'(0) = \cdots = y^{(n-1)}(0)$ gleich 0, so lautet die Lösung der Bildgleichung

$$Y(s) = \frac{1}{p(s)} F(s).$$

Die Frequenzantwort, d.h. die Antwort auf die Schwingung $Ce^{j\omega_0 t}$ ist analog zu (9) gleich

$$C \frac{1}{p(j\omega_0)} e^{j\omega_0 t},$$

der Frequenzgang gleich $1/p(j\omega_0)$. Dies gilt jedoch nur, wenn die Nullstellen von $p(s)$ negativen Realteil haben (wie im obigen Beispiel), so daß die Eigenschwingungen gegen 0 abklingen. Besteht die Erregung aus der Einheitssprungfunktion $f(t) = 1$, so ist $F(s) = 1/s$ und die Lösung der Bildgleichung

$$Y(s) = \frac{1}{sp(s)}.$$

Hat $p(s)$ speziell lauter einfache, von 0 verschiedene Nullstellen $\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n$, so lautet die Partialbruchzerlegung von $Y(s)$:

$$Y(s) = \frac{1}{p(0)} \frac{1}{s} + \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{\alpha_\nu p'(\alpha_\nu)} \frac{1}{s - \alpha_\nu}.$$

Hierzu gehört die Originalfunktion

$$y(t) = \frac{1}{p(0)} + \sum_{\nu=1}^{n} \frac{e^{\alpha_\nu t}}{\alpha_\nu p'(\alpha_\nu)}. \tag{12}$$

Diese Darstellung der Sprungantwort heißt in der Elektrotechnik der »Heavisidesche Entwicklungssatz«.

Systeme von simultanen Differentialgleichungen unter Anfangsbedingungen

Die Lösung solcher Systeme stellt eine der wichtigsten Anwendungen der L.-T. dar. Die Methode kann hier nur an einem einfachen Beispiel demonstriert werden. Ein physikalisches System werde durch zwei Funktionen $y_1(t)$, $y_2(t)$ beschrieben, die zwei simultanen Differentialgleichungen zweiter Ordnung genügen:

$$\begin{aligned} &(a_{11} y_1'' + b_{11} y_1' + c_{11} y_1) \\ &+ (a_{12} y_2'' + b_{12} y_2' + c_{12} y_2) = f_1(t) \\ &(a_{21} y_1'' + b_{21} y_1' + c_{21} y_1) \\ &+ (a_{22} y_2'' + b_{22} y_2' + c_{22} y_2) = f_2(t). \end{aligned}$$

Es soll sich um einen Einschaltvorgang ($t \geqq 0$) mit den Anfangswerten $y_1(0), y_1'(0); y_2(0), y_2'(0)$ handeln. Nach den Erfahrungen bei einer einzelnen Gleichung ist leicht zu sehen, daß die Bildgleichungen die Gestalt haben:

$$\begin{aligned} &(a_{11} s^2 + b_{11} s + c_{11}) Y_1(s) \\ &+ (a_{12} s^2 + b_{12} s + c_{12}) Y_2(s) = F_1(s) + P_1(s) \\ &(a_{21} s^2 + b_{21} s + c_{21}) Y_1(s) \\ &+ (a_{22} s^2 + b_{22} s + c_{22}) Y_2(s) = F_2(s) + P_2(s), \end{aligned}$$

wo P_1 und P_2 Polynome ersten Grades sind, deren Koeffizienten von den Anfangswerten abhängen. Dieses System von linearen algebraischen Gleichungen wird am übersichtlichsten nach der Cramerschen Regel vermittels Determinanten gelöst. Mit

$$p_{ik}(s) = a_{ik} s^2 + b_{ik} s + c_{ik}$$

ergibt sich:

$$Y_1(s) = \frac{1}{D(s)} \begin{vmatrix} F_1(s) + P_1(s) & p_{12}(s) \\ F_2(s) + P_2(s) & p_{22}(s) \end{vmatrix},$$

analog für $Y_2(s)$,

wobei $D(s)$ die Determinante des Gleichungssystems ist:

$$D(s) = \begin{vmatrix} p_{11}(s) & p_{12}(s) \\ p_{21}(s) & p_{22}(s) \end{vmatrix}.$$

Durch Auflösen der Zähler-Determinante erhält man:

$$Y_1(s) = \frac{p_{22}(s)}{D(s)} F_1(s) - \frac{p_{12}(s)}{D(s)} F_2(s) + \frac{P_1(s) p_{22}(s) - P_2(s) p_{12}(s)}{D(s)}.$$

Die Koeffizienten von F_1, F_2 und der letzte Summand sind gebrochen rationale Funktionen, die man durch Partialbruchzerlegung in ihre Originalfunktionen übersetzen kann. Bei den zwei ersten Summanden hat man dann noch den Faltungssatz anzuwenden.

Während die klassische Methode beim Anfangswertproblem für Systeme von simultanen Differentialgleichungen so kompliziert ist, daß sie praktisch undurchführbar wird, ist der Weg über die L.-T. ganz klar überschaubar. Insbesondere hat diese Methode den Vorteil, daß man jede einzelne Unbekannte für sich berechnen kann, ohne die anderen zu kennen, was bei der klassischen Methode nicht möglich ist. Das ist wichtig, wenn man, wie in der Praxis häufig, nur an einer Unbekannten interessiert ist, während die anderen lediglich im Ansatz mitlaufen.

Elektrische Netzwerke

Ein ähnliches Problem wie bei Systemen von Differentialgleichungen liegt bei elektrischen Netzwerken vor. Für einen einzelnen Stromkreis mit den konzentrierten Konstanten L (Induktivität), R (Ohmscher Widerstand), C (Kapazität), an den ein Generator der Spannung $e(t)$ angeschlossen ist und in dem ein Strom von der Intensität $i(t)$ fließt, gilt die Gleichung

$$L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + Ri + \frac{1}{C}\int_0^t i(\tau)\mathrm{d}\tau = e(t), \tag{13}$$

wenn die Ladung des Kondensators zur Zeit $t = 0$ gleich 0 ist. Mit der Ladung

$$\int_0^t i(\tau)\mathrm{d}\tau = q(t)$$

als neuer Variablen geht (13) in eine Differentialgleichung zweiter Ordnung über. Für die Anwendung der L.-T. ist diese Umwandlung aber nicht nötig. Wenn man den Kreis für $t = 0$ als stromlos voraussetzt, d.h. $i(0) = 0$, so erhält man nach dem Differentiationssatz und Integrationssatz unmittelbar die Bildgleichung

$$LsI(s) + RI(s) + \frac{1}{Cs}I(s) = E(s)$$

oder mit

$$Ls + R + \frac{1}{Cs} = Z(s):$$

$$Z(s)\,I(s) = E(s). \tag{14}$$

Betrachtet man bildlich $I(s)$ und $E(s)$ auch als Strom und Spannung, so hat (14) die Gestalt des Ohmschen Gesetzes, wenn man $Z(s)$ als Widerstand und $1/Z(s) = Y(s)$ als Leitfähigkeit ansieht. Statt dessen gebraucht man den Ausdruck Impedanz für $Z(s)$ und Admittanz für $Y(s)$. Mit den Bildfunktionen anstelle der Original-Zeitfunktionen ist der Stromkreis ganz elementar zu manipulieren. Man kann ihn (ähnlich wie eine Differentialgleichung) durch einen Block mit der Beschriftung $Z(s)$ symbolisieren.

Schaltet man mehrere Stromkreise (Maschen) zusammen, so entsteht ein elektrisches Netzwerk. Wenn es n unabhängige Maschen mit den Maschenströmen $i_1, \cdots, i_n$ und den Spannungsquellen $e_1, \cdots, e_n$ hat, so genügen deren $\boldsymbol{L}$-Transformierte einem Gleichungssystem der Form

$$Z_{11}(s)\,I_1(s) + \cdots + Z_{1n}(s)\,I_n(s) = E_1(s)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$Z_{n1}(s)\,I_1(s) + \cdots + Z_{nn}(s)\,I_n(s) = E_n(s),$$

wo Z_{ii} die Impedanz der i-ten Masche und Z_{ik} die (mit einem Vorzeichen je nach Stromrichtung versehene) Impedanz des Zweiges ist, den die i-te Masche mit der k-ten gemein hat. Dieses Bildsystem wird analog wie das bei Differentialgleichungen behandelt. In der Praxis sind die meisten Z_{ik} gleich 0, weil jede Masche nur an wenige andere angrenzt. Ebenso sind die meisten E_i gleich 0, weil nur wenige Maschen offene Polpaare enthalten, wo Spannungen angelegt werden können. Ist deren Anzahl gleich m, so heißt das Netzwerk ein $2m$-Pol (m terminal pair).

Partielle Differentialgleichungen

Eine gewöhnliche Differentialgleichung wird durch die L.-T. auf eine algebraische Gleichung reduziert, weil alle Ableitungen entfernt werden. Handelt es sich um eine partielle Differentialgleichung für eine unbekannte Funktion $u(x,t)$ der beiden Variablen x, t, und variiert t in $t \geqq 0$, so kann man die L.-T. hinsichtlich dieser Variablen anwenden, wobei t durch s ersetzt wird, während x erhalten bleibt:

$$\boldsymbol{L}\{u(x,t)\} = U(x,s).$$

Bei dieser Transformation werden die Ableitungen nach t entfernt. So ist z.B.

$$\boldsymbol{L}\left\{\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}\right\} = sU(x,s) - u(x,+0),$$

$$\boldsymbol{L}\left\{\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x\,\partial t}\right\} = \frac{\partial}{\partial x}\boldsymbol{L}\left\{\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}\right\}$$

$$= \frac{\partial}{\partial x}\,[sU(x,s) - u(x,+0)].$$

Es bleiben nur die Differentiationen nach x übrig, so daß die partielle Differentialgleichung in eine gewöhnliche mit der Variablen x übergeht, in der noch s als Parameter vorkommt. Das bedeutet eine beträchtliche Vereinfachung des Problems. Analog kann man Systeme von partiellen Differentialgleichungen behandeln.

Beispiel: Eine elektrische Doppelleitung habe pro Längeneinheit den Widerstand R, die Induktivität L, die Kapazität C und die Ableitung G (von einem Draht zum anderen). Die von dem Abstand x vom Anfangspunkt und der Zeit t abhängige Stromstärke sei $i(x,t)$, die Spannung zwischen den Drähten $e(x,t)$. i und e genügen folgendem System von partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung:

$$\frac{\partial e}{\partial x} + L\frac{\partial i}{\partial t} + Ri = 0$$

$$\frac{\partial i}{\partial x} + C\frac{\partial e}{\partial t} + Ge = 0.$$

Wenn die Doppelleitung zur Zeit $t = 0$ in Ruhe war, d. h. $e(x,0) = i(x,0) = 0$, so lauten die Bildgleichungen:

$$\frac{\mathrm{d}E(x,s)}{\mathrm{d}x} + (Ls + R)\,I(x,s) = 0$$

$$\frac{\mathrm{d}I(x,s)}{\mathrm{d}x} + (Cs + G)\,E(x,s) = 0.$$

Nimmt man die Leitung als unendlich lang an (damit die Reflexionen am Ende wegfallen), so wird die Lösung gegeben durch

$$E(x,s) = E(0,s)\,e^{-x h(s)}$$
$$I(x,s) = I(0,s)\,e^{-x h(s)}$$

mit

$$h(s) = \sqrt{(Ls+R)(Cs+G)}.$$

Die Bestimmung der Originalfunktionen ist schwierig, wird aber einfach, wenn die Parameter der Leitung in der Beziehung

$$(15) \qquad LG = RC$$

stehen. Dann läßt sich die Wurzel in $h(s)$ ziehen, und $h(s)$ wird eine lineare Funktion:

$$h(s) = \left(\frac{C}{L}\right)^{1/2}(Ls+R) = \left(\frac{L}{C}\right)^{1/2}(Cs+G).$$

Damit ist

$$E(x,s) = e^{-R(C/L)^{1/2}x}\,E(0,s)\,e^{-(CL)^{1/2}xs}$$

also nach dem Verschiebungssatz

$$(16) \qquad e(x,t) = \begin{cases} e^{-R(C/L)^{1/2}x}\,e\,[0, t-(CL)^{1/2}x] & \text{für } t \geqq (CL)^{1/2}x \\ 0 & \text{für } 0 \leqq t < (CL)^{1/2}x, \end{cases}$$

analog für $i(x,t)$. Der Ausdruck (16) bedeutet eine Fortpflanzung der Eingangsspannung $e(0,t)$ in positiver x-Richtung mit der Geschwindigkeit $(CL)^{-1/2}$ unter gleichzeitiger räumlicher Dämpfung durch den Faktor $e^{-R(C/L)^{1/2}x}$. Die Form der Spannung bleibt dabei erhalten. Deshalb heißt eine Leitung, die die durch Heaviside aufgestellte Bedingung (15) erfüllt, eine verzerrungsfreie Leitung (distortion-less line).

Literatur: R. Churchill, Operational mathematics, 2nd edition, McGraw-Hill Book Co., New York 1958 (mit Tabellen) — G. Doetsch, Handbuch der Laplace-Transformation, Bd. I, II, III, Verlag Birkhäuser, Basel 1950-1956 — G. Doetsch, Einführung in Theorie und Anwendung der Laplace-Transformation, Verlag Birkhäuser, Basel und Stuttgart 1958 — G. Doetsch, Anleitung zum praktischen Gebrauch der Laplace-Transformation und der Z-Transformation, 3. Aufl. Oldenbourg-Verlag, München 1967 (mit Tabellen) — G. Doetsch, Funktionaltransformationen (Mathematische Hilfsmittel des Ingenieurs, Bd. 1), Springer-Verlag 1967 — A. Erdélyi u. a., Tables of integral transforms, I. McGraw-Hill Book Co., New York 1954 — E. Guillemin, Introductory circuit theory, J. Wiley and Sons, New York 1953 — J. Schouten, Operatorenrechnung mit Anwendungen auf technische Probleme, Springer-Verlag 1961 — K. W. Wagner, Operatorenrechnung und Laplacesche Transformation nebst Anwendungen in Physik und Technik, 3. Aufl. Verlag J. A. Barth, Leizpig 1962 *Doetsch*

Laplace-Transformation, Anwendung in der Elektrotechnik. Sie erfolgt in bevorzugtem Maße bei der Berechnung von Ausgleichsvorgängen in linearen Netzwerken (Schaltvorgänge, Regelungstechnik) sowie bei Stabilitätsberechnungen oder allgemein bei der Lösung linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten.

Allgemeiner Rechnungsgang: 1. Aufstellen der Differentialgleichung im Originalbereich. 2. Übergang zum Bildbereich durch gliedweise Transformation mit Hilfe des L.-Integrals. Ergibt eine lineare algebraische Gleichung als Bildgleichung für F(s). 3. Ausrechnen der gesuchten Bildlösung F(s) im Bildbereich. 4. Rücktransformation der Bildlösung in den Originalbereich. Die Rücktransformation kann in der Mehrzahl der in der Elektrotechnik vorkommenden Fälle mit Hilfe von Tabellen der korrespondierenden Funktionen F(s) ●–○ f(t) erfolgen, in analoger Weise wie das Aufsuchen des Numerus eines vorliegenden Logarithmus aus einer Logarithmentafel.

Beispiel nach Bild 1. Der Kondensator der Kapazität C trägt die konstante Ladung $Q = U_c C$. Die An-

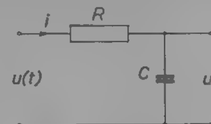


Bild 1. Integrierglied.

ordnung soll im Zeitpunkt $t = 0$ an die Gleichspannung $u(t) = U > U_c$ angeschlossen werden. Für den Verlauf des Ladestromes $i(t)$ erhält man im Originalbereich die Integro-Differentialgleichung

$$iR + \frac{1}{C}\int i\,dt = U$$

wofür man wegen

$$\frac{1}{C}\int i\,dt = \frac{1}{C}\int_0^t i\,d\tau + U_c(0) \circ\!\!-\!\!\bullet \frac{1}{sC}I(s) + \frac{U_c(0)}{s}$$

unmittelbar durch gliedweise L-Transformation als Bildgleichung

$$\left(R + \frac{1}{sC}\right)I(s) = \frac{U}{s} - \frac{U_c(0)}{s}$$

erhält. Somit

$$I(s) = \frac{U - U_c}{R(s + 1/\tau)}, \quad \tau = RC.$$

Einer Tabelle der korrespondierenden Funktionen $F(s)$ ●–○ $f(t)$ entnimmt man dafür

$$i(t) = \frac{U - U_c}{R}\,e^{-t/\tau}.$$

Die Integro-Differentialgleichung konnte unmittelbar in den Bildbereich transformiert werden. Benötigt wurde lediglich der eindeutige Anfangswert $u_c(0) = U_c$ und nicht der mehrdeutige Anfangswert $i(0)$.

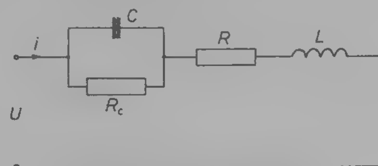


Bild 2. Reihenschwingkreis.

Beispiel nach Bild 2. Die Schaltung soll im stromlosen Zustand im Zeitpunkt $t = 0$ an die Gleichspannung $u(t) = U$ angeschlossen werden. Für den Verlauf erhält man dann zunächst im Originalbereich

$$u_c + i\,R + L\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = U; \quad \frac{u_c}{R_c} + C\,\frac{\mathrm{d}u_c}{\mathrm{d}t} = i$$

und im Bildbereich

$$U_c(s) + (R + s\,L)\,I(s) = \frac{U}{s} + L\,i(0);$$

$$\left(\frac{1}{R_c} + s\,C\right) U_c(s) = I(s) + C\,u_c(0)\,.$$

Wegen $i(0) = 0$ und $u_c(0) = 0$ findet man daraus mit den Kürzungen

$$2\delta = \frac{1}{C\,R_c} + \frac{R}{L}; \quad \omega_0{}^2 = \frac{R + R_c}{R_c\,L\,C}$$

im Bildbereich

$$I(s) = \frac{U}{R_c\,L\,C} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1 + s\,C\,R_c}{s^2 + 2\,\delta s + \omega_0{}^2}\,.$$

Im periodischen Fall ist $\omega_e > \delta$ und die gedämpfte Eigenkreisfrequenz $\omega_e{}^2 = \omega_0{}^2 - \delta^2$. Damit lautet die Lösung der Bildgleichung

$$I(s) = \frac{U}{R_c\,L\,C} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{(s+\delta)^2 + \omega_e{}^2} + \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{(s+\delta)^2 + \omega_e{}^2}\,.$$

Wegen

$$\frac{1}{s} \cdot \frac{1}{(s+\delta)^2 + \omega_e{}^2} \;\bullet\!\!-\!\!\circ\; \frac{1}{\omega_0{}^2}\left\{1 - \mathrm{e}^{-\delta t}\left(\cos\omega_e\,t + \frac{\delta}{\omega_e}\sin\omega_e\,t\right)\right\},$$

$$\frac{1}{(s+\delta)^2 + \omega_e{}^2} \;\bullet\!\!-\!\!\circ\; \frac{1}{\omega_e}\,\mathrm{e}^{-\delta t}\sin\omega_e\,t\,,$$

was einer Tabelle der korrespondierenden Funktionenpaare entnommen werden kann, ist somit im Originalbereich

$$i(t) = \frac{U}{R + R_c}\left\{1 - \mathrm{e}^{-\delta t}\left(\cos\omega_e\,t + \frac{\delta}{\omega_e}\sin\omega_e\,t\right)\right\} + \frac{U}{\omega_e\,L}\,\mathrm{e}^{-\delta t}\sin\omega_e\,t\,.$$

Nach der klassischen Methode wäre zunächst eine homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung zu lösen, deren allgemeine Lösung zwei Konstanten enthält und deren Bestimmung aus den Anfangsbedingungen eine physikalische Überlegung erfordert. Gegenüber der klassischen Lösungsmethode bietet die Anwendung der *L*-Transformation im wesentlichen folgende Vorteile: 1. Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten ergeben als Bildgleichung lineare algebraische Gleichungen. 2. Keine allgemeine Lösung mit noch aus den Anfangsbedingungen zu bestimmenden Konstanten. Die gefundene Lösung enthält bereits die vorgegebenen Anfangswerte des vorliegenden Problems. 3. Im Gegensatz zur klassischen Methode kann der oft vorliegende Fall verschwindender Anfangswerte die Rechnung wesentlich vereinfachen. 4. Bei linearen Systemen simultaner Differentialgleichungen können die Unbekannten unabhängig voneinander berechnet werden. 5. Integro-Differentialgleichungen können unmittelbar in den Bildbereich transformiert werden, ohne vorherige Umwandlung in eine Differentialgleichung. 6. Man erhält sogleich die Lösung der inhomogenen Gleichung, ohne daß eine vorherige Lösung der homogenen Differentialgleichung notwendig ist.

Literatur: R. Brüderlink: Laplace-Transformation und elektr. Ausgleichsvorgänge. 2. Aufl. Karlsruhe 1964. G. Doetsch: Anleitung zum praktischen Gebrauch der Laplace-Transformation. 2. Aufl. München 1964. A. von Weiss: Deutung, Zweck und Anwendung der Laplace-Transformation. Der Fernmelde-Ingenieur 20 (1966) H. 3.

v. Weiss

Läppen. Feinstschleifverfahren für ebene und zylindrische Werkstücke; hierbei bringt man zwischen Werkstück und Läppwerkzeug einen Brei aus Petroleum oder Öl und staubfreien Korund oder Siliciumcarbid, Borcarbid, Diamant und dgl.; diese Körnchen reißen feinste Teilchen von der Werkstoffoberfläche weg. Zum Schluß kann noch zur Erzielung von Hochglanz mit Chromoxid, Pariser Rot oder Wiener Kalk nachgeläppt werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lärche. Vorkommen in Deutschland gering. Aussehen: sommergrüner Baum wird bis 35 m hoch, Rinde gelbbraun bis grau. Nadeln: 1 bis 3 cm lang, hellgrün, weich, in Büscheln am Zweig, fallen im Herbst ab. Zapfen: eiförmig, 1,5 bis 4 cm lang, stehen aufrecht, fallen als Ganzes ab. Holz im Querschnitt: Splint schmal, gelblich; Kern rötlich braun. Verwendung: Konstruktions- und Dekorationsholz, im oberirdischen Linienbau der DBP als Fernmeldemast. Technische Eigenschaften: Gute Tränkbarkeit des Splintholzes mit wasserlöslichen und öligen Holzschutzmitteln; mittlere Festigkeitswerte bei 12% Holzfeuchtigkeit: E.-Modul 140 000 kp/cm², Zugfestigkeit 1100 kp/cm², Druckfestigkeit 550 kp/cm², Biegefestigkeit 1000 kp/cm², Brinell-Härte parallel zur Faser: 5,3 kp/mm².

Laser und Maser. Unter L. und M. versteht man Anordnungen, in denen die Erzeugung oder Verstärkung von kohärenten elektromagnetischen Wellenzügen durch induzierte Emission aus Anregungszuständen von Elektronen in Atomen (bzw. Molekülen) oder in Festkörpern (bzw. Flüssigkeiten) stattfinden.

Solche Geräte werden nach dem Wellenlängengebiet, in dem sie arbeiten, entweder als M. oder als L. bezeichnet. Die M. umfassen das Zentimeter-, Millimeter- und Submillimeter-Wellengebiet, die L. den ultraroten, sichtbaren und ultravioletten Strahlungsbereich. Maser bzw. Laser sind Abkürzungen für Microwave bzw. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Der grundlegende physikalische Vorgang ist in beiden Wellenbereichen der gleiche. Bezüglich Emission, Schwingmoden und Anregungsbedingungen ergeben sich Unterschiede in den beiden Wellenlängengebieten.

Die Hauptbestandteile einer L.- oder M.-Anordnung sind die folgenden:

1. Ein Resonatorraum, in dem eine stehende (oder fortschreitende) elektromagnetische Welle erzeugt werden kann. Im einfachsten L.-Fall 2 parallel stehende Reflektoren, von denen einer schwach strahlungsdurchlässig ist. Schwingmoden bestehen zwischen diesen Reflektoren für elektromagnetische Wellen, bei denen der Reflektorabstand ein ganzzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge ist.

2. Im Resonatorraum befindet sich ein aktives Material (Gas, Flüssigkeit oder Festkörper), in dem Elektronen zwei Energiezustände E_2 und E_3 annehmen können, deren Energiedifferenz ΔE der gewünschten Frequenz ν entspricht

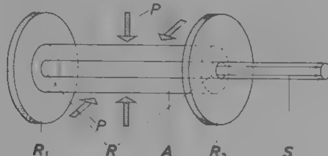
$$\Delta E = h \cdot \nu \qquad (1)$$

(h = Plancksches Wirkungsquantum),

und in denen der obere Term bezüglich des unteren – nicht dem thermischen Gleichgewicht entsprechend – überbesetzt werden kann.

3. Die Überbesetzung (Terminversion) wird durch einen »Pumpvorgang« bewirkt, in dem durch Zufuhr von Energie mit optischen oder elektrischen Mitteln Elektronen vom Grundzustand in einen Zustand höherer Energie gehoben werden.

Die bisher genannten Voraussetzungen für das Zustandekommen einer stimulierten Emission sind im Bild schematisch angedeutet.



Prinzipieller Aufbau einer Laser-Anordnung
R = Resonatorraum zwischen parallelen Reflektoren
R₁ = strahlungsundurchlässiger Reflektor
R₂ = teilweise Strahlungsdurchlässiger Reflektor
A = aktives Material (Gas oder Materie)
P = Zufuhr der Pumpenergie (optisch oder elektrisch)
S = kohärente Strahlung

Laser und Maser.

Die durch den Pumpvorgang energetisch in den Term E_1 angehobenen Elektronen gehen meist strahlungslos in den Term E_2 über, den oberen Term des betrachteten Strahlungsprozesses. Von E_2 fallen spontan einige Elektronen in den (Grund-)Zustand E_3. Die dabei auftretende Strahlung ist zunächst inkohärent, sie wird willkürlich nach allen Richtungen im Raum abgegeben. Einige der spontanen Übergänge erregen einen der Schwingmoden des Hohlraumes. Das damit gekoppelte Resonanzfeld induziert weitere Emissionsprozesse im aktiven Medium. Die induzierte Emission ist phasenkohärent mit dem induzierenden Feld und verstärkt letzteres. Bei hinreichender Kopplung zwischen Resonanzfeld und induzierter Emission läuft ein sich selbst verstärkender Prozeß ab, der eine kohärente elektromagnetische, einem Schwingmodus des Resonatorraumes entsprechende Welle aufbaut. Ein Teil der Energie kann den Resonator über den teilweise durchlässigen Reflektor des Hohlraumes als kohärente Strahlung verlassen. Da drei Terme am Zustandekommen der Strahlung beteiligt sind, spricht man vom 3-Niveau-L. Bei der Inanspruchnahme eines weiteren Termes in der Nähe des Grundniveaus erhält man den 4-Niveau-L.

M. werden überwiegend als Verstärker im Mikrowellengebiet verwendet. Über einen Hohlleiter wird die Mikrowellenenergie in den Resonatorraum geleitet, in dem sich das aktive Material, in vielen Fällen ein Rubinkristall ($Al_2O_3 : Cr$), befindet. Durch ein äußeres permanentes Magnetfeld werden die Elektronenterme der paramagnetischen Chromionen aufgespalten. Die Termaufspaltung wächst mit dem Magnetfeld. Bei einem bestimmten Magnetfeld entspricht die Energiedifferenz zwischen zwei Elektronentermen dem Energiebetrag der elektromagnetischen Mikrowelle nach Gleichung (1). Die notwendige Terminversion wird durch eine von außen zugeführte Pumpfrequenz höherer Energie (also höherer Frequenz) als der Mikrowelle entspricht, aufrechterhalten. Bei einem Magnetfeld von 4000 Gauß kann z. B. eine Signalfrequenz von 6000 MHz zusammen mit einer Pumpfrequenz von 19000 MHz Verwendung finden. Die Mikrowelle trifft im Resonatorraum auf den Rubin und wird durch Energieabgabe der angeregten Elektronen über die induzierte Emission verstärkt. Da man die spontane Emission gegenüber der induzierten Emission in den Mikrowellenverstärkern fast vollkommen unterdrücken kann, besitzen diese sehr niedrige Rauschtemperaturen ($< 1\,°K$). Dazu müssen die M.-Verstärker auf die Temperatur des flüssigen He und darunter abgekühlt werden. Für weitere Einzelheiten der M.-Anordnungen und ihre Eigenschaften muß auf die Spezialliteratur verwiesen werden (s. Literatur).

Optische M. oder L. sind heute als Erzeuger kohärenten Lichtes in einem Wellenlängenbereich von 0,253 bis 300 μm bekannt. Der am häufigsten verwendete Festkörperlaser ist ein Rubinkristall, dessen parallele, teilweise verspiegelten Endflächen den Resonatorraum vorstellen ($Al_2O_3 : Cr$; $\lambda = 0{,}694\,\mu m$) (3 Niveau-L.). Er ist für Impuls- und Dauerbetrieb in gleicher Weise geeignet. Als Anregungsenergie wird sichtbares Licht einer Gasentladungslampe zugeführt. Im kontinuierlichen Betrieb werden Dauerleistungen von 100 mWatt (bei 1 kW Pumpleistung) erreicht.

Neodymdotierte L. sind 4-Niveau-L., bei denen bereits geringe Terminversionen eine induzierte Emission ermöglichen. Neodymdotierte L., wie $CaWO_4$: Nd oder Glas : Nd erreichen mit einer Pumpleistung von weniger als 50 Watt die Laserschwelle.

Im Gaslaser wird die Anregungsenergie für induzierte Emission durch Gasentladung in einem aktiven Medium erzeugt. Der He-Ne-L. ist der bekannteste Gaslaser. Er besitzt Emissionslinien bei 0,632, 1,15 und 3,39 μm mit Ausgangsleistungen zwischen 0,1 und 50 mW. Der Argon-L. emittiert bei 0,489 und 0,54 μm (Emissionsleistungen bis zu 10 W). Die höchsten kontinuierlich abgegebenen Leistungen erreicht der N_2-CO_2-Gaslaser mit 200 W (Wirkungsgrad 10%). Die Emissionswellenlänge liegt bei 10,6 μm in einem Wellenlängengebiet, das wegen der

dort fehlenden Absorptionsbanden des Wasserdampfes nachrichtentechnisch interessant ist.

In sogenannten Q-switch-Anordnungen werden die höchsten Laserimpulsleistungen erreicht. Hierbei wird die induzierte Emission so lange unterdrückt, bis ein Vielfaches der normalen Energie im angeregten Zustand gespeichert ist. In der folgenden Emissionsphase wird der Energieüberschuß in 10^{-8} bis 10^{-7} sek als kohärente Strahlung emittiert. Impulsleistungen von 10^9 Watt können erzielt werden. In einer speziellen phasenstarren Anregung benachbarter Schwingmoden können extrem kurze Lichtblitze erzeugt werden. Es ist möglich, bis in das psec-Gebiet vorzustoßen.

Der Injektionslaser wird vornehmlich aus den → Halbleiterverbindungen vom Typ A_{III}-B_V aufgebaut. In einem PN-Übergang dieser Verbindungen (z. B. GaAs, InSb, InAs und anderen) wird durch Injektion eine Besetzungsinversion im Leitungs- und Valenzband an der PN-Grenzschicht geschaffen. Die dabei auftretenden Elektron-Loch-Paare rekombinieren unter Emission eines Lichtquants miteinander. Die Energie der emittierten Strahlung entspricht dem Bandabstand im Halbleiter (→ Bändermodell des Halbleiters). Die parallelen Endflächen der Diode, auf denen der PN-Übergang senkrecht steht, bilden den optischen Resonatorraum des Halbleiter-L. Bei hinreichend hoher Stromdichte in der Diode erfolgt die Lichtemission kohärent. Die Wellenlänge der Laserstrahlung liegt für GaAs bei 0,84 µm. Für die anderen Halbleiter, deren Bandabstand kleiner als der von GaAs ist, fällt die Emission in das weitere Ultrarotgebiet. Die Laseremission ist stark temperaturabhängig. Die Stromdichte an der Laserschwelle nimmt z. B. bei GaAs mit T^3 zu. Eine kontinuierliche Laseremission ist daher erst bei tiefen Temperaturen ($T = 77°$K oder $T = 4°$K) möglich. Nur bei speziellen Halbleiter-Lasern, deren aktive Zone (z. B. aus $Ga_{(1-x)}Al_xAs$ gefertigt) einen höheren Brechungsindex besitzt als die angrenzenden GaAs-Schichten, werden Lichtverluste so weitgehend vermieden, daß ein kontinuierlicher Betrieb bei Zimmertemperatur möglich erscheint. Der Halbleiterlaser zeichnet sich durch hohen Wirkungsgrad, große Leuchtdichte und gute Modulationsfähigkeit (bis zu 10^{10} Hz) aus.

Die Anwendungsmöglichkeiten von L.- und M.-Anordnungen sind ungemein vielseitig. Maserverstärker werden als Antennenverstärker in der Fernmeldetechnik vielfach eingesetzt. Sie sind im Nachrichtenverkehr über Satelliten als (mit flüssigem He) gekühlte Verstärker besonders wirksam, da man hier — wegen des geringen Antennenrauschens — die niedrigen Rauschziffern des Maserverstärkers direkt nutzen kann. Bei der Verwendung von L. könnten Sender mit einer Trägerfrequenz von 10^{15} Hz gebaut werden, die jeden nur denkbaren Bedarf an Übertragungskapazität in der Nachrichtentechnik decken würden. Die heute bekannten Lichtmodulationsverfahren mit elektrooptischen Kristallen (z. B. KDP = Kaliumdihydrogenphosphat) reichen vorerst nur bis 10^9 Hz. Durch Absorptions- und Streueinwirkungen sind der direkten Übertragung in der freien Atmosphäre Grenzen gesetzt. Unter günstigen Wetterbedingungen wurden mittels Laserstrahlen Fernsehübertragungen über eine Distanz von 50 km durchgeführt. Im interplanetarischen Raum bieten L.-Anordnungen gegenüber den Mikrowellen Vorteile, da mit kleiner werdender Wellenlänge bei gleicher Antennengröße eine Erhöhung der Empfangsleistung auftritt. Das Gleiche trifft für optische Radargeräte zu, die als L. bei kleineren Abmessungen größere Meßgenauigkeit liefern. Andererseits machen sich Nebel und atmosphärische Störungen im optischen Gebiet störender als im Mikrowellenbereich bemerkbar. Eine interessante Anwendung des L. liegt in der dreidimensionalen Photographie durch Wellenfronten-Rekonstruktion (Holographie). Läßt man kohärente, ebene Wellenfronten einer bestimmten Wellenlänge auf die Oberfläche eines räumlichen Gegenstandes auffallen, so entstehen Streuwellen, die die Struktur des Gegenstandes in ihrer Amplitude und Phase enthalten. Man kann ein Interferenzbild des Gegenstandes dadurch herstellen, daß man die gestreuten Wellenzüge mit einem Teilbündel des auftreffenden Laserlichtes zur Interferenz bringt und die Überlagerungsstruktur in einer Photoplatte festhält. Derartige Interferenzbilder heißen Hologramme. Sie enthalten über den Gegenstand weit mehr Informationen als die normale zweidimensionale Photographie mit inkohärenten Lichtbündeln. Bei Bestrahlung des Hologramms mit kohärentem Licht der gleichen Wellenlänge entsteht durch Beugung an der Interferenzstruktur wieder ein Bild des Gegenstandes, das räumlich erscheint, da es bei einer Bewegung des Beobachters seinen perspektivischen Anblick verändert. Auch Farbinformationen lassen sich bei geeigneter Aufnahmetechnik in einem einzigen Schwarz-Weiß-Hologramm speichern.

Bei den hohen Leistungsdichten, die sich mit Festkörperlasern erzielen lassen, kann man Material, auch hochschmelzende Keramik, explosionsartig durch Laserblitze verdampfen. Wenn man Leistung und Zeitdauer des Laserblitzes genau dimensioniert, wird eine gezielte Oberflächenbearbeitung, wie Schweißen, Löten, Schneiden, Bohren und Materialabtragen insbesondere in Mikrodimensionen möglich.

Auch in der Medizin hat der L. als mikrochirurgisches Werkzeug Beachtung gefunden. Kohärentes Laserlicht wird ferner in der interferometrischen Längenmessung, in der Gütekontrolle, bei seismischen Messungen und bei vielen anderen wissenschaftlichen Präzisionsmessungen angewendet. Wegen ihrer großen Leuchtdichte und guten Modulationsfähigkeit lassen sich Injektionslaser als Blitzlampen im Nanosekundenbereich und als schnelle Schalter in optoelektronischen Schaltkreisen (→ Optoelektronik) einsetzen.

Literatur: G. Troup, Masers and Lasers, London, Methuen & Co. LTD New York, John Wiley & Sons Inc., 1962 — O. S. Haevens, Optical Masers, London, Methuen & Co. LTD, New York, John Wiley & Sons Inc., 1964 — A. E. Siegman, Microwave Solid State Masers, McGraw-Hill New York, San Francisco, Toronto, London, 1964 — B. A. Lengyel, Lasers, J. Wiley & Sons Inc., New York, London, 1962 — D. Röss, Laser. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt (Main), 1966 — W. Kleen und R. Müller, Laser, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1969.

Salow

Laser-Strahl-Schweißen. In der Vergangenheit war der Strahlungsofen zeitweilig das einzige Mittel, um hohe Schmelztemperaturen zu erhalten. Heute richtet sich das technische Interesse an einer optischen Strahlungsquelle für thermische Zwecke auf eine örtlich eng begrenzte Temperaturerhöhung bis zum Verdampfungspunkt des bestrahlten Objektes, um neben dem Schmelzen zum Verbinden von Werkstoffen in Form der Schmelzschweißung auch Werkstoffe in kleinster Dimension abtragen zu können. Erst der Kristall- oder Gaslaser, als Strahlungsquelle extrem hoher Impulsleistung, die in einem sehr kleinen Raumwinkel abgestrahlt wird, hat die Frage nach einer technisch nutzbaren Strahlungsaufheizung im sichtbaren oder infraroten Wellenlängenbereich aktuell werden lassen. Während die Sonne, als eine der intensivsten inkohärenten Strahler eine Strahlungsdichte von etwa 150 W/cm²sr besitzt, liegen die Werte bei dem Kristall- und Gaslaser im normalen Impulsbetrieb bei etwa 10^6 bis 10^8 W/cm²sr. Neben dem Abtragen von Werkstoffen im Mikrobereich läßt sich die Laserstrahlung auch zum Schmelzen kleiner Bereiche und damit zum Schweißen benutzen. Die besondere Schwierigkeit bei dem Laser-Nahtschweißen besteht in der diskontinuierlichen Energiezufuhr durch einzelne Strahlungsstöße relativ kurzer Dauer und im großen zeitlichen Abstand, was zu einem Verfestigen des geschmolzenen Materials zwischen den einzelnen Bestrahlungszeiten führt. Die Temperaturerhöhung darf an der Oberfläche des zu schweißenden Materials nicht bis zum Verdampfungspunkt kommen, bevor die Unterseite die Schmelztemperatur erreicht hat, da sonst starkes Auswerfen von Material die Oberfläche zerstört. Es können heute schon Werkstoffe bis zu etwas über 1 mm Dicke geschweißt werden. Dies bedingt jedoch Impulsenergien von 50 bis 80 Ws mit Impulsdauern bis zu 10 ms und Impulsfolgen von über 1 Hz. Das Punktschweißen dünner Werkstoffe, bei dem eine Bestrahlungszeit von 0,5 bis 3 ms ausreicht, um Werkstoffe bis zu 0,5 mm Dicke durchzuschmelzen, ohne die Oberfläche wesentlich zu verdampfen, ist für den gegenwärtigen Stand der Laser-Technik besser geeignet. Zahlreiche Anwendungen finden sich dafür in der Mikroelektronik und der Halbleitertechnik, die vorwiegend ein Verbinden von dünnen Drähten oder Bändern mit Metalloberflächen oder Halbleiteroberflächen erfordern.

Literatur: Der Elektroniker. Dr. Ing. Panzer, Verlag Aargauer Tagblatt, Okt. 1965. *Dietrich*

Lasieren. Färben einer Fläche durch Auftragen einer Lasurfarbe, die so weit durchscheinend bzw. durchsichtig ist, daß der Untergrund nicht abgedeckt wird, sondern nur in anderem Farbton erscheint.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lastannahme für Kabelschächte. Kabelschächte müssen so gebaut sein, daß sie in statischer und dynamischer Hinsicht den Beanspruchungen durch den Erddruck und den Straßenverkehr gewachsen sind. Für die Bemessung der Kabelschächte, Kleinschächte und Abzweigkästen sind die Lastannahmen für die statische Berechnung aus der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 7362 TV 1 — Kabelschächte, Richtlinien für die statische Berechnung — zu entnehmen. Diese Lastannahmen entsprechen der DIN 1072 — Straßen- und Wegebrücken, Lastannahmen.

Die Bemessung der Schachtwände richtet sich in erster Linie nach dem Erddruck, mit dem die Wände in horizontaler Richtung belastet werden. Bei Berechnung des Erddruckes sind folgende zusätzliche Auflasten anzunehmen: in Gehwegen ist für alle Wände, die von der Fahrbahn 2 m oder mehr entfernt sind, mit 800 kp/m² Auflast, in Fahrbahnen und in Gehwegen bis zu 2 m Abstand von der Fahrbahn mit 3300 kp/m² Auflast zu rechnen.

Für die Bemessung der Kabelschachtdecke und der Schachtabdeckungen sind drei Belastungsklassen gebildet. Die wirkliche Verkehrslast ist maßgeblich. Es werden angenommen:

Verkehrslast 800 kp/m² bei Gehwegen,

Verkehrslast nach Brückenklasse 12 (4 t Raddruck auf 20 × 30 cm Fläche) bei Gehwegen, die gelegentlich befahren werden (z. B. Hofeinfahrten, Garageneinfahrten usw.),

Verkehrslast nach Brückenklasse 60 (14 t Raddruck auf 20 × 60 cm Fläche) für Fahrbahnen.

Der für die dynamische Belastung der Brücken durch den rollenden Verkehr vorgeschriebene Faktor 1,4 der statischen Belastung hat sich für Kabelschachtabdeckungen und Abdeckungen als zu klein erwiesen. Besser wird da mit dem Faktor 2 gerechnet.

Literatur: Koska, Statistik der Kabelschächte, Der Fernmeldeingenieur, Heft 8, 1955. *Stegmann*

latenter Reduktionsfaktor → Kompensation durch geerdete Leiter.

Latenzzeit. Als L. bezeichnet man die Zeit, welche zwischen dem Einsetzen einer Ursache und dem Auftreten einer Wirkung verstreicht, z. B. bei der Ausbreitung eines Signals zwischen Sender und Empfänger (→ Laufzeit einer Welle).

Laufbahn → Bundeslaufbahnverordnung.

Laufbahnprüfung. Laufbahnbewerber legen nach erfolgreichem → Vorbereitungsdienst die L. ab. Die Prüfungsanforderungen sind in den einzelnen → Prüfungsordnungen festgelegt. Mit Bestehen der L. ist die Befähigung für die entsprechende Laufbahn nachgewiesen.

Lauffeldröhre → Laufzeitröhre.

Laufnummerngeber. Laufnummerngeber werden in Speichervermittlungen am Eingang und am Ausgang einer Leitung eingesetzt. Aus einem Vergleich beider Nummernreihen kann auf die Vollständigkeit der Übermittlung geschlossen bzw. Auslassungen nachgegangen werden. L. oft auch nur am Eingang geschaltet. L. sind automatische einblendende Sender für Fernschreibzeichen. Es gibt mechanische, elektrische, Einzellaufnummerngeber und Zentrallaufnummerngeber. Ein mechanischer L. besteht aus einem → Lochstreifengerät, in dem ein vorbereiteter Lochstreifen z. B. mit einer Nummernreihe von 1 bis 1000 eingelegt ist. Vor jedem Telegramm (Fernschreiben) schaltet der L. den Streifen um eine Laufnummer weiter und sendet sie zum Empfänger.

Abspulen des Lochstreifens von einer Spule und Aufspulen auf eine andere. Nach Durchlaufen Rückspulung. Lochstreifen wegen Abnutzung nur beschränkt verwendbar. Von einem Motor können auch mehrere L. angetrieben werden. Ebenso gibt es Konstruktionen, die mit einem Nachrichtenlochstreifensender zusammenarbeiten. Ein elektrischer Einzellaufnummerngeber besteht aus einem Lochstreifensender und einer Wählereinrichtung, die sich aus einem Abtastwähler und drei Nummernwählern (E, Z, H) zusammensetzt. Zwischen den 5 Abtastkontakten des Lochstreifenabtasters und den 5 Sendekontakten des Sendeverteilers sind 5 Umschaltekontakte angeordnet. Diese verbinden am Anfang einer eden Telegrammsendung die Sendeverteilerkontakte mit den 5 Dreharmen des Abtastwählers. Dessen ·Kontakte sind wiederum mit den Dreharmen der Nummernwähler verbunden. Jeder der letzteren hat ebenfalls 5 Dreharme und ein entsprechendes Kontaktfeld. Der Abtastwähler sucht die Stellung der Nummernwähler ab und blendet die zugehörige Nummer in die Telegrammreihe ein. Außer den Nummern können noch andere Zeichen (Kennbuchstaben der Stelle, Datum, Uhrzeit) eingegeben werden. Hat der Abtastwähler sämtliche Drehschritte überlaufen, werden die vorerwähnten Umschaltekontakte auf die 5 Abtastkontakte zurückgeschaltet, so daß der Abtastwähler abgeschaltet ist. Dafür wird der Lochstreifentransportmagnet eingeschaltet. Bei Telegrammende wiederholt sich das Spiel. Man kann die Stellungen der Nummernwähler auch durch ein Lampenfeld sichtbar machen. Zentrallaufnummerngeber werden in größeren Speichervermittlungen verwendet. Sie gleichen prinzipiell dem elektrischen Einzellaufnummerngeber, nur werden zum Aussenden der Fernschreibzeichen nicht die Sendeverteiler der Lochstreifensender, sondern eigens dafür entwickelte Zeichengeber verwendet, die auch für die Telexverbindungstechnik benutzt werden.

Literatur: E. Roßberg und H. Korta, Fernschreibvermittlungstechnik. Verlag R. Oldenbourg, München 1959. *Schiweck*

Laufnummernverfahren im Auslandsferndienst ist — meist nur im Überseedienst mit 1 oder 2 Verbindungswegen — ein Verfahren, bei dem die einzelnen Gesprächsanmeldungen mit einer fortlaufenden Nummer versehen werden, um nach der Weitermeldung an die Gegenstelle bei Nachfragen, Ergänzungen und nachher bei der Herstellung hauptsächlich sprachliche Erleichterungen zu erzielen. Wird nur noch selten angewandt.

Laufwinkel → Laufzeitröhre.

Laufzeit einer Welle ist die Zeit, die ein Signal wegen der endlichen → Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen zwischen Sender und Empfänger oder zwischen zwei beliebigen Punkten benötigt, → Wellenausbreitung auf Leitungen. Die absolute Laufzeit stört nur bei weltweiten Gegenverbindungen, wo zwischen Frage und Antwort eine störende Pause von der Größe der doppelten Laufzeit entsteht, Störgrenze ungefähr 300 ms. Bei Fernsehübertragungen müssen die Laufzeiten von Bild und Ton auf etwa 50 ms übereinstimmen.

Laufzeitausgleich → Richtfunkverbindungen, Intermodulationsgeräusche.

Laufzeitmessung → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Laufzeitröhre. In Verstärkerröhren mit → Raumladungssteuerung soll die Laufzeit der Elektronen zwischen zwei Elektroden möglichst vernachlässigbar sein. Im Bereich der Mikrowellen ist diese Bedingung meist nicht mehr zu erfüllen. Man ist dann gezwungen, die Laufzeit der Elektronen zum wesentlichen Bestandteil der Wirkungsweise zu machen. Solche Röhren heißen L. Zu ihnen gehören praktisch alle Mikrowellenröhren. Der als Maß der Laufzeit meist benutzte Laufwinkel ist das Produkt aus der Kreisfrequenz der angeschlossenen Spannung und der Elektronenlaufzeit für einen gegebenen Weg. Der auf 2π bezogene relative Laufwinkel N bei der Vakuumwellenlänge λ der angeschlossenen Spannung folgt aus der Beziehung $N = A \cdot d/(\sqrt{U}\,\lambda)$, wenn U die Beschleunigungsspannung des Elektrons ist, das die Strecke d durchläuft. A ist die Verzögerungskonstante (→ Verzögerungsleitung), N hat bei L. im allgemeinen Werte zwischen 1 und 20. Bei bekannter Laufzeit τ ist N das Verhältnis von τ zur Periodendauer der angeschlossenen Spannung. Nur eine kleine Gruppe der L., die raumladungsgesteuerte L., ist als Weiterentwicklung der herkömmlichen Verstärkerröhre anzusehen. Ihr wichtigster Vertreter ist die Scheibentriode. Für sie wird ausgenutzt, daß der elektronische Eingangswiderstand einer Triode in der Gittergrundschaltung (→ Röhrenersatzbild) mit wachsender Frequenz sinkt und etwa beim relativen Laufwinkel 1 für die Kathode-Gitter-Strecke ein Minimum erreicht. Derartige Trioden mit dem relativen Laufwinkel 1 erfordern außer der Gittergrundschaltung noch die Technologie der Scheibenröhre. Bei der Scheibenröhre liegen die wichtigsten Elektroden in parallelen Ebenen und setzen sich in Form ringförmiger Einschmelzungen fort. Hierdurch wird die schädliche Zuführungsinduktivität gegenüber einer Draht- oder Stiftzuführung z. T. um mehr als zwei Zehnerpotenzen verringert.

Die übrigen L. beruhen vornehmlich auf dem Entstehen eines Konvektionswechselstromes infolge der Elektronenlaufzeit. Die Einteilung dieser Röhren geht im wesentlichen von den Bedingungen für das Entstehen der Geschwindigkeitsmodulation, des Konvektionswechselstromes und des Influenzstromes aus. Man unterscheidet danach zwischen Triftröhren, Wechselfeldfokussierungsröhren und Lauffeldröhren. Bei den Triftröhren ist ein Triftraum Vorbedingung für das Entstehen des Konvektionswechselstromes als Folge einer vorausgegangenen Geschwindigkeitsmodulation. Der Triftraum ist der Abschnitt einer L., in dem bestimmungsgemäß die Elektronen nicht mit einem aufgeprägten Hochfrequenzfeld in Wechselwirkung treten und in dem Geschwindigkeitsmodulation und Strommodulation ineinander umgewandelt werden. Das Entstehen der Strommodulation aus einer Geschwindigkeitsmodulation wird als Ballung (Phasenfokussierung) bezeichnet. Zur Ein- und Auskopplung der Hochfrequenz dienen Wechselwirkungsspalte.

In Wechselfeldfokussierungsröhren finden dagegen sowohl die Geschwindigkeitsmodulation als auch die Ballung in demselben stehenden Hochfrequenzfeld statt. Treten die Grundvorgänge dagegen gleichzeitig nebeneinander auf, wenn die Elektronenströmung mit einem laufenden Hochfrequenzfeld in Wechselwirkung steht, dann handelt es sich um Röhren mit Wellenfeldballung, kurz Lauffeldröhren genannt, wobei zu beachten ist, daß die sehr weit verbreitete → Wanderfeldröhre nur eine der vielen Lauffeldröhrenarten ist. Die Wanderfeldröhre steht zusammen mit der → Rückwärtswellenröhre in der Gruppe der Lauffeldröhren ohne ein statisches Querfeld, das für die Hochfrequenzvorgänge in Röhren eine wesentliche Bedeutung hat. Röhren ohne ein derartiges statisches Querfeld werden heute allgemein als 0-Typ-Röhren bezeichnet und umfassen auch z. B. die meisten Triftröhren. Die andere wichtige Untergruppe der Lauffeldröhren ist die Lauffeldröhre mit gekreuzten Feldern (M-Typ-Röhre). Bei ihr ist ein elektrostatisches und ein magnetostatisches Querfeld vorhanden, die beide senkrecht aufeinander und senkrecht zur Elektronenströmung stehen und die für die Hochfrequenzvorgänge in der Röhre wesentlich sind. Der bekannteste Vertreter der M-Typ-Röhren ist das → Magnetron. Während die Lauffeldröhren und die Triftröhren, letztere durch die → Klystrons, → Reflexklystrons und → Doppelspaltoszillatoren, noch große Bedeutung haben, sind die Wechselfeldfokussierungsröhren heute nicht mehr von Bedeutung. Zu ihnen gehören das auf Zazek (1928) zurückgehende Rollkreismagnetron (→ Magnetron) und die Bremsfeldröhre von Barkhausen und Kurz (1920), die außer durch die Wechselfeldfokussierung durch die Elektronenumkehr in einem statischen Bremsfeld gekennzeichnet ist. Störschwingungen, die durch die Wechselfeldfokussierung von Elektronen entstehen (die durch ein gegenüber benachbarten Elektroden positives Gitter treten, wobei ein Teil der Elektronen das Gitter mehrmals durchsetzt), werden heute allgemein als Barkhausen-Kurz-Schwingungen bezeichnet. Auch das auf neueren Entwicklungen beruhende Monotron hat den obengenannten anderen L. weichen müssen.

Literatur: A. H. W. Beck, Velocity-modulated Thermionic Tubes, University Press, Cambridge 1948 — W. Kleen, Einführung in die Mikrowellenelektronik, Teil 1 und 2, S. Hirzel, Stuttgart 1952 und 1958 — Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg/New York 1965/66 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verlag Technik, Berlin/München 1957 — G. D. Sims, Microwave Tubes and Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — J. Voge, Les Tubes aux hyperfréquences, Editions Eyrolles, Paris 1959 — R. Warnecke, Les Tubes électroniques à commande par modulation de vitesse, Gauthier-Villars, Paris 1951.

Schnitger

Laufzeitspeicher. Laufzeitspeicher benutzen die Ausbreitung elektrischer oder mechanischer Vorgänge in geeigneten Medien zur Speicherung; sie arbeiten alle nach dem gleichen Prinzip: Binär codierte Informationen werden als eine Folge von Impulsen eingegeben und durchlaufen das Laufzeitglied. Nach dem Austritt werden sie verstärkt, gesiebt, durch Koinzidenzschaltungen zeitlich wieder richtig begrenzt und nach nochmaliger Verstärkung wieder in das Laufzeitglied eingegeben. Zum Aufsuchen einer bestimmten Information dienen Synchronisierimpulse, die in einem Zähler registriert werden sowie ein Bezugsimpuls, der den Anfang einer Impulsfolge kennzeichnet und den Zähler in die Ausgangsstellung bringt. Die Laufzeitglieder werden entweder als elektronische Laufzeitglieder (Laufzeitkabel, Laufzeitketten) realisiert oder als akustische Laufzeitglieder. Hierzu gehören quecksilbergefüllte Röhren, die beiderseits durch piezoelektrische Quarzplatten abgeschlossen sind, Quarzstäbe, Quarzblöcke und magnetostriktive Laufzeitglieder. In magnetostriktivem Material (z. B. Ni-Drähten) lassen sich durch magnetische Wechselfelder Schallwellen erzeugen, die durch das Material wandern und ihrerseits wiederum den magnetischen Zustand verändern. Man kann diese Änderungen mit einer zweiten Spule wieder in elektrische Spannung umwandeln und weiterverarbeiten.

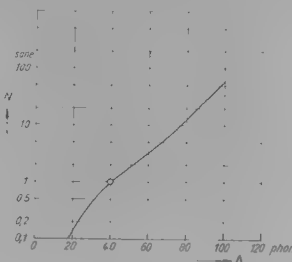
Literatur: K. Steinbuch (Hrsg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg, 1962 — J. W. Fairelough, A sonic delay-line storage unit for a digital computer, Proc. IEE 103 B Suppl. (April 1956), S. 491-496 — H. Epstein, O. Strom, Magnetostrictive sonic delay-line, Rev. sci. instrum. 24 (1953), S. 231 — G. G. Scarrot, W. J. Harwood, K. C. Johnson, Electromagnetic delay networks for digital storage, Proc. IEE 103 B Suppl. (1956), S. 476-482.

Pöcker

Laufzeitverzerrung → Richtfunkverbindungen, Intermodulationsgeräusche, → Verzerrung.

Laurent-Reihe → komplexe Rechnung.

Lautheit. Stärke der Schallempfindung in → sone. Die Lautstärkewerte in phon stimmen mit Empfindungsstärke in sone nicht überein. Es wurde daher ein neues Maßsystem geschaffen. Versuchspersonen hatten anzugeben, bei welcher in phon gemessenen Lautstärkeänderung eine Halbierung oder Verdopplung eines Lautheitseindruckes stattfindet (s. Bild).



Lautheit N in Abhängigkeit von der Lautstärke Λ.

Die Einheit der Lautheit $N = 1$ sone wird einer Lautstärke von $\Lambda = 40$ phon gleichgesetzt.

Die doppelte Lautheit $N = 2$ sone entspricht einer Lautstärke von $L = 50$ phon, während die halbe Lautheit $N = 0{,}5$ sone einer Lautstärke von $\Lambda = 30$ phon gleichkommt. Für den Bereich $20 < \Lambda < 120$ phon ergibt sich näherungsweise:

$$N \approx 2^{\frac{(\Lambda - 40)}{10}} \text{ sone}.$$

Lauthörgeräte für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind private → Zusatzeinrichtungen. Mit einem L. können Orts- und Ferngespräche

mehreren in demselben Raum anwesenden Personen mittels Lautsprecher laut hörbar gemacht werden. Die L. werden im allgemeinen parallel zum Fernhörer (Steckverbinderzungen Z 1 und Z 2 beim Fernsprechapparat 61) angeschaltet; dabei wird die Wirkungsweise des Handapparates nicht beeinflußt. Es sind auch L. zugelassen, die zusätzlich durch Verstärkung der ankommenden Sprechströme in der Wirkungsweise eines Teilnehmerendverstärkers ein verstärktes Abhören in der Hörkapsel des Handapparates ermöglichen. Die heute üblichen L. mit Transistorverstärker werden aus dem Starkstromnetz oder aus Batterien gespeist.

Lautschrift. Gesamtheit aller Schriftzeichen zur eindeutigen schriftlichen Fixierung von Sprechlauten. Die Darstellung eines Textes in Lautschriftzeichen weicht von der herkömmlichen Orthographie ab. Das die gebräuchlichsten Sprechlaute darstellende L.-Alphabet umfaßt etwa 45 L.-Zeichen. Die in der Tabelle aufgeführten L.-Symbole wurden 1949 von der Int. Phonet. Assoc., London, empfohlen.

Stimmhafte Laute

Vokale		
i	wie	deutsch
ɪ	Kitt	deutsch
e	Reh	deutsch
ɛ	Fell	deutsch
æ	had	englisch
a	Kamm	deutsch
ɑ	pâle	französisch
ɔ	Bonn	deutsch
ʌ	cut	englisch
o	Sohn	deutsch
ʊ	Muff	deutsch
u	Ruf	deutsch
ɜ˞	sir	amerikanisch
œ	Köln	deutsch
ø	Föhn	deutsch
ʏ	Tüll	deutsch
y	kühl	deutsch
ə	Schule	deutsch
Vokaldyaden (Diphthonge)		
ɔy, ɔe	Meute	deutsch
aɪ, ae	sein	deutsch
au, ao	Laus	deutsch
ɔ̆a	moi	französisch
uɛ	fouet	französisch
yi	suivre	französisch
Vokalähnliche Laute		
m	matt	deutsch
n	nie	deutsch
ɲ	niño	spanisch
ŋ	Ding	deutsch
l	lieb	deutsch
ɫ	call	englisch
r	Roma	italienisch
ʀ	rot	deutsch
Reibelaute		
v	Wild	deutsch
ð	these	englisch
z	sein	deutsch
ʒ	jamais	französisch
Explosivlaute		
b	Ball	deutsch
d	die	deutsch
g	gut	deutsch

Stimmlose Laute

Reibelaute		
f	Fisch	deutsch
θ	thank	englisch
s	Faß	deutsch
ʃ	Schuh	deutsch
ç	nicht	deutsch
x	noch	deutsch
j	ja	deutsch
h	Hut	deutsch
Explosivlaute		
p	Paar	deutsch
t	tun	deutsch
k	Kuh	deutsch

Endres

Lautsprecher. Ein → elektroakustischer Wandler, der ein in elektrische Wechselströme umgewandeltes Klangbild wieder in einen Schallvorgang umsetzt. Man unterscheidet Lautsprechersysteme nach ihrer Antriebsart. Das magnetische Lautsprechersystem wird heute kaum noch benutzt, weil es nicht verzerrungsfrei arbeitet. Es besteht aus einem permanenten Magneten mit Polschuhen, einem Anker, an dem die zur Schallabstrahlung wichtige Membran angebracht ist, und einer Spule, die im magnetischen Kreis liegt (Bild 1). Legt man an die

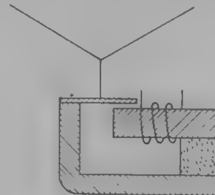


Bild 1. Schematische Darstellung eines magnet. Lautsprechers.

Spule eine Wechselspannung, so überlagert sich dem magnetischen Fluß Φ_0 des Magneten ein Wechselfluß Φ_1. Es kommt so zu einer Bewegung des Ankers mit der Membran. Die erzeugte magnetische Kraft K ist proportional dem Quadrat des Gesamtflusses. Für sinusförmige Erregung gilt:

$$K \triangleq (\Phi_0 + \Phi_1 \sin \omega t)^2$$
$$\triangleq \Phi_0^2 + \frac{1}{2}\Phi_1^2 + 2\,\Phi_0\,\Phi_1 \sin \omega t - \frac{1}{2}\Phi_1^2 \cos 2\,\omega t. \qquad (1)$$

Aus dem Glied $\frac{1}{2}\,\Phi_1^2 \cos 2\,\omega t$ erkennt man das Auftauchen eines Obertones mit der doppelten Frequenz.

Dieser Nachteil ist im unsymmetrischen Aufbau des Lautsprechers zu suchen. Bei diesen zweipoligen Systemen ergibt sich diese Verzerrung durch die Rückstellkraft, die notwendig ist, den Anker in seine Ruhelage zu bringen. Durch eine symmetrische Konstruktion, zu der vierpolige Systeme und Freischwinger gehören (Bild 2), läßt sich dieser Nachteil

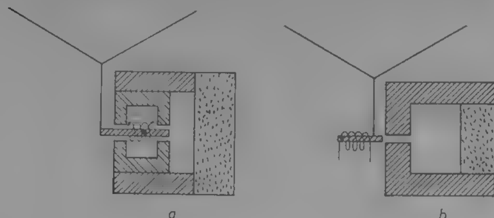


Bild 2. Schema eines vierpoligen magnetischen Systems a) und eines Freischwingers b).

vermeiden. Hier ist die auf das Membransystem auftretende Kraft proportional dem sich aus zwei Teilen zusammengesetzten Gesamtfluß:

$$K \triangleq (\Phi_0 + \Phi_1 \sin \omega t)^2 - (\Phi_0 - \Phi_1 \sin \omega t)^2 \qquad (2)$$
$$\triangleq 4\, \Phi_0\, \Phi_1 \sin \omega t\,.$$

Es treten keine Oberwellen auf. Da aber alle magnetischen Lautsprecher die für die Wiedergabe tiefer Frequenzen notwendigen Amplituden nicht machen können, finden sie in der Praxis keine Verwendung. Anders ist es bei den magnetischen → Hörkapseln, deren Frequenzbereich beschränkt ist und bei denen große Membranamplituden nicht vorkommen. Da es bei ihnen nur zu geringfügigen Verzerrungen kommt, können sie zur vollsten Zufriedenheit im Fernsprechverkehr eingesetzt werden.

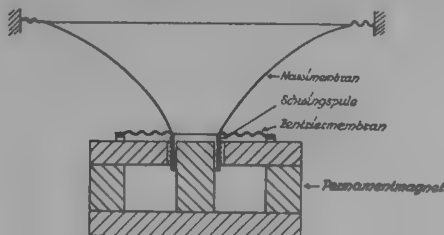


Bild 3. Schnittbild eines dynamischen Lautsprechers.

Eine bedeutend bessere Wiedergabequalität als der magnetische Lautsprecher hat ein Lautsprecher nach dem dynamischen Prinzip. Der elektrodynamische Lautsprecher findet daher in allen elektroakustischen Geräten sowie in Radio- und Fernsehempfängern Verwendung. Das Prinzip des heutigen dynamischen Konuslautsprechers geht auf Rice und Kellogg (1925) zurück (Bild 3). An einer Konusmembran ist eine ringförmige Spule befestigt, die in ein Magnetfeld eintaucht. Die Schwingspule wird durch eine Zentriermembran derart geführt, daß es zu keiner Berührung mit den Rändern des kreisförmigen Magnetspaltes kommen kann. Der obere Rand der Membran ist elastisch mit dem Membranenkorb verbunden. Schickt man einen Wechselstrom durch die Spule, so wird Spule und Membran hin- und herbewegt mit der Kraft, die sich aus $K = B \cdot l \cdot i$ ergibt. B ist die Feldstärke im Magnetfeld, l die Länge der Spule und i der Strom. Die abgestrahlte akustische Leistung ist

$$P_a = S \cdot Z_r \cdot Z_0 \cdot a^2 \cdot \omega^2\,.$$

Hier ist S die Membranfläche, Z_r der spezifische Strahlungswiderstand, a die Membranamplitude $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz und $Z_0 = \varrho \cdot c$ die Kennimpedanz der Luft. Wie aus obiger Gleichung ersichtlich ist, muß die Membran für die Wiedergabe tiefer Frequenzen in der Lage sein, große Amplituden zu machen. Das Verhalten eines Lautsprechers, dessen Membran im wesentlichen als Kolben schwingt, läßt sich nach Buchmann und Küpfmüller in einem elektrischen Ersatzschaltbild darstellen (Bild 4).

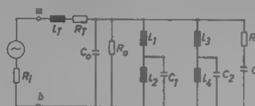


Bild 4.
Elektrisches Ersatzschaltbild eines dynamischen Lautsprechers.

Hier ist:

a; b — die Klemmen der Schwingspule

L — Induktivität der Schwingspule

R — Wirkwiderstand der Schwingspule,

$C_0 = \dfrac{m_0}{K^2}$

m_0 — Masse der Membran mit Spule,

$K = \dfrac{P}{i}$ — der Kraftfaktor des Antriebssystems,

$C_1 = \dfrac{m_1}{K^2}$; $C_2 = \dfrac{m_2}{K^2}$

m_1 und m_2 — die schwingende Masse der Randeinspannung der Membran und der Zentriermembran,

$L_1 = \dfrac{K^2}{s_1}$; $L_2 = \dfrac{K^2}{s_2}$

$L_3 = \dfrac{K_2}{s_3}$; $L_4 = \dfrac{K^2}{s_4}$

s_1 und s_2 — Steife der Membraneinfassung,

s_3 und s_4 — Steife der Zentriermembran,

R_S — ein der Schallstrahlung der Membran entsprechender Widerstand,

$C_S = \dfrac{m_s}{K^2}$

m_s — die mitschwingende Luftmasse.

Aus diesem Ersatzbild ist zu entnehmen, daß für die Wiedergabe tiefer Frequenzen L_1, L_2, L_3 und L_4 groß sein muß. Das ist nur durch kleine Steifigkeitswerte s_1, s_2, s_3 und s_4 zu erreichen. Praktisch bedeutet es, daß die Membran und Zentriermembran sehr elastisch eingespannt sein müssen. Für die Wiedergabe hoher Frequenzen ist vor allen Dingen durch den Ausdruck C_0 die Masse der Membran und Schwingspule verantwortlich. Um C_0 klein zu

halten, muß auch m_0 klein sein. Da für die Wiedergabe tiefer Frequenzen große Membranen wegen einer besseren Schallabstrahlung notwendig sind, die natürlich nicht leicht sein können und daher für die Abstrahlung hoher Frequenzen ungeeignet sind, werden Lautsprecher für jeden speziellen Fall hergestellt. Hoch- und Tieftonlautsprecher werden dann über elektrische Weichen betrieben, die nur bestimmte Frequenzanteile für das entsprechende System übertragen. Ein anderes dynamisches System ist der Druckkammer- oder Hornlautsprecher. Bei diesem Lautsprechersystem, das einen sehr hohen Wirkungsgrad hat — er ist etwa 10mal so groß wie bei einem Konuslautsprecher —, ist die Membran sehr klein. Sie hat nur einen Durchmesser von einigen Zentimetern und arbeitet auf einer kleinen Luftkammer (Bild 5), auf die ein Trichter gesetzt wird, der den Schall in den Luftraum überträgt.

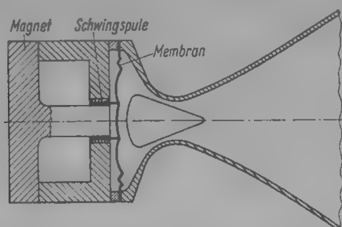


Bild 5. Antriebssystem eines Hornlautsprechers.

Der Radius der Membran soll im Verhältnis klein zur Schallwellenlänge sein. Analog einem Transformator, wo die Windungszahlen zweier Wicklungen ihren entsprechenden Windungszahlen proportional sind, so ist auch der Querschnitt S_1 der Druckkammer und am Horneingang S_0 den mechanischen Widerständen proportional, nämlich

$$\frac{S_1}{S_0} = \frac{Z}{Z_0}.$$

Die günstigste Form des Trichters ergibt sich, wenn im Trichter die Querschnitte S mit der Länge x exponentiell wachsen:

$$S = S_0 \, e^{\gamma x}, \quad \gamma = \text{Konstante}. \tag{3}$$

Die Öffnung des Trichterganges ist gegen die Trichterachse um 45° geneigt. Die Wiedergabe tieferer Frequenzen führt zu sehr großen Dimensionen. Für die Abstrahlung eines Tones der Frequenz 100 Hz, muß der Exponentialtrichter etwa 4,60 m lang sein und die Trichteröffnung einen Durchmesser von 2 m haben. Praktisch wird diese Art von Systemen nur als Hochtonlautsprecher eingesetzt, wo man mit kleinen Dimensionen auskommt. Ein Schallsender, der in der Praxis seltener vorkommt, ist der elektrostatische Lautsprecher. Er besteht aus einer dünnen Metallmembran, die in einem Abstand von einigen Millimetern isoliert vor einer festen Elektrode befestigt ist. Membran und Elektrode bilden einen Plattenkondensator. Der elektrostatische Antrieb beruht auf der Anziehungskraft beider Kondensatorplatten (Bild 6). Durch Anlegen einer Gleichspannung an Membran und Gegenelektrode entsteht eine Ladung Q_0. Überlagert man dieser Gleichspannung eine niederfrequente Wechselspannung, so wird die Membran hin- und herbewegt. Die auf die Membran ausgeübte Kraft K ist dann:

$$K = \frac{2\pi}{\varepsilon S (Q_0 + Q \sin \omega t)} \tag{4}$$

mit ε als → Dielektrizitätskonstante, S Plattenfläche und $Q \sin \omega t$ von einer Sinusspannung hervorgerufene Ladungsänderung.

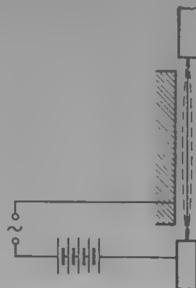


Bild 6. Elektrostatischer Lautsprecher (schematisch).

Der Piezo-Lautsprecher beruht auf einem physikalischen Effekt, bei dem in einem geeigneten Material (Seignette-Salz, Bariumtitanat u. a.) durch Polarisation eine mechanische Krafteinwirkung hervorgerufen wird. Durch Anlegen einer niederfrequenten Wechselspannung an ein Kristall, wird dieser zu Längen- oder Biegeschwingungen erregt, die dann von einer Membran als Luftschall abgestrahlt werden (Bild 7).

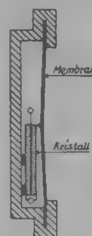


Bild 7. Schema eines Piezolautsprechers.

Derartige Schallsender sind nicht in der Lage, große Amplituden auszuführen. Da aber für die Wiedergabe tiefer Frequenzen relativ große Amplituden verlangt werden, eignen sich derartige Schallwandler nur als Hochtonlautsprecher. Eine Verschlechterung der Wiedergabe im tiefen Frequenzbereich tritt immer dann auf, wenn der Lautsprecher ohne Schallwand oder Gehäuse betrieben wird. Es kommt dann nämlich zu einem Druckausgleich zwischen Vorder- und Rückseite der Membran. Tieftonlautsprecher baut man auch gerne in geschlossene Gehäuse ein, um eine bessere Wiedergabe der tiefen Frequenzen zu erreichen. Der Hohlraum des Gehäuses wird als tiefer gestimmter Helmholzresonator benutzt. Er muß jedoch durch Schallschluckstoffe stark gedämpft werden, um zu steile Resonanzspitzen zu vermeiden. Der Wirkungsgrad eines

Lautsprechers ergibt sich aus dem Verhältnis der abgestrahlten Leistung *Pa* (→ Leistung einer Schallquelle) zur aufgenommenen elektrischen Leistung *Pe*:

$$\eta = \frac{Pa}{Pe}. \tag{5}$$

Er beträgt bei normalen dynamischen Lautsprechern etwa 1 bis 5%, bei Hornlautsprechern sogar bis 30%. Sobald die Lautsprechermembran nicht mehr klein im Verhältnis zur Wellenlänge ist, wird die Schallabstrahlung gerichtet sein. Für die am häufigsten vorkommenden Membranenformen ist die Richtwirkung rechnerisch erfaßt worden. Die Berechnungen gelten nur für Kolbenmembranen, die in einer starren Wand schwingen. Als Kolben schwingen jedoch nur Membranen in bestimmten Frequenzbereichen. In den höheren Frequenzbereichen schwingt die Membran jedoch unterteilt. Für eine kreisförmige Kolbenmembran ergibt sich die Richtcharakteristik $\Gamma(\alpha)$ aus:

$$\Gamma(\alpha) = \frac{2\,J_1\left(\frac{2\pi R}{\lambda}\cos\alpha\right)}{\frac{2\pi R}{\lambda}\cos\alpha}. \tag{6}$$

Hier ist α der Winkel unter dem der Schall abgestrahlt wird, R der Membranradius, $J_1(\ldots)$ die Besselfunktion 1. Ordnung und λ die Schallwellenlänge

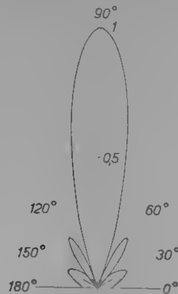


Bild 8. **Richtcharakteristik einer kreisförmigen Kolbenmembran ($2\,R/\lambda = 0{,}8$).**

(Bild 8). Die Richtwirkung einer elliptischen Kolbenmembran (Ovallautsprecher) errechnet man sich aus (Bild 9):

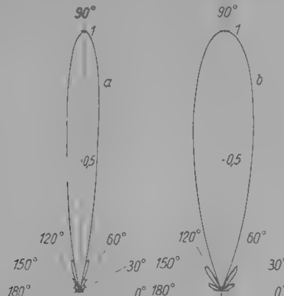


Bild 9.
Richtcharakteristik einer elliptischen Kolbenmembran ($A/\lambda = 3$ und $A/\lambda = 1{,}5$) in der Y, Z-Ebene (a) und in der X, Z-Ebene (b).

$$\Gamma(\alpha, \beta) = \left| \frac{2\,J_1\left(\frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{A^2\cos^2\alpha + B^2\cos^2\beta}\right)}{\frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{A^2\cos^2\alpha + B^2\cos^2\beta}} \right| \tag{7}$$

Es bedeuten α und β die Richtungswinkel in der Y, Z- bzw. X, Z-Ebene. Schließlich erhält man als Richtcharakteristik einer rechteckigen Kolbenmembran (Bild 10).

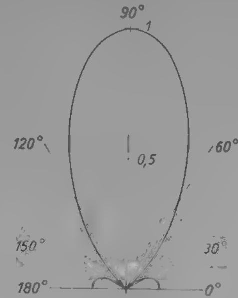


Bild 10. **Richtcharakteristik einer quadratischen Kolbenmembran ($a/\lambda = 1{,}6$).**

$$\Gamma(\alpha, \beta) = \frac{\sin\left(\frac{a\pi}{\lambda}\cos\alpha\right)\sin\left(\frac{b\pi}{\lambda}\cos\beta\right)}{\frac{a\pi}{\lambda}\cos\alpha\;\frac{b\pi}{\lambda}\cos\beta}, \tag{8}$$

wobei *a* und *b* die Seitenlängen des Rechteckes sind. Für Strahler, die auf einer Graden angeordnet sind und klein zur Schallwellenlänge sind, läßt sich die Richtcharakteristik bestimmen aus (Bild 11):

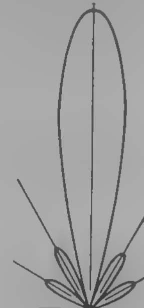


Bild 11. **Richtcharakteristik einer geraden Strahlergruppe ($d/\lambda = 0{,}5$; $n = 6$).**

$$\Gamma(\alpha) = \left| \frac{\sin\left(\frac{\mu\pi d}{\lambda}\cos\alpha\right)}{n\sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\alpha\right)} \right|, \tag{9}$$

mit d als Abstand zwischen den Strahlern und n der Anzahl der Strahler. Für das Nahfeld ist die Berechnung des Schallfeldes eines Strahlers bedeutend komplizierter. Es berechnet sich nach Rayleigh aus:

$$p = \frac{j\cdot c\cdot\varrho}{\lambda}\,v_0\,e^{j\omega t}\int_S \frac{e^{-jkr}}{r}\,dS. \tag{10}$$

Hier ist r der Abstand vom Aufpunkt P zur Membranfläche S, ϱ die Luftdichte, S die Membranfläche, v_0 die konstante Geschwindigkeitsamplitude der Membran, p der Schalldruck und $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi c}{f}$ die Wellenzahl mit λ als Wellenlänge, f als Frequenz und c als Schallgeschwindigkeit (Bild 12).

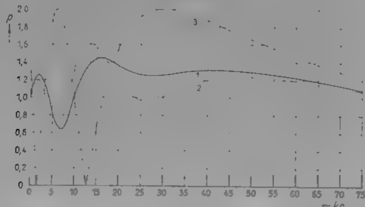


Bild 12. Schalldruckverlauf auf der Symmetrieachse vor einer elliptischen (1) Kolbenmembran ($A/\lambda = 3$; $B/\lambda = 1{,}5$) und vor einer flächengleichen kreisförmigen (3) und rechteckigen Kolbenmembran.

Literatur: Wien, Harms, Handbuch der Experimentalphysik, Technische Akustik I. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig, (1934) — G. Buchmann u. K. Küpfmüller, Fortschritte in der Entwicklung elektrodynamischer Lautsprecher. FTZ, (1951) Heft 6 — Lord Rayleigh, The Theory of Sound. London, (1929) — H. Stenzel, O. Brosze, Leitfaden zur Berechnung von Schallvorgängen. 2. Aufl. Springer Verlag Berlin, (1958) — O. Brosze, Frequenz, 12 (1967).

Brosze

Lautstärke. Ein Vergleichsmaß für die Stärke der Schallempfindung. Die Lautstärke wird in Phon angegeben. Das Phon ist eine dimensionslose Einheit. Die Lautstärke eines Schalles beträgt n phon, wenn von normal hörenden Beobachtern der Schall als gleich laut beurteilt wird, wie ein Normalschall, dessen Schalldruckpegel (→ Schallpegel) n dB beträgt. Unter Normalschall versteht man eine ebene fortschreitende Schallwelle mit der Frequenz 1000 Hz, die genau von vorne auf den Beobachter trifft. Lautstärken verschiedener Schallquellen sind in folgender Tabelle wiedergegeben:

Phon	Schallquelle
0	Beginn des Hörbereiches eines normalen menschlichen Gehörs
10 — 30	Blätterrauschen bei geringem Wind, Flüstersprache
60 — 70	Normale Sprache (1 m Entfernung)
50 — 70	Straßengeräusche bei geringem Verkehr
60 — 70	Lärm in mittleren Büros
60 — 80	Fahrzeuginnengeräusche
70 — 80	Telex-Dienststellen
70 — 90	Kraftfahrzeuggeräusch, Großstadtverkehr
80 — 100	Werkstattlärm
100 — 120	Lärm in einer Hammerschmiede, einer Ramme in geringer Entfernung, eines Kraftfahrzeuges ohne Schalldämpfer bei Vollgas
110 — 130	Lärm in einer Kesselschmiede beim Nieten, Lärm in der Nähe eines Propellerflugzeuges
130 und mehr	Lärm in der Nähe von Strahltriebwerken.

Mit einem Verfahren nach Zwicker kann man aus objektiven Meßwerten die Lautstärke bestimmen. Nach einer Terzsiebanalyse (→ Schallanalyse) wird mit Hilfe eines graphischen Verfahrens die Lautstärke errechnet. Die Ergebnisse entsprechen nahezu der oben definierten Lautstärke.

Literatur: DIN 1318 (1959) — E. Zwicker, Acustica Vol 10 (1960).

Brosze

Lautübergang. Die einzelnen Sprechlaute werden bei der Spracherzeugung infolge der kontinuierlichen Bewegung der Sprechwerkzeuge miteinander verschliffen. Zwischen den durch Lautschriftzeichen (→ Lautschrift) erfaßbaren Lauten bilden sich Übergänge aus. Sie sind für die Verständlichkeit wesentlich und müssen bei synthetischer, aus einzelnen Sprechlauten zusammengesetzter Sprache (→ Sprache, synthetische) unbedingt berücksichtigt werden.

Literatur: B. Cramer: Nachrichtentechn. Z. 17 (1964), H. 8, S. 413—424.

Lautverständlichkeit. Das Verhältnis der verstandenen Laute zur Gesamtzahl der gesprochenen Laute in Prozent (→ Verständlichkeit).

Lawinendurchbruch → Durchbrucheffekte.

Lawrence-Röhre → Farbbildwiedergaberöhre.

***LC*-Schaltungen** oder Reaktanzschaltungen sind Schaltungen, die nur Induktivitäten und Kapazitäten, evtl. auch Übertrager, enthalten, → Vierpoltheorie 3 und 4.

Lebensdauer von Elektronenröhren → Glühkathode, → Röhrenqualität.

Leber, Georg, Bundesminister für Verkehr und für das Post- und Fernmeldewesen. Geboren am 7. Oktober 1920 in Obertiefenbach (Oberlahnkreis). Nach Besuch der Volks- und Handelsschule Ausbildung als kaufmännischer Angestellter. Von 1939 bis 1945 Wehrdienst. Nach Kriegsende Tätigkeit als Maurer. 1947 Eintritt in Gewerkschaft und SPD. 1949 Geschäftsführer der Baugewerkschaft Limburg (Lahn). Von 1951 an Vorsitzender des Ortsvereins der SPD. 1952 Redakteur der Gewerkschaftszeitung »Der Grundstein«. 1953 Mitglied des Hauptvorstandes der Industriegewerkschaft Bau, Steine, Erden; im Oktober 1957 zum ersten Vorsitzenden gewählt. Mitglied des Bundesvorstandes des Deutschen Gewerkschaftsbundes und des Geschäftsführenden Vorstandes des Internationalen Bundes der Bau- und Holzarbeiter. Präsident des Gemeinsamen Ausschusses der Gewerkschaften der Bau- und Holzwirtschaft in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. Mitglied des Deutschen Bundestages seit 1957. Von 1958 bis 1959 Mitglied des Europäischen Parlaments. 1961 in den Vorstand der SPD-Fraktion im Deutschen Bundestag gewählt. Vom gleichen Jahr an auch Mitglied des Vorstandes der SPD. Vom 1. Dezember 1966 bis 21. Oktober 1969 Bundesminister für Verkehr. Seit dem 22. Oktober 1969 Bundesminister für Verkehr und für das Post- und Fernmeldewesen.

Lebensdauer von Ladungsträgern → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Lecherleitung → Energieleitung.

Leckspürer werden bei der DBP zur Ortung von Lecks an gasgefüllten Weitverkehrskabeln benutzt, die außer der Stickstoffüllung noch das halogenhaltige Frigengas enthalten. Das Frigengas kann bereits bei der Füllung der Kabel mit Stickstoff beigemischt sein oder auch später, wenn sich ein Gasstrom durch ein Leck im Kabel ausgebildet hat, → Druckgasüberwachung, eingeblasen werden. Nachdem durch den Gasstrom das Frigengas so weit vorgedrungen ist, daß es aus dem Leck austritt, durchsetzt es das das Leck umgebende Erdreich und verbleibt dort längere Zeit. Bei der normalen Verlegetiefe der Weitverkehrskabel von etwa 0,8 m tritt es wegen seines schwereren spezifischen Gewichts gegenüber der Luft aus dem Erdreich im allgemeinen nicht aus. Um es nachzuweisen, muß man daher längs der Kabelstrecke Löcher mit einer Stange oder einer Bohrmaschine von etwa 0,3 m Tiefe herstellen, bis man auf die »frigenverseuchte« Stelle trifft. Der L. besitzt ein Sondenrohr, das an einen kleinen Ventilator angeschlossen ist. Dieser saugt aus den hergestellten Löchern das Frigengas an und führt es einer vorhandenen Spezialröhre mit zwei Elektroden zu. Wenn das angesaugte Frigengas zwischen den beiden Elektroden der Spezialröhre hindurchfließt, erhöht sich der zwischen den Elektroden bestehende geringe Ionenstrom beträchtlich. Der Ionenstrom wird dem in dem L. eingebauten Verstärker zugeführt, der eine optische Anzeige an einem Instrument oder ein prasselndes Geräusch in einem Kopfhörer vermittelt.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, 17. Jg., Nr. 4.

Leerlaufnetzwerk → Fernschrank F 36.

Leerlaufspannung → Zweipol, elektrischer.

Leerlaufspannungsverstärkung → Barkhausengleichung.

Leerlaufwiderstand ist der Eingangswiderstand eines Übertragungssystems bei offenen Ausgangsklemmen, Beispiel → Leitungstheorie 1.4.

Leerlaufzeichen → Codierung.

Legeeffekt → Seekabelprüfung.

Legierungen. Gemische von Metallen, die durch Zusammenschmelzen und nachherige Abkühlung erhalten werden. In kleinerem Umfang können den Metall-L. auch Nichtmetalle beigemischt sein. Die L. von Quecksilber heißen Amalgame; leichtschmelzende, zum Löten verwendbare L. werden auch als Lote bezeichnet. Der Schmelzpunkt der L. liegt meist tiefer als der Schmelzpunkt der einzelnen Metalle.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Legierungstransistor. Das System eines L. besteht aus einem homogen dotierten hochohmigen Halbleiterplättchen, in welchem (Bild 1 zeigt dies am Beispiel eines L. aus Germanium) durch Umdotierung mittels des Legierungsverfahrens (→ Herstellung von pn-Übergängen, Abschn. 3) Emitter- und Kollektorzone hergestellt wurden. Diese beiden Zonen sind stark — und zwar gleich stark — dotiert, d. h. niederohmig, während die zwischen ihnen befindliche schmale Zone, die Basiszone, aus dem unveränderten hochohmigen Ausgangsmaterial besteht. Aus technologischen Gründen werden L. aus Germanium mit der Zonenfolge pnp und L. aus Silizium mit der Folge npn hergestellt.

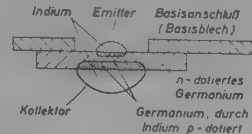


Bild 1. System eines Legierungstransistors aus Germanium.

Die Schwierigkeit, die beiden pn-Übergänge genügend planparallel herzustellen und einen vorgegebenen Abstand zwischen diesen, d. h. die Basisdicke, genügend genau einzuhalten, nimmt bei Unterschreiten einer Dicke von etwa 20 µm stark zu. L. besitzen deshalb eine relativ große Basisdicke (meist zwischen 20 und 50 µm; Schichtdicken von etwa 10 µm sind als unterste, mit vertretbarem technologischem Aufwand erreichbare Grenze anzusehen) und sind, da dies eine große Laufzeit der Minoritätsträger vom Emitter zum Kollektor bedingt (→ Hochfrequenztransistoren), ausgesprochene Niederfrequenztransistoren.

Der Vorteil des L. besteht vor allem in der einfachen Herstellungsweise, sein Nachteil in den mäßigen Hochfrequenzeigenschaften (erreichbare Grenzfrequenz: $f_{max} \approx 20$ MHz, → Hochfrequenztransistoren).

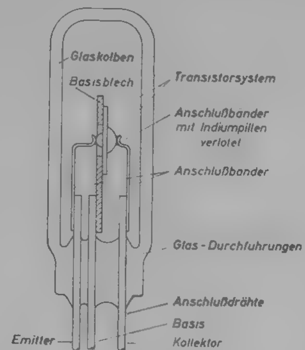


Bild 2.
Schnittbild eines Germanium-Transistors (Vorstufentransistor).

Bild 2 zeigt einen Schnitt durch einen L. für kleinere Leistung (Größenordnung 100 mW), Bild 3 einen L. für größere Leistung (einige W). Bei diesem ist die sog. Kollektorpille zur Erzielung einer guten Wärmeabführung direkt auf die Grundplatte des Transistorgehäuses aufgelötet (→ Leistungstransistor).

Neben den einfachen Legierungstransistoren, zu deren Nachteilen hinsichtlich gewisser Eigenschaften außer der relativ dicken Basisschicht auch die homogene Dotierung der Basis und die starke Dotierung der ganzen Kollektorzone gehören (→ Hochfrequenz- und → Leistungstransistor), gibt es einige Transistortypen, die bei inhomogener Dotierung der Basiszone

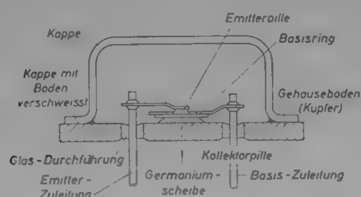


Bild 3. Schnittbild eines Germanium-Leistungstransistors.

teils eine kleinere Basisdicke (bis etwa 1 μm herab), teils ein Driftfeld in der Basis oder auch beides gleichzeitig aufweisen und bei deren Herstellungstechnik Legierungsverfahren (auch in abgewandelter und verfeinerter Form, z. B. kombiniert mit Aufdampftechnik) und Diffusionsverfahren miteinander kombiniert sind (→ Herstellung von pn-Übergängen, Abschn. 3). Hierzu gehören Drift- und Mesatransistor (→ Hochfrequenztransistoren) sowie Spielarten dieser Typen.

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikal.- u. techn. Grundlagen, Springer-Verlag, 1963 — K. Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart, 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Dosse, Der Transistor, R. Oldenbourg, München.

Aulbach

Legierungsverfahren zur Herstellung von pn-Übergängen → Herstellung von pn-Übergängen.

Lehrbeamte werden unter dieser Bezeichnung bei der DBP im Bereich des Fernmeldewesens verwendet

1. in Fernmeldeschulen, die den Ausbildungsreferaten der → Oberpostdirektionen als → Sonderstellen angegliedert sind,

2. beim → Fernmeldeschulamt Darmstadt, das dem → Fernmeldetechnischen Zentralamt untersteht,

3. in Unterrichtsstellen und Lehrwerkstätten bei den → Ämtern.

L. im vorstehenden Sinne sind je nach Aufgabenstellung Beamte der Laufbahnen des gehobenen Dienstes oder des mittleren Dienstes.

Lehrdorn für Klinkenhülsen → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel.

Lehrentschädigung wird an hauptamtliche Lehrbeamte, die eine bestimmte Mindestzahl von Lehrstunden wöchentlich erteilen, als Aufwandsentschädigung gezahlt. Durch die L. werden die durch die Lehrtätigkeit entstehenden Mehraufwendungen abgegolten. Hauptamtliche Prüfungstätigkeit wird der Lehrtätigkeit gleichgestellt.

Lehrlingsausbildungsstätten → Fernmeldelehrlinge.

Lehrlingsheime. → Fernmeldelehrlingen, die während ihrer Ausbildung nicht täglich an den Wohnort ihrer Eltern zurückkehren können, gewährt die DBP wohnliche Unterbringung in eigenen L. oder anderen Jugendwohnheimen.

Lehrmittelzentrale F. Vom Fernmeldetechnischen Zentralamt fachlich gelenkte Dienststelle mit z. Z. Sitz in München, die sich mit dem Entwickeln und Gestalten von Lehr- und Lernmitteln für das Fernmeldewesen der DBP befaßt.

Lehrstöpsel für Klinkenstreifen → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel.

Lehrvergütung. Lehrstunden nebenamtlicher Lehrbeamter und Zeitaufwand nebenamtlich tätiger Mitglieder von Prüfungsausschüssen sollen durch Gewährung von Freizeit abgegolten werden. Ist dies nicht möglich, so kann eine entsprechende L. gewährt werden. Die Höhe dieser L. setzt das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen fest. Sie ist abhängig von der Laufbahngruppe des unterrichteten Personals. Entsprechendes gilt für Prüfungen.

Leichtbenzin. Benzinsorte, die etwa zwischen 60 bis 110°C siedet und gewöhnlich aus Hexan, Heptan, Octan und deren Isomeren besteht. L. hat ein geringeres spezifisches Gewicht als Schwerbenzin. L. wird als Motorkraftstoff und in Wäschereien als Lösungsmittel für Fette und Öle verwendet; man gewinnt es bei der Erdöldestillation und Benzinsynthese.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

leichte Bespulung → Bespulungssysteme.

Leichtgewichtkabel → Seekabelaufbau.

Leichtmetalle. Metalle, deren spez. Gewichte unter 4,5 liegen, Stoffe mit höherer Dichte sind Schwermetalle. Zu den L. gehören: Aluminium (2,7), Magnesium (1,7), Beryllium (1,84), Lithinium (0,53), Natrium (0,97), Kalium (0,86), Rubidium (1,52), Caesium (1,87), Calcium (1,54), Strontium (2,6), Barium (3,74), Scandium (3,1), Yttrium (4,34), Titan (4,5).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Leinöl, ϱ 0,926—0,933, n_D 1,479—1,484, ist ein gelbes, charakteristisch riechendes, fettes vegetabilisches Öl, das an der Luft unter Änderung von Farbe und Viskosität »trocknet«. Die Gewinnung erfolgt durch Auspressen oder Extraktion aus dem Flachssamen. L. dient in der Fabrikation der → Anstrichstoffe zur Herstellung des Bindemittels. Seine Eigenschaften hierfür sind festgelegt in den DIN 55932 »Anstrichstoffe, Leinölfirnis, Technische Lieferbedingungen«. L. wird außerdem verwendet für Kitte und → Linoleum.

Leistung

1. mechanische L. → Dynamik.

2. elektrische L. → Wechselstromgrößen.

3. L. eines Bündels → Verkehrsleistung.

4. L. an Fernplätzen → Fernverkehrseinheit.

5. L. einer Schallquelle. Die akustische Gesamtleistung P in Watt, die von einer Schallquelle (→ Schallleistung) abgestrahlt wird. Sie wird bestimmt durch das Integral aus der → Schallintensität über die gesamte Fläche, welche die Schallquelle umschließt:

$$P = \oint_S J\,dS$$

J = Schallintensität, S = Fläche um die Schallquelle. Die Leistung einer Schallquelle kann in einem schalltoten Raum gemessen werden, indem man um die Schallquelle auf einer Kugelfläche in hinreichender Entfernung punktweise den Schalldruck feststellt, daraus die → Schallintensität bildet und über die Kugelfläche integriert. Am häufigsten geschieht die Bestimmung der Leistung einer Schallquelle in einem → Hallraum. Die von der Schallquelle abgestrahlte Schallenergie errechnet sich dann nach folgender Beziehung:

$$P = 6{,}06 \cdot 10^{-6} \cdot p^2 \cdot A \text{ in } \mu \text{ Watt}$$

p ist der Schalldruck in µbar, der mit einem Schallpegelmesser gemessen wird und A die äquivalente Schluckfläche in m², die durch eine Nachhallmessung bestimmt wird (→ Nachhall).

Literatur: W. Heimann, Elektr. Nachr. Techn. 9, (1932) — E. Meyer, P. Just, Z. Techn. Phys. 10, (1929).

Leistungsarten im Fernmeldebau → Arbeitsplan für den Fernmeldebau.

Leistungsauskopplung, Kopplungseinrichtung, mit der eine bestimmte Leistung z. B. die Nennleistung dem Funksender bei gutem Wirkungsgrad entnommen wird.

Leistungsmeßverfahren, kalorimetrisches. Die Hochfrequenzausgangsleistung von Sendern mit mehr als 10 kW Nennleistung wird sehr häufig nach dem k. L. mit Hilfe einer wassergekühlten künstlichen → Antenne (k. A.) gemessen. Nach Kompensierung der Blindkomponenten der k. A. wird zunächst der Wirkwiderstand durch Strom- und Spannungsmessung im Resonanzfall ermittelt. Da in vielen Fällen der Senderausgang über ein Hochfrequenzenergiekabel mit dem offenen Antennenkreis verbunden ist, hat die k. A. den gleichen Widerstand von z. B. 50 oder 60 Ohm wie der Eingangswiderstand des Hochfrequenz-Energiekabels bei richtiger Abstimmung und Anpassung der offenen Antenne. Die an die wassergekühlte k. A. abgegebene Hochfrequenzleistung des Senders läßt sich aus der an das Kühlwasser abgegebenen Wärmemenge folgendermaßen ermitteln. Man mißt die Temperaturdifferenz $\Delta T = T_2 - T_1$ in Grad Celsius zwischen Wasserzulauf (T_1) und Wasserablauf (T_2) und mit Hilfe der eingebauten Wasseruhr die Wasserdurchflußmenge Q in Litern während einer Zeit von t Sekunden. Nach der Formel:

$$N = \frac{\Delta T \cdot Q}{0{,}24 \cdot t} \text{ kW}$$

wird die an die k. A. abgegebene Hochfrequenzleistung berechnet, wobei der Faktor $\frac{1}{0{,}24}$ das elektrische Wärmeäquivalent darstellt. Dieser Faktor ergibt sich aus der Tatsache, daß die elektrische Energie von 1 kW-Stunde bei vollständigem Umsatz in Wärme eine Wärmemenge von 864 Cal erzeugt. Es gibt hierbei die Beziehung:

$$1 \text{ kW} = \frac{864 \text{ Cal}}{1 \text{ Stunde}} = \frac{864 \text{ Cal}}{3600 \text{ sec}} = 0{,}24 \text{ Cal/sec}\,.$$

Literatur: E. Meinel und C. Zieger, Die wichtigsten Verfahren der Sendermeßtechnik. Fernmelde-Ing. (1944), Heft 1/2, Seite 34–35.

Meinel

Leistungspegel → Pegel.

Leistungstransistor → Transistor, der in der Lage ist, auf der Kollektorseite große Leistung, großen Strom oder hohe Spannung abzugeben. Zusätzliche Forderungen werden an ihn, je nach Verwendungszweck, u. a. hinsichtlich Leistungsverstärkung, Frequenzverhalten, Wirkungsgrad und Verzerrungsfreiheit gestellt.

L. werden meist im Grenzbereich der Strom-, Spannungs- und thermischen Belastbarkeit betrieben. Wichtige Probleme bei ihrer Konstruktion und Fertigung sind daher u. a. gute Wärmeabführung, Vermeidung nachteiliger Hochstromeffekte und hohe Spannungsfestigkeit des Kollektor-Basis-Übergangs. Die maximal zulässige Verlustleistung ist umso größer, je besser die in der Kollektorsperrschicht entstehende Wärme abgeleitet wird und je höher die maximal zulässige Sperrschichttemperatur ist (→ pn-Übergang, Abschn. 2). Der Kollektor ist deshalb als möglichst dünne Schicht ausgebildet und direkt auf den Gehäuseboden aus Kupfer aufgelötet (z. B. → Legierungstransistor für größere Leistung), welcher seinerseits in gutem Wärmekontakt mit dem Chassisblech oder einem besonderen, luft- oder wassergekühlten Kühlkörper steht.

Man definiert für den Wärmefluß einen Wärmewiderstand K des Transistors durch die Gleichung:

$$N_{\text{verl}} = (T_1 - T_a)/K,$$

worin N_{verl} die Verlustleistung, T_1 die Temperatur im Kollektor-Basis-Übergang und T_a die Umgebungstemperatur ist.

Zum Bau von L. wird Silizium oder Germanium verwendet, doch ist Silizium hinsichtlich thermischer Belastbarkeit (höhere zulässige Sperrschichttemperatur) überlegen (auch für Hochfrequenz-L., → Hochfrequenztransistoren). Die in den Bahngebieten entstehende Verlustleistung wird, indem für möglichst niedrige Bahnwiderstände gesorgt wird, auf kleinstmöglichen Wert reduziert, z. B. werden Transistoren

mit diffundierter Basis zur Erniedrigung ihres Kollektor-Bahnwiderstandes als → Epitaxie-Transistoren ausgebildet.

Die zulässigen Stromdichten, welche bei L. einige A/cm² betragen können, werden außer durch die maximal zulässige Verlustleistung begrenzt durch den Abfall der Stromverstärkung bei hohen Stromdichten (→ Transistor, Abschn. 1) und durch die Stromverdrängung zum Emitterrand hin, welche folgendermaßen zustande kommt: Wegen des endlichen Widerstandes der dünnen Basisschicht fällt ein Teil der zwischen Emitter- und Basiselektrode liegenden Spannung innerhalb der Basiszone in der Weise ab, daß die am pn-Übergang zwischen Emitter und Basis liegende Flußspannung und damit die Emissionsfähigkeit der Emitterfläche vom Rand der Fläche nach innen zu abnimmt. Da mit wachsendem Emitterstrom der Basisstrom stärker zunimmt als die Emitter-Flußspannung, wird der Randverdrängungseffekt mit wachsender Stromdichte immer größer. Bei hoher Stromdichte injiziert der Emitter praktisch nur noch in einer schmalen Randzone. Die effektive Emitterfläche ist dann verringert. Sie wird am wirksamsten und vorteilhaftesten dadurch vergrößert, daß man das Verhältnis von Emitterrand (mit dicht benachbartem Basiskontakt, da der Basisbahnwiderstand möglichst klein sein soll) zu Emitterfläche möglichst groß macht. Dies wird dadurch erreicht, daß Emitterfläche und Basiskontaktfläche als ineinandergreifende, aus möglichst schmalen Streifen zusammengesetzte Strukturen (meist kammartig oder auch ringförmig) ausgebildet werden. Solche Strukturen sind gleichzeitig hinsichtlich des Hochfrequenzverhaltens besonders günstig (Hochfrequenz-Leistungstransistoren, → Hochfrequenztransistoren). Außerdem werden durch die Vergrößerung der wirksamen Emitterfläche diejenigen Effekte, welche bei hohen Stromdichten die Stromverstärkung verringern (Oberflächen- und Volumen-Rekombination, Herabsetzung des Emitterwirkungsgrades, → Transistor, Abschn. 1), erst bei wesentlich höherem Gesamtstrom wirksam. Die maximal zulässige Kollektorspannung wird entweder durch die Lawinendurchbruchspannung oder durch die Durchgreifspannung (→ Durchbrucheffekte), je nachdem, welche der beiden Spannungen niedriger liegt, bestimmt. Die Forderung hoher Durchbruchspannung und Durchgreifspannung bei gleichzeitig guten Hochfrequenzeigenschaften kann durch Transistoren mit diffundierter Basis (inhomogener Störstellenverteilung in der Basis, → Hochfrequenztransistoren, Planartransistoren, → Planartechnik) besonders gut, durch → Legierungstransistoren (mit homogener Basisdotierung) weniger gut erfüllt werden. Zu den L. sind auch die als Leistungsschalter ausgelegten → Schalttransistoren zu zählen, an welche besondere Anforderungen hinsichtlich Schalteigenschaften sowie Strom- und Spannungsbelastbarkeit bei geringer Restspannung bzw. geringem Reststrom gestellt werden.

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikal- und techn. Grundlagen, Springer-Verlag 1963 — K. Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Dosse, Der Transistor, R. Oldenbourg, München.

Aulbach

Leistungszählung. Bei den L. im handvermittelten Fernsprechferndienst werden das Verkehrsangebot eines Werktags und der für die Abwicklung dieses Verkehrs aufkommende Arbeitsaufwand ermittelt. Das Ergebnis der L. bringt für eine Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) folgende Aussagen:

a) Zahl der Fernplatzstunden zur Ermittlung des Kräftebedarfs im Leistungsnachweis,

b) Zahl der in den einzelnen Tagesstunden nach dem Verkehrsanfall zu besetzenden Fernplätze,

c) Zahl der erforderlichen Fernplätze in den Hauptverkehrsstunden und

d) Größe der Fernplatzgruppen (A-, B- u. D-Plätze) → Fernplatzarten.

Die L. wird jährlich mindestens einmal am 2. Donnerstag im November (früher im Mai und November) sowie bei jeder Verkehrsstrukturänderung, z. B. Änderung des Anmeldebereichs, durchgeführt.

Die örtlichen Verhältnisse müssen bei der Festlegung des Zähltages berücksichtigt werden. Zum Vergleich, ob der Verkehr am Zähltag vom Tagesdurchschnittsverkehr beträchtlich abweicht, wird der Verkehr des Zähltages dem durchschnittlichen Tagesverkehrsaufkommen aus den drei vorhergehenden Monaten gegenübergestellt. Die Verkehrszählung muß wiederholt werden, wenn die Abweichung mehr als 15 v. H. beträgt.

Erfahrungsgemäß ändert sich die Verkehrsstruktur einer FernVStHand — soweit nicht grundsätzliche Strukturänderungen (Ausdehnung des Selbstwählferndienstes auf weitere Zielbereiche, Änderung des Anmeldebereichs) eintreten — nur in großen Zeiträumen. Auf die Verkehrsermittlung an mehreren Tagen wird deshalb wegen der umfangreichen Arbeiten bei einer L. verzichtet. Für die Ermittlung des Verkehrsaufkommens am Wochenende wird an dem auf den Zähltag folgenden Sonnabend und Sonntag eine vereinfachte L. durchgeführt.

Die Erhebungen und Ermittlungen zur L. gliedern sich im zeitlichen Ablauf wie folgt:

1. Ermitteln des Verkehrsangebots. Die in den einzelnen Tagesstunden aufkommenden Gesprächs- und Tätigkeitsarten, d. s. die Bezugseinheiten (BzE), werden mit Hilfe der Gesprächsblätter und besonderen Zählbogen für die ankommenden Gespräche festgestellt → Bemessung der Tätigkeiten.

2. Ermitteln des Verkehrsfaktors. Unter Verkehrsfaktor (Vkf) versteht man den mittleren Arbeitsaufwand in Fernverkehrseinheiten (FVE) für ein beliebiges Gespräch. Der Vkf kennzeichnet die Arbeitssituation bei einer FernVStHand und verringert die Rechengänge für die Erstellung der → Tagesverkehrsübersicht beträchtlich.

Der Vkf wird wie folgt ermittelt: Der Tagessummenwert der Tätigkeiten ($BzE_1 \ldots {}_{19}$) wird mit dem jeweils zugehörigen Bemessungswert, → Bemessung der

Tätigkeiten, multipliziert und diese Werte durch Aufaddieren zur Tagesarbeit »Arb« zusammengefaßt. Die Tagesarbeit wird durch das Tagesgesprächsangebot »F« (das ist die Summe der abgehenden und ankommenden Gespräche von 7—21 Uhr) dividiert:

$$\text{Vkf} = \frac{\sum \text{Arb}}{\sum \text{F}} = \text{FVE/Gespräche.}$$

Für die Errechnung des Vkf steht ein Formblatt zur Verfügung.

3. Ermitteln des Arbeitsaufwands (Summe der FVE) in den einzelnen Tagesstunden. In der → Tagesverkehrsübersicht wird das Gesprächsangebot, der Arbeitsaufwand, die errechneten Fernplatzstunden sowie die durchschnittliche Leistung der Kräfte für jede Tagesstunde zahlenmäßig und graphisch ermittelt.

Bärenz

Leitaderverfahren → Auslandsrichtungskoppler.

Leitbild → Mikrofilm für Fernsprechauskunftszwecke.

Leiter. Unter dem Gesichtspunkt der elektrischen Leitfähigkeit werden die Stoffe seit langem in drei Gruppen eingeteilt: Leiter, Halbleiter und Nichtleiter. Man kann folgende grobe Unterteilung der festen Stoffe vornehmen:

Metallische L.	10^{-4} Ωcm
Halbleiter	10^{-4} bis 10^{10} Ωcm
Isolator	10^{10} Ωcm.

In jedem Stoff befinden sich ungeheuere Mengen positiver und negativer Ladungsträger in gleicher Anzahl. Im elektrischen L. ist ein großer Teil dieser Ladungsträger leicht beweglich. Schon unter dem Einfluß eines beliebig schwachen elektrischen Feldes erhalten die beweglichen Ladungen eine Bewegungskomponente in Richtung des Feldes oder in entgegengesetzter Richtung, je nachdem die Ladungsträger positives oder negatives Vorzeichen haben. Es fließt also ein elektrischer Strom. Der elektrische Widerstand eines L. ist infolge der leichten Beweglichkeit der Träger nur gering. In Isolatoren ist nur ein verschwindend kleiner Teil der Ladungsträger beweglich. Ein elektrischer Strom kommt praktisch nicht zustande. Isolatoren haben deshalb einen hohen elektrischen Widerstand. Der überwiegende Teil der Ladungsträger ist unbeweglich. Zwischen den L. und Isolatoren liegen die Halbleiter. Diese enthalten im Vergleich zu den L. nur eine beschränkte Zahl beweglicher Ladungsträger. Ihr elektrischer Widerstand liegt zwischen denen der L. und der Isolatoren. Zwischen L., Halbleitern und Isolatoren gibt es keine scharfen Abgrenzungen. Vielmehr kommen alle möglichen Zwischenstadien vor. Viele kristalline Stoffe, z. B. Alkalihalogenide, sind bei tiefer Temperatur gute Isolatoren, bei höheren Temperaturen Halbleiter und im geschmolzenen Zustand bei hoher Temperatur gute L. Nach der Art der in ihnen bewegten Ladungsträger teilt man die L. in die Elektronenleiter und die Ionenleiter. Elektronenleiter sind insbesondere die Metalle. Ionenleiter sind die Elektrolyte, also wässerige Lösungen von Salzen, Säuren und Basen, sowie geschmolzene Salze.

L. (z. B. in einem Kabel): Der zur Stromleitung dienende Metall-Leiter ohne Isolierung. Leiter für Fernsprechkabel bestehen aus Kupfer (Cu); Leiter aus Aluminium (Al) waren in der Fernmeldetechnik stets nur Notbehelf. Cu-Leiter müssen aus Weichkupfer (ausgeglühtes Elektrolytkupfer) bestehen. Verbindungsstellen der Leiter müssen eine Zugfestigkeit des gleichen Leiters ohne Verbindungsstelle aufweisen. Bei gleichem elektr. Widerstand entspricht dem Durchmesser eines Cu-Leiters 0,9 mm ein Al-Leiter 1,15 mm, eines Cu-Leiters 1,4 mm ein Al-Leiter 1,8 mm; für Al-Leiter sind nur 49 % des Cu-Gewichts aufzuwenden. Leitaluminium läßt sich leicht verarbeiten (warm walzbar, kalt ziehbar) und verhältnismäßig leicht schweißen; beim Löten wegen schneller Oxydation besonderes Reibelot erforderlich. Bei Berechnung des Widerstandes eines Kabelleiters beachten, daß ggf. durch Verdrallung die wirkliche Länge größer ist als die Leiterlänge.

Literatur: Physikalisches Wörterbuch Westphal, 1952.

Dietrich/J. Fischer/Knebel

Leiterbahn (galvanisch). Als Trägermaterial für L. kann ein handelsüblicher Isolierstoff verwandt werden, den man zweckmäßigerweise mit Durchbrüchen zur Aufnahme der Bauelemente versieht. Die Platte wird mit einer Klebeschicht und darauf mit einer Leitschicht vollständig überzogen, auf die man ein negatives Druckbild des Leitungsmusters aufbringt. In einem galvanischen Bad wird auf die nichtbedruckten Flächen der Leitungszug aufgebaut und anschließend zwischen den Leitungszügen die Farbe mit der Leitschicht abgewaschen. → gedruckte Schaltungen.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Funktechnik, 1960.

Leiterplatte. Basismaterial, das ein Bild (mindestens ein Leiterbild) trägt, alle vorgesehenen Löcher enthält und auf Maß zugeschnitten ist. → gedruckte Schaltungen.

Literatur: Entwurf DIN 40 804, Mai 1967.

Leitfähigkeit, elektrische → Leiter.

Leitkabel, früher gebrauchte Kabel in der Einfahrt von Häfen, die bei unsichtigem Wetter oder beim Fehlen der üblichen Betonnung und Befeuerung den Schiffen ermöglichen sollten, die Fahrrinne zu finden und sicher einzuhalten. Grundgedanke: In das in der Fahrrinne ausgelegte Kabel mit geerdetem Leiter werden vom Landungspunkt aus Wechselströme im Takt von Morsezeichen gesandt; das mit Induktionsspulen (zu beiden Bordseiten oder an besonderem Schleppkabel angebraucht) und Röhrenverstärkern ausgerüstete Schiff fährt zunächst quer zur Richtung des L., bis es Zeichen hört, und sodann unter ständiger Aufnahme und Beobachtung der Zeichen mittels eines optischen und akustischen Aufnahmeapparats ober-

halb des L. entlang. Heute durch die Fortschritte im Funkwesen (z. B. Radartechnik) überholt.

Leitlacke. Pigmentierte Anstrichstoffe, bei denen das Pigment mindestens zum überwiegenden Teil aus Metallpulver (Silber, Kupfer) oder Graphit besteht. Die suspendierten Metall- bzw. Graphitteilchen müssen sich berühren, um eine elektrische Leitfähigkeit zu ermöglichen. → gedruckte Schaltung.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Leitplatz. Am L. der → Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) werden die vom Störungsprüfplatz nicht erledigten Störungsmeldungen abschließend bearbeitet. Die L.-Kraft entscheidet, welche Maßnahmen zum Beheben der Störung zu veranlassen sind, verteilt die Arbeiten auf die → Entstörer, weist auf Unfallgefahren sowie andere zu beachtende Merkmale hin und regelt und überwacht den Arbeitseinsatz. Falls der Entstörer den Auftrag wegen der Art, des Umfanges oder aufgrund unzureichender Hilfsmittel nicht erledigen kann, weist der L. ihm einen zweiten Entstörer oder die → Aufsicht zu oder beauftragt den Fernmeldebau mit einem Instandsetzungsauftrag mit der endgültigen Beseitigung des Fehlers. Die regelmäßig auszuführenden Arbeiten, meist Tätigkeiten kontrollierender oder vorbeugender Art, werden aufgrund der von den Karteikräften gefertigten Terminzettel veranlaßt, während die aus besonderem Anlaß auszuführenden Arbeiten mit Auftragszetteln vergeben werden. Für jeden Entstörer wird am L. ein Arbeitsnachweis geführt, aus dem zu ersehen ist, wann und wo er eingesetzt war. Dem L. von der → Störungsannahme über → Abwurfleitungen zugeleitete Anfragen beantwortet er aufgrund der vorliegenden Unterlagen und Informationen. Während bei kleineren FeESt die L.-Tätigkeiten noch zusammen mit Prüfaufgaben an → All- oder → Prüfplätzen erledigt werden können, müssen in mittleren und großen FeESt aus betrieblichen Gründen besondere L. aufgestellt und in größeren Verhältnissen zu L.-Gruppen zusammengefaßt werden. Eine L.-Gruppe soll im Regelfall drei Plätze umfassen. Ihr wird ein Leitgebiet, das ist ein Teil des Gebietes einer FeESt, zur Bearbeitung zugewiesen. Entsprechend dem Arbeitsumfang sind die L. zum Ablegen der Arbeitsunterlagen mit unterschiedlichen → Fachablagevorrichtungen ausgerüstet. Bei Bedarf können → Leittafeln aufgestellt werden. Sind mehrere L. vorhanden, ist der Einbau einer Hochkant-Förderbandanlage zum Transport der Arbeitsunterlagen wirtschaftlich vertretbar. Als Arbeitsplatz wird ein Leittisch 59 verwendet. Da das Leiten überwiegend fernmündlich ausgeführt wird, ist der Leittisch mit Dienstanruftasten für ankommende Gespräche über Gruppenwähler und Abwurfleitungen von den Störungsannahmetischen ausgerüstet. Für den abgehenden Verkehr und den Platzanruf ist je L. ein Vorwähler (VW)/Teilnehmerschaltung (TS) und Leitungswähler-(LW-)Anschluß vorhanden. Alle ankommenden Gespräche sind gebührenfrei. *Harbarth*

Leitringantenne → Längsstrahler.

Leitsätze über Beeinflussung → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Leitscheibenantenne → Längsstrahler.

Leitstrahlverfahren → Funkortung.

Leittafel kann im Betriebsraum großer Fernsprechentstörungsstellen (FeESt) bei den Leitplätzen aufgestellt werden. Sie besteht aus einer mit einem kartographischen Plan überzogenen Blechplatte von etwa 1,5 m², worauf das Gebiet der FeESt, die Leitgebiete, die Einsatzgebiete der Entstörer usw. in genügender Größe dargestellt sind. Auf der L. wird der jeweilige Einsatzort der Entstörer oder die als gestört gemeldete Sprechstelle mit Hilfe kleiner Magnetkerne, die an der aufgesetzten Stelle haftenbleiben, markiert.

Leitung. Als physikalischer Vorgang: Transport von Elektronen und Ionen; als technischer Gegenstand: Langgestreckte, in der Regel drahtförmige metallische Körper, die elektrische Ströme führen und zwischen denen eine elektrische Spannung besteht; abgesehen von → Hohlleitern mindestens 2 Stromwege, Hin- und Rückleitung, erforderlich, um eine elektrische Leistung (Starkstromleitung) oder eine Information (Fernmeldeleitung) zu übertragen. Fernmeldeleitung nach Übertragungsmedium unterschieden in Drahtleitung und Funkleitung, wobei die Drahtleitung eine Freileitung oder eine Kabelleitung sein kann. Nach Ausnutzung unterschieden in Zweidrahtleitung, Vierdrahtleitung, Niederfrequenzleitung, Trägerfrequenzleitung, Hochfrequenzleitung. Nach Schalttechnik unterschieden in Stammleitung, Viererleitung, Achterleitung. Nach äußerer Form unterschieden in Einfachleitung, Doppelleitung, verseilte Leitung, Bündelleitung, Koaxialleitung, Bandleitung. Nach Verwendungszweck unterschieden in Fernsprechortsleitung (z. B. Hauptanschluß-, Nebenanschluß-, Ortsquerverbindungs-, Ortsabzweig-, Gemeinschaftshaupt-, Gemeinschaftszweig-, Wählstern-, Ortsverbindungsleitung usw.), Dienstleitung, Bezirksleitung, Fernleitung, Meldeleitung, Ferndienstleitung, Zubringerleitung, Fernschreibleitung, Datenübertragungsleitung, Rundfunkleitung u. a. Nach elektrischem Verhalten unterschieden in homogene, inhomogene, verlustlose, verzerrungsfreie Leitung. Nach Widerstandsdämpfung unterschieden in belastete und unbelastete Leitung. Schließlich Erscheinungsform als künstliche Leitung als Nachbildung oder Verlängerungsleitung einer Fernsprechleitung (→ abgehend betriebene Leitung, → ankommend betriebene Leitung, → besonders kostspielige Leitung).

Literatur: Lueger, Lexikon der Technik, Band 2, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, 1960. *Knebel*

Leitung mit höherer Betriebssicherheit → Beeinflussung von Fernmeldeanlagen.

Leitungen für die Datenübertragung. Für die Datenübertragung im Rahmen der → Dateldienste können Breitbandleitungen, Leitungen mit Fernsprechbandbreite oder Binärleitungen verwendet werden. Die Einordnung der Leitungen in das Fernmeldenetz ist dem folgenden Bild 1 zu entnehmen.

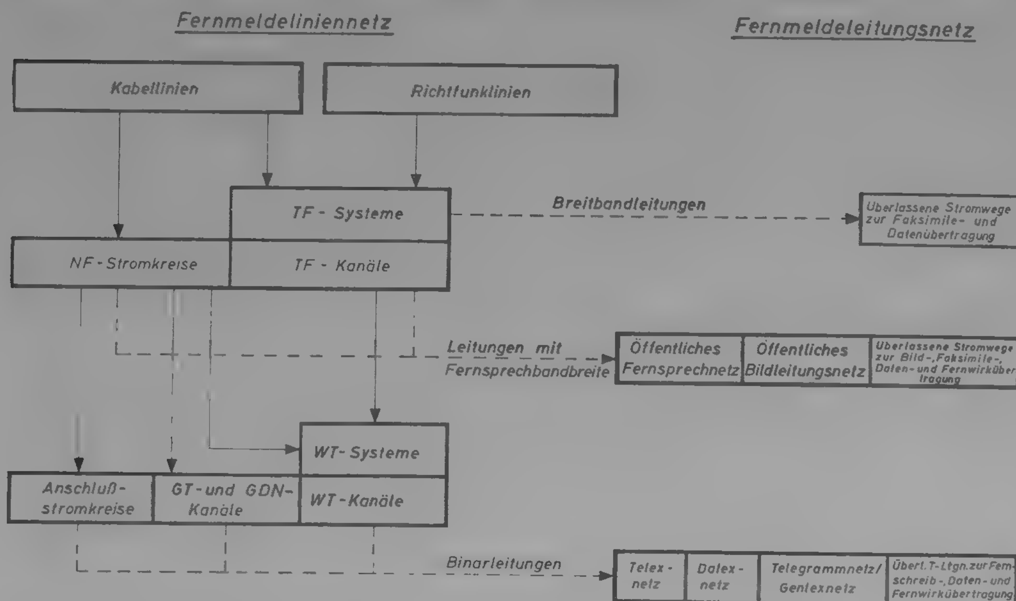


Bild 1. Aufbau des Fernmeldenetzes für die Telegrafen- und Datenübertragung.

Über welche Übertragungswege Binärleitungen oder Telegrafenleitungen geführt sind, ist aus Bild 2 zu ersehen.

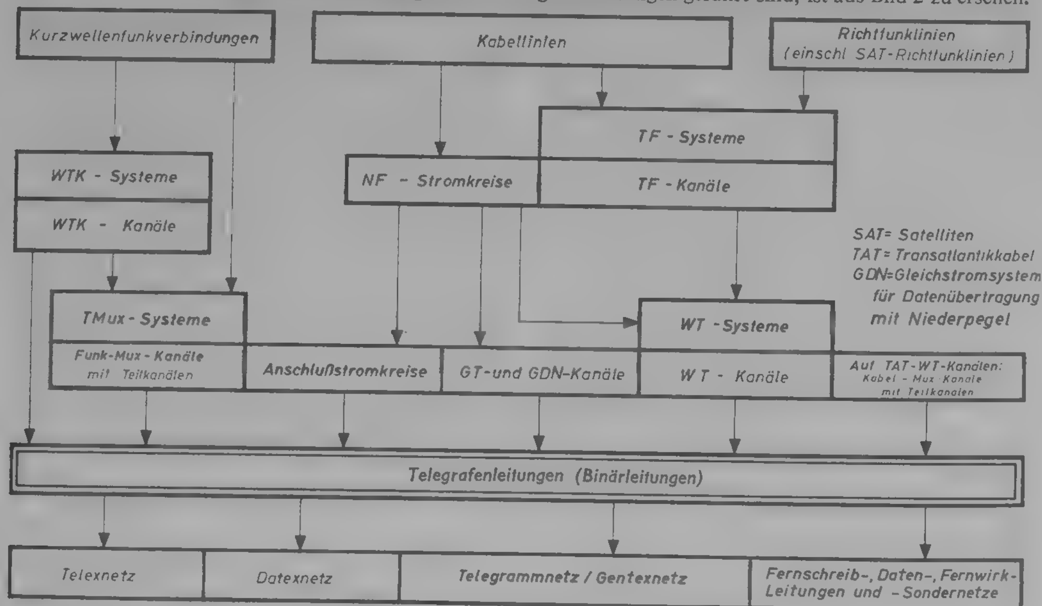


Bild 2. Übertragungswege für Telegrafenleitungen im Fernmeldenetz.

Bei Breitbandleitungen und Leitungen mit Fernsprechbandbreite werden bei Datenendstellen für die Datenübertragung Modems eingesetzt. Nach einer Definition des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) können die Einrichtungen bei einer Datenendstelle wie folgt gegliedert werden:

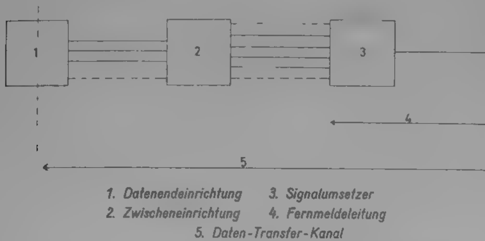


Bild 3. Fernmeldeleitung und Daten-Transfer-Kanal.

Literatur: Liste der Definitionen des CCITT. *W. Tietz*

Leitungen in Fernmeldestromversorgungsanlagen. 1. L. zum Anschluß der Stromversorgungsgeräte an das Starkstromnetz sind so zu bemessen, daß keine unzulässige Erwärmung auftreten kann. Verwendet werden kunststoffisolierte L. oder Kabel mit Kunststoffisolierung und Kunststoffmantel. Bei der Auswahl, der Bemessung und der Verlegung der L. oder Kabel sind die Vorschriften der VDE 0100 zu beachten. Die zulässige Dauerbelastung kann den Tafeln 9 oder 11 bzw. 12, die Zuordnung der Schutzorgane und Nennquerschnitte der Tafel 13 dieser Bestimmungen entnommen werden.

2. Batterie-L. sowie die gleich- oder wechselstromführenden Speise-L. zur Versorgung der Fernmeldeeinrichtungen werden nach dem zulässigen Spannungsabfall bemessen. Sie müssen jedoch den thermischen Anforderungen der VDE-Vorschriften 0100 genügen. Der Querschnitt des Leiters Q in mm² kann bei der Länge L des Leiters in m, einem Höchststrom J in A, einer elektrischen Leitfähigkeit von 56 S/mm² für Cu und einem zulässigen Spannungsabfall U in V berechnet werden nach der Formel: $Q = \frac{J \cdot L}{56 \cdot U}$. Für Leitungsquerschnitte bis etwa 300 mm² wird in den meisten Fällen kunststoffisolierte L. oder Kabel mit Kunststoffisolierung und Kunststoffmantel gewählt. Bei Querschnitten über 300 mm² werden Flachkupferleiter bevorzugt. In Batterieräumen werden im allgemeinen L. mit Querschnitten bis 300 mm² in Rundkupfer, bei größeren Querschnitten in Flachkupfer verlegt. Bei geschlossenen Batterien können für Querschnitte bis 300 mm² auch L. mit säurebeständiger Kunststoffisolierung oder Kabel mit säurebeständiger Kunststoffisolierung und säurebeständigem Kunststoffmantel verwendet werden. Blanke Leiter erhalten in Batterieräumen einen säurebeständigen Farbanstrich.

Die spannungsführenden nicht geerdeten blanken L. sind außerhalb des Batterieraums mit Isolierschlauch oder Isolierrohr zu isolieren. Sie sind ferner durch Farbanstrich nach der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 19 AN 1 zu kennzeichnen. Eindrig geführte L. eines Stromkreises müssen zur Verminderung des induktiven Widerstandes möglichst eng nebeneinander verlegt werden. *Vetter*

Leitungen für den Ortsdienst. Die L. sind Bestandteil der Ortsnetze (ON), die mehrere (Orts-)Vermittlungsstellen haben. Mit ihrer Hilfe können beliebige Sprechstellen, die sich in verschiedenen Anschlußbereichen desselben ON befinden, miteinander in Fernsprechbeziehung treten. Praktisch nennt man diese Leitungen auch Ortsverbindungsleitungen. Im Gegensatz dazu zählen Anschlußleitungen, Leitungen zu außenliegenden Nebenstellen, Querverbindungen und Abzweigleitungen zu den Teilnehmereinrichtungen.

Zum Ortsverbindungsleitungsnetz gehören auch die Leitungen für den gebührenmäßig wie Ortsverkehr zu behandelnden Verkehr zwischen den ON.

Leitungen zwischen den Ortsnetzen. Die L. sind die Verbindungswege für den Sprechverkehr zwischen verschiedenen Ortsnetzen (ON). Es kann sich dabei um Fernverbindungswege handeln; dann sind sie — im Gegensatz zu den Leitungen für den Ortsdienst — nicht Bestandteil des oder der ON. Sie sind aber Bestandteil des öffentlichen Fernsprechnetzes. Es kann sich aber auch um Leitungen für den gebührenmäßig wie Ortsverkehr zu behandelnden Verkehr zwischen ON handeln; dann sind die Leitungen im wesentlichen Bestandteil der ON.

Leitungs-Analogon → Artikulationssystem.

Leitungsband → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Leitungsbezeichnung → Bezeichnung und Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld.

Leitungsbronze ist eine Legierung von Kupfer mit Zinn, Zink, Kadmium, Magnesium oder Beryllium, die die Zugfestigkeit zwar erhöhen, die Leitfähigkeit aber stark herabsetzen. L. ist für Freileitungen besonders geeignet. Ein Zusatz von Kadmium zur Erhöhung der Zugfestigkeit beeinträchtigt die Leitfähigkeit des Kupfers am wenigsten. Für zugfeste Kabelleitungen in Feldkabeln findet eine 0,1- bis 0,25prozentige Kadmiumlegierung oder eine 0,1prozentige Silberlegierung Verwendung, die bei bestimmter Verarbeitung fast die gleiche Leitfähigkeit von reinem Kupfer erreicht. Leitfähigkeit bei 20°C m/Ω · mm²: ≈ 36, Zugfestigkeit kp/mm²: 66–68.

Literatur: Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ), Norm 737 71 TV 2 — DIN 48 300 — Ehlers/Lau, Kabelherstellung, Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg.

Leitungsbündel. Ein L. umfaßt mehrere Leitungen, die zusammen die gleiche Funktion erfüllen und die sich gegenseitig aushelfen oder ersetzen können. Die Anzahl der Leitungen eines Bündels hängt ab von der Größe des Verkehrsangebots, vom Verlust bzw. Überlauf und von der Erreichbarkeit, mit der das L. abgesucht wird. Man unterscheidet L. mit voller Erreichbarkeit, die etwas veraltet auch vollkommene Bündel

genannt werden, und L. mit begrenzter Erreichbarkeit, die auch unvollkommene Bündel genannt werden.

L. mit voller Erreichbarkeit haben unter sonst gleichen Bedingungen eine größere Verkehrsleistung als L. mit begrenzter Erreichbarkeit.

Leitungsdraht → Leiter.

Leitungsendgerät → PCM-Endstelle.

Leitungsentzerrer → Entzerrer, → Seekabelverstärker.

Leitungsgleichungen sind die Differentialgleichungen für den Ablauf der elektromagnetischen Vorgänge auf Leitungen, → Leitungstheorie 1.1, → Wellenausbreitung auf Leitungen.

Leitungskonstanten → Leitungstheorie.

Leitungskupfer ist Kupfer von sehr hohem Reinheitsgrad (99,9 %), wird elektrolytisch gewonnen und zu Barren verarbeitet. Für Freileitungen ist Kupfer außer seiner guten Leitfähigkeit deshalb von Bedeutung, weil es eine relativ hohe Zugfestigkeit und Dehnung besitzt. Weichgeglühtes Kupfer hat eine hohe Biegefestigkeit und ist besonders für Kabelleitungen geeignet. Es kann z. B. bei der Verseilung zu Paaren oder Vierern leicht in eine gewünschte Lage gebracht werden, ohne daß es zurückfedert. Verwendung auch als Bindedraht im Freileitungsbau. Leitfähigkeit bei 20°C m/Ω · mm²: ≈ 56, Zugfestigkeit kp/mm²: 44.

Literatur: Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ), Norm 737 71 TV 2 — DIN 48 300 — Ehlers/Lau, Kabelherstellung, Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg — Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Verlagsbuchhandlung E. Herzog, Goslar.

Leitungsmast → Stützpunkt.

Leitungsmechanismus in Halbleitern. Die elektrische Leitfähigkeit der → Halbleiter ist, ebenso wie die der Metalle, durch die Beziehung

$$\sigma = e \cdot n \cdot \mu \qquad (1\text{a})$$

gegeben. Dabei bezeichnet e die Ladung des Elektrons, n die Anzahl der Ladungsträger je cm³ und μ deren Beweglichkeit. Im Gegensatz zu den Metallen müssen aber beim Halbleiter bewegliche Ladungsträger zuvor durch Energiezufuhr (z. B. durch Wärme oder Licht) aus ihren Bindungen gelöst werden, ehe sie durch eine äußere Spannung in Bewegung gesetzt werden können. Der leitfähige Zustand macht sich deshalb erst oberhalb einer bestimmten, vom Material abhängigen Temperatur bemerkbar.

Zunächst seien reine Halbleiterkristalle, z. B. → Germanium oder → Silizium, betrachtet. In ihrem idealen Atomgitter sind sämtliche Valenzelektronen der Gitteratome innerhalb von Bindungsbrücken zu Nachbaratomen an feste Plätze gebunden. In der Vorstellung des → Bändermodells ist dieser Zustand durch ein vollständig besetztes Valenzband und ein ganz leeres Leitungsband gekennzeichnet. Da weder in einem ganz vollbesetzten noch in einem ganz leeren Band Ladungstransport vor sich gehen kann, verhält sich ein reiner Halbleiterkristall bei sehr tiefen Temperaturen wie ein Isolator.

Eigenleitung: Wird dem Kristall nun Energie zugeführt (z. B. durch Temperaturerhöhung), so können sich Valenzelektronen aus ihren Bindungen lösen und über die verbotene Zone hinweg ins Leitungsband springen. Dort befinden sie sich als Leitungselektronen in einem beweglichen Zustand. Im Valenzband hinterläßt jedes Leitungselektron eine Elektronenlücke mit positiver Ladung. In diese Lücke kann ein Nachbarelektron springen, so daß die Lücke an eine andere Stelle wandert usw. Ein angelegtes elektrisches Feld bewirkt nun nicht nur, daß sich die Elektronen im Leitungsband fortbewegen, sondern auch, daß die Elektronenlücken im Valenzband wandern, allerdings in entgegengesetzter Richtung. Die Bewegung erfolgt so, als handle es sich um positive Ladungsträger. Die Wanderung dieser »positiven Löcher« oder Defektelektronen nennt man auch Löcherleitung oder Defektelektronenleitung. Sie trägt zur Leitfähigkeit des Halbleiters wesentlich mit bei. In diesem Fall gilt anstatt Gl. (1a) die Beziehung

$$\sigma = e \cdot n_n \cdot \mu_n + e \cdot n_p \cdot \mu_p. \qquad (1\text{b})$$

n_n bzw. n_p bezeichnen die Dichten der Elektronen bzw. Defektelektronen und μ_n bzw. μ_p deren Beweglichkeiten.

Die Elektronen im Leitungsband und die Defektelektronen im Valenzband können sich nicht so ungestört bewegen wie z. B. freie Elektronen im Vakuum. Ihre Bewegung wird durch das periodische Potentialfeld des Kristallgitters stark beeinflußt. Um bei allen Rechnungen mit beweglichen Ladungsträgern im Halbleiter dennoch die Gleichungen der freien Elektronenbewegung benützen zu können, schreibt man den Kristallelektronen und Defektelektronen eine sogenannte »effektive Masse« m^* zu. Diese effektive Masse ist verschieden von der Masse des freien Elektrons. Sie ist eine Ersatzgröße, die den Einfluß des Kristallfeldes auf die Bewegung der Ladungsträger berücksichtigt.

Die Anzahl der freien Leitungselektronen je cm³, die im Falle der Eigenleitung gleich der Anzahl der positiven Löcher je cm³ ist, läßt sich mit den Mitteln der statistischen Mechanik als Funktion der Temperatur berechnen. Bezeichnet $\Delta E = E_L - E_V$ die Breite der Energielücke zwischen Valenzband und Leitungsband, k die Boltzmannkonstante, h die Plancksche Konstante und T die absolute Temperatur, so erhält man für die Dichte der Leitungselektronen im Eigenhalbleiter

$$n_n = n_p = \frac{2\,(2\,\pi\, m^*\, k\, T)^{3/2}}{h^3}\, e^{-\frac{\Delta E}{2\,k\,T}} \qquad (2)$$

(→ Ladungsträgerstatistik). Für einen vorgegebenen reinen Halbleiter ist $n_n = n_p$ lediglich von der Temperatur abhängig. Man drückt dies durch die Beziehung $n = n_i(T)$ aus und nennt $n_i(T)$ »Eigenleitungsdichte« (intrinsic concentration) des betreffenden Materials. Im Eigenhalbleiter steigt die Ladungs-

trägerdichte mit zunehmender Temperatur exponentiell an. Die Beweglichkeit μ der Ladungsträger im Halbleiter wie auch im Metall nimmt dagegen mit wachsender Temperatur etwas ab wegen der zunehmenden Behinderung der Ladungsträger durch die Wärmeschwingungen der Gitteratome. Der rasche Anstieg der Ladungsträgerdichte überkompensiert die normale schwache Abnahme der Beweglichkeit μ der Stromträger, so daß nach Gl. (1) die Leitfähigkeit σ des Eigenhalbleiters mit zunehmender Temperatur ansteigt. Reine Halbleiterkristalle zeigen aus diesem Grunde einen stark negativen Temperaturkoeffizienten des Widerstandes. Bei Metallen dagegen mit ihrer gleichbleibenden Trägerdichte findet man immer einen schwach positiven Temperaturkoeffizienten, verursacht durch die mit steigender Temperatur kleiner werdende Beweglichkeit.

Störstellenleitung: Enthält der Halbleiter dotierende Fremdatome, dann tritt eine erhöhte Leitfähigkeit auf. Sind die Störstellen vorwiegend Donatoren, so geben diese ihre überschüssigen Elektronen an das Leitungsband ab: der Halbleiter mit Donatoren zeigt n-Leitung (Überschuß an negativen Ladungsträgern).

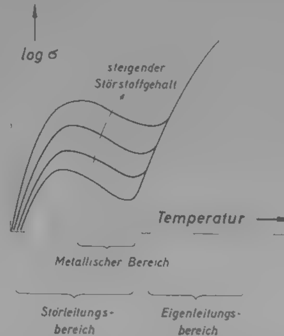
Bei einem überwiegenden Gehalt an Akzeptoren werden Elektronen aus dem Valenzband durch diese Akzeptoren eingefangen. Im Valenzband entstehen dann bewegliche Elektronenlücken. Man kann dafür auch sagen, die Akzeptoren geben Defektelektronen an das Valenzband ab: Der Halbleiter mit Akzeptoren zeigt p-Leitung (Überschuß an positiven Ladungsträgern).

Für beide Arten der Störstellenleitung errechnet sich die jeweilige Ladungsträgerdichte nach der Beziehung:

$$n = \frac{(2\pi m^* k T)^{3/4}}{h^{3/2}} \; n_0^{1/2} \, e^{-\frac{\Delta E_s}{2 T k}} \qquad (3)$$

wobei ΔE_S für den Fall des n-Leiters den Abstand des Donatorterms von der Kante des Leitungsbandes bezeichnet, im Falle des p-Leiters entsprechend den Abstand des Akzeptorterms von der oberen Kante des Valenzbandes. Die Störstellendichte ist mit n_0 angegeben. Gleichung (3) gilt allerdings nur, solange erst ein kleiner Prozentsatz der Störstellen ionisiert ist, solange also n klein gegenüber n_0 bleibt. Der Halbleiter befindet sich unter dieser Bedingung im Bereich der Störstellenreserve. Auch bei Störstellenleitung steigt die Ladungsträgerdichte mit zunehmender Temperatur exponentiell an. Sie strebt jedoch schließlich einem Sättigungszustand zu, in dem alle Störstellen, die Donatoren bzw. Akzeptoren, ionisiert sind (Störstellenerschöpfung). Da die Ionisierungsenergie ΔE_S für Störstellen meist viel kleiner ist als die Breite der Bandlücke, setzt eine Erzeugung beweglicher Ladungsträger aus Störstellen bei wesentlich tieferen Temperaturen ein als die Elektron-Loch-Paarbildung.

Die recht komplizierte Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Temperatur sei für einen Halbleiter mit Störstoffgehalt im Bild schematisch wiedergegeben. Man kann drei verschiedene Temperaturbereiche mit unterschiedlichem Verhalten erkennen: 1) Bei tiefen Temperaturen steigt die Leitfähigkeit nach Gl. (1) und (3) exponentiell an. Die Konzentration an freien Ladungsträgern wird hier durch die Dichte der vorhandenen Störstellen und



Leitfähigkeit eines dotierten Halbleiters in Abhängigkeit von der Temperatur. Kurvenparameter ist der Störstoffgehalt, in Pfeilrichtung ansteigend (nach K. Seiler, Physik u. Technik der Halbleiter).

deren Ionisierungsenergie bestimmt (Störleitungsbereich). 2) In einem mittleren Temperaturbereich sind sämtliche Störstellen ionisiert (Störstellenerschöpfung). Die Zahl der aus Störstellen befreiten Stromträger kann nicht mehr zunehmen. Deshalb fällt hier die Leitfähigkeit leicht ab entsprechend der Abnahme der Beweglichkeit mit steigender Temperatur (metallischer Bereich). 3) Mit weiter anwachsender Temperatur tritt allmählich die Leitfähigkeit des Halbleitermaterials selbst in Erscheinung (Loslösen von Elektronen aus Gitterbindungen — Bildung von Elektron-Loch-Paaren). Hier ist die Leitfähigkeit weitgehend unabhängig vom Störstoffgehalt und nimmt nach Gl. (2) exponentiell mit der Temperatur zu (Eigenleitungsbereich). Für alle drei Temperaturbereiche gilt bei thermischem Gleichgewicht die Beziehung:

$$n_n \cdot n_p = n_i^2.$$

Daraus folgt, daß es auch im Störleitungsbereich neben den im Überschuß vorhandenen Trägern, den Majoritätsträgern, stets noch Minoritätsträger gibt. Im n-Leiter sind also immer auch Löcher, im p-Leiter immer auch Elektronen als Minoritäten vorhanden. Während die Dichte der Majoritätsträger von Fremdstoffgehalt des Halbleiters bestimmt wird, ist das Produkt der Dichten von Majoritäts- und Minoritätsträgern unabhängig vom Fremdstoffgehalt des Halbleiters.

Wird die Gleichgewichtsdichte der Minoritätsträger gestört, z. B. durch Injektion von Ladungsträgern an Kontakten, dann klingt diese Störung mit einer Zeitkonstante τ_{minor}, der sog. Lebensdauer der Minoritätsträger, wieder auf ihren ursprünglichen Wert ab. Je nach der Qualität der Kristalle können diese Minoritätslebensdauern zwischen 10^{-3} und 10^{-7}

sec betragen. Bei Majoritätsträgern sind die entsprechenden Relaxationszeiten wesentlich kürzer; sie betragen etwa 10^{-13} sec.

Eine Diffusion von Ladungsträgern tritt in Halbleitern dort auf, wo starke Ladungsträgerkonzentrationsgefälle bestehen, wie z. B. beim Übergang von einer p-dotierten zu einer n-dotierten Zone im Halbleiter (→ pn-Übergang). Hier diffundieren Elektronen aus dem n- in das p-Gebiet und Defektelektronen aus dem p- in das n-Gebiet, bis sich durch die dabei entstehenden Raumladungen ein Gleichgewichtszustand einstellt.

Literatur: Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1965 — Teichmann, Halbleiter B. I. Hochschultaschenbücher, Bd. 21 (1969) — Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wiss. Verlagsgesellschaft Stuttgart 1964.

Grobe

Leitungsnachbildung → Nachbildung.

Leitungsnetz für Feuermeldeanlagen muß eine größtmögliche technische Sicherheit gewährleisten. Es unterliegt den Bestimmungen VDE 0800/3.63, Klasse B. Der Isolationswiderstand eines Meldestromkreises, Ader gegen Ader und Ader gegen Erde, soll 500 kΩ nicht unterschreiten.

Das L. wird durch die Erdschlußüberwachungseinrichtung laufend überwacht.

Leitungsparameter sind Größen, welche die Eigenschaft einer Leitung für die Übertragung eingeschwungener Sinuswellen kennzeichnen, → Leitungstheorie 1.1 bis 1.3. Sie sind in der Regel (z. B. wegen des → Skineffekts) frequenz-, aber nicht stromabhängig.

Leitungsprüfer dient z. B. in Fern- und Verstärkerämtern zur raschen Gleichstromprüfung von Leitungen (Feststellen von Erdschlüssen, Leitungskurzschlüssen und Aderbrüchen). Es lassen sich die Isolations- und Schleifenwiderstände Ader—Ader und Ader—Erde, außerdem ungefähr die Gleichstromwiderstände von Spulen und Widerständen messen.

Zur Vermeidung von Fehlmessungen kann ferner festgestellt werden, ob und in welcher Größe sowie in welcher Polung Gleichspannungen an den Leitungen liegen. Der Leitungsprüfer wird über Selengleichrichter aus dem Netz gespeist. Betrieb über einen Wechselrichter aus einer Batterie ist möglich.

Das Gerät arbeitet nach dem Ohmmeterprinzip. Zum schnellen Durchmessen der Leitungen dient ein Schalter, mit dem sich die Meßschaltungen a-Ader/b-Ader, a-Ader/c-Ader, b-Ader/c-Ader, a-Ader/Erde, b-Ader/Erde und c-Ader/Erde einstellen lassen. Bei Messungen an Vierern kann mit einem weiteren Schalter von »Stamm I« auf »Stamm II« umgeschaltet werden.

Leitungsregenerativverstärker, auch Regenerator oder Regenerierverstärker genannt, ist ein Verstärker, der bei einer PCM-Übertragungslinie (→ PCM-Übertragungssysteme) in bestimmten Abständen in die Übertragungslinie (symmetrisches Kabel, Koaxialkabel usw.) eingeschaltet wird. Entsprechend seiner vielfältigen Aufgaben besteht er aus mehreren Einzelbaugruppen.

Das eintreffende gedämpfte, verzerrte und mit Störsignalen behaftete PCM-Signal durchläuft zunächst einen Entzerrer, der den Frequenzgang des vorangehenden Kabelabschnitts annähernd kompensiert. Das PCM-Signal wird dann in einem Verstärker verstärkt. Um es jedoch auch regenerieren, d. h. ihm die ursprüngliche Impulsform zurückgeben zu können, muß außerdem seine genaue Bitfolgefrequenz wiederhergestellt werden. Dies wird in einer besonderen Taktableitungsschaltung vorgenommen, mit der man den Grundtakt aus dem empfangenen PCM-Signal ableitet. Mit diesem Grundtakt wird dann das PCM-Signal abgetastet und somit wieder die genaue Zeitlage der einzelnen Codezeichen des PCM-Signals festgelegt. Anschließend wird das so gewonnene regenerierte PCM-Signal im allgemeinen in einer Impulsformerstufe in eine für das jeweilige Übertragungsmedium geeignete Impulsform gebracht, u. U. in einem weiteren Verstärker nochmals verstärkt und in dieser Form auf den nächsten Kabelabschnitt gegeben.

Über die gleichen Leiter, die auch der PCM-Übertragung dienen, wird auch der L. ferngespeist. Sein Leistungsbedarf ist nur gering. Für die Fernspeisung ist eine besondere Baugruppe vorgesehen, ebenso für die Fehlerortung, die von den → PCM-Endstellen aus die einfache Ermittlung eines gestörten L. unter genauer Angabe des Fehlerortes ermöglicht. *Irmer*

Leitungsschnur → Stöpselschnur.

Leitungsstöpsel → Stöpsel.

Leitungsstörung. Fernmeldeleitungen sind, hauptsächlich wenn sie als → Freileitungen geführt sind, Veränderungen in mechanischer und elektrischer Beziehung ausgesetzt, durch die die Nachrichtenübermittlung beeinträchtigt oder unmöglich gemacht werden kann. Zu den L., die durch mechanische Einflüsse hervorgerufen werden, gehören Unterbrechungen, → Neben-, Schleifen- und Erdschlüsse. Unterbrechungen durch Drahtbrüche in oberirdischen Linien entstehen meist infolge unrichtiger Bemessung des Durchhanges und unsachgemäßer Ausführung von Bindungen durch Baumstürze, starkes Schwingen der Leitung durch Windeinwirkung oder übermäßige Belastung und durch Vereisung. Zeitweilige Unterbrechungen, begleitet von einer dauernden Verschlechterung des Leitvermögens der Leitung, ergeben sich aus Kontaktfehlern oder anderen veränderlichen Übergangswiderständen aufgrund von Oxydation, Abnutzung, Verschmutzung und mechanischer Beanspruchung. Nebenschluß ist bei in Betrieb befindlichen, abgeglichenen Leitungen durch Verschlechterung des Isolationszustandes einer Leitung begründet und äußert sich durch eine mehr oder weniger starke galvanische Verbindung mit einer fremden Ader, während ein Erdschluß durch eine galvanische Verbindung der Leitung oder einer Ader mit der Erde entsteht. Bei starker Beschädigung von

→ Stützpunkten, z. B. durch Anfahren von Masten infolge starken Unwetters oder aufgrund von Rauhreif, können L. in großem Umfang auftreten (→ Massenstörung). L. in Erdkabeln und Tragseilluftkabeln kommen zwar seltener vor, sind aber deswegen besonders nachteilig, weil allgemein gleichzeitig eine größere Anzahl Leitungen in Mitleidenschaft gezogen wird und die Instandsetzungsarbeiten erst erfolgen können, wenn der Fehler eingemessen worden ist (→ Fehlerortung). Ursachen sind Wassereinbrüche in Kabelkanalanlagen, Beschädigung von Kabelmänteln bei Aufgrabungen (Vorsichtsmaßnahme: Beaufsichtigen der Grabarbeiten anhand von Kabellageplänen), interkristalline → Korrosion und Bakterienbefall. Häufig werden L. durch Erdausgleichsströme und Starkstromanlagen hervorgerufen. Dabei handelt es sich entweder um einen Stromübergang oder um eine Fernbeeinflussung infolge → Induktion. Störgeräusche können außer durch Starkstromanlagen auch durch Unregelmäßigkeiten in den Fernmeldeleitungen selbst (unsymmetrische oder geerdete Schaltungen), durch andere Fernmeldeleitungen oder durch atmosphärische Einflüsse sowie durch Kriechströme ausgelöst werden. Ferner können nicht richtig arbeitende oder falsch bemessene bzw. nicht angepaßte Verstärkereinrichtungen Ursache sein. Das Auffinden und Beseitigen von L. sind Aufgaben der Fernsprechentstörungsstellen, der Leitungskontroll-Meßstellen und der Fernmeldebautrupps. Als vorbeugende Maßnahmen gegen L. werden planmäßig → Prüfungen und Instandhaltungen durchgeführt. *Harbarth*

Leitungstheorie. Im folgenden wird die Theorie der Leitungen für eingeschwungene Zustände (stationäre Lösung ohne Berücksichtigung der Einschwingvorgänge, hierzu → Wellenausbreitung auf Leitungen) quasistationär behandelt. Die quasistationäre Behandlung setzt voraus, daß die Leitungsabstände klein gegen die Wellenlänge sind, so daß die elektrischen und magnetischen Feldstärken praktisch in Querschnittsebenen wie im stationären Fall verlaufen und dadurch eine Kapazität und Induktivität pro Längeneinheit definiert werden kann. Die Theorie reicht für alle Leitungen außer → Hohlleitern und Goubeau-Leitungen aus.

1. Homogene Leitung. 1.1. Leitungsgleichungen, Leitungskonstanten, Leitungswellen.

Eine homogene oder gleichmäßige Leitung ist eine → Energieleitung oder → Koaxialleitung, bei der die reellen Leitungskonstanten R, G, L und C (Widerstand für Hin- und Rückleitung, Ableitung, Induk-

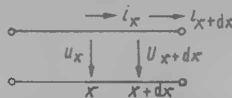


Bild 1. Leitungselement.

tivität und Kapazität pro Längeneinheit) räumlich und zeitlich konstant und unabhängig von der Stromstärke sind. Ist $i_x = i$ der augenblickliche Strom, $u_x = u$ die Spannung an einer beliebigen Stelle x der Leitung, so liefern die → Kirchhoffschen Regeln für ein differentielles Leitungsstück dx, Bild 1, die allgemeinen Leitungsgleichungen

$$-\frac{\partial u}{\partial x} = Ri + L\frac{\partial i}{\partial t}, \quad -\frac{\partial i}{\partial x} = Gu + C\frac{\partial u}{\partial t}, \qquad (1)$$

aus denen für u (oder i) die Telegrafengleichung

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = RGu + (RC + GL)\frac{\partial u}{\partial t} + LC\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \qquad (2)$$

folgt. Für eine verlustlose (ideale) Leitung mit $R = G = 0$ wird (2) von jeder Funktion $f\left(x - \frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$ oder $g\left(x + \frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$ erfüllt. Das sind aber zwei mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ hin- bzw. rücklaufende ungedämpfte Wellen beliebiger Kurvenform. Eine bei $x = 0$ eintretende Welle $f(t)$ ist nach der Laufzeit $t = x\sqrt{LC}$ unverändert an der Stelle x vorhanden, ein Einschwingvorgang findet nicht statt. Für eine verzerrungsfreie Leitung (→ Abschnitt 1.3) mit $R/L = G/C$ ist die allgemeine Lösung von (2), wie durch Einsetzen leicht zu bestätigen,

$$u = e^{-\alpha x} f(x - vt) + e^{\alpha x} g(x + vt) \qquad (3)$$

mit $\alpha = \sqrt{RG}$, $v = 1/\sqrt{LC}$. Das sind zwei mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit v hin- und rücklaufende gedämpfte Wellen ohne Einschwingvorgang. In allen anderen Fällen besteht die Lösung von (2) aus einem freien, mit der Zeit abklingenden Einschwingvorgang und der der angelegten Spannung entsprechenden stationären Lösung für eingeschwungene Zustände.

Für die stationäre Lösung genügt, da jede Zeitfunktion als Fourierreihe oder -integral dargestellt werden kann, die Lösung von (1) oder (2) für eine Zeitfunktion $\exp(j\omega t)$. Hierfür gehen die Gl. (1) mit der gewöhnlichen komplexen Schreibweise $u = U \exp(j\omega t)$ für $R_e\left\{U \exp(j\omega t)\right\}$ usw. über in die komplexen Leitungsgleichungen

$$-\frac{dU}{dx} = (R + j\omega L)\, I = \underline{R}I, \qquad (4a)$$

$$-\frac{dI}{dx} = (G + j\omega C)\, U = \underline{G}U \qquad (4b)$$

und (2) in

$$\frac{d^2 U}{dx^2} = \underline{RG}U = \gamma^2 U. \qquad (5)$$

U und I hängen nur von x ab. Die allgemeine Lösung von (5) ist

$$U = U_x = U_h e^{-\gamma x} + U_r e^{\gamma x}, \qquad (6a)$$

wobei $\gamma = \sqrt{\underline{RG}}$

$$= \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \alpha + j\beta \qquad (7)$$

mit der Wurzel im ersten Quadranten (α, β positiv) sein soll und U_h, U_r zwei aus den Grenzbedingungen zu bestimmende Konstanten. Durch Einsetzen von (6a) in (4) folgt mit

$$Z = \sqrt{\frac{\underline{R}}{\underline{G}}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = Z_r + jZ_i \; (Z_r > 0) \qquad (8)$$

$$I = I_x = \frac{U_h}{Z} e^{-\gamma x} - \frac{U_r}{Z} e^{\gamma x}. \qquad (6b)$$

Die in den Gleichungen (6a, 6b) auftretenden Leitungskonstanten γ und Z heißen die Wellenparameter der Leitung (Berechnung → Abschnitt 1.3). Durch Einsetzen von $\gamma = \alpha + j\beta$ in (6a, 6b) und Hinzufügen des unterdrückten Zeitfaktors $\exp(j\omega t)$ sieht man, daß das 1. Glied von U und I mit dem Faktor $\exp\{-\alpha x - j(\beta x - \omega t)\}$, da die Phase für $\omega t - \beta x = \text{const}$ unverändert bleibt, eine in Richtung wachsender x-Werte mit der Phasengeschwindigkeit $v = \omega/\beta$ fortschreitende, räumlich gedämpfte Welle ist, das 2. Glied eine in Richtung fallender x-Werte mit gleicher Geschwindigkeit und gleicher Dämpfung rücklaufende oder reflektierte Welle. Nach den beim → Übertragungsfaktor gegebenen Definitionen ist αx das Dämpfungsmaß, βx das Phasen- oder Winkelmaß, γx das Übertragungs- oder Fortpflanzungsmaß der Leitung. Die auf die Längeneinheit bezogenen Werte α, β, γ heißen Dämpfungskonstante, Phasenkonstante und Fortpflanzungskonstante der homogenen Leitung. Die Phasengeschwindigkeit ist $v = \omega/\beta$. Der reziproke Wert β/ω gibt die Phasenlaufzeit pro Längeneinheit, $\beta l/\omega$ die gesamte Phasenlaufzeit, der Abstand zweier Punkte gleicher Phase die Wellenlänge $\lambda = 2\pi/\beta$. Der zweite Wellenparameter Z Gl. (8) gibt nach (6a, 6b) das Verhältnis von Spannung und Strom der hin- oder rücklaufenden Welle und heißt Wellenwiderstand. Für hohe Frequenzen nähert sich Z nach (8) dem reellen Wellenwiderstand

$$Z_o = \sqrt{L/C} \qquad (8a)$$

der verlustlosen Leitung, für tiefe Frequenzen hat Z eine, i. allg. kleine, negative oder positive imaginäre Komponente.

Die in (6a, 6b) bisher unbestimmt gebliebenen Konstanten U_h, U_r bestimmen sich aus den Grenzbedingungen. Ist z. B. die Eingangsspannung U_1 und der Abschlußwiderstand $Z_2 = U_2/I_2$ gegeben (häufigster Fall), so wird nach (6a, 6b) $U_h + U_r = U_1$ und $U_h \exp(-\gamma l) + U_r \exp(\gamma l) = [U_h \exp(-\gamma l) - U_r \exp \gamma l] \, Z_2/Z$, woraus mit der Abkürzung

$$r = \frac{Z_2 - Z}{Z_2 + Z} \qquad (9)$$

$$U_h = \frac{U_1}{1 + r \exp(-2\gamma l)}, \quad U_r = \frac{r \, U_1 \exp(-2\gamma l)}{1 + r \exp(-2\gamma l)} \qquad (10)$$

folgt. Die durch (9) definierte Größe ist nach (10) gleich dem Verhältnis $U_r \exp \gamma l / U_h \exp(-\gamma l)$, also nach (6a) das Verhältnis der Spannungen der reflektierten Welle zur einfallenden Welle am Leitungsende (Reflexionsstelle) $x = l$. r heißt Reflexionsfaktor. Für $r = 0$, $Z_2 = Z$ ist die reflektierte Welle $u_r = 0$, es findet keine Reflexion statt, die Leitung ist angepaßt (→ Anpassung von Scheinwiderständen). Für die offene Leitung $Z_2 = \infty$ ist $r = +1$, für die kurzgeschlossene Leitung $r = -1$. In beiden Fällen findet volle Reflexion statt, im ersten Fall mit gleicher Phase der Spannung und Phasenumkehr des Stromes ($I_e = 0$), im zweiten Fall mit Verdopplung des Stromes und $U_e = 0$. Für das Verhältnis q der durchgelassenen Spannung U_2 zur Spannung $U_h e^{-\gamma l}$ der einfallenden Welle an der Übergangsstelle liefert (6a) und (10) $q = 1 + r$. q heißt Durchlässigkeitsfaktor. Da r nach (6b) auch für das Stromverhältnis gilt, ist das Verhältnis der reflektierten Scheinleistung $|U_r^2 \exp(2\gamma l)/Z|$ zur ankommenden Scheinleistung gleich $|r^2|$ und das Verhältnis der durchgelassenen und ankommenden Strom-Spannungsprodukte UI gleich $1 - r^2$, → Anpassung von Scheinwiderständen.

1.2. Vierpolgleichungen der Leitung, Umkehrungssatz. Ein Ersatz der Exponentialfunktionen durch Hyperbelfunktionen ergibt aus (6a, 6b) das Gleichungspaar

$$U_x = U_1 \cosh \gamma x - Z I_1 \sinh \gamma x, \qquad I_x = I_1 \cosh \gamma x - \frac{U_1}{Z} \sinh \gamma x, \qquad (11)$$

das für $x = l$ für die Anfangsgrößen U_1, I_1 und Endgrößen U_2, I_2 die Beziehungen

$$U_2 = U_1 \cosh \gamma l - Z I_1 \sinh \gamma l, \qquad I_2 = I_1 \cosh \gamma l - \frac{U_1}{Z} \sinh \gamma l \qquad (12)$$

liefert, oder aufgelöst nach U_1, I_1

$$U_1 = U_2 \cosh \gamma l + Z I_2 \sinh \gamma l, \qquad I_1 = \frac{U_2}{Z} \sinh \gamma l + I_2 \cosh \gamma l. \qquad (13)$$

Die Gleichungen haben die Form der allgemeinen Vierpolgleichungen (→ Vierpoltheorie 1.1) mit der Leitungsmatrix

$$(L) = \begin{pmatrix} \cosh g & Z \sinh g \\ \frac{1}{Z} \sinh g & \cosh g \end{pmatrix}, \quad \text{wobei } g = \gamma l. \qquad (14)$$

Die zugehörige Leitungsdeterminante, auch Gleichungsdeterminante der Leitung genannt, ist

$$D_L = \begin{vmatrix} \cosh g & Z \sinh g \\ \frac{1}{Z} \sinh g & \cosh g \end{vmatrix} = \cosh^2 g - \sinh^2 g = 1. \qquad (15)$$

Die in (14) auftretenden Größen $\cosh g$, $Z \sinh g$ und $\frac{1}{Z} \sinh g$, von denen nur zwei unabhängig sind, werden Übertragungsparameter der Leitung genannt.

Die Gleichungen (11) bis (13) eignen sich zur Berechnung der Leitungsströme und -spannungen bei gegebenen Anfangsbedingungen besser als (6a, 6b). Es sei z. B. das Leitungsende an einen beliebigen Widerstand Z_2, der Anfang an einen Generator mit

der EMK U_0 und dem Widerstand Z_1 angeschlossen, gesucht der Endstrom. Aus den Grenzbedingungen $U_0 = I_1 Z_1 + U_1$, $U_2 = I_2 Z_2$ folgt mit (13) und $\gamma l = g$ sofort

$$U_0 = I_2 \left[Z_1 \cosh g + \frac{Z_1 Z_2}{Z} \sinh g + Z_2 \cosh g + Z \sinh g \right]. \tag{16}$$

Speist man die gleiche Leitung mit unveränderten Widerständen mit der gleichen EMK vom Ende, so sind die Grenzbedingungen mit Berücksichtigung der Stromrichtungen $U_0 = U_2 - I_2 Z_2$, $U_1 = -I_1 Z_1$, und man erhält mit (12) dieselbe Gl. (16) mit $-I_1$ statt I_2, d. h. aber: Gleiche EMK erzeugen beim Sprechen und Gegensprechen auf derselben Leitung gleiche Empfangsströme, daher bei gleichen Widerständen Z_1 und Z_2 auch gleiche Empfangsleistungen. Dieser Umkehrungssatz gilt auch für ungleichmäßige Leitungen und entspricht dem allgemeinen Reziprozitätsgesetz der elektrischen Feldstärken.

Sieht man in (13) $l = z$ als veränderlich an, so geben die Gleichungen Spannung und Strom auf der Leitung im Abstand z vom Leitungsende für gegebene Endwerte an (Umkehrung von (11)). Bild 2 zeigt den Spannungsverlauf einer verlustlosen Leitung ($\alpha = 0$) für verschiedene Endbelastungen $Z_2 = U_2/I_2$.

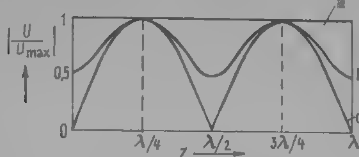


Bild 2. Spannungsverlauf auf einer verlustlosen Leitung. für a) $Z_2 = Z$, b) $Z_2 = \frac{1}{2} Z$, c) $Z_2 = 0$.

1.3. Formeln für die Berechnung der Wellenparameter der homogenen Leitung, verzerrungsfreie Leitung. 1.3.1. Genaue Formeln. Die Wellenparameter der homogenen Leitung sind durch Gl. (7) und (8) gegeben. Danach ist

$$\gamma = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)},$$
$$Z = Z_r + jZ_i = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}. \tag{17}$$

Für die ideale Leitung $R = G = 0$ wird

$$\alpha = 0, \quad \beta = \beta_0 = \omega \sqrt{LC}, \quad Z_0 = \sqrt{L/C} \tag{18}$$

und die Phasengeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{\omega}{\beta_0} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = c \tag{18a}$$

(c = Lichtgeschwindigkeit). Allgemein ohne Vernachlässigungen gültige Formeln für die reellen Größen α, β, Z_r, Z_i lassen sich am übersichtlichsten mit Hilfe der Verlustwinkel

$$\delta = \arctan \frac{R}{\omega L}, \quad \varepsilon = \arctan \frac{G}{\omega C} \tag{19}$$

angeben. Hiermit wird z. B.

$$R + j\omega L = j\omega L (1 - j\tan\delta) = \frac{j\omega L}{\cos\delta} e^{-j\delta} = j \frac{R}{\sin\delta} e^{-j\delta}$$

und mithin durch Einsetzen in (17)

$$\alpha = \frac{\sqrt{RG}}{\sqrt{\sin\delta \sin\varepsilon}} \cdot \sin \frac{\delta + \varepsilon}{2},$$
$$\beta = \frac{\omega \sqrt{LC}}{\sqrt{\cos\delta \cos\varepsilon}} \cdot \cos \frac{\delta + \varepsilon}{2}, \tag{20}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \sqrt{\frac{\cos\varepsilon}{\cos\delta}} \cdot e^{-j\frac{\delta - \varepsilon}{2}}. \tag{20a}$$

Für $G \to 0$ wird $G/\sin\varepsilon = \omega C$. Mit bekannten trigonometrischen Formeln läßt sich (20) umformen in

$$\alpha = \sqrt{\frac{RG}{1 - p^2}}, \quad \beta = \omega \sqrt{\frac{LC}{1 - q^2}} \tag{21}$$

mit

$$p = \frac{\sin \frac{\delta - \varepsilon}{2}}{\sin \frac{\delta + \varepsilon}{2}}, \quad q = \frac{\sin \frac{\delta - \varepsilon}{2}}{\cos \frac{\delta + \varepsilon}{2}}. \tag{21a}$$

Die Werte von p^2 und q^2 liegen nach den Definitionen (19) zwischen 0 und 1. Aus (21) sieht man, daß bei gegebenem R und G die Dämpfung ein Minimum hat, wenn $p = 0$, also $\delta = \varepsilon$ oder nach (19)

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \quad \text{bzw.} \quad \frac{R}{G} = \frac{L}{C} \tag{22}$$

ist. Für diesen Fall wird nach (20) und (20a)

$$\alpha = \alpha_0 = \sqrt{RG} = R \sqrt{\frac{C}{L}} = G \sqrt{\frac{L}{C}},$$
$$\beta = \omega \sqrt{LC} = \beta_0, \tag{23}$$
$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} = Z_0$$

und die Phasengeschwindigkeit $v_p = \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = c$.

Da Dämpfung und Phasengeschwindigkeit unabhängig von der Frequenz sind, werden alle Frequenzen mit gleicher Laufzeit übertragen, die Leitung ist verzerrungsfrei, vgl. Abschnitt 1.1. Die Bedingung (22) für verzerrungsfreie Leitungen wurde zuerst von Heaviside angegeben. Bei wirklichen Leitungen ist meist $\delta > \varepsilon$, der Zustand der kleinsten Dämpfung oder der Verzerrungsfreiheit nicht vorhanden. Man kann sich dem Zustand annähern, indem man δ verkleinert durch Verkleinern von R (dicke Leitungen) oder Vergrößern von L (→ Belastung von Leitungen, Krarupverfahren, Pupinverfahren). Wegen des verschiedenen p kann die Dämpfungsabweichung vom Optimalwert sehr verschieden sein, so ist z. B. bei gewöhnlichen Fernsprechkabeln mit Drahtstärken von 0,8 bis 2 mm Durchmesser α für $\omega = 5000\ \text{s}^{-1}$ etwa 9 bis 10 mal so groß wie der optimale Wert $\sqrt{RG}$, bei Freileitungen nur etwa $1^1/_2$ bis 2 mal so groß. Die folgende Tafel enthält einige Zahlenwerte für $\omega = 5000$.

Tafel. Elektrische Daten verschiedener Leitungsarten.

Leitungsart	∅ mm	R Ω/km	L mH/km	G µS/km	C µF/km × 10^3	$\sqrt{RG} \times 10^3 = \alpha_0$	δ	ε	p	α mNp/km	$\lvert Z \rvert$ Ω
Freileitung mit Bronzeleiter	2	12 0	2 2	1	5,4	3,464	47° 30′	2° 7′	0,918	8,72	777
	3	5,44	2,0	1	6,0	2,332	28° 33′	1° 54′	0,840	4,88	616
	4	3,16	1,9	1	6,4	1,778	18° 25′	1° 47′	0,824	3,14	560
	5	2,16	1,8	1	6,7	1,470	13° 30′	1° 41′	0,778	2,34	526
Fernsprechkabel											
für Teilnehmer	0,8	74,0	0,6	1	37,0	8,602	87° 40′	19′	0,9942	81,4	634
für Verbindungsleitung	1	46,0	0,6	1	38,0	6,782	86° 16′	18′	0,9946	64,1	493
	1,5	20,8	0,6	1	39,0	4,560	81° 48′	18′	0,9940	42,0	329
	2	11,7	0,6	1	43,0	3,423	75° 35′	16′	0,9940	31,3	237

So wie α stets größer oder gleich α_0, ist auch β nach (21) stets größer oder gleich β_0, die Phasengeschwindigkeit $\frac{\omega}{\beta}$ der eingeschwungenen Sinuswellen bleibt daher hinter der Ausbreitungsgeschwindigkeit $1/\sqrt{LC}$ zurück und bewirkt bei mehreren Frequenzen eine → Laufzeitverzerrung der Wellenform.

1.3.2. Näherungsformeln. In der Praxis benutzt man statt der genauen Formeln bequemere Näherungsformeln mit beschränkter Geltung für bestimmte Leitungsgruppen. Für kleine Verluste (δ und $\varepsilon \ll 1$, also kleines R, G oder großes ω) erhält man durch Reihenentwicklung von Gl. (17) als 1. Näherung

$$\alpha = \frac{R}{2\,Z_0} + \frac{GZ_0}{2}\,, \quad \beta = \beta_0, \quad Z_r = Z_0\,,$$
$$Z_i = -Z_0\left(\frac{R}{2\omega L} - \frac{G}{2\omega C}\right). \tag{24}$$

Mit Berücksichtigung der quadratischen Korrekturglieder wird

$$\alpha = \left(\frac{R}{2Z_0} + \frac{GZ_0}{2}\right)\left(1 - \frac{a^2}{8\omega^2}\right),$$
$$\beta = \beta_0\left(1 + \frac{a^2}{8\omega^2}\right). \tag{24a}$$

Dabei ist $a = \frac{L}{R} - \frac{G}{C}$ ein Maß für die Abweichung von der verzerrungsfreien Leitung. Die Formeln eignen sich zur Berechnung von Freileitungen, während sich für Kabel mit ihrem relativ kleinen L und großen C, bei denen stets G/C vernachlässigbar klein gegen R/L ist, besser die aus (20) und (20a) für $G = 0$ folgenden Näherungsformeln

$$\alpha = \sqrt{\frac{\omega RC}{2}}\sqrt{\tan\frac{\delta}{2}}\,, \beta = \sqrt{\frac{\omega RC}{2}}\sqrt{\cot\frac{\delta}{2}}\,, \tag{25}$$

$$Z = \frac{Z_0}{\sqrt{\cos\delta}} \cdot \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\,\frac{\delta}{2}} = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\sin\delta}} \cdot \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\,\frac{\delta}{2}} \tag{25a}$$

eignen. Für Fernsprechkabel mit dünnem Leiterdurchmesser bis etwa 1 mm nähert sich δ für tiefe und mittlere Sprachfrequenzen dem Grenzwert 90°, daher ist für solche Kabel in erster Näherung

$$\alpha = \beta = \sqrt{\frac{\omega RC}{2}}\,,$$
$$Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}\,\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/4} = \sqrt{\frac{R}{2\omega C}}\,(1 - \mathrm{j})\,. \tag{26}$$

Die Gleichungen (24) und (26) zeigen die Frequenzgänge von α, β, Z. Bei tiefen Frequenzen haben α und β nach (26) einen Gang mit $\sqrt{\omega}$, der nach (24) bei β in einen frequenzproportionalen Gang, bei α in einen zunächst konstanten Wert übergeht. Bei weiterer Frequenzerhöhung steigt α wieder angenähert mit $\sqrt{\omega}$ an, vor allem wegen der Vergrößerung von R mit $\sqrt{\omega}$ bei hohen Frequenzen infolge der → Stromverdrängung. Außer R ändern sich bei wirklichen Leitungen auch L und C etwas, G stärker wegen der Stromverdrängung (Verkleinerung von L) und der Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Verluste. Bild 3 zeigt den Verlauf von α und β für einige Leitungstypen. Konstante Dämpfung und frequenzproportionaler Phasenverlauf, also die Bedingungen der Verzerrungsfreiheit (→ Verzerrung), sind nur in einem relativ schmalen Frequenzbereich vorhanden.

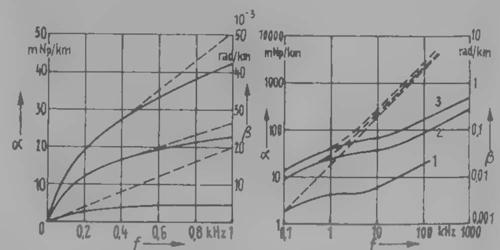


Bild 3. Dämpfungskonstante α und Phasenkonstante β für a) Cu-Freileitung 3 mm, b) Koaxialleitung 2,6/9,5 mm, c) Sternvierer-Stammleitung 1,3 mm (Hölzler-Thierbach, S. 104).

1.4. Eingangswiderstand der homogenen Leitung. 1.4.1. Stark gedämpfte Leitungen. Für eine lange Leitung, bei der die Dämpfung αl so groß ist, daß $\cosh \gamma l \approx \sinh \gamma l \approx \frac{1}{2}\,\mathrm{e}^{\gamma l}$ ist, was prak-

tisch erfüllt ist, wenn $\alpha l > 2$ bis 3 Np ist, wird nach Gl. (13)

$$U_1 \approx (U_2 + ZI_2) \cdot \frac{1}{2} e^{\gamma l} \approx ZI_1. \qquad (27)$$

Der Eingangswiderstand U_1/I_1 einer langen Leitung wird also gleich dem Wellenwiderstand Z. Weiter folgt aus (27), daß die lange Leitung durch eine Quelle mit der Leerlaufspannung $2\,U_1\,e^{-\gamma l}$ — bzw. bei Vorschaltung einer EMK U_0 mit Widerstand Z_1 entsprechend Gl. (16) der Leerlaufspannung $2\,U_0\,e^{-\gamma l} \cdot \frac{Z}{Z_1 + Z}$ — und dem Innenwiderstand Z ersetzt werden kann. 1.4.2. Schwach gedämpfte Leitungen. Für schwach gedämpfte oder kurze Leitungen, wie sie vor allem in der Richtfunktechnik auftreten, muß der Widerstand aus den allgemeinen Leitungsgleichungen berechnet werden. Durch Division von Spannung (6a) und Strom (6b) erhält man den Widerstand R_x der Leitung an der Stelle x, für $x = 0$ den Eingangswiderstand

$$W_1 = \frac{U_1}{I_1} = Z\,\frac{U_h + U_r}{U_h - U_r}. \qquad (28)$$

Praktisch interessiert W_1 in Abhängigkeit vom Abschlußwiderstand Z_2 der Leitung bei einer festen Frequenz. Setzt man in (28) für U_1, I_1 die Werte (13) mit $\gamma l = g$ ein, so wird

$$W_1 = Z\,\frac{(Z_2/Z)\cosh g + \sinh g}{\cosh g + (Z_2/Z)\sinh g} \qquad (29)$$

oder mit $Z_2 = Z \cdot \tanh \varepsilon$ (30)

$$W_1 = Z \cdot \tanh(\varepsilon + g). \qquad (29a)$$

Setzt man in (28) für U_h, U_r die Werte (10) ein, so wird

$$W_1 = Z\,\frac{1 + r e^{-2g}}{1 - r e^{-2g}} \quad \text{mit} \quad r = \frac{Z_2 - Z}{Z_2 + Z}. \qquad (31)$$

Eine einfache Umrechnung ergibt den Reflexionsfaktor am Leitungsanfang zu

$$r_1 = \frac{W_1 - Z}{W_1 + Z} = r\,e^{-2g}. \qquad (32)$$

Aus den Gleichungen (29) bis (32) kann der Eingangswiderstand aus dem Abschlußwiderstand und den Leitungsdaten berechnet werden, aus (29a) mit Benutzung des Emdeschen Tangensreliefs.

Für $Z_2 = 0$ bzw. ∞ folgt aus (29) der Kurzschluß- bzw. Leerlaufwiderstand der Leitung zu

$$W_{1k} = Z \cdot \tanh g, \quad W_{1l} = Z \cdot \coth g, \qquad (33)$$

so daß aus den Messungen von Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand die Wellenparameter der Leitung berechnet werden können:

$$Z = \sqrt{W_{1k} W_{1l}}, \quad \tanh g = \sqrt{\frac{W_{1k}}{W_{1l}}}. \qquad (34)$$

Aus $\tanh g = a \cdot e^{j\varphi}$ findet man Real- und Imaginärteil von $g = \gamma l$ mit Hilfe der Formeln

$$\tanh 2\alpha l = \frac{2a\cos\varphi}{1 + a^2}, \quad \tan 2\beta l = \frac{2a\sin\varphi}{1 - a^2}. \qquad (34a)$$

Aus (32) folgt eine einfache grafische Konstruktion des Eingangswiderstandes: Trennt man r nach Größe und Phase: $r = \frac{Z_2 - Z}{Z_2 + Z} = |r| \cdot e^{j(\pi - \varphi)}$, so liegen in der komplexen Widerstandsebene die Punkte mit gleicher Größe des Reflexionsfaktors, da das Verhältnis der Abstände des Punktes Z_2 von den Punkten Z und $-Z$ konstant ist, auf den Apollonischen Kreisen (r-Kreisen) über der Strecke $-Z$ bis $+Z$, die Werte mit gleicher Phase des Reflexionsfaktors auf den durch $-Z$ und $+Z$ gehenden Kreisen gleichen Peripheriewinkels (l-Kreisen), deren Mittelpunkte auf der y-Achse im Abstand $-Z \cot \varphi$ liegen, vgl. Bild 4, das für die auf Z bezogenen relativen

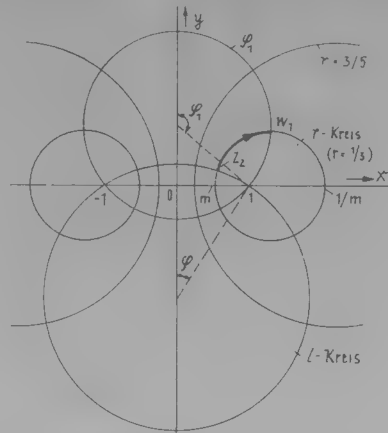


Bild 4. Widerstandstransformation durch verlustlose Leitungen.

Widerstände $z = x + jy$ gezeichnet ist und damit allgemein gilt. Die r-Kreise schneiden die x-Achse bei m und $1/m$, $m = \frac{1 - r}{1 + r}$. Trägt man in dieses Diagramm Z_2/Z ein, so erhält man bei einer verlustlosen Leitung, für die $2g = 2\gamma l = 2j\beta l = j \cdot 4\pi \frac{l}{\lambda}$ ist, den Eingangswiderstand W_1/Z nach (32), wenn man den Endpunkt von Z_2/Z auf dem r-Kreis um

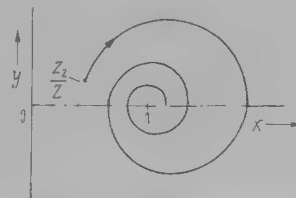


Bild 5.
Widerstandstransformation durch eine gedämpfte Leitung.

$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi = 4\pi\, l/\lambda$ im Uhrzeigersinn verschiebt. Eine Leitungslänge $\lambda/4$ transformiert z. B. einen reellen Widerstand $Z_2/Z = 1/2$ auf $W_1/Z = 2$ usw.

Bild 4 gilt auch für relative Leitwerte, wobei der einem Z_2/Z entsprechende Leitwert der andere Schnittpunkt des l-Kreises mit dem gleichen r-Kreis ist. Bei vorhandener Dämpfung α erhält man W_1/Z nach (32) für eine feste Leitungslänge l, wenn man die Drehung auf dem zu $Z_2/Z \cdot e^{-2\alpha l}$ gehörigen kleineren r-Kreis ausführt. In Abhängigkeit von l tritt dann an die Stelle der Kreise eine von Z_2/Z ausgehende Spirale, Bild 5, die dem Dämpfungsfaktor $e^{-\alpha l}$ entspricht und sich mit wachsender Leitungslänge dem Punkt 1 nähert.

Das Diagramm von Bild 4 hat den Nachteil unendlicher Ausdehnung. Durch konforme Abbildungen kann man das Diagramm auf endliche Flächen beschränken. Die bekannteste Transformation ist das Smith-Diagramm, bei dem die imaginäre Achse von Bild 4 in einen Kreis mit dem Radius 1 übergeht und die reelle Achse von $x = 0$ bis ∞ in den waagerechten Durchmesser. Die Koordinaten $x = \text{const}$ und $y = \text{const}$ von Bild 4 geben Kreise, die durch den Punkt $x = \infty$ gehen und die Radien $\varrho_1 = \frac{1}{1+x}$ bzw. $\varrho_2 = \frac{1}{y}$ haben, s. Bild 6. In diesem Koordinatensystem werden die r-Kreise von Bild 4 Kreise mit dem Radius r um den Punkt 1, die l-Kreise gerade Linien durch den Punkt 1 unter dem Winkel von r. Trägt man $Z_2/Z = x + jy$ als Schnittpunkt der betreffenden x- und y-Kreise ein, so erhält man Real- und Imaginärteil von W_1/Z bei verlustloser Leitung nach Gl. (32), wenn man auf demselben r-Kreis um den Winkel $2\beta l = 4\,\pi l/\lambda$ im Uhrzeigersinn dreht. Gl. (32) wird auch als Fehlersatz bezeichnet, $W_1 - Z$ und $Z_2 - Z$ sind die Fehler von W_1, Z_2 gegen Z.

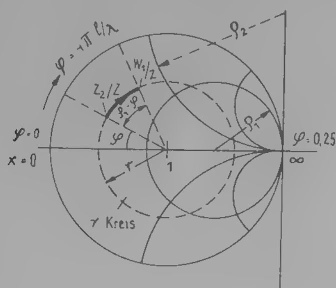


Bild 6. Smith-Diagramm.

2. Zusammengesetzte Leitungen. Zusammengesetzte Leitungen im engeren Sinne sind Reihenschaltungen von homogenen Leitungsstücken beliebiger Art, im weiteren Sinne alle Übertragungsstrecken, die außer Leitungsabschnitten beliebige Verstärkerschaltungen, Übertrager oder sonstige Vierpole enthalten. Es sind inhomogene Leitungen, bei denen im Gegensatz zu Abschnitt 3 die Inhomogenitäten nur an bestimmten Stellen liegen. Haben die aneinanderstoßenden Leitungsstücke gleiche Wellenwiderstände, so gehen die Wellen ohne Reflexion über die Stoßstelle hinweg, und das Fortpflanzungsmaß der zusammengesetzten Leitung ist gleich der Summe der Fortpflanzungsmaße ihrer Teilstücke. Bei verschiedenen Widerständen treten an jeder Stoßstelle Reflexionen auf, die bewirken, daß die Spannungen und Ströme an den Übergangsstellen stetig bleiben. Dadurch ist das Übertragungsmaß nicht mehr gleich der Summe der Einzelmaße. Die Dämpfung ist wegen der Reflexionsverluste größer, zuweilen wesentlich größer als die Summe der Einzeldämpfungen. Man ist daher bestrebt, die Reflexionsstellen möglichst zu vermeiden, indem man unsymmetrische Ringübertrager oder andere Vierpole zwischenschaltet, deren Wellenwiderstände nach beiden Seiten mit denen der Teilstücke möglichst übereinstimmen.

Für die Aufstellung der Leitungsgleichungen einer beliebig zusammengesetzten Leitung hat man zwischen den Anfangs- und Endgrößen eines jeden Teilstückes nach Gl. (13) und → Vierpoltheorie Gl. (1a) Gleichungen der Form

$$U_1 = A_{11}\, U_2 + A_{12}\, I_2,$$
$$I_1 = A_{21}\, U_2 + A_{22}\, I_2. \tag{35}$$

Aus ihnen geht durch sukzessives Einsetzen der Zwischengrößen von Spannung und Strom ein einziges Gleichungspaar für die Anfangs- und Endgrößen der gesamten Leitung hervor, das die gleiche Form (35) hat. Die neuen Parameter lassen sich hiernach berechnen und können andererseits wie bei jedem Vierpol (→ Vierpoltheorie 1.1) aus den von beiden Seiten gemessenen Leerlauf- und Kurzschlußwerten der Gesamtleitung gemessen werden.

Die Determinante der zusammengesetzten Leitung ist dabei gleich dem Produkt der Einzeldeterminanten (Beweis durch Ausmultiplizieren bei zwei Leitungsstücken), bleibt also 1, wenn alle Einzeldeterminanten (z. B. bei passiven Vierpolen) 1 sind. Die Bedingung $A_{11} = A_{22}$ der Widerstandssymmetrie (→ Vierpoltheorie 1.3) bleibt jedoch nur bestehen, wenn die zusammengesetzte Leitung symmetrisch zu ihrer Mitte ist. Bei zusammengesetzten Leitungen mit aktiven Vierpolen (Verstärkern) ist die Determinante von 1 und damit die Durchlässigkeit der Leitung in beiden Richtungen verschieden. Bezeichnen (35) die Leitungsgleichungen für die Übertragung von 1 nach 2, so liefert die Umkehrung für die Übertragung von 2 nach 1 mit gleichzeitiger Änderung der Stromrichtungen wie in Vierpoltheorie Gl. (12) die Gleichungen

$$U_2 = \frac{1}{A}\,(A_{22}\, U_1 + A_{12}\, I_1),$$
$$I_2 = \frac{1}{A}\,(A_{21}\, U_1 + A_{11}\, I_1), \tag{36}$$

wobei $A = A_{11}\, A_{22} - A_{12} A_{21}$ die Leitungsdeterminante der Gl. (35) ist. Die Leitungsdeterminante von (36) ist daher $A' = 1/A$.

Schließt man beide Seiten der Leitung mit beliebigen festen Widerständen Z_1 und Z_2 ab und speist mit gleicher EmK U_0 ein (vgl. Abschnitt 1.2), so erhält man entsprechend der Ableitung von Gl. (16) für das Verhältnis der Ströme die Beziehungen $I_2/I_1 = A'$

bzw. $I_1/I_2 = A$, in Worten: Das Verhältnis der Endströme, die von gleichen EMK beim Sprechen und Gegensprechen in einer beliebigen Übertragungsstrecke erzeugt werden, ist gleich dem Wert der Leitungsdeterminante für die betreffende Richtung (allgemeiner Umkehrungssatz der Leitungen). Die Ströme sind gleich, wenn die Determinante 1 ist (s. Abschnitt 1.2).

Die Gleichungen (35) und (36) stimmen mit den allgemeinen Vierpolgleichungen (1 c) und (12) in der Vierpoltheorie überein, daher lassen sich aus ihnen die in der Vierpoltheorie abgeleiteten Wellenparameter Z_1, Z_2, g_1, g_2 ableiten bzw. messen, ebenso die Eingangswiderstände von beiden Seiten, → Vierpoltheorie 1.3 und 1.4.

Eine besondere Art der zusammengesetzten Leitungen sind die Pupinleitungen, → Pupinisierung. 3. Inhomogene Leitung. Inhomogen ist eine Leitung, wenn die Leitungsgrößen R, G, L, C, vor allem L und C, örtlich nicht konstant sind. Die Inhomogenität kann regulär gewollt oder stochastisch ungewollt sein. 3.1. Inhomogene Leitungen mit systematischer Inhomogenität werden z. B. in der Richtfunktechnik zur Widerstandstransformation benutzt. Die systematische Änderung der Leitungsgrößen wird durch eine regelmäßige Änderung der Leitungsabstände bewirkt. Dadurch werden L und C bestimmte Funktionen der Längsrichtung. Aus den Leitungsgleichungen (1) erhält man wegen der Ortsabhängigkeit der Leitungsgrößen anstelle der Telegrafengleichung (2) eine Differentialgleichung zweiter Ordnung mit nichtkonstanten (ortsabhängigen) Komponenten, die nur in einigen Spezialfällen, z. B. der Exponentialleitung, gelöst ist. Durch die Änderung der Leitungsabstände sind die Wellenfronten nicht mehr senkrecht zur Leiterachse, die Wellenfront verläuft in Richtung der elektrischen Feldlinien, die Ausbreitungsrichtung senkrecht dazu. Man kann außer bei der Exponentialleitung auch nicht den Begriff der fortschreitenden Wellen auf beliebige inhomogene Leitungen übertragen, so daß keine zwingenden Definitionen für Wellenwiderstand, Phasengeschwindigkeit usw. vorliegen und man nur ein Leitungsstück endlicher Länge als Vierpol auffassen und für diesen die gewöhnlichen Vierpolparameter definieren kann. 3.2. Stochastisch inhomogene Leitungen. Die homogene Leitung von Abschnitt 1 ist eine für die meisten Betrachtungen ausreichende, aber streng nie vorhandene Idealleitung. Durch die unvermeidlichen Herstellungsschwankungen schwanken die Leitungsgrößen stets unregelmäßig um einen Mittelwert. Da eine kleine Abstandsänderung, z. B. Abstandsvergrößerung, L vergrößert und C um dasselbe Maß verkleinert, bleibt das Produkt LC in erster Näherung konstant, die Schwankung ist im wesentlichen eine Schwankung des Wellenwiderstandes: $Z(x) = Z_0 + S(x)$, die als stochastische (unregelmäßige) Größe durch das quadratische Mittel von $S(x)$ gekennzeichnet ist. An jeder Störungsstelle entsteht nach Abschnitt 1 eine reflektierte Welle, deren Größe dem Reflexionsfaktor entspricht. Da an der Stelle x die beiden Wellenwiderstände $Z(x)$ und $Z(x + \mathrm{d}x)$ zusammenstoßen, wird der Reflexionsfaktor bei $S(x) \ll Z_0$ nach Gl. (9) $r(x)\,\mathrm{d}x = \frac{S'(x)\,\mathrm{d}x}{2Z_0}$.
Die Integration sämtlicher reflektierter Wellen unter Berücksichtigung der zurückgelegten Wege ergibt einen Rückfluß, der an der Nachrichtenquelle ein unerwünschtes Echo erzeugen kann, und unter Berücksichtigung doppelter Reflexionen an inneren Stellen sowie unter Einbeziehung der Leitungsenden mehrere Mitflüsse, die hinter dem eigentlichen Signal als »Schleppe« herlaufen und namentlich bei Fernsehsignalen empfindliche Störungen hervorrufen können und deren Leistung aus den angegebenen Mitflüssen und der Autokorrelationsfunktion der Schwankungsfunktion $S(x)$ berechnet werden kann. Für nähere Einzelheiten sei auf die Literatur verwiesen.

Weitere Kapitel über Leitungstheorie → Verzerrung, → Einschwingvorgänge, → Wellenausbreitung auf Leitungen, → Pupinisierung.

Literatur: F. Breisig, Theoretische Telegrafie, 2. Aufl., Braunschweig 1924 — F. Emde, Sinus- und Tangensrelief in der Elektrotechnik, Braunschweig 1924 — J. Wallot, Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, 5. Aufl., Berlin 1948 — K. Küpfmüller, Einführung in die theoretische Elektrotechnik, 8. Aufl., Berlin 1965 — H. H. Meinke, Theorie der Hochfrequenzschaltungen, München 1951 — R. W. P. King, Transmission-line theory, New York 1955 — H. Kaden, Impulse und Schaltvorgänge in der Nachrichtentechnik, München 1957 — Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Berlin 1962 — Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung, Berlin 1966.

Zuhrt

Leitungsübertragung → Übertragung.

Leitungsüberwachungsgerät. Gerät zur Überwachung von Leitungen, über die → Wechselstromtelegrafie betrieben wird, auf Pegeländerungen und Fremdspannungen. Das Gerät besteht aus einer WT-Empfängerschaltung (AM 120, Kanal 12) und einem Tintenschreiber. Zur Überwachung der Leitung auf Pegelkonstanz oder Fremdspannungen wird der Tintenschreiber hinter dem Empfangsfilter der Empfängerschaltung angeschlossen. Zwei weitere Anschaltepunkte ermöglichen die Registrierung des Steuerstromes für das Empfangsrelais oder des vom Empfangsrelais getasteten Ortskreisstromes. Die Zahl der Pegelunterbrechungen wird außerdem von einem Zählwerk gezählt. Stärkere Störungen lösen einen Alarmwecker aus.

Leitungswiderstand, elektrischer, meist kurz elektrischer Widerstand genannt: Fließt durch einen metallischen Leiter von zylindrischer Gestalt (Draht, Stab, Bändchen) ein Strom I und ist U_{12} die Spannung zwischen zwei Leiterquerschnitten 1 und 2, so wird durch die Gleichung

$$\frac{U_{12}}{I} = R$$

der elektrische Widerstand R definiert. Er kann, muß aber nicht eine Konstante sein (→ Ohmsches Gesetz). Die SI-Einheit ist 1 Ohm $\Omega = 1$ V/A. Der Kehrwert 1/R heißt elektrischer Leitwert, seine SI-Einheit ist 1 Siemens S = 1 A/V = 1/Ω.

Leitungszeichen und **Überwachungszeichen** sind vermittlungstechnische Zeichen, die jeweils für eine bestimmte Leitung und die durch sie verbundenen Fernsprecheinrichtungen Aussagen über den vermittlungstechnischen Zustand oder über Änderung dieses Zustandes machen. Sie gestatten damit die Überwachung des ordnungsgemäßen Auf- und Abbaus von Fernsprechverbindungen.

Abgesehen von besonderen L. in verschiedenen nationalen Fernsprechnetzen sind in nationalen und internationalen Zeichengabesystemen allgemein L. mit folgender Grundbedeutung gebräuchlich:

1. Das Belegungszeichen (in Vorwärtsrichtung) wird zu Beginn des Verbindungsaufbaus gesendet und schaltet die Einrichtungen am fernen (ankommenden) Leitungsende in den Arbeitszustand. Es kann systemabhängig unterschieden werden nach Transit- und Endbelegungszeichen, wenn in der folgenden Vermittlung für End- und Durchgangsverbindungen unterschiedliche Einrichtungen oder Funktionen vorgesehen sind.

2. Das Belegungsquittungszeichen (in Rückwärtsrichtung) wird als Quittung auf das Belegungszeichen gesendet, wenn die folgende Vermittlung arbeitsbereit ist; das Zeichen kann systemabhängig die Bedeutung eines Abrufzeichens für die Wählinformation (→ Registerzeichen) haben und bei unterschiedlicher Form für Durchgangs- und Endverbindungen die Ausspeicherung der gesamten Wählinformation oder nur des für den weiteren Verbindungsaufbau benötigten Teils fordern.

3. Das Freizeichen (in Rückwärtsrichtung) zeigt an, daß der gerufene Teilnehmer frei ist und gerufen wird; wird üblicherweise — auch bei internationalen Verbindungen — nur als Hörton zum rufenden Teilnehmer übertragen.

4. Das Besetztzeichen (in Rückwärtsrichtung) zeigt an, daß der gerufene Teilnehmer oder eine angesteuerte Verkehrsrichtung besetzt ist; wird in nationalen Systemen meist nur als Hörton übertragen, bis der rufende Teilnehmer den Handapparat auflegt. Im internationalen Verkehr ist die Sendung des Zeichens zwingend vorgeschrieben bei Besetztfällen in Einrichtungen der internationalen Transitvermittlungen und bei besetzten weiterführenden Leitungsbündeln (sogenannte Gassenbesetztfälle), damit die teuren internationalen Leitungen schnell freigegeben werden können. Der rufende Teilnehmer erhält ein Hörzeichen aus den Einrichtungen seines eigenen Landes. Es muß ferner bei Besetztfällen in Einrichtungen ankommender internationaler Vermittlungen gesendet werden. Kann bei Besetztfällen in Leitungsbündeln, die von diesen Vermittlungen weiterführen (nationale Bündel) kein elektrisches Besetztzeichen gegeben werden, weil ein solches im nationalen System des Ziellandes nicht vorgesehen ist, so wird von dort ein Hörton über die internationale Leitung rückwärts gesendet. In neueren Zeichengabesystemen sind für Teilnehmer- und Gassenbesetztfälle unterschiedliche Zeichen vorgesehen.

5. Das Eintretezeichen (in Vorwärtsrichtung) wird im internationalen Verkehr aus der abgehenden internationalen Vermittlung gesendet, wenn eine Vermittlungskraft für abgehenden Verkehr die Unterstützung einer Vermittlungskraft in der ankommenden internationalen Vermittlung wünscht.

6. Das Beginnzeichen (in Rückwärtsrichtung) zeigt das Abheben des Handapparates beim gerufenen Teilnehmer an und leitet bei vollautomatisch aufgebauten Verbindungen die Zählung für den rufenden Teilnehmer und ggf. die → Gesprächszeitregistrierung für die internationale Abrechnung ein. Das Beginnzeichen muß schnell übertragen werden, damit die u. U. schnell folgende gesprochene Meldung des gerufenen Teilnehmers durch vom Beginnzeichen verursachte Schaltvorgänge nicht verstümmelt wird.

7. Das Schlußzeichen (in Rückwärtsrichtung) zeigt das Auflegen des Handapparates beim gerufenen Teilnehmer an. Bei internationalen Verbindungen soll daraufhin die Beendigung der Zählung und Gesprächszeitregistrierung sowie die Auslösung vorbereitet werden. Diese Maßnahmen werden wirksam, wenn der rufende Teilnehmer eine gewisse Zeit nach Empfang des Schlußzeichens den Handapparat nicht aufgelegt hat.

8. Das Auslösezeichen (in Vorwärtsrichtung) zeigt das Auflegen des Handapparates beim rufenden Teilnehmer an und führt zum Auslösen aller an der Verbindung beteiligten Schaltglieder, die jedoch erst wieder für eine Verbindung belegt werden dürfen, wenn die Auslösung vollständig durchgeführt ist.

9. Das Auslösequittungszeichen (in Rückwärtsrichtung) dient als Quittung für das Auslösezeichen und zeigt an, daß alle Auslösevorgänge beendet sind, so daß nach seinem Empfang die Einrichtungen für eine neue Verbindung belegt werden können.

10. Das Sperr- und Entsperrzeichen (in Rückwärtsrichtung) führen zur Besetztkennzeichnung der leitungsgebundenen Einrichtungen am abgehenden Leitungsende bzw. zur Aufhebung der Besetztkennzeichnung.

11. Das Quittungszeichen neutraler Art wird bei Zwangslaufverfahren (→ Zeichenübermittlung) gesendet, soweit keine Zeichen mit Eigenbedeutung als Antwort auf bestimmte L. vorgesehen sind (→ Zeichengabesysteme, L. des CCITT-Zeichengabesystems Nr. 5). *Hoffmann*

Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen im handvermittelten Ferndienst ist ein Verfahren, um allein aus der Ortsnetzkennzahl mit Hilfe der Anordnung der Leitungen im Vielfachfeld den richtigen, d. h. kürzesten Leitweg zu finden, wobei die gegebenen Wahlmöglichkeiten voll ausgeschöpft werden. Nachdem die → Vermittlungskraft die Ortsnetzkennzahl des verlangten Ortsnetzes (ON) aus ihrer Leitunterlage ermittelt hat, sind 2 Möglichkeiten zu unterscheiden:

1. Das verlangte ON ist im halbautomatischen Dienst erreichbar.

Die Vermittlungskraft kürzt die von ihr ermittelte und auf dem Gesprächsblatt im Feld »Leitvermerk« vermerkte Ortsnetzkennzahl gedanklich auf 3 Ziff.; sie sucht im Fernleitungsvielfachfeld eine Klinke, die mit diesen 3 Ziff. bezeichnet ist (→ Bezeichnung und Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld). Hierin wählt sie nur die Ziff. der Ortsnetzkennzahl vor, die vorher zum Auffinden des Bündels gedanklich abgedeckt wurde(n), sodann die Rufnummer (RufNr) des verlangten Teilnehmers (Teiln). Ist das Bündel besetzt (→ Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung im handvermittelten Ferndienst), kürzt sie die Ziff. der Ortsnetzkennzahl gedanklich um eine weitere Ziff.; sodann prüft sie im Fernleitungsvielfachfeld, ob ein so bezeichnetes Bündel vorhanden ist. Gegebenenfalls wählt sie in solcher Klinke die Ziff. vor, die vorher gedanklich gekürzt wurden.

Ist auch dieser Versuch ohne Erfolg, kürzt sie die Ziff. der Ortsnetzkennzahl um eine weitere Ziff. — es bleibt dann nur noch die Ziff. der Zentralvermittlungsstelle übrig — und prüft, ob sie ein so bezeichnetes Bündel vorfindet. Gegebenenfalls wählt sie in solcher Klinke die vorher gedanklich abgedeckten Ziff. vor, sodann die RufNr. des verlangten Teiln. Fehlt auch ein solches Bündel, wählt sie über den Hauptrichtungswähler bzw. über die sogenannte O-Gasse die vollständige Ortsnetzkennzahl vor, dann die Teilnehmernummer. Führen alle Versuche, den verlangten Teiln im halbautomatischen Dienst zu erreichen, nicht zum Erfolg, ist so zu verfahren, als ob das verlangte ON nicht wählbar wäre (s. unter 2).

2. Das verlangte ON ist nicht im halbautomatischen Dienst zu erreichen.

Die Vermittlungskraft kürzt die Ortsnetzkennzahl auf 3 Ziff. und prüft im Vielfachfeld, ob sie nach ihren Platzunterlagen eine derartig bezeichnete Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung (FernVStHand) über die Fernplatzansteuerung erreichen kann. Wenn sich die so bezeichnete FernVStHand meldet, wird das verlangte ON angefordert: »Bitte Ort .... (Ortsnetzkennzahl).« Die Vermittlungskraft der Ankunftsvermittlungsstelle wählt die Ziff. vor, findet einen freien Ausgang und fordert die RufNr des Teiln ab: »Bitte Rufnummer«. Falls erforderlich, ist die Ortsnetzkennzahl von der Vermittlungskraft der → Anmelde-FernVStHand um eine weitere Ziff. zu kürzen und sinngemäß bei der dann sich meldenden → Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung die Ortsnetzkennzahl anzufordern.

Ist zur zuständigen Zentralvermittlungsstelle mit Handbedienung kein eigenes Rufleitungsbündel vorhanden oder ist diese nicht über die Fernplatzansteuerung zu erreichen, ist die Gesprächsverbindung, aus der Sicht einer Knotenvermittlungsstelle oder Hauptvermittlungsstelle mit Handbedienung betrachtet, über die eigene zuständige übergeordnete Fernvermittlungsstelle aufzubauen. Kann eine dazwischengeschaltete FernVStHand das bei ihr angeforderte ON nicht im halbautomatischen Dienst erreichen, wird mit der für das verlangte ON zuständigen FernVStHand weiterverbunden: »Ich rufe FernVSt ... (Leitzahl)«; wenn dazu über eine Fernplatzansteuerung weiterverbunden wird: »Ich rufe .... (Nr. der Fernplatzansteuerung)«.

Das Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen garantiert die Benutzung der richtigen Leitwege (heute 99,9 v. H.), nutzt jede Wahlmöglichkeit voll aus und kommt jeweils bei geringstem Personaleinsatz am schnellsten zum Ziel (echte Rationalisierung).

Auch in einigen Auslandsverkehrsbeziehungen hat sich das Leitverfahren bereits eingebürgert.

Trommer

Leitvermerk → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen im handvermittelten Ferndienst.

Leitwegangabe → Abfassen der Telegramme.

Leitwege im handvermittelten Ferndienst. Mit Rücksicht auf Verkehrsbelastung und Übertragungsgüte festgelegte Benutzung bestimmter Leitungen für die Herstellung von Gesprächsverbindungen.

Im Inlandsferndienst ergab sich die Notwendigkeit von L. erst nach der Jahrhundertwende, als die engere Verflechtung des Netzes die Überbrückung größerer Entfernungen ermöglichte. Anfang 1905 wurde der die Leiterstärke kennzeichnende Buchstabe Bestandteil der Leitungsnummer, um den Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand) die Beurteilung der Übertragungsgüte zu ermöglichen. Seit 1907 galt für die Herstellung von Gesprächsverbindungen der Grundsatz, den kürzesten und besten Fernleitungsweg zwischen den FernVStHand zu benutzen und die Mitwirkung von Durchgangsvermittlungsstellen soweit wie möglich zu vermeiden. Der Festlegung der L. kam nach der Freigabe des Sprechverkehrs über ganz Deutschland im Oktober 1921 erhöhte Bedeutung zu. Trotz des Ausbaus des deutschen Fernkabelnetzes und der Einführung der Verstärkertechnik seit dem Ende des 1. Weltkrieges blieb der Grundsatz von 1907 bis etwa 1950 gültig. Auch die 1929 beginnende Einführung der Funktionen der End-, Verteil- und Durchgangsfernämter und die Aufgliederung des Fernverkehrsnetzes in mehrere Ebenen änderte daran nichts, nicht zuletzt deshalb, weil die Umgestaltung des Netzes und die entsprechende Ausrüstung der FernVStHand Jahre in Anspruch nahm. Erst nach 1950 wurde das bis dahin nach wie vor stark vermaschte Netz in zunehmendem Maße sternförmig ausgerichtet. Damit erhöhte sich bis zum vermehrten Einsatz von Fernwahlleitungen vorübergehend die Benutzung von Durchgangsvermittlungsstellen mit Handbedienung. Der Ausbau des Selbstwählferndienstes verwies die zur Abwicklung des immer kleiner werdenden restlichen handvermittelten Fernverkehrs noch bestehenden FernVStHand bald hauptsächlich auf die Mitbenutzung des SWFD-Netzes. Als Leitweg-Kennzeichen dient daher seit 1961 die Kennzahl des verlangten Ortsnetzes; in einer großen Zahl von FernVStHand übernehmen die

gleichen automatischen Einrichtungen wie für den SWFD die Auswahl eines der zur Verfügung stehenden L.

Die Umleitung von Gesprächsverbindungen bei Störung oder Anhäufung war schon 1903 vorgesehen. Sie mußte jedoch vorher festgelegt und manuell ausgeführt werden. Nach 1950 wurde die Ausnutzung der durch den Netzausbau gewonnenen vielfältigen Umleitungsmöglichkeiten durch entsprechende Anordnung und Kennzeichnung der in Frage kommenden Fernleitungen im Vielfachfeld der FernVStHand planmäßig gesteigert. Aber erst die jetzt bei einer Reihe von FernVStHand mitbenutzten automatischen Einrichtungen des SWFD ermöglichen die beste Ausnutzung der gegebenen Umleitungsmöglichkeiten.

Im Auslandsferndienst setzt sich der Gesamt-L. aus dem (Inlands-)L. bis zur Auslandskopfvermittlungsstelle mit Handbedienung (AuslKopfVStHand, früher Grenzausgangsanstalt, später Auslandsfernamt) und dem von dieser in das Ausland einzuschlagenden L. zusammen. Schon vor dem 1. Weltkrieg setzte das Reichspostamt für die Benutzung der einzelnen Auslandsleitungen auch die deutschen Sprechbereiche und damit die Inlands-L. fest. Nach seiner Gründung übernahm das Reichspostzentralamt diese Aufgabe. 1958 wurden für die Zuordnung der FernVStHand zu den einzelnen AuslKopfVStHand nach dem SWFD-Netzaufbau orientierte Einzugsbereiche festgelegt.

Für den eigentlichen grenzüberschreitenden Verkehr wurden von 1903 an international normale Wege und Umleitungswege vereinbart. Die noch heute üblichen Begriffe »Regelweg«, »Überlaufweg« (seit Anwendung der Wähltechnik, anfänglich »Ersatzweg«) und »Hilfsweg« werden seit dem 1. 1. 1930 international angewandt.

Regelweg: Alle ohne Unterschied in erster Auswahl zwischen zwei bestimmten Auslandsvermittlungsstellen mit Handbedienung (AuslVStHand) zu benutzenden Leitungen.

Überlaufweg: Zwischen zwei bestimmten AuslVStHand bei Überlastung des Regelweges zu benutzende Leitungen.

Hilfsweg: Zwischen zwei bestimmten AuslVStHand bei völliger Unterbrechung oder umfangreicher Störung der Regel- und Überlaufwege zu benutzende Leitungen.

Dementsprechend sollen i. allg. Überlaufwege die gleichen Länder wie die zugehörigen Regelwege durchlaufen, Hilfswege jedoch möglichst immer andere Länder. Im interkontinentalen Fernsprechdienst vereinbart man Erst- und Zweitwege.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für Post und Telegrafie (ADA), Abschnitt V, 6 von 1903 und 1907 — Vollzugsordnung für den Fernsprechdienst, Genf 1958 — Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost, Ausgabe B, Fernmeldewesen 1962/4. — Archiv für das Post- und Fernmeldewesen 1967, Heft 7.

Basse

Leitweglenkung. Unter L. versteht man das Verfahren, nach dem der Leitweg für Verbindungen aus mehreren möglichen Wegen ausgewählt wird. Es gibt verschiedene Verfahren der L. Sie werden in folgende Klassen eingeteilt:

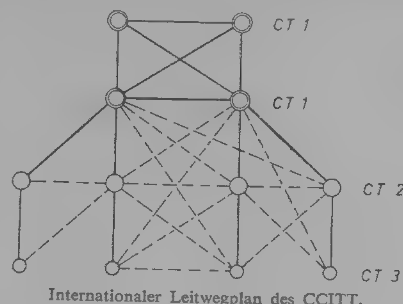
1. a) Deterministisches Verfahren = Auswahl des Weges geschieht nach vorgegebener Reihenfolge, b) Probabilistisches Verfahren = Auswahl des Weges geschieht nach vorgegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung. 2. a) Dynamisches Verfahren = Auswahl des Weges ist abhängig von der Verkehrsbelastung, b) Statisches Verfahren = Auswahl des Weges ist unabhängig von der Verkehrsbelastung. 3. a) Stationäres Verfahren = Auswahl des Weges ist unabhängig von der Tageszeit, b) Nichtstationäres Verfahren = Auswahl des Weges ist abhängig von der Tageszeit. 4. Kostenabhängiges Verfahren = Auswahl des Weges geschieht nach den geringsten Kosten. 5. Qualitätsabhängiges Verfahren = Auswahl des Weges geschieht nach den verkehrs- und übertragungstechnischen Eigenschaften.

Am bekanntesten ist die → alternative Leitweglenkung. Sie ist in obiger Klasseneinteilung in die folgenden Klassen einzuordnen: 1a — 2b — 3a — 4. Bei der Auswahl eines optimalen Verfahrens kommt es sehr darauf an, welche Eigenschaften am höchsten bewertet werden. Bei öffentlichen Fernmeldenetzen sind das u. a. immer die geringsten Kosten. Gewöhnlich ist die erste geprüfte Richtung diejenige mit den wenigsten Wahlstufen (→ Fernwählsystem 62).

Socher/Altehage

Leitwegplan, internationaler, Plan, der die Zuordnung und die Verbindungen zwischen den internationalen Transitvermittlungen CT (Centre de Transit) 1, CT 2 und CT 3 für den internationalen halb- und vollautomatischen Fernsprechverkehr darstellt. Der i. L. wurde vom Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) aufgestellt und als Empfehlung Q 13 bzw. E 15 in den Blaubüchern, Bd. II bzw. Bd. VI, veröffentlicht.

Der i. L. soll eine optimale Nutzung der internationalen Leitungen ermöglichen und eine zufriedenstellende Ausführung der Verbindungen zwischen beliebigen Teilnehmern auf der Welt gewährleisten. Der i. L.



Internationaler Leitwegplan des CCITT.

basiert auf einem hierarchisch gegliederten Netz, in dem zahlreiche Direktwege zwischen den Transitvermittlungen bestehen. Die Regeln der Leitweglenkung sind sehr flexibel. Die Anzahl der internationalen Leitungsabschnitte ist wegen der Übertragungsgüte und der

Funktion der Signalisierung auf sechs begrenzt. Zusammen mit den Leitungsabschnitten für die nationalen Netze auf beiden Seiten dürfen in einer solchen Leitungskette zwischen zwei Endvermittlungsstellen insgesamt bis zu 12 Leitungsabschnitte, in Ausnahmefällen bis zu 14 Abschnitte ,enthalten sein. Es gibt drei Kategorien von internationalen Transitvermittlungsstellen: CT 1 (Centre de transit catégorie 1), CT 2 (Centre de transit catégorie 2), CT 3 (centre de transit catégorie 3). Jedes Land hat mindestens ein CT 3. In der BRD gibt es folgende Transitvermittlungsstellen: Frankfurt CT 2, Hamburg CT 3, Düsseldorf CT 3, Stuttgart CT 3, München CT 3. *Socher*

Leitwegsteuerung → Leitweglenkung.

Leitwert (→ Leitungswiderstand), innerer L. der Zweipolquelle → Zweipol, elektrischer.

Leitzahl → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen im handvermittelten Ferndienst.

Lemmer, Ernst, Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen vom 14. November 1956 bis 27. Oktober 1957. Geboren am 28. April 1898 in Remscheid. Nach Erlangung der Hochschulreife Kriegsfreiwilliger des ersten Weltkrieges. Mehrfach verwundet. Nach dem Kriege Studium der Nationalökonomie an den Universitäten Marburg und Frankfurt am Main. 1922 Generalsekretär des Gewerkschaftsringes deutscher Arbeiter-, Angestellten- und Beamtenverbände. 1924 für die Deutsche Demokratische Partei in den Reichstag gewählt. Mitglied des Reichstages bis 1933. Nach 1933 Berliner Korrespondent ausländischer Zeitungen. 1945 Mitbegründer der Berliner CDU, deren zweiter Vorsitzender er bis 1948 blieb. Von 1950 bis 1951 Mitglied des Berliner Abgeordnetenhauses und Fraktionsvorsitzender der CDU. Seit 1952 Mitglied des Deutschen Bundestages. Von 1956 bis 1961 Vorsitzender des Landesverbandes Berlin der CDU. Am 14. November 1956 zum Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ernannt; anschließend vom 28. Oktober 1957 bis zum 11. Dezember 1963 Bundesminister für Gesamtdeutsche Fragen. 1963 mit dem Großkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. 1963 bis 1964 stellvertretender Vorsitzer der CDU/CSU-Fraktion des Deutschen Bundestages. Vom 19. Februar 1964 bis zum 26. Oktober 1965 Bundesminister für Vertriebene, Flüchtlinge und Kriegsbeschädigte. Beauftragter des Bundeskanzlers für Berlin.

Neben seiner politischen Arbeit hat sich Ernst Lemmer als Herausgeber und Chefredakteur der Berliner Abendzeitung »Der Kurier« einen bedeutenden Ruf als Publizist erworben. Gestorben am 18. August 1970.

Lemmer, Gerd, Staatssekretär im BPM vom 1. April 1969 bis 6. November 1969. Geboren am 13. September 1925 in Remscheid. Studium der Rechts- und Staatswissenschaften an der Universität Göttingen. Nach der Großen juristischen Staatsprüfung im Jahre 1954 Referent beim nordrhein-westfälischen Landkreistag in Düsseldorf, dann beim Landschaftsverband Rheinland und anschließend Referent für Wirtschaft und Finanzen bei der Vertretung des Landes Berlin in Bonn. 1958 Mitglied des Landtages von Nordrhein-Westfalen. Mit der Ernennung zum Oberregierungsrat im Jahre 1959 Referent für auswärtige Angelegenheiten des Landes Berlin und Teilnehmer an vielen internationalen Konferenzen. 1960 als Berlin-Sachverständiger zum Ständigen Beobachter der Bundesrepublik Deutschland bei den Vereinten Nationen in New York abgeordnet. Nach der Ernennung zum Regierungsdirektor im Jahre 1961 Oberbürgermeister der Stadt Remscheid. Von Juli 1962 bis Ende 1966 Minister für Bundesangelegenheiten und Bevollmächtigter des Landes Nordrhein-Westfalen beim Bund. In dieser Eigenschaft zugleich Mitglied des Bundesrates und des Verwaltungsrates der DBP sowie Vorsitzender des Verwaltungsrates des Deutschlandfunks. Im Jahre 1967 vorübergehende Tätigkeit in der Konzernleitung der Firma Friedrich Krupp in Essen. Vom 1. Dezember 1967 bis 31. März 1969 Staatssekretär im Bundesministerium für Vertriebene, Flüchtlinge und Kriegsgeschädigte und vom 1. April 1969 bis 6. November 1969 Staatssekretär im BPM.

Lenard, Philipp, geb. 7. 6. 1862 in Preßburg, gest. 20. 5. 1947. Zuletzt von 1907–1930 Professor der Experimental-Physik an der Universität Heidelberg, bekannt durch seine Untersuchung über Kathodenstrahlen, welche die Grundlage für die Elektronentheorie lieferten. Er erhielt dafür im Jahre 1905 den Nobelpreis. Als emeritierter Professor betätigte er sich politisch und versuchte die Wissenschaft zu politisieren. Er starb verbittert in Messelhausen, wohin er als Zivilperson in den letzten Kriegstagen des Jahres 1945 verlagert wurde.

Lenzsche Regel oder Lenzsches Gesetz: Fließen Ströme in Leitern oder Leiterteilen infolge einer Relativbewegung zwischen diesen und den Trägern (Erregern) magnetischer Felder (Magnete, stromdurchflossene Spulen), so entstehen zugleich Kräfte auf die durchströmten Leiter, die der Bewegung entgegenwirken. Die im Leiter induzierte Spannung ist so gerichtet, daß das magnetische Feld eines durch sie erzeugten Leitungsstromes der Ursache des Induktionsvorganges entgegenwirkt. Das Lenzsche Gesetz ist eine Folge des Energieprinzips.

Les Câbles de Lyon → Seekabelfabriken.

Lesegerät → Mikrolesegerät.

Leseleitung → Speicherelemente, magnetische.

Lesemaschine → automatische Zeichenerkennung, → Geschichte des Fernmeldewesens unter 6.3.2.

Lesen mit Löschen → Speicher, → Speicherelemente, magnetische.

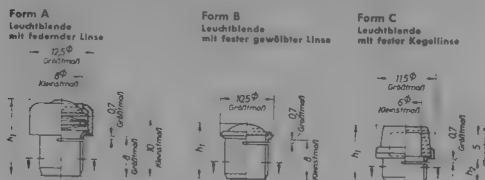
Lesestation → automatische Zeichenerkennung.

Letztweg. Leitungsweg, der bei der alternativen Leitweglenkung als letzte Möglichkeit für den Aufbau einer Verbindung angesteuert wird. Von ihm kann Verkehr nicht mehr auf andere Leitungswege überfließen. Auf dem L. sammelt sich → Überlaufverkehr und Verkehr zu verstreuten Zielen, für den es aus

wirtschaftlichen Gründen keine Querwege gibt. Die Anzahl der Leitungsabschnitte einer Fernverbindung ist auf dem L. am größten. Sie soll bei internationalen Verbindungen von Ortsvermittlungsstelle (OVSt) zu OVSt 12 nicht überschreiten. Nur in seltenen Fällen sind bis zu 14 Leitungsabschnitte zulässig.

Leucht-Drehtaste, -Druckdrehtaste, -Magnettaste → Tastschalter.

Leuchtblende für Fernmeldelampen, auch als Lampenkappe, Abdeckkappe oder Abdecklinse bezeichnet, bildet den Abschluß von → Lampenfassungen für → Fernmeldelampen. L. werden entweder mit federnder Linse, mit fester gewölbter Linse



Leuchtblenden für Fernmeldelampen.

oder mit fester Kegellinse (Allsichtlampenkappe) ausgeführt (s. Bild). L. nutzen hauptsächlich nur den Lichtstrom in der Lampenachse, L. mit Kegellinsen nutzen als Vollsichtlinsen auch den seitlichen Lichtstrom. Linsen farblos, farbig oder opal.

Literatur: DIN 49602.

Leuchtdichte → Fernsehen 1 u. 3.

Leuchtdiode → Elektrolumineszenz.

Leuchtschirm → Fernsehbildröhre.

Leuchttaste → Tastschalter.

Lichtbogensender, ein Funksender, der mittels eines Lichtbogens mit fallender Strom-Spannungscharakteristik betrieben wird.

Lichtechtheit. Unter Lichtechtheit versteht man die Unveränderlichkeit gegenüber der Einwirkung des Sonnenlichts. Bei manchen modernen Indanthrenen übertrifft die L. sogar die Lebensdauer des Gewebes.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lichthauptsignal → Hauptsignal.

Lichtpunktabtaster ist ein → Bildabtastgerät, bei dem die Bildvorlage, z. B. ein Diapositiv, ein Papierbild oder ein Film, mit Hilfe eines entsprechend dem Fernsehraster bewegten Lichtpunktes abgetastet wird. Die entsprechenden Leuchtdichteschwankungen werden in einem lichtelektrischen Wandler (z. B. Photozelle mit Sekundärelektronen-Vervielfacher) in ein Bildsignal umgesetzt. Hierzu wird am Leuchtschirm einer Bildabtaströhre ein Raster gleichmäßiger hoher Leuchtdichte geschrieben, das mittels einer Optik auf die Bildvorlage abgebildet wird. Das von dieser durchgelassene oder reflektierte Licht wird vom lichtelektrischen Wandler aufgenommen (→ automatische Zeichenerkennung).

Lichtschranke → Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung.

Lichtsignal → Eisenbahnsignal, → Hauptsignal.

Lichttelegraf. Dient der Übermittlung von Morsezeichen mit Hilfe von Lichtgeräten (Scheinwerfer, Blinkgeräte u. ä.).

Lieben, Robert von, geb. 5. 9. 1878 in Wien, gest. 20. 2. 1913 in Wien. Realschule (ohne Reifeprüfung), Volontär bei SSW in Nürnberg, Vorlesungen über Experimentalphysik Universität Wien; ging 1889 nach Göttingen, wo er einige Semester im Institut für physikalische Chemie bei W. Nernst an der Universität arbeitete, sodann Arbeiten im eigenen Laboratorium in Wien, baute 1906 die erste Verstärkerröhre (unter Verwendung der Entdeckungen Wehnelts und Brauns) und meldete am 3. 3. 1906 in Deutschland das Patent auf die verstärkende Wirkung der Kathodenröhre mit 3 Elektroden an.

Literatur: NTZ 1956, H. 3, S. 97/98. Poggendorff, Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens, 1956.

Liebenröhre → Geschichte des Fernmeldewesens unter 7.2 und 3.2.

Lieferlänge → Fertigung von Fernmeldekabeln.

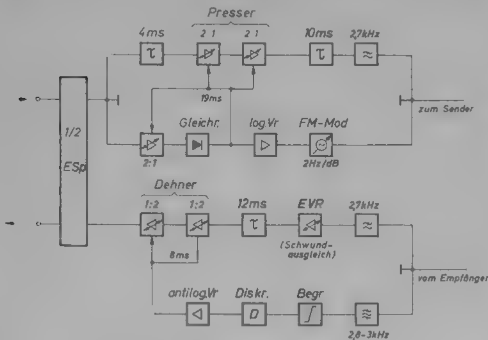
Lieferung von Fernmeldezeug im Rahmen des Beschaffungswesens der DBP. Für alle von DBP in Auftrag gegebene L. gilt als Erfüllungsort (das ist der Ort, an dem Leistung vertragsgemäß mit erfüllender Wirkung zu erbringen ist) der Ort der Empfangsstelle, die dem Auftragnehmer im Auftragschreiben oder beim Abruf genannt wird. Nach den »Ergänzenden Bedingungen der DBP (EGB)« ist Auftragnehmer verpflichtet, frei Empfangsstelle zu liefern, wenn diese sich im Gemeindegebiet des Herstellungs- oder Auslieferungsortes befindet. Andernfalls ist, sofern keine besonderen Vereinbarungen getroffen worden sind, frei Eisenbahnwagen bzw. frei Güterabfertigung bei Stückgut, frei Schiff oder frei Postamt am Herstellungs- oder Auslieferungsort zu liefern. Bei Wahl der Versandart und des Beförderungsweges hat Auftragnehmer unter Beachtung der Versandvorschriften das Interesse der DBP sorgfältig zu wahren und Versandkosten bis nach dem Bestimmungsbahnhof usw. im voraus zu verauslagen. Falls nichts anderes vereinbart, werden dem Auftragnehmer nur Kosten der tarifmäßig günstigsten Versendungsart von DBP erstattet. Wird z. B. Transport mit Kraftwagen durchgeführt, ohne daß diese Versandart ausdrücklich vereinbart worden ist, so werden von DBP im allgemeinen nur Beförderungskosten nach Tarifsätzen der DB anerkannt und erstattet, sofern nicht im Einzelfall Transport durch Lkw tarifmäßig günstiger ist. Kosten für Verpackungsstoffe und zusätzliche Gebühren für Einschreib- und Wertsendungen sowie die durch Versand mit Eisenbahn entstehenden Nebenkosten werden in der Regel durch den Preis für Leistung abgegolten, es sei denn, daß (z. B. für hochwertige Verpackungsstoffe) besondere Vereinbarungen getroffen wurden. Diese sind auch erforderlich, um ggf. vom Auftragnehmer verauslagte zusätzliche Gebühren für Eil- und Expreßgüter sowie für dringende Pakete und Schnellpakete erstatten zu können.

Besondere Vereinbarungen, wie L. frei Empfangs- oder Aufbaustelle, die außerhalb des Auslieferungsortes liegt, beruhen darauf, daß die gesamten Versendungskosten im Preis enthalten sind. Sie kommen insbesondere bei L. für fernmeldetechnische Bauvorhaben zur Anwendung. Versandanzeigen, die Abgang jeder Sendung rechtzeitig ankünden sollen, sind der Empfangsstelle und der Dienststelle, die Auftrag erteilt hat, vom Auftragnehmer zu übersenden. Jeder Sendung ist Lieferschein in doppelter Ausfertigung (Einnahmeschein, Empfangsschein) beizufügen. Versandanzeigen und Lieferscheine müssen die in den EGB vorgeschriebenen Angaben enthalten. Bestimmungen, die beim Erteilen von Aufträgen über Versendung von Gütern mit Kraftfahrzeugen zu beachten sind, enthalten »Richtlinien für die Vergabe von Speditionsaufträgen«. *Wigand/Dewitz*

Liegenschaftsvereinbarung → Bundesbahn.

Limnovia Lignorum → Teredowurm.

Lincompex (Abk. für: linked compressor and expander) ist eine von der englischen Fa. G.E.C. entwickelte → Überleiteinrichtung für den Kurzwellen-Überseefunk; in den USA steht seit 1966 ein ähnliches System unter der Bezeichnung »Constant Net Loss Operation« (CNL) in Erprobung. Es ist ein Pilot-Kompandersystem. Dabei wird (s. Bild) in dem Sprechkanal die mit einem zweistufigen Silbenkompressor (→ Dynamikregelung) in Tandemschaltung (beide Stufen werden mit derselben Regelspannung gesteuert, was eine waagerechte statische Kennlinie dieser Schaltung, d. h. theoretisch eine unendliche



Lincompex-Endschaltung (schematisch).

Kompression ergibt) stark gepreßte Sprache amplitudenmoduliert über die Funkstrecke übertragen, während die Hüllkurveninformation der Sprache in einem etwa 200 Hz breiten Pilotkanal frequenzmoduliert übertragen wird; auf der Empfangsstelle erfolgt nach einer Schwundausgleichsstufe eine komplementäre, vom demodulierten Hüllkurvensignal gesteuerte Expansion. Die Funkstrecke wird hier — anders als bei der konventionellen Technik mit Sende- und Empfangsvolumenreglern (→ Volumenregler), → Rückkopplungssperre und → Geräuschminderer — nicht mit konstantem → Sprachvolumen, sondern mit annähernd konstanter Restdämpfung betrieben. Anstelle der Rückkopplungssperre kommen in den Endstellen Echosperren zur Anwendung. Die Übertragungszeit des breiteren Sprechkanals wird durch in diesen eingeschaltete Laufzeitverzögerungsglieder der des schmalen Pilotkanals angeglichen. Die Regelgeschwindigkeiten des Sendekompressors liegen in der Größenordnung von etwa 800 dB/sec für das Abwärts- und zwischen 200 und 300 dB/sec für das Hochregeln. Die Abwärts-Regelgeschwindigkeit reicht nicht ganz aus, um die im Verlauf von stimmhaften Lauten auftretenden Spitzenspannungen herabzuregeln. Diese werden vielmehr gegenüber dem konstanten Volumen der gepreßten Sprache eher noch betont (die Spitzen werden bei gepreßter Sprache vom Aussteuerungsmesser mit einer erheblichen Minderanzeige angezeigt (→ Sprachspitzenpegel). Übergroße Sprachspitzen müssen durch einen Amplitudenbegrenzer beseitigt werden, damit L-Kanäle den Funksender günstiger aussteuern können. Bei Mehrkanalbetrieb mit L-Kanälen kann die Senderaussteuerung nicht so hoch sein wie die im konventionellen Betrieb, da die Modulationssummenspannung im ersten Fall statistisch in einem breiteren Bereich schwankt als im letzten; darüber hinaus muß auch die Modulation durch die Piloten berücksichtigt werden. Der technische Vorteil durch die Verwendung des L.-Verfahrens liegt jedoch darin, daß der Geräuschabstand insgesamt um größenordnungsmäßig etwa 20 dB erhöht wird, weil sich auch der Pegel der leistungsschwächeren Sprachlaute infolge der starken Dynamikpressung vom Geräuschpegel stärker abhebt. Der Betriebsvorteil liegt hier vor allem darin, daß gesprächsindividuelle Einstellungen an der Überleiteinrichtung, im Gegensatz zur konventionellen Technik, entbehrlich werden. *Schurig*

Lindenbladantenne → Breitbandantenne.

lineare Dipolgruppe → Längsstrahler.

lineare (gerade) Gruppe → Antennengruppe.

lineare Winde → Seekabellegung und -instandsetzung.

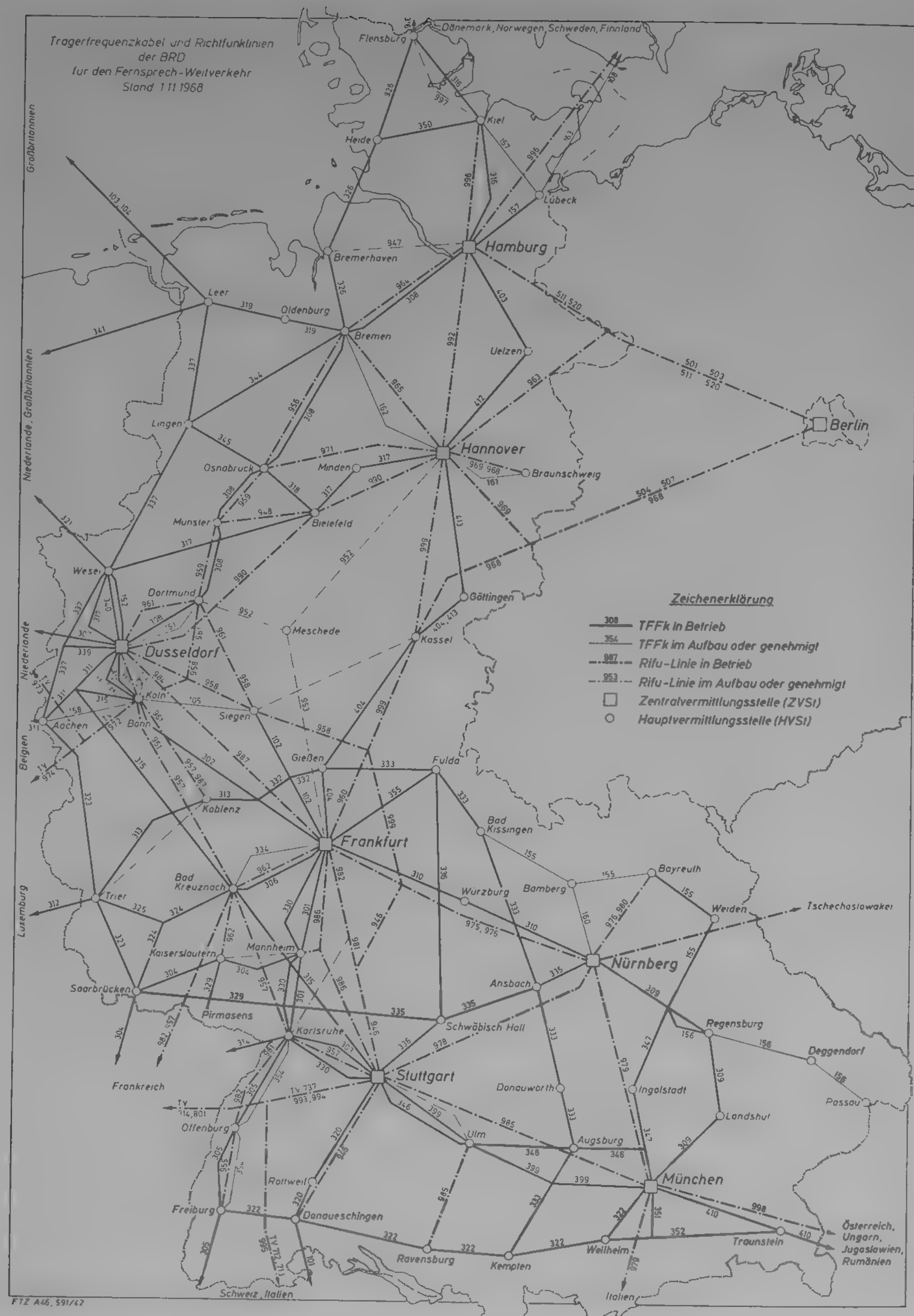
Linearitätsfehler → Ablenktechnik, → Fernsehen.

Linearitätsmeßgerät. Gerät zur Bestimmung der nichtlinearen Verzerrungen in Verstärkern, Modulations- und Demodulationseinrichtungen von Übertragungsstrecken der Fernsprech- und Fernsehtechnik. → Verzerrungsmesser.

Linearitätsmessung → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Linienintegral → Integral 2.

Liniennetz. Fernmeldeleitungen werden in Freileitungs-, Kabel- oder Funklinien geführt. Trägerfrequent ausgenutzte Linien können eine große Anzahl von Leitungen aufnehmen. Mehrere Linien, die untereinander im Zusammenhang stehen, bilden stern- oder maschenförmige L. Es werden Orts- und Fern-L. unterschieden. Letztere bestehen aus Bezirks- und Weit-L. Freileitungslinien haben nur in ländlichen Bezirken und Ausläufern der Ortsnetze Bedeutung.



Trägerfrequenzkabel und Richtfunklinien
der BRD
für den Fernsprech-Weitverkehr
Stand 1.11.1968
Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland
Großbritannien
Niederlande, Großbritannien
Niederlande
Belgien
Luxemburg
Frankreich
Schweiz, Italien
Italien
Österreich,
Ungarn,
Jugoslawien,
Rumänien
Tschechoslowakei
Flensburg
Heide
Kiel
Lübeck
Hamburg
Bremerhaven
Leer
Oldenburg
Bremen
Uelzen
Berlin
Lingen
Hannover
Braunschweig
Osnabrück
Minden
Münster
Bielefeld
Wesel
Dortmund
Göttingen
Meschede
Düsseldorf
Kassel
Köln
Aachen
Bonn
Siegen
Gießen
Fulda
Koblenz
Bad Kissingen
Frankfurt
Bad Kreuznach
Trier
Würzburg
Bamberg
Bayreuth
Weiden
Kaiserslautern
Mannheim
Nürnberg
Saarbrücken
Ansbach
Pirmasens
Schwäbisch Hall
Regensburg
Karlsruhe
Stuttgart
Deggendorf
Donauwörth
Ingolstadt
Passau
Offenburg
Landshut
Ulm
Augsburg
München
Rottweil
Freiburg
Donaueschingen
Ravensburg
Kempten
Weilheim
Traunstein
Zeichenerklärung
TFFk in Betrieb
TFFk im Aufbau oder genehmigt
Rifu-Linie in Betrieb
Rifu-Linie im Aufbau oder genehmigt
Zentralvermittlungsstelle (ZVSt)
Hauptvermittlungsstelle (HVSt)
FTZ A46, 591/42

Niederfrequent ausgenutzte Kabellinien gibt es außer in Ortsnetzen in Bezirks-L. In Bezirksnetzen werden auch trägerfrequent ausgenutzte Kabel und Richtfunklinien eingesetzt. Im Weitverkehr handelt es sich um trägerfrequent ausgenutzte Kabel und Breitbandrichtfunklinien. Das L. für den Weitverkehr in der BRD zeigt das nebenstehende Bild. *Wille*

Liniensystem → Feuermeldeanlagen, allgemein; → Feuermeldesysteme; → Haupt-Feuermeldeanlagen.

Linientasten → Reihenanlagen.

Linienverkehr → Verkehrsart (Funk).

Linienverzweiger (LVz). In großen Ortsnetzen wurden früher als 1. Schaltpunkt außerhalb des Amtes LVz eingebaut. Sie faßten mehrere Kabelverzweigerbereiche alter Art (bis zu 200 Doppeladern [DA]) zusammen. Ihr Fassungsvermögen betrug 1000 bzw. 2000 DA. Letztere mit im allgemeinen 700 DA zur Vermittlungsstelle und 1300 DA zu den → Kabelverzweigern (KVz) bzw. als Querkabel (Ringkabel zu benachbarten LVz) (→ Ortsnetzaufbau).

Nach der Vergrößerung des KVz-Fassungsvermögens auf 600 DA ist der Einbau von neuen LVz nicht mehr wirtschaftlich. Sie werden nur dort noch neu vorgesehen, wo später die Bildung eines eigenen Anschlußbereiches geplant ist, und dienen da bis zur Errichtung der neuen Vermittlungsstelle als Schaltpunkt.

Unter dem LVz befindet sich ein Kabelschacht zum Aufteilen der Hauptkabel vom Hauptverteiler im Amt bzw. zu den zugehörigen KVz. Die Aufteilungskabel werden durch den Betonsockel und durch eiserne Kabeltüllen im doppelten Blechboden mit Holzzwischenlage an → Endverschlüsse (EVs), die kreisförmig mit der Schaltseite nach innen im meist achteckigen Blechgehäuse des LVz angeordnet sind, geführt. Das LVz-Gehäuse hat vier schmale und vier breite Wände. In jeder breiten Wand befindet sich eine doppelwandige, verschließbare Blechtür, von denen eine zum Betreten des Innenraumes für Schaltarbeiten dient, während durch die drei anderen man an die Kabelseite der EVs herankommen kann. Das Gehäuse wird durch Öffnungen im Grundrahmen, im Zwischendach, in den Türen und in den vier festen Eckwänden entlüftet. Die Verbindung der einzelnen Adern wird mit Installationsdraht zwischen den entsprechenden Stiften eingelötet. LVz können einen Starkstromanschluß (Steckdose) erhalten.

Es gibt auch flache LVz in Schrankform. *Stegmann*

Linienzugbeeinflussung → Eisenbahnsignaltechnik, → Zugbeeinflussung.

link-by-link-Zeichengabe → Zeichenübermittlung.

Linkanordnung → Zwischenleitungsanordnung.

Linkssystem → Koordinatensystem.

Linoleum besteht aus einer Mischung von Linoxyn, d. h. erstarrtem, oxydiertem und polymerisiertem → Leinöl mit → Harz, Kork- oder Holzmehl, Mineralfarbstoffen und Sikkativen, die in heißen Walzen auf ein Jutegewebe gepreßt ist. Es findet als Fußbodenbelag Verwendung.

Linsenantennen. L. sind Antennen, bei denen der größte Teil der auf eine geeignet geformte elektrische Linse auffallenden Strahlung nach quasioptischen Prinzipien in einen oder mehrere bevorzugte Winkelbereiche gelenkt wird. Dabei wird in den meisten Fällen die annähernd kugelförmige Wellenfront der von der Quelle ausgehenden Erregerstrahlung in eine ebene Wellenfront in der Apertur der Linse umgewandelt (Bild 1a u. 1b). Der Raum zwischen der

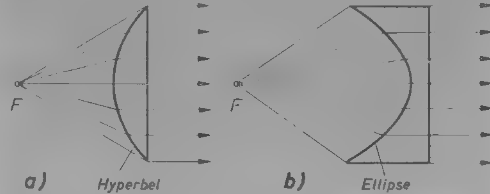


Bild 1a. Verzögerungslinse. Bild 1b. Beschleunigungslinse.

Erregerquelle und der Linse kann durch Bleche abgeschirmt werden, so daß ein Pyramidenhorn oder ein Konushorn entsteht, in dessen Öffnung die Linse angebracht ist (Bild 2).



Bild 2. Linsenantenne aus Pyramidenhorn und Hohlleiterlinse.

Je nachdem, ob durch die Linse die Welle gegenüber dem umgebenden Medium beschleunigt oder verzögert wird, unterscheidet man Beschleunigungs- und Verzögerungslinsen (Bild 1a u. 1b). Die Verringerung der Phasengeschwindigkeit gegenüber

der Freiraumgeschwindigkeit wird durch natürliches oder künstliches Dielektrikum oder durch räumliche Umwege des Strahlengangs erzielt, ihre Erhöhung durch Wellenleitereffekte bewirkt.

Den Linsen der Optik entspricht die aus Dielektrikum aufgebaute dielektrische Linse. Dabei kann das Dielektrikum ein natürliches (z. B. Trolitul oder Plexiglas) sein oder auch ein künstliches, ein inhomogener Stoff, der aus räumlich verteilten, durch Schaumstoff isolierten Metallkörpern besteht (metallische Verzögerungslinse). Eine Verzögerungslinse besonderer Art ist die Umweglinse (Bild 3),

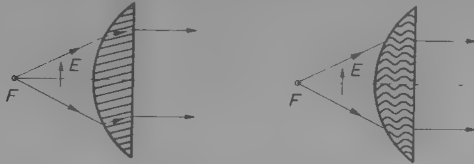


Bild 3. Umweglinsen.

bei der die Verzögerung durch bestimmte Umwege, die die Strahlen zu durchlaufen haben, verursacht wird.

Beschleunigungslinsen sind die Hohlleiterlinse (Bild 4) und die Lochplattenlinse. Bei der ersteren wird die erhöhte Phasengeschwindigkeit in Hohlleitern, bei der zweiten die Phasenverschiebung bei der Beugung von Wellen an kleinen Öffnungen

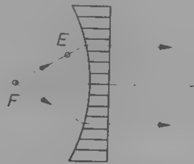


Bild 4. Hohlleiterlinse.

metallischer Blenden ausgenutzt. Die L. sind bisher in der Praxis nur wenig eingesetzt worden. In letzter Zeit scheint aber die sog. Luneberglinse wegen ihrer besonderen Eigenschaften mehr an Bedeutung zu gewinnen. Sie besteht aus einer Kugel vom Durchmesser $2a$ aus einem Dielektrikum, dessen relative Dielektrizitätskonstante ε_r nach der Beziehung

$$\varepsilon_r = 2 - \left(\frac{\varrho}{a}\right)^2$$

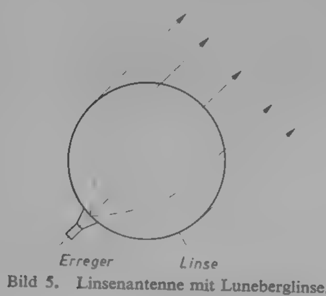


Bild 5. Linsenantenne mit Luneberglinse.

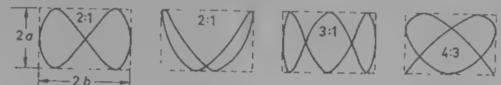
vom Radius ϱ abhängt. Durch dieses werden die von einem beliebigen Punkt der Kugeloberfläche divergent ausgehenden Strahlen so abgelenkt, daß an der gegenüberliegenden Seite eine ebene Wellenfront entsteht. Daher kann mit der Luneberglinse eine Antenne für universelle Strahlschwenkung gebaut werden, in dem man in der Nähe ihrer Oberfläche eine bewegliche Erregerquelle anbringt (Bild 5).

Eine Luneberglinse, die auf einem Teil ihrer Oberfläche mit einer reflektierenden Schicht überzogen ist (Lunebergreflektor) kann als Radarreflektor mit ähnlichen Eigenschaften wie der Tripelspiegel eingesetzt werden, bei dem die Rückstrahlung in die Einfallsrichtung der einfallenden Welle weitgehend richtungsunabhängig erfolgt. *Koch*

Lissajous'sche Figur. Kurve, die man erhält, wenn ein Massepunkt längs zweier zueinander orthogonaler Achsen harmonische Schwingungen ausführt, so benannt nach ihrem Entdecker. Ist z. B.

$$x = a \sin \omega_1 t, \quad y = b \sin(\omega_2 t + \varphi),$$

so hat die L. die Eigenschaft, allmählich das ganze Rechteck, gebildet aus den Seiten $2a$ und $2b$, gleichmäßig zu bedecken. Eine in sich geschlossene Kurve erhält man nur, wenn $\omega_1 : \omega_2$ in rationalem Verhältnis stehen (s. Bild). Insbesondere erhält



Lissajous'sche Figuren bei verschiedenen Frequenzverhältnissen $\omega_1 : \omega_2$ und Phasenwinkel φ.

man mit $\omega_1 = \omega_2$ als L. eine Gerade ($\varphi = 0, \pi$) oder Ellipse ($0 < \varphi < \pi$), die bei $a = b$ mit $\varphi = \pi/2$ zu einem Kreis wird. Ist $\omega_1 = \omega_2$, so wechselt die Phasendifferenz fortwährend. L. können leicht mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen dargestellt werden.

Lithiumchloridfeuchtemesser → Luftfeuchtemeßgeräte.

Lithopone ist ein Gemisch von Zinksulfid und Bariumsulfat, ein weißer, ungiftiger Farbkörper, dessen Eigenschaften und Klassifizierung in den RAL 844/2 »Lithopone, Lieferbedingungen und Prüfvorschriften« festgelegt sind. L. werden in fünf verschiedenen Sorten gehandelt, die sich durch ihren Gehalt an dem güteverbesserndem Zinksulfid (14—59%) unterscheiden. Es findet u. a. als Farbkörper bei der Herstellung von → Anstrichstoffen Verwendung, wird aber heute oft durch Titandioxyd verdrängt, weil es bei Außenanstrichen nicht witterungsbeständig ist.

Loch → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Löcherkonzentration → Ladungsträgerstatistik.

Löcherleitung → Bändermodell des Halbleiters.

Löchermasse, effektive → Ladungsträgerstatistik.

Lochfraß → Korrosion.

Lochkarte. Um 1880 von dem Deutsch-Amerikaner Hollerith als Hilfsmittel für mechanisch wirkende Maschinen erfunden. Sie wird noch heute als Informations- und Datenträger für Datenverarbeitungsanlagen verwendet, soweit nicht Magnetbänder, -platten, -trommeln als Datenträger eingesetzt werden. Eine L. besteht i. allg. aus Isolierstoff von der Größe 187,3 × 82,5 mm und wird mit Hilfe der in die Karte in 12 Zeilen eingestanzten 80 Lochspalten als Steuerungsorgan und als Speicher für Daten (Zahlen und Buchstaben) benutzt. Die Postverwaltung hat schon in den 20er Jahren im Rentenrechnungsdienst L.-Maschinen versuchsweise betrieben. Das »Lochkartenverfahren« wurde 1931 in diesem Dienstzweig allgemein eingeführt. 1945 waren bei der DBP 28 mit Hollerith-L. mechanisch wirkende Maschinen eingesetzt. Das Lochkartenverfahren wurde später auf mehrere andere Aufgabengebiete, z. B. den Fernmelderechnungsdienst, das Innerbetriebliche Rechnungswesen, die Materialbewirtschaftung im Fernmeldezeugdienst usw. ausgedehnt. Als die Arbeitsgeschwindigkeit der L.-Maschinen im Laufe der Rationalisierungsmaßnahmen der DBP nicht mehr ausreichte, wurden sie in → Rechenzentren mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen umgewandelt.

Literatur: Nemitz, Der Fernmelderechnungsdienst bei der DBP, Bd. 48 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag KG, Goslar.

Lochkartenverfahren → Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst.

Lochmaskenröhre → Farbbildwiedergaberöhre.

Lochplattenlinse → Linsenantennen.

Lochstreifen. Schmaler Papierstreifen aus reißfestem Material als Träger von senkrecht zur Bewegungsrichtung des L. eingestanzten Lochreihen (Lochkombinationen), die den Kombinationen der Codeelemente entsprechen. Die Größtzahl der Löcher hängt vom Codeaufbau ab; sie beträgt beispielsweise 5 beim 5-Element-Code oder 7 beim 7-Element-Code. Eine in Längsrichtung eingestanzte fortlaufende Lochreihe (mit kleineren Löchern) dient dem Streifentransport. Man unterscheidet: Totallochung (Löcher durchgestanzt), Schuppenlochung (Löcher angestanzt) und Markierlochung (Löcher durch Eindrücken markiert); ferner in bezug auf die Lage der Löcher: Axiallochung (Mittelpunkt sämtlicher Löcher auf einer Linie liegend) und Tangentiallochung (alle Löcher werden von einer Linie tangential berührt). L. werden entweder mechanisch, optisch oder elektrisch abgetastet oder gelesen, wofür Lochstreifensender und Lochstreifenleser zur Verfügung stehen (→ Lochstreifengeräte).

Lochstreifengeräte. L. werden eingesetzt, wenn Fernschreibleitungen oder -netze mit der höchstmöglichen Zeichengeschwindigkeit ausgenutzt werden sollen. Die dazu erforderlichen Lochstreifen bedeuten eine Speicherung. Diese ist im Telegrammdienst aus verschiedenen Gründen unerwünscht. Dagegen hat die Bedeutung des Lochstreifenverfahrens in den zahlreichen privaten Sondernetzen in den letzten Jahren rasch und in bedeutendem Maße zugenommen. Der Lochstreifenbetrieb hat darüber hinaus noch folgende Vorteile: Eine in Druck- und Lochschrift aufgenommene Nachricht kann sofort ohne Umschreiben weiterübermittelt werden; die Kombination Lochstreifenempfänger + L.-Sender (Bild 1) bedeutet auch

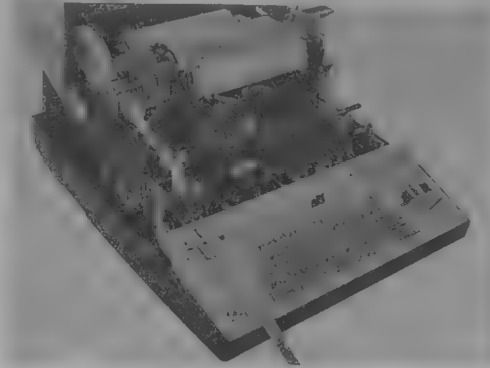


Bild 1.

eine Zeichenentzerrung; bei einem Verfahrenswechsel (Codeumsetzung) erübrigen sich Sondergeräte des Fernschreibers, sofern Lochstreifen verwendet werden; ferner werden Lochstreifen angewendet, wenn im Zuge einer Verbindung die Schrittgeschwindigkeit oder die Zeichengeschwindigkeit geändert werden muß. Weiterhin sind Art und Größe des Betriebes, der Verkehrsumfang und die Verkehrsart sowie die vorgegebenen Schaltungen ausschlaggebend für den Einsatz von Lochstreifengeräten. Ist ein Übergang zwischen verschiedenartigen Telegrafiesystemen erforderlich, so stellt der Lochstreifenbetrieb das geeignete Hilfsmittel dar. Die größte Aufgabe erwächst indessen der Informationsspeicherung mittels Lochstreifen (Tonbänder oder Magnetkerne) und der entsprechenden Übertragung in der modernen Datenübertragung für die verschiedensten Zwecke (Betriebsorganisationsaufgaben, Fabrikensteuerung, Computersteuerung u. ä.). Die Technik des seit über 100 Jahren bekannten Lochstreifenbetriebes hat sich im Prinzip bis auf den heutigen Tag nicht geändert. Schon damals wurden Zeichengeschwindigkeiten von 1000 Zeich./min und mehr erzielt (z. B. Wheatstone-Morsebetrieb, Siemens-Schnelltelegraf). Vgl. HwF 1929. Als Zusatzgeräte für die neuzeitlichen Fernschreibmaschinen entstanden in den zwanziger und den folgenden Jahren zunächst die Einzelgeräte, wie Lochstreifenstanzer (Handlocher), Lochstreifensender (Lochstreifenabtaster, Lochstreifenleser) und Lochstreifenempfänger. Eine rationelle Entwicklung führte zur Verwendung von Apparatteilen aus der Fernschreibertechnik. Für viele Benutzer waren jedoch diese Geräte zu unbequem und raumaufwendig. Es

lag daher nahe, die Apparate so zu konstruieren, daß sie mit den Getrieben der Fernschreiber unmittelbar gekoppelt werden konnten. Das Ergebnis dieser Entwicklung sind die Anbau-Lochstreifengeräte, mit denen gegenwärtig ein großer Teil der Fernschreiber grundsätzlich ausgestattet wird. Es gibt Anbau-Lochstreifensender und Anbau-Lochstreifenempfänger. Für den Handlocher (Bild 2) ist eine Kopplung



Bild 2. Handlocher.

nicht erforderlich, weil der Fernschreiber mit Anbaulocher als Lochstreifenstanzer ausgenutzt werden kann. Diese konventionelle Technik der Lochstreifengeräte genügt den erhöhten Anforderungen vieler Sondernetze und der Datenübertragungstechnik nicht mehr. Von bestimmten Zeichengeschwindigkeiten an (etwa 200 Zeich./sec) muß von der mechanischen zur teil- oder vollelektronischen Technik übergegangen werden (Bild 3).

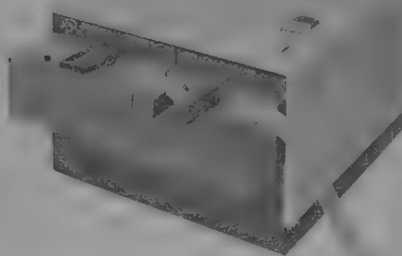


Bild 3. Lochstreifensender für 45,5 bis 200 Baud.

An Stoßstellen der Nachrichtenübertragung werden sogenannte Lochstreifenübertrager eingesetzt. Sie speichern die mit Parallelschritteingabe angebotenen Zeichen für zeitlich beliebigen Abruf, wobei eine Kontrolle der empfangenen und ausgesandten Zeichen stattfinden kann. Es ist Parallel-Serie- oder Serie-Parallel-Umsetzung bei den Zeichenschritten möglich. Ferner kann mit oder ohne Zwischenspeicherung gearbeitet werden. Lochstreifenübertrager finden Verwendung z. B. bei Multiplex-Funkfernschreibanlagen und Speichervermittlungseinrichtungen. Im ersteren Falle kann der Übertrager mit oder ohne Sendeverteiler gebaut sein. Bei einem Apparat ohne Sendeverteiler findet eine Serie-Parallel-Umsetzung statt. Der Lochstreifen wird beim Empfang auch mit Druckschrift versehen. Im praktischen Betrieb erscheinen am Eingang die vom Teilnehmer gesendeten Zeichen; der Abtaster mit Parallelschrittausgabe (Ausgang) ist mit dem Codewandler (5—7) verbunden. Der Empfänger des Lochstreifenübertragers für Speichervermittlungen nimmt die 5-Codeelement-Zeichen mit Parallelschrittanbietung unter Fremdsteuerung in einen Lochstreifen auf. Jede Lochkombination wird



Bild 4. Fotoelektrischer Lochstreifenleser 500 Zeichen/sec. bei Start-Stop-Betrieb.

sofort nach der Lochung abgetastet und an 5 Kontakten für Prüfzwecke angeboten. Der Sender tastet die Lochgruppe mittels zweier Fühlhebelsätze ab, wobei der erste zum Weitersenden, der zweite für Prüf- oder Steuerzwecke dient. Sender und Empfänger arbeiten unabhängig voneinander. Ggf. bildet sich eine Lochstreifenschleife.

Die Technik zeigt für die Gerätegruppen bestimmte charakteristische Konstruktionsmerkmale, die bei in- und ausländischen Entwicklungen immer wiederkehren. So ist z. B. die Markierung beim Stanzen der Lochkombinationen in Lochstreifen bei Handlochern oder Anbaulochern von Fernschreibern besonders

interessant. Die Codewählschienen sind mit Verlängerungsteilen versehen, die in die Bahn des Stanzkopfes (verschiedener Bauart) zwischen diesem und den Stanzstiften geschoben werden können, wenn nach dem Code Löcher gestanzt werden sollen. Andernfalls reicht der Hub des Stanzkopfes nicht aus, um die Stanzstifte zu berühren, zu bewegen und damit die Lochung auszuführen, so daß keine Löcher erscheinen. Dieses einfache Markierprinzip — die Hubverlängerung — kann man in vielfältigen Abwandlungen feststellen. Für die Fortbewegung des Lochstreifens hat sich der Schrittantrieb unter Verwendung von Transportstiften oder — überwiegend — Friktionsgetrieben durchgesetzt. Die Markierung der Stanzstifte kann auch elektromagnetisch vor sich gehen. Möglich sind 5- bis 8spurige Lochstreifen oder Magnetbänder. Die Stanzleistung beträgt $6^2/_3$ bis 150 Zeich./sec. Hierbei sind die in der Datenübertragungstechnik verwendeten Apparate berücksichtigt.

Lochstreifensender oder -leser dienen zur Umsetzung der Lochzeichen in elektrische Signalfolgen. Das kann mittels Abfühlmechanismen (für Zeichengeschwindigkeiten von $6^2/_3$ bis etwa 15 Zeichen/sec) oder z. B. auf fotoelektrischem Wege (für hohe Lesegeschwindigkeiten bis etwa 700 Zeichen/sec bei datengesteuerten Einrichtungen, Speichervermittlungen u. ä.) geschehen (Bild 4). Schrittweiser Vorschub des Lochstreifens. Weitere technische Einzelheiten s. Schrifttum.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962 — Ders., Sondertechnik in Fernschreibnetzen. Jahrb. d. el. Fernmeldewesens 1965. Verlag Heidecker, Bad Windsheim. Druckschriften der Firmen Siemens AG. und Standard Elektrik Lorenz AG.

Schiweck

Lochstreifensender, -stanzer, -übertrager → Lochstreifengeräte.

Log dient zur Messung der Schiffsgeschwindigkeit in Knoten (kn = sm/h). Beim Staudrucklog wird der Unterschied von statischem und gestautem Druck durch elektrisch gesteuerten Kraftvergleich gemessen und mechanisch radiziert (Kurvenscheibe). Die als Winkelwert vorliegende Schiffsgeschwindigkeit wird über→Drehmelder nach den Anzeigern übertragen. Der Geschwindigkeitswert kann mit Hilfe eines uhrwerkskontrollierten Zeitmotors integriert werden, um den zurückgelegten Weg zu erhalten, der mit Drehmeldern auf ein Zählwerk auf der Brücke übertragen wird. Beim elektromagnetischen L. wird die geschwindigkeitsabhängige Potentialdifferenz des strömenden Seewassers in einem magnetischen Wechselfeld (etwa 300 µV/kn) durch Vergleich gemessen und wieder über Drehmelder zur Anzeige gebracht. Beim Unterwasserschall-L. wird die geschwindigkeitsabhängige Laufzeit des Schalls im Wasser ausgenutzt, um eine Anzeige der Schiffsgeschwindigkeit zu erhalten. Alle aufgeführten L. messen die Schiffsgeschwindigkeit durch das Wasser und nicht über Grund.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

logarithmisches Potential → Gegenkapazität von Leitungen.

logische Schaltungen. Eine l. S. ist eine Schaltungsanordnung (Kontaktnetzwerk, Röhren- oder Halbleiterschaltung o. ä.) mit einem oder mehreren Eingängen und einem oder mehreren Ausgängen, die gleichzeitig an den Eingängen anliegende binäre Eingangsgrößen zu ebenfalls binären Ausgangsgrößen derart verknüpft, daß die Ausgangsgrößen logische Funktionen (→ Funktionen der Schaltalgebra) der Eingangsgrößen sind. Je nach Art dieser Verknüpfung spricht man von einer UND-Schaltung, ODER-Schaltung, Antivalenz-Schaltung usw. Da der innere Aufbau der l. S. für die logische Funktion unerheblich ist, hat man Symbole logischer Schaltungen eingeführt, die in Tafel 1 zusammengefaßt sind. Die

Symbol	logische Funktion	Schaltungs-Bezeichnung
x y	$y = \bar{x}$	Negations-Schaltung
x_1 x_2 y	$y = x_1 \vee x_2$	ODER-Schaltung (Disjunktion)
x_1 x_2 y	$y = x_1 \cdot x_2$	UND-Schaltung (Konjunktion)
x_1 x_2 y	$y = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2$	NOR-Schaltung
x_1 x_2 y	$y = \bar{x}_1 \quad \bar{x}_2$	NAND-Schaltung
x_1 x_2 $\equiv$ y	$y = x_1 \equiv x_2$	Äquivalenz-Schaltung
x_1 x_2 $\not\equiv$ y	$y = x_1 \not\equiv x_2$	Antivalenz-Schaltung

Tafel 1. Symbole logischer Schaltungen.

Symbole sagen nichts über die physikalischen Größen der Werte 0 und 1 aus; diese Zuordnung ist abhängig von der einzelnen Schaltung. Die Synthese einer logischen Schaltung beliebiger Art läßt sich mit der → Schaltalgebra durchführen, indem man die Funktionstafel aufstellt, daraus die algebraischen Funktionen der Schaltung ableitet und diese mit Hilfe der → Rechenregeln der Schaltalgebra in eine günstige und möglichst einfache Form umwandelt. Die so gewonnene Funktion der Schaltung kann dann in ein Symbolschaltbild übersetzt werden. Die technische Realisierung schließlich ist eine Zusammenfügung logischer Schaltungen mit den jeweiligen Eigenschaften der zugehörigen Symbole gemäß dem Symbolschaltbild.

Beispiel: Es soll die Antivalenzschaltung aus UND-, ODER-, NAND- oder NOR-Schaltungen ge-

bildet werden. Die Ausgangsgröße y soll also dann 1 sein, wenn die beiden Eingangsgrößen x_1, x_2 verschiedene Werte haben. Tafel 2 zeigt die Funktionstafel für die Antivalenzschaltung.

x_1	x_2	y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Tafel 2. Funktionstafel der Antivalenzschaltung.

Für alle vier möglichen Kombinationen der Werte der Eingangsvariablen wurde der geforderte Wert der Ausgangsvariablen angeschrieben. Damit läßt sich die logische Funktion

$$y = \mathrm{f}(x_1, x_2)$$

aufstellen:

$$y = x_1 \cdot \overline{x_2} \vee \overline{x_1} \cdot x_2.$$

Hieraus erhält man nach einer kurzen Umformung

$$y = (x_1 \vee x_2) \cdot (\overline{x_1} \vee \overline{x_2})$$
$$= (x_1 \vee x_1) \cdot (\overline{x_1 \cdot x_2}).$$

Das zugehörige Symbolschaltbild ist in Bild 1 gezeichnet. Die Antivalenzschaltung läßt sich also aus je einer UND-, ODER- und NAND-Schaltung aufbauen.

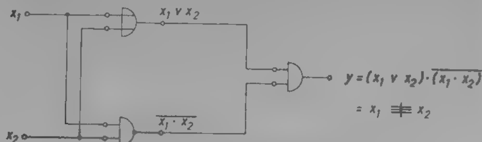


Bild 1. Antivalenzschaltung.

Der umgekehrte Weg wird bei der **Analyse einer logischen Schaltung** beschritten. Hier will man sich über die Wirkungsweise einer logischen Schaltung klar werden, deren Symbolschaltbild bekannt ist. Man stellt die logische Funktion der Schaltung auf und versucht sie mit Hilfe der Rechenregeln der Schaltalgebra möglichst weitgehend zu vereinfachen und kann sich daraus die Funktionstafel ableiten.

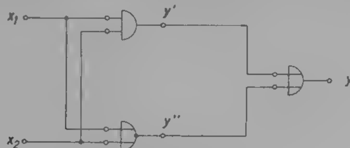


Bild 2. Äquivalenzschaltung.

Als Beispiel sei die Schaltung nach Bild 2 gegeben. Die logischen Funktionen für die Punkte y' und y'' lauten:

$$y' = x_1 \cdot x_2$$
$$y'' = \overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$$

Damit ergibt sich für den Ausgang

$$y = y' \vee y'' = x_1 \cdot x_2 \vee \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}.$$

Dies ist die logische Funktion für die Äquivalenzschaltung. Indem man nacheinander alle Werte-Kombinationen der Eingangsvariablen einsetzt, erhält man die Funktionstafel, Tafel 3.

x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Tafel 3. Funktionstafel der Äquivalenzschaltung.

Literatur: Steinbuch, K. (Herausgeber): Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962. Deutsche Normen DIN 40700, Blatt 14, Beuth-Vertrieb GmbH 1963

Hanke

logistische Funktion. Wachstumsfunktion, die u. a. zur Vorhersage der Entwicklung der Sprechstellendichte und der Hauptanschlußdichte verwendet wird. Die l. F. wird unter der Annahme abgeleitet, daß der Zuwachs der Hauptanschlußdichte $\Delta p(t)$ pro Zeitabschnitt Δt proportional sei zur momentanen Größe der Hauptanschlußdichte $p(t)$ und proportional zu deren Differenz von der Sättigungsdichte $[p_{\max} - p(t)]$.

$$\frac{\Delta p(t)}{\Delta t} = \text{const.} \cdot p(t) \cdot [p_{\max} - p(t)].$$

In diesem Wachstumsgesetz sind 2 einander entgegenwirkende Größen wirksam:

1. Die ansteckende Wirkung, die mit der wachsenden Verbreitung des Telefons, d. h. mit der wachsenden Hauptanschlußdichte $p(t)$ zunimmt.

2. Die dämpfende Wirkung, die von der geringer werdenden Nachfrage nach Hauptanschlüssen bei Annäherung an die Sättigung ausgeht.

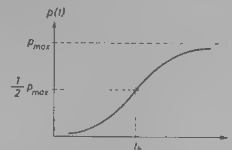
Die obige Gleichung kann als Differentialgleichung geschrieben werden:

$$\frac{\mathrm{d}p(t)}{\mathrm{d}t} = \text{const.} \cdot p(t) \cdot (p_{\max} - p(t))$$

Sie hat die folgende Lösung:

$$p(t) = \frac{p_{\max}}{1 + \mathrm{e}^{-2k(t - t_\mathrm{h})}} = \frac{p_{\max}}{2} \cdot [1 + \tanh k \cdot (t - t_\mathrm{h})].$$

Dies ist die Gleichung der logistischen Kurve mit konstanter Sättigung.



Logistische Kurve.

$p(t)$: Hauptanschlußdichte zur Zeit t
$p_{\max}$: Sättigungsdichte
t_h: halbe Anstiegszeit
k: Konstante

Zur einfacheren Handhabung kann man den Maßstab der Ordinatenachse so einteilen, daß die Logistische Kurve zu einer Geraden wird. Es hat sich gezeigt, daß die L. mit konstanter Sättigung die Entwicklung der Hauptanschlußdichte sehr gut darstellt, und zwar besser als andere Wachstumsfunktionen, einschl. der Gompertz-Kurve. Schwierig ist es jedoch, die richtige Sättigungsdichte vorherzusagen. Man kann die L. auch mit einer zeitlich veränderlichen Sättigungsdichte ableiten. *Socher*

Lohn → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Lokalbetrieb. Verwendung einer Telex-Fernschreibmaschine mit angebautem Empfangslocher in einem örtlichen Stromkreis unter Abschaltung vom Telexnetz zur Herstellung eines Lochstreifens. Automatische Rückschaltung bei Eintreffen eines Telexanrufes ist sichergestellt.

Lokalelemente. Bei einem gewöhnlichen galvanischen Element taucht man eine edlere und eine unedlere Metallplatte (z. B. Kupfer und Zink) in eine Säurelösung. Hierbei entsteht ein elektrischer Strom, und das unedlere Metall (z. B. Zink) wird allmählich zerfressen. Ähnliche galvanische Elemente können nun auch unbeabsichtigterweise in kleinem (sogar in mikroskopischem) Maßstab entstehen, wenn z. B. an einer Maschine zwei verschiedene edle Metalle aneinandergrenzen und die Grenzfläche mit Wasser benetzt wird, wie dies an Löt- und Schweißstellen, Fugen, Rillen, unter Nietköpfen usw. der Fall sein kann. Im allgemeinen ist der galvanische Strom um so wirksamer und die Zerstörung um so stärker, je weiter die beteiligten Metalle in der Spannungsreihe auseinander stehen. Zu beachten ist allerdings, daß die Metalle in der Atmosphäre sich mit Deckschichten überziehen, so daß bei Einwirkung von Feuchtigkeit diese Schichten die Elektroden des Lokalelementes bilden. Je nach dem pH-Wert lassen sich dann für die Metalle praktische Spannungsreihen ableiten, die erheblich von der elektrochemischen Spannungsreihe abweichen können (→ Korrosion).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — TRS-Reihe, Heft 24, Hallwag GmbH, Stuttgart.

Lokalkreis. Der örtliche Stromkreis für → Lokalbetrieb.

Long-line-Effekt → Richtfunkverbindungen, Intermodulationsgeräusche.

longitudinale Verzerrung = Laufzeitverzerrung, → Verzerrung.

Longitudinalwelle. Welle, deren Schwingungen in Fortpflanzungsrichtung erfolgen.

Loop-gain-Verfahren → Seekabelverstärker.

Loranverfahren → Funkortung.

Löschbedingung → Induktion durch Starkstromanlagen.

Löschfunkenstrecke → Wienscher Sender.

Löschspannung → Gasentladung.

Löschspule → Induktion durch Starkstromanlagen, → Kurzschlußstrom.

Lose → Seekabellegung und -instandsetzung.

Lösungsmittel. Wenn man z. B. Kochsalz in Wasser auflöst, ist Wasser das L., Kochsalz dagegen das Gelöste. Wasser ist bei weitem das wichtigste Lösungsmittel, daneben gibt es aber noch Hunderte von anderen flüssigen Lösungsmitteln, wie z. B. → Äthylalkohol, → Äther, → Benzin, → Benzol, Chloroform, Terpentinöl, Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962 — DIN 55 945, März 1961.

Löten. Haltbare Vereinigung von Metallen mit Hilfe von leichterschmelzenden metallischen Bindemitteln, die als Lote bezeichnet werden. Die Lote sind fast immer Metallegierungen; sie müssen stets einen tieferen Schmelzpunkt haben als die zu vereinigenden Metalle. Soll die Lötstelle dagegen Temperaturen von mehreren hundert Grad haben, so muß das Hartlöten mit sog. Hartlot angewendet werden.

DIN 1707: Blei- und Zinnlote. DIN 1732: Leg. zum Löten und Schweißen der Leichtmetalle. DIN 1733: Leg. zum Schweißen und Hartlöten der Schwermetalle. DIN 1734/35: Silberlote (Lötmittel).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lötgeräte. In stromführenden Schaltkreisen liegende Bauteile und Leitungen der Fernsprechtechnik werden allgemein miteinander verlötet. Je nach Einsatzort und Verwendungszweck werden zum → Löten elektrische oder mit Gas betriebene L. benutzt. Gas-L. werden dort eingesetzt, wo der Starkstromanschluß fehlt oder Kabelmuffen zu verbleien sind. Kabel-L. sind nur im Fernmeldebau eingesetzt. Sie besitzen einen leistungsstarken, mit Propangas betriebenen Brenner, der über einen Gummischlauch mit der Gasflasche verbunden ist. Es sind nachfüllbare Flaschen mit einem Gewicht von 3,5 und 11 kg im Gebrauch. Die überwiegend von den Schaltwärtern für Schaltungen im Anschlußnetz benutzte 3-kg-Flasche enthält 90 g Propangas. Damit kann etwa 1,5 Std. gelötet werden. Propan-Klein-L. benutzt der Fernsprechentstörer für kleinere Umschaltungen im Anschlußnetz. Das L. wiegt insgesamt etwa 2 kg. Brenner und Flasche sind über ein Gewinde unmittelbar miteinander verbunden. Die Flasche enthält 42 g Propangas und kann nachgefüllt werden. Es können entweder rund 15 einzelne Lötungen oder 75 Lötungen bei ununterbrochenem Betrieb ausgeführt werden. Kartuschen-Klein-L. sind mit einem Brenner und einer nicht nachfüllbaren Gasflasche

ausgestattet. Sie wiegen nur 300 g. Die Flasche, auch Kartusche genannt, enthält 50 g flüssiges Butangas. Da Butan bei Kälte schlecht vergast und außerdem die Flamme bei stärkerem Wind seitwärts aus dem Brennergehäuse herausgeblasen wird, ist dieses L. für den Außeneinsatz ungeeignet. Taschen-Klein-L. mit einem Gewicht von 200 g und einer nicht nachfüllbaren Gasflasche, die 7 g Propangas enthält, sind für den Fernsprechbetrieb unbrauchbar. Wo ein Starkstromanschluß vorhanden ist, werden grundsätzlich nur elektrische Lötkolben benutzt. Für Lötungen an Drähten und Bauteilen der meisten Amtseinrichtungen wird ein schutzisolierter elektrischer Lötkolben für 220 V Gleich- oder Wechselspannung mit einer Leistung von 40 bis 100 W verwendet. Die Heizleistung von 100 W ist erforderlich, um beim zügigen Beschalten ganzer Lötösenstreifen einwandfreie Lötstellen zu erhalten. Lötkolben mit langen, schmalen und leicht gewinkelten Lötspitzen werden bevorzugt. Die Anheizzeit beträgt 3 bis 5 min. Elektrische Lötkolben mit Heizleistungen von 15 bis 25 W sind erforderlich für Lötungen an gedruckten Schaltungen und anderen miniaturisierten Bauteilen. Da Lötkolben dieser Leistung in der Ausführung für 220 V keine Schutzisolierung besitzen, werden Kleinspannungs-Lötkolben verwendet. Diese sind unter Verwendung eines besonderen Steckers über einen Schutztransformator für Kleinspannung angeschlossen. Schutzisolierte elektrische Lötpistolen für 220 V Wechselspannung mit einer Leistung von 60 oder 100 W werden überwiegend von Entstörern benutzt. Die Lötpistolen haben nur eine Anheizzeit von 6 sek und können bereits 1 min nach dem Abschalten des Starkstromes wieder verpackt werden. Lötpistolen, die an der Frontseite eine 6 V-Lampe besitzen, gewährleisten eine gute, schattenfreie Beleuchtung der Lötstelle. Die Heizleistung wird über einen Transformator erzeugt. Saug- und Vakuum-Entlöter arbeiten mit Kleinspannung und einer Leistung von etwa 20 W. Sie eignen sich zum Entlöten unter gleichzeitigem Absaugen des Lötzinnes an gedruckten Leiterplatten u. ä. Bauteilen. Meist sind die Entlöter durch das Auswechseln der Absaugeeinrichtung gegen eine Lötspitze auch zugleich als L. zu verwenden. Sie haben eine Anheizzeit von 2 min. Kleinlötkolben mit Leistungen von 5 bis 10 W stehen für Lötungen an geschichteten Kleinstbauteilen und Mikroschaltungen zur Verfügung und sollten nur bei zentralen Werkstätten Verwendung finden. *Harbarth*

Lötkolben. Der L. ist ein für Lötarbeiten aller Art geeignetes Werkzeug, um das zu verwendende Lot zu verflüssigen und dann das flüssige Lot an die zu verlötende Stelle zu bringen. Der Lötkolben muß so ausgewählt werden, daß die der jeweiligen Lötzeit zugeordnete Mindestlöttemperatur nicht unterschritten wird. Es hat sich allgemein eingebürgert, bei Serienfertigungen mit Lötzeiten von einer Sekunde zu arbeiten. Die Wahl der Leistungsgröße des Lötkolbens kann grundsätzlich nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Man kann die Leistung so festlegen, daß sich bei aufeinanderfolgendem Herstellen von beliebig vielen Lötstellen an der Lötspitze eine Gleichgewichtstemperatur herstellt, die noch mit Sicherheit oberhalb der Mindestlöttemperatur liegt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Lötkolben so auszuwählen, daß eine bestimmte Anzahl von Lötstellen vor dem Unterschreiten der Mindestlöttemperatur hergestellt werden kann und daß man danach in einer kleinen Lötpause den Temperaturanstieg des Lötkolbens auf seine Höchsttemperatur abwartet, bevor erneut gelötet wird. Der erstgenannte Weg hat den Nachteil, daß der dabei erforderliche Lötkolben meist sehr groß und unhandlich ist. Deshalb wird fast ausschließlich der zweite Weg beschritten, zumal in der Regel bei jeder Lötarbeit auch gewisse Montagearbeiten zu erledigen sind, so daß sich automatische Lötpausen ergeben (→ Lötgeräte).

Literatur: Weichlöten in der Elektronik, Laubmeyer/Kupke 1967, Verlag Schiele & Schön.

Lötlampe. Wenn Lötverbindungen unter möglichst geringer Erwärmung des Arbeitsstücks herzustellen sind, bedient man sich einer rein örtlichen Wärmequelle mit sehr hoher Temperatur, nämlich der bloßen Flamme. Wesentlich ist dabei, die Flamme klein und die Erwärmungszeit äußerst kurz zu halten. Als Lot wird am besten dünner Lötdraht mit Flußmittelseele oder Lötdraht verwendet, in welchem Flußmittel und Lot zugleich enthalten sind. Zur Erzeugung der Flamme verwendet man Lötlampen, deren drei bekanntesten Typen sind: Spiritus-, Benzin- und Gaslötlampen.

Literatur: Weichlöt-Handbuch, W. R. Lewis, 1963.

Lötmaschine. Auch Verzinnungsmaschine. Das Arbeitsverfahren ist sehr einfach. Die in die Maschine eingelegte Schaltplatte gelangt durch eine Schicht von Verzinnungsöl in das geschmolzene Lötbad. In diesem dreht sich die Platte bereits für eine bestimmte Zeit, um eine volle Benetzung durch das Lot sicherzustellen. Unter Fortsetzung der Drehbewegung wird die Platte dann durch die Ölschicht hindurch herausgehoben, über dem Bad wird dann an der Luft das überschüssige Zinn und jedes Zinn aus den Bohrungen der Platte abgeschleudert. Die Temperaturen werden thermostatisch geregelt, die Zeiten für jeden einzelnen Vorgang können eingestellt werden.

Literatur: Zinn und seine Verwendung, 1965, Nr. 67.

Lötmittel. L. teilt man auf in Flußmittel und Lote. Flußmittel: Überzug der Metalloberflächen beim Erwärmen auf Löttemperatur mittels einer nichtmetallischen Substanz zur Verhütung von Oxydation, ferner Auflösung der schon vorhandenen Oxyde auf der Metalloberfläche oder an dem Lot.

Lote: Verbindung zweier metallischer Gegenstände durch ein flüssig aufgebrachtes Metall mit niedrigerem Schmelzpunkt. Beispiel für Flußmittel: Lötwasser: Zinkblech mit reiner 36%iger Salzsäure übergossen, etwa 10% des Bleches muß ungelöst bleiben. Lötfett: enthält 5 Tl Kolophonium, 5 Tl bzw. 1 Tl Talg und

1 Tl gepulvertem Salmiak. Lötstein: Ammoniumchlorid NH_4Cl. Beispiel für Lote: Lötzinn: Weichlote nach DIN 1707 und 1730, L 25 (SnL 25 aus 25% Zinn und 75% Blei), L 30 (SnL 30), L 40 (SnL 40), L 50 (SnL 50), L 90 (SnL 90), L Sn 8 enthält 8% Sn, 0,6% Sb, Rest Pb. Hartlot: Aluminium mit kleinen Beimengungen von Zn, Sn, Ni, Cd, Si, ferner Cu-Zn-Legierungen und Silberlote. Weichlote: DIN 1707, 1964. Weichlote für Al: DIN 8512, 1963.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Lötpaste zum Verzinnen des Mantels an Stahlwellmantelkabeln an den Stellen, wo später Muffen aufgelötet werden müssen, → Kabelmontage unter 8.

Lötpistole. Die L. dient zum Verflüssigen und Heranbringen des Lotes an die Lötstelle. Sie enthält einen im Handgriff eingebauten Transformator, dem man bei kleiner Spannung einen hohen Strom entnehmen kann. Die Enden des Trafos münden an zwei starken Kupferdrähten, an deren Spitze eine dünnere Platte eingesetzt ist, die sich bei Stromdurchgang erhitzt und das Lot zum Schmelzen bringt (→ Lötgeräte).

Lötwulst → Kabelmontage unter 4 und 8.

Lowest Useful Frequency (LUF) → ionosphärische Absorption, → Übertragungsfrequenzbereich.

LSA-Kontakt (Bild 1) ist ein neuartiges Kontaktelement, das ein Anlöten, Anschrauben und Abisolieren der Drähte überflüssig macht. Durch die jeweilige Öffnung der Drahtführungsleiste des Endverschlusses wird das glatt abgeschnittene Ende des Installationsdrahtes (Y 0,6) direkt in die runde

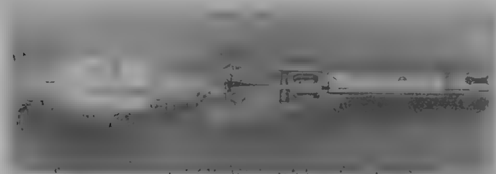


Bild 1. LSA-Kontakt. Einzelelement. Rechts: Kontaktteil vor dem Einbau im EVs 66, links: loser Schließstecker.
Werkfoto Krone

Öffnung der entsprechenden LSA-Kontaktfeder geschoben. Das Drahtende muß auf der entgegengesetzten Seite der Feder wieder hervortreten und kann gegen die dahinterliegenden Reihen Klemmträger oder gegen die Trennwand in der Mitte stoßen.

Auf den so eingeführten Draht wird ein Schließstecker (zum Endverschluß [EVs] 66 mitgeliefert) gesteckt, und zwar so, daß die beiden Rastbeine des Steckers oben und unten neben dem Draht in die Feder hineingleiten (Bild 2).

Mit dem Schlagwerkzeug wird nun der Stecker in seine untere Position in das Kontaktelement hineingestoßen und verbleibt dort. Der Installationsdraht wird dabei in die Kontaktschlitze gepreßt und somit mechanisch und elektrisch einwandfrei über die Kontaktfeder mit der Kabelader verbunden.



Bild 2. LSA-Kontakte im EVs 66, weißer Installationsdraht eingeführt, Schließstecker aufgeschoben. Schwarzer Installationsdraht betriebsfertig angeschlossen.
Werkfoto Krone

Wenn in einen LSA-Kontakt noch ein zweiter Installationsdraht eingesetzt werden soll, wird der Schließstecker mittels des Ziehwerkzeuges herausgezogen (der Installationsdraht bleibt im Kontaktelement sitzen). Dazu wird der Haken des Ziehwerkzeuges in den Durchbruch des Steckerkopfes gehängt, der Schiebegriff des Ziehers über den Stecker geschoben und um etwa 60° gedreht. Der Stecker hängt nun fest im Ziehwerkzeug und kann herausgezogen werden; der Sitz des bereits vorher eingesetzten Installationsdrahtes wird dabei nicht beeinträchtigt. Nun kann der 2. Draht, genau wie oben beschrieben, mit Hilfe des Schlagwerkzeuges und unter Verwendung eines Schließsteckers eingeschossen werden. Soll ein angeschlossener Installationsdraht aus einem LSA-Kontakt entfernt werden, so wird zunächst mit Hilfe des Ziehwerkzeuges der Schließstecker entfernt. Dann wird der Haken des Ziehwerkzeuges zwischen die LSA-Kontaktfedern eingeführt, und zwar so, daß er nach einer Drehung von etwa 90° unter den Installationsdraht greift. Der Draht wird nun mit dem Ziehwerkzeug so weit hochgezogen, bis er frei in den runden Einführungsöffnungen der Kontaktfedern liegt, und kann dann ohne Schwierigkeiten seitlich herausgezogen werden.

Soll der gleiche Draht an der gleichen oder einer anderen Stelle wieder an einen LSA-Kontakt angeschlossen werden, so ist ein bereits benutztes Stück abzuschneiden.

Jeder LSA-Kontakt hat zum Prüfen der Kabelader eine Meßfahne, die aus dem farbigen Kontaktträger heraussteht. Die Meßfahnen werden zum Prüfen der Kabeladern gegen Erde mit einem Silberdraht verbunden. Zum Messen der einzelnen Kabeladern kann auf die Meßfahne eine Prüfbuchse aufgesteckt werden. Bei der ersten Ausführung ist der vorhandene Schließstecker vorher herauszuziehen.

Eine weitere Ausführung in abgewandelter Konstruktion ist für Innenanlagen (Trennleisten usw.) in Entwicklung.

Literatur: Schweiger, Neuerungen in der Linientechnik, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1969. *Stegmann*

Lückenpilot-Meßeinrichtung. Zu Kontrollmessungen an Vielkanalträgerfrequenzsystemen dienen, neben den systemeigenen Piloten, zusätzliche Meßpilote. Ihre Frequenzen liegen zwischen 60 kHz und 5608 kHz jeweils in den Lücken zwischen Sekundärgruppen. Eine L. besteht aus Sender und Empfänger. Der Lückenpilot-Sender gibt bis zu 16 Pilotfrequenzen einzeln oder in beliebiger Zusammenstellung ab. Die Pilote werden mit Quarzgeneratoren erzeugt, deren Amplitude stabilisiert ist. Sie können über systemeigene Weichen gleichzeitig mit den Gesprächen auf die Strecke gegeben und an den Auskoppelstellen gemessen werden. Mit einem selektiven Empfänger, z. B. einem Pegelmesser mit Frequenzrasteinrichtung und Feinabstimmung, mißt man den Pegel der Pilote ohne Beeinflussung durch die Systembelegung. Die L. gibt auf diese Weise Aufschluß über notwendige Korrektur-Einstellungen des Systems.

Luft → Isolierstoffe, → Wählerräume.

Luftbefeuchter → Wählerräume.

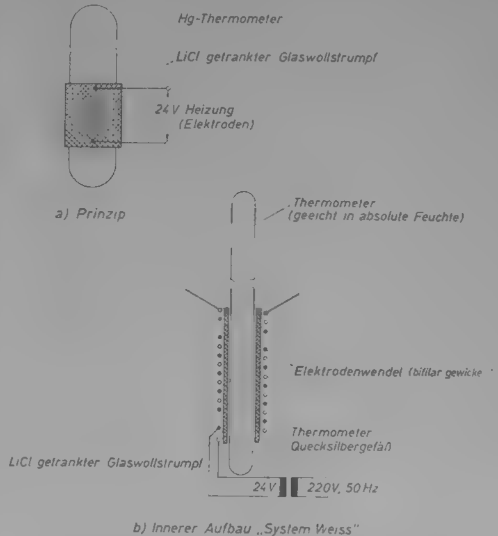
Luftdruck → Troposphäre, → troposph. Brechung.

Luftentfeuchter → Wählerräume.

Luftfeuchtemeßgeräte werden in Räumen mit fernmeldetechnischen Einrichtungen benutzt, in denen bestimmte Feuchtigkeitsgrade einzuhalten sind. Durch L. läßt sich die relative Luftfeuchte (%) oder die absolute Luftfeuchtigkeit (g/m³) messen. Es sind verschiedene Verfahren und Geräte in Gebrauch:

1. Lithiumchloridfeuchtemesser (Hygronom), 2. Haarhygrometer, 3. Psychrometer.

Zu 1. Die in Wählerräumen gebräuchlichen L. für absolute Luftfeuchtigkeit, die zwischen 7,5 und 10 g/m³ liegen soll, arbeiten nach dem Lithiumchlorid-(LiCl-)Verfahren. Zum Messen dienen je ein Quecksilberthermometer für die absolute Luftfeuchte bzw. Taupunkttemperatur (= Temperatur, bei der die Luft mit dem jeweils vorhandenem Wasserdampf gesättigt wäre und bei weiterer Abkühlung Wasser ausscheiden würde) und die Lufttemperatur. Aus den Schnittpunkten der Kurvenscharen beider Thermometerwerte kann die relative Luftfeuchte ermittelt werden. Zum selbsttätigen Steuern der Luftbefeuchter (→ Wählerräume unter 5) wird ein zusätzliches Taupunktkontaktthermometer benutzt. Aufbau: Das Thermometer für die Anzeige der Luftfeuchte steht in einem Isolierrohr, das von einem mit einer LiCl-Lösung getränkten Glaswollschlauch überzogen ist. Zwei Elektroden mit niedrig gespanntem Wechselstrom enden in der Lösung (s. Bild). Wirkungsweise: LiCl ist ein sehr hygroskopisches Salz. Der durch die Lösung fließende Strom verdampft Wasser. Dadurch entsteht mehr oder weniger festes Salz, dessen Leitfähigkeit sich verringert. Wird der Strom nahe Null, hört die Erwärmung des LiCl auf. Das LiCl nimmt neues Wasser auf, die Kristalle werden löslich und das LiCl wäßriger. Die Leitfähigkeit steigt



Darstellung eines Lithiumchlorid-Feuchtethermometers.

infolgedessen wieder an, und es stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein. Die gemessene Temperatur wird in absoluter Feuchte oder als Taupunkttemperatur angegeben. L. nach dem LiCl-Verfahren können angewendet werden zwischen −20°C und +150°C mit einer Taupunktanzeige zwischen −30°C bis +100°C. LiCl-L. werden nach der psychrometrischen Methode (s. unter Psychrometer) etwa jährlich geeicht.

Zu 2. Haarhygrometer (H.) dienen zum Messen der relativen Luftfeuchte. Es wird die Eigenschaft entfetteter Haare ausgenutzt, sich mit fallender oder steigender Luftfeuchte zu dehnen oder zu kürzen. Die Genauigkeit beträgt etwa 5%. H. müssen in kürzeren Zeitabständen nachgeeicht und regeneriert werden. Kontakt-H. ermöglichen ihre Verwendung zum automatischen Steuern von Luftbefeuchtern und werden auch als schreibende Geräte (Hygrographen) und für die Fernanzeige gebaut. Neben Haaren eignen sich auch andere hygroskopische Stoffe.

Zu 3. Psychrometer (P.) arbeiten nach dem Effekt der Verdunstungskälte. Sie bestehen aus einem Thermometer üblicher Art zur Bestimmung der trockenen Temperatur und einem mit feuchtem Baumwollschlauch überzogenen zweiten Thermometer zur Bestimmung der feuchten Temperatur. Zum Befeuchten des Baumwollschlauches dient chemisch reines Wasser. Das Feuchtethermometer kühlt sich infolge der Ver-

dunstung des Wassers ab, und zwar um so mehr, je trockener, und um so weniger, je feuchter die vorbeistreichende Luft ist. Durch die an dem feuchten Thermometer entstehende Verdunstungskälte zeigt es eine niedrigere Temperatur an als das trockene Thermometer. Der Unterschied wird als psychometrische Differenz bezeichnet. Aus dem Unterschied beider Temperaturen läßt sich die Taupunkttemperatur errechnen. Der Errechnung dient die empirisch gefundene Sprungsche Formel. Aus Psychrometertafeln (Diagrammen) kann die relative Feuchte in Abhängigkeit von den Anzeigen beider Thermometer abgelesen werden. Die Genauigkeit der Messung hängt von der Luftströmung ab, weil bei ruhender Luft die das feuchte Thermometer unmittelbar umgebende Lufthülle sehr bald gesättigt ist. Beim Aspirator-P. nach Assmann sind deshalb beide Thermometer von einem Gehäuse umgeben, durch das mit Hilfe eines Aspirators Luft mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 2,4 m/s an den Thermometern vorbeigeführt wird. Das Gehäuse dient gleichzeitig als Strahlungsschutz. Damit die Messung nicht durch Wassertropfen des feuchten Thermometers beeinträchtigt wird, sind Temperaturbrücken zu vermeiden. Die Anfeuchtung erfordert daher einige Vorsicht. Nach der psychrometrischen Methode werden LiCl-L. (s. unter 1.) geeicht.

Literatur: G. Haack, Die Luft im Wählerraum, Archiv Post- und Fernmeldewesen 17. Jg., Nr. 3 — Recknagel-Sprenger, Taschenbuch für Heizung, Lüftung und Klimatechnik, 55. Ausg., Verlag R. Oldenburg, München 1968 — H. Julich, Klimaschutz elektronischer Geräte, VEB Verlag Technik, Berlin 1965.

Steinhoff

Luftfunkstelle. Eine bewegliche Funkstelle des beweglichen → Flugfunkdienstes an Bord eines Luftfahrzeuges oder eines Luft/Weltraum-Fahrzeuges.

Luftkühlung → Kühlung von Funksendern.

Luftraum → Privatgelände 1.

Luftsauerstoffelement → galvanische Elemente.

Luftschall. Schall, der sich in Luft ausbreitet.

Luftschleuse → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Luft in Wählerräumen → Wählerräume.

Luminophore → Elektrolumineszenz.

Luneberglinse, -reflektor → Linsenantennen.

Lupolen → Isolierstoffe.

Luran. Styrol-Acrylnitril-Mischpolymerisat. Findet Anwendung als Kunststoff in fernmeldetechnischen Einrichtungen. L. ist unempfindlich gegen starke mechanische Belastung und häufigen Temperaturwechsel und hat sehr gute Alterungs- und Witterungsbeständigkeit. Aus diesem Kunststoff—Rohstoff lassen sich Formteile mit besonderer chemischer Beständigkeit und Schlagfestigkeit herstellen.

Literatur: Kunststoff-Physik im Gespräch, BASF. Handbuch der Kunststoffe BASF, 6. Auflage, 1963.

Luxemburg-Effekt. Die unter diesem Namen bekanntgewordene Erscheinung wurde Mitte der 30er Jahre zuerst in Holland und England zwischen dem Sender Beromünster (460 m) und Luxemburg (1180 m) beobachtet. In den Programmpausen des Senders Beromünster war die Modulation von Luxemburg hörbar. Die nähere Untersuchung, bei der diese Feststellung auch bei anderen europäischen Mittelwellensendern gemacht wurde, zeigte, daß es sich um einen Ionosphären-Effekt handeln mußte. Diese Erscheinung wurde erklärt durch die Annahme, daß durch das starke elektromagnetische Wechselfeld des Störsenders die mittlere Elektronengeschwindigkeit über die mittlere Wärmegeschwindigkeit hinaus vergrößert wird, wodurch die Stoßzahl zunimmt. Die Geschwindigkeit und damit auch die mittlere Zahl der Zusammenstöße mit den Molekülen, die Stoßzahl, hängt nichtlinear vom Effektivwert des elektromagnetischen Wechselfeldes ab. Da die Größe des Absorptionskoeffizienten proportional der Stoßzahl ist, ändert sich bei amplitudenmoduliertem Störfeld der Absorptionskoeffizient im Rhythmus der Modulationsschwankungen. Auf diese Weise wird die Kreuzmodulation anderer die Schicht durchlaufender Wellen möglich. Die Rechnung ergibt, daß der Störmodulationsgrad mit dem Quadrat der Feldstärke und mit der Wellenlänge des Störsenders wächst, während er mit steigender Modulationsfrequenz des Störsenders abnimmt. Voraussetzung für einen maximalen Effekt ist, daß die Störwelle und die gestörte Welle im gleichen Gebiet der Schicht reflektiert werden. Wenn am Tage noch Raumwellen reflektiert werden, d. h. die Absorption nicht zu stark ist, sollten tagsüber größere Werte erreicht werden. Sonst ist der Effekt abends und in der ersten Nachthälfte besonders ausgeprägt. Die Theorie wurde durch Messungen weitgehend bestätigt. Dabei sind Antennendiagramme und Bodeneinfluß zu berücksichtigen. Der errechnete Verlauf stand in guter Übereinstimmung mit dem gemessenen. Insbesondere wurde festgestellt, daß auch auf der vom Störsender abgewandten Seite eine → Störmodulation auftritt. Ferner zeigte sich, daß auch die kürzere Welle die längere stören kann. Nach der Bailey-Martynschen Theorie sollte die Störmodulation morgens bei Sonnenaufgang ansteigen. Im Gegensatz hierzu wurde um diese Zeit eine Abnahme des Störmodulationsgrades beobachtet.

Literatur: E. Haberkant, K. Vogt, Measurement of ionospheric cross-modulation affecting two high-power LF broadcast transmitters, EBU Review Nr. 98 (1966), 154–161 — V. A. Bailey, D. F. Martyn, Interaction of radio waves, Nature 132 (1934), 218 — J. Großkopf, Die gegenseitige Modelungsbeeinflussung elektromagnetischer Wellen in der Ionosphäre, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 51 (1938), 18–30 — L. G. H. Huxley, J. A. Ratcliffe, A Survey of ionospheric cross-modulation, Proc. IEE Part III (1949), 433–440.

Weitere Literatur: → ionosphärische Wellenausbreitung.

Beckmann

M

Mäanderantenne → Längsstrahler.

MAFOR → Wetterschlüssel.

Maggi-Righi-Leduc-Effekt → galvano-thermomagnetische Effekte.

Magisches Auge. Abstimmanzeigeröhre in Funkempfängern.

Magnalium ist eine Legierung von Aluminium mit 10—30% Magnesium. Es findet in der Elektrotechnik zur Herstellung von Apparateteilen Verwendung.

Magnetband → Speicherelemente, magnetische.

Magnetband-Aufzeichnungsanlage. Die hohe obere Grenzfrequenz des Fernsehsignals (5 MHz) erfordert eine hohe Relativgeschwindigkeit zwischen Magnet-

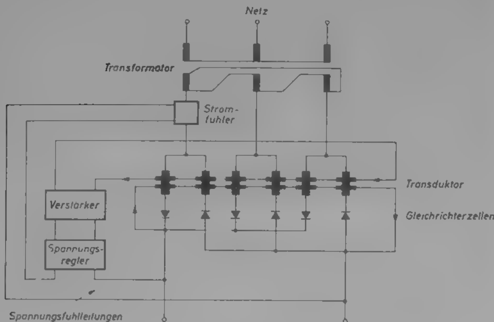


Magnetband-Aufzeichnungsanlage, Vierkopfsystem (Fernseh GmbH).

band und Magnetkopf (bis 40 m/sec). Daher sind die Magnetköpfe auf einem rasch rotierenden Kopfrad aufmontiert, welche das relativ langsam transportierte Magnetband (z. B. 38 cm/sec) in Querspuren bestreichen. Um auch tiefe Frequenzen des breitbandigen Fernsehsignals (50 Hz ... 5 MHz) aufzeichnen zu können, erfolgt eine Transponierung in eine etwas höhere Frequenzlage durch Modulation eines Trägers mit dem Fernsehsignal. Die Frequenzmodulation ermöglicht den Ausgleich von Amplitudenschwankungen des vom Magnetband abgenommenen Signals (z. B. durch wechselnden Band-Kopf-Andruck) durch Amplitudenbegrenzung des FM-Signals vor der Demodulation (Schmalband-FM mit kleinem Hub). Beim Querspurverfahren (für Studiomaschinen) sind vier Magnetköpfe mit 90° Winkelabstand auf einem Kopfrad mit etwa 50 mm ⌀ aufgebracht, das mit 15 000 Umdr./min rotiert (Querspurverfahren). Das etwa 50 mm breite Magnetband wird durch ein Bandführungssegment mit Unterdruck dem Kopfrad entsprechend gekrümmt. Eine Querspur (Videospur) enthält etwa 16 Zeilenperioden. Die überlappenden Signalteile der Querspuren werden durch den (elektronischen) Kopfumschalter zu einem kontinuierlichen Signal zusammengesetzt. Der Kopfrad-Antriebsmotor ist mit dem Bandvorschub mit Hilfe eines in einer Längsspur am Rand des Magnetbandes aufgezeichneten Steuersignals (250 Hz) und eines von der Kopfraddrehung mittels eines Tachogenerators abgeleiteten Signals verkoppelt. Zum Ausgleich von Zeitfehlern in dem vom Magnetband abgenommenen Fernsehsignal werden Geschwindigkeit und Lage des Kopfrades mittels eines durch Phasenvergleich des Synchronsignals vom Band und von einem frequenzkonstanten Impulsgenerator (Impulszentrale des Studios) gewonnenen Fehlersignals geregelt. Der Restfehler wird elektronisch mittels einer Verzögerungskette ausgeglichen, deren Laufzeit wiederum durch das Fehlersignal gesteuert wird. Bei der Aufzeichnung von Farbfernsehsignalen wird eine zweite vom Phasenunterschied des Farbsynchronsignals gesteuerte Laufzeitkette nachgeschaltet (Feinzeitfehlerausgleich). Zur Vermeidung von Signalausfällen durch Fehlstellen in der Magnetschicht des Magnetbandes (drop-outs) wird im drop-out-Kompensator statt der Fehlstelle die korrelierte Stelle einer benachbarten Zeile eingetastet. Beim Schrägspurverfahren (für halbprofessionelle Anwendung, z. B. beim Industrie-Fernsehen, und für Heim-Bildbandgeräte) umschlingt das Magnetband schraubenförmig eine feststehende Bandführungstrommel, in deren ringförmigen Spalt eine Kopfscheibe mit ein oder zwei Magnetköpfen rotiert (3000 bzw. 1500 Umdr./min). Die Spuren bilden mit dem Rand des Magnetbandes einen spitzen Winkel. Jede Schrägspur enthält das Signal eines Halbbildes (Umschaltung zwischen den Spuren in der Vertikal-Austastzeit). Beim Magnetplattenspeicher erfolgt die Aufzeichnung je eines Halbbildes in einer kreisförmigen Spur, die beliebig oft nacheinander zum Erhalt eines stehenden Bildes abgetastet werden kann. Ein Zeitlupen-Effekt kann durch mehrmalige Abtastung aufeinanderfolgender Halbbilder, die in konzentrischen Spuren auf der Ober- und Unterseite einer Magnetplatte (oder auf zwei Magnetplatten) aufgezeichnet sind, erzielt werden. *v. Gregor*

Magnetbandspeicher → Magnetomotorische Speicher.

magnetisch geregelter Gleichrichter. Die magnetische Regelung von Gleichrichtern wird mit Hilfe von → Transduktoren ausgeführt. Sie ist so ausgelegt, daß die Gleichrichterspannung innerhalb gewisser Grenzen konstant gehalten wird. Dabei dürfen Gleichrichterlast, Netzspannung und Netzfrequenz in bestimmten Grenzen, für die die Regelung ausgelegt ist, schwanken.



Prinzipschaltung eines Halbleiter-Gleichrichtergeräts mit Transduktoren.

Das Bild zeigt die Grundschaltung eines Gleichrichtergeräts in Drehstrom-Brückenschaltung mit Transduktoren als Stellglied. Die Wechselspannung wird über den Gleichrichtertransformator den Transduktoren zugeführt. In den Transduktoren wird die Wechselspannung entsprechend den Erfordernissen verstellt und dann dem Gleichrichtersatz zugeleitet. Der Spannungsregler wird sowohl vom Spannungs-Istwert als auch vom Strom-Istwert beeinflußt. Der Stromfühler ist ein Stromwandler, dessen gleichgerichtete Sekundärspannung z. B. mit der Spannung des Spannungsfühlers in Reihe geschaltet ist. Eine zu hohe Belastung wirkt über den Stromfühler bei Überschreiten eines Schwellwertes auf den Spannungsregler wie eine zu hohe Gleichrichter-Ausgangsspannung ein. Die Gleichrichter-Ausgangsspannung und damit die Gleichrichterbelastung werden verringert (Strombegrenzung). Im Spannungsregler wird durch Ist-Sollwert-Vergleich die Stellgröße, der Transduktor-Steuergleichstrom, gebildet, der nach Verstärkung durch die Transduktor-Steuerwicklung fließt. Durch Verändern dieses Steuergleichstroms läßt sich der magnetische Zustand der Transduktorkerne und damit der Wechselstromwiderstand der Transduktordrosseln verändern. Den Gleichrichterzellen wird entsprechend der Wirkung des Spannungsreglers eine so eingestellte Wechselspannung zugeführt, daß sich nach deren Gleichrichtung eine Gleichspannung der geforderten Höhe und Genauigkeit ergibt. *Vetter*

magnetisch lesbare Schriften → automatische Zeichenerkennung.

magnetische Bay-Störungen → Erdmagnetfeld.

magnetische Ebene → Richtcharakteristik.

magnetische Energie → Energie, elektromagnetische.

magnetische Feldgrößen. Magnetische Flußdichte (Induktion) ist eine das magnetische Feld kennzeichnende, im allgemeinen von Punkt zu Punkt verschiedene, durch einen Vektor darstellbare Größe, übliches Zeichen $\boldsymbol{B}$ (der fette Kursivbuchstabe bringt hier und im folgenden den Vektorcharakter zum Ausdruck, andere Ausdrucksweisen $\mathfrak{B}$ (Frakturbuchstabe) und $\vec{B}$). — Wird eine kleine, starre, geschlossene Leiterschleife (Beispiel: ein kleiner Drahtring, »Probespule«) so aus einem magnetischen Felde entfernt, daß dabei in ihr die Elektrizitätsmenge Q (die z. B. ballistisch gemessen werden kann) in Bewegung gesetzt wird, so ist $Q = B_n \cdot a / R$, wobei a die Fläche der Schleife, R ihr elektrischer Widerstand. Die das elektrische Feld kennzeichnende Größe B_n heißt Komponente der magnetischen Flußdichte (Induktion) am ursprünglichen Ort der Schleife in Richtung der ursprünglichen Normale der Schleifenfläche (die Normalenrichtung ist dabei so zu wählen, daß sie mit dem Richtungssinn des Leitungsstromes eine Rechtsschraube bildet). Man erhält den Feldvektor $\boldsymbol{B}$ durch Ausführung der beschriebenen Messung in drei zueinander senkrechten Richtungen. — Für die magnetische Flußdichte (Induktion) gilt auch:

Bewegt sich ein Träger einer elektrischen Ladung Q relativ zu einem Träger (Erreger) eines magnetischen Feldes, ist im betrachteten Feldpunkt $\boldsymbol{v}$ die Relativgeschwindigkeit des Ladungsträgers und $\boldsymbol{B}$ die magnetische Flußdichte, so unterliegt der Ladungsträger der Kraft $\boldsymbol{F} = Q\,(\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B})$, wenn eine Q positive elektrische Ladung ist und die drei Vektoren $\boldsymbol{v}, \boldsymbol{B}, \boldsymbol{F}$ des Feldpunktes in dieser Reihenfolge ein Rechtssystem bilden; $\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$ ist das vektorielle Produkt. Die Kraft steht also rechtswendig senkrecht auf der durch $\boldsymbol{v}$ und $\boldsymbol{B}$ gegebenen orientierten Ebene und hat den Betrag $F = QvB \cdot \sin(\boldsymbol{v}, \boldsymbol{B})$. Entsprechend: Auf einen den Strom I führenden Stab der (vektoriellen) Länge $\boldsymbol{l}$ wird im magnetischen Felde die Kraft $\boldsymbol{F} = I\,(\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{B})$ ausgeübt, z. B. ist $F = F_{\max} = IlB$; dann stehen die drei Vektoren $\boldsymbol{l}, \boldsymbol{B}, \boldsymbol{F}$ rechtswendig senkrecht aufeinander.

Magnetischer Fluß (Induktionsfluß) ist das über eine Fläche a (Flächenelement $\mathrm{d}\boldsymbol{a}$) erstreckte Integral der magnetischen Flußdichte (Induktion) $\boldsymbol{B}$:

$$\Phi = \int_a \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = \int_a B_n \, \mathrm{d}a \, .$$

Ist für alle Flächenelemente die magnetische Flußdichte die gleiche, so ist $\Phi = B_n a$. Ist die Fläche a eine Hüllfläche (die Oberfläche eines Volumens), so nennt man das Flächenintegral den Hüllenfluß und schreibt

$$\mathring{\Phi} = \oint \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} \, .$$

Der Hüllenfluß der magnetischen Flußdichte ist ausnahmslos Null.

Magnetische Feldkonstante. Betrachtet werde im Vakuum eine Fläche a (Flächenelemente $\mathrm{d}\boldsymbol{a}$) und ihre Randkurve (Kontur) s (Linienelemente $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$); Flächenelemente und Randkurve seien einander rechtsschraubig zugeordnet. Durch beliebige Flächenelemente trete elektrischer Leitungsstrom, Stromdichte $\boldsymbol{G}$, hindurch; es werde

$$\int_a \boldsymbol{G} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{a} = \Theta$$

die Durchflutung der Fläche a genannt. (Umfaßt die Randkurve s eine Anzahl stromführender Drähte, so ist die Durchflutung gleich der algebraischen Summe der einzelnen Stromstärken). Dann läßt sich empirisch (Gedankenexperiment) feststellen: das entlang der geschlossenen Randkurve s genommene Linienintegral der magnetischen Flußdichte ist proportional der Durchflutung:

$$\oint \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s} = \mu_0 \Theta.$$

Die universelle (von Eigenschaften der Materie unabhängige) Konstante μ_0 heißt magnetische Feldkonstante oder auch Induktionskonstante. In bezug auf die heute geltenden Einheiten (→ Internationales Einheitssystem hat sie den Wert

$$\mu_0 = \frac{4\pi}{10^7} \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{Am}};$$

der Zahlenwert $4\pi/10^7$ ist absolut genau (exakt), nämlich durch internationale Vereinbarung festgelegt.

Permeabilität. Wird dieser Versuch nicht im Vakuum, sondern in einer homogenen isotropen Substanz durchgeführt, so erweist sich der Proportionalitätsfaktor substanzabhängig:

$$\oint \boldsymbol{B} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s} = \mu \Theta;$$

es wird μ die Permeabilität der Substanz genannt Das Verhältnis $\mu/\mu_0 = \mu_r$ wird Permeabilitätszahl oder relative Permeabilität genannt.

Magnetische Feldstärke ist der Quotient: magnetische Flußdichte geteilt durch Permeabilität, $\boldsymbol{H} = \boldsymbol{B}/\mu$. Führt man $\boldsymbol{H}$ in den oben angegebenen Erfahrungssatz ein, so erhält man

$$\oint \boldsymbol{H} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s} = \Theta;$$

diese Beziehung wird Durchflutungsgesetz genannt. Dieses Gesetz gilt unabhängig von den magnetischen Eigenschaften der Substanz, in der die Randkurve s liegt. Diese kann auch abschnittweise durch verschiedene Stoffe verlaufen, zum Beispiel durch Luft und durch Eisen: Grundlage der Abschätzung der → magnetischen Kreise.

Ist ein dünner ringförmiger Körper gleichmäßig dicht mit w Drahtwindungen bewickelt, die den Strom I führen, so ist im Ringkörper die magnetische Feldstärke $H = wI/l$, wenn l die mittlere Länge des Ringes (gemessen von einem gewählten Anfangsquerschnitt zu einem mit diesem zusammenfallenden Endquerschnitt) ist. Ebenso ist $H = wI/l$ im Innern einer schlanken, langen Zylinderspule der Länge l. — Die magnetische Feldstärke wird auch magnetische Erregung genannt, ausgehend von der Vorstellung, daß sie von elektrischen Strömen (Durchflutung) erregt wird.

Magnetische Spannung. Das Linienintegral der magnetischen Feldstärke, das entlang einer Wegkurve s von einem Anfangspunkt 1 zu einem Endpunkt 2 erstreckt wird, heißt magnetische Spannung:

$$V_{12} = \int_1^2 \boldsymbol{H} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}.$$

Die magnetische Spannung ist also eine Weggröße. Fällt der Endpunkt mit dem Anfangspunkt zusammen, so nennt man die magnetische Spannung entlang diesem geschlossenen Weg magnetische Umlaufspannung oder magnetische Randspannung

$$\mathring{V} = \oint \boldsymbol{H} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}.$$

Das Durchflutungsgesetz sagt also aus:

$$\mathring{V} = \Theta.$$

Magnetisches Potential: Verschwindet in einem magnetischen Felde die Umlaufspannung auf jedem beliebigen geschlossenen Weg, so nennt man dieses Feld wirbelfrei. Im wirbelfreien magnetischen Felde kann die magnetische Spannung aus einem skalaren magnetischen Potential φ, das eine Ortsfunktion ist, ausgerechnet werden gemäß $V_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$.

Magnetomotorische Kraft: Irreführender und daher nicht zu empfehlender Name für die magnetische Spannung, insbesondere die Umlaufspannung (in der deutsch geschriebenen Literatur kaum gebräuchlich).

Magnetische Polarisation und Magnetisierung. Die vektorielle Feldgröße

$$\boldsymbol{J} = \boldsymbol{B} - \mu_0 \boldsymbol{H}$$

heißt magnetische Polarisation, die Größe

$$\boldsymbol{M} = \frac{\boldsymbol{J}}{\mu_0} = \frac{\boldsymbol{B}}{\mu_0} - \boldsymbol{H}$$

wird Magnetisierungsstärke oder auch Magnetisierung genannt. Man kann z. B. die Größe $\boldsymbol{J}$ verstehen als den durch die magnetisch polarisierte Materie verursachten Zusatz zum Vakuumfeld $\mu_0 \boldsymbol{H}$. Die Polarisation $\boldsymbol{J}$ wird auch, besonders in der eng-

lisch geschriebenen Literatur, mit dem Zeichen $\boldsymbol{B}_i$ und die Größe $\boldsymbol{M}$ mit dem Zeichen $\boldsymbol{H}_i$ geschrieben. Die Benennungen »innere« Flußdichte und »innere« Feldstärke sind falsch, denn im Innern der Materie ist die Flußdichte $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{B}_i + \mu_0 \boldsymbol{H}$ und die Feldstärke $\boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}_i + \boldsymbol{H}$. Man kann $\boldsymbol{B}_i = \boldsymbol{J}$ und $\boldsymbol{H}_i = \boldsymbol{M}$ die durch die Materie verursachten Zusatzfeldgrößen nennen. Man beachte, daß in der älteren Literatur die Namengebung und die Zeichensetzung nicht einheitlich sind, z. B. kommt $\boldsymbol{M}$ in der Bedeutung der magnetischen Polarisation und $\boldsymbol{J}$ in der Bedeutung der Magnetisierung vor.

Magnetische Suszeptibilität. Das Verhältnis: Betrag der Magnetisierung geteilt durch den Betrag der Feldstärke (für denselben Feldpunkt) heißt magnetische Suszeptibilität:

$$\frac{M}{H} = \frac{J}{\mu_0 H} = \chi_m = \mu_r - 1\,.$$

Für das Vakuum ist also $\mu = \mu_0$, $\chi_m = 0$. In der älteren Literatur werden oft die Werte $\chi_m' = \chi_m / 4\pi$ angegeben (χ_m' nichtrationale, χ_m rationale Suszeptibilität). — Zum Beispiel hat dasselbe magnetische Material in demselben magnetischen Zustand die Permeabilitätszahl $\mu_r = 100$, die Permeabilität $\mu = 100\,\mu_0$, die rationale Suszeptibilität $\chi_m = 99$ und die nichtrationale Suszeptibilität $\chi_m' \approx 7{,}878$.

Magnetisches Moment. Ein stab- oder scheibenförmiger permanenter Magnet oder eine zylindrische oder scheibenförmige, stromdurchflossene Spule sei in einem homogenen magnetischen Felde so angeordnet, daß die magnetische Achse des Dauermagneten oder der Spule senkrecht steht zur Richtung des äußeren magnetischen Feldes. Dann erfährt der Körper ein Drehmoment. Den Betrag des dem Körper zugeschriebenen magnetischen Momentes kann man entweder definieren als den Betrag des Drehmomentes geteilt durch den Betrag der Feldstärke des äußeren magnetischen Feldes (»Coulombsches« magnetisches Moment) oder als den Betrag des Drehmomentes geteilt durch den Betrag der Flußdichte des äußeren magnetischen Feldes (»Amperesches« magnetisches Moment). *Fischer*

magnetische Feldkonstante, -stärke, -Flußdichte (Induktion), -Spannung → magnetische Feldgrößen.

magnetische Speicherelemente. Magnetische Bauelemente, die zur Informationsspeicherung verwendet werden, müssen verschiedene Bedingungen erfüllen: Sie müssen eine gespeicherte Information zuverlässig aufbewahren, d. h., ihr magnetischer Zustand, der einer gespeicherten Information entspricht, muß stabil sein gegenüber Temperaturschwankungen innerhalb gewisser Grenzen und gegenüber Magnetfeldern, die unter einer bestimmten Größe bleiben. Physikalische Vorgänge, die zur Änderung des magnetischen Zustandes führen, sollen durch relativ kleine Magnetfelder auslösbar sein, und sie sollen möglichst schnell und vollständig ablaufen. Für Koinzidenzspeicherzwecke muß die Hysteresekurve annähernd rechteckige Form haben

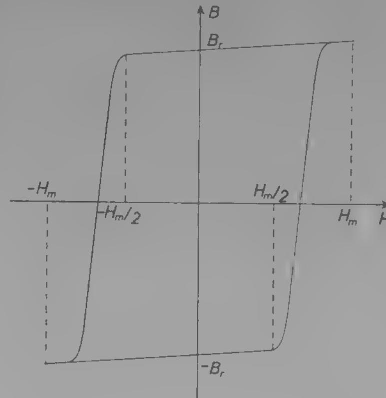


Bild 1. Hystereseschleife eines Ferritspeicherkernes.

d. h., folgende zwei Bedingungen sollen erfüllt sein:

$$\frac{B_\mathrm{r}}{B_\mathrm{m}} \approx 1;\; R_\mathrm{s} = \frac{B\left(\frac{-H_\mathrm{m}}{2}\right)}{B\,(H_\mathrm{m})} \approx 1$$

(Die Größe R_s wird »Rechteckigkeitsverhältnis« genannt).

In der digitalen Speichertechnik ordnet man den beiden Zuständen $\pm B_\mathrm{r}$ die Binärsymbole »0« und »1« zu. Welchen der beiden Zustände man der »0« bzw. der »1« zuordnet, ist Sache einer Konvention.

Magnetische Speicherelemente werden anhand der Vorgänge bei der Abfrage gespeicherter Informationen in Gruppen eingeteilt.

1. Bei der Abfrage wird der der gespeicherten Information entsprechende magnetische Zustand geändert. Die magnetische Zustandsänderung verursacht nach dem Induktionsgesetz in einer geeignet angebrachten Leseleitung einen Spannungsimpuls, dessen Höhe oder dessen Vorzeichen der gespeicherten Information entspricht. Die gespeicherte Information wird durch den Lesevorgang zerstört (Lesen mit Löschen). Sie muß durch geeignete Maßnahmen anschließend wiederhergestellt werden.

2. Durch eine Relativbewegung zwischen Speicherelement und einem Lesekopf wird in einer entsprechenden Wicklung des Lesekopfes ein die Information anzeigender Spannungsimpuls induziert. Die gespeicherte Information bleibt erhalten (zerstörungsfreies Lesen).

Zur ersten Gruppe von Speicherelementen gehören die Ferritringkerne und die dünnen magnetischen Schichten, zur zweiten Gruppe die Magnetbänder und Magnettrommeln. Der Speichervorgang bei einem magnetischen Bauelement wird anhand der Hysteresekurve dargestellt. Über die tieferen physikalischen Vorgänge werden dabei keine Aussagen gemacht.

Ein Ringkern aus Ferritmaterial, dessen Hysteresekurve der in Bild 1 entspricht, trage (s. Bild 2) eine Primär- und Sekundärwindung, die mit einem Widerstand abgeschlossen ist, und er befinde sich in einem magnetischen Zustand, der dem Punkt $-B_r$ (Bild 1) entspricht. Durch Anlegen eines Magnetfeldes der Größe $H_m/2$, das durch einen Strom $I_m/2$ durch eine Primärwicklung erzeugt wird, wird die

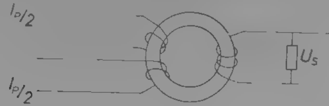


Bild 2. Ferritspeicherkern mit Schreib- und Lesewicklungen.

Induktion des Kernes praktisch nicht geändert; nach Abschalten des Feldes kehrt er in den Ausgangszustand $-B_r$ zurück. Legt man jedoch ein Feld der Größe H_m an, dann erreicht die Induktion den Wert $+B_m$ und nach Abschalten des Feldes den Wert $+B_r$. Während des Anstiegs der Induktion auf den Wert $+B_m$ wird in der Sekundärwicklung eine Spannung induziert, die den Ausgangszustand des Kernes erkennen läßt. Sie stellt das Lesesignal dar. Man erzeugt das Feld H_m, indem man durch 2 getrennte Primärwicklungen jeweils einen Strom der Größe $I_m/2$ fließen läßt. Eine Induktionsänderung tritt nur dann ein, wenn beide Halbströme gleichzeitig fließen. Diese Art der Ansteuerung eines Speicherelementes wird als »Halbstromkoinzidenzansteuerung« bezeichnet. Sie gibt die Möglichkeit, in einer geeigneten Anordnung vieler Speicherelemente (→ Matrizenspeicher) ein einzelnes Element aufzurufen, seinen Speicherinhalt auszulesen oder eine Information einzuschreiben.

Ausgangsmaterialien für die Herstellung magnetischer Speicherelemente sind Ferritmaterialien und einige Ni-Fe-Legierungen, denen man je nach Verwendungszweck in geringer Konzentration andere Elemente wie Kupfer, Molybdän oder Kobalt zusetzt. Durch geeignete Wärmebehandlung, unter Umständen auch durch gleichzeitiges Anlegen eines Magnetfeldes, oder durch Walzen kann man erreichen, daß die Hysteresekurven dieser Materialien die gewünschte rechteckige Form annehmen. Aus dünnen, wenige Mikrometer dicken und wenige Millimeter breiten Bändern dieser Materialien werden Bandringkerne gewickelt. Weitere magnetische Speicherelemente existieren in Form von Drähten, die entweder ganz aus magnetischem Material bestehen oder mit einem Mantel aus solchem Material umgeben sind (→ Matrizenspeicher).

Dünne magnetische Schichten. Aus einer nahezu magnetostriktionsfreien Ni-Fe-Legierung (82 % Ni, 18 % Fe) werden auf geeigneten Trägern (z. B. Glasplatten) dünne, einige hundert Ångström dicke, polykristalline Schichten durch verschiedene Verfahren hergestellt (z. B. Aufdampfen auf geeignete Träger im Hochvakuum oder elektrolytische Abscheidung). Durch Anlegen eines Magnetfeldes in der Schichtebene während der Herstellung oder bei einer nachträglichen Wärmebehandlung kann man in solchen Schichten eine einachsige Anisotropie der Magnetisierungsrichtung erzeugen. Die Magnetisierung besitzt danach 2 stabile Lagen in der Schichtebene parallel oder antiparallel zur Richtung dieses Feldes, der »leichten Richtung« der Magnetisierung. Senkrecht zu dieser Richtung liegt, ebenfalls in der Schichtebene, die »schwere Richtung« der Magnetisierung. Die leichte Richtung bezeichnet einen Zustand minimaler Energie, die schwere Richtung einen Zustand maximaler Energie der Magnetisierung. Dementsprechend ist ein für jede Schicht charakteristisches Magnetfeld, das Anisotropiefeld H_K, erforderlich, um den Magnetisierungsvektor aus einer leichten in eine schwere Richtung zu drehen. Der polykristalline Aufbau aus sehr kleinen (etwa 100 ÅE großen) Kristallen und das Vorherrschen der einachsigen, magnetfeldinduzierten Anisotropie führen dazu, daß sich die Schichten magnetisch im Einbereichszustand befinden. Dies ermöglicht eine besonders schnelle Art der Ummagnetisierung, die kohärente Rotation aller in der Schicht vorhandenen magnetischen Momente. Im Gegensatz dazu verläuft die Magnetisierungsumkehr in anderen magnetischen Speicherelementen, wie z. B. den Ferritkernen, durch die erheblich langsamere Verschiebung von Blochwänden. Prinzipiell kann man Schichtspeicherelemente nach einem passend abgewandelten Stromkoinzidenzverfahren ansteuern.

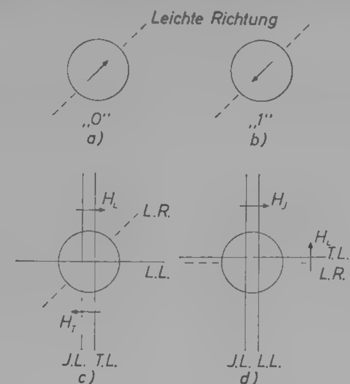


Bild 3. Dünne magnetische Schichten als Speicherelemente.

Die Bilder 3a und 3b zeigen zunächst die Zuordnung der Binärzahlen »0« und »1« zu den beiden stabilen Magnetisierungszuständen der Schicht. Im Teilbild 3c ist eine mögliche Anordnung der Steuerleitungen (Informationsleitung I.L., Treibleitung T.L.) und der Leseleitung L.L. dargestellt. Das Lesefeld H_L, erzeugt durch einen Stromimpuls in der Treibleitung, dreht den Magnetisierungsvektor beim Lesevorgang aus der jeweiligen Ruhelage »0« oder »1« nach der Richtung von H_L. Dabei werden in der Leseleitung charakteristische Spannungsimpulse induziert. Anschließend kehrt die Magnetisierung in jedem Fall in die »0«-Stellung zurück. Das Einschreiben von »0« oder »1« erreicht man durch gleichzeitige Stromimpulse in der Informations- und Treibleitung. Dabei führt

die Treibleitung in beiden Fällen den gleichen Impuls, in der Informationsleitung jedoch hat beim Schreiben einer »0« der Impuls das entgegengesetzte Vorzeichen, so daß sich die Felder von I.L. und T.L. gegenseitig abschwächen und die resultierende Feldstärke nicht mehr ausreicht, die Magnetisierung nennenswert aus der »0«-Lage herauszudrehen. Soll eine »1« eingeschrieben werden, so addieren sich die Felder von I.L. und T.L. so, daß die Magnetisierung zunächst in die Richtung des Treibfeldes H_T gedreht wird. Von da klappt sie nach dem Abklingen der Impulse in die »1«-Lage. Eine andere mögliche Anordnung der Steuerleitungen über einem Dünnschichtspeicherelement zeigt das Teilbild 3d. Das Treibfeld H_y kann dabei groß gegenüber H_K sein, so daß es die Magnetisierung aus der »0«- oder »1«-Lage in die schwere Richtung dreht. Während dieser Drehung werden in der Leseleitung für den Ausgangszustand charakteristische Lesespannungsimpulse induziert. Soll eine neue Information eingeschrieben werden, so bewirkt ein relativ kleiner Impuls des entsprechenden Vorzeichens in der I.L., der während des Abfalls des Treibimpulses angelegt wird, daß der Magnetisierungsvektor in die diesem Vorzeichen entsprechende Ruhelage klappt. Der praktischen Ausführung großer Koinzidenzspeicher mit dünnen magnetischen Schichten stehen noch einige Schwierigkeiten entgegen, die hauptsächlich auf einer gegenüber Ferritkernen größeren Anfälligkeit der Schichten gegen Störimpulse beruhen. (→ Matrizenspeicher).

Ferritspeicherelemente. Die Ferrite sind Gemische der Oxyde der zweiwertigen Metalle Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd mit dem Oxyd des dreiwertigen Eisens Fe_2O_3. Ihre Chemische Zusammensetzung läßt sich allgemein durch die Formel $MeOFe_2O_3$ angeben. Diese Verbindungen kristallisieren im Spinellgitter, dessen Elementarzelle kubische Struktur hat.

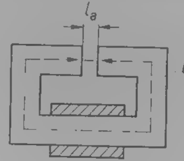
Die Ferritbauelemente werden als Sinterprodukte hergestellt. Die Ausgangsoxyde werden, der gewählten Zusammensetzung entsprechend, in Kugelmühlen gemahlen und anschließend nach den Arbeits- und Formgebungsmethoden der Oxydkeramik verarbeitet und, evtl. unter einer Schutzgasatmosphäre, bei Temperaturen zwischen 1200° C und 1450° C gesintert. Die für die Anwendung in der Speichertechnik wichtige rechteckige Hystereseschleife findet man bei Ferriten der Systeme MnO-CuO-Fe_2O_3 und MnO-MgO-Fe_2O_3 in relativ weiten Kompositionsbereichen. Der spezifische elektrische Widerstand der Ferrite liegt um 8 bis 12 Zehnerpotenzen höher als der reiner Metalle, so daß Wirbelstromeffekte auch im kompakten Material vernachlässigt werden können. Typische Abmessungen der für die Speichertechnik verwendeten Ferritringkerne sind Außendurchmesser von wenigen Millimetern bis herunter zu etwa 0,3 mm und dementsprechend Dicken meist unter 1 mm. Außer Ringkernen werden aus dem gleichen Material mit Löchern versehene Platten hergestellt und für Speicherzwecke benutzt. Eine ringförmige Zone um jedes Loch stellt das Speicherelement dar (→ Matrizenspeicher). Aus magnetischen Oxyden bestehen auch die Schichten, die auf Magnetbänder und Magnettrommeln aufgebracht und zur Informationsspeicherung verwendet werden. (→ Magnetomotorische Speicher).

Literatur: Steinbuch, K., (Hrsg.) Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962 - Winckel, F., (Hrsg.) Technik der Magnetspeicher, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960 — Eckert, O., Ferrite mit rechteckförmiger Hystereseschleife, Elektrotechn. Z. A 75 (1954), S. 253 — Smith, D. O., Static and dynamic Behaviour of thin Permalloy-films, J. Appl. Phys. 19 (1958), S. 264-273 — Haynes, M. K., Model for nonlinear flux reversals of square loop polycristalline magnetic cores, J. Appl. Phys. 27 (1956), S. 1352-1358 — Bittmann, E. E., Thin Film memories, IRE Transactions on Electronic Computers EC-9 (Juni 1959), S. 62-97. *Pöcker*

magnetischer Dipol → Elementarstrahler, → Erdmagnetfeld, → Schlitzstrahler.

magnetischer Fluß → magnetische Feldgrößen.

magnetischer Kreis, näherungsweise Berechnung (Abschätzung) nach Hopkinson. Ein »magnetischer Kreis« (Beispiel: Elektromagnet ohne bewegliche Teile, s. Bild) wird gebildet durch eine Folge von Eisenstrecken und Luftstrecken, wobei die Querschnitte ähnlich und die Längen der Luftstrecken verhältnismäßig klein sind.



——— Leitlinie des magnetischen Kreises, l_a Länge des Luftweges, l_i Länge des Eisenweges.

Schema eines Elektromagneten.

Ist die Eisenpermeabilität groß (unterhalb der magnetischen Sättigung, → Hystereseschleife), so ist der magnetische Fluß im wesentlichen im Eisen zusammengehalten, und das magnetische Feld tritt praktisch senkrecht aus den Grenzflächen in den Luftspalt über. Gefragt ist meistens nach der Durchflutung $\Theta = wI$ (Windungszahl mal Stromstärke der Erregerspule), die für einen geforderten magnetischen Fluß Φ im Luftspalt erforderlich ist. Zur näherungsweisen Berechnung der magnetischen Umlaufspannung (→ magnetische Feldgrößen, Durchflutungsgesetz) teilt man die Leitlinie des magnetischen Kreises in n Einzelstrecken von den Längen $l_1, l_2, \cdots$ ein, entlang deren jeder die magnetische Feldstärke im Mittel als konstant angesehen werden kann: $\overline{H}_1, \overline{H}_2, \cdots$, so daß man hat

$$\oint \boldsymbol{H} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s} \quad \mathring{V} \approx \overline{H}_1 l_1 + \overline{H}_2 l_2 + \cdots = \sum_1^n \overline{H}_\nu l_\nu .$$

Bei ähnlichen Querschnitten $a_1, a_2, \cdots$ der einzelnen Abschnitte und nicht allzu langen Luftstrecken ist der magnetische Fluß in erster Annäherung überall gleich:

$$\Phi = \overline{B}_1 a_1 = \overline{B}_2 a_2 = \cdots,$$

und für jeden Abschnitt gilt $\overline{B}_\nu / \overline{H}_\nu = \mu_\nu$. Daher ist der gesuchte Zusammenhang zwischen Φ und Θ nach

$$\Theta = \Phi \left\{ \frac{l_1}{\mu_1 a_1} + \frac{l_2}{\mu_2 a_2} + \cdots \frac{l_n}{\mu_n a_n} \right\}$$

errechenbar, wenn die Längen, Querschnitte und Permeabilitäten der einzelnen Abschnitte bekannt sind. Man nennt

$$\frac{\mu_\nu a_\nu}{l_\nu} = \Lambda_\nu$$

den magnetischen Leitwert und $1/\Lambda_\nu$ den magnetischen Widerstand des Abschnittes ν. (Diese Benennungen sind zwar irreführend, weil keine Analogie besteht zu den physikalischen Vorgängen in elektrischen Stromkreisen, jedoch eingeführt.) Mit dem resultierenden magnetischen Leitwert Λ des ganzen Kreises, der bestimmt ist durch

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\Lambda_1} + \frac{1}{\Lambda_2} + \cdots \frac{1}{\Lambda_n}$$

wird

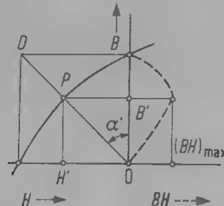
$$\Theta = \frac{\Phi}{\Lambda} = \Phi \sum_1^n \frac{l_\nu}{\mu_\nu a_\nu} = \frac{\Phi}{\mu_0} \sum_1^n \frac{l_\nu}{\mu_{\nu r} a_\nu}$$

mit der Bemerkung: $\mu_r = 1$ für alle Luftstrecken, μ_r Funktion von $B = \Phi/a$ für jede Eisenstrecke. Kurven oder Tabellen für diesen Zusammenhang stehen praktisch meist nicht zur Verfügung, jedoch die Magnetisierungskurven, die hier so gebraucht werden, daß zu einem gegebenen Wert $B = \Phi/a$ der zugehörige Wert H bestimmt wird; $H = H(B)$. Dann rechnet man praktisch so:

$$\Theta = \frac{\Phi}{\mu_0} \sum_{\text{Luft}} \frac{l_\nu}{a_\nu} + \sum_{\text{Eisen}} l_\nu \cdot H_\nu(\Phi/a_\nu),$$

um die Durchflutung Θ zu erhalten, mit der ein geforderter magnetischer Fluß Φ erreicht wird.

magnetischer Kreis von Dauermagneten mit unveränderlichem Luftspalt. Die magnetische Zustandskurve ist in diesem Fall der Ast der → Hystereseschleife im II. Quadranten, s. Bild. Die häufigste Aufgabe ist so gestellt, daß eine möglichst große magnetische Energie



im Luftspalt mit möglichst geringem Magnetvolumen erreicht werden soll. Hierzu ist erforderlich, daß das Produkt $BH/2$ entlang der magnetischen Zustandskurve (das nicht etwa gleich ist mit der magnetischen Energiedichte im Innern des Dauermagneten) möglichst groß wird. Man erhält diesen optimalen Wert erfahrungsgemäß näherungsweise (s. Bild) durch den Schnittpunkt P der Diagonalen $\overline{OD}$ mit der magnetischen Zustandskurve. Es gilt dann

$$\frac{\mu_0 H'}{B'} = \frac{l_a}{l_i} \frac{a_i}{a_a} S.$$

Hierin ist S eine Zahl, die die magnetische Streuung berücksichtigt; diese ist wegen der verhältnismäßig kleinen permanenten Permeabilitätszahl aller Dauermagnetwerkstoffe (Größenordnung 50 bis 1,1) verhältnismäßig groß (daher $S \approx 0{,}9$ bis $0{,}5$). Meist sind die Querschnitte ungefähr gleich: $a_i \approx a_a$. Dann kommt man bei modernen Dauermagnetbaustoffen auf gedrungene Bauweisen: die günstigste Eisenlänge l_i wird oft größenordnungsmäßig nur etwa 10mal so groß, wie die vorgegebene Luftspaltlänge. (Für Polschuhe oder Schlußstücke aus weichem Eisen werden meist Eisensorten mit so großer Permeabilitätszahl gewählt, daß sie in der Rechnung in erster Annäherung vernachlässigt werden können.)

J. Fischer

magnetischer Sturm → Erdmagnetfeld.

magnetischer Widerstand → magnetischer Kreis.

magnetisches Feld, Fachausdruck für die Tatsache, daß der Raum Träger eines besonderen physikalischen Zustandes ist, → Feld, elektromagnetisches.

magnetisches Moment, Potential → magnetische Feldgrößen.

Magnetisierungsintensität → magnetische Feldgrößen, Magnetisierungsstärke, Magnetisierung.

Magnetisierungskurve, -schleife → Hystereseschleife.

Magnetisierungsstärke → magnetische Feldgrößen.

Magnetismus, allgemeiner Ausdruck für die magnetischen Erscheinungen.

Magnetkern-Zahlengeber. Der M. (→ Zahlengeber) mit 16 Speicherplätzen enthält für die binäre Speicherung der Ziffern Magnetband-Ringkerne mit nahezu rechteckförmiger Hystereseschleife; → Relais (4.1.1.8.) übernehmen alle übrigen Funktionen des Zahlengebers. Der Vorzug der → Ringkerne besteht darin, daß sie die aufgenommene Information ohne jede weitere Energiezufuhr beliebig lange speichern. Die geringen Abmessungen der Kerne ermöglichen außerdem eine sehr raumsparende Bauweise. Mit den verwendeten Kernen läßt sich ein verhältnismäßig großes Nutzsignal erzielen. Aus diesem Grund konnte die elektronische Auswerteeinrichtung günstig dimensioniert werden.

Setzt man als Ausgangszustand des Ringkerns zur Speicherung einer Binärziffer (1 bit) den negativen Remanenzpunkt $-B_r$ (entspricht »0«) voraus, so ist für die Ummagnetisierung des Kernes in den Zustand $+B_r$ (entspricht »1«) eine Feldstärke (oder ein Stromimpuls) von bestimmter Größe und Richtung erforderlich. Ein Impuls in entgegengesetzter Richtung bewirkt eine Ummagnetisierung vom Zustand $+B_r$ in

den Ausgangszustand $-B_r$ (Lese- oder Abfragevorgang). Durch das Ummagnetisieren des Kernes während eines Lesevorgangs wird eine Spannung in einer Lesewicklung als Lesesignal (Nutzimpuls) erzeugt. Befindet sich der Kern beim Lesen schon im Ausgangszustand $-B_r$, so wird ein kleineres Signal, das Störsignal, in die Lesewicklung induziert. Mit besonderen Maßnahmen wird die Wirkung des durch die Kerneigenschaften bedingten Störsignals unterdrückt. Eine gespeicherte Information wird durch den Abfragevorgang gelöscht. Soll sie jedoch wiederholt verfügbar sein, so muß sie nach dem Lesen wieder zurückgespeichert werden. Die zum Speichern von 16 Ziffern erforderlichen Magnetband-Ringkerne sind in Form einer Matrix angeordnet, die in jedem Kreuzungspunkt der Spalten- und Zeilenwicklung einen Ringkern enthält. Die vier Ringkerne je Zeilenwicklung dienen zur Aufnahme des Ziffercode. Zur Eingabe des Code werden die Kerne je Speicherplatz durch Stromkoinzidenz über die Zeilen- und Spaltenwicklung angesteuert. Das Anschalten der Speicherplätze für den zeitlich getrennt verlaufenden Einspeicher- und Ausspeichervorgang übernehmen zwei Zählketten mit zweifachem Durchlauf. Relais schalten entsprechend dem Eingabecode in Verbindung mit der Einspeicherkette bei jedem Tastendruck die vier Zeilenwicklungen an. Vor jeder Neubelegung des Speichers werden sämtliche Kerne in die Nullage gebracht, d. h. gelöscht.

Der Lesevorgang läuft zeilenweise in der Form ab, daß der Abfrageimpuls alle vier Kerne durchfließt und sie in die Nullage kippt. Das hierdurch ausgelöste Lesesignal eines oder mehrerer Kerne wird — je nach eingespeichertem Code — über die zugehörige Lesewicklung und den Verstärker den Decodierrelais zugeleitet. Jeder der vier Spalten ist ein Leseverstärker fest zugeordnet, der mit der entsprechenden Wicklung ständig verbunden ist. Eine Torschaltung bewirkt die Aktivierung der Leseverstärker nur für die Zeit, in der Nutzimpulse eintreffen können. Dadurch ist eine störungsfreie Auswertung der gespeicherten Information gewährleistet. Die Relais am Ausgang der Leseverstärker nehmen das Einstellen der Decodierkette vor, die die Impulsaussendung überwacht. Auch bei diesem Zahlengeber wird das Impulsrelais durch eine astabile Transistorkippstufe mit einstellbarer Impuls- und Pausenzeit gesteuert.

Ein Zieltasten-Zusatz zum M. ermöglicht es, bis zu 16stellige Rufnummern zu wählen.

Literatur: W. Esser, Zahlengeber für Fernsprechvermittlungen. Siemens-Zeitschrift, Bd. 39 (1965), S. 44. *Gänsler*

magneto-hydrodynamische Wellen → Magnetosphäre.

magnetomotorische Kraft → magnetische Feldgrößen.

magnetomotorische Speicher. Grundlage der magnetomotorischen Speicher ist die Schallaufzeichnungstechnik.

Speichermedium ist eine dünne, etwa 1/100 mm dicke, magnetisierbare Schicht aus Ni-Legierungen, Ferrit oder Eisenoxyd, die auf einen Träger aufgebracht ist. Binäre Informationen werden durch Sättigungsmagnetisierung der Schicht in diskreten Flächenelementen gespeichert; man erreicht dadurch eine hohe Betriebssicherheit und hohe Speicherdichte bei relativ niedrigen Kosten. Schreiben und Auslesen geschieht mittels spezieller Schreib-Leseköpfe. Die Relativbewegung zwischen Speichermedium und Schreib-Lesekopf ermöglicht zerstörungsfreies Auslesen.

Als Träger sind im wesentlichen drei verschiedene Formen üblich: 1. Bänder, mit Relativgeschwindigkeiten gegenüber dem Schreib-Lesekopf zwischen 1 m/sek und 6 m/sek, 2. Trommeln, mit Relativgeschwindigkeiten zwischen 20 m/sek und 90 m/sek, 3. Scheiben, mit Relativgeschwindigkeiten zwischen 20 m/sek und 80 m/sek.

Die Schichtflächenelemente werden meist in Längsrichtung der Bewegung der Träger relativ zum Schreib-Lesekopf magnetisiert, dessen Aufbau schematisch Bild 1 zeigt. Der Abstand zwischen Magnetschicht und Kopf beträgt zwischen 2 und 50 μm.

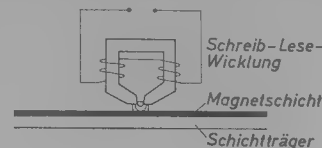


Bild 1. Schreib-Lesekopf mit Speichermedium.

Zur Darstellung der binären Codezeichen »0« und »1« werden mehrere unterschiedliche Impulsschriften angewendet, wie z. B. die Einfachimpulsschrift (Bild 2a), die nur zwischen zwei entgegengerichteten magnetischen Sättigungszuständen unterscheidet, und die Zweifachimpulsschrift, bei der zusätzlich der entmagnetisierte Zustand auftritt (Bild 2b).

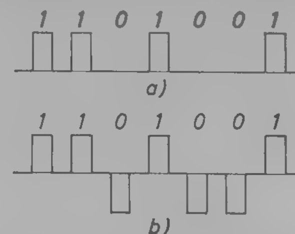


Bild 2. Beispiele für Impulsschriften.

Darüber hinaus gibt es die komplizierteren Schreibverfahren wie Richtungsschrift, Richtungswechselschrift, Zweiphasenschrift und Zweifrequenzschrift.

Jeder Speicherplatz muß durch eine Adresse (Koordinate oder Nummer) gekennzeichnet sein, damit das Auffinden eines bestimmten Speicherplatzes möglich ist. Zur Feststellung, wo sich der Schreib-Lesekopf auf Band oder Trommel gerade befindet, dienen besondere Taktimpulse. Sie werden entweder durch eine besondere Taktspur, die ein geeignetes eingraviertes oder magnetisch eingeschriebenes Impulsraster enthält, oder durch Taktsignale aus den eigentlichen Speicherspuren erzeugt. Diese Taktimpulse

werden von einem Zähler aufgenommen. Der Zählerstand gibt die jeweilige Koordinate an, bei der der Schreib-Lesekopf gerade steht. Die Identifizierung, d. h. das Auffinden eines bestimmten Speicherplatzes geschieht durch den Vergleich des Koordinatenwertes mit dem Zählerstand (Koordinatenverfahren). Die Einspeicherung der Informationen kann in Serien- oder Parallelspeicherung geschehen. Bei der Serienspeicherung wird mit nur einem Schreib-Lesekopf die Information in aufeinanderfolgende Positionen einer Spur eingeschrieben. Jede Spur ist die Fortsetzung der vorhergehenden. Die Serienspeicherung führt zu längerer Schreib- und Suchdauer. Bei der Parallelspeicherung ist für jede Speicherspur ein Schreib-Lesekopf vorhanden, so daß Informationen parallel in benachbarte Spuren eingeschrieben werden können. Man erreicht damit kürzere Schreib- und Suchzeiten.

Magnettrommelspeicher. Ein Metallzylinder (Durchmesser 10 bis 50 cm), dessen Mantelfläche eine magnetisierbare Schicht trägt, rotiert während des Betriebes ständig gleichförmig mit Umdrehungszahlen zwischen 25 und 300 Umdrehungen/sec je nach Größe. Die Schreib-Leseköpfe sind über die Zylinderlänge äquidistant verteilt und in definierten Lagen in geringem Abstand (40 bis 50 μm) über der Trommeloberfläche angeordnet (Bild 3).

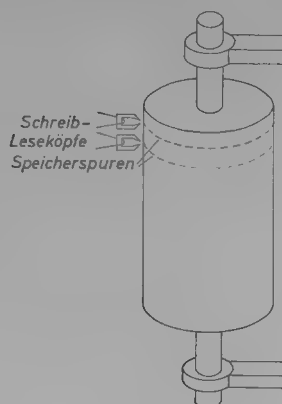


Bild 3. Magnettrommelspeicher (schematisch).

Die Anzahl der Köpfe und damit der Informationsspuren schwankt je nach Fabrikat und Anwendungszweck in weiten Grenzen zwischen etwa 20 und 500. 250 bis 300 Spuren sind zur Speicherung von etwa $5 \cdot 10^5$ bit ausreichend. Trommelspeicher werden in programmgesteuerten Rechnern eingesetzt, in Buchungsmaschinen, die mit kleinen Rechnern gekoppelt sind, in Bestandsführungssystemen, als Zuordner für die automatische Fernwahl in der Telephonie und als Vermittlungsspeicher in Fernschreibvermittlungssystemen, z. B. als Speicher für weiterzuleitende Telegramme.

Magnetplattenspeicher. Dünne Leichtmetallscheiben von etwa 60 cm Durchmesser, beiderseits mit einer magnetisierbaren Schicht versehen, drehen sich gemeinsam in einem Gestell mit 20 bis 60 Umdrehungen/sec. Jede Seite trägt etwa 100 konzentrische Spuren, die in Speicherzellen aufgeteilt sind. Die Zellen werden durch Nummer und Seite der Platte, Nummer der Spur und Winkelposition der Speicherzelle gekennzeichnet. Zum Einschreiben und Auslesen sind für Plattenober- und Unterseite je ein Schreib-Lesekopf vorhanden, die an Armen befestigt sind. Die Arme sind auf einer Führungssäule beweglich. Sie werden zunächst zur Höhe einer ausgewählten Platte gehoben und dann bis zur gewünschten Spur eingeschoben.

Die Zugriffszeit beträgt im Mittel etwa 0,5 Sekunden. Die Speicherkapazität erreicht Werte bis $5 \cdot 10^8$ bit.

Magnetbandspeicher. Als Speichermedium dienen Kunststoffbänder, deren eine Seite mit einem magnetisierbaren Material beschichtet ist. Die Bandbreite beträgt im Normalfall 25,4 mm. Darauf werden 12 bis 22 Spuren untergebracht. Das Band wird in beiden Richtungen im Start-Stop-Betrieb an der Kopfeinheit vorbeitransportiert. Die Bandlängen liegen bei Schleifenspeichern zwischen 10 und 100 m (Speicherkapazität 10^5 bis 10^7 bit) und bei Spulenbandspeichern zwischen 500 und 1600 m. (Kapazität etwa 10^8 bit).

Die Zugriffzeiten liegen zwischen einer und drei Minuten. Der langen Zugriffszeit steht der Vorteil gegenüber, daß große Informationsmengen in kleinem Volumen dauerhaft und relativ billig gespeichert werden können. Der Vorteil der Bänder gegenüber den Lochstreifen und Lochkarten liegt in der Möglichkeit der schnelleren Verarbeitung und in der Möglichkeit, beliebig oft neue Daten speichern zu können.

Literatur: Steinbuch, K., (Hrsg.) Taschenbuch d. Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin / Göttingen / Heidelberg 1962 — Winckel, F., (Hrsg.) Technik der Magnetspeicher, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960 — Richards, R. K., Digital Computer Components and Circuits, D. van Nostrand Company, New York 1957 — Biederstaedt, U., Der Magnettrommelspeicher, Regelungstechnik 7 (1959), S. 81–85 — Leilich, H. O., Technische Probleme bei der Entwicklung von Magnettrommelspeichern, Elektron. Rdsch. 9 (1955), S. 365-368 — Begun, S. J., Magnetic Recording, Murray Hill Books, Inc. New York 1949 — Altrichter, E., Das Magnetband. Eigenschaften und Anwendungen eines Nachrichtenspeichers, Verlag Technik Berlin/Berliner Union Stuttgart 1958 — Schröter, O., Der Magnetplattenspeicher. Ein neues Verfahren zur Speicherung großer Daten mit kurzer Zugriffszeit, Elektron. Rdsch. 11 (1957), S. 109–118.

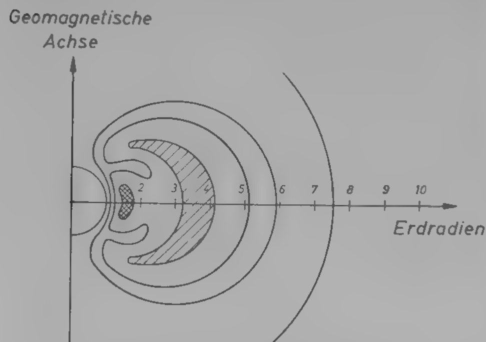
Pöcker

Magnetopause → Magnetosphäre.

Magnetosphäre. Als M. bezeichnet man die Atmosphäre oberhalb der Dynamo-Region (→Atmosphäre, obere). Sie erstreckt sich von etwa 150 km Höhe bis zu Entfernungen von mehreren Erdradien. Wegen der geringen Teilchendichten in diesen Höhen ist deren kinetische Energiedichte kleiner als die des Erdmagnetfeldes, die Bewegungen der Elektronen und Ionen werden daher vom Magnetfeld kontrolliert. Diese Beherrschung der Plasmabewegungen wirkt sich auf die Verteilung der ionisierten Teilchen von der ionosphärischen F-Schicht bis zur Magnetopause aus. Die Elektronendichte in der F-Schicht (→ Ionosphäre) hängt vom Erdmagnetfeld und dessen Aktivität stärker als von der Sonneneinstrahlung ab. Das

macht sich z. B. dadurch bemerkbar, daß die kritischen Frequenzen (→ Echolotung, ionosphärische) symmetrisch zum magnetischen und nicht zum geographischen Äquator verteilt sind. Geomagnetisch kontrolliert wird auch die Höhe der Plasmapause, einer Schicht von etwa 0,15 Erdradien Dicke, innerhalb derer die Elektronendichte von etwa 100 el/cm³ auf 1 el/cm³ abfällt. Diese Schicht und deren dynamisches Verhalten wurde mit Hilfe von Whistlern untersucht. Sie erreicht in der Äquatorebene einen geozentrischen Abstand von etwa vier Erdradien.

Im Jahre 1958 konnte van Allen mit Experimenten im Satelliten Explorer I starke Strahlungen hochenergetischer Teilchen in etwa 1000 km Höhe messen. Später wurde die räumliche Ausdehnung und die Verteilung der Teilchendichten und -energien in dem nach van Allen benannten Strahlungsgürtel bestimmt: Elektronen mit Energien über 40 keV haben im Bereich geozentrischer Abstände von zwei bis sechs Erdradien eine Flußdichte von etwa 10^8 cm^{-2} s^{-1}, in Richtung geringerer und größerer Entfernungen nimmt der Fluß stark ab. Die Verteilung des Protonenflusses ist energieabhängig, im inneren Strahlungsgürtel finden sich vorwiegend Protonen mit Energien über 40 MeV, die größte Flußdichte liegt bei 10^4 cm^{-2} s^{-1}; Protonen mit Energien über 2 MeV erreichen eine maximale Flußdichte von knapp 10^7 cm^{-2} s^{-1} im äußeren



Innerer und äußerer Van-Allen-Gürtel.

Der innere, doppelt schraffierte Ring enthält vorwiegend Protonen mit Energien > 40 MeV, der einfach schraffierte äußere Ring Protonen mit Energien >1,5 MeV. (Nach J. A. van Allen und L. A. Frank, Nature 183, 430, 1962).

Strahlungsgürtel (s. Bild). Andere Partikelsorten konnten bisher nicht nachgewiesen werden. Die Teilchen im Van-Allen-Gürtel bewegen sich kreisend in Richtung der Magnetfeldlinien und driften dabei langsam in Ost-West-Richtung. Ihre Bahnen werden durch drei adiabatische Invarianten beherrscht, die wichtigste ist das magnetische Moment $\mu = \frac{E_\perp}{B}$. $E_\perp$ ist die Komponente der kinetischen Energie senkrecht zum Magnetfeld; die Invarianz von μ verlangt, daß $E_\perp$ proportional zum Feld B anwächst. Diese zusätzliche Energie kann nur auf Kosten der longitudinalen Energie $E_\|$ gewonnen werden. Sobald daher $B = \frac{E}{\mu}$ ($E_\|$ = gesamte kinetische Energie des Teilchens) geworden ist, verschwindet E, und das Teilchen wird reflektiert. Es wird zwischen magnetisch konjugierten Punkten mit der Induktion $B = \frac{E}{\mu}$ hin- und hergespiegelt. Der Weg, den das Teilchen zwischen den Spiegelpunkten nimmt, wird durch die Konstanz der sogenannten integralen Invariante

$$I = \int^{2} v_\| \, ds$$

bestimmt. Die dritte Invariante besagt, daß der bei der azimutalen Drift des Teilchens eingeschlossene magnetische Fluß konstant bleibt. Die Einfangs- und Verlustprozesse bestimmen den Gleichgewichtszustand des Partikelflusses im Strahlungsgürtel. Nach der Albedotheorie spielt beim Protoneneinfang der radioaktive Zerfall von Albedo-Neutronen eine Rolle. Diese Neutronen sind Sekundärprodukte der energiereichen, größtenteils aus Protonen bestehenden kosmischen Strahlung.

Sie entstehen durch Kernumwandlung bei Kollisionen mit atmosphärischen Molekülen und werden nach außen zurückgestreut. Bei dem Neutronenzerfall im Strahlungsgürtel entstehen neben Protonen auch Elektronen, die Ergiebigkeit dieser Quelle reicht aber für die beobachtete Elektronen-Flußdichte nicht aus. Der Strahlungsgürtel dürfte daher hauptsächlich mit Elektronen aufgefüllt werden, die aus dem solaren Wind (→ Sonnenaktivität) stammen und im Zusammenhang mit der Ausbildung der Stoßfront und durch physikalische Prozesse im sogenannten magnetosphärischen Schweif (s. u.) auf die beobachteten Energiewerte beschleunigt wurden. Auf der anderen Seite der Gleichgewichtsbilanz stehen die Verluste der Protonen, die hauptsächlich durch langsame Abbremsung bei Kollisionen mit dem neutralen Restgas entstehen. Die Coulomb-Streuung bewirkt den bei Elektronen vorherrschenden Verlustprozeß. Durch diese Streuung ändert sich der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor und dem Magnetfeld. Wird dieser Winkel in der Nähe der Spiegelpunkte verkleinert, können die Elektronen in den sogenannten Verlustkegel geraten, d. h., sie dringen in die tiefere, dichtere Atmosphäre vor und gehen dem Strahlungsgürtel verloren.

Bis zu einer Entfernung von etwa fünf Erdradien weicht das Erdmagnetfeld nur wenig von der Gestalt eines Dipols ab. In größeren Entfernungen wird die Form hauptsächlich durch den Aufprall des solaren Windes bestimmt, der sich mit etwa achtfacher Alfvén-Geschwindigkeit (Ausbreitungsgeschwindigkeit magneto-hydrodynamischer Wellen) bewegt. Es kommt zu einer Stoßfront, deren Ausbildung im stoßfreien interplanetaren Gas durch die Kopplung der Teilchen über das interplanetare Magnetfeld ermöglicht wird.

Zwischen dieser Stoßfront und der äußeren Begrenzung des Erdmagnetfeldes, der Magnetopause, liegt eine turbulente Übergangszone von mehreren Erdradien Breite. Der geozentrische Abstand der Magnetopause auf der sonnenzugewandten Seite beträgt etwa 10 Erdradien. Auf der sonnenabgewandten Seite bewirkt der solare Wind eine Ausrichtung der Erdmagnetfeldlinien antiparallel zur Sonnenrichtung. Sie »flattern« wie Segel im solaren Wind und schließen sich nicht mehr (»offene Feldlinien«). Der so gebildete magnetosphärische Schweif erstreckt sich bis zu Entfernungen jenseits der Mondbahn. Senkrecht zur Sonnenrichtung hat die M. einen Durchmesser von etwa 30 Erdradien.

Die M. ist der Entstehungsort des auf der Erde beobachtbaren ionosphärischen Rauschens im Längstwellenbereich. Man unterscheidet verschiedene Typen nach dem akustischen Geräusch, z. B. Hiss oder Dawn chorus. Die am Boden beobachteten magnetischen Mikropulsationen, mit Periodendauern von Bruchteilen einer Sekunde bis zu einigen Minuten, werden wahrscheinlich durch Resonanzmoden hydromagnetischer Wellen im Plasma der M. bewirkt.

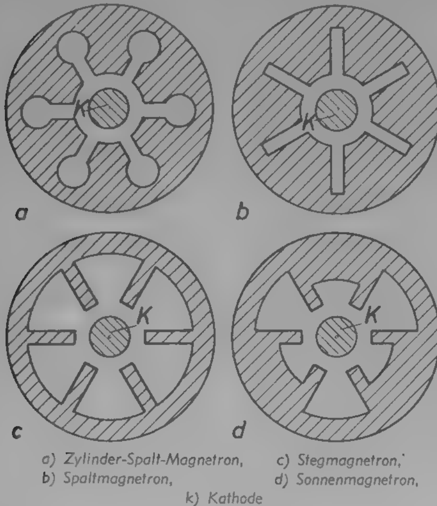
Literatur: B. J. O'Brien, »Review of Studies of Trapped Radiation with Satellite-Borne Apparatur«, Space Sci. Rev. 1, 415 (1962) — W. N. Hess, »Energetic Particles in the inner Van Allen Belt«, Space Sci. Rev. 1, 278 (1962).

Jacobs

Magnetostriktion, auch Joule-Effekt, Längenänderung ferromagnetischen Materials, besonders von Eisen und Nickel, im Magnetfeld: lineare M. Die Volumen-M. ist etwa 100mal kleiner. M. wird neben der Piëzoelektrizität für frequenzkonstante Schwingungserzeugung benutzt, bevorzugt bei → Ultraschall.

Magnetron. Die heute sehr zahlreichen Lauffeldröhren mit gekreuzten Feldern (→ Laufzeitröhre) haben für die eigentliche Fernmeldetechnik nur eine relativ geringe Bedeutung. Für diese Röhrengruppe ist das M., das durch die zylindrische Diodenanordnung mit ringförmig geschlossener → Verzögerungsleitung gekennzeichnet ist, besonders charakteristisch. Das magnetostatische Feld verläuft bei ihm in Richtung der Achse, die Verzögerungsleitung bildet gleichzeitig die Anode (s. Bild). Die neuere Bezeichnung müßte Leitbahn-M. lauten, weil die früher bedeutsamen ersten M., z. B. das Zweischlitz-M., Rollkreis-M. sind, die zur Gruppe der Wechselfeldfokussierungsröhren (→ Laufzeitröhren) gehören. Beim Rollkreis-M. wird für die Wechselwirkung vornehmlich die pulsierende Bewegung der Elektronen in Richtung des Radius ausgenutzt, beim Leitbahn-M. dagegen hauptsächlich die Bewegung auf der Bahn um die Kathode. Die beiden bedeutsamsten Anwendungen des M. sind die Erzeugung der Leistungsimpulse in der Radartechnik und die Erzeugung der industriellen und medizinischen Mikrowellenleistung für Wärmebehandlungen. Das M. zeichnet sich für diese Anwendungen durch seinen einfachen Aufbau und durch den relativ hohen Wirkungsgrad aus, der oft mehr als 60 v. H. beträgt. Der hohe Wirkungsgrad ist dadurch möglich, daß die sich bildenden Elektronenpakete auf der Leitbahn eine Hochfrequenzleistung in der Verzögerungsleitung erzeugen, hierbei jedoch durch die überlagerte Bewegung in Richtung auf die Anode die in die Hochfrequenzleistung umgewandelte Gleichstromleistung wieder ersetzen. Die Umsetzung muß daher bereits nach Durchlaufen einer Beschleunigungsspannung beginnen, die klein gegenüber der Anodengleichspannung ist. Letztere kann jedoch bei vorgegebener Konstruktion und meist auch vorgegebenem Magnetfeld maximal die kritische Anodenspannung erreichen, bei der die von der Kathode mit der Geschwindigkeit Null austretenden Elektronen die Anode gerade noch beaufschlagen. Die kritische Anodenspannung als Funktion der magnetischen Induktion ergibt die kritische Parabel, die die obere Grenzlinie des Arbeitsbereiches eines M. darstellt. Analog zur kritischen Anodenspannung kann auch eine kritische magnetische Induktion angegeben werden. Wegen der Mindestgleichspannung, die die Elektronen durchlaufen müssen, bevor das Umsetzen von Gleichenergie in Wechselenergie beginnen kann, gibt es bei vorgegebener Konstruktion auch eine Schwellenspannung (Hartree-Spannung), bei der für gegebene Induktion und Frequenz die Schwingung in einem unbelasteten M. bei relativ sehr kleiner Stromstärke einsetzt. Die Schwellenspannung als Funktion der magnetischen Induktion ergibt die M.-Schwellengerade. Ihr Schnittpunkt mit der kritischen Parabel bestimmt den theoretisch niedrigsten Arbeitspunkt bei gegebener Röhrengeometrie und -frequenz, an dem eine Schwingung noch einsetzen kann (charakteristische Anodenspannung und charakteristische Induktion). Die Frequenzabhängigkeit der Phasengeschwindigkeit längs der Verzögerungsleitung macht für ein vorgegebenes M. verschiedene Schwingbereiche möglich, die durch einen Bruch gekennzeichnet werden, dessen Zähler N_p angibt, wieviel mal längs eines Umlaufs im Momentanbild der Phasenwelle der Phasenwinkel 2π durchlaufen wird. Der Nenner $N_s/2$ ist die Zahl der Elementarvierpolpaare pro Umfang und damit die halbe Anzahl der Pole, Segmente oder ähnlicher sich wiederholender Geometrieeigenschaften bei einem Umlauf auf der Verzögerungsleitung. Der stabilste Schwingbereich ist der π-Schwingbereich, für den der den Schwingbereich kennzeichnende Bruch gerade den Wert 1 hat, so daß pro Elementarvierpol im Momentanbild der Phasenwelle der Phasenwinkel π durchlaufen wird. Die Gefahr des Anschwingens in einem unerwünschten Schwingbereich besteht entweder beim Impulsbetrieb infolge des Durchlaufens der steilen Spannungsflanken oder beim Dauerstrichbetrieb durch die bei Wärmebehandlungen meist stark wechselnde Ankopplung der Last. Zur Unterdrückung dieses Schwingbereichspringens in einen unerwünschten Schwingbereich wird der π-Schwingbereich zusätzlich dadurch stabilisiert, daß entweder jeweils die geradzahligen oder die ungeradzahligen Pole durch Ringe miteinander verbunden werden (Schwingbereichtrennringe, »strapping«), oder daß die gradzahligen und ungradzahligen Elementarvierpole unterschiedlich dimensioniert werden (Sonnen-M.). Ein weiterer Weg zur Stabilisierung ist die selektive Bedämpfung der am leichtesten einsetzenden Störschwingung, die meist die $(N_s/2 - 1)/(N_s/2)$-Schwingungsform ist. M. heißen Vielkammer-M., wenn

die Verzögerungsleitung aus einer Mehrzahl von Hohlraumresonatoren besteht, und Vielschlitz-M., wenn die Anode mehrere Segmente oder mehrere Schlitze besitzt und die gradzahligen und ungradzahligen Segmente jeweils verbunden und an einen gemeinsamen frequenzbestimmenden Kreis angeschlossen sind. Beim Doppelkamm-M. hat die Verzögerungsleitung die Form ineinandergreifender Zähne zweier Kämme. Die Radar-M. des 2. Weltkrieges



a) Zylinder-Spalt-Magnetron, c) Stegmagnetron, b) Spaltmagnetron, d) Sonnenmagnetron, k) Kathode

Querschnitt durch Anode und Kathode des Vielkammermagnetrons.

waren meist Vielkammer-M. Seit dieser Zeit unterscheidet man bei ihnen (s. Bild) zwischen dem bereits erwähnten Sonnen-M., dem Steg-M., bei dem die einzelnen Hohlraumresonatoren durch radial angeordnete Stege getrennt sind, dem Spalt-M., dessen Hohlraumresonatoren radial verlaufende Spalte sind, und dem Zylinderspalt-M., dessen Resonatoren aus zylindrischen Hohlräumen mit radialen Spalten bestehen.

Literatur: W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verl. Technik, Berlin/München 1957 — E. Okress, Crossed-Field Microwave Devices, Bd. 1 und 2, Academic Press, New York/London 1961 — K. Hinkel, Magnetrons, Philips Techn. Bibliothek, 1961 — J. Voge, Les tubes aux hyperfréquences, Editions Eyroiles, Paris 1959.

Schnitger

Magnetscheibenspeicher → magnetomotorische Speicher.

Magnetsteuerung → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Magnetsummer. Der M. arbeitet nach dem Prinzip des Wagnerschen Hammers und gibt zunächst einen rechteckförmigen Wechselstrom von etwa 800 oder 1000 Hz ab. Diese Frequenz wird durch die Eigenschaften des federnden Hammers bestimmt. In seiner einfachsten Ausführung dient er vorwiegend bei der Montage als Stromquelle bei der Messung von Kopplungen, Betriebskapazitäten und — wenn eine Frequenz ausreichend ist — Nebensprechdämpfungen. Im Sonderfall ist der M. als → Pegelsender ausgeführt. Durch einen Tiefpaß wird der Klirrfaktor auf $< 2\%$ gebracht und mit einer Regelbrücke die Ausgangsleistung stabilisiert. Ein M. mit höherer Frequenzgenauigkeit ist der Stimmgabelsummer. Im Gegensatz zum M. gibt der → Schnarrsummer ein definiertes Frequenzgemisch ab, dessen Energieverteilung der Mikrophonsprache ähnlich ist.

Magnettaste → Tastschalter.

Magnettrommel → Speicherelemente, magnetische.

Magnettrommelspeicher → magnetomotorische Speicher.

Mahnung. Teilnehmer (Tln), die ihre Fernmelderechnung nicht bis zum 4. Arbeitstag nach Ablauf der → Zahlfrist voll beglichen haben, werden im Regelfall entsprechend den Bestimmungen des Verwaltungsvollstreckungsgesetzes § 3 Abs. 3 schriftlich gemahnt. Die Mahnungen werden am 4. Arbeitstag nach dem letzten Zahltag nach Buchungsschluß der Buchungsstelle für Fernmeldegebühren im Rechenzentrum geschrieben. Am 5. Tag nach dem letzten Zahltag liegen die Mahnungen bei der Fernmelderechnungsstelle (FRSt) zur Prüfung und Absendung vor. Behörden, juristische Personen des öffentlichen Rechts, Botschaften und Konsulate werden nicht gemahnt. Zu den vorliegenden Mahnschreiben zieht der Sperrplatz (→ Fernmelderechnungsstelle) die Karten aus der Sperrkartei. Falls auf dieser Karte keine Vermerke über Stundung, Behörde u. dgl. enthalten sind, ist die Mahnung in der Sperrkarte zu vermerken und zur Postbeförderung aufzugeben. Damit wird die Mahngebühr fällig. Im übrigen sind Gebührenrückstände (unabhängig von der Art des Tln) grundsätzlich zu verzinsen. In Ausnahmefällen — z. B. bei Gefahr erheblicher Gebührenverluste — kann der Amtsvorsteher anordnen, daß anstelle der M. sogleich die Sperre oder Vollstreckung tritt.

Majoritätsträger → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

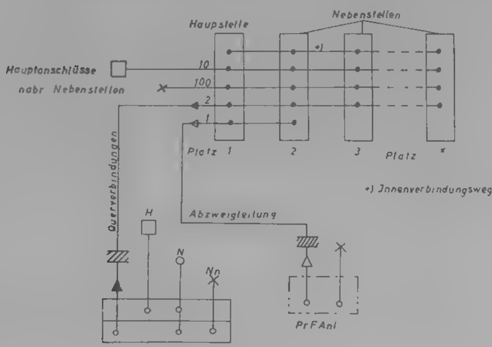
Makeln ist eine in der Handvermittlungstechnik angewandte besondere Art des Verbindungsaufbaues, um wertvolle Fernleitungen pausenlos ausnutzen zu können. Zwischen zwei handbedienten Fernvermittlungsstellen wird z. B. eine Standverbindung hergestellt. Noch während ein Gespräch auf dieser Verbindung besteht, wird der nächste Gesprächspartner vorbereitend herangeholt. Die neue Verbindung kann dann sofort nach Beendigung des gerade laufenden Gesprächs hergestellt werden.

In der Nebenstellentechnik bezeichnet man bei Fernsprechapparaten, an die zwei oder mehr Leitungen herangeführt sind, mit M. die abwechselnde Gesprächsführung über Leitungen, auf denen zu gleicher Zeit Verbindungen bestehen. Dabei werden die Verbindungen, auf denen zur Zeit nicht gesprochen

wird, gehalten. Die Möglichkeit zum M. ist beispielsweise vorgesehen bei der schnurlosen handbedienten → Fernvermittlung F 62, → Rückfrageapparaten, → Reihenapparaten mit Linientasten und Apparaten von Vorzimmeranlagen (→ Makleranlagen, → Maklerapparate).

Makleranlagen. M. sind auf die besonderen Bedürfnisse bei großen Verkehrsunternehmen, wie Arzneimittelgroßhandlungen, Taxirufzentralen, Börsenanlagen, Platzbuchungsanlagen bei Fluggesellschaften usw. abgestellt. Sie werden je nach ihrer überwiegenden Verwendungsart als M. oder als Auftragsanlagen bezeichnet. M. werden in der Regel dann eingesetzt, wenn das Verkehrsaufkommen durch einzelne → Maklerapparate nicht mehr bewältigt werden kann. Die M. können als selbständige Nebenstellenanlagen oder auch als Zweitnebenstellenanlagen betrieben werden. Für die Anlagen sind besondere Ausstattungsvorschriften festgelegt, die jedoch abweichend von denen anderer Nebenstellenanlagen nicht in »Regel- und Ergänzungsausstattung« unterteilt sind. Hiernach müssen u. a. grundsätzlich folgende Bedingungen erfüllt werden:

Es müssen mindestens zwei Arbeitsplätze und mindestens zwei von allen Plätzen erreichbare Amtsleitungen vorhanden sein. Neben den Anschlußorganen für Amtsleitungen bzw. Anschlußorganen für Nebenanschlußleitungen zur Hauptanlage dürfen auch Anschlußorgane für Nebenanschlußleitungen zu nichtamtsberechtigten Nebenstellen der Makler- und Auftragsanlage, Querverbindungen und Abzweigleitungen vorgesehen werden. Ein Arbeitsplatz — die Hauptstelle — muß Zugang zu allen Leitungen



Makleranlage.

haben; die übrigen Arbeitsplätze, die als Nebenstellen zählen, erhalten Zugang zu allen oder nur zu einem Teil der Leitungen. Jede Leitung muß aber von mindestens zwei Arbeitsplätzen aus erreichbar sein (s. Bild). Der Anruf wird bei der Hauptstelle und mindestens einem weiteren Arbeitsplatz gekennzeichnet. Bei allen Arbeitsplätzen muß der Besetztzustand der ihnen zugänglichen Leitungen gekennzeichnet sein. Das Verbinden jeglicher Leitungen untereinander muß technisch verhindert sein. Die einzelnen Arbeitsplätze müssen sich gegenseitig rufen und sprechen können. Zwischen den einzelnen Leitungen ist »makeln« vorgesehen; nicht mehr benötigte Verbindungen können einzeln ausgelöst werden. Darüber hinaus sind weitere Leistungsmerkmale, wie Mithören und Mitsprechen, Zeugenzuschaltung, Schaltung zu Fernsprechzellen, Aufsichtsplätze, Nachtschaltung usw., zulässig.

H. Fischer

Maklerapparate. M. sind unter den Fernsprechapparaten besonderer Art solche in Sonderfertigung, die Teilnehmern, für deren berufliche Tätigkeit das → Makeln bei Fernsprechverbindungen erforderlich ist (Auskunftsstellen, Maklerbüros), besondere technische Möglichkeiten bieten. Auf M. dürfen sowohl Hauptanschlußleitungen als auch Nebenanschlußleitungen und u. U. auch Stromwege zu Betriebsstellen von Privatfernmeldeanlagen geschaltet werden. Hierbei ist Voraussetzung, daß neben der wahlweisen Anschaltung der Abfrageeinrichtung eines M. an jeweils eine dieser Leitungen keine Verbindungsmöglichkeiten der Leitungen untereinander geboten werden.

Stellt sich heraus, daß das Gesprächsangebot bei einem M. so hoch ist, daß es von einer Person nicht mehr abgefragt werden kann, oder liegen andere zwingende betriebliche Gründe vor, so ist es zulässig, die Leitungen auf einen zweiten solchen M. zu führen. Solche M. müssen sich jedoch auf demselben Grundstück befinden und dürfen untereinander keine Sprechmöglichkeit besitzen. Statt zu einem zweiten M. können die Leitungen, die an den ersten M. herangeführt sind, auch wieder aufgeteilt und je zu einem gewöhnlichen zweiten Sprechapparat umgeschaltet werden. In beiden Fällen werden die Apparate nicht als Nebenstellenanlage behandelt. Die M. dürfen Einrichtungen zur Rufweiterschaltung zu den zweiten Sprechapparaten enthalten und mit festzugeordneten Einrichtungen, wie Rufnummerngeber, Freisprecheinrichtung, Kurzansageeinrichtung ausgerüstet werden. Die Anschaltung von Zusatzeinrichtungen und privaten Sondereinrichtungen ist zulässig. *H. Fischer*

Makroelemente. Elektrochemische Elemente, die sich an der Berührungsstelle unterschiedlicher Metalle bilden, wenn diese mit einem Elektrolyten (Feuchtigkeit, Grundwasser, Seewasser) in Kontakt kommt und bei denen örtlich definierte kathodische und anodische Bereiche vorhanden sind. An diesen Stellen wird das unedlere Metall durch elektrochemische → Korrosion zerstört. Zur Verhinderung der Bildung von M. müssen solche Stellen, insbesondere in feuchter Umgebung, mit geeigneten Schutzüberzügen versehen werden. Die Angriffstiefe im anodischen Bereich nimmt mit dem Verhältnis von Kathodenfläche zu Anodenfläche zu, daher bei kleiner anodischer Fläche sog. Lochfraß. Gefährdete Stellen sind z. B. Kupfererden an Eisenkonstruktionen, Verbindungsstellen von Bleimantelkabeln mit Eisen- oder Aluminiummantelkabeln.

Makrolon ist der Handelsname eines thermoplastischen Polykohlensäureesters, des 4,4-Dioxydiphenyl-2,2-propans. M. zeichnet sich aus durch: hohe mechanische

Festigkeit, auch bei sehr tiefen Temperaturen, überragende Formbeständigkeit in der Wärme, geringe Wasseraufnahme, gute elektrische Eigenschaften, gute Witterungsbeständigkeit, Transparenz auch bei großen Wanddicken, physiologische Unbedenklichkeit. Anwendung z. B. Steckverbinder aller Art.
Literatur: Bayer-Kunststoffe, 3. Ausgabe 1963.

Mangan, Mn, Atomgewicht 54,93, ϱ 7,29—7,34, Fp 1221°C, Kp 2152°C, ist ein grauweißes Metall. Vorkommen: als Pyrolusit (Braunstein), Hausmannit und M.-Spat. Metallisches M. wird technisch nicht verwendet. Es wird ausschließlich als Legierungskomponente von Eisen- und anderen Metallegierungen angewandt. Da es als Oxid häufig in Eisenerzen vorkommt, verbindet es sich im Hochofenprozeß mit dem Roheisen. Weißes Roheisen mit 5—20% M. heißt Spiegeleisen. M. setzt in Kupfer- und Bronzedrähten die elektrische Leitfähigkeit stark herab und wird bei der Herstellung von Widerstandsdrähten gebraucht. Manganindraht mit einer Leitfähigkeit von 2,3 m/Ω · mm² besteht aus einer Legierung, die auch wegen ihres niedrigen Temperaturkoeffizienten von $0{,}01 \cdot 10^{-3}$ für Präzisionswiderstände verwendet wird. Ihre Zusammensetzung ist folgende: 86% Kupfer, 12% M. und 2% Nickel. Eine M.-Zink-Legierung wird für Kerne von → Pupinspulen verwendet.

Mangel liegt vor, wenn während der Garantiezeit an einer Einrichtung Fehler, einschließlich Konstruktionsfehler, oder Unregelmäßigkiten festgestellt werden, die nicht Folge einer unsachgemäßen Behandlung sind. Der Lieferer muß diese M. kostenlos beseitigen.

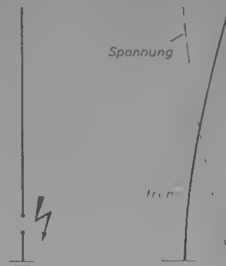
Mantelfertigung → Seekabelfertigung.

Marconi, Guglielmo, geb. zu Griffone bei Bologna am 25. 4. 1874, gest. 20. 7. 1937 in Rom. Physiker, verwandte als erster die Hertzschen Schwingungen zur drahtlosen Telegrafie. Auf seine Anregung gelang 1897 in London die Gründung der Wireless Telegraph Company. 1909 Nobelpreisträger für Physik.
Literatur: Das deutsche Telegr.-, Fernspr.- und Funkwesen 1899–1924, amtl. Schrift des Reichspostministeriums S. 30ff. Berlin: Reichsdruckerei 1925. Larousse. Diction. Who was who. Websters Biographical Dictionary. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens. TFT 1937, H. 8 S. 190/191. Telecommunication Pioneers.

Marconiantenne → Vertikalantenne.

Marconi-Franklin-Antenne → Dipolantenne.

Marconi-Sender ist die erste Anwendung zur Übertragung von Nachrichten. Guglielmo Marconi entwickelte 1885 die erste Funkentelegrafieverbindung und überbrückte 1897 im Bristol-Kanal eine Strecke von 5,5 km. Der Marconi-Sender ist ein funkenerregter Sender, der aus einer senkrecht angebrachten Antenne und einer zwischen dem Fußpunkt der Antenne und Erde liegenden Funkenstrecke besteht. Die Antenne wird in Viertelwellenlänge erregt und entspricht einer Hälfte des → Hertzschen Dipols, dessen andere Hälfte durch Spiegelung an der Erdoberfläche elektrisch nachgebildet wird (s. Bild). Während Hertz Wellen im Dezimeter-Bereich darstellte, benutzte Marconi vorzugsweise längere Wellen (Antennenhöhe = ¼ Wellenlänge bis zu 100 m). Da



Marconi-Antenne, Viertelwellenlängenantenne.

die Funkenstrecke im offenen Schwingungskreis liegt, sind die Wellen des Marconi-Senders sehr stark gedämpft und ihre Frequenz recht unbestimmt.

maritimer Wellenleiter → Duktausbreitung, → troposphärische Wellenausbreitung.

Markierungsabschnitt. Ein M. besteht aus einer oder mehreren Koppelstufen in einem zentralgesteuerten System, die durch einen Markiervorgang gesteuert werden. Ein markierter Verbindungsweg kann in dem M. nacheinander von Stufe zu Stufe oder gleichzeitig durch alle Stufen durchgeschaltet werden.

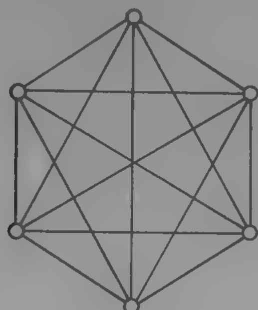
Markierungsleser. Gerät zum automatischen Erfassen von Daten, die in Form von Strichmarkierungen vorliegen. Von Bedeutung sind jeweils die Positionen der Striche auf den Belegen, durch die in verschiedenen Rubriken die jeweils zutreffenden Tatbestände markiert sind. Der M. erlaubt mit relativ einfachen Mitteln eine vollautomatische Verarbeitung von Originalbelegen, die maschinell wie auch von Hand erstellt sein können. Nachteilig ist die im allgemeinen nur geringe Informationsdichte auf den Belegen.

Markoff-Prozeß → Informationstheorie.

Martynsches Theorem → ionosphärische Brechung.

Maschennetz, Netzgrundform, bei der jeder Netzpunkt (Np) mit jedem anderen Np durch direkte Leitungen verbunden ist. Unter Np werden Vermittlungsstellen, Endeinrichtungen, Verzweigungseinrichtungen u. ä. verstanden. Die Leitungen werden im einfachsten Fall für den Verkehr von einem Np nach dem anderen benutzt und brauchen nicht die höheren Anforderungen des Durchgangsbetriebs zu erfüllen. Bemerkenswert ist die große Anzahl z der verschiedenen Verbindungen (Leitungsbündel). Sie beträgt bei gerichtetem Betrieb zwischen n Vermittlungsstellen $z = n\,(n-1)$. Die Aufsplitterung eines Netzes in eine so große Bündelzahl ist nur sinnvoll, wenn dadurch die Auslastung der Leitungen nicht unter eine wirtschaftlich tragbare Größe fällt. Das ist der Fall, wenn der Verkehr zwischen den Np groß ist, oder wenn durch eine geeignete Leitwegsteuerung (Netz

des Selbstwählferndienstes) oder durch Speicherbetrieb für eine hohe Auslastung der Leitungen gesorgt wird. Man findet deshalb M. vorwiegend im handvermittelten Betrieb, wo es u. a. darauf ankommt,



Maschennetz.

die Vermittlungsarbeit auf wenige Stellen zu beschränken, und in zwischenstaatlichen Netzen aus Gründen einer einfachen gegenseitigen Gebührenabrechnung. *Socher*

maschinell lesbare Schriften → automatische Zeichenerkennung.

Maschinenöl → Mineralöl.

Maschinenraum → Gleichrichterraum.

Maschinensender, ein Funksender, dessen Energie von einer Wechselstrommaschine hoher Frequenz erzeugt wird, die über → Frequenzwandler auf die gewünschte Sendefrequenz heraufgesetzt wird. Der erste M. größerer Leistung ist von E. F. W. Alexanderson entwickelt worden.

Im Jahre 1908 erhielt Goldschmidt ein Patent auf eine Hochfrequenzmaschine, bei der eine relativ niedrige Grundfrequenz erzeugt und die verlangte Hochfrequenz der vier- oder fünffachen Periode durch Ausnutzung der Anker- und Statorfelder als Zwischenfrequenzkreise gewonnen wird. M. mit ruhenden Frequenzwandlern wurden in den zwanziger Jahren in Verbindung mit einer Modulationsdrossel auch noch für Rundfunkzwecke eingesetzt.

Literatur: E. F. W. Alexanderson, ETZ 30 (1908), S. 1003.

Maschinensprache. Maschinenorientierte Programmiersprache z. B. Autocoder. Bei der Benutzung problemorientierter Programmiersprachen (→ ALGOL, → COBOL, → FORTRAN) ist zur Anpassung an die jeweilige Maschinensprache die Zwischenschaltung eines »Übersetzers«, eines → Compilers, erforderlich.

Maschinentelegraf. Der M. auf Schiffen dient der Befehlsgabe und Befehlsquittung zwischen Brücke und Maschinenraum. Es werden etwa 15 Fahrtstufenbefehle durch die Winkelstellung von → Drehmeldern übertragen. Ein Übertragungssystem dient der Befehlsgabe, ein gleichartiges der Quittungsgabe. Durch Vergleich der Spannungen der Steuerleitungen beider Systeme wird bei abweichenden Spannungen (wenn Befehl und Quittung nicht übereinstimmen) ein Alarmmittel betätigt. Auf Schiffen mit Fernsteuerung der Hauptmaschine von der Brücke aus kann der M. so umgeschaltet werden, daß mit dem Bedienungshebel des M. die Maschine direkt gesteuert werden kann (→ Siemens-Schnelltelegraf).

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Maser → Laser und Maser.

Maskenröhre → Fernsehen 3.

Maskenverfahren → automatische Zeichenerkennung.

Maskierung von Tönen → Verdeckungseffekt.

Masse → Dynamik.

Masse, effektive → Bändermodell des Halbleiters, → Bandstruktur der Halbleiter.

Massekern → Pupinspule.

Massenstörung liegt vor, wenn aufgrund eines örtlich und zeitlich begrenzten Ereignisses zahlreiche Fernmeldeleitungen, Schaltglieder oder andere Baugruppen gestört sind. Signaleinrichtungen in den Vermittlungsstellen oder die Häufung von Störungsmeldungen durch Teilnehmer weisen darauf hin, daß eine M. vorliegt. M. werden vorrangig behandelt. Kann der Fehler nicht kurzfristig behoben werden, kommen Ersatzschaltungen in Frage. Das kann durch Umschaltungen auf freie Adern, Umleitungen über andere Wege, Auslegen eines Kabels, Überbrücken der schadhaften Abschnitte mit Schaltdraht oder durch Austausch der gestörten Schaltglieder geschehen. Handelt es sich um große Leitungsbündel, weite Strecken und wichtige Verbindungen, wird auch vorübergehend durch Richtfunk Abhilfe geschaffen. An Freileitungs- und Luftkabellinien werden M. hauptsächlich durch Unwetter hervorgerufen. Rauhreif bzw. Vereisung in Verbindung mit großer Kälte führt zur M. vor allem dann, wenn Leitungen zu straff gespannt sind. Ferner führen Alterung und Korrosion der Leitungen durch Reißen der Adern sowie Lösen von Verbindungen zur M.. Erdkabel werden überwiegend durch Wassereinbruch betriebsunfähig. Der Schaden macht sich zunächst durch das Auftreten starker Geräusche und durch Nebensprechen bemerkbar. Nach stärkerer Feuchtigkeitsaufnahme nimmt die Dämpfung merkbar zu. Anschließend entstehen Schleifenschlüsse, die zum völligen Ausfall des Kabels führen. Häufig sind auch Bauarbeiten an Straßen und Häusern, Erdreichsenkungen usw. Ursache einer M.. In diesen Fällen werden die Adern meist durch Baumaschinen zerrissen. Wichtige Kabel werden mit Druckluftanlagen ausgestattet, die entstandene Mantelschäden rechtzeitig an zentraler Stelle durch entstehenden Druckabfall anzeigen, bevor sie sich zu M. auswirken können. Die an der Fehlerstelle entweichende Luft verhindert gleichzeitig das Eindringen größerer Wassermengen in das Kabel. In Amtseinrichtungen

können M. durch Brand, Verschmutzungen infolge hochbaulicher Arbeiten, durch Blitzschläge und andere Überspannungen eintreten. Übermäßige Luftfeuchtigkeit, unzureichende vorbeugende Maßnahmen, das Verwenden von silikonhaltigen Fetten oder Pflegemitteln oder das Auslegen des Fußbodens mit einem schädliche Gase absondernden Belag sind zum Teil Ursache massenhaft auftretender Störungen. Ausreichende Feuerschutz- und Unterhaltungsmaßnahmen, ständige Überwachung des Überspannungsschutzes und der Schutzerden, eine gute Luftregelung und die Kontrolle der Pflegemittel sind die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen. *Harbarth*

Masseplatten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Maste und Türme.

1. Stahlmaste. Maste sind durch Seile abgespannt, die vom eigentlichen Mast getrennt in den Abspannfundamenten verankert sind. Man bezeichnet sie daher auch als abgespannte Maste, im Gegensatz zu den eingespannten (freitragenden) Masten, die nur in ihrem Fundament verankert sind.

Der eigentliche Mast kann als Gittermast oder als Rohrmast ausgebildet werden. Der Rohrmast hat gegenüber dem Gittermast den Vorteil, daß die Energieleitungen nicht der Witterung ausgesetzt sind und daher Wartung und Instandhaltung erleichtert sind. Dagegen hat der Rohrmast den Nachteil, daß er unter Umständen den sog. Querschwingungen (→ Windlast) ausgesetzt ist. Abgespannte Stahlmaste sind bei größeren Masthöhen (etwa von 100 m an) wesentlich billiger als Stahltürme, benötigen aber wegen der Abspannfundamente ein größeres Baugrundstück. Der höchste bis jetzt für Funkzwecke errichtete Stahlmast (Cape Girardeau, USA) ist 510 m hoch. Die Abspannseile, auch Pardunen genannt, werden im allgemeinen wegen der größeren Dehnsteifigkeit paralleldrähtig an der Verwendungsstelle selbst hergestellt.

Geschlagene Seile werden auf Spezialmaschinen hergestellt und haben wegen des Dralls eine geringere Dehnsteifigkeit. Die Endausbildung der Seile ist von großer Wichtigkeit. Die Tragfähigkeit der Endausbildung ist durch Bruchversuche nachzuweisen. Die Abspannseile erhalten entsprechend der statischen Berechnung eine bestimmte Vorspannung, die mit Hilfe von Dynamometern einreguliert wird. Der Vorspannkraft entspricht ein bestimmter Durchhang des Seiles in Seilmitte. Der Durchhang des Seiles wird senkrecht zur Sehne gemessen. Er beträgt i. allg. 1/80 bis 1/150 der Sehnenlänge. Abgespannte Maste werden häufig als sog. selbststrahlende Maste errichtet. Dann müssen der Mast selbst und alle Abspannungen gegen die Erde isoliert werden. Der Mastfuß wird dann auf einen Fußisolator gestellt, und in die Pardunen werden Abspann-Isolatoren eingebaut.

2. Bewegliche Maste. Für besondere funktechnische Zwecke ist es manchmal erforderlich, schnell zusätzlich Funkstrecken aufzubauen. Hierzu dienen sog. bewegliche Maste, die bis auf eine Höhe von 40 m ausgefahren werden können. Sie werden entweder freistehend aufgebaut oder mit Seilen in sog. Ballastkästen, die mit Sand oder Kies gefüllt werden, verankert. Die Maste tragen an ihrer Spitze die Richtfunkantennen. Sie bestehen aus einzelnen Schüssen, die mit Hilfe einer hydraulischen Ausfahrvorrichtung zusammengebaut werden. Die Ausfahrvorrichtung ist



Bild 1. Beweglicher Mast.

auf einem LKW fest montiert, auf dem auch die Mastschüsse transportiert werden (Bild 1). Für den Transport der Ballastkästen ist ein zweiter LKW erforderlich.

3. Hydraulische Maste. Hydraulische Maste dienen zum schnellen Aufbau besonderer Funkstrecken. Es handelt sich hierbei um sog. Teleskopmaste, d. s. Maste, die teleskopartig ein- und ausgefahren werden können. Der Mast selbst und die hydraulische Ausfahrvorrichtung sind fest auf einem LKW montiert. An seiner Spitze befindet sich das Funkübertragungsgerät, so daß eine Übertragung in kürzester Zeit vor sich gehen kann. (Bild 2)

4. Steck-Maste. Steckmaste sind in einem Fundament eingespannte konische Rohrmaste, die aus einzelnen genau kalibrierten Rohrschüssen zusammengesetzt werden. Sie eignen sich wegen ihrer Leichtigkeit als Antennenträger von Fernsehumsetzerantennen an schwer zugänglichen Standorten. Ihre Höhe ist aus Festigkeits- und Steifigkeitsgründen auf ca. 30 m begrenzt.

5. Schleuderbetonmaste. Für den Aufbau von Antennenmasten für Frequenzumsetzerantennen und kleiner Rhombenantennen eignen sich wegen ihrer Preiswürdigkeit besonders Schleuderbetonmaste, die

in serienmäßigen Fabrikationsverfahren billig hergestellt werden können. Die anfänglich beim Transport der bis 40 m hohen Maste aufgetretenen Schwierigkeiten konnten die Hersteller dadurch begegnen, daß sie brauchbare geteilte Maste entwickelten, die in einfacher Weise zusammengesteckt werden.

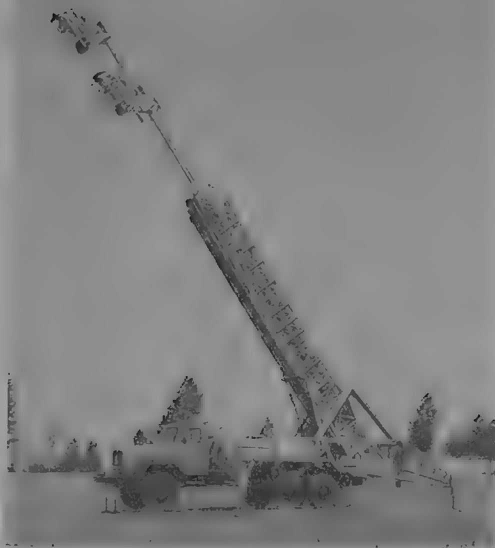


Bild 2. Hydraulischer Mast.

6. Stahltürme. Türme sind freistehende, nach unten breiter werdende Konstruktionen mit meist viereckigem oder dreieckigem Querschnitt. Sie werden zumeist als Gitterträger errichtet. Die einzelnen Fachwerkstäbe können aus Profilstahl (Winkel, T-Träger, U-Träger usw.) oder auch aus Rohren hergestellt werden. Man spricht dann von einem Rohrfachwerk. Die Eckstiele der Fachwerke werden im allgemeinen auf einem Einzelfundament (Blockfundament), in besonderen Fällen auch gemeinsam auf einem Plattenfundament oder Balkenkreuzfundament gegründet. Stahltürme benötigen aus statischen Gründen eine größere Systembreite als Stahlmaste und sind daher wesentlich steifer als diese. Aus diesem Grunde eignen sich Stahltürme besonders für den Aufbau von Richtfunkantennen. Die Türme erhalten daher je nach der Zahl der aufzustellenden Richtfunkantennen zwei bis drei Antennenplattformen und zur Hochführung der Hochfrequenzkabel und Hohlleiter in der Mitte des Turmes einen besonderen Energiezuleiterschacht, der gleichzeitig zum Besteigen des Turmes mit Steigeleitern ausgerüstet ist.

7. Holzmaste und -türme. Holzmaste wurden früher vielfach als Stützpunkte für Rhombenantennen verwendet. Holztürme dienten als Träger von Rundstrahlantennen. Da die Unterhaltung und Pflege von Holz sehr aufwendig ist, geht das Anwendungsgebiet von Holzkonstruktionen im Funkturmbau immer mehr zugunsten von Stahl- und Stahlbetonkonstruktionen (→ Fernmeldetürme aus Stahlbeton) zurück. Holztürme werden daher heute nur noch für Sonderzwecke der Funktechnik gebaut, z. B. als Stützpunkte in einem Antennenprüffeld.

Literatur: Utesch, Fernmeldetürme und andere Antennenträger in Stahlausführung, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1969 Verlag Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker Bad Windsheim/Mittelfr. — Herrnstadt, Evermann und Sietz, Funktürme und Funkmaste, Stahlbauhandbuch Band 2, Stahlbauverlag Köln 1957. — W. Drechsel, Turmbauwerke, Bauverlag Wiesbaden/Berlin 1967.

Weber

Maßtoleranz → ISO-Toleranzen.

mathematische Statistik der Wellenausbreitung (W. A.). Die Signalfeldstärke auf einer Funkstrecke ist i. allg. keine konstante Größe, sondern eine statistisch fluktuierende Funktion der Zeit (→ Schwund). Zur quantitativen Kennzeichnung dieser Zeitfunktion wird mit sog. Häufigkeitszählern ihre Häufigkeitsverteilung $h(E)$ (H.V.) aufgenommen, d. i. der zeitprozentuale Aufenthalt der Amplitude in den verschiedenen Amplitudenintervallen, aus denen sich der Schwankungsbereich zusammensetzt. Die meist gebrauchte Summenhäufigkeitsverteilung (S.H.V.)

$$P(E) = \int_{\blacksquare}^{\infty} h(E)\,\mathrm{d}E$$

läßt sich aus der Häufigkeitsverteilung ableiten und liefert den Zeitprozentanteil für die Überschreitung der verschiedenen Amplitudenpegel. In der Praxis der W. A. verwendet man z. B. die 99-, 90-, 50-, 10- und 1%-Werte der Feldstärke. Der 50%-Wert wird auch Medianwert genannt. Andere Kenngrößen der S. H. V. sind der arithmetische Mittelwert

$$\mathrm{E} = \int_{\blacksquare}^{\infty} E \cdot h(E)\,\mathrm{d}E,$$ der quadratische Mittelwert,

$$\mathrm{E} = \int_{0}^{\infty} E^2\, h(E)\,\mathrm{d}E$$ und die Varianz $V = \bar{E}^2 - \bar{E}^2$.

V ist definitionsgemäß gleich dem Quadrat der Streuung σ, also $V = \sigma^2$.

Die bekanntesten und am häufigsten auftretenden S.H.V. sind die Rayleigh-Verteilung und die lognormale Verteilung. Die Rayleigh-Verteilung beschreibt die S.H.V. der Momentanwerte für relativ kurze Beobachtungsintervalle von wenigen Minuten bis zu einer Stunde. Analytische Darstellung durch

$$P(E) = \mathrm{e}^{\frac{E^2}{\bar{E}^2}}.$$

Die lognormale Verteilung ist eine Gauß-Verteilung mit logarithmischem Argument. Es gilt

$$P(F) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \cdot \int \mathrm{e}^{-\frac{F - F_m}{2\sigma^2}} \cdot \mathrm{d}F$$

mit $F = 20 \lg (E/E_0)$. Hierbei ist E_0 die Bezugsfeldstärke von $1\,\mu$V/m und F_m der arithmetische Mittelwert $\bar{F}$. Die lognormale Verteilung findet sich für längere Beobachtungsintervalle (> 1 Std.) und für monatliche und jährliche Kollektive von stündlichen Medianwerten. Um die Natur der Verteilung schnell übersehen zu können, trägt man die Prozentwerte $P(E)$ in Koordinatennetzen ein (Wahrscheinlichkeitspapier), in denen sich entweder die Rayleigh-Verteilung oder die lognormale Verteilung als gerade Linien repräsentieren. Kompliziertere Verteilungen (z. B. S-förmiger Charakter) können oft aus Teilkollektiven aufgebaut werden, die ihrerseits Rayleigh- oder lognormalen Charakter haben.

Ein weiteres mathematisches Hilfsmittel zur Kennzeichnung der statistischen Eigenschaften der Zeitfunktion $E(t)$ ist ihre Autokorrelationsfunktion (A. K. F.). Sie ist definiert durch

$$R(\tau) = \frac{1}{2T} \int_{-\tau}^{+\tau} E(t) \cdot E(t+\tau)\, dt$$

und kennzeichnet die innere Verwandtschaft der im Abstand τ aufeinanderfolgenden Funktionswerte. Sie hat i. a. einen glockenartigen Charakter mit einem Maximum für $\tau = 0$, während für $\tau \to \infty$ der Wert $R = 0$ asymptotisch angenommen wird. Ihre Fouriertransformierte liefert das Schwundfrequenzspektrum, aus dem z. B. die mittlere Schwundfrequenz abgelesen werden kann.

Die Signalfeldstärke ist i. allg. nicht nur eine statistische Funktion der Zeit, sondern auch des Ortes. Indem man die Zeitkoordinate durch die Ortskoordinate ersetzt, kann man jetzt auch eine H.V. und eine S.H.V. für die Ortsverteilung definieren. Die Kenngrößen dieser Verteilung sind von Bedeutung für die Probleme der Ausbreitung über rauhes und bebautes Gelände. Ebenso läßt sich analog zur zeitlichen auch eine räumliche Autokorrelationsfunktion definieren. Die Fouriertransformation liefert in diesem Falle das Winkelspektrum des am Empfangsort einfallenden Wellenbündels (Mehrwegeausbreitung). *Großkopf*

Matrix. 1. Begriff der Matrix, Bezeichnungen: Ein rechteckiges Schema von irgendwelchen Elementen a_{ik}

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} = (a_{ik}), \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, m; \\ k = 1, \dots, n \end{matrix}$$

heißt eine M. mit m Zeilen und n Spalten. a_{ik} ist also das in der i-ten Zeile und der k-ten Spalte stehende Element der M. Die Elemente können Zahlen, Funktionen, Operatoren u. a. sein.

Ist $m = n$, so heißt die M. quadratisch von der Ordnung n. Durch Hinzufügen einer entsprechenden Anzahl von Spalten bzw. Zeilen mit lauter Nullen läßt sich jede rechteckige M. zu einer quadratischen M. ergänzen. Die quadratische M. A definiert die → Determinante det A. Ein → Vektor läßt sich als M. mit nur einer Spalte auffassen, derart, daß die Glieder der M. die Komponenten des Vektors sind:

$$\boldsymbol{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix}.$$

Die Rechengesetze für Vektoren (→ Vektorrechnung) ergeben sich somit als Sonderfall der Rechengesetze für Matrizen. Die M. A hat den Rang $r(A)$, wenn es in ihr eine r-reihige nichtverschwindende (Unter)-determinante gibt, während alle Determinanten mit mehr als r Reihen den Wert Null haben. Ist bei einer M. der Ordnung n $r = n$, so heißt die M. regulär, anderenfalls singulär. Der Betrag (oder die Norm) von A ($|A|$, $\|A\|$ oder $N(A)$) ist der Ausdruck

$$|A| = \sqrt{\sum_{i,k=1}^{n} |a_{ik}|^2}.$$

Die Spur $s(A)$ ist die Summe der in der Hauptdiagonalen stehenden Elemente.

Gleichheit von Matrizen: $A = B$ genau dann, wenn $a_{ik} = b_{ik}$ für alle i, k.

2. Rechnen mit Matrizen

Sei $A = (a_{ik})$, $B = (b_{ik})$. $i, k = 1, \dots, n$

Addition und Subtraktion:

$$A \pm B = (a_{ik} \pm b_{ik})$$

Multiplikation mit einer Zahl:

$$p \cdot A = (p\, a_{ik})$$

Matrizenprodukt:

$$A \cdot B = \left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, b_{jk} \right).$$

Man erhält das in der i-ten Zeile und k-ten Spalte der Produktmatrix stehende Element dadurch, daß man die Produkte aus den Elementen der i-ten Zeile von A mit jeweils den entsprechenden Elementen der k-ten Spalte von B addiert. Hieraus folgt, daß das Matrizenprodukt i. a. nicht kommutativ ist, d. h. $A \cdot B \neq B \cdot A$; hingegen verhält es sich assoziativ, $A(BC) = (AB)C$, und distributiv, $(A+B)C = AC + BC$.

3. Spezielle Matrizen

Nullmatrix 0: M., deren sämtliche Elemente gleich Null sind. Es ist $0A = A0 = 0$.

Diagonalmatrix D: Quadratische M., bei der nur in der Hauptdiagonalen von Null verschiedene Elemente stehen.

Einheitsmatrix E: Diagonalm. mit $e_{ii} = 1$ für alle i. Es ist $EA = AE = A$.

Inverse Matrix A^{-1} ist die M., für welche $A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E$. Sie existiert genau dann, wenn det $A \neq 0$.

Adjungierte Matrix $\hat{A} = (\det A) \cdot A^{-1}$.

Transponierte Matrix $\tilde{A}$: Zeilen und Spalten von A werden vertauscht. $\tilde{a}_{ik} = a_{ik}$.

Konjugierte Matrix A^*: Jedes Element von A wird durch das konjugiert komplexe ersetzt, $a_{ik}^* = \bar{a}_{ik}$ (→ komplexe Rechnung).

Assoziierte Matrix A^+ ist die zu A konjugierte und transponierte M., $A^+ = \tilde{A}^*$.

Die M. A heißt symmetrisch, wenn $\tilde{A} = A$; schiefsymmetrisch, wenn $\tilde{A} = -A$; hermitesch, wenn $A^+ = A$; unitär, wenn $A^+ = A^{-1}$; orthogonal, wenn $\tilde{A} = A^{-1}$; letzteres ist genau dann der Fall, wenn die Orthogonalitätsrelationen erfüllt sind, d. h. wenn für alle Zeilen i, j gilt:

$$\sum_{k=1}^{n} a_{ik}\, a_{jk} = \begin{cases} 0, & \text{wenn } i \neq j \\ 1, & \text{wenn } i = j \end{cases} \qquad (i, j = 1, \ldots, n)$$

Die Determinante einer orthogonalen M. ist stets ± 1.

4. Eigenwerte

Die Matrix $C(A) = A - \lambda E$ (λ ist eine reelle oder komplexe Variable) heißt charakteristische Matrix der Matrix A. Bildet man die charakteristische Gleichung (= »Säkulargleichung«) der Matrix A, $\det(A - \lambda E) = 0$, so stellt die linke Seite dieser Gleichung ein Polynom n-ten Grades dar, das »charakteristische Polynom«. Die Lösungen der Säkulargleichung heißen charakteristische Zahlen (oder Wurzeln), ihre Reziproken sind die Eigenwerte der Matrix A.

5. Wichtige algebraische Formen

Seien S und T zwei reguläre Matrizen, A eine gegebene Matrix. Die Matrix B heißt dann äquivalent zu A, wenn $B = SAT$; kongruent zu A, wenn $B = \tilde{S}AS$; ähnlich zu A, wenn $B = S^{-1}AS$.

Seien x und y → Vektoren (= einspaltige Matrizen). Dann heißt der Ausdruck

$$\tilde{x}Ay = \sum_{i,k=1}^{n} a_{ik} x_i y_k$$

Bilinearform mit A,

$$\tilde{x}Ax = \sum_{i,k\,1}^{n} a_{ik} x_i x_k$$

Quadratform mit der (symmetrischen) Matrix A,

$$\tilde{x}^*Ax = \sum_{i,k\,1}^{n} a_{ik} x_i^* x_k$$

hermitesche Form mit der (hermiteschen) Matrix A.

Eine hermitesche Form kann nur reelle Werte annehmen.

Literatur: Valentiner, Vektoren und Matrizen, 3. Aufl. 1963 — Zurmühl, Matrizen und ihre technischen Anwendungen, 4. Aufl. 1964 — Neiß, Determinanten und Matrizen, 6. Aufl. 1962 — Collatz, Eigenwertaufgaben mit technischen Anwendungen, 2. Aufl. 1963.

Gerber

Matrix-Oxydkathode → Oxydschichtkathode.

Matrix-Vorrats-Kathode → Vorratskathode.

Matrixschaltung → Fernsehen 3.

Matrizen des Vierpols → Vierpoltheorie 1.1 bis 1.4 und 1.6.

Matrizenspeicher. Die Speicherelementenordnung in Matrizenform eignet sich besonders für den Einsatz als großer und schneller Arbeitsspeicher in Rechenanlagen. Sie gestattet die willkürliche Auswahl eines Elementes und gleich schnellen Zugang zu allen Elementen. Die Kennzeichnung eines Elementes geschieht in Anlehnung an die mathematische Matrizenschreibweise durch Angabe der zugehörigen Zeile und Spalte, der »Adresse« des Speicherelements. Matrizenspeicher werden vorzugsweise aus Ferritringkernen aufgebaut.

Der Aufruf eines bestimmten Elements geschieht im Halbstromkoinzidenzverfahren (→ magnetische Speicherelemente). Dabei wird je ein Stromimpuls, der allein nicht zur Ummagnetisierung eines Elements ausreicht, gleichzeitig durch die sich in einem Element kreuzenden X- und Y-Leitungen (Bild 1) geschickt.

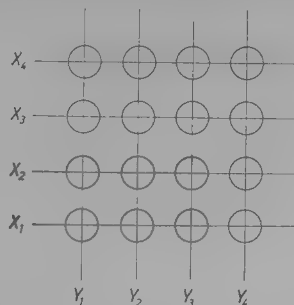


Bild 1. Matrixförmige Anordnung von Speicherelementen.

Die Magnetfelder der Stromimpulse addieren sich bei dem angesteuerten Speicherkern, der dadurch ummagnetisiert werden kann. Die auf den gleichen X- bzw. Y-Leitungen liegenden Speicherelemente werden nur von Halbimpulsen durchflutet, was keine irreversible Änderung des gespeicherten Zustandes zur Folge hat. Gewöhnlich wird eine Reihe von n Speicherelementen zu einer Speicherzelle zusammengefaßt, die dann allein durch eine Adresse gekennzeichnet wird. Durch Aneinanderreihen von n Speicherebenen entsteht ein Speicherblock mit n-stelligen Speicherzellen. Für die Ansteuerung der Zellen ist die Anwendung zweier verschiedener Auswahlsysteme üblich: Speichermatrizen mit innerer Zellenauswahl und solche mit äußerer Zellenauswahl.

Matrizenspeicher mit innerer Zellenauswahl (Koinzidenzspeichersystem).

Bild 2 stellt schematisch die Anordnung von Ferritringkernen in einer Matrix, zusammen mit den notwendigen Steuerleitungen, dar,

Bild 3 zeigt das Impulsprogramm für einen Speicherzyklus, d. h. den Lese- und Rückschreibvorgang, einmal für den Fall einer gespeicherten »0« und einmal für den einer gespeicherten »1«.

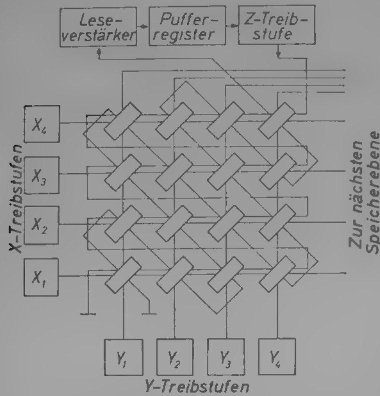


Bild 2. Ferritkernmatrizenspeicher mit Treibstufen und Steuerleitungen (schematisch).

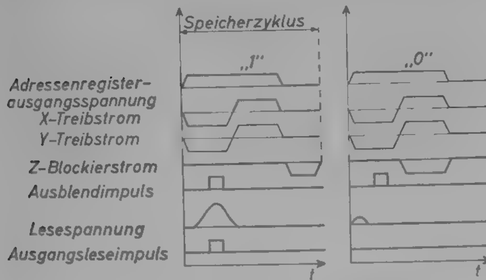


Bild 3. Impulsprogramm für einen Speicherzyklus in einem Koinzidenzspeicher.

Die Auswahl des aufzurufenden Speicherelementes (z. B. des Kernes K_{22}) geschieht im Adressenregister (hier nicht mitgezeichnet). Im Kreuzungspunkt der Leitungen X_2 und Y_2 addieren sich die beiden negativen Halbimpulse (Bild 3) und bringen K_{22} in den Zustand »0«. War er schon vorher in diesem Zustand, dann wird in der Leseleitung nur eine sehr kleine, der »0« entsprechende und auf Störungen zurückzuführende Lesespannung induziert, die durch einen zeitlich entsprechend gelegten Ausblendimpuls unterdrückt wird und am Ausgang des Leseverstärkers nicht mehr erscheint. Das Pufferregister wird ebenfalls auf »0« gesetzt und steuert während der nun folgenden Rückschreibphase die Z-Treibstufe so, daß ein negativer Halbimpuls, der Blockierimpuls, einen der beiden positiven Rückschreibhalbimpulse kompensiert. Der Kern K_{22} bleibt im ursprünglichen »0«-Zustand. Befand sich K_{22} zu Beginn des Speicherzyklus im »1«-Zustand, so bewirkt die entsprechende große Lesespannung, daß auch das Pufferregister auf »1« gesetzt wird. Während der Rückschreibphase bleibt nun die Z-Treibstufe im Ruhezustand, die positiven X- und Y-Halbimpulse bringen K_{22} in den »1«-Zustand. Damit ist der beim Lesevorgang zerstörte Speicherzustand wiederhergestellt. Während des Einschreibens in den Speicher ist der Leseverstärker gesperrt, da auch bei diesem Vorgang Spannungen in der Leseleitung induziert werden, die jedoch unerwünscht sind. Die einzuschreibende Information steht im Pufferregister und steuert in der beschriebenen Weise die Z-Treibstufe. Wird aus n Speicherebenen ein Speicherblock aufgebaut, so führen die X- und die Y-Leitungen nacheinander durch alle Ebenen, jedoch besitzt jede einzelne Ebene eine eigene Z-Leitung mit Treibstufe, eine Leseleitung mit Verstärker und eine Stelle des n-stelligen Pufferregisters. Alle n Elemente einer Speicherzelle werden stets gleichzeitig aufgerufen. (Parallelaufruf). Den Gesamtaufbau des Speicherblocks zeigt Bild 4.

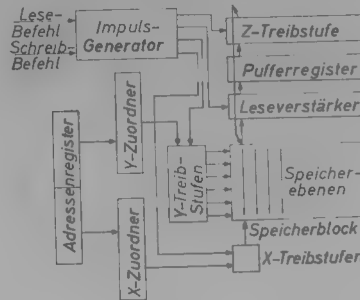


Bild 4. Schematischer Aufbau eines Koinzidenzspeichers.

Beim Betrieb eines Matrizenspeichers treten in den Leseleitungen Störspannungen auf, die zu einer Verringerung des Störabstandes führen. Diese Störungen haben verschiedene Ursachen:

1. Die Hystereseschleife der Ferritkerne ist nicht ideal rechteckig. Jeder einen Kern durchlaufende Halbstromimpuls verursacht eine kleine Änderung des magnetischen Zustandes dieses Kernes. Dadurch wird in der Leseleitung eine Störspannung induziert. Durch die diagonale Anordnung der Leseleitung werden die halbgewählten Kerne gegeneinandergeschaltet, und die Störungen kompensieren sich wenigstens zum Teil.

2. Nach dem Durchlaufen eines Halbstromimpulses kehrt der halbgewählte Kern nicht genau in den Ausgangszustand ($+B_r$ od. $-B_r$) zurück sondern in Zustände, die man als »gestörte 0« oder »gestörte 1« bezeichnet. Daraus resultiert eine Verkleinerung der Lesesignale und eine Verschlechterung des Störabstandes.

3. Induktive und kapazitive Kopplungen zwischen den Leitungen führen ebenfalls zu Störspannungen, ebenso Fertigungstoleranzen der Kerne.

Zur Verbesserung des Störabstandes dient der Ausblendeimpuls am Eingang des Leseverstärkers, der zeitlich so gelegt ist, daß nur das Lesesignal einer »1« am Ausgang des Leseverstärkers einen Rechteck-

impuls hervorruft. Auch die Unterteilung großer Matrizen in kleinere Untermatrizen, jeweils mit einer eigenen Leseleitung, dient dem Zweck der Störabstandsverbesserung.

Wortorganisierte Matrizenspeicher. Beim Wortadreßsystem haben die Kerne während des Lesevorgangs keine Selektionsaufgabe mehr. Diese Aufgabe wird nur während des Schreibvorgangs erfüllt, doch sind die Anforderungen an das Verhalten der Kerne nicht so hoch wie beim Koinzidenzspeichersystem. Die Auswahl einer bestimmten Speicherzelle geschieht in einer dem Speicherblock vorgeschalteten Wählermatrix, die ihrerseits im Koinzidenzverfahren betrieben wird. Jedem Element der Wählermatrix ist eine Speicherzelle, »Wort« genannt, zugeordnet.

Zum Auslesen dient nur ein Treibdraht pro Speicherzelle, der alle Kerne der Zelle durchläuft. Der Leseimpuls ist so groß, daß die Kerne der Zelle in das Sättigungsgebiet beim Zustand »0« getrieben werden. Alle Kerne, die eine »1« gespeichert hatten, induzieren in den jeweiligen Lesedrähten eine größere Spannung als diejenigen, die eine »0« gespeichert hatten. Nach dem Auslesen befinden sich alle Kerne einer Zelle im Zustand «0». Während des Einschreibens bleibt dieser Zustand in einigen Kernen erhalten, in anderen muß er, gemäß der zu speichernden Information, in den Zustand »1« umgewandelt werden. Dies geschieht mit Hilfe des Koinzidenzverfahrens. Der eine Halbimpuls durchläuft dabei den gleichen Draht wie der Leseimpuls, nur hat er entgegengesetzte Polarität. Der zweite Halbimpuls läuft über die Informationsleitung, die diejenigen Kerne durchzieht, die in den einzelnen Zellen oder »Worten« an der gleichen Stelle sitzen. Der Kern im Kreuzungspunkt beider Leitungen wird ummagnetisiert (sog. »Augmentverfahren«). Eine Variante dieses Verfahrens ist das »Inhibitverfahren«. Ein voller Impuls fließt in der Treibleitung. Durch diejenigen Kerne, die im Zustand »0« bleiben sollen, wird über die Informationsleitung ein Halbimpuls entgegengesetzter Polarität geschickt, der an der Kreuzungsstelle der Leitungen eine Abschwächung des Treibimpulses bewirkt und die Ummagnetsierung verhindert.

Das wortorganisierte Speichersystem besitzt gegenüber dem Koinzidenzsystem einige Vorteile: 1. Einfachere Verdrahtung der Matrizen, 2. Geringere Störspannungen auf der Leseleitung, 3. Geringere Anforderungen an die Kerne und die Steuerschaltungen.

Trotz dieser Vorteile hat das wortorganisierte Speichersystem keine große Verbreitung gefunden, da die Kosten für die Auswahlschaltungen höher liegen als die für einen entsprechenden Koinzidenzspeicher.

Den Aufbau eines wortorganisierten Speichers zeigt Bild 5.

Matrizenspeicher mit Ferritplatten. Ferritplatten, die mit Löchern versehen sind, werden beim Aufbau großer Speicher (Speicherkapazität etwa 10^6 bit) anstelle der einzelnen Ferritkerne eingesetzt. Dabei entfällt ein großer Teil der Fädelarbeit, da Lese- u. Blockierleitung direkt, z. B. durch Verkupfern, auf die Plattenoberfläche aufgebracht werden können. Die Löcher dienen zum Durchführen der X- und Y-Leitungen. Ringförmige Zonen magnetischen Materials um die einzelnen Löcher stellen die einzelnen Speicherelemente dar. Prinzipiell können mit Ferritplatten Speicher nach den beiden beschriebenen Organisationssystemen aufgebaut werden, doch entfällt die Möglichkeit, die durch halbgewählte Kerne induzierten Störspannungen auf der Leseleitung in der

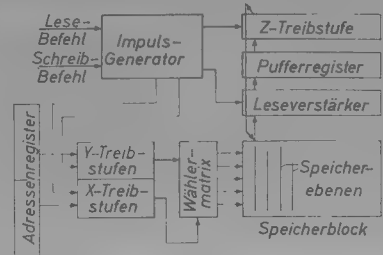


Bild 5.
Schematischer Aufbau eines wortorganisierten Matrizenspeichers.

beschriebenen Weise (→ Matrizenspeicher, Koinzidenzsystem) zu kompensieren. Man schaltet deswegen zwei Platten so hintereinander, daß sich die Störspannungen der beiden Platten kompensieren. Allerdings benötigt man dann zur Speicherung eines Bit zwei Löcher (eines in jeder Platte). Jeweils eines davon wird beim Speichervorgang entsprechend der zu speichernden Information ummagnetisiert. Die Verwendung von Ferritriegeln anstatt ganzer Platten ist ebenfalls möglich. Eine geeignete Leitungsführung und Zusammensetzung der Riegel ermöglicht Störspannungskompensation, ohne daß 2 Löcher pro bit benötigt werden. Durch besondere Anordnung der Löcher ergibt sich die Möglichkeit des zerstörungsfreien Auslesens und damit der Wegfall der Rückschreibphase im Speicherzyklus.

Matrizenspeicher mit dünnen ferromagnetischen Schichten. Der Aufbau eines Matrizenspeichers aus dünnen magnetischen Schichten (→ magnetische Bauelemente) entspricht dem eines Ferritringkernspeichers. Als Vorteile bei der Verwendung der Permalloyschichten erwartet man höhere Arbeitsgeschwindigkeiten durch die extrem kurze Schaltzeit (etwa 1 Nanosekunde) und die Möglichkeit, Speicher weitgehend in integrierter Bauweise herzustellen. Ein Nachteil der Schichten ist, daß die gespeicherte Information durch die Halbimpulse, die in einem Koinzidenzspeicher (→ Matrizenspeicher mit innerer Zellenauswahl) in häufiger Folge ein Element beeinflussen, allmählich ausgelöscht wird. Das Auslöschen wird durch kleine magnetische Bereiche am Rande des Elements verursacht, die entgegengesetzt zum Hauptteil der Schicht magnetisiert und durch Blochwände von diesem getrennt sind. Unter dem Einfluß der Halbimpulse bewegen sich diese Wände (Kriecheffekt). Die Randbereiche wachsen dadurch langsam an, bis der ursprüngliche Speicherzustand zerstört ist. Die erwähnten Schwierigkeiten entfallen weitgehend beim wortorganisierten Speicherbetrieb. Der Gesamtaufbau entspricht dem eines wortorganisierten Ferritringkernspeichers (Bild 5).

Die prinzipielle Wirkungsweise der Dünnschichtspeicherelemente geht aus den Bildern 3c und 3d unter »magnetische Speicherelemente« hervor.

Matrizenspeicher mit magnetischen Drähten. Große und vergleichsweise billige Matrizenspeicher werden in einer Art Webtechnik aus magnetisierbaren Drähten hergestellt. Binärinformationen werden auf Teilstücken eines dünnen Drahtes gespeichert, der entweder ganz aus magnetischem Material besteht oder aus unmagnetischem Material, auf das eine dünne Schicht aus magnetischem Material mit rechteckiger Hystereseschleife aufgebracht ist. Die magnetische Vorzugsrichtung des Materials kann entweder in zirkularer Richtung liegen, sie kann aber auch außerhalb dieser Richtung liegen. Nichtzirkulare Vorzugsrichtungen lassen sich durch Verspannen des Materials erzielen. Bei den Twistoren z. B. wird durch Verdrillen der Drähte ein schraubenförmiger Verlauf der Vorzugsrichtung erzeugt. Dünne Drähte bilden die Steuerleitungen. Jeder Kreuzungspunkt von Magnetdraht und Steuerdraht stellt ein Speicherelement dar. Diese Speicher werden nach dem wortorganisierten System betrieben. Ein Betrieb im Koinzidenzverfahren ist praktisch nicht möglich.

Ferroelektrische Speicher nutzen die Erscheinung der Ferroelektrizität aus. Analog zu den ferromagnetischen Substanzen besitzen die Kristallbausteine eines Ferroelektrikums permanente elektrische Dipolmomente, die in gewissen Elementarbereichen parallel ausgerichtet sind und die von außen durch elektrische Felder beeinflußt werden können. Für die Abhängigkeit der elektrischen Polarisation P von der elektrischen Feldstärke E ergibt sich ebenfalls eine Hysteresekurve. Ein Speicherelement besteht aus zwei Kondensatorbelägen, zwischen denen sich eine relativ dünne ferroelektrische Zwischenschicht befindet. Polarisationsänderungen dieser Schicht bewirken Ladungsänderungen der Beläge. Eine geeignete ferroelektrische Substanz ist z. B. Bariumtitanat ($BaTiO_2$). Auf eine Platte ferroelektrischen

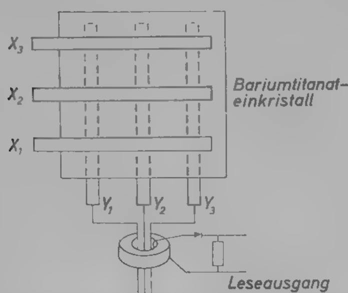


Bild 6. Schematische Darstellung einer Speichermatrix aus einer ferroelektrischen Einkristallplatte aus Bariumtitanat.

Materials bringt man die Beläge in Form von Bandleitungen so auf, daß die auf der Unterseite senkrecht zu denjenigen auf der Oberseite verlaufen. Die Kreuzungspunkte bilden die Speicherelemente, die so bereits in Matrixform angeordnet sind (Bild 6).

Eine besondere Leseleitung kann nicht angebracht werden. Die Y-Leitungen dienen zugleich als Leseleitungen. Zusammen mit einer Ringkerndiodenschaltung am Ausgang erhält man ein eindeutiges Lesesignal. Da sich die einzelnen Elemente gegenseitig kaum beeinflussen, lassen sich sehr hohe Speicherdichten bis etwa 300 Elemente/cm² erreichen. Diesem Vorteil stehen eine Reihe von Nachteilen gegenüber: 1. Starke Temperaturabhängigkeit der ferroelektrischen Eigenschaften und relativ hohe Verlustleistung bei der Umpolarisation. Dadurch wird die Maximalfrequenz, bei der ein solcher Speicher betrieben werden kann, auf etwa 20 kHz eingeschränkt. 2. Die Rechteckigkeit der P-E-Hysteresekurve verschwindet schon bei niedrigen Frequenzen. 3. Das Material kann durch häufiges Umpolarisieren seine ferroelektrischen Eigenschaften verlieren.

Ferroelektrische Speicher werden heute noch nicht in der Praxis eingesetzt.

Magnetische Festspeicher. Die im Speicher fest eingestellten Informationen werden meist durch eine ihnen entsprechende Führung der Auswahlleitungen durch die als induktive Koppelelemente zwischen

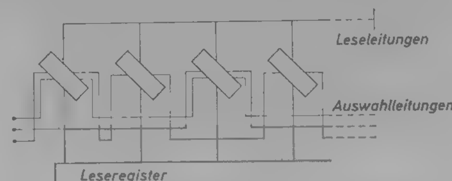


Bild 7. Schematischer Aufbau eines Festspeichers.

Auswahl- und Leseleitung dienenden Ferritringkerne dargestellt. Varianten existieren hinsichtlich der Adressendecodierung und der Art der Ansteuerung der Koppelelemente. Die prinzipielle Wirkungsweise geht aus Bild 7 hervor.

Literatur: K. Steinbuch, (Hrsg.) Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962 – F. Winkel, (Hrsg.) Technik der Magnetspeicher, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960 — J. P. Eckert, A Survey of Digital Computer Memory Systems Proc. IRE 41 (1953), S. 1393-1406 — R. K. Richards, Digital Computer Components and Circuits, D. van Nostrand Company, New York 1957 — H. W. Katz, Solid State Magnetic and Dielectric Devices Chapman and Hall, Ltd, London — J. A. Rajchman, Magnetics for Computer — A survey of the State of the Art, RCA Review (March 1959), S. 92-135 — W. E. Proebster, Dünne magnetische Schichten als Speicher und Schaltkreiselemente, Elektron. Rechenanl. 1 (1959), S. 164-171.

Pöcker

maximal flache Filter sind → Filter, bei denen im Dämpfungs- oder Laufzeitverlauf möglichst viel Ableitungen bei einer bestimmten Frequenz verschwinden. m. f. F. für Dämpfungsverlauf sind Butterworth-Filter (→ Vierpoltheorie 4.5.1), für Laufzeitverlauf Thomson- oder Bessel-Filter.

Maximalmelder → Meldungsgeber für Fernmeldeanlagen.

Maximum Observed Frequency (MOF) → Übertragungsfrequenzbereich.

Maximum Usable Frequency (MUF) → ionosphärische Brechung, → Übertragungsfrequenzbereich.

Maxwell, James, Clerk, geb. 13. 11. 1831 in Edinburgh, gest. 5. 11. 1879 in Cambridge. 1871 übernahm er den Lehrstuhl für Physik in Cambridge. Im Jahre 1856 deutete er Faradays elektromagnetische Versuchsergebnisse (s. Faraday) theoretisch. Sein Hauptwerk »Electricity and Magnetism« gab er 1873 heraus. M. hat Faradays Ideen über die elektrischen und magnetischen Kräfte in mathematische Form gebracht und die nach ihm benannten Grundgleichungen der Elektrodynamik aufgestellt. Die Krönung seines Lebens bleibt die Formulierung der elektromagnetischen Lichttheorie. Er hat auch auf dem Gebiet der kinetischen Gastheorie und Wärmetheorie gearbeitet. (Maxwellsches Energie- und Geschwindigkeits-Verteilungsgesetz).

Literatur: Campbell and Garnett: The life of J. Clerk Maxwell. London 1882, Electrical Communication 1926, Oktober, H. 2. Armin Hermann: Große Physiker. C. Matschoß: Männer der Technik. Telecommunication Pioneers.

Maxwell. Diese Einheit, Kurzzeichen M, wird, abweichend von einer älteren Definition, vielfach nach der Beziehung

$$1\ \mathrm{M} = 1\ \mathrm{G\,cm^2} = 10^{-8}\ \mathrm{Vs} = 10^{-8}\ \mathrm{Wb}$$

verstanden und benutzt als eine Einheit des magnetischen Flusses Φ, → magnetische Feldgrößen.

Maxwellmeßbrücke. Mit diesen Brücken mißt man induktive Scheinwiderstände, wie z. B. die von Spulen oder von Doppelleitungen. Man mißt sie entweder durch Vergleich mit der Induktivität einstellbarer Meßspulen (Variometer) oder fester Meßspulen oder durch Vergleich mit der Kapazität einstellbarer Meßkondensatoren.

1. Vergleich mit veränderbarer Meßspule (Variometer). In der Schaltung nach Bild 1 ist L_3 die einstellbare Induktivität des Variometers und R_3 sein unveränderbarer Widerstand. Die Brücke wird im allgemeinen durch Verändern von L_3 und R_1 abgeglichen. In beiden Schalterstellungen ist $L_x = L_3 R_2/R_4$.

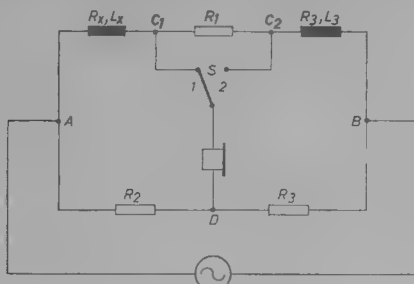


Bild 1. Vergleich mit Meßspule.

Der Wirkwiderstand des zu messenden induktiven Scheinwiderstandes ist bei Abgleich der Brücke in Schalterstellung 1: $R_x = (R_1 + R_3)\ R_2/R_4$ und in Schalterstellung 2: $R_x = R_2 R_3/R_4 - R_1$.

Beim Messen muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß keine magnetische Kopplung zwischen der zu messenden Spule und dem Variometer vorhanden ist. Diese würde das Meßergebnis fälschen. Man vermeidet diese magnetische Kopplung durch genügend großen Abstand (1 bis 2 Meter) zwischen den beiden Spulen.

2. Vergleich mit fester Vergleichsspule. Die Schaltung ist wieder die nach Bild 1. Diese Brücke wird durch Einstellen von R_1 und R_2 abgeglichen. Bei Abgleich in einer der beiden Schalterstellungen gelten dieselben Gleichungen wie beim Messen mit Variometer.

3. Vergleich mit Meßkondensator (Maxwell-Wien-Brücke). Bei dieser Brücke mit der Schaltung nach Bild 2 wird die unbekannte Induktivität durch

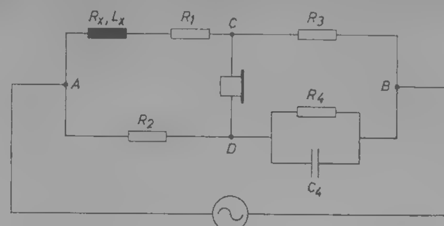


Bild 2. Vergleich mit Meßkondensator.

Vergleich mit der Kapazität eines Meßkondensators C_4 gemessen. Man gleicht die Brücke im allgemeinen durch Einstellen von C_4 und R_4 ab, wobei zunächst $R_1 = 0$ ist. Die unbekannten Größen berechnet man dann aus

$$L_x = R_2 R_3 C_4 \text{ und } R_x = R_2 R_3/R_4 .$$

Ist der Wirkwiderstand R_x der zu bestimmenden Größe sehr klein, so wird oft der Widerstand R_4 sehr groß, weil die Widerstände R_2 und R_3 bereits durch die Gleichung für L_x festgelegt sind. Genügend hochohmige und einstellbare Meßwiderstände sind aber nur selten vorhanden. Man erhält einen guten Abgleich der Brücke, wenn man auch R_1 zum Abgleich heranzieht. Jetzt ist $R_x = R_2 R_3/R_4 - R_1$. *Haak*

Maxwellsche Gleichungen → Feldgleichungen, Maxwellsche.

maxwellsche Induktionskoeffizienten → Gegenkapazität von Leitungen.

MAYDAY → Notverkehr.

Mechanik. Die M., ein Teilgebiet der Physik, befaßt sich mit den an Körpern angreifenden Kräften sowie mit den Bewegungen und Veränderungen, die die Körper dabei erfahren. Auf die Technik angewandt unterscheidet man:

die → Statik, die Lehre von den Kräften, die an einen starren Körper angreifen, und von dem Gleichgewicht der Kräfte in der Ruhelage,

die → Dynamik, die Lehre von der Bewegung starrer Körper und den Kräften, die diese Bewegung hervorrufen,

die → Festigkeitslehre, die Lehre von den äußeren Kräften an einem elastischen Körper sowie den inneren Reaktionskräften, Spannungen und Verformungen.

mechanische Integration → Integral 1.

mechanische Oberflächenbehandlung. Schleifen: Bearbeitungsverfahren, bei dem die Oberfläche durch Schleifmittel geglättet wird (Rauhtiefe unter 10 μ). Polieren: Bearbeitungsverfahren, bei dem auf mechanischem Wege glänzende Oberflächen erzeugt werden. Strahlen: Verfahren, bei dem ein Strahlmittel auf die zu behandelnde Oberfläche geschleudert wird. Reinigungsstrahlen: Säubern der Oberfläche durch Strahlen, z. B. zur Vorbereitung für eine Weiterverarbeitung oder eine nachfolgende mechanische, chemische oder sonstige Behandlung. Entrostungsstrahlen: Entfernen von Rost durch Strahlen.

Mediane = Zentralwert, derjenige Wert einer statistischen Beobachtungsreihe, der gleich oft unter- und überschritten wird; → statistische Methoden.

Megohm ist das millionenfache der SI-Einheit Ohm (Kurzzeichen Ω) des elektrischen Widerstandes, 1 Megohm: $M\Omega = 10^6\ \Omega$.

Mehrelektrodenableiter → Schutzmaßnahmen.

Mehrfachausfertigung und alle Anschriften mitteilen bei Telegrammen → Sonderdienste zu Telegrammen.

Mehrfacherdschluß → Kurzschlußstrom.

Mehrfachkennzahlpunkt ist ein Begriff im Zusammenhang mit der Beschaltung von → Umwertern. Die Eingaberangierung kann mit Drahtbrücken oder mit Entkopplungsdioden durchgeführt werden. Drahtbrücken sind dann zulässig, wenn in einer Eingabegruppe nur eine Ader (Ziffer) auf den entsprechenden Zeilenabschnitt rangiert wird. Bei der Rangierung mehrerer Adern innerhalb der Eingabegruppe auf einen Zeilenabschnitt müssen Entkopplungsdioden verwendet werden. Kennzahlen mit gleicher Aussage, so in einer Zeile zusammengefaßt, nennt man auch M.

Mehrfachmodulation ist die Aufeinanderfolge verschiedener Modulationsverfahren, z. B. die Weiterführung von 24 amplitudenmodulierten Telegrafiesignalen in einem Kanal eines Einseitenbandsystems oder die Weiterführung eines Vielkanal-Einseitenbandsystems als modulierende Spannung eines frequenzmodulierten Hochfrequenzsenders usw.

Mehrfachrahmenbildung (Vielfachrahmenbildung) → Rahmen.

Mehrfachschalter. M. werden in den Ausführungen für 2, 3, 4 und 5 Doppeladern gefertigt. Sie werden genau wie Wechselschalter (→ Wechselschalter) eingesetzt, wobei allerdings bis zu 5 Doppeladern in einem Anschlußgerät umschaltbar angeschlossen werden können (Bild 1). Beim Mehrfachschalter kann jeweils eine Doppelader wahlweise auf zwei verschiedene Ausgänge geschaltet werden (Bild 2). Zu Prüfzwecken ist auch eine Mittelstellung (M) für jeden Schalter vorgesehen, bei der Eingang und Ausgang nicht verbunden werden. M. werden vorzugsweise

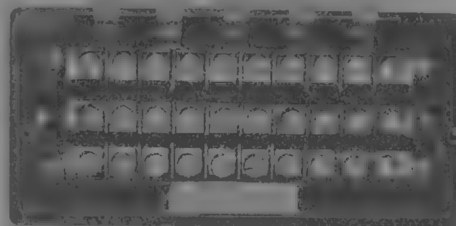




Bild 1. Mehrfachschalter.

bei kleinen bis mittleren privaten NStAnl als postalische Zusatzeinrichtungen verwendet, um in Störungsfällen durch Abschalten der NStAnl den Zustand der (Asl) prüfen zu können (Stellung M). Ferner kann ein

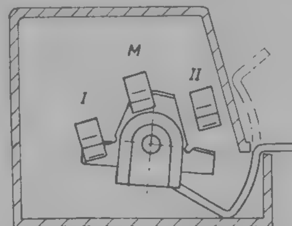


Bild 2. Aufbau des Mehrfachschalters.

Postprüfapp., eine Anschlußdose oder ein Nebenstellenapparat zu Prüfzwecken anstelle der NStAnl angeschaltet werden (Stellung II). *Fischer*

Mehrfachtelegrafenapparate. M. werden in der wechselseitigen → Mehrfachtelegrafie verwendet. Bestehen aus 2, 3 oder 4 Einzelapparaten (Sender bzw. Empfänger). Werden durch synchronlaufende Mehrfachverteiler, die auf den beiden Endstellen vorhanden sind, wechselweise miteinander verbunden; also z. B. bei einem Vierfach-System: Sender 1 Stelle 1 mit Empfänger 1 Stelle 2, Empfänger 1 Stelle 1 mit Sen-

der 1 Stelle 2, Sender 2 Stelle 1 mit Empfänger 2 Stelle 2 und Empfänger 2 Stelle 1 mit Sender 2 Stelle 2. Verteilerbürsten über eine Leitung miteinander verbunden; Apparate sind einerseits wechselweise an die Verteilersegmente und andererseits über die Spannungsquelle an Erde oder Rückleitung herangeführt. Taktmäßiges Arbeiten der Sender erforderlich. Bei Handsendung erfolgt Taktschlag für den Sendebeamten, bei Lochstreifensendung wird der Streifenvorschub durch den Verteiler gesteuert. Auch Staffelbetrieb möglich. Eine in eine Verbindung A—B eingeschaltete Stelle C kann sowohl mit A als auch mit B arbeiten.

Der Mehrfachtelegrafenapparat bietet gegenüber dem → Reihentelegrafenapparat folgende Vorteile: Anpassung an das Verkehrsbedürfnis, einfacheres Erledigen von Rückfragen, teilweise günstigere Arbeitszeiten bei den Mechanismen, Apparatstörungen setzen beim Mehrfachtelegrafenapparat nur einen Teil, den Reihenapparat aber ganz außer Betrieb. Einzelapparate eines Mehrfachtelegrafenapparatsatzes haben geringere Arbeitsgeschwindigkeit, M. mit Lochstreifensendung haben gleiche Leitungsausnutzung wie Reihenapparate. → HwF 1929. *Schiweck*

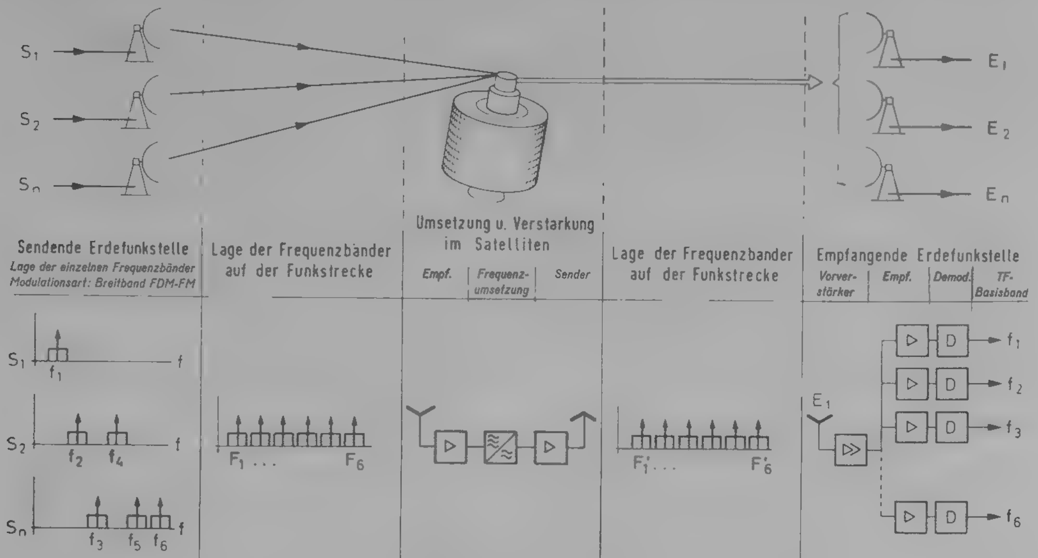
Mehrfachtelegrafie. Telegrafieverfahren, bei dem mehrere Telegrafenapparate zeitlich nacheinander durch einen elektrisch-mechanischen Verteiler mit der Leitung verbunden werden. Die Verteiler der beiden Endstellen müssen synchron laufen. Nach dem Prinzip der M. arbeiten die Systeme von Wheatstone (1841), Baudot (1874), Rowland (1899) und Murray (1914). Diese Systeme werden heute nicht mehr verwendet. Das Prinzip der M. ist jedoch wiederzufinden bei neueren Zeitmultiplexeinrichtungen (→ ARQ-Mux, → Kabelmux).

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 84.

Mehrfachwendelantenne → Wendelantenne.

Mehrfach-Zähldruckgerät. Gerät zur Zählung von Gleichstromimpulsen. Es hat je nach Bauart bis zu 25 Eingänge. Jeder Eingang führt zu einem Rollenzähler, der Impulse zählt. In periodischer Folge, z. B. viertelstündlich, wird der Stand aller Zähler durch eine eingebaute Vorrichtung auf ein Papierband gedruckt. Die Gleichstromimpulse können von Erlangmetern, Belegungszähleinrichtungen, Belegungsdauerzählgeräten usw. ausgehen.

Mehrfachzugang bezeichnet eine Betriebsart, die den gleichzeitigen Fernmeldeverkehr zwischen mehreren Erdefunkstellen über einen einzigen Satellitentransponder zuläßt. Der M. ist grundsätzlich auf drei Arten verwirklichbar: Aufteilung der Übertragungszeit (TDM, time division multiplex), Aufteilung des Frequenzspektrums (FDM, frequency division multiplex), Kodierung des Pegels (CDM, code division multiplex). Probleme liegen besonders in der Synchronisation (bei TDM) und in der Leistungskontrolle (bei FDM und CDM). Es bestehen erste Ansätze zur Einführung von M.-Systemen mit Frequenzmodulation (FDM-FM) oder mit Pulscodemodulation (TDM-PCM). Bei FDM-FM erhält jede Erdefunkstelle eine oder mehrere feste Arbeitsfrequenzen, die frequenzmoduliert sind. Der Satellitenumsetzer muß genügend linear verstärken, damit die Intermodulationsgeräusche, die vor allem



Mehrfachzugang mit FDM.

durch Wanderfeldröhren hervorgerufen werden, zulässige Grenzen nicht überschreiten. Die störende Beeinflussung der Frequenzbänder untereinander wächst mit unterschiedlichem Pegel. Jede beteiligte → Erdefunkstelle hat deshalb genau auf die Einhaltung der vorgesehenen Sendeleistung zu achten. Bei Verwendung von Satelliten, die sich relativ zur Erdoberfläche bewegen, ist zusätzlich die Dopplerverschiebung zu korrigieren (s. Bild).

Literatur: F. Assadourian, D. Jacoby, Multiple-Access Considerations for Communication Satellites. RCA Review, June 1966, S. 179–198. *Schröter*

Mehrfachzusatz zur OB (Ortsbatterie) 33 der DB. Für mehrere an einer Betriebsstelle zusammenlaufende OB-Fernsprechverbindungen wird nur ein Fernsprecher OB 33 bereitgestellt. Ein M. hat für jede an ihn angeschlossene OB-Verbindung ein Anrufschauzeichen und eine Aufschaltetaste (AT). Mit dieser AT wird der auf dem M. befestigte OB-Fernsprecher 33 auf die gewünschte OB-Verbindung geschaltet. Bei abgehenden Gesprächen wird nach Drücken der gewünschten AT mit dem Kurbelinduktor des OB 33 gerufen. Es gibt zwei Ausführungen von M. für 6 und 12 Verbindungen. Der M. gestattet nicht, zwei an ihn angeschlossene Verbindungen miteinander zu verbinden.

Mehrfrequenzcodewahl → Internationale Zeichengabesysteme.

Mehrfunktions-Belegleser. Gerät zur → automatischen Zeichenerkennung, das in getrennten Durchläufen verschiedene Schriftarten zu lesen gestattet, meist auch als → Markierungsleser einzusetzen ist, und das die Verwendung verschiedener Belegformate (auch Streifen) zuläßt. Vielfach bestehen Zusatzeinrichtungen zum Sortieren der Belege.

Mehrgitterröhre. Die modernen Verstärkerröhren (Kurzzeichen → Elektronenröhren — Formelzeichen) enthalten neben dem Steuergitter häufig noch weitere Gitter. Zur Erhöhung der Verstärkung ist meist ein Schirmgitter vorgesehen, das von der Kathode her gesehen hinter einem Steuergitter angeordnet ist, auf positiver Spannung liegt und den Zweck hat, durch elektrostatische Abschirmung den Einfluß des hinter ihm liegenden Raumes auf die Elektronenströmung vor ihm weitgehend aufzuheben. Durch Hinzufügen des Schirmgitters wird aus der Triode eine Tetrode, die sich durch einen bis zum Faktor 100 geringeren Durchgriff auszeichnet als mit der Triode technisch möglich ist. Trotzdem bleibt die Gitterspannung genügend stark negativ, d. h. der Aussteuerungsbereich bleibt genügend groß. Die Verstärkung $V = s \cdot R_A$ einer Tetrode kann daher leicht 100mal so groß werden wie die Verstärkung $V = s \cdot R_A/(r_a + R_A)$ einer Triode (R_A Anodenwiderstand, s und r_a → Elektronenröhren — Formelzeichen). Ohne besondere Maßnahmen wird der nutzbare Aussteuerungsbereich einer Tetrode durch den Sekundärelektronenstrom von der Anode zum Schirmgitter eingeschränkt, der ab 20 V Anodenspannung beträchtlich wird und unter normalen Bedingungen bei etwa 100 V ein Maximum erreicht. Das sicherste Mittel, die im allgemeinen sehr starken Kennlinienverformungen durch Sekundärelektronen wieder zu beseitigen, ist die Hinzufügung eines Bremsgitters, das sich im allgemeinsten Fall zwischen zwei Elektroden mit positiver Elektrodenspannung befindet und dessen Spannung so gewählt wird, daß zwischen den genannten Elektroden eine den Übergang von Sekundärelektronen hemmende Potentialabsenkung eintritt. Das Bremsgitter wird meist innerhalb der Röhre mit der Kathode verbunden. Es macht die Tetrode zur Pentode, die die am häufigsten verwendete Verstärkerröhre ist. Die den Übergang von Sekundärelektronen hemmende Potentialabsenkung kann jedoch auch weitgehend durch die Raumladung erreicht werden, indem man die Linsenwirkung hintereinanderliegender Gitteröffnungen zur Bildung von Elektronenstrahlen mit genügend großer Stromdichte ausnutzt (Strahltetrode, Strahlpentode).

Vom Schirmgitter ist das Raumladungsgitter zu unterscheiden, daß auch gegenüber dem Raumpotential, das sich bei seiner Abwesenheit an seiner Stelle unter sonst gleichen Verhältnissen einstellen würde, positiv ist. Es hat im Ruhezustand eine positive Spannung, ist aber zwischen Kathode und Steuergitter angeordnet. Das Steuergitter bewirkt jetzt nicht mehr eine Raumladungssteuerung (→ Raumladungsstrom), sondern es steuert die Stromaufteilung zwischen Anode und Raumladungsgitter. Das Raumladungsgitter ermöglichte unter sonst gleichen Bedingungen wesentlich niedrigere Anodenspannungen. Bei einer derartigen Anforderung sind Halbleiterbauelemente besonders stark überlegen, so daß das Raumladungsgitter fast keine Bedeutung mehr hat (Schottky 1920). Eine Pentode wird zu einer weiteren Funktion fähig, wenn man das Bremsgitter als zweites Steuergitter vorsieht. Im Gegensatz zu der Raumladungssteuerung des ersten Steuergitters bewirkt das zweite Steuergitter eine Stromaufteilungssteuerung zwischen dem vorhergehenden Schirmgitter und der Anode. Um für die weitere Funktion die mit der Tetrode erzielbaren Verbesserungen auszunutzen, wird im allgemeinen auch ein zweites Schirmgitter eingeführt, wodurch aus der Pentode für die weitere Funktion eine Hexode wird. Als Regelhexoden werden sie wegen der wesentlich geringeren Regelspannung, die jetzt an beiden Schirmgittern liegt, gewählt. Die größere Bedeutung haben jedoch die Mischhexoden, weil sie eine multiplikative Mischung (→ Mischröhre) ermöglichen. Es liegt nahe, die Arbeitsweise der Hexode dadurch zu verbessern, daß für die zweite Funktion auch noch ein Bremsgitter hinzugefügt wird, wodurch die Heptode entsteht. Nicht mehr so häufig wie früher wird eine weitere Funktion gegenüber der Heptode dadurch geschaffen, daß ihr nach dem ersten Steuergitter eine rudimentäre Anode in Form zweier Stege zugefügt wird. Das so zusätzlich unmittelbar mit der Kathode gebildete Triodensystem ermöglicht es, die Oszillatorspannung für die Mischung in derselben Röhre, die jetzt eine Oktode ist, zu erzeugen. Der Nachteil dieser Oktode ist die Rückwirkung des Gitters für den Signaleingang auf die Steganode, wodurch eine Verstärkungsregelung eine unerwünschte Frequenzänderung zur Folge hat. Für Frequenzmodulation und für Koinzidenz-

schaltungen enthält ein einziges Röhrensystem sogar 7 Gitter; diese Röhren heißen Enneoden. Die Röhrentypenmannigfaltigkeit wird durch die Verbundröhren noch wesentlich erhöht. Verbundröhren enthalten in derselben Hülle zwei oder mehr Röhrensysteme, in den meisten Fällen mit dem Ziel, für die verschiedenen Systeme eine oder mehrere Elektroden gemeinsam zu verwenden, z. B. durch den Aufbau der verschiedenen Systeme über eine gemeinsame Kathode.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig, 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.

Schnitger

Mehrkammerklystron → Klystron.

Mehrkanalsender, ein Funksender, der mehrere Nachrichtenkanäle gleichzeitig übertragen kann.

Mehrkreisempfänger → Geradeausempfänger.

Mehrnormenempfänger → Fernsehempfänger.

Mehrrohranlage → Rohrpostdirektsysteme.

Mehrstufentastung ist eine Telegrafietastung mit mehr als zwei Kennzuständen.

Mehrsystemfahrzeuge → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Mehrwegeausbreitung → Wellenausbreitung.

Mehrwegeführung, Aufteilung der Leitungen eines Bündels auf mehrere Linien. Die M. schützt ein Fernmeldenetz gegen die gefürchteten Totalausfälle bei Fehlern an Kabel- oder Richtfunklinien. Eine Störung wirkt sich durch die M. nicht auf alle Leitungen eines Leitungsbündels aus, sondern beeinträchtigt gleichmäßig eine größere Zahl von Leitungsbündeln. Da in jedem Bündel noch funktionsfähige Leitungen enthalten sind, wird eine Störung außerhalb der Hauptverkehrsstunde von den Teilnehmern u. U. nicht bemerkt. Ein Nachteil der M. ist, daß sie einer kostensparenden Konzentrierung der Leitungen in wenigen Trägerfrequenzkabeln oder Richtfunklinien und einer übersichtlichen Leitungsverteilung entgegenwirkt. Die Nachteile werden gemildert, wenn die Anzahl der verschiedenen Wege von der Anzahl der Leitungen zwischen zwei Endorten abhängig gemacht wird. Aus wirtschaftlichen Gründen werden keine Wege gewählt, die länger sind als die doppelte Luftlinienentfernung zwischen zwei Endorten.

Mehrzeichen-Trennschärfe → Trennschärfe.

Mehrzeilen → Fernsprechbuch.

Meißner, Alexander, geb. 14. 9. 1883 in Wien, gest. 3. 1. 1958 in Berlin. Dr.-Ing. E. h., Dr. der Technischen Wissenschaften E. h., Honorarprofessor an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg. Erfand 1918 die Rückkopplungsschaltung und schuf dadurch die Möglichkeit der Konstruktion von breitbandigen Röhrensendern. Er war Mitarbeiter der Firma Telefunken und trat 1930 in das AEG-Forschungsinstitut über. Dort veranlaßten ihn Untersuchungen über die hohe Wärmeleitfähigkeit des Quarzes zu dessen Einführung als Isolierstoff in die Starkstromtechnik. Bis in seine letzten Lebensjahre befaßte er sich mit technisch wissenschaftlichen Fragen. Ihn erreichte auch noch die Nachricht, daß ihn die Technische Universität Berlin zum Ehrensenator wählte.

Melaminharz → Isolierstoffe.

Meldeanrufzeichen sind optische Zeichen an A-Plätzen (→ Fernplatzarten), um einen Anruf eines Teilnehmers (Teiln) den → Vermittlungskräften sichtbar zu machen. Die M. — im internen Sprachgebrauch mit MAZ abgekürzt — werden vom Teiln nach Wahl der Kurzrufnummer erreicht. Sie sind an den Meldefernplätzen vielfach vorhanden, so daß jedes leuchtende M. gleichzeitig 9 Vermittlungskräften angeboten wird (k = 9). Nur so ist zu erwarten, daß bei angebotsrichtigem Personaleinsatz die → Anmeldewartezeiten klein gehalten werden (→ Anrufzeichen).

Meldedauer. Dauer, die vom Beginn des ersten Rufes bis zum Abheben des Handapparates durch den gerufenen Teilnehmer reicht. Die M. beträgt in Deutschland durchschnittlich 10 s am Tage und 16 s am Abend und in der Nacht.

Meldefernplätze → Fernplatzarten.

Meldeleitung. M. in Fernsprech-Nebenstellenanlagen dienen der gezielten Wahl der → Abfragestelle einer großen Wähl-Nebenstellenanlage. M. können im Gegensatz zum einfacheren → Hausanschluß nur im Rahmen der Ergänzungsausstattung eingerichtet werden. Es wird unterschieden zwischen M. ohne Weitervermittlung und M. mit Weitervermittlung; dabei gilt die Zuteilung einer Anschlußleitung unter Freigabe der M. bzw. die Weitergabe eines Gespräches auf dem Wege über Rückfrage und Umlegen nicht als Weitervermittlung.

M. ohne Weitervermittlung können nichtamtsberechtigt oder amtsberechtigt sein. M. mit Weitervermittlung gestatten im allgemeinen die Ankündigung eines Gespräches ohne Mithörmöglichkeit des Anrufes, die Wartestellung mit selbsttätiger Durchschaltung bei freiwerdender Nebenstelle und bei besetzter Nebenstelle das Aufschalten mit hörbarem Zeichen. Es gibt M. mit Weitervermittlung:

Für Hausverkehr und — soweit erforderlich — abgehenden Amtsverkehr, dabei ist die Anrufseite ankommend und die Verbindungsseite abgehend gerichtet. — Für Hausverkehr mit Verbindungsaufbau nach beiden Richtungen; dabei ist die Anrufseite doppelt gerichtet und die Verbindungsseite abgehend

gerichtet. — Für Hausverkehr und für Amtsverkehr ankommend und abgehend gerichtet mit Verbindungsaufbau nach beiden Richtungen; dabei kann der abgehende bzw. ankommende Amtsverkehr verhindert werden. Von der Vermittlungsstelle aus ist die Durchwahl zu den M. nicht zulässig. Das FTZ kann in begründeten Fällen Ausnahmen zulassen.

M. können bei Bedarf entsprechend der Ergänzungsausstattung für große Wähl-Nebenstellenanlagen zusätzlich die Leistungsmerkmale Halten, Nachtschaltung, Vielfachschaltung und Wiederanruf erhalten. Durch M. und → Hinweisleitungen darf die zügige Abwicklung des vorrangigen Amtsverkehrs nicht gefährdet werden. Für M. und auch für Hinweisleitungen dürfen daher als Ergänzungsausstattung eigene Abfrageplätze als Meldeplätze oder bei Vereinigung mit Hinweisleitungen als Melde- und Hinweisplätze eingerichtet werden. Der betriebliche Begriff »Auskunftsleitung« entspricht technisch den M. oder den Hinweisleitungen (→ Klinkenübertragung, → Ton- und Fernsehleitungsnetz). *Paul*

Melderkartenanzeige → Überwachungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

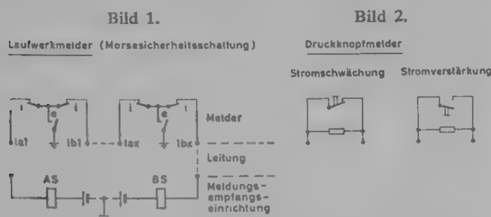
Meldeübertragung → Klinkenübertragung.

Meldungsempfangseinrichtungen in Feuermeldeanlagen nehmen die von den betätigten Meldungsgebern abgegebenen Meldungen auf, zeigen sie optisch und akustisch an und können bei → Neben-Feuermeldeanlagen auch den Haupt-Feuermelder auslösen. Die aufgenommene Meldung wird gespeichert, so daß die M. für neue Meldungen empfangsbereit ist.

Ferner dient die M. der Überwachung der Meldeschleifen oder -linien bei Einrichtungen zur selbsttätigen Anzeige von Störungs- und Betriebsmeldungen.

Meldungsgeber für Feuermeldeanlagen unterteilen sich in handbediente und selbsttätige M.

Handbediente Melder (auch Druckknopfmelder, Bild 1 und 2) gibt es mit Laufwerken zur Impulsgabe nach den Normen A bis F für Schleifensysteme und mit einfachem Ruhe- oder Arbeits-



Handbedienter Meldungsgeber für Feuermeldeanlagen.

kontakt nach den Normen G bis K für Liniensysteme. Die Buchstaben A–K bezeichnen die Verwendungart. Beim Melder mit Laufwerk wird beim Auslösen eine entsprechend der Meldernummer gezahnte Steuerscheibe in Umdrehung versetzt. Eine Kontakteinrichtung verursacht im Takt der Zahnung die entsprechende Unterbrechung des Ruhestroms der Schleife. Die Schleifenunterbrechungen wertet die → Meldungsempfangseinrichtung optisch und akustisch als Feueralarm aus. Die Betätigung der Melder mit einfachem Ruhe- oder Arbeitskontakt bewirkt lediglich eine Veränderung des Stromes in einer Linie des Systems und die Auswertung dieser Stromänderung durch die Meldeempfangseinrichtung zum Feueralarm.

Selbsttätige Melder (auch automatische Melder) unterteilen sich in Wärmemelder (auch Thermomelder), Rauchmelder und Flammenimpulsmelder (beide auch Frühmelder). Verwendet werden selbsttätige Melder fast ausschließlich in Liniensystemen.

Wärmemelder arbeiten nach verschiedenen Verfahren zur Erkennung der Temperatur bei Bränden. Während Maximalmelder für die Auslösung bei einer Temperatur über ca. 60°C eingerichtet sind, führt bei Differentialmeldern ein Temperaturanstieg von 6–10 grd/min zur Auslösung. Man benutzt dazu, je nach Konstruktionsprinzip, den Schmelzpunkt bzw. die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Metallen oder Gasen (Schmelzlotmelder, Stabdehnungsmelder, Quecksilbermelder, Bimetallmelder, Gasausdehnungsmelder).

Rauchmelder sprechen auf Verbrennungsprodukte wie Schwebestoffe, Dämpfe, Gase und Rauch an. Es gibt verschiedene Erkennungsverfahren. Beim Ionisationsmelder wird in einer der Außenluft zugänglichen Ionisationskammer durch ein radioaktives Präparat eine Ionisation der Luft vorgenommen. Die bei der unvollkommenen Verbrennung entstehenden Teilchen übersteigen in Größe und Masse die Gasmoleküle der Luft um ein Vielfaches und beeinflussen erheblich die Strom-Spannungs-Kennlinie der Ionisationskammer. Sie verhält sich, elektrisch gesehen, wie ein hochohmiger Widerstand, dessen Größe von der Reinheit der ionisierten Luft abhängig ist. — Bei optischen Meldern wird die Trübung oder Brechung des Lichtes auf eine Fotozelle oder -widerstand durch Schwebestoffe zum Erkennen von Verbrennungsprodukten ausgenutzt. Ionisations- und optische Melder arbeiten mit je einer Prüf- und Vergleichskammer, um Fehlauslösungen durch Staubablagerung zu verhindern.

Flammenimpulsmelder sprechen in der Regel auf Flammen mit einer Flackerfrequenz von 5 bis 30 Hz/sec an. Es werden Bleisulfidzellen zur Flammenerkennung benutzt.

Die Vielzahl der Melderarten und -verfahren läßt erkennen, daß der Einsatz eines bestimmten Melders vom zu überwachenden Objekt bestimmt wird. *Weinrich*

Meldungsspeicher → Meldungsempfangseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Mennige, Pb_3O_4, Molekulargewicht 685,63, ϱ 9,1, ist ein gelbrotes bis orangerotes Pulver, dessen Eigenschaften durch die RAL 844 B »Blei-M., Liefer-

bedingungen und Prüfverfahren« festgelegt sind. Es ist ein Pigment für Grundanstriche auf Eisen.

Merkmal, Merkmal-Erkenner → Spracherkennung.

Mesatransistor → Hochfrequenztransistoren.

Mesopause, -sphäre, → Atmosphäre, obere.

Meßantenne → Funkstörmeßgeräte.

Meßautomat für Tonleitungen. Übertragungssysteme für Fernsehton und Rundfunk werden in der Regel erst kurz vor der Programmübertragung zusammengeschaltet. Um während dieser kurzen Zeit eine möglichst umfassende Leitungsmessung durchführen zu können, wird ein M. (s. Bild) eingesetzt. Innerhalb von 130 oder 340 s ermöglicht er folgende Messungen an allen Mono- und Stereosystemen mit niederfrequenten Ein- und Ausgängen:

Abweichung des 800-Hz-Einregelungspegels vom Sollwert; Frequenzabhängige Pegelabweichungen vom 800-Hz-Einregelungspegel; Störspannungen, gemessen mit und ohne psophometrische Bewertung; Nichtlineare Verzerrungen, selektiv gemessen als Klirrfaktor k_2, k_3 und als Differenztonfaktor d_3; Arbeitsweise des Kompanders bei Pegelsprung; Frequenzabhängige Pegelunterschiede zwischen den Einzelkanälen eines Stereo-Paares; Frequenzabhängige Messung des Phasenunterschiedes zwischen den Einzelkanälen eines Stereo-Paares.

Ferner können bei Programmbeginn 4 Morsezeichen zur Kennzeichnung des Sendeortes gesendet werden. Alle Ergebnisse werden von einem Schreiber aufgezeichnet. Der M. besteht aus einem Sendeteil (Steuergerät und Sender) und einem Empfangsteil (Steuergerät, Empfänger und Schreiber).

Steuergeräte: Zeitraster schalten gemäß einem gespeicherten Meßprogramm über Gatter Relais, die den Programmablauf vom Sender und Empfänger steuern. Das Steuergerät des Empfängers erhält vom Sendeteil über das Meßobjekt und über den Empfänger einen Startimpuls und während des Programmablaufes weitere Impulse zur Synchronisation. Sender: Die Sendefrequenzen werden von einem variablen Oszillator und von sechs festen Oszillatoren erzeugt; die erforderlichen Pegel werden durch fest eingestellte Teiler gebildet. Empfänger: Vom Empfänger wird das vom Meßobjekt kommende Signal dem Programm entsprechend breitbandig, selektiv oder geräuschbewertet registriert. Der entsprechende Pegelbereich wird durch Teiler eingestellt. *Bidlingsmaier*

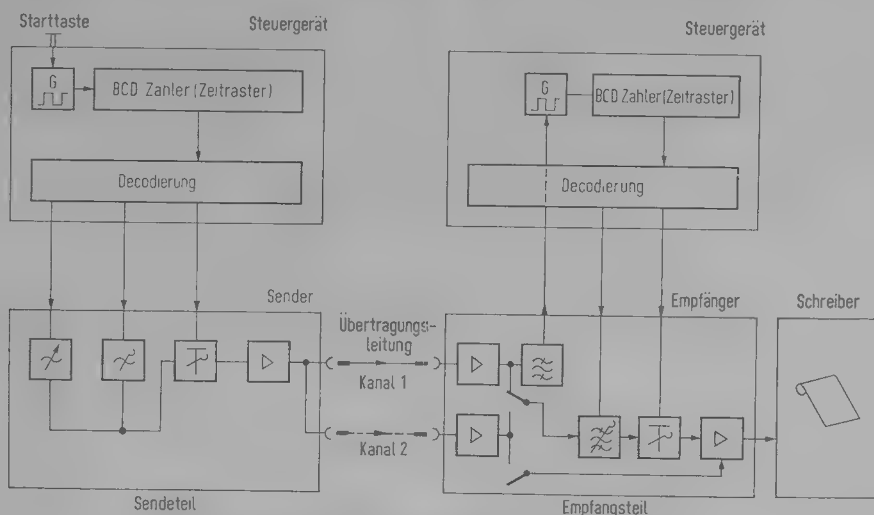
Meßbrücke für komplexe Kopplungen bzw. Nebensprechkopplungen → Kopplungsmessung.

Meßbrücke nach K. W. Wagner → Kapazitätsmessungen.

Meßbrücke nach Wiechert → Erdungsmessungen.

Meßbrücken. Wenn man auch M. aus einzelnen Meßwiderständen, Meßkondensatoren und Meßspulen selbst zusammenstellen kann, so wird man doch meist fertige und festaufgebaute M. bevorzugen, da es nicht leicht ist, Fehler durch Widerstände der Verdrahtung oder durch ungenügende Schirmung der Einzelteile beim Selbstbau zu vermeiden.

Präzisionsmeßbrücken werden im allgemeinen mit → Stöpselwiderständen ausgerüstet, da bei diesen die Gefahr unkontrollierbarer Übergangswiderstände am geringsten ist, insbesondere dann, wenn Stöpsel und Kontaktklötze sorgfältig gepflegt werden.



Blockschaltbild: Meßautomat für Tonleitungen, Versuchsmuster.

Meßbrücken mit → Kurbel-(Drehschalter-)Widerständen sind beim Gebrauch bequemer und gestatten ein schnelleres Arbeiten, da das Zusammenzählen der einzelnen Teilwiderstände fortfällt. Auch sie arbeiten unter der Voraussetzung sorgfältiger Pflege der Kurbelkontakte sehr genau.

Am bequemsten und schnellsten mißt man mit Schleifdrahtmeßbrücken. Bei ihnen werden die Widerstände zweier benachbarter Brückenarme durch einen im allgemeinen etwa 1 m langen ausgespannten Widerstandsdraht mit durchweg gleichem Querschnitt gebildet. Auf diesem Schleifdraht kann man einen Gleitkontakt verschieben, an den im allgemeinen der → Nullindikator angeschlossen ist. Ein Beispiel zeigt Bild 1. Je länger der Schleifdraht ist, desto genauer

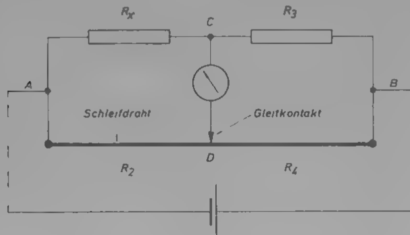


Bild 1. Einfache Schleifdrahtmeßbrücke.

wird die Messung. Eine früher viel verwendete Ausführungsform einer Brücke mit sehr langem Schleifdraht war die Walzenbrücke nach F. Kohlrausch, bei der der Schleifdraht in zehn Windungen um eine drehbare Walze aus Isolierstoff gewunden war.

Man kann die Meßgenauigkeit aber auch durch »künstliche Verlängerung« des Schleifdrahtes vergrößern, indem man an einem oder an beiden Enden des Schleifdrahtes feste Widerstände zuschaltet (Bild 2).

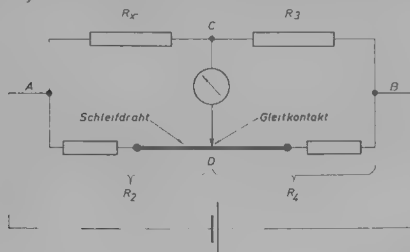


Bild 2. Schleifdrahtmeßbrücke mit Zusatzwiderständen.

Meßungenauigkeiten durch ungleichmäßige Querschnitte des Schleifdrahtes können vermindert werden, indem man die Messung mit vertauschten Anschlüssen des Schleifdrahtes wiederholt und für die beiden unterschiedlichen Einstellungen des Schleifkontaktes den Mittelwert der beiden Meßergebnisse bildet.

Wechselstrommeßbrücken können bis zu einer höchsten Frequenz eingesetzt werden, bei der das Meßergebnis in unzulässiger Weise durch Fehlwinkel der Meßwiderstände (→ Normalwiderstand) gefälscht wird. Die Größe dieser Fehlwinkel hängt von der Wicklungsart der Teilwiderstände ab.

Mit der Einführung des absoluten Ohms muß auch noch der Unterschied zwischen internationalem und absolutem Ohm beachtet werden: 1 int. Ohm = 1,00049 abs. Ohm. Man muß wissen, in welcher Maßeinheit die Brückenwiderstände geeicht sind, damit nicht durch falsche Maßeinheit das Meßergebnis um mehr als 0,05 % gefälscht wird, was bei Präzisionsmessungen schon von Bedeutung sein kann. *Haak*

Meßempfänger. Der M. ist das Pendant zum → Meßsender, er enthält Eichteiler, Verstärker und einen Meßkreis. Die Anzeige erfolgt an einem Instrument, Ziffernfeld oder einer Oszillographenröhre. Verstärker ohne Meßkreis sind als M. anzusehen, insofern ein definierter Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße besteht. Der → Überlagerungsempfänger (Ü.) enthält außerdem veränderbare und teilweise zusätzlich feste Oszillatoren zur Frequenzumsetzung und Filter zur Selektion. M. haben die Aufgabe, kleine Signale zu verstärken und in der Regel den Meßwert anzuzeigen. Dazu sind besondere Eigenschaften notwendig: konstante, frequenzunabhängige, definiert einstellbare Verstärkung, beim Ü. hohe Linearität und Selektion, deren Daten bekannt sein müssen. Anzeige und Abstimmung sollen von äußeren Einflußgrößen und der Versorgung nicht störend beeinflußt werden. Ist das für die Anzeige nicht ausreichend der Fall, so muß eine Eichmöglichkeit vorgesehen sein.

Mit M. werden Spannungen zwischen $<10^{-7}$ bis 10^2 Volt gemessen. Man unterscheidet zwischen breitbandigen und selektiven M. (siehe auch → Überlagerungsempfänger). Die Rauschleistung, die proportional der Bandbreite ist, begrenzt den kleinsten meßbaren Wert bei gegebener Bandbreite. In der Regel wird bei M. hohe Grenzempfindlichkeit angestrebt. Breitbandige M. haben den Vorteil, daß sie nicht abgestimmt werden müssen. Je nach Anwendung und Bandbreite sind die kleinsten meßbaren Spannungen etwa 30 μV bis 3 mV und die größten 10 bis 100 V und teilweise darüber.

Breitbandige M. mit Verstärker überdecken z. B. einen Bereich 100 kHz bis 100 MHz und ohne Verstärker — als Tastvoltmeter — den ganzen Mikrowellenbereich. Ein besonderer M. für den Bereich 0 bis >10 GHz ist der → thermische Leistungsmesser. Diese M. werden dann angewendet, wenn unerwünschte Störsignale genügend klein sind. In der Regel wird durch Bildung des Effektivwertes ihr Einfluß herabgesetzt. Vorzugsweise beim → Wobbeln werden sie dann verwendet, wenn das Meßsignal groß gegenüber der Rauschleistung ist. Das ist in der Regel der Fall bei Messungen an Verstärkern, der Einrichtung und Unterhaltung von Übertragungsabschnitten. Selektive M. dienen als → Pegelmesser den Meßaufgaben in der Übertragungstechnik, als → Über-

lagerungsempfänger dem Messen kleinster Spannungen bis 0,1 μV, wie sie z. B. beim Messen hoher → Nebensprech- und Schirmdämpfungen, ferner kleiner → Kopplungswiderstände auftreten. Ü. sind weiter dann nötig, wenn kleine Meßsignale von wesentlich größeren einflußmäßig getrennt werden müssen, mit Hilfe hoher Selektion bei Bandbreiten bis herab nach 10 Hz, z. B. beim Messen der Klirr- und Nebenwellendämpfung von Funk- und Meßsendern und Störfeldstärken. Im Frequenzbereich der Mikrowellen sind mit dem Synchrondetektor auf einfache Weise extrem kleine Bandbreiten erreichbar.

Literatur: A. Wirk und H. G. Thilo, Niederfrequenz- und Mittelfrequenztechnik, Hirzel-Verlag. — H. G. Vogelsang und S. Wagner, Empfänger 10 khz bis 30 MHz, Neues von Rohde und Schwarz (1969) S. 23—28 — H. Kalusche, Meßverstärker, ATM Z 631—7, März 64. *Kühnemann*

Meßfrequenzen bei TF-Leitungen → Kanallücken-Meßeinrichtung

Meßgerät, elektronisches. Ein Gerät, in welchem von der Elektronenleitung in Halbleitern, in Gasen oder in Vakuum zur Messung elektrischer Größen oder zur Abgabe von elektrischen Größen für Meßzwecke Gebrauch gemacht wird.

Meßinstrumente, in denen Dioden nur zur Gleichrichtung der Meßgröße oder zur Beeinflussung des Skalenverlaufs verwendet werden, zählen nicht zu den e. M.

Meßgeräte, Klassengenauigkeit (Genauigkeitsklasse) für zeigende und schreibende elektrische —. Die Genauigkeit von Meßinstrumenten oder ihrem Zubehör ist bestimmt durch die zulässigen Grenzen des Eigenfehlers und der Grenzen der Abweichungen in der Anzeige infolge der Einwirkung äußerer Einflußgrößen (z. B. Temperatur, Lage, Fremdfelder usw.). Entsprechend ihrer Genauigkeit werden die elektrischen anzeigenden oder schreibenden Meßinstrumente in eine der folgenden Klassen eingeordnet:

0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5.

Das Klassenzeichen ist neben anderen Sinnbildern auf der Skala aufgebracht. Instrumente der Klasse 0,1 bis 0,5 werden als Feinmeß- (auch Präzisions-)instrumente, alle anderen als Betriebsmeßinstrumente bezeichnet. Die zulässigen Fehler sind in § 29 (VDE 0410, Ausg. 68) festgelegt und betragen:

Klasse		0,1	0,2	0,5	1	1,5	2,5	5
Anzeige- oder Schreibfehler	± %	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2,5	5
Einfluß	± %	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2,5	5

Der Fehler wird bei Meßinstrumenten mit linearen und annähernd linearen Skalen vom Skalenendwert in % angegeben, bei Instrumenten mit stark nichtlinearen Skalen (z. B. Ohmmeter) in % der Skalenlänge.

Der Anzeige- oder Schreibfehler (Eigenfehler) wird unter Nennbedingung der Einflußgrößen bestimmt.

Sinnbilder für zeigende und schreibende elektrische Meßgeräte, nach VDE 0410.

Bezeichnung	Sinnbild	Bezeichnung	Sinnbild
Drehspulmeßwerk mit Dauermagnet, allgemein		Astatisches Meßwerk	ast
Drehspul-Quotientenmeßwerk		Magnetische Abschirmung	
Eisennadelmeßwerk		Elektrostatische Abschirmung	
Drehmagnetmeßwerk		Gleichstrom	—
Drehmagnet-Quotientenmeßwerk		Wechselstrom	~
Dreheisenmeßwerk		Gleich- und Wechselstrom	
Dreheisen-Quotientenmeßwerk		Drehstrommeßinstrument mit einem Meßwerk	
Elektrodynamisches-eisenloses-Meßwerk		Drehstrommeßinstrument mit zwei Meßwerken	
Elektrodynamisches-eisengeschlossenes-Meßwerk		Drehstrommeßinstrument mit drei Meßwerken	
Elektrodynamisches-eisenloses-Quotientenmeßwerk		Klassenzeichen für Anzeigefehler bezogen auf Meßbereichendwert	0,5
Elektrodynamisches-eisengeschlossenes-Quotientenmeßwerk		Klassenzeichen für Anzeigefehler bezogen auf die Skalenlänge	0,5
Induktionsmeßwerk		Klassenzeichen für Anzeigefehler bezogen auf den richtigen Wert	0,5
Induktions-Quotientenmeßwerk		Senkrechte Gebrauchslage	1)
Hitzdrahtmeßwerk		Waagerechte Gebrauchslage	1)
Elektrostatisches Meßwerk		Schräge Gebrauchslage mit Angabe des Neigungswinkels	60°
Vibrationsmeßwerk		Zeigernullstellung	
Thermoumformer, nicht isoliert		Erdungsklemme	
Thermoumformer, isoliert		Prüfspannungszeichen Die Ziffer im Stern bedeutet die Prüfspannung in kV, ohne Ziffer 500 V Prüfspannung (Gleichspannung)	2
Drehspulmeßinstrument mit eingebautem, nicht isoliertem Thermoumformer		Achtung! Gebrauchsanweisung beachten	
Drehspulmeßinstrument mit getrenntem, nicht isoliertem Thermoumformer (Anstelle nicht isolierter Thermoumformer können auch isolierte verwendet werden)		Prüfspannung entspricht nicht den Regeln	
Gleichrichter			
Drehspulmeßinstrument mit eingebautem Gleichrichter			

1) Bei lageempfindlichen Meßinstrumenten wird an dieser Stelle der zulässige Neigungswinkel angegeben

Zur Bestimmung der Einflüsse werden alle Einflußgrößen, bis auf die, deren Einfluß bestimmt werden soll, auf ihren Nennwerten festgehalten. *Wystrach*

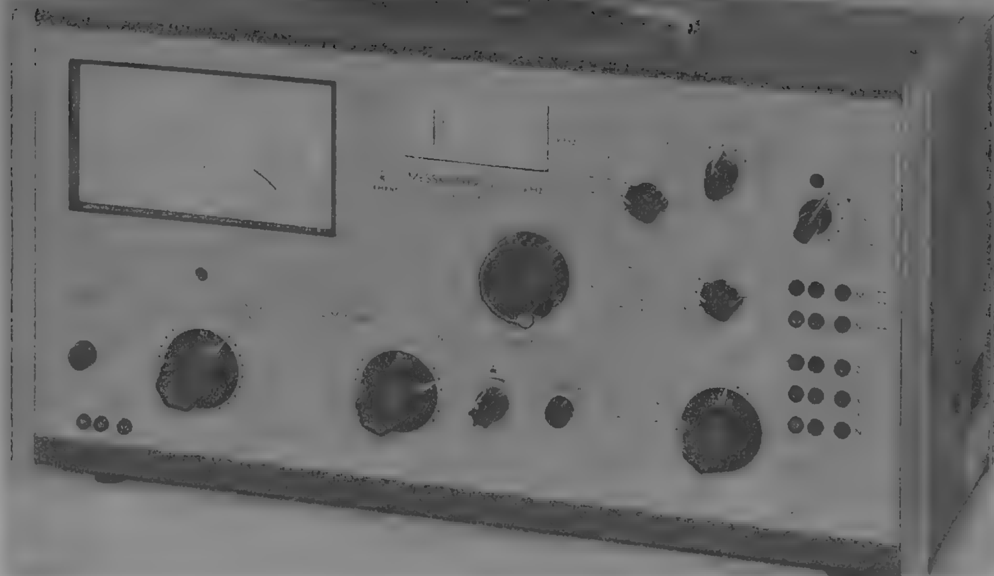
Messing ist der Handelsname für Kupfer-Zink-Legierungen mit mindestens 55% Kupfer in sehr wechselnder Zusammensetzung. Sie ist ebenso wie die Eigenschaften der Legierung und die Hinweise für die Verwendung festgelegt in den DIN 1709 »Guß-M. und Guß-Sonder-M., Gußstücke« und in den DIN 17660 »Kupfer-Knetlegierungen, Kupfer-Zink-Legierungen«. M. findet im Apparatebau Verwendung.

Meßkäfig → Funkstörmeßgeräte.

Meßkaliber → Kabelkanal unter 5, → Kalibriergerät.

Meßkoffer für Fernmeldeanlagen.

Der M. (s. Bild) unterscheidet sich von anderen Meßgeräten besonders dadurch, daß er eine vollständige Meßeinrichtung enthält. Im Niederfrequenzbe-



Meßkoffer Typ K 119, Siemens AG.

reich von 200 Hz bis 4 kHz lassen sich damit alle Messungen durchführen, die zum Aufbau und zur Betriebsüberwachung von Fernmeldeanlagen erforderlich sind.

Durch die Verwendung von Transistoren ist der M. klein, leicht und handlich und nimmt so wenig Leistung auf, daß er aus einem eingebauten Ni-Cd-Akku 8 Stunden lang ununterbrochen betrieben werden kann.

Der M. vereinigt in sich einen Pegelsender, einen Pegelmesser und ein Meßfeld. Der Pegelsender arbeitet nach dem Prinzip des Schwebungssenders. Der gesamte Frequenzbereich läßt sich in einem Skalenbereich überstreichen. Die Ausgangsschaltung ist symmetrisch und für eine maximale Gleichstrombelastung von 60 mA ausgelegt.

Der Pegelmesser ist ein mehrstufiger, gegengekoppelter Breitbandpegelmesser mit hochohmigem, symmetrischem Übertragereingang. Seine größte Empfindlichkeit ist −5 Np Vollausschlag, der höchste meßbare Pegel +2 Np. Die Eingangsschaltung ist gleichspannungs- (100 V/60 mA) und rufstromsicher (90 V). Das Meßfeld enthält neben der Senderausgangs- und der Empfängereingangsschaltung die Zusatzschaltungen zum Messen von Scheinwiderstand und Fehlerdämpfung.

Über eine eingebaute Abfrageschaltung und einen außen am M. ansteckbaren Handapparat kann sowohl über Zwei- als auch über Vierdrahtverbindungen gesprochen werden. *Nilius*

Meßkoffer für Nebenstellenanlagen. Er wird für die Messung der übertragungstechnischen Eigenschaften von Nebenstellenanlagen verwendet. Er enthält einen Pegelsender, einen Pegelmesser und ein Bewertungsfilter sowie Meßschaltungen, die über Drucktasten so einander zugeordnet werden können, daß die Einfügungsdämpfung, Rückflußdämpfung, Fremdspannung, Geräuschspannung, Unsymmetriedämpfung, Nebensprechdämpfung an Nebenstellenanlagen ohne weiteren Schaltungsaufbau rasch nacheinander gemessen werden können. Die Meßgeräteeinheiten sind auch für sich allein oder beliebig kombiniert für andere Messungen zu benutzen.

Meßleitung. Meßleitungen dienen zur Bestimmung von Scheinwiderständen an Zwei- und Vielpolen vorwiegend im Mikrowellenbereich. Hierzu wird die Spannungsverteilung längs eines Meßleiters mit genau definiertem Wellenwiderstand abgetastet. Es treten in Abständen einer halben Wellenlänge periodisch wiederkehrende Spannungsminima U_{min} und -maxima U_{max} auf. Der Anpassungsfaktor $m = U_{min}/U_{max}$ ist ein Maß für die Abweichung des Meßobjektwiderstandes R vom Wellenwiderstand Z des Meßleiters. Bei Anpassung $R = Z$ ist $m = 1$, bei Totalreflexion ist $m = 0$. Die Entfernung l_{min} eines Spannungsminimums von der Bezugsebene (Anschlußstelle des

Meßobjekts an die M.) gibt Aufschluß über den Phasenwinkel des Scheinwiderstands. Der auf den Wellenwiderstand Z der M. bezogene Scheinwiderstand R des Meßobjekts beträgt:

$$\frac{R}{Z} = \frac{m + \mathrm{j}\tan\left(2\pi\frac{l_0}{\lambda^*}\right)}{1 + \mathrm{j}m\tan\left(2\pi\frac{l_0}{\lambda^*}\right)};$$

hierin ist: $l_0 = \frac{\lambda^*}{2} - l_{\min}$.

λ^* ist die im Meßleiter auftretende Wellenlänge. Sie kann, insbesondere bei Hohlleitern, merklich von der Wellenlänge im freien Raum abweichen. λ^* wird aus dem Abstand zweier oder mehrerer Spannungsminima — am genauesten bei Totalreflexion — bestimmt. Einfacher als mit obiger Gleichung wird der Scheinwiderstand mit Hilfe des Leitungsdiagramms ermittelt (Bild 2).

Die untere Frequenzgrenze einer M. ist durch die Länge ihrer Meßstrecke bestimmt. Sie muß mindestens eine halbe Wellenlänge lang sein, um bei beliebiger Phasenlage des Scheinwiderstands ein Spannungsmaximum und ein -minimum zu erhalten. Die Existenzmöglichkeit einer zweiten Wellenform (Ende des Eindeutigkeitsbereichs) bestimmt meist die obere Frequenzgrenze. Sie ist von der Größe und Art des Meßleiters abhängig.

Eine M. besteht aus einem oder mehreren auswechselbaren Meßleitern, einer Spannungssonde und einer Längenmeßeinrichtung. Der Meßleiter hat einen in Wellenfortpflanzungsrichtung verlaufenden Schlitz. In diesen taucht die in Schlitzrichtung verschiebbare Spannungssonde ein. Ihre Eintauchtiefe und damit die Stärke ihrer Ankopplung an den Meßleiter ist meist variierbar. Sie enthält oft einen Meßgleichrichter und einen abstimmbaren Resonanzkreis. Mit der Sonde ist der Verschiebemechanismus sowie die Längenanzeigevorrichtung gekoppelt. Je nach Güte und Aufwand wird die Länge auf einem Lineal, auf einer Mikrometerskale oder mit optischen Hilfsmitteln angezeigt. Geringe Meßunsicherheit der M. erfordert beachtliche feinmechanische Präzision (Bild 1). Abweichend vom beschriebenen Schema werden auch M. mit feststehender Sonde, schlitzlosem Meßleiter und beweglichem Kurzschlußschieber gebaut. Ringmeßleitungen haben einen ringförmigen

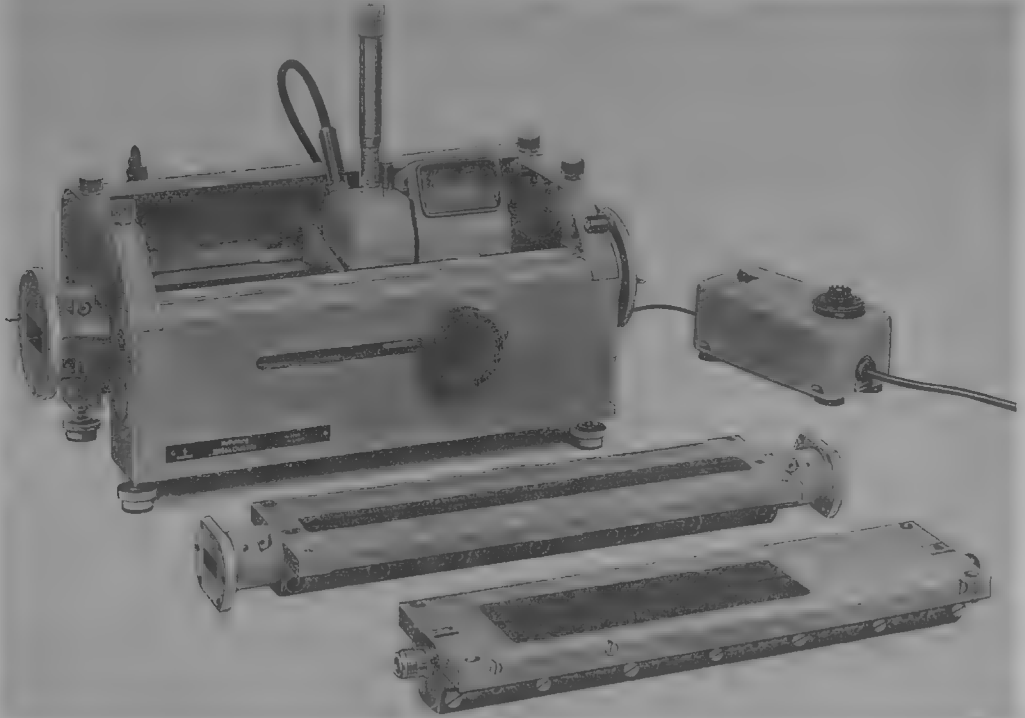
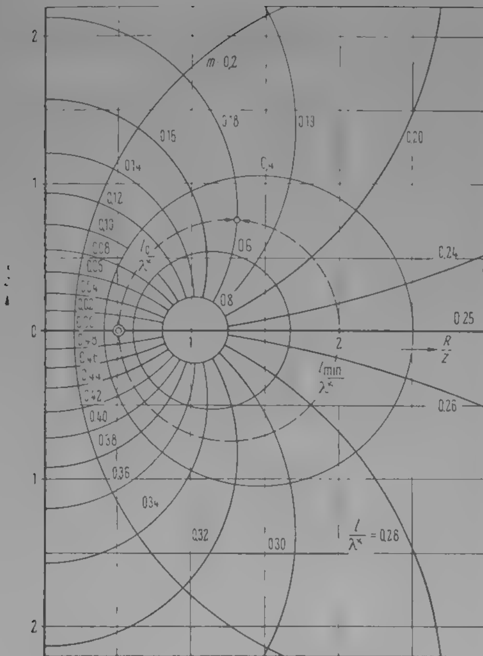


Bild 1.
Eine Meßleitung mit auswechselbaren Hohl- und Koaxialleitern, abstimmbarer Spannungssonde und optischer Anzeige der Sondenstellung.



Beispiel: Für m = 0,50 und $\frac{l_0}{\lambda^x} = 0{,}18$ *ergibt sich* $\frac{R}{Z} = 1{,}30 + j\,0{,}75$

Bild 2.
Auswertung einer Messung mit Hilfe des Leitungsdiagramms.

Meßleiter und eine motorisch angetriebene Sonde. Dies ermöglicht die Darstellung der Spannungsverteilung auf dem Bildschirm eines Oszillographen.

Ebisch

Meßleitungsverteiler. Der M. ist ein einstufiges Koppelfeld, mit dessen Hilfe die Meßplätze einer Fernleitungsstelle mit dem Prüfnetz für Leitungen verbunden werden können (→ Prüfung der Leitungen des SWFD). Der M. wird in zwei Ausführungen gefertigt, und zwar für den Anschluß von max. 10 Meßleitungen und 2 Meßplätzen oder für den Anschluß von max. 30 Meßleitungen und 6 Meßplätzen. Letzterer kann in verschiedenen Stufen ausgebaut werden. Die Meßleitungen können beliebig aufgeteilt werden in abgehende Meßleitungen, die mit I. Zugangswählern (I. ZuW) verbunden sind, und in ankommende Meßleitungen, die mit Prüfsuchwählern (PrSW) verbunden sind. Der M. enthält neben dem Koppelfeld und den dazu erforderlichen Steuerrelais ein Vermittlungsfeld, das im Meßplatz untergebracht ist und mit dessen Hilfe abgehende Meßverbindungen aufgebaut und ankommende Meßverbindungen entgegengenommen werden können.

Meßpegel. Bei Messungen, insbesondere an Übertragungssystemen, ermittelt man aus praktischen Gründen nicht die absoluten Pegelwerte, sondern stellt die längs einer Übertragungsleitung auftretenden relativen Pegelwerte, bezogen auf einen Bezugspunkt, fest. Man wählt als Bezugspunkt eine geeignete Stelle am Anfang der Übertragungsleitung, z. B. die Fernamtsklinke der Vermittlungseinrichtung bzw. die 2Dr-Seite der sendeseitigen Gabel, mit der die Übertragungsleitung abgeschlossen ist. Diesem Punkt ordnet man den relativen Pegel O dBr (bzw. O Npr) zu (Ort des relativen Pegels Null). An jeder Stelle der Übertragungsleitung läßt sich dann der vorhandene Pegel als relativer Pegel, bezogen auf den Ort des relativen Pegels Null, angeben.

Bei TF-Übertragungssystemen sind die relativen Pegel an den Vierdrahtpunkten (Z_i = 600 Ohm) wie folgt definiert:

Relativer Pegel am Vierdrahteingang, bezogen auf die 2Dr-Seite der sendeseitigen Gabel

$$-2\ \text{Npr} \mathrel{\hat{=}} -17{,}4\ \text{dBr}\,.$$

Relativer Pegel am Vierdrahtausgang, bezogen auf die 2Dr-Seite der sendeseitigen Gabel

$$+1{,}0\ \text{Npr} \mathrel{\hat{=}} +8{,}7\ \text{dBr}\,.$$

Zum Einpegeln einer TF-Linie wird ein Generator (R_i = 600 Ohm) an den Vierdrahteingang des TF-Systems angelegt. Die Meßfrequenz beträgt (in Europa) 800 Hz, in einigen Ländern 1000 Hz (z. B. in den USA). Den Ausgangspegel des Generators macht man gleich dem relativen Pegel am Vierdrahteingang (−17,4 dBm; Leistungspegel, daher dBm). Dieser Pegel wird als Meßpegel bezeichnet. Der Meßpegel ist unter dieser Voraussetzung gleich dem relativen Pegel. Er kann an jedem Punkt der TF-Leitung mit einem Pegelzeiger gemessen werden; die graphische Darstellung der Meßwerte ergibt das Pegeldiagramm (Pegelverlauf) der Leitung.

Zu beachten ist hierbei jedoch, daß der Meßpegel nur dann gleich dem relativen Pegel ist, wenn an der Meßstelle auf der Leitung Z = 600 Ohm ist. Durch Einführen eines Korrekturgliedes, das die Z-Abweichung berücksichtigt, kann jedoch auch an solchen Stellen der Übertragungsleitung, wo diese Forderung nicht erfüllt ist, der dort gemessene Pegel gleich dem Meßpegel (und damit gleich dem relativen Pegel) gesetzt werden (→ Pegel).

Literatur: W. Zaiser: Pegelangaben in der Übertragungstechnik; NTZ 1963, H. 3, S. 137 ff.

Siemens-Fachbuch »Einheiten, Grundbegriffe, Meßverfahren der Nachrichten-Übertragungstechnik«, Ausgabe 1969.

Irmer

Meßpegel bei Tonleitungen → Tonübertragungsgüte.

Meßplatz 52 ist eine ortsfeste Meßeinrichtung, die für größere Fernmeldestellen bestimmt ist und es gestattet, alle Messungen an Fernsprech- und Tonübertragungsleitungen von zentraler Stelle aus durchzuführen. Er ist in Pultform ausgeführt (s. Bild) und enthält alle für übertragungstechnische Leitungsmessungen notwendigen Geräte. Die zu messenden Leitungen werden an einen Buchsenstreifen in einem Bedienungsfeld angelegt, von dem sie schnurlos über Schalter mit den einzelnen Meßgeräten und sonstigen

Schaltungen (Abfragen, Mithören usw.) verbunden werden können. Die Meßgeräteausstattung des MPl 52 kann den meßtechnischen Aufgaben und der Bedeutung der Meßstelle entsprechend weitgehend angepaßt werden. Allen M 52 gemeinsam ist die Ausrüstung mit einem Pegelsender für 800 Hz, einem Pegelsender mit einem Frequenzbereich 30 bis 20 000 Hz, umschaltbar auf 200 bis 6000 Hz, dessen Frequenzen von Hand eingestellt oder nach einem vom CCITT festgelegten Zeitplan kontinuierlich ausgesendet (Ablaufsender) oder gewobbelt werden können, und einem Breitband-Pegelmesser (30 Hz bis 30 000 Hz). Diese Grundausstattung kann ergänzt werden durch einen Pegelschreiber, ein Pegelbildgerät, Scheinwiderstands-Meßzusätze (bis 3000 Ohm



Meßplätze 52 im Fernamt Frankfurt am Main.

bzw. 100 kOhm), durch Fernamtsmeßleitungsfelder und bei Tonübertragungsbetrieb durch eine Verzerrungsmeßeinrichtung und einen Geräuschspannungsmesser. Für den innerdienstlichen Fernsprechverkehr enthält jeder M 52 ein Dienstleitungsfeld, an das bis zu 7 Dienstleitungen angeschaltet werden können. Der Pegelschreiber dient zur frequenzabhängigen Aufzeichnung von Restdämpfungen, Pegeln, Fehlerdämpfungen, Scheinwiderständen u.a.m. Er wird von einem Steuerton des Ablaufsenders gestartet und läuft dann synchron mit dem Sender im CCITT-Zeitplan von der tiefsten Frequenz bis zur höchsten des gewählten Frequenzbereichs ab. Das Pegelbildgerät dient ebenfalls der frequenzabhänginge Darstellung von Meßergebnissen. Die Fernamtsmeßleitungsfelder werden bei der Messung von 4-Dr-Leitungen an den Klinken der Fernplätze benötigt und dienen dem Ausgleich der nicht zu vernachlässigenden Dämpfung der Meßleitungen und zur Anzeige des Schaltzustandes an den Fernamtsklinken. Soweit notwendig, kann der M 52 an die Arbeitsweise des M 62 durch Ergänzung mit den Vermittlungsfeldern I und II und entsprechenden Meßgeräten angepaßt werden (s. MPl 62) (→ Prüfplatz).

Literatur: Postleitfaden Meßtechnik, 1. Teilband 1962, R. v. Deckers Verlag G. Schenk, Hamburg-Berlin. *Wystrach*

Meßplatz 62. Der M. dient zur Messung der Restdämpfung von Fernleitungen und erfüllt dabei die Forderung nach kurzen Meßzeiten und einem schnellen Aufbau der Meßverbindungen. Die Restdämpfung kann punktweise bei festen Frequenzen ermittelt oder als geschlossener Kurvenzug über der Frequenz auf dem Bildschirm einer Elektronenstrahlröhre dargestellt werden.

Mit dem → Pegelbildgerät wird die Restdämpfung als geschlossener Kurvenzug im Wobbelbetrieb aufgezeichnet. Zur Einstellung der Sende- und Empfangspegel dienen die Dämpfungsschalter des Restdämpfungszusatzes. Wird auf der Empfangsseite die Dämpfung so eingestellt, daß die Meßkurve auf dem Bildschirm durch den Punkt 800 Hz/ONp der Schirmbildskale geht, so kann die Restdämpfung bei 800 Hz digital unmittelbar an den Empfangsstufenschaltern abgelesen werden. Durch ein auf der Schirmbildskale angebrachtes Toleranzfeld läßt sich mit einem Blick erkennen, ob die Restdämpfung innerhalb der geforderten Toleranzen liegt.

Die Restdämpfungsmeßeinrichtung dient zur Zusammenarbeit mit der APrUe und APrEL bei punktweiser Ermittlung der Restdämpfung. Sie besteht aus Sendeteil für die Frequenzen 400, 800, 2800 Hz und Breitband-Empfangsteil für 200 bis 4000 Hz. Sende- und Empfangspegel sind an Stufenschaltern von Dämpfungsleitungen einstellbar. Wird auf der Empfangsseite mit diesen Schaltern auf den Mitten-Nullpunkt der gespreizten Skale des Instrumentes eingeregelt, dann kann der Betrag der Restdämpfung digital an den Schaltern abgelesen werden. Im Bedienungsfeld werden die Meßeinrichtungen mit den Meßleitungen, d. h. den Zuführungen zu den Meßpunkten, zusammengeschaltet. Aufleuchten der Drucktasten kennzeichnet die eingestellten Schaltungen und Verbindungswege. Zum Schalten der Verbindungswege dienen hermetisch abgeschlossene Relais.

Die zu prüfenden Fernleitungen werden über die Meßleitungen mit den Meßplätzen manuell oder über vermittlungstechnische Einrichtungen verbunden. Leitungen des → Selbstwählferndienstes werden mit → Zugangswählern und → Suchwählern des automatischen Prüfnetzes zugeschaltet, die von einem automatischen → Meßleitungsverteiler (AMV) steuerbar sind. Die Bedienungselemente des AMV sind im M. eingebaut.

Sie bestehen aus Vermittlungsfeld I, Vermittlungsfeld(ern) II und einem 12teiligen Nummernschalter.

Mit ihrer Hilfe läßt sich direkt am M. der gesamte Meßweg bis zu einem zweiten M. am fernen Ende der Leitung schnell aufbauen. Über die AMV kann der M. auch mit halb- und vollautomatischen Prüfeinrichtungen für Leitungen zusammenarbeiten (APrUe, APrEL, → automatische Meß-Übertragung).

Die Meßpunkte, d. h. die Anschaltpunkte an die zu messenden Fernleitungen, befinden sich im Raum der vermittlungstechnischen Einrichtungen und sind vom M. räumlich getrennt. Die Meßleitungen vom M. zu den Meßpunkten sind unterschiedlich lang, ihre Dämpfung wird immer auf 0,5 Np ergänzt und im Meßergebnis automatisch berücksichtigt. Die FA-Meßleitungsfelder F 36 und F 57 dienen zum Anschluß des M. an handvermittelte Fernleitungen F 36 und an Leitungen der vierdrähtigen Technik F 57. Für den Sprechverkehr ist im Bedienungsfeld eine für Zwei- und Vierdraht-Leitungen schaltbare Abfrageeinrichtung enthalten. Mit einem Dienstleitungsfeld wird der M. an das Dienstleitungsnetz angeschlossen, die Verstärker-Lautsprecher-Kombination des M. ermöglicht eine akustische Überprüfung von Leitungen.

Literatur: K. Grohmann und H. J. Wieland, Ein neuer Meßplatz für übertragungstechnische Untersuchungen an Fernleitungen. Ingenieur der Deutschen Bundespost 14 (1965), H. 1 S. 23—26 — J. H. Wieland, Halbautomatisches Messen von NF-Fernleitungen. Ingenieur der Deutschen Bundespost 15 (1966), H. 6, S. 194—197.

Beck

Meßsender. Der M. enthält einen Oszillator, z. B. zur Erhöhung der Ausgangsleistung und Entkopplung einen Verstärker, Eichteiler, in der Regel einen Meßkreis mit Instrument. Er stellt die Signalquelle für Meßzwecke dar. Ein M. für die besonderen Aufgaben, die bei der Entwicklung, Prüfung und Unterhaltung von Übertragungssystemen und deren Bausteinen auftreten, ist der → Pegelsender. Der M. soll bestimmte Eigenschaften haben: Frequenz und Ausgangsamplitude müssen meistens in weitem Bereich definiert einstellbar, von äußeren Einflußgrößen weitgehend unabhängig und die Amplitude durch Regelung konstant gehalten sein. Die Klirr- und Nebenwellendämpfung soll in der Regel >40 dB bzw. >50 dB sein. Ausnahmsweise werden auch höhere Dämpfungen gefordert; bei höherer Leistung und hoher Frequenz muß man hingegen mit geringerer Klirrdämpfung rechnen. Der Frequenzbereich der M. überstreicht in der NF- und TF-Lage oft ein Intervall von fünf bis sechs Größenordnungen, z. B. 30 Hz bis 1 MHz und beim M. für Fernseheinrichtungen 10 Hz bis 10 MHz. Um hohe Frequenzstabilität in einem weiten Frequenzbereich zu erreichen, wendet man die Kombination verschiedener Prinzipien der Frequenzerzeugung an, z. B. RC- und LC-Oszillatoren. Auch werden Oszillatoren eingesetzt, die auf ein → Frequenzraster einrasten. Eine stetige Abstimmung ohne Umschaltung der Frequenzbereiche erhält man mit dem Überlagerungsprinzip des Schwebungs-Meßsenders. Im höheren Frequenzbereich sind im allgemeinen die M. modulierbar, und zwar je nach Anwendungsfall für AM-, FM- und PM-Modulation.

Man unterscheidet je nach Leistung und besonderer Aufgabe zwischen Leistungs-M., → Empfänger-M. und Prüfsender. Leistungs-M. geben etwa 1 μW bis 1 W und vereinzelt auch mehr ab und dienen in Verbindung mit einem → Meßempfänger zu Messungen an Kabeln, Verstärkern, auch vereinzelt zur Messung an ganzen Übertragungssystemen und deren Bausteinen, ferner als Stromquelle für Meßbrücken, Meßleitungen, Reflexionsfaktormessern, → Dämpfungs-Meßeinrichtungen u. dgl.

Der → Empfänger-M. ist mit seinen Eigenschaften besonders für die Entwicklung, Prüfung und den Service von Rundfunk, Fernseh-, Verkehrsfunk-Empfängern und ähnliche Aufgaben ausgelegt. Der Prüfsender dient den gleichen Aufgaben, bei geringeren Anforderungen an die Meßgenauigkeit.

Grundbausteine der M. sind die Oszillatoren. Nach deren Prinzip der Schwingungserzeugung unterscheidet man zwischen RC- und LC-M. mit konzentrierten Schwingkreisen und Halbleitern oder gittergesteuerten Röhren als aktive Elemente. Etwa oberhalb 500 MHz wendet man Leitungs- und teilweise Topf-Kreise mit gitter- oder laufzeitgesteuerten Röhren an.

RC-M. benutzen als frequenzbestimmende Elemente eine Anordnung von Widerständen und Kondensatoren in Brückenschaltung (Wien-Brücke), in RC-Ketten (z. B. 3 · 60°∢) oder in einem Parallel-T-Glied. Zur Stabilisierung der Schwingamplitude werden spannungsabhängige Widerstände eingesetzt. RC-M. bieten vorwiegend im Bereich von <1 Hz bis 1 MHz hohe Frequenzgenauigkeit, Oberwellen- und Nebenwellenfreiheit. Die Feinabstimmung erfolgt durch

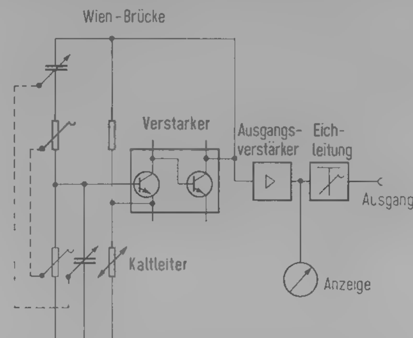


Bild 1. RC-Sender mit Wien-Brücke.

Kondensatoren, der Bereichswechsel durch Umschalten von Widerständen. Bild 1 zeigt das Prinzip eines RC-Senders mit einer Wien-Brücke.

Höhere Frequenzen mit hoher Genauigkeit liefert der LC-M., dessen Schwingkreis häufig bis in das UHF-Gebiet aus konzentrierten Kapazitäten und Induktivitäten aufgebaut wird. Im Frequenzbereich bis etwa 300 MHz erfolgt der Frequenzbereichswechsel durch Änderung der Induktivität (Spulenrad) und die Feinabstimmung mit einem Drehkondensator und vorwiegend beim Wobbelsender durch Änderung der Vorspannung eines Varaktors. Die notwendige Rückkopplungsphase wird in diesem Bereich über eine Röhre, Transistor oder einen Übertrager (Meißner

Schaltung), bei höheren Frequenzen in der Regel mit der Dreipunktschaltung (z. B. Hartley-Colpitts-Schaltung) erreicht.

Im VHF-Gebiet bis zu den höchsten Frequenzen ist das frequenzbestimmende Element der Topfkreis und vorzugsweise der Leitungskreis, entsprechend aufgebaute M. gehören im Prinzip zu den LC-M. Gittergesteuerte und laufzeitgesteuerte Röhren (Scheibenröhren, → Klystrons) werden eingesetzt. Bei Scheibenröhren wird die Frequenzabstimmung mit galvanischen oder kapazitiven Kurzschlußkolben durch Längenänderung des Abstimmraumes (Resonator) mit feinfühligem Getriebe erreicht. In der Regel ist für den Anoden- und zusätzlich für den Kathodenkreis mitlaufende Abstimmung nötig. Klystrons benötigen nur einen Resonatorraum. Parallel der Resonatorabstimmung muß der Reflektormodus durch mitlaufende (selten getrennte) Reflektorspannungsänderungen abgestimmt werden. Großen Frequenzbereich erreicht man durch verschiedene Resonatormoden und bei Anwendung des Klystrons zusätzlich durch verschiedene Reflektormoden.

Ein spezieller M. für den Mikrowellenbereich enthält als Oszillator eine Rückwärtswellenröhre, das Carcinotron. Mit dieser ist maximal nur eine Frequenzvariation (ab 500 MHz) von 1:2 möglich und das nur durch Ändern der Reflektorspannung. Dadurch ist er besonders als Wobbelsender geeignet. Ebenfalls zu den Laufzeitröhren gehört das → Magnetron, es wird auch vereinzelt als Oszillator in M. eingesetzt. Die Amplitude wird meistens auch bei M. für das höchste Frequenzgebiet durch Regelung konstant gehalten. Weitgehend wird auch Frequenz-Bereichswechsel durch Austausch von Oszillatoreinschüben erreicht. Versorgung, Modulationseinrichtung, Regelung, Meßfeld sind dann in einem Grundgerät enthalten. Die Probleme genauer und konstanter Oszillatoren mit geringer Störmodulation liegen in der hohen Güte und Stabilität der Schwingkreiselemente und der Unterdrückung von Einflußgrößen (Temperatur, Versorgung, Erschütterung, usw.).

M. mit festen Frequenzen und hoher Genauigkeit erhält man mit einem → Festfrequenzgenerator, dessen Frequenzen von einem Quarzoszillator, über einen freischwingenden, z. B. LC-Oszillator und eine Regelschaltung abgeleitet werden. M. mit festen Frequenzen werden z. B. als Pilot-Pegelsender oder Festfrequenz-Pegelsender eingesetzt. Das Rasten freischwingender Oszillatoren auf Linien eines Quarz- → Frequenzrasters wird bei M. über den ganzen Frequenzbereich der TF-Systeme und darüber hinaus bis ins Mikrowellengebiet angewendet. Beim → Pegelsender besonders dann, wenn seine Anwendung hohe Frequenzgenauigkeit erfordert.

Sehr großen Frequenzbereich über ein Intervall von $>10^3$ bei sehr hoher Genauigkeit erhält man nach dem Überlagerungsprinzip des Schwebungs-Meßsenders, dessen Oszillatoren auf Frequenzlinien eines Quarz-Frequenzrasters einschwingen. Bei der Überlagerung wird die Frequenz f_2 eines festen Oszillators G_2 mit der Frequenz f_1 eines veränderbaren Oszillators G_1 gemischt. Man erhält aus der Differenz $f_1 - f_2$ die Ausgangsfrequenz f_m. Mit Änderung von f_1 kann f_m einen weiten Bereich überstreichen. Hohe Frequenzgenauigkeit erhält man auch hier, indem die Frequenz f_2 des festen und wählbare Frequenzen f_1 des veränderbaren Oszillators G_1 auf Frequenzlinien eines Quarzfrequenzrasters geregelt werden. Die Überlappung der Frequenzschritte von G_1 kann durch einen Interpolationsoszillator G_3 mit der Frequenz f_3 erfolgen. Damit die Quarzgenauigkeit von G_2 nicht verlorengeht, kann die Interpolation nicht unmittelbar in der hohen Frequenzlage z. B. durch Änderung von G_2 geschehen. Daher erfolgt sie über einen Umweg, indem die Frequenz f_3 in tiefer Frequenzlage in einem Oszillator G_3 erzeugt wird. Durch Abmischen der Frequenz f_2 mittels einer quarzgenauen Hilfsfrequenz f_4 und Phasenvergleich mit f_3 erhält man eine Steuergröße, die ein Mitziehen des Generators G_2 durch den Interpolationsoszillator G_3 bewirkt (Bild 2).

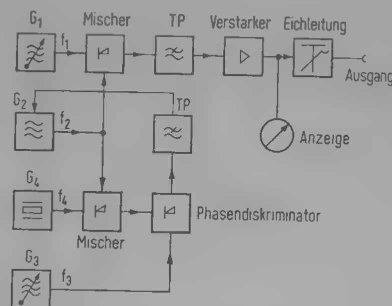


Bild 2. Schwebungs-Meßsender.

Nur mit dem Verhältnis f_3/f_4 geht dann die Unsicherheit von f_3 in die Frequenzgenauigkeit ein. Die Überlappung kann auch durch feine Stufung der Frequenz eines Rastoszillators G_3 erfolgen. Für Automaten ist ein Schwebungs-Meßsender geeignet, bei dem die Frequenz f_1 in dekadischer Stufung veränderbar ist. Dies ist beim Digital-Pegelsender (→ Pegelsender) der Fall. Hier wird durch vielstufiges Überlagern von Signalen mehrerer Frequenzen und jeweils nachfolgendes Teilen der Frequenz um 10 eine digitale einstellbare Ausgangsfrequenz erzeugt. Alle hierbei verwendeten Einzelfrequenzen werden meistens von einem Grundquarz abgeleitet.

Zum Auswählen der einzelnen Frequenzen bedarf es keines mechanischen Schalters im HF-Niveau, dies erfolgt mit elektrischen Schaltern (Dioden), die mit Gleichspannung gesteuert werden. Durch diese Technik ist ein solcher M. besonders für Meßautomaten geeignet. Die Frequenz ist über Rechner, Lochstreifen einstellbar. Der Schwebungssender eignet sich besonders als Wobbelsender, da mit der Änderung eines Oszillators über Varaktoren großer Frequenzbereich erzielt wird. (→ Wobbeln, → Dämpfungswobbelmeßplatz). Meßsender für Meßzwecke der Telegrafie müssen unverzerrte binäre Telegrafiezeichen liefern.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik (1962), S. 772 — Schönhammer, Z. Voss, Fernschreibübertragungstechnik (1966), S. 150 — O. Zinke und H. Brunswick, Hochfrequenztechnik, Hirzel-Verlag — W. Wirk und H. G. Thilo, Niederfrequenz- und Mittelfrequenztechnik, Hirzel-Verlag — M. Ebisch, Ein selektiver Mikrowellen-Wobbelmeßplatz, Frequenz 23 (1969), H. 4, S. 122—128 — E. Reiter, Leistungs-Meßsender für 6,7 bis 12,7 GHz, Neues von Rohde und Schwarz (1969) Nr. 37, S. 6 — J. Herold, Dekadischer HF-Meßsender, Neues von Rohde und Schwarz 8 (1968), Nr. 29, S. 5—12 — G. Meyer-Marc, H. E. Ramundt, R. Bruckner, AM-FM-Meßsender für 0,4 ... 490 MHz, Neues von Rohde und Schwarz 8 (1968), Nr. 33, S. 9—13 — H. G. Vogelsang und S. Wagner, Empfänger 10 kHz bis 30 MHz, Neues von Rohde und Schwarz (1969), S. 23—28 — H. Kalusche, Meßverstärker, ATM Z 631—7, März 64. *Kühnemann*

Meßtext. Ein international vereinbarter Text (CCITT-Empfehlung R. 51) für die Messung der Telegrafieverzerrung. Der M. besteht aus folgenden Zeichen des internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2: Buchstabenumschaltung, S, Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, Q, Ziffernumschaltung, Zwischenraum, 9.

Meßübertrager. Der M. dient der Anpassung zwischen Meßobjekt und Meßsender oder Empfänger und deren statischer Trennung. Daneben hat er folgende zwei Aufgaben:

1. Als Stromquellenübertrager soll er eine erdunsymmetrische Spannung bei kleiner Betriebsdämpfung über ein breites Frequenzband verzerrungsarm in eine erdsymmetrische Spannung umformen.
2. Als Empfangsübertrager soll er nur die am Meßobjekt liegende, z. B. sehr kleine symmetrische Meßspannung übertragen, dabei aber nicht auf eine u. U. große Gleichtaktspannung gegen Erde ansprechen.

Dies wird erreicht durch kleinen Streukoeffizienten, durch mechanisch-symmetrischen Aufbau sowie durch Schirmung der Wicklungen und Symmetrieabgleich. Mit steigender Frequenz nimmt in der Regel die symmetrierende Wirkung ab, da die störenden Streuwiderstände und -leitwerte zunehmen und unsymmetrische Schirmströme Einfluß ausüben.

Meßübertragung, automatische → automatische Meß-Übertragung.

Meßverzerrer. Ein Gerät, das Telegrafierzeichen mit beliebiger Verzerrung aufnimmt und mit einer definierten, einstellbaren Verzerrung (vor- oder nacheilend) weitersendet.

Meßwertsammelgerät. Gerät, das die von Erlangmetern ausgehenden Meßwertimpulse sammelt, d. h. zählt und ihre Zahl viertelstündlich auf einem Blattschreiber oder einem Lochstreifenstanzer ausgibt. Der Lochstreifen kann mit einer Datenverarbeitungsanlage ausgewertet werden. An das M. können bis zu 12 Erlangmeter angeschlossen werden. Es ist auch für eine Fernübertragung der Meßwerte geeignet. Das Gerät ist unter der Bezeichnung MSDL 12 bekannt (Messen, Sammeln, Drucken, Lochen, 12 fach).

Meßwertübertragung. Übertragung, die im Zeitmultiplex-Verfahren die Meßwertimpulse von 12 Erlangmetern zu einem → Meßwertsammelgerät an einer zentralen Stelle überträgt. Ein Übertragungszyklus für 12 Meßwert- und 12 dazwischengeschobene Synchronisierimpulse dauert 3 Sekunden. Die Übertragung geschieht wahlweise mit Gleichstrom, 450-Hz- oder 16-kHz-Wechselstrom.

Meßwertverarbeitungsanlage an Bord von Schiffen → Automation an Bord von Schiffen.

Metallaufdampfen. Vakuumaufdampfverfahren. Abscheiden der im Vakuum aufgedampften Überzugsmetalle als zusammenhängende Schicht auf der Oberfläche des kälteren Gegenstandes durch Kondensation.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Metallband oder Metallfolie dient u. a. zur Bewicklung der Verseilelemente oder des ganzen Verseilaufbaues eines Kabels gegen elektrostatische Fremdinduzierung.

metallbewehrte Oxidkathode → Oxidschichtkathode.

Metalle. Zu den M. rechnet man alle festen Elemente, die durch eigenartigen Metallglanz, (bedingt durch starke Lichtreflektion, diese verursacht auch Undurchsichtigkeit) hohe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität, sowie durch eine Neigung zur Bildung positiver Ionen ausgezeichnet sind. Bei hoher Temperatur geben die M. Elektronen ab; Oxide und Hydroxide der M. haben meist basischen Charakter. Die M. sind zumeist aus mikroskopischen Kristalliten aufgebaut.

Elastizität und Wärmegrößen der wichtigsten Metalle.

Werkstoff	Dichte $kg \cdot dm^{-3}$	Elastizität			Wärme			
		Elastizitätsmodul $10^3 \cdot kp \cdot cm^{-2}$	Zugfestigkeit $kp \cdot cm^{-2}$	Zugfestigkeit der Drähte $kp \cdot cm^{-2}$	Linearer Ausdehnungskoeff. $\alpha \cdot 10^6$	Schmelzpunkt °C	Spez-Wärme $\frac{cal}{gr \cdot grad}$	Wärmeleitfähigkeit $\frac{cal}{cm \cdot sec \cdot grad}$
Aluminium	2,70	675	700—2500	1540—1970	23,8	660	0,22	0,53
Blei	11,35	160	110—180	170—220	28,3	327	0,031	0,083
Bronze	8,7	1000—1250	3000—7000	5000—7000	18		0,093	0,14
Eisen, rein	7,87	2155	3000—5000	5600—7000	11,7	1539	0,110	0,18
Konstantan	8,9	1480	4000—8000		15,2	1250	0,098	0,05
Kupfer	8,96	1250	2000—4500	4000—4500	16,2	1083	0,092	0,94
Manganin	8,4	1264	5000—5500		18,1	960	0,097	0,05
Messing	8,5	900	3000—6500	5000—6000	19	900	0,093	0,26
Nickel	8,90	1970	3000—8000		13,3	1455	0,105	0 22
Platin	21,45	1732	1800—3700		8,9	1774	0,032	0,17
Quecksilber	13,55				182	−38,9	0,033	0,02
Silber	10,49	816	1300—4000		19,7	960	0,056	1,00
Wolfram	19,3	4153	3500—15000		4,5	3410	0,032	0,48
Zink	7,14	940	200—1900	1900	29,8	419	0,091	0,27

Metalle und Legierungen — spezifischer Widerstand, Temperaturkoeffizient und Dichte der wichtigsten, bezogen auf 20° C.

Werkstoff	Spez. Widerstand $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$	Temperaturkoeffizient des elektr. Widerstandes $10^3 \cdot \alpha$	Dichte $kg \cdot dm^{-3}$
Aluminium, gewalzt	0,02874	4,0	2,7
Aluminiumbronze (5% Al)	0,1	1,4	8,3
Blei, gepreßt	0,21	4,22	11,35
Eisen, rein	0,096	6,57	7,87
Gold	0,024	4,1	19,3
Graphit	6—11	−1,3	2,23
Konstantan	0,49	0,04	8,9
Kupfer, rein	0,0175	4,31	8,96
Manganin	0,43	0,003	8.4
Nickel	0,095	6,75	8,90
Nickelin	0,40	0,22	8,7
Platin	0,108	3,92	21,45
Quecksilber	0,958	1	13,55
Rheotan	0,50	0,23	8,55
Silber, weich	0,0163	4,1	10,47
Silber, hart	0,0163	4,1	10,53
Tantal	0,155	3,47	16,6
Wismut	1,3	4,45	9,80
Wolfram	0,056	4,82	19,3
Zink	0,0595	4,20	7,14
Zinn	0,11—0,14	4,63	7,30

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Metallfilm-Kathode → Metallkathode.

Metall-Halbleiterkontakte. Für die Strom-Spannungskennlinie eines Kontaktes zwischen einem Metall und einem Halbleiter (HL) gilt unabhängig von dem Modell des M. in den meisten Fällen

$$J = J_0 \,(e^{eU/nkT} - 1)$$

(e = Elementarladung, k = Boltzmann-Faktor, T = abs. Temp.).

Der Faktor n ist sehr häufig gleich Eins zu setzen. Der Sättigungsstrom J_0 hängt von den speziellen Gegebenheiten an der Grenzfläche Metall-Halbleiter ab. In Anlehnung an die Emission von Elektronen aus Metallen ins Vakuum kann der Sättigungsstrom auch geschrieben werden als:

$$J_0 = A^+ T^2 e^{-e\Phi_{MH}/kT}$$

(Φ_{MH} = Potentialschwelle des M., A^+ = effektive Richardson-Konstante).

Entstehung der Potentialschwelle Φ_{MH}: Bringt man ein Metall und einen Halbleiter nahe aneinander, so entsteht zwischen beiden ein elektrisches Feld infolge der Differenz der Austrittsarbeiten. Dieses Feld führt zu elektrischen Ladungen auf beiden Kontaktflächen. Im Halbleiter bestehen diese Ladungen 1. aus ionisierten positiv geladenen Störstellen, die eine Raumladungszone (auch Randschicht oder Verarmungszone genannt) bilden, 2. aus positiven Oberflächenladungen, die in Oberflächenzuständen haften. Die Abweichungen von der im Halbleiterinneren herrschenden Ladungsneutralität an der Oberfläche lassen sich anschaulich auch so erklären: Die Konzentration der Ladungsträger (Elektronen) in der Nähe der HL-Oberfläche wird durch die Zahl der Elektronen bestimmt, die pro Zeit- und Flächeneinheit den HL verlassen und durch die Zahl der Elektronen, die vom Metall her in den HL eindringen. Ist die Zahl der den HL verlassenden Elektronen größer als die der vom Metall her eintretenden, so entsteht eine an Elektronen verarmte Randschicht, die wegen der positiven Ladung der ionisierten Donatoren eine positive Raumladung trägt. Da der Abstand der Leitungsbandkante von der Fermikante (→ Bändermodell) ein Maß für die Elektronenkonzentration ist und diese zur Oberfläche hin abnimmt, wölben sich die Bandkanten um einen Betrag Φ_{MH} auf. (Im thermischen Gleichgewicht verläuft die Fermikante horizontal.)

Je nachdem, ob Oberflächenladungen eine Rolle spielen oder nicht, unterscheidet man zwei Typen von Potentialschwellen: 1) Bei Annäherung des Metalls an den Halbleiter verschiebt sich der Potentialabfall mehr und mehr in den Halbleiter hinein (Raumladungszone). Im Endzustand liegt der ganze Potentialabfall ($= \Phi_{MH}$) im Halbleiter. In diesem Fall sollte Φ_{MH} durch die Austrittsarbeit des Metalles gegeben sein. Dieser Fall trifft für ZnS, CdS (→ Halbleiterverbindungen) zu. 2) Sind sehr viele Oberflächenzustände vorhanden, so können die mit der Feldänderung verbundenen Ladungsänderungen in der Oberfläche durch Umbesetzung der Oberflächenzustände erfolgen. Das Halbleiterinnere ist im Gegensatz zu 1) nahezu abgeschirmt. Je höher die Zahl der Oberflächenzustände ist, desto geringer ist die mögliche Verschiebung der Fermikante durch die Austrittsarbeit des Metalles, desto geringer also dessen Einfluß auf $\Phi_{MH} \cdot \Phi_{MH}$ wird ganz durch die Aufbäumung der Bandkanten an der HL-Oberfläche bestimmt. Dieser Fall trifft für → Germanium, → Silizium und Galliumarsenid zu.

Stromtransport durch Potentialschwellen: Ist eine Potentialschwelle Φ_{MH} aus einem der oben angeführten Gründe vorhanden, so sind zwei charakteristische Fälle des Ladungsträgertransportes über diese Potentialschwelle hinweg möglich:

1. Diodentheorie (mfW > l_R)

Hier wird angenommen, daß die mittlere freie Weglänge (mfW) der Ladungsträger zwischen zwei Zusammenstößen mit Gitterbausteinen groß gegen die Dicke l_R der Randschicht ist, d. h. die Ladungsträger durchqueren die Randschicht ohne Stoß. Im Halbleiter ist der auf die Potentialschwelle hin gerichtete Teilchenstrom s:

$$\overleftarrow{s} = \frac{1}{\sqrt{6\pi}}\, n_H \, v_{th}; \qquad (1)$$

$v_{th} = \sqrt{\frac{3\,kT}{m^+}}$ = thermische Geschw. der Ladungsträger,

n_H = Ladungsträgerkonzentration im Halbleiterinneren

m^+ = effektive Masse der Ladungsträger

Von diesem Teilchenstrom überwindet nur der Bruchteil

$$\exp\left\{-(e\,\Phi_{MH} \pm e\,V)/k\,T\right\}$$

die Potentialschwelle, der Rest muß umkehren, da er nicht genügend Energie zum Überwinden der Schwelle besitzt. Vom Metall fließt ein Teilchenstrom

$$\vec{s} = \frac{1}{\sqrt{6\pi}} \cdot n_R v_{th},$$

n_R = Ladungsträgerkonzentration am M. in den Halbleiter hinein. Der Nettoteilchenstrom am M. ist

$$\overleftarrow{s} - \vec{s} = \frac{1}{\sqrt{6\pi}} \cdot v_{th} n_H \left(e^{-e\Phi_{MH} + eV/kT} - n_R\right), \quad (2)$$

Mit $n_R = n_H e^{-e\Phi/kT}$ erhält man:

$$\overleftarrow{s} - \vec{s} = \frac{1}{\sqrt{6\pi}} n_R v_{th} \left(e^{+eV/kT} - 1\right) \quad (3)$$

und $$i_{Du} = e(\overleftarrow{s} - \vec{s}) = \frac{e n_R v_{th}}{\sqrt{6\pi}} \left(e^{eV/kT} - 1\right), \quad (4)$$

$$i_{Sp} = e(\vec{s} - \overleftarrow{s}) = \frac{e n_R v_{th}}{\sqrt{6\pi}} \left(1 - e^{eV/kT}\right). \quad (5)$$

(Du = Durchlaßrichtung, Sp = Sperrichtung)

Der Vorfaktor

$$e n_H v_{th}/\sqrt{6\pi} = A^+ T^2 \quad (6)$$

enthält die effektive Richardson-Konstante A^+, die aus der theoretischen Richardson-Konstanten $A = 120\ A/\mathrm{cm}^2\ {}^\circ\mathrm{K}^2$ für die Emission eines Elektrons aus einem Metall ins Vakuum durch Einsetzen der effektiven Elektronenmasse m^+ anstatt der freien Elektronenmasse m hervorgeht $\left(A^+ = A\,\frac{m^+}{m}\right)$.

2. Diffusionstheorie (mfW $< l_R$)

Ist die Randschichtdicke l_R groß gegen die mittlere freie Weglänge der Ladungsträger, so gelangen die Ladungsträger durch Diffusion vom Halbleiterinneren zum Kontakt. Da bei sperrenden Kontakten (Verarmungsrandschicht!) die Randschichtkonzentration n_R der Ladungsträger geringer als die Ladungsträgerkonzentration n_H im Inneren des Halbleiters ist, entsteht ein Konzentrationsgefälle n' vom Inneren zur Randschicht hin. Dieses Gefälle bewirkt einen Diffusionsstrom

$$\overleftarrow{s}(x) = D_n \boldsymbol{n}'(x) = \frac{\mu k T}{e} \boldsymbol{n}'(x). \quad (7)$$

D_n = Diffusionskonstante der Elektronen,
μ = Beweglichkeit der Ladungsträger.

Infolge der Raumladung in der Randschicht ist ein Potentialgefälle $\boldsymbol{V}'$ vorhanden, das einen ins Halbleiterinnere gerichteten Teilchenstrom

$$\vec{s}(x) = \mu n(x) \boldsymbol{V}'(x) \quad (8)$$

bewirkt. Der Durchlaßstrom ist dann:

$$\boldsymbol{i}_{DU} = e(\overleftarrow{s} - \vec{s}) = \mu k T \boldsymbol{n}'(x) - e \mu n(x) \boldsymbol{V}'(x) \quad (9)$$

und der Sperrstrom

$$\boldsymbol{i}_{Sp} - e(\vec{s} - \overleftarrow{s}) = e \mu n(x) \boldsymbol{V}'(x) - \mu k T \boldsymbol{n}'(x). \quad (10)$$

Nimmt man an, daß das Potential V linear abfällt, also $\boldsymbol{V}'(x) = \mathrm{const} = \boldsymbol{E}_R$, $\boldsymbol{E}_R$ eine konstante Randschichtfeldstärke, so erhält man:

$$\boldsymbol{i}_{Du} = e \mu n_R \boldsymbol{E}_R \left(e^{eV/kT} - 1\right), \quad (11)$$

$$\boldsymbol{i}_{Sp} = e \mu n_R \boldsymbol{E}_R \left(1 - e^{-eV/kT}\right). \quad (12)$$

Das Produkt $\mu \boldsymbol{E}_R = \boldsymbol{v}_d$ hat die Dimension einer Geschwindigkeit. In Analogie zu Gl. (4) und (5) kann man Gl. (9) und (10) dann schreiben:

$$\boldsymbol{i}_{Du} = e n_R \boldsymbol{v}_d \left(e^{eV/kT} - 1\right). \quad (13)$$

$$\boldsymbol{i}_{Sd} = e n_R \boldsymbol{v}_d \left(1 - e^{eV/kT}\right). \quad (14)$$

Im Falle der Diodentheorie ist der Vorfaktor $e n_R \boldsymbol{v}/\sqrt{6\pi}$ von der Randschichtfeldstärke unabhängig, d. h. konstant. In der Diffusionstheorie hängt der Vorfaktor $e n_R \boldsymbol{v}_d$ über die Randschichtfeldstärke $\boldsymbol{E}_R$ von der angelegten Spannung V ab. Der Sperrstrom wird damit spannungsabhängig. Ein M., der die unter 2. erwähnten Bedingungen erfüllt, bildet eine Schottky-Diode.

3. Verallgemeinerung der Fälle 1. und 2.

Diodentheorie und Diffusionstheorie können zu einer Theorie vereinigt werden. Diese liefert für den Vorfaktor:

$$\frac{e n_R \boldsymbol{v}_{th}}{1 + v_{th}/v_d} = A^{++} T^2, \quad (15)$$

$$A^{++} = \frac{A^+}{1 + v_{th}/v_d} = \frac{A\,\frac{m^+}{m}}{1 + v_{th}/v_d}. \quad (16)$$

Die Spannungsabhängigkeit des Stromes ist für die Fälle 1.—3. die gleiche: In Vorwärtsrichtung (Gl. (4) und (13)) hat man für Spannungen $U \ll kT/e$ ($kT/e = 0{,}026$ V für $T = 300°$ K) eine ohmsche Gerade. Entwickelt man die Klammer in Gl. (4) in eine Reihe und vernachlässigt alle Potenzen von eV/kT, so erhält man:

$$\boldsymbol{i}_{Du} = A^+ T^2 \frac{eV}{kT} = \mathrm{const} \cdot V,$$

Strom und Spannung sind einander proportional, man findet eine ohmsche Gerade (Bild). Für Spannungen $V \gg kT/e$, also $e^{eV/kT} \gg 1$ erhält man:

$$\boldsymbol{i}_{Du} = A^+ T^2 e^{eV/kT},$$

d. h. einen exponentiellen Anstieg des Stromes mit der Spannung. Trägt man ln (i_{Du}) über V auf, so findet man eine Gerade mit der Steigung e/kT. Der Schnitt der Geraden eV/kT mit der Ordinaten liefert den Wert A^+T^2. Der Vorfaktor enthält in den Fällen 1.—3. die Potentialschwelle Φ_{MH}. Es ist nämlich

$$n_R = n_H \exp(-e\Phi_{MH}/kT).$$

Trägt man ln (i_{Du}/T^2) über $1/T$ bei Spannungen $V \ll kT/e$, d. h. $(e^{eV/kT} - 1) \approx \mathrm{const}$, so ergibt sich eine Gerade mit der Steigung ($-\Phi_{MH}$).

In Rückwärtsrichtung (Sperrichtung) wird für $-V \gg k\,T/e$ der Exponentialfaktor gegenüber 1 vernachlässigbar. Im Fall 1. wird der Sperrstrom spannungsunabhängig, im Fall 2. hängt i_{Sp} von der Spannung ab. Bei hohen Sperrspannungen treten → Durchbrucheffekte ähnlich denen in pn-Übergängen auf.

Literatur: Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1965 — Crowell und Sze, Sol. State Electr. 9 (1966) 1035.
Heime

Metallisierungslot zum Vorbereiten des Aluminiummantels der Aluminium-Kabel für die Verzinnung zur Verlötung der Spleißstelle → Kabelmontage unter 8.

Metallkathode. Reine M. besitzen keine Bedeckung mit anderen Stoffen. Das Ausgangsmaterial muß sehr rein sein und erfordert außerdem noch eine Nachbehandlung. Außer Wolfram wird in geringerem Umfang auch Tantal verwendet. Der Hauptnachteil der reinen M. ist die relativ große Heizleistung (→ Glühkathode) unter sonst gleichen Bedingungen, weil die Betriebstemperaturen relativ hoch sind (W: 2300°K, Ta: 2100°K). Wegen der einsetzenden Verdampfung darf die Temperatur nicht die für hohe Emissionsstromdichten erforderlichen Werte haben. Von den reinen M. sind die Metallfilm-Kathoden zu unterscheiden, bei denen ein adsorbierter Film einer Emissionssubstanz auf der Oberfläche eines Grundmetalls vorhanden ist, durch den die Austrittsspannung (→ Austrittspotentialminimum) des Grundmetalls verringert wird. Derartige Metallfilme haben nur eine sehr geringe Lebensdauer, so daß Metallfilm-Kathoden technisch nur sinnvoll sind, wenn sie mit Nachlieferung arbeiten, durch die der Verlust an Emissionssubstanz laufend während des Betriebes ergänzt wird. Man unterscheidet hierbei zwischen → Vorratskathoden und aktivierten M. Bei den aktivierten M. ist die Emissionssubstanz dem Grundmetall als Beimengung zugefügt, so daß bei der mechanischen Zerlegung der Kathode nicht unmittelbar ein Vorrat zu erkennen ist. Aus der Beimengung diffundiert die Emissionssubstanz vornehmlich längs der Korngrenzen beim Aktivierungsprozeß und während des Betriebes an die Oberfläche. Die bekannteste aktivierte M. ist die thorierte Wolframkathode. Ihre Betriebstemperatur beträgt nur etwa 1900°K und die dabei erreichte Stromdichte ca. 1 A/cm². Durch Karburierung (Bildung von Wolframkarbid) der Kathodenoberfläche gelingt es hierbei, die Thoriumverdampfung in zulässigen Grenzen zu halten.

Literatur: Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XXI, Elektronenemission und Gasentladungen I, Springer, Berlin 1956 — Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.
Schnitger

Metallspritzen. Auftragen von metallischen Überzügen, wobei das Metall in Spritzpistolen geschmolzen und durch Druckluft zerstäubt und auf die zu überziehenden Gegenstände gespritzt wird. Das Metall kann den Spritzpistolen als Draht (Drahtspritzverfahren) oder als Pulver (Pulverspritzverfahren) zugeführt werden.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Metallüberzüge werden hergestellt durch Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand, durch Beschichten aus dem flüssigen Zustand, durch Beschichten aus dem ionisierten Zustand, durch Elektrolyse, durch Einbringen von Stoffteilchen in das Grundmetall und durch Plattieren.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Meteorstoßausbreitung. Beim Eintritt in die Erdatmosphäre verdampfen die Meteore. Die Meteor- und Luftmoleküle werden durch Kollisionen angeregt und ionisiert. Die Länge und der Höhenbereich der so entstehenden ionisierten Streifen hängen von der ursprünglichen Masse und Geschwindigkeit des Meteors, seiner Einfallsrichtung und den atmosphärischen Verhältnissen ab. Die Höhe der maximalen Ionisation liegt zwischen 50 und 130 km, eine typische Bahnlänge ist 25 km. Radiowellen werden am Meteorstreifen gestreut; jedes freie Elektron trägt dazu mit dem Streuquerschnitt $\sigma_e = 4\pi r_e^2 \sin^2\gamma \approx \sin^2\gamma \times 10^{-28}$ m² bei (r_e = klassischer Elektronenradius, γ = Winkel zwischen dem elektrischen Vektor der einfallenden Wellen und dem gestreuten Strahl). Die Gesamtstreuung bewirkt fast ausschließlich der in der ersten Fresnelzone liegende Teil des Streifens, die äquivalente Streufläche beträgt $\sigma_e q^2 f^2$ (q = Elektronen-Liniendichte, f = halbe Länge der ersten Fresnelzone). Für die Meteorstoßausbreitung sind Elektronen-Liniendichten von 10^9 bis 10^{16} Elektronen/m und Längen der ersten Fresnelzone von einigen km bedeutsam. Bei einer Funkverbindung zwischen zwei Stationen wirkt der Meteorstreifen als Reflektor, Voraussetzung ist aber, daß er in einer Tangentialebene an einem Ellipsoid liegt, das als Brennpunkte diese beiden Stationen hat. Bei der Sendeleistung W_s wird in der Empfangsstation die Leistung

$$W_E = \frac{W_s\, G_s\, G_E \cdot \lambda^2}{64\,\pi^3 \cdot R_1 \cdot R_2} \cdot \sigma_e \cdot q^2 \cdot f^2$$

empfangen, dabei ist λ die Wellenlänge, G_s und G_E sind die Antennengewinne der Sende- bzw. Empfangsstation, R_1 und R_2 die Entfernungen von der Sende- bzw. Empfangsstation zum Reflexionspunkt. Die Echointensität fällt ab, wenn der Meteorstreifen so weit auseinander diffundiert ist, daß die Wellen nicht mehr gleichphasig zurückgestreut werden und sich daher gegenseitig durch Interferenz auslöschen. Die Echodauer beträgt:

$$T = \frac{\lambda^2 \cdot \sec^2 \Phi}{16\,\pi^2 D}.$$

D ist die höhenabhängige Diffusionskonstante, $2\,\Phi$ der Winkel zwischen dem einfallenden und gestreuten Strahl. T liegt zumeist im Bereich von 0,1 bis einigen Sekunden. Bei größeren Liniendichten (etwa $> 10^{14}$ Elektronen/m) darf die Wechselwirkung zwischen den streuenden Elektronen nicht mehr vernachlässigt werden; dann gelten andere Formeln für die Echointensität und -dauer.

Mit Hilfe der Meteorstoßausbreitung können Nachrichten übertragen werden. Am stärksten verbreitet

ist das Janet-System: Zwei Stationen enthalten je einen Sender und Empfänger für benachbarte Frequenzen; einer der Sender strahlt kontinuierlich, dadurch wird eine über einen Meteorstreifen ermöglichte Funkverbindung zwischen den beiden Stationen sofort angezeigt, und in beiden Richtungen können auf Magnetband gespeicherte Informationen übertragen werden. Durch diese häufigen kurzzeitigen Verbindungen werden bei wenigen kW Sendeleistung im Tagesdurchschnitt 60 Wörter pro Minute in beiden Richtungen übertragen. Die Übertragungskapazität hängt stark von den Systemparametern ab, sie wächst an mit dem Gewinn der Sende- und Empfangsantenne und der Wellenlänge. Die Frequenzen liegen meistens im Band von 40 bis 50 MHz, durch Ausweichen auf höhere Frequenzen kann die ohnehin geringe Störanfälligkeit reduziert werden. Um eine maximale Übertragungszeit zu erreichen, müssen die Antennendiagramme sich auf halbem Wege zwischen beiden Stationen in Gebieten überlappen, die gegenüber der direkten Verbindungslinie nach beiden Seiten symmetrisch versetzt sind. Die genaue Lage dieser »hot spots« ändert sich mit der Tageszeit und hängt von der Radiantenverteilung der Meteore ab. Ebenso wie die Meteoraktivität weist die Übertragungskapazität einen charakteristischen Tages- und Jahresgang auf.

Literatur: D. W. R. McKinley, »Meteor Science and Engineering«, McGraw-Hill, New York, Toronto, London, 1961. *Jacobs*

Meyer, Ulfilas, geb. 19. 3. 1885 in Berlin, gest. 17. 4. 1950 in Köln-Mülheim. Professor, Dr. Promotion 1909, anschließend Assistent an der TH in Dresden und wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Physikalisch-Techn. Reichsanstalt in Berlin; 1913 Eintritt in das Telegrafenversuchsamt des Reichspostamtes (zuletzt Postrat). 1925 Übertritt zur Firma Felten und Guilleaume Carlswerk AG (seit 1. 1. 1940 im Vorstand der Gesellschaft). Ruhestand 1948. Mai 1949 vertretungsweise Wahrnehmung des Lehrstuhls für elektrische Nachrichtentechnik an der TH Aachen. Bedeutender Wissenschaftler und Ingenieur der deutschen Fernmeldetechnik mit einer Reihe wertvoller Veröffentlichungen über theoretische und experimentelle Untersuchungen an Isolierstoffen und an magnetischen Materialien für die Fernmeldetechnik, insbesondere an Krarupmaterialien, über Leitungstheorie sowie über Meßtechnik und Meßapparate. Ehrungen: Gauß-Weber-Gedenkmünze.

Literatur: FTZ 1950, H. 7, S. 255.

m-Faktor oder Versteilerungsfaktor → Vierpoltheorie 3.4.

MFC-Wahl → Internationale Zeichengabesysteme.

M-Gebiet → Sonnenaktivität.

Mika → Glimmer.

Mikroelektronik → Mikroschaltungstechnik.

Mikrofarad ist der millionste Teil der SI-Einheit Farad (Kurzzeichen F der Kapazität) 1 Mikrofarad: $1\ \mu F = 10^{-6}$ F.

Mikrofilm für Fernsprechauskunftszwecke. Nach Einführung des Schuppenkarteiverfahrens wurden die Fernsprechauskunftsstellen (FeAkSt) nach und nach mit → Mikrolesegeräten ausgestattet. Während früher bei den FeAkSt für den Fernbereich nach amtlichen Fernsprechbüchern (AFeB) und für den eigenen Auskunftsbereich nach einer besonderen, täglich zu berichtigenden Kartei Auskünfte über Rufnummern von Fernsprechteilnehmern erteilt wurden, benutzt man heute Mikrokarten (MK) für die Erteilung von Auskünften über Teilnehmereinträge. Damit sind nicht nur die schweren in Drehständern hängenden Karteien und die teilweise dicken, unhandlichen AFeB weggefallen, sondern auch die Sucharbeit ist erleichtert worden. Neben der Arbeitserleichterung und einer viel größeren Aktualität für die Unterlagen des Fernbereichs konnte auch eine erhebliche Einsparung an benötigtem Raum erreicht werden, weil die Ablagen für die AFeB und die umfangreichen Drehständer durch Tische ersetzt wurden, in denen ein → Mikrolesegerät und ein kleiner Karteikasten für MK eingesetzt sind. Der tägliche Berichtigungsdienst ging von den FeAkSt auf die → Fernsprechbuch-Verlagsstellen (Bv) über. Bei jeder der 28 Bv werden die täglich eingehenden Neueinträge, Aufhebungen und Änderungen sofort in die → Schuppenkartei eingearbeitet. Mindestens einmal wöchentlich wird die gesamte Schuppenkartei mikrogefilmt. Man nimmt 136 einzelne Planetten mit Hilfe einer Reihenbildkamera auf einen Planfilm in der Größe 18 × 24 cm, der ein genaues Schnittmaß nach DIN 4515 von 17,8 × 23,8 cm hat, auf. Bei jeder Aufnahme wird immer nur eine Fläche von 12,5 × 20,5 mm belichtet. Der Vorschub der Filmkassette folgt automatisch nach jeder Belichtung. Nach 17 Aufnahmen läuft die Filmkassette zum vorderen Anschlag zurück, gleichzeitig wird der Kassettenschlitten um eine Bildhöhe (20,5 mm) seitwärts geschoben, so daß die 18. Aufnahme unter der ersten steht. Auf diese Weise werden die 136 Einzelbilder auf einem Planfilm in 8 Bildreihen zu je 17 Aufnahmen untergebracht. Die Kamera ist mit einem Weitwinkelobjektiv 1:4/28 mm ausgestattet. Als Lichtquelle dient ein mit dem Verschluß gekoppeltes Elektronenblitzgerät mit einer ringförmigen Blitzröhre, die um das Objektiv herum verläuft. Für den Handbetrieb wird die Reihenbildkamera mit einem Untergestell geliefert, das eine Schublade mit Anschlägen für die einzulegende Planette (Pl) hat. Der Einsatz eines automatisch arbeitenden Pl-Zuführungsgerätes erleichtert und beschleunigt die Aufnahmearbeit. In Verbindung mit der Reihenbildkamera wird die Kombination als Fotoautomat bezeichnet. Jeweils 68 Pl stehen senkrecht in einem Spezialbehälter. Seitliche Führungsschienen geben jeder Pl Halt und sorgen für den genauen Abstand zwischen den Pl, so daß ein störungsfreier Durchlauf sichergestellt ist. Im Fotoautomat werden die Pl rechts und links oben von einem Greifer erfaßt und aus dem Behälter vor die Kamera gezogen. Nach der Aufnahme gleitet die Pl in den Behälter zurück, der Greifer löst sich, und der Pl-Behälter wird durch ein Zahnrad, das in eine am Behälter angebrachte Zahnstange eingreift, bis

zur nächsten Pl vorgeschoben. Nach 68 Aufnahmen schaltet der Fotoautomat ab. Nach dem Durchlauf von zwei zusammengehörenden Pl-Behältern wird der Film gewechselt. Die letzte Pl im zweiten Wagen enthält das Inhaltsverzeichnis, das sog. Leitbild, für die auf einem Film aufgenommenen restlichen 135 Pl.

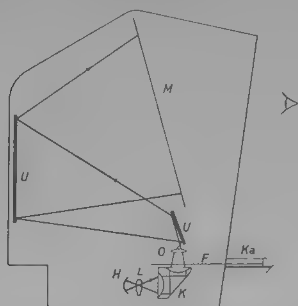
Zur Unterscheidung der einzelnen MK erhält jedes Filmblatt eine Nummer, die sich aus der Nr. des AFeB und einer von der Stückzahl des gesamten Filmsatzes abhängigen laufenden Nr. ergibt und (auch auf der Mikroaufnahme) mit bloßem Auge zu lesen ist. Als weiteres Ordnungsmerkmal sind der Name und die Fernsprechrufnummer der zuständigen Bv, die Anzahl der zu einem kompletten Satz gehörenden MK und das Datum des Aufnahmetages unter der Nr. des Filmblattes angegeben. Die Angaben über den Inhalt einer Pl bestehen aus den abgekürzten Suchwörtern des ersten und des letzten Eintrages sowie der Koordinatenwerte, z. B. C 6, R 8, die im → Mikrolesegerät eingestellt werden müssen, damit das gesuchte Bild in den Strahlengang gelangt. Die Inhaltsangaben im Leitbild sind so aufgeteilt, daß jeweils die zu einem Ortsnetz (ON) gehörenden Pl in einer Gruppe zusammengefaßt werden. Der Name des ON steht in 7 mm großen Versalien über der zugehörigen Gruppe. Damit die Einträge eines gesuchten ON möglichst schnell gefunden werden können, ist auf der ersten MK jedes MK-Satzes in der vorletzten Aufnahme (Q 1) ein Verzeichnis der auf den einzelnen MK enthaltenen ON. Für die Aufnahmen von der Schuppenkartei eignen sich Bromsilberfilme mit hohem Auflösungsvermögen (Dokumentenfilme). Die von den einzelnen Bv an die AkSt zu versendenden Kopien werden auf Diazofilme gezogen. Diazofilme haben gegenüber den Silberfilmen den Vorteil, daß sie strapazierfähiger und unempfindlicher gegen Kratzer sind. Die Lichtempfindlichkeit ist zwar erheblich geringer als bei Silberfilmen, dafür kann das Diazomaterial bei leicht gedämpftem Tageslicht verarbeitet werden. Zur Belichtung der Diazofilme verwendet man intensive Lichtquellen, die einen hohen Prozentsatz ultravioletter Strahlen abgeben, wie Kohlenbogenlampen oder Quecksilberdampfhochdrucklampen. Die Entwicklung des Diazofilms geschieht durch Einwirkung eines Alkaliums. Die Bv sind mit Kopierautomaten ausgestattet, die bei einer Belichtungszeit von etwa 6 Sekunden über 300 Kopien in der Stunde fertigen. Eine 18 cm breite Rolle, auf der 100 m Diazofilm aufgewickelt sind, wird in den Kopierautomaten eingelegt. Der zu kopierende Film wird auf eine Glasplatte montiert und in den Automaten geschoben. Über den Silberfilm läuft das Diazomaterial. Ein Luftkissen sorgt während der Belichtung für einen engen Kontakt zwischen Vorlage und Kopiermaterial. Zwei 1000-Watt-Quecksilberdampfhochdrucklampen vor einer reflektierenden Fläche strahlen von unten gegen das Pausgut. Die Belichtungszeit kann mit Hilfe einer Belichtungsschaltuhr variiert und der Schwärzung (Dichte) des Films angepaßt werden. Die von einem Film zu fertigende Anzahl von Kopien wird an einem eingebauten Zählwerk eingestellt. Das Belichten, Transportieren und Schneiden des Kopiermaterials geschieht automatisch. Die aus dem Kopierautomaten kommenden belichteten Diazoplanfilme werden von einer angeschlossenen Entwicklungsmaschine übernommen und in Ammoniakdampf bei rund 70° C entwickelt. Die Verteilung der MK an die FeAkSt erfolgt nach einem den augenblicklichen Anforderungen angepaßten Versendeplan. *Langer*

Mikrokarten, -satz, -verzeichnis → Mikrofilm für Fernsprechauskunftszwecke.

Mikrolesegeräte. Die Verwendung des Mikrofilms für die Vervielfältigung und Archivierung von Zeichnungen und Schriftgut hat die Lesetechnik zu Fortschritten angeregt. Schon vor über 100 Jahren wurden Mikroaufnahmen mit einer Verkleinerung von 1:100 hergestellt, die auch nach den heutigen Maßstäben als gut zu bezeichnen sind. Als Aufnahmematerial wurden kleine Glasplatten mit Kollodiumschicht verwendet. Anfänglich benutzte man zum Lesen der Mikroaufnahmen Lupen, aber schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gab es die ersten Projektionsapparate. 35-mm-Film, Kleinbildkamera, Aufnahmemaschinen für 16-mm-Film, Planfilm, der die alten Glasplatten ablöste, bilden weitere Meilensteine der Mikrofilmtechnik. Planfilme werden unter den Bezeichnungen Mikrokarten, micro-cards oder microfiches in verschiedenen Formaten angeboten. Während die ersten M. noch mit einfachen Leseflächen aus lackierten Metallplatten gebaut wurden, ging man nach der Verbesserung von Glas- und Kunststoffmattscheiben zur Projektion auf die Rückseite von lichtdurchlässigen Mattscheiben über. Da bei den M. mit Mattscheibe das Bild von der Rückseite her durch die Mattscheibe hindurch projiziert wird, ist die Beseitigung des durch die Lichtquelle bedingten hellen Mittenflecks (hot spot) besonders kritisch. Die Führung des Strahlengangs und die Beschichtung der Mattscheibe müssen so aufeinander abgestimmt sein, daß die Lesefläche gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Bei einzelnen Modellen ist die Mattscheibe mit einer Fresnellinse kombiniert. Mit Rücksicht auf die immer größer werdenden Anwendungsbereiche der Mikrofilmtechnik haben die meisten Firmen Fotomaterial, Aufnahme-, Entwicklungs- und Wiedergabegeräte aufeinander abgestimmt und damit in sich geschlossene Systeme für bestimmte Filmformate und Anwendungsbereiche geschaffen. In manchen Systemen gibt es M. mit Sonderausstattungen für die Veränderung des Vergrößerungsfaktors durch Auswechslung des Objektivs oder Einrichtungen für die Rückvergrößerung einer Mikroaufnahme auf Foto- bzw. Lichtpauspapier; der rasche Wechsel von einem Filmformat aufs andere oder gar von Rollfilm auf Planfilm und umgekehrt ist z. Z. aber nur bedingt möglich. Um raschen Zugriff zu den auf Mikrofilmen (verschiedener Formate) enthaltenen Zeichnungen und Schriftgut sortieren und ergänzen zu können, wurden unterschiedliche Methoden entwickelt: Filme gleicher oder verschiedener Formate können auf transparente Folien mit lichtempfindlichen

Schichten kopiert werden, oder die einzelnen Aufnahmen bzw. kurzen Filmstreifen werden auf durchsichtige Folien aufgeklebt; eine andere Möglichkeit bieten die Filmtaschen, sog. Jackets, und Mikrofilmlochkarten.

Ein besonderer Gerätetyp wurde für die DBP entwickelt, das Planfilmlesegerät für Filme bis zum Format 18 × 24 cm. Diese Art von M. wurde aufgrund der betrieblichen Anforderungen des Fernsprechauskunftsdienstes im Bereich der DBP geschaffen. Der Planfilm erfüllt die Forderung an die Mikrofotografie, möglichst viele Informationen auf kleinstem Raum unterzubringen, und er hat außerdem gegenüber den Rollfilmen den Vorteil, daß in kürzester Zeit die gewünschte Aufnahme in M. eingestellt



Strahlengang (schematisch) eines Mikrolesegerätes mit Durchlichtprojektion.

ist, ohne die Gefahr, daß beim Vor- oder Rücklauf Transportstörungen auftreten oder der Film stark verschleißt. Die → Mikrofilme für Fernsprechauskunftszwecke enthalten 136 Aufnahmen je Filmblatt. Auf einem 18 × 24 cm großen Planfilm, Mikrokarten (MK) genannt, sind in 8 Reihen jeweils 17 Aufnahmen angeordnet, die einzelne Aufnahme hat die Größe von 20,5 × 12,5 mm. In den Fernsprechauskunftsstellen sind die einzelnen MK nach Nummernfolge und Fernsprechbuchbereichen geordnet. Die M. sind so konstruiert, daß eine Glaskassette mit zwei Kammern (11 × 24 cm und 18 × 24 cm) alle für eine Auskunft über einen Teilnehmereintrag erforderlichen Informationen aufnehmen kann. Im hinteren Teil der Kassette sind Verzeichnisse und Übersichten untergebracht, die nicht ständig ausgewechselt werden müssen. 5 Reihen mit je 17 Aufnahmen können darin eingelegt werden. Im vorderen Teil wird die jeweils für eine Auskunft benötigte MK eingelegt. Ein Koordinatensystem erleichtert das Auffinden der gewünschten Aufnahme. Die Reihen im hinteren Kassettenteil sind mit römischen Zahlen von I bis V und die Reihen im vorderen Teil mit arabischen Ziffern von 1 bis 8 gekennzeichnet. Die Ziffern sind auf die Grundplatte gedruckt. Den einzelnen Aufnahmen wurden die Buchstaben von A bis R zugeordnet, die am vorderen Kassettenrand angebracht sind. Die Filmkassette läßt sich auf der Grundplatte horizontal nach allen Richtungen bewegen. Kugelgelagerte Laufrollen und ein seitlich am Gehäuse angebrachter Drehknopf für die Scharfeinstellung ermöglichen eine leichte Handhabung. In der Stellung R 1 steht die Kassette so, daß sich die 136. Aufnahme der MK im Strahlengang befindet und das darin enthaltene Inhaltsverzeichnis mit den Angaben der Koordinatenwerte für die einzelnen Aufnahmen auf der Lesefläche erscheint. Als Lesefläche dient eine nicht spiegelnde Kunststoffmattscheibe, durch die von hinten das Bild projiziert wird. Das Bild erscheint in etwa 28 facher Vergrößerung. Das verwendete Objektiv hat eine Brennweite von 35 mm und eine relative Öffnung von 1:5,6. Als Lichtquelle wird eine Niedervolt-Projektionslampe 12 V 100 W benutzt; die Lichthelligkeit kann durch Regelung der Lampenspannung von 7,5 V bis 12 V variiert werden. Zur Kühlung der Lampe ist ein geräuscharmer Speziallüfter eingebaut. Durch besonderen Wärmeschutz im Kondensorsystem wird auch bei längerer Projektion einer Aufnahme die zu starke Erwärmung der eingelegten MK verhindert. Ähnliche Einrichtungen zum Schutz der Filme gehören heute, genauso wie auswechselbare Farbfilter zur Tönung des Bildes, zur Ausstattung der meisten M., die Weiterentwicklung der Mikrofilmtechnik wird aber in Zukunft noch andere Verbesserungen auf dem Gebiet der Lesetechnik bringen. *Langer*

Mikromodultechnik → Mikroschaltungstechnik.

Mikrophon. Instrument zur Umwandlung akustischer Schwingungen in elektrische (→ elektroakustischer Wandler). Am häufigsten kommt in der Praxis das Kohlemikrophon vor, das in jedem Fernsprechapparat zu finden ist. Das Kohlemikrophon gehört zu der Gruppe der Druckempfänger. Die von ihm abgegebene Spannung ist proportional dem Schalldruck.

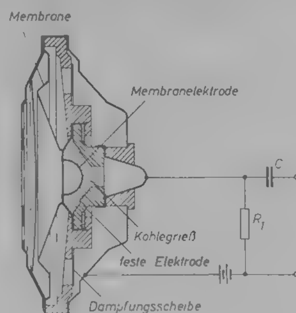


Bild 1. Schema eines Kohlemikrophons.

Es besteht aus einer Metall- oder Kohlemembran, auf deren Rückseite eine kleine Spitze oder Halbkugel befestigt ist, die in ein mit Kohlegrieß gefülltes Näpfchen eintaucht. Wenn das Mikrophon über einen Widerstand an eine Batterie angeschlossen wird, fließt ein Ruhestrom. Fällt Schall auf die Membran des Mikrophons, so drückt die Membranelektrode

den Kohlegrieß mehr oder weniger zusammen, und es kommt in nicht umkehrbarer Weise zu Widerstandsänderungen und dadurch zu Speisestromschwankungen. Am Widerstand R_1 (Bild 1) kann dann über einen Kondensator C die Sprechwechselspannung abgegriffen werden. Derartige Kontaktmikrophone, manchmal auch Relaisempfänger genannt, benötigen daher eine Batterie. Sie formen akustische Energie in der Größenordnung von einigen Mikrowatt in elektrische Energie von etwa 0,1 bis 1 Milliwatt um. Für einen → Schalldruck von 10 µbar ergeben sich Widerstandsänderungen von ca. 10% des Mikrophon-Ruhewiderstandes. Der Mikrophon-Speisestrom im Fernsprechapparat beträgt etwa 30 bis 40 mA. Die → Sendebezugsdämpfung liegt zwischen −0,3 und +0,9 Np (→ Sprechkapsel). Das Kohlemikrophon arbeitet nicht verzerrungsfrei, da die Wechselkraft, die die Membranelektrode in den Kohlengrieß eindrückt, in einem nicht linearen Zusammenhang zu der durch sie hervorgerufenen Längenänderung der Grießstrecke steht. Nach dem Ohmschen Gesetz ergibt sich für den Strom i, der durch das Mikrophon fließt:

$$i = \frac{U_0}{R_0 - R \sin \omega t}\,. \tag{1}$$

Es ist U_0 die Batteriespannung, R_0 der Ruhewiderstand und R der durch Beschallung sich ergebende Höchstwiderstand. Nach Umformung der Gl. 1 in eine Reihenentwicklung erhalten wir:

$$i = \frac{U_0}{R_0} \left[1 + \frac{R}{R_0}\cos \omega t + \frac{R^2}{R_0^2}\cos^2 \omega t + \frac{R^3}{R_0^3}\cos^3 \omega t + \cdots\right]. \tag{2}$$

Da $2\cos^2 \omega t = 1 + \cos 2\,\omega t$ und $4\cos^3 \omega t = 3\cos \omega t + \cos 3\,\omega t$ ist, ergibt sich schließlich:

$$i = \frac{U_0}{R_0}\left[1 + \frac{R}{R_0}\cos \omega t + \frac{R^2}{2\,R_0^2} + \frac{R^2}{2\,R_0^2} \cos 2\,\omega t + \frac{3}{4}\,\frac{R^3}{R_0^3}\cos \omega t + \frac{R^3}{4\,R_0^3}\cos 3\,\omega t + \cdots\right] \tag{3}$$

Am Auftauchen der Glieder $\cos 2\,\omega t$, $\cos 3\,\omega t$ usw. erkennt man die Entstehung von Obertönen. Die Nichtlinearität des Mikrophons führt auch zu Summen- und Differenzschwingungen, wenn in einem Schallvorgang mehrere Frequenzen gleichzeitig auftauchen. Wird z. B. ein Kohlemikrophon mit Schall betönt, der aus den Frequenzen ω_1 und ω_2 besteht, so ergibt sich aus obiger Gleichung:

$$i = \frac{U_0}{R_0}\left[1 + \frac{R}{R_0}(\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) + \frac{R^2}{R_0^2} (\cos^2 \omega_1 t + 2\cos \omega_1 t \cos \omega_2 t + \cos^2 \omega_2 t) + \cdots\right]. \tag{4}$$

Da

$$2\cos \omega_1 t \cdot \cos \omega_2 t = \cos(\omega_1 t + \omega_2 t) + \cos(\omega_1 t - \omega_2 t)$$

ist, erhalten wir schließlich:

$$i = \frac{U_0}{R_0}\left[1 + \frac{R}{R_0}\cos \omega_1 t + \frac{R}{R_0}\cos \omega_2 t + \frac{R^2}{2\,R_0^2} (1 + \cos 2\,\omega_1 t) + \frac{R^2}{R_0^2}\cos(\omega_1 t + \omega_2 t) + \frac{R^2}{R_0^2} \cos(\omega_1 t - \omega_2 t) + \frac{R^2}{2\,R_0^2} + \frac{R^2}{2\,R_0^2}\cos 2\,\omega_2 t + \cdots)\right]. \tag{5}$$

Die Glieder $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t)$, $\cos(\omega_1 t - \omega_2 t)$ usw. beweisen das Auftreten der Summen- und Differenzschwingungen. Trotz dieser Nachteile ist das Kohlemikrophon wegen seiner hohen Empfindlichkeit und seiner Billigkeit für den Fernsprechverkehr vollkommen ausreichend, zumal die → Silbenverständlichkeit bei Betrieb in ruhigen Räumen etwa 90% beträgt (→ Sprechkapsel) (Bild 2). Für Absolutmessung des

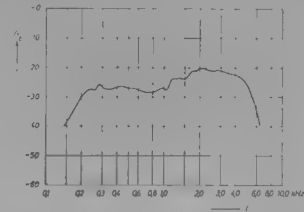


Bild 2. Frequenzkurve eines Kohlemikrophons.

Schalldrucks über einen breiten Frequenzbereich, für Eichzwecke und Studiobetrieb eignet sich das **Kondensatormikrophon** besonders gut. Es zeichnet sich wegen seiner Konstanz und des gradlinigen Verlaufes seiner Frequenzkurve aus. Das Kondensatormikrophon besteht aus einer festen Metallelektrode und einer dünnen Membran, die aus einer dünnen Metallfolie oder aus Kunststoff mit einer aufgedampften Goldschicht hergestellt ist. Die Membran ist in einem Abstand von 10—30 µm vor der Elektrode isoliert angebracht und hat selbst eine Stärke von 6—10 µm (Bild 3). Der Isolationsring

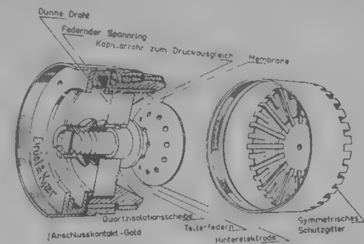


Bild 3. Schnittbild eines Kondensatormikrophons.

muß aus hochwertigem Isolationsmaterial wie z. B. Bernstein, Quarz u. a. bestehen. Die Membran bildet mit der Gegenelektrode einen Kondensator mit der Kapazität C. Wird das Mikrophon einem Schall ausgesetzt, so ändert sich durch die Bewegung der Membran die Kapazität um den Betrag ΔC. Wenn gleichzeitig an das kapazitive Mikrophon eine Polarisationsspannung über einen sehr hohen Widerstand R

(10—50 M Ω) gelegt wird, so kommt es zu Spannungsänderungen am Kondensator. Die durch den Schalldruck hervorgerufene Wechselspannung wird über einen Kondensator C_1 am Widerstand R abgegriffen und ergibt sich unter der Voraussetzung, daß

$$R \gg 1/\omega C \quad \text{und} \quad C \gg \Delta C$$

ist, zu:

$$U = \frac{R \cdot U_0 \cdot \Delta C}{C\sqrt{(1/\omega C)^2 + R^2}} \sin \omega t\,. \qquad (6)$$

U_0 ist die Spannung der Gleichspannungsquelle. Das Kondensatormikrophon verhält sich wie ein Wechselstromgenerator, der eine EMK von der Größe

$$\frac{\Delta C \cdot U_0}{C} \sin \omega t$$

erzeugt und einen Blindwiderstand von $1/\omega C$ besitzt. Die entstehende Wechselspannung ist proportional der Kapazitätsänderung ΔC und somit auch proportional dem Schalldruck. Die Kapazität handelsüblicher Mikrophone liegt in der Größenordnung um 100 pF. Sowohl der hohe Arbeitswiderstand R als auch die geringe Eigenkapazität C erfordern kurze Zuleitungen zum Röhrenvorverstärker, der daher direkt in einer mit dem Mikrophon vereinten Metallröhre untergebracht ist (Bild 4). Das Übertragungsmaß, gemessen am 200 Ω-Ausgang des Verstärkers,

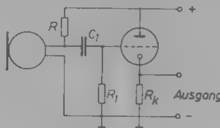


Bild 4. **Niederfrequenzschaltung des Kondensatormikrophons.**

liegt in der Größenordnung von $G_E = -60$ dB ($B_E = 1$ m V/μb). Für den Betrieb des Kondensatormikrophons in Niederfrequenzschaltung ist eine Röhrenschaltung für den Vorverstärker notwendig, da der sehr hohe Innenwiderstand des Mikrophones keine Transistoren zuläßt. In letzter Zeit sind jedoch Feldeffekttransistoren mit isolierter Steuerelektrode

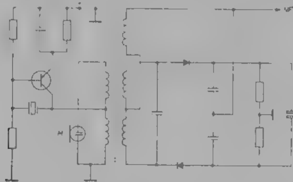
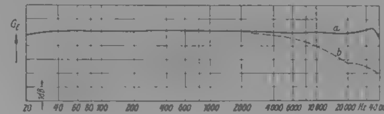


Bild 5. **Hochfrequenzschaltung des Kondensatormikrophons.**

(MOSFET), die einen hohen Eingangswiderstand besitzen, entwickelt worden und sich als Verstärkerelement in Vorverstärkern für Kondensatormikrophone gut eignen. Eine andere Schaltung des Kondensatormikrophones ist die Hochfrequenzschaltung (Bild 5). Das Prinzip ist recht alt, aber die moderne Transistortechnik erlaubt jetzt durch eine Miniaturbauweise das Unterbringen der gesamten Schaltung in dem Mikrophongehäuse. Das Mikrophon wird bei dieser Schaltung parallel zu dem Schwingkreis eines Senders gelegt. Trifft Schall auf die Mikrophonmembran, so ändert sich die Kapazität des Mikrophones und somit die Frequenz des Senders. Es tritt eine Frequenzmodulation auf. An den Sender wird dann eine Diskriminatorstufe angekoppelt, die schließlich die niederfrequente Nutzspannung liefert (Bild 6).



a) Schalleinfall von vorn b) Schalleinfall unter 90°

Bild 6. **Frequenzkurve eines Kondensatormikrophons.**

Das Elektretmikrophon ist ebenfalls ein elektrostatischer Wandler. Es besteht aus einer rückwärtigen Elektrode in Form einer ebenen Platte, über die ein 6 bis 12 μm dickes Folienelektret gespannt ist. Die Außenseite ist metallisiert und stellt die zweite Elektrode dar. Das Elektretmikrophon braucht keine von außen angelegte Polarisationsspannung. Die Membran, die aus Polyester oder Fluorcarbonat besteht, wird erwärmt und einem hohen Gleichspannungsfeld ausgesetzt. Dadurch wird die dielektrische Folie zu einem Elektret umgewandelt und eine Oberflächenladung erzielt, die einer extern angelegten Polarisationsspannung von etwa 45 Volt entspricht. Für die Beständigkeit der Aufladung werden mindestens 100 Jahre vorausgesagt (→ Sprechkapsel).

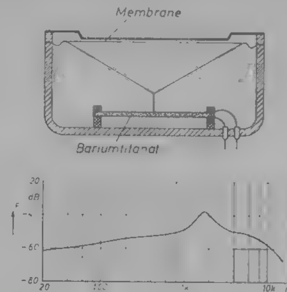


Bild 7. **Schema eines Kristallmikrophons und Frequenzkurve.**

Ein anderer Druckempfänger, dessen Herstellungskosten nur gering sind, ist das K r i s t a l l - M i k r o p h o n. Man macht sich bei diesem Wandler den → Piezoeffekt einiger Kristalle und einiger keramischer Stoffe zunutze. Als geeignet haben sich für elektroakustische Zwecke besonders Seignette-Salze oder neue keramische Stoffe auf der Basis des Blei-Zirkonat-Titanats erwiesen. Das Kristallmikrophon besteht aus einer Membran, die mit einem dünnen Plättchen eines Piezokristalles verbunden ist. Fällt Schall auf die Membran, so wird der Kristall oder die Keramik zu Biegeschwingungen erregt (Bild 7). Die entstehende elektrische Ladung wird von zwei an der Ober- und

Unterfläche des Kristalles befindlichen Metallfolien abgegriffen und einem Verstärker zugeführt. Die Eigenkapazität derartiger Mikrophone liegt bei etwa 1000 pF und ihr Übertragungsmaß bei etwa $G_E = -50$ dB ($B_E = 3{,}1$ mV/µb). Der Innenwiderstand ist sehr hochohmig. Man stellt auch Mikrophone her, deren Membranen aus einer Piezokeramik bestehen (Siemens). Die Kapazität des Wandlerelementes wird dadurch stark erhöht (→ Sprechkapsel).

Für kommerzielle Zwecke, für Rundfunkreportagen und auch in Verbindung mit Tonbandgeräten findet das dynamische Mikrophon sehr häufig Verwendung, vor allen Dingen wegen seiner robusten Bauweise. Es besteht aus einer kleinen gewölbten Membran, die aus Kunststoff oder Duraluminium hergestellt ist und einer freitragenden Spule, die in ein ringförmiges Magnetfeld eintaucht (Bild 8). Sobald

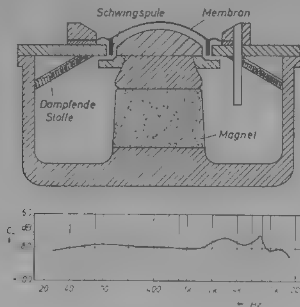


Bild 8.
Schema eines Tauchspulenmikrophons und Frequenzkurve.

sich die Membran durch ein Schallereignis hin- und herbewegt, wird eine Spannung in der Spule induziert, die gegeben ist durch:

$$U = B \cdot n \cdot l \cdot v. \tag{7}$$

B ist die magnetische Induktion im ringförmigen Luftspalt, n die Windungszahl der Spule, l die mittlere Windungslänge einer Windung und v die Schnelle. Die Spule bewegt sich im homogenen Teil des Magnetfeldes, da ihre Auslenkung nur einige µm beträgt. Ihr Scheinwiderstand liegt im allgemeinen zwischen 60 und 600 Ω. Die Resonanz der Membran liegt innerhalb des → Hörbereiches. Durch Hohlräume, die als akustische Resonatoren wirken und Dämpfungsmaterial läßt sich ein relativ gradliniger Verlauf der Frequenzkurve erzeugen. Das Übertragungsmaß beträgt etwa $G_E = -70$ bis -80 dB ($B_E = 0{,}1$ bis $0{,}3$ mV/µb). Die vom Mikrophon abgegebene Spannung ist der → Schallschnelle proportional (→ Sprechkapsel).

Elektromagnetische Mikrophone sind elektrisch wie auch mechanisch wie eine magnetische → Hörkapsel aufgebaut und stellen somit eine Umkehrung des allgemein benutzten elektromagnetischen Telephons dar.

Das Bändchenmikrophon, das nur noch selten in Deutschland Verwendung findet, besteht aus etwa 3 µm starkes zur Versteifung in der Querrichtung geriffeltes Aluminiumband, das sich frei in einem Magnetfeld hin- und herbewegen kann (Bild 9). Bei

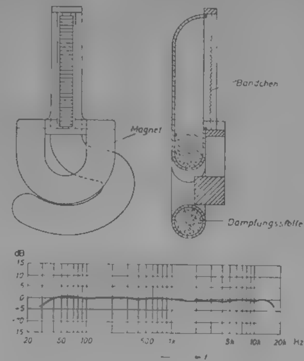


Bild 9. Schema eines Bändchenmikrophons und Frequenzkurve.

Beschallung des Mikrophons wird durch die Bewegung des Bändchens eine Spannung induziert, die sich ergibt zu:

$$U = B \cdot l \cdot v. \tag{8}$$

Es ist l die Länge des Bändchens. Die abgegebene Spannung ist proportional der → Schallschnelle.

In letzter Zeit sind Halbleitermikrophone entwickelt worden, deren elektroakustische Eigenschaften ausgezeichnet sein sollen. Ein derartiges Mikrophon besteht aus einer Membran, an der ein Stift befestigt ist. Dieser Stift drückt auf den Emitter eines Transistors (Bild 10). Fallen Schallwellen auf die Membran,

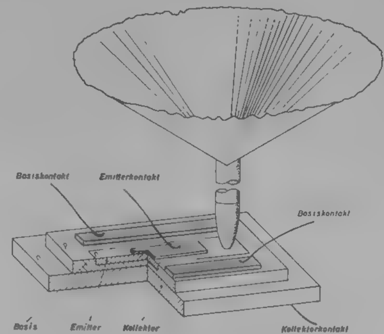


Bild 10. Schema eines Halbleitermikrophons.

so werden die Druckschwankungen in der Welle durch den Stift auf den Emitter übertragen, so daß es dort zu Verformungen des Kristallgitters kommt. Der Emitterstrom wird so durch die Schallwelle moduliert.

Wenn im freien Schallfeld ein Schallereignis senkrecht auf die Membran auftrifft, entsteht vor dem Mikrophon eine Druckstauung. Sie ist besonders hoch, sobald die Schallwellenlänge in Größenordnung der

Mikrophonabmessung kommt (Bild 11). Durch diesen Effekt wird im oberen Frequenzbereich ein zu hoher Schalldruck angezeigt, was bei Eichmikrophonen zu Fehlern führen würde. Dieser Fehler kann aber durch eine geeignete Mikrophonkonstruktion oder am Vorverstärker ausgeglichen werden. Bei Schalldruckmessungen in Druckkammern oder Röhren fällt dieser Effekt jedoch weg. Alle Mikrophone besitzen ein mehr oder weniger hohes Eigenrauschen. Beim

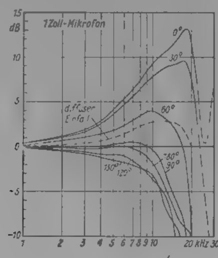


Bild 11. Druckspannung vor einem 1"-Kondensatormikrophon von Brül und Kjaer.

Kohlemikrophon liegt die Rauschspannung in der Größenordnung von einigen Millivolt. Die Rauschspannung entsteht hauptsächlich durch den beweglichen Kohlegrieß. Anders liegen die Verhältnisse im dynamischen Mikrophon. Hier ist das Rauschen auf seinen Widerstand zurückzuführen. Die Rauschspannung ergibt sich aus:

$$U_R = \sqrt{4\,k\,T\,R\,\Delta f}\,. \qquad (9)$$

Hier ist $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Ws/Grad die Boltzmannsche Konstante, T die absolute Temperatur in °K, R der Widerstand in Ω und Δf der zu übertragene Frequenzbereich in Hz. Bei handelsüblichen Mikrophonen mit einem Widerstand von 200 Ω beträgt die Rauschspannung etwa 0,18 μV, Schalldruckpegel, die kleiner als 16 dB (0 dB = $2 \cdot 10^{-4}$ μb) sind, können daher wegen des Rauschens nicht mehr einwandfrei gemessen werden. Die Rauschquelle beim Kondensatormikrophon ist beim hohen Ladewiderstand R und bei der Mikrophonkapazität C zu suchen. Die Rauschspannung beträgt:

$$U_R = \sqrt{\frac{1{,}64}{2\pi C}\,10^{-20}\,(\arctan 2\pi R C f_2 - \arctan 2\pi R C f_1)} \qquad (10)$$

f_1 bzw. f_2 bedeuten die untere bzw. obere Grenzfrequenz des Mikrophons. Solange Mikrophone klein im Verhältnis zur Wellenlänge sind, besitzen sie keine ausgeprägte Richtcharakteristik. Erst in den höheren Frequenzbereichen macht sich eine Richtwirkung bemerkbar (Bild 12). Oft ist eine ausgeprägte Richtcharakteristik erwünscht. Durch geeignete Mikrophonkonstruktion läßt sich das erreichen. Sobald dafür gesorgt wird, daß auch der Schall auf die Rückseite des Mikrophons einwirken kann, führt die Membran nur dann Schwingungen, wenn zwischen beiden Membranseiten eine Druckdifferenz herrscht. Solange Schall von vorne bzw. hinten auf das Mikrophon fällt, erhalten wir am Mikrophonausgang eine

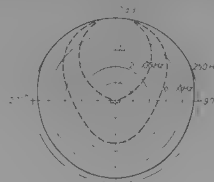


Bild 12. Richtcharakteristik eines Kondensatormikrophons für verschiedene Frequenzen.

Spannung, die aber bei Schalleinfall unter 90° Null wird. Die Richtcharakteristik dieser sogenannten Druckgradientenmikrophone ist achtförmig (Bild 13).

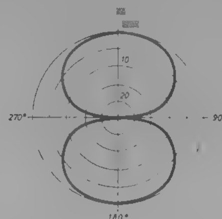


Bild 13. Richtcharakteristik eines Druckgradientenmikrophons.

Durch Kombination eines Druck- und Gradientenempfängers entsteht ein Mikrophon mit nierenförmiger oder kardioider Richtcharakteristik. Ein derartiges Mikrophon hat zwei Membranen, von denen aber nur die vordere elektrisch wirksam ist (Bild 14).

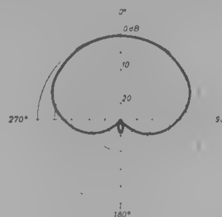


Bild 14. Richtcharakteristik eines Kardioidmikrophons.

Fällt Schall von vorne auf die Membran, so addieren sich die Einflüsse von Schalldruck und Schnelle, während sie sich hinten kompensieren. Ohne Schwierigkeiten lassen sich Mikrophone konstruieren, die für kreis- und nierenförmige Richtcharakteristiken umschaltbar sind. Mikrophon, geräuschkompensiertes → Beschallung von Bahnhöfen.

Literatur: Wien-Harms, Handbuch der Experimentalphysik Bd. XVII — O. Hörner u. W. Langsdorff, Siemens Zeitschr. H. 9 (1959) — G. Dehn u. M. Sauer, Siemens Zeitschr. H. 7 (1963) — E. C. Wende, Phys. Rev. 10 (1917) — G. Rasmussen, Brüel u. Kjaer Techn. Rev. 1 (1959) — H. J. Griese, Funk-Technik 17 (1963) — W. Baer, Akustische Zeitschr. 8 (1943) — M. E. Sikorski, P. Andreatch, A. Grieco, H. Christensen, The Rev. Scient. Instrum. V. 33; H. 10 (1962) — W. Weber, Akust. Zeitschrift 8 (1943) — H. J. Braunmühl u. W. Weber, Hochfrequenztechnik 46 (1935).

Brosze

Mikroschaltungstechnik. Der historischen Entwicklung folgend, unterscheidet man in der Mikroschaltungstechnik zwischen der Miniaturelektronik und der Mikroelektronik, wobei es in der neueren Zeit verschiedene Übergangsstufen von der einen Gruppe zur anderen gibt. Die Miniaturelektronik bildet zudem den Übergang von der konventionellen Elektronik zur Mikroelektronik. Die Hauptgruppen gliedern sich in mehrere Zweige, die unter sich wiederum in gemischter oder auch nach angelsächsischem Sprachgebrauch in hybrider Form auftreten können.

Zur Miniaturelektronik zählen die Mikromodul- und Simiblocktechnik. In der Mikroelektronik unterscheidet man die integrierte Halbleitertechnik und die integrierte Dünnfilm- bzw. Dickschichttechnik und hybride Techniken.

Das besondere Kennzeichen der Miniaturelektronik besteht in der Verwendung diskreter Miniaturbauelemente. Durch die Einführung des Transistors in die Schaltungstechnik konnten sämtliche anderen Bauteile, wie Widerstände, Kapazitäten, Induktivitäten, Übertrager, Stromversorgungsgeräte usw., ebenfalls verkleinert werden. Dadurch ergab sich eine allgemeine Verminderung von Volumen und Gewicht der elektrischen Geräte und Anlagen. Die Bauelementedichte konnte dadurch bereits auf 1 bis 10 Bauelemente pro cm^3 gesteigert werden. Die Vorteile des differenzierten Aufbaus aus diskreten Bauelementen sind in der hohen Flexibilität im Schaltungsentwurf und in der hohen Leistungsfähigkeit der Schaltungen be iminimaler Bauelementezahl zu suchen.

In der Mikromodultechnik werden für die Bauelemente genormte rechteckige oder sechseckige Trägerkörper benutzt, die übereinandergestapelt und an den Rändern durch Steigleitungen elektrisch zu Funktionsblöcken verbunden werden. Auf den einzelnen Plättchen werden Widerstandsschichten in Mäanderform, dielektrische Schichten für Kondensatoren und Verbindungsbahnen im Siebdruck- oder Vakuumverfahren aufgebracht. Die Bauelementedichte in der Modultechnik konnte dadurch auf 10 bis 20 Bauelemente pro cm^3 gesteigert werden.

In der neueren Entwicklung werden auch integrierte Dünnfilmelemente in der Mikromodultechnik verwendet. Durch die Bearbeitungsmöglichkeit dünner Schichten mit Elektronenstrahlen können enge Toleranzen bei den Bauelementen von ± 1 v. H. eingehalten werden. Besonders temperaturunabhängige Widerstände aus Nickelchromdünnfilmen zwischen einigen Ohm und 20 kΩ und Kondensatoren mit keramischem Dielektrikum bis zu 0,3μf und 50 Volt Betriebsspannung stehen zur Verfügung; dazu kommen als Ringkernspulen ausgebildete Induktivitäten bis zu einigen mHenry. Transistoren und Dioden werden in besonderen Vertiefungen im Plättchen eingesetzt. In neuerer Zeit versucht man auch vollkommen integrierte Halbleiterschaltungen im Modul einzusetzen. In der Regel werden die in Funktionseinheiten zusammengefaßten Plättchen in Kunstharz vergossen, um die mechanische Stabilität zu steigern.

Die Simiblocktechnik unterscheidet sich von der Modultechnik durch ein anderes Kontaktierungsverfahren. Die Bauelemente werden in besonderen Gußformen schichtweise aufgebaut und mit Kunstharz vergossen. Die Stirnseiten des fertigen Würfels werden so weit abgeschliffen, daß alle Anschlüsse der eingelegten Bauelemente an die Oberfläche treten. Nach einem besonderen Verkupferungsverfahren werden mittels Maskentechnik die entsprechenden Leiterbahnen nach Art einer gedruckten Schaltung herausgeätzt. Auch hier lassen sich statt einzelner Bauelemente integrierte Dünnfilm- oder Halbleiterschaltungen einbauen. Sowohl in der Modul- als auch Simiblocktechnik werden die nach außen führenden Leitungen als mehrpolige Stecker an einer Würfelfläche ausgebildet.

Zur Mikroelektronik zählt die integrierte Halbleitertechnik, die integrierte Dünnfilm- bzw. Dickschichttechnik und die daraus abgeleiteten Hybridtechniken.

Als integrierte Technik werden Schaltungen angesprochen, die aus mehreren Schaltelementen bestehen, die auf oder in einem einzelnen Trägerkörper gemeinsam hergestellt werden. Sie bilden eine elektrische Funktionseinheit und können in der Regel nicht ohne Zerstörung voneinander getrennt werden. Es werden sowohl analoge als auch digitale Grundschaltungen gebaut. Die optimale Größe der Integration hängt von der Höhe der Ausbeute bei der Fertigung ab. Zur Zeit sind bis etwa 70 Bauelemente üblich. Die Bauelementendichte beträgt bei der Dünnschichttechnik z. Z. etwa 100 Bauelemente pro cm^3 und sie kann bei der integrierten Halbleitertechnik bis auf etwa 1000 pro cm^3 gesteigert werden.

Im Vergleich zur Miniaturtechnik sind die Verminderung von Volumen und Gewicht und die Zuverlässigkeitssteigerung durch Senkung der Zahl der äußeren Anschlüsse beachtenswert. Außerdem ermöglichen diese Techniken die Einführung eines Vielfachen an redundanten Elementen oder Baugruppen, ohne daß das Volumen, das Gewicht und eventuell die Kosten der Anlage unzulässig anwachsen.

Bei der integrierten Halbleitertechnik werden verschiedene Bauelemente gemeinsam in einem Halbleitereinkristall durch Dotieren mit Fremdatomen erzeugt. Die Technik bedient sich des für die Herstellung von → Planartransistoren bekannten Diffusionsverfahrens, das wegen der fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Vorteile in der Produktion Eingang gefunden hat. In dieser Technik, die Transistoren und Dioden in hoher Stückzahl herzustellen gestattet, können zumindest für die digitale Anwendung vollständige elektronische Schaltungen in großen Serien hergestellt werden. Die Fertigungstoleranzen der Widerstände liegen dabei zwischen ± 10 v. H. bis ± 20 v. H. Die relative Toleranz bei Erwärmung durch die Verlustleistung kann jedoch durch den räumlich engen Aufbau auf < 1 v.H. gehalten werden. Als Kondensatoren dienen die Sperrschicht-Kapazitäten mit einer spezifischen Kapazität von 50—150 pf pro mm^2. Durch den großen Flächenbedarf sind sie verhältnismäßig

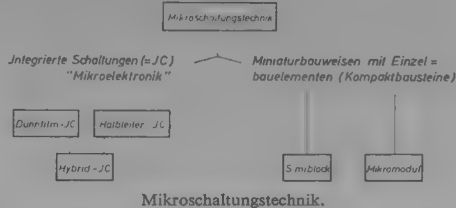
teuer. Man versucht deshalb weitgehend im Schaltungsaufbau darauf zu verzichten. Störend wirkt bei Widerständen bzw. Kapazitäten die hohe Temperatur- bzw. Spannungsabhängigkeit. Für die Herstellung von Induktivitäten gibt es in dieser Technik bis jetzt noch keine Lösung. Die elektrischen Zwischenverbindungen zwischen den einzelnen Bauelementen sind in der Siliziumplanartechnik durch die Anordnung aller Anschlüsse in einer Ebene besonders einfach und zuverlässig.

Bei Verwendung von integrierten → digitalen Mikroschaltungen überwiegen die Vorteile bereits heute so stark, daß es sich vielfach lohnt, bisher analog aufgebaute Meßgeräte u. a. in die digitale Funktionsweise umzusetzen.

Die integrierte Dünnfilm- bzw. Dickschichttechnik zeichnet sich dadurch aus, daß die Bauelemente auf einem isolierenden Substrat mit verschiedenen aufgedampften Filmen oder gedruckten Schichten hergestellt und kontaktiert werden. Fast alle Bauelemente lassen sich als dünne Filme oder Schichten von Metallen, Dielektriken und Halbleitern darstellen. Während in der Halbleitertechnik eine feste Bindung an den Halbleitereinkristall besteht, kann in der Dünnfilm- bzw. Dickschichttechnik durch freiere Wahl der Materialien eine größere Vielfalt der Bauelemente mit einem weiteren Bereich der elektrischen Parameter mit engeren Toleranzen und geringerem Temperaturkoeffizienten gefertigt werden. Allerdings besteht z. Z. die Beschränkung auf lineare, passive Elemente, da die aktiven Dünnfilmbausteine eine noch unzureichende Gleichmäßigkeit, Reproduzierbarkeit und Stabilität aufweisen.

Für Packungsdichten von 20—50 Bauelementen pro cm^3 wird als Dickschichttechnik der Siebdruck verwendet, der eine vollautomatische Herstellung erlaubt. Hierbei wird Al_2O_3 als Substrat in der Regel genommen. Widerstände werden aus Silber-Glas-Mischungen aufgedruckt und eingebrannt. Ebenso können Kondensatoren und Leiterbahnen mit Glas-Platin-Tinten erzeugt werden. Für Packungsdichten über 100 Elemente pro cm^3 hat sich die Tantaltechnik als spezielle Aufdampftechnik bewährt. Aus Tantal können nicht nur Leiterbahnen und Widerstände, sondern auch durch teilweise anodische Oxydation sehr stabile Schichten hoher Dielektrizitätskonstante hergestellt werden, die für die Fertigung von Kondensatoren sehr geeignet sind. Dafür gibt es bereits kleinere und mittlere vollautomatische Fertigungsstraßen. Als dritte Technik kommt die allgemeine Hochvakuumaufdampftechnik in Frage. Der Wertebereich und die Temperatur- und Langzeitstabilität des Bauelementespektrums wird hier durch freie Materialwahl wesentlich vergrößert. Durch fotolithographische Ätzprozesse kann die Packungsdichte ebenfalls über 100 bis 1000 Bauelemente pro cm^3 gesteigert werden. Für alle drei Techniken gilt die sehr vorteilhafte Verminderung der Lötstellen bei den inneren Verbindungen und damit eine wesentliche Zuverlässigkeitssteigerung.

Im Gebiet der Analogtechnik sind die integrierten Dünnfilm- bzw. Dickschichtschaltungen mit eingesetzten Transistoren und Dioden den integrierten Halbleiterschaltungen vorzuziehen. Sie erfüllen mit ihrem besseren Bauelementespektrum höchste Anforderungen für lineare Verstärker, Filter, Oszillatoren, Mischstufen usw.



Mikroschaltungstechnik.

In der digitalen Technik lohnt sich die integrierte Dickschichttechnik nur dort, wo große Kapazitäten und Widerstände benötigt werden.

Eine vorteilhafte Ergänzung der verschiedenen Techniken kann sich durch Kombinationen einer oder mehrerer integrierter Halbleiterschaltungen ergeben, wobei die Dickschichttechnik als gedruckte Schaltung feinster Musterung dienen kann.

Literatur: Andreas Lewicki, Einführung in die Mikroelektronik, R. Oldenbourg, München-Wien — Dr. J. Berghammer, Microminiaturization, Proceedings of the IFAC/IFIP Symposium Munich Oct. 1965, R. Oldenbourg, München-Wien. *Hähnlein*

Mikrosiemens ist der millionste Teil der SI-Einheit Siemens (S) des elektrischen Leitwertes: $1\,\mu S = 10^{-6}\,S$.

Mikrowellenmeßtechnik. Hochfrequenzmeßtechnik im Bereich oberhalb 1 GHz.

Literatur: H. Groll, Mikrowellen-Meßtechnik, Friedr. Vieweg Verlag, Braunschweig 1969 — Zinke-Brunswig, Hochfrequenz-Meßtechnik, Hirzel-Verlag, Stuttgart 1959 — D. Weber, Grundlagen der Mikrowellen-Meßtechnik, Fernmelde-Ing. 11 (1957), Heft 3 u. 4.

Mikrowellenrefraktometer → Radiometeorologie.

Militärgespräche. 1. Im → Auslandsferndienst sind in die bestehenden Bestimmungen keine M. aufgenommen. In zweiseitigen Abkommen können jedoch solche Möglichkeiten eröffnet werden (z. B. für NATO-Streitkräfte). 2. Im Fernsprechinlandsdienst gibt es gewöhnliche, dringende und Blitz-M. und solche mit absolutem Vorrang. Diese Gespräche können aus bestimmten Anlässen von jedem beliebigen Fernsprechanschluß aus angemeldet werden. Hierbei wird der jeweilige Inhaber des Fernsprechanschlusses mit den Gesprächsgebühren belastet. Die Regelung der Verrechnung ist Angelegenheit der Beteiligten. M. werden nicht auf Zulassung geprüft. Bei der Herstellung werden solche Gespräche ähnlich den → Staatsgesprächen behandelt.

Mindestdämpfung eines Vierpols ist das bei Leistungsanpassung (→ Anpassung von Scheinwiderständen) des Verbrauchers noch vorhandene Dämpfungsmaß.

Mindesteinnahme → öffentliche Sprechstelle.

Mindestentfernung (Funk) → Sendernetzplanung.

Mindestfeldstärke → Sendernetzplanung.

Mindestgebühren für Telegramme → Telegrammgebühren.

Mindestüberlassungsdauer ist für die meisten Teilnehmereinrichtungen (Tlne) festgesetzt, um die hohen Aufwendungen für die Fernmeldeanlagen wenigstens zum Teil decken zu können. Für Hauptanschlüsse, posteigene Nebenanschlußleitungen, Querverbindungen, Abzweigleitungen und Zusatzeinrichtungen zur Übertragung von Daten beträgt die M. ein Jahr. Bei posteigenen Nebenstellenanlagen beträgt die M. 5 Jahre für: handbediente Vermittlungseinrichtungen, selbsttätige Vermittlungseinrichtungen zu einer Amtsleitung, Reihenanlagen (Ranl) mit Reihenapparaten zu einer Amtsleitung, einzelne Reihenapparate zu einer Amtsleitung, Mithörapparate.

Eine zehnjährige M. haben z. B. posteigene Wählanlagen zu mehr als einer Amtsleitung, Ranl mit Reihenapparaten zu mehr als einer Amtsleitung, kleine Vorzimmeranlagen.

Die M. beginnt mit der Übergabe der Tlne und läuft ab mit dem Ende des in Betracht kommenden Kalendermonats. Werden Tlne vor Ablauf der M. aufgegeben, so hat der Teilnehmer Restgebühren zu entrichten. Als Restgebühren werden für Tlne mit einjähriger M. die laufenden Gebühren bis zum Ablauf der M. weiter erhoben. Handelt es sich um die vorzeitige Aufgabe einer Tlne mit mehr als einjähriger M., so beträgt die Restgebühr die Hälfte der laufenden Gebühren bis zum Ablauf der M. Die DBP kann einen überlassenen Stromweg aus Gründen des öffentlichen Wohls oder bei groben Verstößen gegen die Benutzungsbedingungen (→ Überlassung posteigener Stromwege für Privatfernmeldeanlagen) fristlos aufheben.

Über Erlaß von Restgebühren → Fernsprechordnung.

Mindestwortzahl bei Telegrammen → Telegrammgebühren.

Mineralöl, Erdöl ist die Bezeichnung für ein im Erdinnern vorkommendes flüssiges Vielstoffgemisch, das aus zahlreichen, den verschiedenen Kohlenwasserstoffreihen angehörenden Gliedern besteht. Sie werden durch sogenannte Kolonnen fraktioniert destilliert. Man begnügt sich mit der Gewinnung bestimmter Fraktionen, die gewisse, für die Verwendung wichtige Eigenschaften haben. Man kann sie hinsichtlich ihres Verwendungszweckes in drei große Gruppen unterteilen: 1. Treibstoffe, wie → Benzine, → Petroleum, Gasöl. 2. Schmierstoffe, wie Spindel-, Maschinen- und Zylinderöl. 3. Rückstandsprodukte, wie → Bitumen, Heizöl. Im engeren Sinne versteht man unter M. die öligen Substanzen aus der Destillation der asphalthaltigen, paraffinfreien oder paraffinarmen Rohölrückstände. Anforderungen sind z. B. festgelegt in den DIN 51501 »Normalschmieröle N«, DIN 51504 »Schmieröle D« und den DIN 51507 »Anforderungen an Isolieröle«. Die Anforderungen an »Schmieröl für Fernsprechapparate« sind zu finden in der Fernmeldetechnischen Zentralamts(FTZ)Norm 558 TV 4.

Miniaturelektronik → Mikroschaltungstechnik.

Minimalphasig ist ein Netzwerk, wenn der Übertragungsfaktor weder Pole noch Nullstellen in der rechten Hälfte der komplexen Frequenzebene hat.

Minimalreaktanz, Minimalsuszeptanz. Hat eine Widerstandsfunktion $Z(p)$ oder eine Leitwertsfunktion $Y(p)$ der komplexen Frequenz p Pole auf der imaginären Achse (also bei reellen Frequenzen, LC-Kreise), so kann man für jedes Polpaar einen Schwingungskreis abspalten, der Rest ist ein Minimalreaktanz- bzw. Minimalsuszeptanz-Netzwerk (s. Vierpoltheorie 4.6). Die Abspaltung eines Polpaares ergibt nämlich (→ Partialbruchzerlegung) z. B. beim Widerstand $Z = A_0/(p - p_0) + A_0/(p + p_0) + Z' = 2A_0 p/(p - p_0)^2 + Z'$. Das erste Glied ist bei rein imaginärem p_0 der Widerstand eines Parallelkreises aus L und C, Z also die Reihenschaltung aus LC-Kreis plus Restglied.

Literatur: H. W. Bode, Network Analysis and Feedback Amplifier Design, 14. Aufl., New York 1964.

Minoritätsträger → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

M-Inversion → Duktausbreitung, → Radiometeorologie.

Mipolam → Isolierstoffe.

Mischer → Frequenzmischer.

Mischmaschine → Isolierung von Kupferleitern.

Mischröhre. Mischung ist die Umsetzung der Frequenz des Eingangssignals mit Hilfe einer Hilfsschwingung in eine andere für die Weiterverarbeitung besser geeignete Frequenzlage. Damit ist die Mischung genügend eindeutig gegen die Modulation abgegrenzt. Für die Mischung sind nichtlineare Elemente erforderlich. Die einfachste Mischung liegt bei der Diodenmischung mit Röhren oder Halbleitern vor. Diese Mischung ist additiv, weil das Eingangssignal und die Hilfsschwingung das nichtlineare Element gleichartig und gleichzeitig steuern. Auch bei der Mischung mit einer Triode sind Signalspannung und Oszillatorspannung additiv in der Steuerspannung enthalten. Wegen der sehr guten Entkopplung hat die mit Röhren leicht durchführbare multiplikative Mischung eine große Bedeutung erlangt. Bei ihr steuern das Eingangssignal und die Hilfsschwingung das nichtlineare Element nacheinander durch zwei voneinander unabhängige Mechanismen. Bei Mischhexoden, -heptoden und -oktoden (→ Mehrgitterröhre) wird der Röhrenstrom mit dem ersten Steuergitter G_1 raumladungsgesteuert, d. h. $\sim U_{G_1}^{3/2}$, und dann mit dem zweiten Steuergitter G_3 durch Stromverteilungssteuerung $\sim \sqrt{U_{G_3}/U_{G_2}}$ (U_{G_2} Schirmgitterspannung) geändert, so daß die Steuerung insgesamt $\sim U_{G_1}^{3/2} \cdot \sqrt{U_{G_3}/U_{G_2}}$ erfolgt. Für die Größe der Ausgangssignalspannung der M. in der erwünschten Frequenzlage ist bei definierten Betriebsbedingungen die Mischsteilheit maßgeblich. Sie ist der im allgemeinen komplexe Wert des partiellen Differentialquotienten aus dem Ausgangsstrom bei der gewünschten Frequenz und der Eingangssignalspannung. Im

übrigen ist die Mischsteilheit wie die allgemeine Steilheit definiert. Die Mischung kann durch Rückmischung beeinflußt werden, wofür ein aus dem Zwischenfrequenzsignal und der Oszillatorschwingung neugebildetes Hochfrequenzsignal der Eingangsfrequenz zurückgeführt wird. Die Röhrenstufe, in der die Mischung erfolgt, heißt Mischstufe. Dient das dabei verwendete Röhrensystem auch zum Erzeugen der Oszillatorschwingung, liegt eine selbstschwingende, andernfalls eine fremdgesteuerte Mischstufe vor.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62. *Schnitger*

Mischspannung ist eine Gleichspannung, der eine Wechselspannung beliebiger Kurvenform überlagert ist (Gleichrichterschaltungen). Hierunter fallen die im Sprachgebrauch geläufigen Begriffe »wellige oder ungesiebte Gleichspannung« und »Wechselspannung mit Gleichstromkomponente«.

Mischsteilheit → Mischröhre.

Mischung. Unter M. versteht man die verschiedenartige Zusammenschaltung der Ausgänge von Koppelanordnungen. Sie hat den Zweck, erstens, einen günstigen Verkehrsabfluß aus der Wahlstufe zu erreichen und zweitens, Nebensprechen zwischen den vielfachgeschalteten Ausgängen der Wahlstufe zu verhindern.

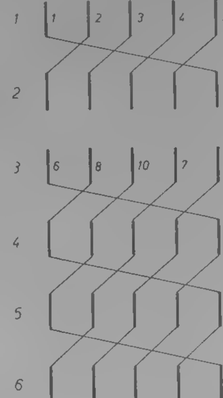
Die verschiedenen Arten des Zusammenschaltens sind:

→Staffeln, →Übergreifen und →Verschränken. Sie werden in Mischungen meist kombiniert angewendet. Damit gibt es viele Möglichkeiten, die Suchstellungen in einer Mischung miteinander zu verbinden. Das wird bei individuell hergestellten M., die eine optimale Verkehrsleistung haben, ausgenutzt. Da diese M. nur mit vielen Änderungen an eine veränderte Anzahl von Abnehmern oder Zubringerteilgruppen angepaßt werden können, wurden Normmischungen und vereinfachte Normmischungen entwickelt. Diese sind so angelegt, daß sie bei kleinem → Mischungsverhältnis eine gute Verkehrsleistung haben. Bei größerem Mischungsverhältnis, wo M. den Tabellenwert der Verkehrsleistung leicht erbringen, wird auf optimale Verkehrsgüte verzichtet, wenn die M. dadurch leichter änderbar wird. Bei der vereinfachten Normmischung kommen im Gegensatz zur Normmischung nur 1-er, 2-er und 4-er Übergriffe vor (→ Mischröhre).

Mischungsliste → Mischungstabelle.

Mischungsplan. Schematisierter Plan einer Mischung (s. Bild). In ihm sind erstens die Verbindungen zwischen den Suchstellungen verschiedener Zubringerteilgruppen und zweitens die Verbindungen mit den Abnehmern dargestellt. Man unterscheidet: a) → Regelmischungspläne, b) individuell hergestellte M., c) M. für Normmischungen, d) M. für vereinfachte Normmischungen.

Individuell hergestellte M. werden für jeweils optimale Verkehrsgüte angefertigt. Bei Veränderungen in der Anzahl der Abnehmer oder Zubringerteilgruppen können sie meist nur mit großem Aufwand, d. h. durch Umlöten vieler Verbindungen angepaßt werden. Individuell hergestellte M. werden seit 1963 nur noch in Ausnahmefällen, d. h. bei einem extremen Mischungsverhältnis verwendet. Sie sind weitgehend ersetzt durch M. der vereinfachten Normmischungen. Diese werden nicht mehr gezeichnet, sondern durch



Mischungsplan mit $g = 5$ Zubringerteilgruppen. Erreichbarkeit $k = 6$, $N = 10$ Abnehmer; Mischungsverhältnis $Q = \frac{g \cdot k}{N} = \frac{5 \cdot 6}{10}$.

Datenverarbeitungsanlagen tabellenartig als Mischungstabellen und Mischungslisten hergestellt. *Socher*

Mischungstabelle ist eine tabellenartige Darstellung des Verdrahtungsschemas einer Mischung. Die Suchstellungen der Wähler in den verschiedenen Zubringerteilgruppen sind in der Tabelle durch ihre Position gekennzeichnet. Die Spalten entsprechen bestimmten Zubringerteilgruppen, die Zeilen bestimmten Drehschritten. Die an einer bestimmten Stelle stehende Zahl ist die Nummer der Abnehmerleitung, die an dem betreffenden Drehschritt der entsprechenden Zubringerteilgruppe angeschlossen ist. Zum Beispiel ist in untenstehender M. am Drehschritt 3 der zweiten Zubringerteilgruppe die Abnehmerleitung Nr. 13 angeschlossen, die zu einem bestimmten II. GW in der VSt B führt. Die Abnehmerleitung 13 ist aber auch am Drehschritt 4 der ersten Zubringerteilgruppe angeschlossen. Damit man diese Verzweigung leichter erkennt, gibt es neben der M. auch eine Mischungsliste. In dieser findet man ausgehend von der Nummer der Abnehmerleitung die Suchschritte und die Nummern der Zubringerteilgruppen, an denen diese Leitung angeschlossen ist. M. und Mischungslisten werden nach dem Prinzip der Normmischung oder der vereinfachten Normmischung durch Datenverarbeitungsanlagen hergestellt. Sie ersetzen die von Hand gezeichneten Mischungspläne.

Mischungstabelle für die Ausgänge im Gruppenschritt 2 des I. GW der OVSt A.

ZUBRINGER: I. GW

GS 2 ES	ZUB. GR (1)	ABN. LTG	ZUB. GR (2)	ABN. LTG	ZUB. GR (3)	ABN. LTG	ZUB. GR (4)	ABN. LTG	ZUB. GR (5)	ABN. LTG
1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
2		2		3		4		5		1
3		11		13		15		12		14
4		13		15		12		14		11
5		6		8		10		7		9
6		8		10		7		9		6
7		16		18		20		17		19
8		18		20		17		19		16
9		20		17		19		16		18
10		17		19		16		18		20

ABNEHMER: II. GW der OVSt B LTGN 1-20

$k=10, G=5, N=20,$

$Q=\frac{50}{20}.$

Mischungsliste zu obenstehender Mischungstabelle.

ZUBRINGER: I. GW

GS 2 ES	ABN. LTG	ZUB. GR (1)	ABN. LTG	ZUB. GR (2)	ABN. LTG	ZUB. GR (3)	ABN. LTG	ZUB. GR (4)	ABN. LTG	ZUB. GR (5)
1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
2		5		1		2		3		4
3	12	4	14	5	11	1	13	2	15	3
4		3		4		5		1		2
5	8	2	10	3	7	4	9	5	6	1
6		1		2		3		4		5
7	19	5	16	1	18	2	20	3	17	4
8		4		5		1		2		3
9		3		4		5		1		2
10		2		3		4		5		1

ABNEHMER: II. GW des OVSt B LTGN 1-20

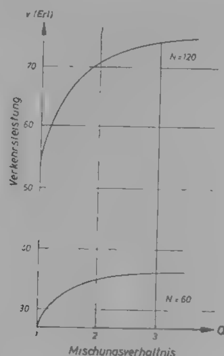
$k=10, G=5, N=20,$

$Q=\frac{50}{20}.$ *Socher*

Mischungsverhältnis ist 1. der Quotient aus der Anzahl der Suchstellungen aller in einer Mischung zusammengefaßten Zubringerteilgruppen und der Anzahl der Abnehmerleitungen.

$$Q = \frac{g \cdot k}{N}.$$

Q: Mischungsverhältnis, g: Anzahl der Zubringerteilgruppen, k: Erreichbarkeit, N: Anzahl der Abnehmerleitungen.



Abhängigkeit der Verkehrsleistung *y* eines Bündels vom Mischungsverhältnis *Q*.

Je größer das M. ist, umso vielfältiger können die Verbindungen zwischen den Suchstellungen verschiedener Zubringerteilgruppen übergreifen und gestaffelt werden. Die Verkehrsgüte einer Mischung nimmt im allgemeinen mit dem M. zu. Andererseits steigt mit wachsendem M. der Aufwand für die Verkabelung der Ausgänge der Wählerrahmen (s. Bild). Ein M. von $2 < Q < 4$ wird als wirtschaftlich optimal betrachtet. Die Tabellenwerte der Verkehrsleistung in den Verlusttabellen gelten für das M. 2 : 1.

2. → Troposphäre. *Socher*

Mischwachs → Wachs.

Mischwähler sind Wähler, die zur Zusammenfassung kleiner Bündel, sowie zur Vergrößerung der Erreichbarkeit und damit zur besseren Auslastung nachfolgender Leitungen oder Vermittlungseinrichtungen dienen. Man unterscheidet zwei Anwendungsgebiete für M.:

1. Das Zusammenführen mehrerer kleiner Bündel, z. B. der Endvermittlungsleitungen gehend (Elg) vor den Zählimpulsgebern durch M. und das Zusammenführen der Abnehmerleitungen aus I. Vorwählgruppen durch II. Vorwähler.

2. Das Einfügen als Zwischenstufe zum Vergrößern der Erreichbarkeit und Erhöhen der Auslastung teurer Leitungen, z. B. der Haupt- und Knotenvermittlungsleitungen kommend (Hlk und Klk).

M. sind am wirksamsten, wenn sie mit der vorgeordneten Wahlstufe zusammen als zweistufige Zwischenleitungsanordnung mit → rückwärtiger Sperrung arbeiten. In manchen Fällen, z. B. in Endvermittlungsleitungen, kann wegen der örtlichen Trennung der beiden Wahlstufen, keine Zwischenleitungsanordnung gebildet werden. In solchen Fällen bilden die M. eine getrennte Mischwahlstufe.

Je nachdem, ob alle Leitungen eines Bündels oder nur ein Teil davon über Mischwähler geführt sind, bezeichnet man die Anordnung als vollständige Mischwahl oder als Sparschaltung. In der Sparschaltung werden die zuerst abgesuchten und daher hochbelasteten Ausgänge unmittelbar mit Abnehmerleitungen beschaltet. Die seltener belegten Ausgänge sind über die Mischwahlstufe geführt. Die Bemessung der nötigen Anzahl von M. hängt von vielen Größen ab. Es gibt dazu Tabellen, die aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Verkehrssimulationen aufgestellt wurden. *Socher*

Mitarbeiter ist bei der DBP im engeren Sinne die Sammelbezeichnung für Kräfte mit ausführenden Tätigkeiten, soweit letztere für Beamte der Laufbahnen des mittleren und des einfachen Dienstes sowie für vergleichbare Angestellte und Arbeiter vorgesehen sind. → Wissenschaftliche Mitarbeiter sind hingegen Angestellte mit wissenschaftlicher Hochschulbildung.

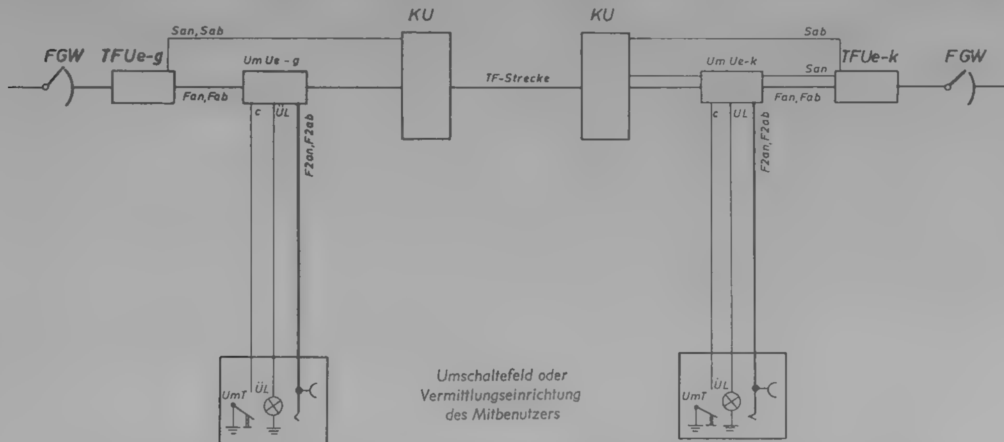
Mitbenutzung von Fernsprechleitungen.

1. Für den Fernsprech-Fernverkehr werden im Fern- und Bezirkskabelnetz der DBP eine große Anzahl ständig geschalteter Leitungen in einer Vielzahl von Verkehrsbeziehungen benötigt. Genaue Bemessungs-

richtlinien gewährleisten eine wirtschaftliche Ausnutzung dieser Leitungen. Für andere Dienste ist jedoch u. U. der Bedarf an Betriebsleitungen allgemein oder in bestimmten Verkehrsbeziehungen so gering, daß es unwirtschaftlich wäre, in diesen Fällen eigene Leitungen ständig zu schalten. Weiter benötigen bestimmte Dienste für ihre Betriebsleitungen jederzeit Ersatzleitungen, für die nicht immer unbenutzte Stromkreise zur Verfügung stehen. Diese Dienste benutzen für ihre Zwecke Fernsprechleitungen mit; sie werden deshalb in diesem Zusammenhang als Mitbenutzer bezeichnet. Solche Mitbenutzer sind: Bildtelegrafie (BT) (Bildzubringer- und Verbindungsleitungen), Wechselstromtelegrafie (Ersatzleitungen für WT-Grundleitungen, WTE), Ton- und Fernsehrundfunkdienst (Tn/TV) (Meldeleitungen, ausnahmsweise auch Kommentarleitungen), Fernsprechansagedienst (Ersatzleitungen für Modulationsleitungen bei zentraler Einspeisung des Ansagetextes).

worden. Der eine Typ gestattet die automatische Umschaltung von Stromkreisen mit Trägerfrequenzübertragungen (TFUe) oder Tonwahlübertragungen (TonUe); der andere Typ wird bei Umschaltung von NF-Leitungen mit Wechselstromübertragungen (WUe) eingesetzt, wobei auch durch gleichzeitige Umschaltung von zwei NF-Leitungen dem Mitbenutzer ein Vierdraht-NF-Stromkreis zur Verfügung gestellt werden kann.

Das Bild zeigt als Beispiel die Anordnung von Umschalteübertragungen in Verbindung mit Trägerfrequenzübertragungen. Die gehende Umschalteübertragung (UmUe-g) wird zwischen der Leitungsseite der gehenden Trägerfrequenzübertragung (TFUe-g) und dem Kanalumsetzer (KU) am Anfang der Trägerfrequenzstrecke eingefügt. Die kommende Umschalteübertragung (UmUe-k) wird zwischen dem Kanalumsetzer (KU) am Ende der Trägerfrequenzstrecke und der Leitungsseite der kommenden



Mitbenutzung einer Fernsprechleitung des SWFD mit TFUe (Automatische Umschaltung in der Fern VStW).

2. Bei Mitbenutzung von Rufleitungen des handvermittelten Ferndienstes kommt man bei Beteiligung des Personals der FernVStHand an der Umschaltung mit einfachen Umschaltemitteln- und Verfahren aus. Da Rufleitungen fast nicht mehr vorhanden sind, müssen Leitungen des Selbstwählferndienstes (SWFD) für die Mitbenutzung herangezogen werden. Um eine gegenseitige Störung des SWFD und des Mitbenutzers zu vermeiden, muß die bei Mitbenutzung von SWFD-Leitungen anzuwendende Technik die besonderen Betriebs-Zeit- und Strombedingungen der automatischen Vermittlungseinrichtungen — insbesondere die der Wählübertragungen — berücksichtigen. Die Technik für die automatische Umschaltung von SWFD-Leitungen berücksichtigt auch weitgehend die Tatsache, daß kleinere Vermittlungsstellen (VStW) nicht mehr ständig besetzt sind.

3. Für die automatische Umschaltung von Fernsprechstromkreisen in den FernVStW sind zwei Typen von Umschalteübertragungen (UmUe) entwickelt

Trägerfrequenzübertragung angeordnet. Zur Umschalte- oder Vermittlungseinrichtung des Mitbenutzers führt eine 6adrige Stichleitung (Sprechadern F2an, F2ab und die beiden Steueradern c und ÜL). Zum Mitbenutzer werden nur die Sprechadern umgeschaltet. Die Signaladern der TF-Strecke (San, Sab) bleiben zwischen TFUe und KU durchgeschaltet. Am Leitungsende wird die Steuerader San über die UmUe-k geschleift, um von der TFUe-g ausgehende Schaltkennzeichen in der UmUe-k auswerten zu können; sie wird jedoch ebenfalls nicht zum Mitbenutzer umgeschaltet. Das Personal des Mitbenutzers leitet die Umschaltung der TF-Strecke durch Betätigen einer Umschaltetaste (UmT) bei der UmUe-g ein. Wenn beim Betätigen der UmT noch eine SWFD-Verbindung besteht, wird die TF-Strecke erst später, nach dem vollständigen Auslösen der SWFD-Verbindung, zum Mitbenutzer durchgeschaltet. Bei der UmUe-k kann das Personal des Mitbenutzers die UmT nach, aber auch vor der Um-

schaltung auf der gehenden Seite betätigen. Beim Zurückschalten der TF-Strecke braucht ebenfalls keine bestimmte Reihenfolge eingehalten zu werden. Wenn die Mitbenutzerverbindung auf der gehenden Seite aufgehoben und damit die TF-Strecke zur TFUe-g zurückgeschaltet wird, geht auch dann keine SWDF-Verbindung verloren, wenn bei der UmUe-k die UmT noch nicht zurückgeschaltet worden ist, weil der von der TFUe-g gesendete Belegungsimpuls in der UmUe-k ausgewertet, der Mitbenutzer abgetrennt und die TF-Strecke auch am kommenden Ende der TF-Strecke zur TFUe-k durchgeschaltet wird.

Während einer Mitbenutzerverbindung bleibt die TFUe-g gegen Belegung vom FGW und von Prüf- und Meßeinrichtungen gesperrt.

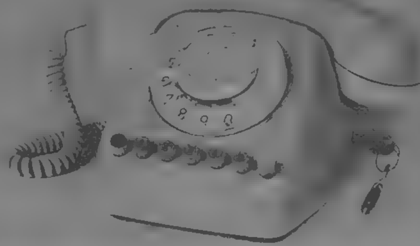
Für die Mitbenutzung von TF-Strecken mit TonUe und von NF-Leitungen mit WUe gilt im Prinzip das gleiche wie bei TFUe. Nur muß hier der Tonempfänger (TonE) bei TonUe bzw. der Wechselstromempfangskreis bei WUe schaltungstechnisch aus den Ue herausgelöst und zwischen UmUe und TF-Strecke bzw. NF-Leitung eingeschleift werden, damit SWFD-Zeichen jederzeit aufgenommen werden können. Bei diesen Ue wird eine während einer Mitbenutzerverbindung bei der TonUe-k bzw. WUe-k evtl. einsetzende rückwärtige Sperre gespeichert und erst nach Ende der Mitbenutzerverbindung (Zurückschalten bei der UmUe-k oder Belegungsimpuls von der TonUe-g oder WUe-g) über die Leitung zurückgegeben. Bei TFUe kann die rückwärtige Sperre auch während einer Mitbenutzerverbindung zur TFUe-g zurückgegeben werden, da der Signalkreis für die Rückwärtszeichen die Mitbenutzerverbindung nicht berührt.

4. Bei seltenen Mitbenutzerverbindungen ist auch eine halbautomatische Umschaltetechnik möglich, indem nur an einem Leitungsende UmUe vorgesehen werden. Am anderen Leitungsende muß durch das Personal der FernVStW, und zwar an entsprechend vorbereiteten Meßfeldern der Übertragungsgestellrahmen, von Hand umgeschaltet werden. *Altehage*

Mitfluß → Leitungstheorie.

Mitflußmeßeinrichtung. Einrichtung, die mit Hilfe des meßbaren quadratischen Mittelwertes aller Echosignale einer elektr. Leitung (äquivalenter Reflexionsfaktor) die rechnerische Bestimmung des Mitflusses auf einer elektr. Leitung ermöglicht → Impulsmeßverfahren.

Mithörapparate. M. sind »Sprechapparate besonderer Art«, die bei W-Nebenstellenanlagen eingesetzt werden können und gestatten in den Amtsleitungen einer Nebenstellenanlage mitzuhören oder auch mitzusprechen (s. Bild). Mithörapparate sind für 5 oder 10 Mithörleitungen und eine Nebenanschlußleitung ausgelegt. Sie können daher auch wie normale Nebenstellenapparate für Amts- und Innengespräche benutzt werden. Zum Mithören in den belegten Amtsleitungen muß zunächst ein gegen unbefugtes Benutzen schützendes Sperrschloß betätigt werden. Durch Drücken der jeder Amtsleitung zugeordneten Mithörtaste kann in dieser Amtsleitung mitgehört werden. Ein wahlweises Mithören auf verschiedenen belegten Leitungen erfolgt durch Drücken der entsprechenden Mithörtaste. Die Tasten lösen sich gegenseitig aus. Möchte der Benutzer des Mithörapparates außer Mithören auch noch Mitsprechen, so drückt er die dafür vorgesehene



Mithörapparat.

Sprechtaste. Kommen während des Mithörens oder Mitsprechens über die Nebenstellenleitung Anrufe an, werden sie durch den im Beikasten eingebauten Wecker signalisiert. Sie können nach kurzzeitigem Auflegen des Handapparates, wodurch die betätigte Mithör- und Mitsprechtasten ausgelöst werden, abgefragt werden. *H. Fischer*

Mithöreinrichtungen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. In einer Nebenstellenanlage können Einrichtungen für das Mithören und Mitsprechen vorhanden sein, mit denen die Benutzer von dafür vorgesehenen Sprechstellen sich auf Gesprächsverbindungen anderer Sprechstellen der Nebenstellenanlage aufschalten können. Die M. werden entweder im Rahmen der Ausstattungsvorschriften für Nebenstellenanlagen als Ergänzungsausstattung oder als → Fernsprechapparat besonderer Art (Mithörapparat) ausgeführt.

Durch die M. kann der Inhaber der Nebenstellenanlage seine Sprechstellen an bestimmte Leitungen — insbesondere Amtsleitungen — anschalten. Die hierfür erforderlichen Einrichtungen sind sowohl für das Mithören wie auch das Mitsprechen geeignet. Das Mithören oder das Mitsprechen kann nach Maßgabe der Vorschriften unterbunden werden. Als allgemein verwendbare Ergänzungsausstattung ist eine Einrichtung zum Verhindern des Mithörens und Mitsprechens der Gespräche einzelner Nebenstellen vorgesehen.

Nach den übertragungstechnischen Richtlinien für Nebenstellenanlagen darf eine M. eine Einfügungsdämpfung von höchstens 0,05 Np haben; bei Anschaltung mehrerer M. darf die gesamte Einfügungsdämpfung 0,1 Np nicht überschreiten. Für das → Aufschalten auf besetzte Anschlüsse der Nebenstellenanlage ist eine höhere Dämpfung zugelassen.

Als → Zusatzeinrichtungen für Sprechstellen zugelassene zweite Hörer-, → Lauthörgeräte usw. gestatten zwar auch anderen ein Gespräch hörbar zu machen, zählen aber nicht als M. *Paul*

Mithören → Verbindungssatz.

Mitkopplung → Rückkopplung.

Mitlaufwerk. Das M. ist ein EMD-Wähler dessen Relaissatz besonders ausgelegt ist, um beispielsweise für → Wahlendezeichen eine zweiziffrige Auswertung der Ziffernkombinationen (1—0) (1—0) und eine dreiziffrige Auswertung der Ziffernkombinationen 1 (1—0) (1—0) zu ermöglichen. Es können an den definierten Ausgängen wahlweise Kriterien folgender drei Bedeutungen angelegt werden, z. B. Zielbereich mit Wahlendezeichen, Zielbereich ohne Wahlendezeichen und Zielbereich gesperrt.

Die Aussage, welcher der drei Fälle durch das M. für die aufgebaute Verbindung gilt, wird von dem zentral angeordneten M. der → Anpassungsübertragung, die im individuellen Verbindungsweg eingeschaltet ist, mitgeteilt.

Mitschreiben. M. der gesendeten Nachricht durch den Empfänger des sendenden Telegrafenapparates; in Vermittlungsstellen Kontrolle einer Verbindung auf richtige Arbeitsweise, auf richtigen Verbindungsaufbau, ggf. auf Verbindungsdauer zum Zweck einer Gebührenfeststellung, Festhalten gewisser Teile eines Fernschreibens für spätere Nachfragen der Teilnehmer oder für statistische Zwecke u. ä.; Überwachen von Arbeitskräften auf richtige Schreibweise und genügende Schreibgeschwindigkeit sowie für allgemeine Beurteilungen. Abgesehen vom zuerst erwähnten Fall, werden für M. eigens dafür bestimmte Apparate verwendet. M. in Nebenstellenanlagen für Kontrollzwecke.

Mitsprechen. Als M. bezeichnet man das → Nebensprechen zwischen Stamm- und Phantomleitung eines Vierers (→ Verbindungssatz).

Mitsystem → symmetrische Komponenten.

Mitteilungen für Seefunkstellen. Von der OPD Hamburg herausgegebenes amtliches Mitteilungsblatt, in dem alle wichtigen Änderungen und Neuerungen im Küsten- und Seefunkdienst bekanntgegeben werden. Die M. f. S. erscheinen bei Bedarf; sie müssen von allen deutschen → Seefunkstellen als Dienstbehelf mitgeführt werden.

mittelbares nichtautomatisches Schnellverfahren → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

Mittelbedarfsanmeldungen. Als Unterlagen für die Aufstellung des Entwurfs zum Voranschlag fordert das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) von den OPDn alljährlich für das kommende Rechnungsjahr (Rj.) neben einer Übersicht über die Veranschlagung der Einnahmen eine auf vorgeschriebenen Formblättern zu erstattende M. an, die für jede OPD den nach Notwendigkeit und Dringlichkeit sorgfältig festgestellten Mittelbedarf je Verbuchungsstelle aufzeigen soll. Bei der Feststellung des Mittelbedarfs sind die Preisverhältnisse zum Zeitpunkt der Bedarfsermittlung zugrunde zu legen. Es dürfen nur Mittel angefordert werden, die im kommenden Rj. für die Aufrechterhaltung der Verwaltung, zur Erfüllung ihrer Aufgaben und zur Deckung ihrer rechtlichen Verpflichtungen notwendig sind und die kassenmäßig in diesem Rj. verausgabt werden können. Alle Einnahmen mit anderem Ansatz als im Vorjahr, alle Betriebsausgaben, für die nicht im Vorjahr Mittel in mindestens der gleichen Höhe bewilligt sind, und alle Anlageausgaben sind eingehend zu erläutern und zu begründen.

Die Mittelbedarfsfeststellung für das Fernmeldewesen stützt sich auf die Ermittlungen der Ämter, die im wesentlichen auf die Planungsprogramme und Planungsvorschläge im Fernmeldewesen abgestimmt sind. Sie hat dabei die eigene Planungs- und Arbeitskapazität ebenso wie die voraussichtliche Lieferkapazität der Fernmeldeindustrie zu berücksichtigen. Die M. der OPDn werden in den Fachreferaten des BPM aufgrund der Erfahrungen aus früheren Rj. und der zu erwartenden wirtschaftlichen Entwicklung geprüft. Maßnahmen, an denen mehrere Referate beteiligt sind, müssen aufeinander ausgerichtet sein. Schließlich ist der festgestellte Bedarf mit dem für zentralgelenkte Aufgaben abzustimmen. Der danach errechnete Gesamtmittelbedarf ist auf die nach der wirtschaftlichen Gesamtentwicklung zu erwartenden Einnahmen an Eigen- und Fremdmitteln im neuen Rj. abzustellen.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen XI, 2 — Haushalts- und Kassenbestimmungen für das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (HKB), § 2 — K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, R. v. Deckers Verlag, G. Schenck GmbH, 1959, S. 210. *Clement*

Mittelbehörden (= Bundesmittelbehörden) sind im Bereich der DBP die → Oberpostdirektionen, das → Fernmeldetechnische Zentralamt, das → Posttechnische Zentralamt, das → Sozialamt der DBP sowie die → Ingenieurakademien der DBP in Berlin und Dieburg.

Mittelbewirtschaftung bei der DBP. Haupterfordernis bei der Ausführung des → Voranschlags, also der Haushaltsplanung für ein Rechnungsjahr (Rj.), ist die sorgfältige Bewirtschaftung der verfügbaren Haushaltsmittel. Dies sind die Beträge, die im Voranschlag nach Ansatz und Zweckbestimmung ausgebracht sind, zuzüglich der aus dem Vorjahr übertragenen Ausgabereste oder abzüglich der Vorgriffe, um die sich die nach dem Voranschlagsansatz verfügbaren Mittel verringern. Nur in diesem Rahmen können für das laufende Rj. Verbindlichkeiten, d. h. Zahlungsverpflichtungen, eingegangen werden.

Für die M. bei der DBP sind eine Reihe von Vorschriften bestimmend. Rechtsgrundlage für die Haushalts- und Wirtschaftsführung der DBP ist das → Postverwaltungsgesetz (PostVwG) vom 24. 7. 1953, nach dem die Bewirtschaftungsgrundsätze der → Reichshaushaltsordnung (RHO) vom 31. 12. 1922 auch auf die DBP anzuwenden sind mit

den Änderungen, die sich aus dem PostVwG und der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP ergeben (§ 35 (1) PostVwG).

Für den inneren Dienst der DBP sind die einschlägigen Vorschriften der RHO in den → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) zusammengefaßt und ergänzt. Darüber hinaus werden die Aufgaben, Befugnisse und Verantwortungsbereiche der an der M. Beteiligten durch verschiedene Abschnitte der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) geregelt, so z. B. durch die ADA XI, 2 (Haushalts-, Wirtschafts- und Prüfbestimmungen usw.), die ADA VII, 4 (Haushalts- und Wirtschaftsführung bei den Ämtern des Fernmeldewesens) und die ADA VIII, 1 (Kassen- und Rechnungswesen bei den Ämtern). Die Haushalts- und Wirtschaftsbestimmungen für die OPDn aus der ADA XI, 2 alter Fassung sind überarbeitet und im Jahre 1967 vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) vorerst unter der Bezeichnung »Vorläufige Richtlinien für die Haushalts- und Wirtschaftsführung bei den Oberpostdirektionen (VorlRichtl Haushalt OPDn)« herausgegeben worden mit der Auflage, bis zum Erscheinen der neuen ADA XI, 2 vorerst nach diesem Dienstbehelf zu verfahren.

Für den Bereich des BPM ist die M. durch die »Haushalts- und Kassenbestimmungen für das BPM (HKB)« geregelt, die im Jahre 1949 als ergänzende Bestimmungen zur ADA XI, 2 und XII vom BPM (HVPF) herausgegeben wurden und die inzwischen durch eine Reihe von Vfg. ergänzt worden sind. Für die M. beim BPM sind darin insbesondere die §§ 1 bis 12 von Bedeutung.

Grundlage der M. ist neben den vorgenannten gesetzlichen und sonstigen Bestimmungen der Voranschlag selbst mit seinen Ansätzen, Zweckbestimmungen und Erläuterungen dazu. Die dadurch gezogenen Grenzen sind von den am Haushaltswesen Beteiligten einzuhalten. Die Befugnisse, Aufgaben und Verantwortungsbereiche für die mit der M., der Verwaltung der Mittel und ihrer Überwachung Beauftragten sind in den verschiedenen obengenannten Dienstanweisungen geregelt bzw. gegeneinander abgegrenzt. Die zum Beginn eines Rj. nach der Feststellung des Voranschlags zur Verteilung kommenden Haushaltsmittel sind in erster Linie die Kassenanschlagsmittel, die den OPDn und den sonstigen Mittelbehörden sowie der → Generalpostkasse (GPK) vom BPM für das Rj. zur selbständigen Verwaltung, getrennt nach Verbuchungsstellen (Titeln) des Voranschlags, zugewiesen werden. Ihre Höhe richtet sich nach dem für ein Rj. ermittelten Bedarf und dem Umfang der den nachgeordneten Stellen vom BPM übertragenen Befugnis zur Mittelverwaltung in eigener Zuständigkeit (§ 56, Abs. (2) und (3), PHB). Daneben erhalten die nachgeordneten Dienststellen durch Einzelverfügungen Mittel bei den einzelnen Titeln zugewiesen oder bereitgestellt. (Bereitstellungen sind Ausgabeermächtigungen mit der Auflage, den für eine bestimmte Maßnahme tatsächlich verausgabten Betrag nach Abschluß dieser, spätestens bis zum Schluß des Rj. zur Zuweisung anzufordern.)

Im Laufe des Rj. können Mittelverstärkungen bei ausreichender Begründung gewährt werden. Nicht oder nicht in voller Höhe benötigte Mittel sind zurückzugeben; sie können aus besonderem Anlaß auch zurückgezogen oder gekürzt werden. Die bei der M. zu beachtenden Grundsätze sind im wesentlichen:

1. Grundlage der Haushaltsführung und der Verwaltung der Einnahmen und Ausgaben bildet der Voranschlag (§§ 1—25 PHB).

2. die Voranschlagsmittel (Haushaltsmittel) sind wirtschaftlich und sparsam zu verwalten. Sie dürfen bei den einzelnen Zweckbestimmungen nur so weit und nicht eher in Anspruch genommen werden, als es zur wirtschaftlichen und sparsamen Führung der Verwaltung der DBP erforderlich ist (§ 26 PHB).

3. Die bewilligten Beträge dürfen nur zu dem im Voranschlag bezeichneten Zweck, soweit und solange dieser fortdauert und nur innerhalb des Rechnungsjahres verwendet werden. Bei den im Voranschlag ausdrücklich als übertragbar bezeichneten Mitteln für Betriebs- und Anlageausgaben bleiben die nicht ausgegebenen Beträge für die unter die Zweckbestimmung fallenden Ausgaben über das Rj. hinaus als Ausgabereste zur Verfügung (§ 30 (1) PHB).

4. Mehrausgaben gegenüber einer übertragbaren Ausgabebewilligung (Vorgriffe) sind Haushaltsüberschreitungen, die aus der nächsten Bewilligung für den gleichen Zweck vorweg zu decken sind. Ausnahmen können im Voranschlag zugelassen werden (§ 30 (3) PHB).

5. Die Haushaltsmittel dürfen bei den einzelnen Titeln grundsätzlich nicht überschritten werden. Sind im Voranschlag jedoch mehrere Ausgabebewilligungen für gegenseitig deckungsfähig erklärt worden, so dürfen die bei einer Bewilligung ersparten Mittel, solange sie verfügbar sind, zur Deckung von Mehrbedarf bei der anderen Bewilligung verwendet werden. Zwischen den Mitteln für Betriebsausgaben und Anlageausgaben kann im Voranschlag eine gegenseitige Deckungsfähigkeit bis zu einem bestimmten v. H.-Satz, der 10 v. H. nicht überschreiten darf, vorgesehen werden.

6. Die im Voranschlag zur Verfügung gestellten Mittel müssen so verwaltet werden, daß sie zur Deckung aller Ausgaben ausreichen, die unter die einzelne Zweckbestimmung fallen. Der eine Zahlungsverpflichtung, für die eine Deckung durch verfügbare Haushaltsmittel nicht vorhanden ist, eingehende Beamte oder Angestellte ist für die eintretende Haushaltsüberschreitung verantwortlich und haftbar (§ 32 PHB).

7. Haushaltsüberschreitungen und das Eingehen von Zahlungsverpflichtungen, für die im Voranschlag keine Deckung vorgesehen ist, sind für die nachgeordneten Dienststellen von der vorherigen Genehmigung durch das BPM abhängig. Verstöße gegen diese Bestimmung verpflichten die schuldigen Beamten oder Angestellten zum Schadensersatz (§ 33 PHB).

Die Aufgaben des Mittelverwalters, das ist der für die Verwaltung der Haushaltsmittel bei einer oder

mehreren Verbuchungsstellen verantwortliche Beamte, bestehen in der Hauptsache in der Beachtung der vorgenannten Grundsätze. Daneben hat er als Aufgabe der Mittelverwaltung vor allem die Wirtschaftspläne (WiPl) nach den Bestimmungen der ADA XI, 2, §§ 10—16, aufzustellen und zu führen, die Anträge auf Mittelverstärkung zu bearbeiten und in voller haushaltsrechtlicher Verantwortung die vorgeschriebenen Mittelvermerke abzugeben. Mit seiner Unterschrift im Mittelvermerk, der auf allen Verfügungen und Schreiben anzubringen ist, mit denen mit Ausgaben verbundene Maßnahmen oder Beschaffungen veranlaßt werden, bestätigt er, daß die Mittel in voller Höhe verfügbar sind und die Mittelbindung im WiPl vermerkt ist.

Für jeden Titel, bei dem Haushaltsmittel zu verwalten sind, ist ein WiPl aufzustellen. Er besteht aus einem Hauptteil, in dem die zur Verfügung gestellten Haushaltsmittel innerhalb des Titels nach Verwendungszwecken aufgeteilt sind, und so vielen Nebenteilen, wie Verwendungszwecke im Hauptteil aufgeführt sind. Für das Führen der WiPl gelten die allgemeinen Bestimmungen über die Buchführung der DBP (ADA VIII, 1, §§ 52—55) sinngemäß. Der WiPl soll es dem Mittelverwalter ermöglichen, festzustellen, ob für einzuleitende Maßnahmen und Beschaffungen noch ausreichende Mittel verfügbar sind. Außerdem soll er jederzeit den Stand der Mittelbindungen und der danach noch verfügbaren Mittel erkennen lassen. Gleichzeitig macht er ersichtlich, ob die Mittel für den Rest des Jahres ausreichen werden oder eine Verstärkung nötig sein wird, oder ob Mittel zurückgegeben werden können. Die WiPl sind getrennt nach Rj. anzulegen und zu führen. In die Spalte »verfügt über« der Nebenteile ist jede Mittelbindung einzutragen, die einen Mittelvermerk ausgelöst hat. Die Überwachung der ordnungsgemäßen M. ist durch die Befugnisse der verschiedenen an der Haushaltsführung beteiligten, dem Mittelverwalter übergeordneten Dienststellen, vor allem des Haushaltsreferenten, sichergestellt.

Der Überwachung des Mittelabflusses und des Mittelverbrauchs dienen verschiedene in regelmäßigen Fristen zu erstellende Übersichten, wie die »Nachweise über den Stand der Mittel«, die »Verzeichnisse der Bauvorhaben, die aus bereitgestellten Mitteln zu bestreiten sind«, und schließlich die für die → Etatbilanz und für die Bewirtschaftung der Haushaltsmittel des Fernmeldewesens aufzustellende → Evidenzbuchhaltung, die zentral beim Fernmeldetechnischen Zentralamt als der zentralen Beschaffungsbehörde erstellt wird. Darüber hinaus steht dem BRH nach § 18, Abs. 2, PostVwG das Prüfungsrecht für die gesamte Haushaltsführung der DBP zu.

Literatur: Posthaushaltsbestimmungen — ADA XI, 2 — ADA VII, 4 — VorlRichtl Haushalt OPDn. 1967 — Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis. *Clement*

Mittelfrequenztelegrafie ist ein Wechselstromtelegrafiesystem zum Betrieb über Freileitungen, auf denen Trägerfrequenz-Fernsprechkanäle betrieben werden. Die Betriebsfrequenzen der M. liegen dabei in der Frequenzlücke zwischen dem Niederfrequenz-Fernsprechkanal und dem untersten Trägerfrequenz-Fernsprechkanal.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 557.

Mittelmeer-Fernsprechseekabel Marseille—Algier → Seekabelnetz.

Mittelpunktschaltung → Gleichrichterschaltungen.

Mittelröhre → Röhrenqualität.

mittelschwere Bespulung → Bespulungssysteme.

Mittelstellwerk → Stellwerk.

mittlere Anomalie → Satellitenbahn.

mittlere Wartedauer ist die Summe der Wartedauern von verzögerten Belegungen dividiert durch die Anzahl der verzögerten Belegungen. Die M. kann nach folgenden Formeln berechnet werden:

a) Bei negativ exponentiell verteilter Bedienungs- bzw. Belegungsdauer t_m

$$t_{w,\,exp} = \frac{t_m}{N - A}\,.$$

b) Bei konstanter Bedienungs- bzw. Belegungsdauer t_m

$$t_{w,\,const} = \frac{t_m}{2\,(N - A)}\,.$$

A: Verkehrsangebot, N: Anzahl der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen.

Die Formeln setzen Zufallsverkehr, unbeschränkte Wartemöglichkeiten und volle Erreichbarkeit der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen voraus. Gelegentlich bezieht man die Summe der Wartedauern auch auf die Anzahl aller angebotenen (verzögerte und nicht verzögerte) Belegungen. Belegungen, die unverzögert abgewickelt werden, haben dabei die Wartedauer Null.

MMMMM → Wetterschlüssel.

MNS-Transistor (MNS-FET) → Feldeffekt-Transistoren.

Mode. Andere Bezeichnung für Wellentyp oder Wellenform (Schwingungsform) elektromagnetischer Wellen vorzugsweise in Hohlleitern, z. B. H_{mn}-Mode oder E_{mn}-Mode (→ Rohrwellen).

Modem. Kunstwort, das von Modulator/Demodulator hergeleitet ist. Man versteht darunter eine Datenübertragungseinrichtung, die als Bindeglied zur Anpassung zwischen Fernsprech- oder Breitbandwegen und Datenendeinrichtung (→ Datenübertragungssystem) angeordnet ist und dazu dient, digitale Signale in tonfrequente Form zu bringen bzw. aus dieser zurückzuverwandeln.

M. können mit verschiedenen Modulationsverfahren (Frequenz-, Phasenmodulation) arbeiten, verschiedene Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglichen und unterschiedlich ausgeführt sein. Es gibt M. für serielle und für parallele Übertragung. Die technischen Merkmale sind in → CCITT-Empfehlungen für Datenübertragung international geregelt. Einheitliche

→ Schnittstellen ermöglichen den Anschluß von Datenendeinrichtungen verschiedener Ausführung und Herkunft.

M. an festgeschalteten Leitungen sind privat. Von der DBP sind die folgenden M. eingeführt worden:

a) M. für Serienübertragung mit 1200 bit/s (D 1200 S) (umschaltbar auf 600 bit/s).

Dieser M. gestattet die synchrone und asynchrone Übertragung binär codierter Nachrichten in jedem beliebigen → Code. Zusätzliche Einrichtungen machen es möglich, den M. eines Fernsprechanschlusses ergänzend an eine überlassene Leitung anzuschalten. Mit Hilfe des M. werden innerhalb des Sprachbandes einer Fernsprechverbindung ein Datenkanal für Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 1200 bit/s und ein Hilfskanal für Geschwindigkeit bis zu 75 bit/s gebildet. Während der Übertragung im Datenkanal kann gleichzeitig der Hilfskanal zur Übermittlung von Steuer- und Quittungssignalen in der jeweiligen Rückrichtung, z. B. für ein Fehlerschutzverfahren, ausgenutzt werden. Der M. läßt beim Einsatz im öffentlichen Fernsprechnetz Halbduplexbetrieb des Datenkanals zu. An festgeschalteten 4-Draht-Leitungen ist Duplex-Betrieb möglich. Der M. entspricht internationalen Empfehlungen und ist daher auch für den internationalen Verkehr geeignet. Er arbeitet mit Frequenzmodulation (Bild 1).

b) M. für Serienübertragung mit 200 bit/s (D 200 S).

Dieser M. erlaubt eine Übertragungsgeschwindigkeit bis zu 200 bit/s und Duplexbetrieb des Datenkanals im öffentlichen Fernsprechnetz. Binär codierte Nachrichten können synchron oder asynchron übertragen werden. Durch Frequenz-Getrenntlageverfahren kann gleichzeitig in beiden Richtungen gesendet und empfangen werden. Festgeschaltete 4-Draht-Leitungen können zusätzlich angeschaltet werden. Das Modulationsverfahren (FM), die Frequenzen, Schnittstelle, usw. sind international einheitlich nach den CCITT-Empfehlungen der V-Serie ausgeführt (Bild 2).

c) M. für Parallelübertragung mit 20/40 Zeichen/s »D 20 P« (Bild 3).

Der Parallelmodem D 20 P bietet die Möglichkeit, Daten zwischen Fernsprechanschlüssen mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 20 Zeichen/s (unter bestimmten Voraussetzungen 40 Zeichen/s) zu übertragen.

Das System D 20 P erlaubt die Sammlung digitaler Daten von mehreren einfachen und preiswerten Außenstellen zu einer (aufwendigeren) Zentralstelle über gewählte Fernsprechverbindungen. In der Rückwärtsrichtung steht in der Betriebsweise »halbduplex« der volle Fernsprechkanal zur Verfügung. Der M. der Zentralstelle kann über eine Schnittstellenleitung zur Aussendung einer Tonfrequenz (420 Hz) veranlaßt werden, um der rufenden Stelle Quittungssignale (z. B. Dauerton für guten Empfang, intermittierenden Ton für schlechten Empfang) kenntlich zu machen. Wird allerdings in der Zentralstelle eine Datenverarbeitungsanlage eingesetzt, die die Fähigkeit zur Sprachausgabe besitzt, so wird aus dem Datensammelsystem ein Dialogsystem. Die Verarbeitungsanlage würde in diesem Falle numerisch

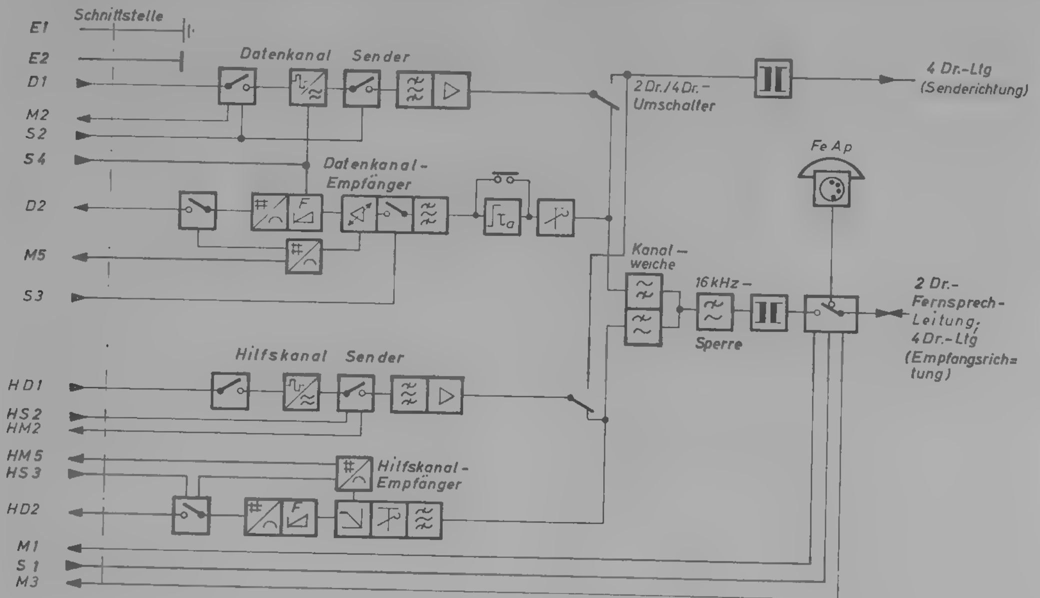


Bild 1. »Modem D 1200 S« Blockschaltbild.

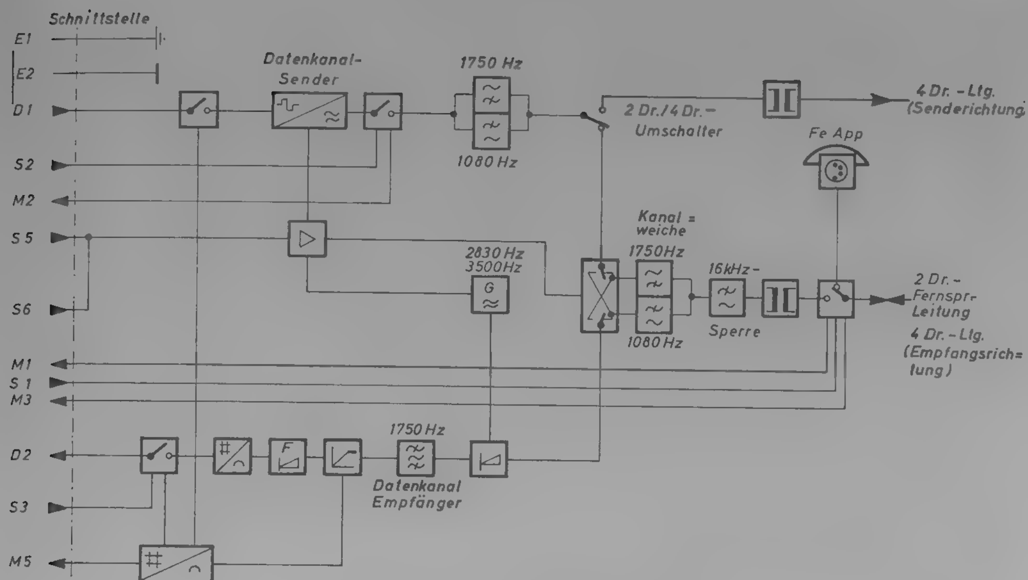


Bild 2. »Modem D 200 S« Blockschaltbild.

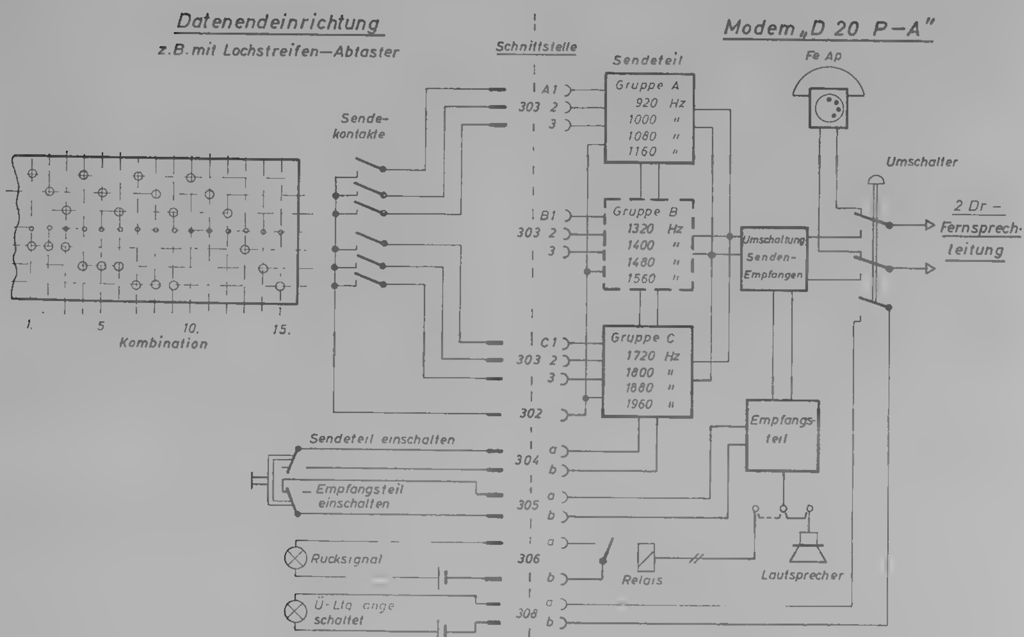


Bild 3. Prinzipschaltbild einer Daten-Außenstation mit Parallelmodem »D 20 P-A«.

oder alphanumerisch codierte Anfragen in offener (künstlicher) Sprache beantworten können. Die Antwort (Töne oder Sprache) wird hörbar in einem Lautsprecher des M. Quittungen in digitaler Form können auch wahlweise mit Hilfe einer Zusatzbaugruppe zu Anzeigen an der Endeinrichtung umgesetzt werden.

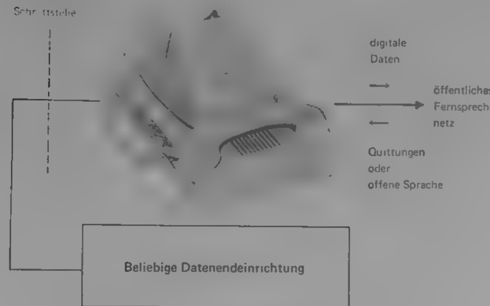


Bild 4. Modem zur Parallelübertragung »D 20 P-A«.

Der M. der Außenstelle (D 20 P-A) ist als Untersatz zum Fernsprechapparat ausgebildet. Über eine verdeckt am hinteren Teil des Gerätes angebrachte Schnittstellensteckvorrichtung lassen sich beliebige Datenendeinrichtungen anschalten, sofern sie die besonderen Schnittstellenvorschriften erfüllen. Der M. D 20 P benötigt keine eigene Stromversorgung.

Die Umschaltung auf Datenbetrieb geschieht durch Auflegen des Hörers in die Mulde des M (Bild 4).

Der mit größerem Aufwand verbundene M. der Zentralstelle »D 20 P-Z« (Bild 5) hat etwa die gleichen Abmessungen wie ein Serienmodem D 1200 S (117 mm hoch, 475 mm breit, 190 mm tief).

M. können entweder manuell oder automatisch bedient werden. Man unterscheidet außerdem rufende oder gerufene Stationen.

Wenn beide Stationen manuell bedient werden, gibt es gegenüber normalen Fernsprechverbindungen keinen Unterschied. Nachdem eine Verbindung hergestellt und betriebliche Einzelheiten fernmündlich vereinbart worden sind, wird in beiden Stationen auf Datenbetrieb umgeschaltet. Falls erwünscht und vorher vereinbart, kann nach der Datenübertragung auf Sprechbetrieb zurückgeschaltet werden.

Wenn die gerufene Station automatisch bedient wird, so wird dem Anrufer hörbar (durch Kennton oder übergangsweise automatische Ansage) angezeigt, daß die gerufene Station in den Verbindungszustand für Datenbetrieb geschaltet hat und die Verbindung gebührenpflichtig geworden ist.

Für die automatische Bedienung rufender Stationen müssen die Aufgaben des Wählens, der Kontrolle des Verbindungsaufbaus und der Verbindung sowie die Übertragung der Daten ohne manuelle Hilfe erfüllt werden. Hierzu sind zusätzliche Einrichtungen zu den M. erforderlich. *W. Tietz*

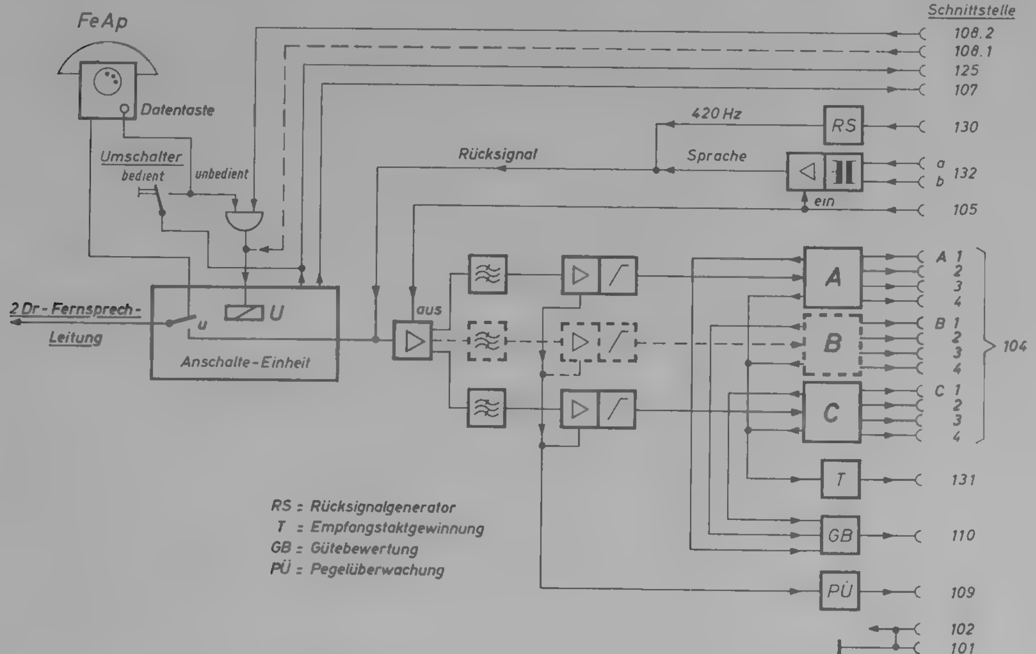


Bild 5. Prinzipschaltbild einer Daten-Zentralstation mit Parallelmodem »D 20 P-Z«.

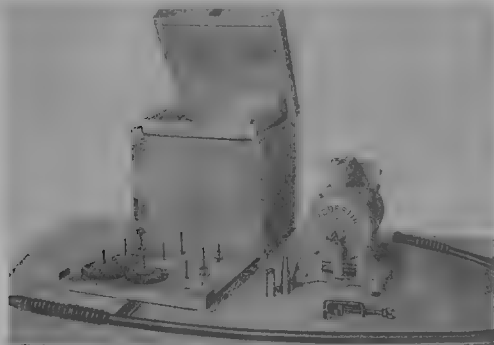
Modenkoppler → Eigennachführung.

Modenwandler → Hohlkabelschaltelemente.

Moderfäule wird durch eine Gruppe von → Pilzen hervorgerufen, die zur Klasse der Ascomyceten und der Fungi imperfecti gehören. Vorkommen vor allem in Hölzern mit hohem Feuchtigkeitsgehalt (Schwellen, Maste, hölzerne Kühltürme). Die Abbauintensität steigt mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt. Auftreten an Masten im Erdbereich, vor allem dicht unter der Erdgleiche. Substratpilz. Der Fruchtkörper ist an befallenen Fernmeldemasten nicht sichtbar. Die Hyphen sind nur mikroskopisch erkennbar (Mikropilz). Schwacher Befall an Fernmeldemasten makroskopisch nicht erkennbar. Bei starkem Befall und nassem Holz ist der Mastmantel im Erdbereich weich (modrig). Befallenes ausgetrocknetes Holz weist feine quer zur Faserrichtung verlaufende Risse auf (Zellulosezerstörer). Das Holz bricht nach Einstoßen und Umbiegen eines spitzen Gegenstandes kurzfaserig aus. Mikroskopisch ist der Befall erkennbar an der Kavernen-Bildung in den Sekundärwänden des Spätholzes.

Literatur: W. K. Findlay u. J. G. Savory, Moderfäule, Die Zersetzung von Holz durch niedere Pilze, Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 12 (1954), S. 293—296 — M. Gersonde u. R. Meyer, Das Vorkommen von Moderfäule in Holzmasten, Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 22 (1964), S. 42—47 — H. Bellmann, Zur Kenntnis der Zerstörung von Nadelhölzern durch Moderfäulepilze, Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 19 (1961), S. 429—434.

Modermagerät ist für Reinigungs-, Schleif- und Polierarbeiten an den technischen Einrichtungen bestimmt. Durch das M. lassen sich in arbeitssparender Weise z. B. die Wählersegmente, Messer- und Federleisten der Kontaktsätze reinigen. Dadurch



Modermagerät.

werden Wählergeräusche vermindert. Das M. besteht aus einem Einphasen-Wechselstrommotor (polumschaltbar für 3000 und 1500 U/min) mit entsprechendem Zubehör (s. Bild). An eine Motorseite kann eine biegsame Welle mit Winkelhandstück (Untersetzung 1:2) angeschlossen werden.

Modetheorie. Im Myriameterwellenbereich (Längstwellen) ist die Wellenlänge nicht mehr klein gegenüber der Entfernung Erde–Ionosphäre. Daher ist es häufig bequemer für die Ausbreitungsberechnung statt der strahlenoptischen Theorie die M. zu benutzen, die den Raum zwischen Erde und Ionosphäre als Wellenleiter auffaßt. In erster Näherung (flache Erde und Ionosphäre, ideal leitende Oberflächen, scharf begrenzte Ionosphäre, Vernachlässigung des Erdmagnetfeldes) liefert die M. die gleichen Wellentypen wie die Hohlleitertheorie der Höchstfrequenztechnik, d. h. TE-(H-) und TM-(E-)Moden und Ordnungen n, die die Anzahl der Wellenknoten zwischen Erde und Ionosphäre angeben. Wie in der Theorie der Hohlleiter gibt es auch hier eine minimale Frequenz

$$f_n = \frac{n\,c}{2\,h}$$

für die eine Ausbreitung noch möglich ist (c ist die Lichtgeschwindigkeit und h die Höhe der Ionosphäre). Für $h = 75$ km und $n = 1$ ergibt sich $f_1 \approx 2$ kHz, für noch tiefere Frequenzen (ELF-Bereich) ist daher nur die Ausbreitung im Mode nullter Ordnung von Bedeutung. Derartig tiefe Frequenzen entstehen bei elektrischen Entladungen in der Atmosphäre (→Whistler).

Die Ionosphäre und die Erdoberfläche sind nicht ideal leitend, dadurch wird die Phasengeschwindigkeit der Wellen verändert und eine Dämpfung, besonders der höheren Ausbreitungsmoden, verursacht. Dämpfung und Ausbreitungsgeschwindigkeit werden auch durch die Erdkrümmung beeinflußt. Infolge des Erdmagnetfeldes bewirkt die Ionosphäre eine Aufspaltung der elektromagnetischen Wellen (→ ionosphärische Brechung), so daß gekoppelte Moden unterschiedlicher Polarisation entstehen. Die bei Frequenzen unterhalb 1,5 kHz gemessenen Dämpfungswerte können theoretisch nur erklärt werden, wenn statt der scharf begrenzten Ionosphäre ein Zweischichtenmodell oder eine frequenzabhängige Höhe angenommen wird.

Zwischen M. und Strahlentheorie besteht ein enger Zusammenhang: Das durch die M. beschriebene Wellenmuster kann man sich durch Überlagerung mehrfach zwischen Erde und Ionosphäre reflektierter Strahlen unterschiedlicher Einfallsrichtung entstanden denken. Eine genaue Feldstärkeberechnung nach der einen oder anderen Theorie erfordert eine Summenbildung über alle Ausbreitungsmoden bzw. über alle möglichen Strahlwege. Bei Längstwellen ist für lange Ausbreitungswege die M. bequemer (Moden höherer Ordnung können wegen starker Dämpfung vernachlässigt werden).

Literatur: K. G. Budden, The Wave-Guide Mode Theory of Wave Propagation, Lagos Press 1961 — J. R. Wait, Electromagnetic Waves in Stratified Meddia, Pergamon Press 1962.

Jacobs

Modetransducer → Hohlkabelschaltelemente.

modifizierte Palm-Jacobaeus-Verlustformel (V.). Sie ist eine Verlustformel für Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit. Sie wurde von C. Palm entwickelt, von A. Jacobaeus zur Berechnung von Zwischenleitungsanordnungen verwendet und von A. Lotze zur besseren Übereinstimmung mit den Verlustwahrscheinlichkeiten (B) guter Mischungen modifiziert. Die nach der

Palm-Jacobaeus-Formel berechnete Verlustwahrscheinlichkeit:

$$B = \frac{E_{1,N}(A)}{E_{1,N-k}(A)}; E_{1,N} = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^{N} \frac{A^i}{i!}}; E_{1,N-k} = \frac{\frac{A^{N-k}}{(N-k)!}}{\sum_{i=0}^{N-K} \frac{A^i}{i!}}$$

stimmt nur bei kleinen Werten mit der Wirklichkeit überein.

Es bedeuten: k: Erreichbarkeit, N: Anzahl der Leitungen, A: Verkehrsangebot.

Bei größeren Verlusten liegen sie zu hoch. Bei der V. wird daher das tatsächliche Verkehrsangebot A durch ein kleineres, modifiziertes Angebot A_0 ersetzt. Dieses ist so bestimmt, daß es bei einem Bündel mit N Leitungen und voller Erreichbarkeit dieselbe Belastung y hervorruft wie das tatsächliche Angebot A bei einem Bündel mit N Leitungen und der Erreichbarkeit $k(k < N)$.

modifiziertes Angebot $A_0 = \frac{y}{1 - E_{1,N}(A_0)}$,

tatsächliches Angebot $A = \frac{y}{1 - B_k}$,

modifizierte Palm-Jacobaeus-Formel:

$$B_k = \frac{E_{1,N}(A_0)}{E_{1,N-k}(A_0)}.$$

Die V. liefert Werte für die Verlustwahrscheinlichkeit, die bei guten Mischungen von kleinen bis zu großen Verlusten mit den Ergebnissen aus Verkehrstesten gut übereinstimmen. Für Mischungen mit geringerer Verkehrsgüte (vereinfachte Normmischung) wird die V. durch die folgende Korrektur angepaßt:

$$A_{Tab} = A + \Delta A,$$

$$\Delta A = F \cdot \left(\frac{N}{k} - 1\right)^2 \cdot \frac{k-2}{60 + 4k} \cdot \frac{1 - B}{1 + k \cdot B^2}.$$

F: heißt Anpassungsfaktor, sein Wert ist konstant, aber für unterschiedliche Mischungstypen verschieden. Für die hauptsächlich vorkommende vereinfachte Normmischung ist $F = -0{,}3$.

Die V. ist mit und ohne Anpassung tabelliert. Die neuen Tabellen der Deutschen Bundespost sind nach der V. mit $F = -0{,}3$ gerechnet.

Literatur: Lotze, A.: Verluste und Gütemerkmale einstufiger Mischungen. Nachrichtentechn. Zeitschrift 1961, S. 449 bis 453.

Socher

modifizierter Brechwert → Radiometeorologie, → troposph. Brechung.

Modulation ist die Beeinflussung eines → Trägers (Trägerschwingung oder Impulsfolge) durch eine Signalspannung (Modulationsspannung, modulierende Spannung), Demodulation die Rückgewinnung der Modulationsspannung aus der modulierten Spannung. Der Zweck einer M. ist die Gewinnung besserer Übertragungseigenschaften durch Übertragung in einem Frequenzbereich mit günstigeren Übertragungsbedingungen und/oder die Möglichkeit zur Übertragung mehrerer Nachrichten über einen Übertragungskanal durch Staffelung in der Frequenz (Frequenzmultiplex-Verfahren) oder der Zeit (Zeitmultiplex-Verfahren). Bei den kontinuierlichen Modulationsverfahren wird die Amplitude oder der Winkel einer kontinuierlichen Trägerschwingung von der Modulationsspannung gesteuert, bei den diskontinuierlichen (Pulsmodulations-) Verfahren wird Amplitude, Lage oder Dauer einer Impulsfolge gesteuert. Wichtige Merkmale der verschiedenen Modulationsverfahren sind die erforderliche Bandbreite und das Signal-Geräusch-Verhältnis.

1. Kontinuierliche Modulationsverfahren 1.1 Amplitudenmodulation (AM) 1.1.1 Normale AM oder Zweiseitenband-Modulation (ZS, ZB). Ändert man die Amplitude einer Trägerschwingung $U_0 \cdot \cos(\Omega t + \Phi)$ im Rhythmus der Signalspannung, z. B. durch Röhren- oder Transistorschaltungen, sc entsteht bei einer einzelnen Modulationsspannung bei $\Phi = 0$ (Zeitverschiebung) eine modulierte Spannung

$$u_1(t) = [U_0 + U_m \cos(\omega t + \varphi)] \cos \Omega t = U_0 \cos \Omega t + \frac{1}{2} U_m \cos[(\Omega - \omega) t - \varphi] + \frac{1}{2} U_m \cos[(\Omega + \omega) t + \varphi]. \quad (1)$$

Sie enthält einen Träger und zwei Seitenschwingungen, bei einer Summe von Modulationsfrequenzen zwei Seitenbänder, von denen das obere Seitenband die normale Frequenzlage, das untere entgegengesetzte Frequenzlage (Kehrlage) hat. $m = U_m/U_0$ ist der Modulationsgrad oder Aussteuerungskoeffizient der Modulation, $m = 1$ Vollaussteuerung. Die Sendeleistung ist nach (1) $P_s = \frac{1}{2} U_0^2 + \frac{1}{4} U_m^2 = P_0 + P_s$, bei Vollaussteuerung $U_m = U_0$ also das 1,5fache der Signalleistung. Die erforderliche Bandbreite ist gleich der doppelten Signalbandbreite (Basisbandbreite) B, daher ist auch die Rauschleistung doppelt so groß, das Signal-Geräusch-Verhältnis mithin 3 mal so klein wie bei direkter Übertragung der gleichen Signalleistung.

Anstelle einer Sinusschwingung als Träger kann man eine beliebig verzerrte Kurve mit anschließender Aussiebung der Oberwellen nehmen, z. B. eine nahezu rechteckige Kurve bei der M. mit Ringmodulator,

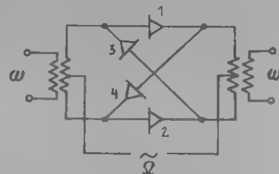


Bild 1. Modulation mit Ringübertrager.

Bild 1, bei dem durch eine starke Hochfrequenzschwingung in der einen Halbperiode der Weg über die Gleichrichter 1, 2, in der anderen über 3, 4 für die Signalspannung geöffnet ist. Die Trägerfrequenz ist aussymmetriert.

Die Zeigerdarstellung von Gl. (1) enthält einen feststehenden Träger U_0 und zwei mit $\pm\omega$ entgegengesetzt umlaufende Seitenzeiger der Größe $^1/_2\, U_m$, die zur Zeit $t = 0$ die Winkel $\pm\varphi$ mit U_0 bilden, Bild 2. Bei der Drehung bewegt sich der Endpunkt E auf der Geraden U_0. Geht die Spannung (1) durch ein Netzwerk mit Dämpfungs- oder Phasenverzerrung, so werden die Seitenbänder in (1) verschieden

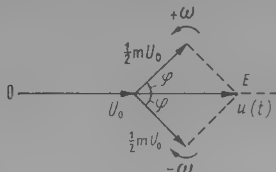


Bild 2. Zeigerbild der AM.

beeinflußt, der Endpunkt der Summenspannung in Bild 2 weicht von der Geraden ab, die Amplitude ist (i. allg. nichtlinear) verzerrt, außer der AM ist eine zusätzliche Winkelmodulation vorhanden.

Die Demodulation der AM erfolgt durch nochmalige M. der durchgelassenen Spannungen mit der gleichen Frequenz oder einfacher durch Knick-, sogenannte lineare Gleichrichtung oder eine quadratische Gleichrichtung und Aussiebung der bei 2Ω usw. liegenden Oberwellen. Bei verzerrungsfreiem → Übertragungsfaktor enthalten die Doppelprodukte in $u_2{}^2$ bei quadratischer Gleichrichtung oder die Amplitude bei Knickgleichrichtung die unverzerrte Signalspannung. Ist der Übertragungsfaktor verzerrt, so haben die beiden letzten Glieder in (1) verschiedene Größen und/oder Phasen. Sie lassen sich nicht mehr auf die Form $P(t) \cos \Omega t$, sondern nur auf

$$u_2(t) = P(t) \cos \Omega t - Q(t) \sin \Omega t = A(t) \cos[\Omega t + \Phi(t)] \tag{2}$$

mit $\Phi(t) \neq 0$ und der Amplitude

$$A(t) = \sqrt{P(t)^2 + Q(t)^2} \tag{3}$$

bringen. $A(t)$ und $A(t)^2$ sind gegen die ursprüngliche Nachricht verzerrt (Modulationsverzerrung). Durch das Glied $Q(t)$ enthalten $A(t)$ und $u_2(t)^2$ Oberwellen der Signalfrequenz (Klirrprodukte) und bei mehreren Signalfrequenzen Summen- und Differenzfrequenzen (Intermodulationsprodukte) wie bei normaler nichtlinearer → Verzerrung. 1.1.2 Einseitenband-Modulation (ES, EB). Gl. (1) enthält das Signal zweimal. Es muß daher die Übertragung eines Seitenbandes zur Nachrichtenübertragung ausreichen, man erhält die ES mit und ohne Trägerrest. Im letzten Fall muß zur Demodulation ein Träger gleicher Frequenz hinzugesetzt werden. Der Vorteil der ES ist eine Leistungs- und Frequenzbandersparnis. Bei völlig unterdrücktem Träger ist die Sendeleistung gleich der Signalleistung und das Frequenzband gleich dem ursprünglichen Basisband, das Signal-Geräusch-Verhältnis daher gleich dem Verhältnis bei direkter Übertragung und damit um den Faktor 3 (4,7 dB) besser als bei ZS. Ein Nachteil ist bei Übertragung mit Trägerrest eine starke Verzerrung. Aus Gl. (1) folgt bei Fortfall des letzten Gliedes mit $^1/_2\, U_m = mU_0$ eine Amplitude

$$A(t) = \sqrt{1 + m^2 + 2m \cos(\omega t + \varphi)} \cdot U_0 \,. \tag{4}$$

Bei Übertragung ohne Träger kann durch Hinzusetzen eines genügend großen Trägers derselben Frequenz beim Empfänger die durch die ES entstehende Modulationsverzerrung beliebig klein gemacht werden. Die Verzerrung entspricht dann nur noch dem direkten Übertragungsfaktor der Strecke wie bei direkter Übertragung des Signals mit dem zusätzlichen Vorteil (→ Verzerrung), daß quadratische Klirrprodukte bei schmalem Band nicht in das Übertragungsband fallen. Außerdem tritt bei ES im Gegensatz zur ZS keine → Kreuzmodulation auf. Nachteile der ES ohne Träger: 1. Weicht die Phase des zugesetzten Trägers vom modulierten Träger ab, so sind sämtliche Frequenzen im Basisband phasenverschoben, die Kurvenform verändert. Da das Ohr bei stationärem Schall unempfindlich gegen Phasenverschiebungen ist, ist die ES für Sprache geeignet und wird wegen des kleinstmöglichen Frequenzbandes in sämtlichen Mehrkanalanlagen für Sprache mit frequenzmäßiger Bündelung benutzt, für Telegrafie als erste Modulationsstufe dagegen nicht. 2. Weicht die Frequenz ab, so sind alle Frequenzen um ein konstantes Δf versetzt. Da das Ohr gegen solche Verstimmungen empfindlich ist, muß Δf klein gehalten werden, 1 bis 2% der tiefsten zu übertragenden Frequenz, nach CCITT-Empfehlung $\Delta f \leqq 2$ Hz. 1.1.3 Restseitenband-Modulation (RS). Geht das Basisband auf die Frequenz Null herunter, z. B. beim Fernsehen, so ist ein Aussieben des Trägers nicht möglich. In diesem Fall wird durch ein Restseitenbandfilter, Bild 3, der Träger auf die Hälfte

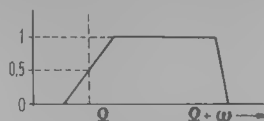


Bild 3. Restseitenbandfilter.

geschwächt. Für kleine Frequenzen liegt ZS, für große Frequenz ES mit Trägerrest vor. 1.2 Winkelmodulation. Ändert man statt der Amplitude den Winkel $\Omega t + \Phi$ eines Trägers durch die Signalspannung, so erhält man eine winkelmodulierte Spannung

$$u_1(t) = U_0 \cos[\Omega t + \Phi(t)] = \mathrm{Re}\{U_0 \exp[\mathrm{j}\Omega t + \mathrm{j}\Phi(t)]\}. \tag{5}$$

Bei konstantem U_0 beschreibt der Endpunkt des Zeigers einen Kreis mit veränderlicher Winkelgeschwindigkeit, der augenblicklichen Kreisfrequenz. Ist die Phasenänderung $\Phi(t)$ proportional zur Signalspannung $u(t)$, so hat man eine Phasenmodulation (PM), ist die Änderung der Augenblicksfrequenz $\mathrm{f}(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{\mathrm{d}\Phi(t)}{\mathrm{d}t}$ proportional zur Signalspannung

$u(t)$, eine **Frequenzmodulation** (FM). Die größte Phasen-(Winkel-)Abweichung von der des unmodulierten Trägers ist der **Phasenhub** $\Delta\Phi$ (der größer 2π sein kann), die größte Frequenzabweichung der **Frequenzhub** ΔF. Das Verhältnis vom Frequenzhub zur höchsten Modulationsfrequenz ist der **Modulationsindex** $\eta = \Delta F/f_g$. Für eine einzelne Modulationsfrequenz f_m ist, da die Frequenz gleich der Ableitung des Winkels geteilt durch 2π ist, $\Delta F = \Delta\Phi \cdot f_m$, eine Entscheidung zwischen PM oder FM nicht möglich. Ein Unterschied tritt erst bei Frequenzgemischen als Signalspannung auf, indem gleiche Amplituden der Einzelschwingungen bei FM gleiche Frequenzhübe, bei PM gleiche Phasenhübe und mithin proportional mit der Frequenz anwachsende Frequenzhübe liefern. Durch eine Verzerrung der Amplituden mit ω bzw. $1/\omega$ kann man daher PM in FM und umgekehrt umwandeln. Da bei Frequenzgemischen der maximale Hub nicht gleich der Summe der Einzelhübe ist, unterscheidet man genau wie bei den modulierenden Spannungen selbst den **maximalen Hub**, den **effektiven Hub** als den quadratischen Mittelwert des Hubes und bei Rauschspannungen den **Spitzenhub** als denjenigen Hub, der nur in einem bestimmten, kleinen Bruchteil der Zeit überschritten wird.

Seitenbänder: Bei einer einzelnen Modulationsspannung $u(t)$ ist der Faktor $\exp[j\Phi(t)] = \exp[j\Phi \sin \omega_m t]$ in Gl. (5) eine periodische Funktion der Zeit mit der Periodendauer $1/f_m$, läßt sich daher in eine Fourierreihe zerlegen. Mit einer bekannten Integraldarstellung der Besselschen Funktionen wird mit $U_0 = 1$

$$u_1(t) = \mathrm{Re}\left\{\sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\Delta\Phi) \exp[j\Omega t) + jn\omega_m t]\right\}, \quad (6)$$

worin J_n die Besselschen Funktionen n-ter Ordnung sind mit $J_{-n} = (-1^n J_n \cdot$ Gl. (6) enthält einen **Träger** der Größe $J_0(\Delta\Phi)$ und eine unendliche Reihe von **Seitenschwingungen** im Abstand ω_m mit den

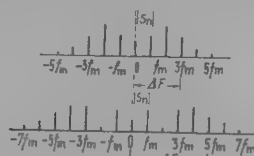


Bild 4. Amplitudenspektrum bei Winkelmodulation a) $\Delta\Phi = 3$, b) $\Delta\Phi = 5$.

Amplituden $J_n(\Delta\Phi)$. Bild 4 zeigt das Amplitudenspektrum für $\Delta\Phi = \Delta F/f_m = 3$ und 5. Außerhalb ΔF sind allgemein noch 1 bis 2 Seitenamplituden zu berücksichtigen, also ingesamt eine **Bandbreite**

$$B = 2(\Delta F + f_m) \text{ bis } 2(\Delta F + 2f_m), \quad (7)$$

die bei großem Hub wesentlich größer als bei AM ist. Bei kleinem Phasenhub sind im wesentlichen die beiden ersten Seitenbänder maßgebend, so daß das Zeigerdiagramm Bild 5 gilt. Der Endpunkt von $u_1(t)$ beschreibt eine senkrechte Gerade, die Bandbreite ist gleich der doppelten Basisbandbreite wie bei ZS. Bei Hinzunahme der weiteren Seitenschwingungen würde in Bild 5 ein Kreisbogen für $u_1(t)$ entstehen.

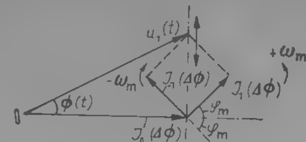


Bild 5. Zeigerdiagramm für Schmalband FM.

Besteht das Signal $u(t)$ aus einer **Summe von Sinusfunktionen**, so läßt sich die Entwicklung (6) für jede Einzelspannung durchführen. Das Resultat enthält in den Seitenbändern sämtliche Kombinationsfrequenzen. Durch Multiplikation mit dem zugehörigen Übertragungsfaktor läßt sich prinzipiell aus $u_1(t)$ die Ausgangszeitfunktion $u_2(t)$ bei einem beliebigen Netzwerk ermitteln. Für die praktische Berechnung verwendet man Näherungsmethoden, z. B. für kleinen Phasenhub, wie er in FM-Vielkanalsystemen meist vorliegt, Zerlegung von $\exp[j\Phi(t)]$ und Beschränkung auf die ersten Glieder der Exponentialreihe. Das Resultat $u_2(t)$ läßt sich, da ΔF praktisch immer klein gegen die Trägerfrequenz ist, stets auf die Form von Gl. (2) bringen, aus der Amplitude, Phase und Augenblicksfrequenz von $u_2(t)$ mit Weglassung des Arguments t zu

$$A = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad \Phi = \arctan\frac{Q}{P}$$

$$\omega = \Omega + \frac{d\Phi}{dt} = \Omega + \frac{PQ' - QP'}{P^2 + Q^2} = \Omega + \Delta\omega \quad (8)$$

folgen. Bei einem idealen **Phasen- oder Frequenz-Demodulator** sollte die niederfrequente Ausgangsspannung proportional Φ bzw. $d\Phi/dt$ sein. Durch den Übertragungsfaktor des Netzwerkes und evtl. zusätzliche AM-FM-Umwandlungen durch im FM-Weg liegende Laufzeitröhren u. dgl. sind Φ bzw. $d\Phi/dt$ nicht mehr proportional zur Modulationsspannung, sie enthalten wie bei AM nichtlineare **Modulationsverzerrungen**. Weitere Verzerrungen entstehen durch den nichtidealen Demodulator. Ein idealer FM-Demodulator wäre eine verlustlose Spule, da deren Spannung proportional $L\,di/dt$ und damit proportional $\Delta\omega$ wäre und nach Gleichrichtung $\Delta\omega$ liefern würde. Als wirklichen Demodulator benutzt man die Flanke eines Schwingungskreises oder mit besserer Linearität die Differenz der gleichgerichteten Spannungen zweier gegeneinander verstimmter Schwingungskreise. Da die Ausgangsspannung außer von der Frequenz von der Amplitude abhängt, muß diese Abhängigkeit durch eine vorhergehende **Amplitudenbegrenzung** oder Benutzung eines amplitudenunabhängigen Spannungsverhältnisses (**Ratiodetektor**) beseitigt werden. Die bei der Begrenzung entstehenden Oberwellen bei Vielfachen von Ω sind leicht auszusieben.

Vorteile der Winkelmodulation: 1. Durch die **Amplitudenbegrenzung** werden Pegelschwankungen, Fadings und die durch Störspannungen und

Rauschen hervorgerufenen Amplitudenstörungen weitgehend eliminiert. Dieser Vorteil existiert unabhängig vom Hub.

2. Störverminderung bei großem Frequenzhub. Addiert sich zum unmodulierten Träger U_0 eine Störspannung U_n mit einer Frequenzabweichung f_n, so hat der Summenzeiger bei kleinem U_n einen Phasenhub $\Delta \Phi_n \approx U_n/U_0$ (gültig etwa für $U_n \leqq 1/2\, U_0$), also einen Frequenzhub $\Delta F_n = f_n \Delta \Phi_n \approx f_n U_n/U_0$. Bei einem Rauschspektrum, bei dem die Beiträge der einzelnen Frequenzen quadratisch zu addieren sind, ergibt sich daher hinter einem Tiefpaß mit der Grenzfrequenz f_g durch Integration von $-f_g$ bis $+f_g$ ein effektiver Störhub $\Delta f_R = \sqrt{\frac{2}{3}}\, f_g U_R/U_0$, wobei U_R die äquivalente Rauschspannung im Baisband f_g ist. Bei einem Nutzhub ΔF ist daher das Signal-Geräusch-Spannungsverhältnis um den Faktor $\sqrt{\frac{3}{2}}\,\frac{\Delta F}{f_g}$ besser als bei Einseitenbandmodulation mit gleichem U_R/U_0. Das gilt wegen der vorausgesetzten kleinen Störspannung nur, solange die gesamte Rauschspannung kleiner als etwa die halbe Signalspannung ist. Bei größerem U_R wird die FM rauschmäßig schlechter als die AM, es existiert wie bei allen rauschmindernden Verfahren eine Geräuschschwelle, Nutz- und Störspannung sind gewissermaßen vertauscht (Störverminderung).

Da der Frequenzhub ΔF_n einer Störspannung mit dem Frequenzabstand vom Träger wächst, sind die oberen Sprachkanäle einer mit einem Vielkanalsystem frequenzmodulierten Übertragungs-, z. B. Richtfunkstrecke stärker verrauscht als die unteren Kanäle. Zur Erzielung einer gleichmäßigeren Rauschverteilung und damit einer besseren Leistungsausnutzung hebt man die Amplituden der höheren Frequenzen vor der FM-Erzeugung an (Pre-emphasis) und entzerrt sie im Empfänger nach der Demodulation wieder durch eine inverse De-emphasis. Die Modulation nähert sich dadurch in den oberen Kanälen einer PM.

2. Diskontinuierliche Modulationsverfahren, Pulsmodulation.

Bei der Pulsmodulation werden die Signalkurven im Gegensatz zu den kontinuierlichen Modulationsverfahren mit Hilfe eines → Pulses kurzzeitig abgetastet und nur die Abtastwerte übertragen. Die Grundlage der Pulsmodulation ist das Abtasttheorem für bandbegrenzte Funktionen: Enthält eine Signalfunktion s(t) keine höheren Frequenzen als B_0, so ist der gesamte Kurvenverlauf $s(t)$ eindeutig gegeben durch die (unendlich vielen) Abtastwerte $s(nT_0)$ im Abstand $T_0 = 1/2\,B_0$, so daß man aus den übertragenen Abtastwerten die volle Kurve wiederherstellen kann. Es ist

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} s(nT_0)\, \mathrm{si}\left(\pi \frac{t - nT_0}{T_0}\right), \tag{9}$$

wobei si $x = (\sin x)/x$ bedeutet. Die Darstellung ist analog der einer auf T begrenzten Zeitfunktion durch eine Fourierreihe mit der Grundfrequenz $f = 1/T$. Ebenso wie man T um ein stromloses Stück verlängern kann und damit eine Grundfrequenz $f \leqq 1/T$ hat, kann man in (9) $T_0 \leqq 1/2\,B_0$, also die Pulsfrequenz $f_0 = 1/T_0 \geqq 2B_0$ wählen. Für die Übertragung eines Sprachbandes von 300 bis 3400 Hz nimmt man meist $f_0 = 8000$ Hz.

Spektrum: Jeder unmodulierte Puls kann als eine Fourierreihe dargestellt werden, bei symmetrischer Impulsform z. B. durch

$$s_0(t) = \sum a_n \cos n\omega_0 t. \tag{10}$$

a_n hängt von der Impulsform ab. Für rechteckige Impulse der Dauer τ ist

$$a_n = \frac{\tau}{T_0}\, \mathrm{si}\left(\pi n \frac{\tau}{T_0}\right), \tag{10a}$$

für den meist benutzten cos-Impuls der Form $\cos^2 \pi \frac{t}{2\tau}$ für $|t| \leqq \tau$

$$a_n = \frac{\tau}{T_0}\, \mathrm{si}\left(\pi n \frac{2\tau}{T_0}\right) \cdot \frac{1}{1-(n2\tau/T_0)^2}. \tag{10b}$$

2.1. Pulsamplitudenmodulation (PAM). Tastet man mit einem derartigen Puls (10) eine cos-Funktion ab, so wird

$$s(t) = \cos \omega_m t \cdot s_0(t)$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{a_n}{2} \left[\cos(n\omega_0 - \omega_m)t + \cos(n\omega_0 + \omega_m)t\right]. \tag{11}$$

Jede Oberwelle des unmodulierten Pulses ist von zwei Seitenschwingungen im Abstand $\pm\, \omega_m$, bei einem beliebig bandbegrenzten Signal also von zwei Seitenbändern umgeben, Bild 6. Durch Aussiebung eines

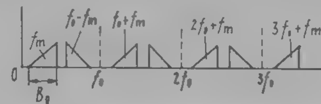


Bild 6. Amplitudenspektrum bei PAM.

Seitenbandes kann die Nachricht in beliebiger Frequenzlage wiedergewonnen werden (wichtig für direkte Umwandlung von Zeitmultiplex- in Frequenzmultiplex-Übertragungen), falls sich die Seitenbänder

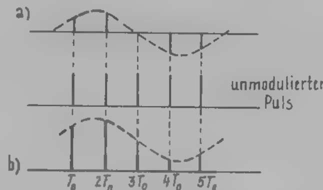


Bild 7. Bipolare (a) und unipolare (b) PAM.

nicht überlappen, $f_0 \geqq 2B_0$ ist. Die Grundfrequenz (n = 0) hat die Amplitude τ/T_0. Die besprochene Abtastung liefert die normale bipolare PAM. Durch Hinzufügen eines unmodulierten Pulses erhält man die unipolare PAM, Bild 7.

Die Demodulation erfolgt in beiden Fällen durch Gleichrichtung. Der Mittelwert gibt direkt die Signalfunktion. Die Leistung ist klein, bei Aussiebung der Grundwelle von (11) sind die Amplituden um den Faktor τ/T_0 verkleinert, so daß nach der Aussiebung eine entsprechende Verstärkung erforderlich ist. Zur Erhöhung der Amplitude kann man mit jedem Impuls

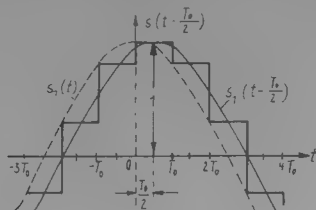


Bild 8. Treppenförmiger Puls.

einen Speicherkondensator aufladen, der die Spannung bis zum nächsten Impuls hält. Man erhält dadurch die in Bild 8 dargestellte, gegen die ursprüngliche Nachricht zeitlich verschobene Treppenkurve. Die Amplitude der Grundschwingung mit n = 0 wird statt (10a) $a_n = \frac{1}{2} \operatorname{si}\left(\pi \frac{f_m}{f_*}\right)$, sie ist vergrößert, hat aber einen Frequenzgang, der nach der Aussiebung entzerrt werden muß.

Wegen der im Verhältnis zu T_0 sehr kleinen Impulsbreite τ bleiben bei der Übertragung große Lücken, die durch andere Gespräche ausgefüllt werden können, Zeitmultiplex-Verfahren, Prinzip Bild 9. Die

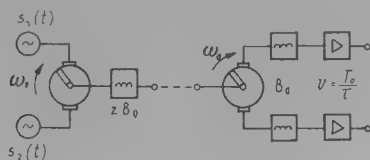


Bild 9. Zeitliche Bündelung.

Synchronisation zwischen Sender und Empfänger geschieht durch besondere Synchronisier-Impulse.

Bandbreite: Bei z Kanälen entfällt auf jeden Kanal ein Zeitraum $t_z = T_0/z$. Zur Erkennung der Einzelimpulse darf die mittlere Bandbreite des Impulses nicht größer als t_z sein, was einen Tiefpaß mit der Grenzfrequenz $f_g = \frac{1}{2t_z} = \frac{z}{2T_0} = zB_0$ (→ Vierpoltheorie 3.5) erfordert, also theoretisch dieselbe Bandbreite wie Einseitenbandmodulation. Die praktisch erforderliche Bandbreite ist größer wegen des Nebensprechens von Nachbarkanälen. Ein idealer Tiefpaß liefert eine Impulsantwort (→ Laplacetransformation) $\operatorname{si} \omega_g t$, die für $t = 0$ den Wert 1 hat, bei allen anderen Abtastzeiten nt_n Null ist, so daß kein Übersprechen auftreten würde. Die wirklichen Impulse fallen zwar schneller ab, sind aber an den Abtastzeiten nicht Null, so daß im Abtastmoment noch eine von der Impulsform abhängige Spannung der Nachbarkanäle vorhanden ist, die sich als → Nebensprechen bemerkbar macht. Für die vom CCITT empfohlene Nebensprechdämpfung von 60 dB ist bei PAM bei günstiger Impulsform (cos-Impuls) das 2- bis 3-fache der theoretischen Bandbreite zB_0 erforderlich, bei Übertragung von PAM-Signalen durch Amplitudenmodulation eines Hochfrequenzträgers das 4- bis 6-fache. Trotz der Banderweiterung ist keine Verbesserung im Signal-Geräusch-Verhältnis vorhanden. Das Signal - Geräusch - Leistungsverhältnis ist im Augenblick des Abtastens $\nu = U_i^2/U_R^2$. Die Rauschleistung und damit U_R^2 ist proportional der Bandbreite B, die Impulsleistung und damit U_i^2 kann bei gegebener Senderleistung im Verhältnis $1/\tau \sim B$ hochgetastet werden, so daß im günstigsten Fall ν unverändert bleibt. Da es günstigere Pulsmodulationsverfahren gibt, wird PAM für die Nachrichtenübertragung selbst nicht benutzt, nur als Zwischenstufe in Geräten. Eine subjektive Geräuschminderung von 15 bis 25 dB kann man durch einen → Kompander erzielen, bei dem die kleinen Abtastwerte relativ verstärkt übertragen und damit weniger gestört werden.

2.2. Pulszeit- oder Pulslagenmodulation (PLM), insbesondere Pulsphasenmodulation (PPM). Der Winkelmodulation bei den kontinuierlichen Modulationsverfahren entspricht bei Pulsmodulation die zeitliche Verschiebung oder Lagenverschiebung der Impulse aus ihrer Ruhelage. Die eigentliche Pulszeitmodulation, bei der die Zeitauslenkung proportional zur Modulationsspannung ist, ist ungebräuchlich. Am gebräuchlichsten ist die Pulsphasenmodulation (PPM). Erzeugt man Impulse bei jedem positiven oder jedem negativen Nulldurchgang einer erzeugenden Schwingung $A(t) \cos \varphi(t)$, so erhält man bei einer unmodulierten oder amplitudenmodulierten Schwingung einen unmodulierten Puls, bei einer phasenmodulierten Schwingung die PPM, bei einer frequenzmodulierten Schwingung die Pulsfrequenzmodulation (PFM).

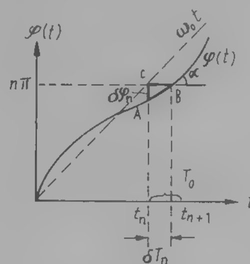


Bild 10. Zur Erzeugung der PPM aus der Phase $\varphi(t)$ der erzeugenden Schwingung.

Die Erzeugung einer PPM zeigt Bild 10. Gezeichnet ist die Phase der erzeugenden Kurve $\varphi(t)$, ihre Neigung $\operatorname{tg} \alpha$ ist die augenblickliche Kreisfrequenz $d\varphi(t)/dt = \omega_0 + \omega(t)$. Der normal zur Zeit $t_n = nT_0$ erscheinende Impuls ist um δT_n verschoben. Da bei

z Kanälen für einen Impuls nur die Zeit T_0/z zur Verfügung steht, ist der maximal zulässige Zeithub bei Zeitmultiplexsystemen

$$\Delta T = \left(\frac{T_0}{z} - \tau\right)/2 \approx T_0/2z \qquad (12)$$

klein gegen T_0. Ersetzt man daher in dem Dreieck ABC in Bild 10 das Kurvenstück durch die Sehne, so wird die Zeitverschiebung für nicht zu kleine z

$$\delta T_n = \frac{\delta\varphi_n}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{\delta\varphi_n}{\omega_0 + \omega(t)} \approx \frac{\delta\varphi_n}{\omega_0} = \frac{\delta\varphi_n}{2\pi} T_0, \quad (13)$$

der Zeithub also proportional zum Phasenhub, der höchstzulässige Phasenhub mit (12) $\Delta\Phi = \pi/z$.

Da bei der Phasenmodulation die Phasenhübe unabhängig von der Frequenz sind, sind bei PPM die Phasenhübe bei verschiedenen Modulationsfrequenzen gleich. Bei PFM würden dagegen die Zeithübe proportional $\Delta F/f_m$. Da der maximale Zeithub $T_0/2z$ nicht überschritten werden darf, würden die Zeithübe bei hohen Modulationsfrequenzen sehr klein. PFM hat deshalb im Gegensatz zur FM keine praktische Bedeutung.

Spektrum: Das Spektrum der PPM ist wesentlich komplizierter als bei PAM. Es besteht aus Linien bei den Frequenzen nf_0, die jeweils mit dem Phasenhub $n\Delta\Phi$ phasenmoduliert sind, also wie in Gl. (6) Seitenlinien in den Abständen $\pm qf_m$ haben. Die Amplituden dieser Seitenlinien sind für rechteckige Impulse der Dauer τ

$$a_{nq} = \frac{1}{\pi n} J_q(n\Delta\Phi) \sin(n\omega_0 + q\omega_m)\frac{\tau}{2}. \quad (14)$$

Damit sich die Seitenbänder praktisch nicht überlappen, muß f_0 größer als die Bandbreite (7) sein, bei kleinen Hüben größer als die doppelte Basisbandbreite. Die wirklich erforderliche Bandbreite ist wesentlich größer, wie bei PAM bestimmt durch die Nebensprechforderung. Da die Impulsbreite wegen der Verschiebung der Impulse kleiner als bei PAM sein muß, ist die Bandbreite größer. Bei günstiger Impulsform erreicht man eine Nebensprechdämpfung von 60 dB mit einer Mindestbandbreite vom 4-fachen Basisband, bei nachfolgender Amplitudenmodulation eines Hochfrequenzträgers vom 8-fachen Basisband.

Die Amplitude der Modulationsfrequenz wird nach (14) wegen des kleinen $\Delta\Phi$ und τ: $a_{01} = \Delta\Phi\tau f_m = \frac{\pi}{z}\tau f_m$. Sie ist um den Faktor $\pi f_m/zf_0$ kleiner als bei

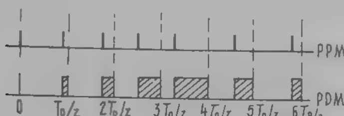


Bild 11. Umwandlung von PPM in PDM.

PAM und hat einen Frequenzgang mit f_m, der entzerrt werden müßte. Man demoduliert daher PPM i. allg. nicht durch Aussiebung des unteren Seitenbandes, sondern wandelt PPM zunächst in PAM um durch Abtasten einer Sägezahnkurve oder in Pulsdauermodulation (PDM, s. Abschnitt 2.3), indem das Eintreffen eines bestimmten Impulswertes der PPM, z. B. der Flankenmitte (Spannung u_B in Bild 12)

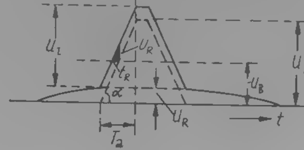


Bild 12. Einfluß einer Rauschspannung U_R.

einen Schalter schließt, der durch einen unmodulierten Puls wieder geöffnet wird, so daß die Dauer der neuen Impulsfolge proportional zur Zeitauslenkung (Phasenauslenkung) wird, Bild 11. Der Mittelwert der PDM gibt direkt die ursprüngliche Phasenmodulationskurve.

Überlagert sich dem ankommenden Impuls eine Stör- oder Rauschspannung U_R, so wird nach Bild 12 der Einsatzpunkt um

$$t_R = U_R \cot\alpha = T_a \cdot \frac{U_R}{U_0} \qquad (15)$$

verschoben, T_a = Anstiegszeit. Das Verhältnis zum Zeithub ΔT ist das Geräusch-Signal-Spannungsverhältnis. Da mit Hochtastung U_R/U_0 wie bei PAM (s. dort) konstant bleibt, T_a aber mit $1/B$ fällt, steigt das Signal-Geräusch-Leistungsverhältnis mit B^2 wie bei kontinuierlicher FM. Der absolute Wert ist jedoch bei gleicher Bandbreite bei FM günstiger als bei PPM. Genau wie bei FM gilt die Störverbesserung mit der Bandbreite nur oberhalb eines Schwellwertes, der gegeben ist, wenn die Geräusch-Spitzenspannung in die Nähe der halben Nutzamplitude kommt.

2.3. Pulsdauermodulation (PDM). Bei der PDM wird die Dauer der Impulse durch die Signalfunktion gesteuert, kein Analogon bei den kontinuierlichen Modulationsverfahren. Bild 11 zeigt eine PDM mit fester Rückflanke. Es können auch die Vorderflanken fest oder beide Flanken beweglich sein. Praktisch verwendet wird PDM nur zu Umsetzungen innerhalb der Geräte, nicht für die Übertragungsstrecke, da wegen der erforderlichen Impulsbreite ein Hochtasten nicht möglich ist, in (15) daher U_0 konstant ist, mithin das Signal-Geräusch-Spannungsverhältnis nur mit $\sqrt{B}$ wächst.

2.4. Pulscodemodulation (PCM). Wird die Modulationsspannung nicht nur in der Zeit, sondern auch in der Amplitude quantisiert, indem der gesamte Amplitudenbereich in N Stufen, meist Potenzen von 2, unterteilt wird und statt des kontinuierlichen Wertes der nächstgelegene Stufenwert übertragen wird, so ist die gesendete Stufenkurve gegen die ursprüngliche Kurve zwar verzerrt — sie hat eine Quantisierungsverzerrung und ein Quantisierungsgeräusch, das sich bei Vielkanalsystemen als ein nichtlineares Nebensprechen bemerkbar macht —, dafür kann aber im Gegensatz zu allen

anderen Verfahren jede auf dem Streckenabschnitt hinzukommende Störung (Rauschen) bei der Weitersendung vollkommen eliminiert werden, solange die Störspannung kleiner als eine halbe Stufenspannung ist, so daß die gleiche Stufe erhalten bleibt. Außerdem ist das Quantisierungsgeräusch nur beim Sprechen, nicht in den Pausen vorhanden. Wegen der Regeneration bleibt die gesendete Kurve über beliebig lange Strecken konstant, die Quantisierungsverzerrung unverändert. Ein Maß für die Verzerrung ist das Quantisierungsgeräusch Q, der Unterschied der Leistungen zwischen der ursprünglichen und quantisierten Kurve, er hängt von Größe und Zahl der Stufen ab. Bei gleichmäßiger Stufung ist $Q = \frac{\Delta S^2}{12}$ (ΔS = Stufenspannung). Da Q konstant ist, wird das Signal-Geräusch-Verhältnis bei kleinen Nutzspannungen schlecht (zu wenig Stufen ausgenutzt), eine Verbesserung für kleine Spannungen erreicht man durch eine unterschiedliche Stufenteilung entsprechend einer Kompander-Kennlinie (engere Stufen bei kleinen Eingangsspannungen, → Kompander). Q wird mit wachsender Stufenzahl kleiner. Eine gute Sprachübertragung erhält man bei einem Gespräch mit $2^7 = 128$ Stufen, bei großen Frequenzbündeln mit 1000 und mehr Kanälen und für hohe Übertragungsqualität mit $2^9 = 512$ Stufen. Hierbei entsteht im einzelnen Telefonkanal bei der konventionellen Belastung von 32 µW/Kanal eine Geräuschleistung von etwa 350 pW.

Da man die einzelnen Stufen numerieren kann, kann man sie codiert übertragen, man erhält die Pulscodemodulation (PCM). Die günstigsten Übertragungsbedingungen hinsichtlich Bandbreite ergibt ein binärer Code. Bei 2^q Stufen hat man dann q Symbole zu übertragen, für die bei z zeitgebündelten Kanälen ein Zeitraum T_0/z zur Verfügung steht, Bild 13



Bild 13. Pulscodemodulation mit q = 4.

für q = 4. Da q Impulse unterzubringen sind, ist die erforderliche Bandbreite bei PCM mindestens gleich der q-fachen Mindestbandbreite von PAM, also qzB_0. Wegen der Robustheit der binären Signale genügt für die praktische Ausführung eine geringe Erhöhung um etwa 20%. Wegen der großen Bandbreite liegt die Bedeutung der PCM vor allem im Nahverkehr.

Ein besonderes Verfahren der PCM ist die Deltamodulation, bei der nur die Änderung der Signalgröße gegen den vorhergehenden Wert als ein Plus- oder Minus-Impuls übertragen wird. Die Bandbreite entspricht PAM.

Literatur: Küpfmüller, K, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, 2. Aufl., Stuttgart 1952 — Hölzler, E. und Holzwarth, H., Theorie und Technik der Pulsmodulation, Berlin 1957 — Ditl, A., Systeme mit modulierter Trägerwelle, Leipzig 1958 — Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Berlin 1962 — Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung, Berlin 1966. *Zuhrt*

Modulation von Funksendern. Amplitudenmodulation wird in der Weise vorgenommen, daß das nichtlineare Gebiet der Röhrenkennlinie so ausgesteuert wird, daß die Einhüllende der verstärkten RF-Schwingung eine möglichst große Ähnlichkeit mit dem zeitlichen Verlauf des Modulationszeichens (Ton, Sprache, Musik) hat. Infolgedessen ist der Wirkungsgrad des Sendeverstärkers für amplitudenmodulierte Schwingungen gering, d. h. etwa 35 bis 40%. Bei → Universalsendern wird die Modulation, auch die Amplitudenmodulation in der Steuerstufe bei einer festen Frequenz der Aufbereitung (→ Einseitenbandtechnik) vorgenommen. Winkelmodulation wird stets bei niedriger Leistung, d. h. in der Aufbereitung unter Einschaltung entsprechender Modulatoren bewirkt.

Literatur: E. Prokott, Hütte IV B, Berlin, München 1962, S. 956.

Modulationsabschnitt → hypothetischer Bezugskreis.

Modulationsgeschwindigkeit → Schrittgeschwindigkeit.

Modulationsindex ist das Verhältnis des Frequenzhubes zur höchsten Modulationsfrequenz bei Frequenzmodulation, entsprechend dem Modulationsgrad bei Amplitudenmodulation → Modulation.

Modulationsleitung → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Modulator, Einrichtung zum Modulieren von elektrischen Schwingungen. Es gibt Modulatoren für Amplituden-, Frequenz- und Phasenmodulation sowie Pulsmodulation (→ Modulation).

Modulatoren für TF-Systeme. Wird eine sinusförmige Trägerschwingung $U_0 \cos \Omega_0 t$ mit einer Signalfrequenz amplitudenmoduliert, so läßt sich zeigen, daß am Ausgang des Modulators außer der Trägerschwingung noch zwei weitere Schwingungen geringerer Amplitude mit den Frequenzen $\Omega_0 + \omega_0$ und $\Omega_0 - \omega_0$ auftreten. In der graphischen Darstellung erscheinen beide Frequenzen als Spektrallinien (Bild 1).

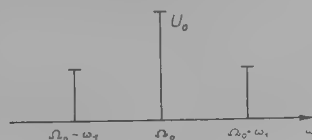


Bild 1. Spektraldarstellung.

Für die Praxis ist dieser Fall der Modulation eines Trägers mit einer einzigen Signalfrequenz weniger wichtig. Hier kommt es in der Regel darauf an, einen Träger mit mehreren Frequenzen oder einem ganzen Frequenzband zu modulieren. Hierbei treten statt der beiden Seitenfrequenzen im obigen Fall viele Seitenfrequenzen auf, die das obere bzw. untere Seitenband bilden (Zweiseitenbandmodulation, Bild 2).

In beiden Seitenbändern ist das zu übertragende Signal vollständig enthalten, im oberen Seitenband in der »Regellage«, im unteren Seitenband in der »Kehrlage«. Es läßt sich zeigen, daß eine vollständige Übertragung des Signals erreicht wird, wenn nur eines der beiden Seitenbänder übertragen wird.

Geht man noch einen Schritt weiter, kann auch auf die Übertragung des Trägers verzichtet werden. Damit gelangt man zur Einseitenbandübertragung mit unterdrücktem Träger, die in modernen TF-Systemen ausschließlich verwendet wird. Ihr Vorteil liegt darin, daß das übertragene Frequenzband nicht breiter ist als das des ursprünglichen NF-Signals

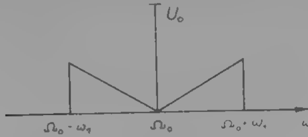


Bild 2. Zweiseitenbandmodulation.

(Verringerung um den Faktor 2 gegenüber der Zweiseitenbandmodulation). Da der Träger nicht mitübertragen wird, entfällt die Belastung durch die Trägerleistung, auch ist das übertragene Signal nicht abhörbar. Zwar muß zur Demodulation an der Empfangsstelle der Träger dem Empfangssignal wieder zugesetzt werden. Die hohen Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit (Abweichungen zwischen Trägerfrequenzen auf Sende- und Empfangsseite um nur wenige Hz) lassen sich heute ohne weiteres erfüllen, zumal die Phasenlage des zugesetzten Trägers beliebig sein kann. Über Trägererzeugung → TF-Systeme.

Zur Einseitenbandmodulation kann man über eine Zweiseitenbandmodulation gelangen, wenn durch Filter der Träger und eines (das obere oder das untere) der beiden Seitenbänder ausgesiebt wird. Vorteilhafter ist es jedoch, Modulatoren in der Form der Gegentaktmodulatoren zu verwenden, bei denen der Träger schon beim Modulationsvorgang selbst hinreichend unterdrückt wird und bis auf einen zulässigen Betrag, den Trägerrest, verschwindet. Derartige Gegentaktmodulatoren bzw. Doppelgegentaktmodulatoren werden als M. für TF-Systeme in mehreren Varianten benutzt. Hierzu gehört der in Europa viel verwendete Ringmodulator (Bild 3). Schaltungstechnisch handelt es sich

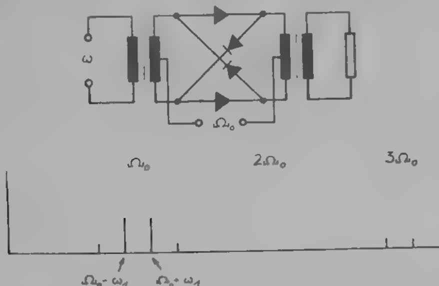


Bild 3. Ringmodulator und Ausgangs-Frequenzspektrum.

beim Ringmodulator um einen doppelpoligen Umschalter, der im Takt der Trägerfrequenz die Signalspannung umpolt. Von den am Ausgang des Ringmodulators auftretenden Seitenbändern wird entweder das obere oder das untere Seitenband durch Sperrfilter unterdrückt. Träger und Signalfrequenz treten am Ausgang ohnehin nicht mehr auf. Das verbleibende Seitenband wird dann zur weiteren Übertragung verwendet.

In neuer Zeit werden die früher im Ringmodulator als nichtlineare Elemente verwendeten Dioden durch Transistoren ersetzt. Dadurch wird neben anderen Vorteilen gleichzeitig beim Modulationsvorgang eine Verstärkung erreicht.

Erwähnt sei noch, daß zur möglichst weitgehenden Unterdrückung des Trägers zum Ausgleich der immer vorhandenen Schaltungsunsymmetrien M. für TF-Systeme regelbare sog. »Linearisierungswiderstände« enthalten, mit denen eine ausreichende Symmetrie erzielt werden kann. *Irmer*

MOF = **Maximum Observed Frequency** → Übertragungsfrequenzbereich

Mögel-Dellinger-Effekt → Ausbreitungsstörungen, ionosphärische, → plötzliche Ionosphärenstörung.

Moiréstörung → Fernsehempfänger, Störerscheinungen.

Mol → Thermodynamik.

MOLNIJA sind Fernmeldesatelliten der UdSSR. Bis Oktober 1967 wurden 7 des Typs MOLNIJA I in ellipsenförmige Umlaufbahnen hoher Exzentrizität gebracht.

Literatur: V. Lustiberg, Satellite Radiocommunication in the USSR. Telecom. Journal, Vol. 33, No. 12, Dez. 1966, S. 425–427.

Molybdän. Chemisches Element, chemisches Zeichen Mo, Atomgewicht 95,94, silberweißes Schwermetall, Dichte 10,2, Schmelzpunkt 2620° C, Siedepunkt 4800° C, Zugfestigkeit 35 bis 400 kg/cm², spezifischer elektrischer Widerstand (20°) 0,053, luftbeständig, löslich in konzentrierter Schwefelsäure und Salpetersäure, große Festigkeit bei hohen Temperaturen, Wärmeleitfähigkeit doppelt so groß wie Stahl. Leicht legierbar mit Aluminium, Wolfram, Blei, Eisen, Nickel, Mangan, Chrom und anderen Metallen.

Verwendung: Halter für Glühfäden von Glühlampen, Anoden für Senderöhren, Molybdänstahl für Magnete und Federn, Schnelldrehstahl, Kontaktwerkstoff, Heizleiter, Flugzeug- und Raketenwerkstoff. Molybdänsulfid als Schmiermittel mit sehr niedrigem Reibungskoeffizienten.

Literatur: H. P. Rechenberg, Die metallischen Rohstoffe, Bd. 12, Molybdän, Stuttgart 1960.

Moment → Statik.

Moment, elektrisches eines Dipoles → elektrische Größen.

Monatsrechnung ist wie die → Vierteljahrsrechnung Hilfsmittel für die → Abrechnung mit dem Ausland. Jede → Endverwaltung unterrichtet für ihren abgehenden Endverkehr die übrigen an der Verkehrsbeziehung beteiligten Verwaltungen gleichzeitig (Durchschlagverfahren) über ihre Guthaben für den abgelaufenen Monat. In der M. werden Gebührenminuten

(früher Gebühreneinheiten zu 3 min) und, durch Multiplikation mit den → Gebührenanteilen der einzelnen Verwaltungen, die Guthaben angegeben.

Schon von den Anfängen des internationalen Fernsprechdienstes an wurden monatliche Guthaben-Informationen nach der Art der M. ausgetauscht. Der Name »Monatsrechnung« wurde am 1. 11. 1926 eingeführt, weil von nun an die Ankunftsverwaltung über den bei ihr ankommenden Verkehr der Abgangsverwaltung eine Rechnung übersandte. Der Name der M. wurde nach dem 2. Weltkriege beibehalten, obgleich man wieder zur Guthaben-Information zurückkehrte, es sich also nicht eigentlich um eine Rechnung für eine Forderung handelt.

Monats- und Wochengespräche sind Gespräche, die täglich zwischen denselben Sprechstellen zur gleichen, im voraus bestimmten Zeit geführt werden und die vom Teilnehmer schriftlich vorher beantragt werden. Kündigungsfrist: 8 Tage. Die Gebühren werden im voraus entrichtet. Wenn keine Kündigung erfolgt, wird automatisch um 1 Monat verlängert. Wochengespräche gelten nur für eine Woche. Auf Wunsch des Anmelders kann ein in Gang befindliches Monatsgespräch in seiner Dauer auch verlängert werden. Die Ausführung dieser Gespräche wird auf einem besonderen Merkblatt täglich vermerkt. Sobald der Selbstwählferndienst aufgenommen ist, sind Monats- und Wochengespräche im Fernsprechinlandsdienst nicht mehr zugelassen. Im Auslandsferndienst sind solche Gespräche nur mit bestimmten Ländern vereinbart (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst). Die Gespräche werden von den → Auslandsvermittlungsstellen mit Handbedienung unmittelbar hergestellt. Nur bei schwer aufzubauenden Verbindungen wird die zuständige → Auslandskopfvermittlungsstelle mit Handbedienung eingeschaltet.

Monopolantenne → Rundstrahler.

Montageklemme (s. Bild) dient beim Auslegen von Tragseil-Luftkabeln zum Fassen des Tragseils, um es mit einem Flaschenzug so weit an den Abspannmast heranzuziehen, daß der Durchhang eingeregelt werden kann. Das nicht abgetrennte und nicht abisolierte



Montageklemme für Tragseil-Luftkabel.

Tragseil wird von den zwei Backen der M. umfaßt. Durch gemeinsame Hebel wird bei Zug an dem Zugteil die Klemmwirkung hervorgerufen (→ Kabelverlegung, unter 4, Bild 11).

Monte-Carlo-Methode ist ein Verfahren, bei dem mit Hilfe von zahlreichen Versuchen an einem Objekt oder einem nachgebildeten Modell die Lösung eines mathematischen oder physikalischen Problems gesucht wird. Die Ausgangswerte werden bei jedem Versuch nach einer vorgegebenen Zufallsverteilung verändert. Die praktische Anwendung der M. in dem heute üblichen Umfang ist erst möglich geworden durch die Verwendung von Digitalrechnern. In der Verkehrstheorie werden nach der M. Verkehrsteste mit Digitalrechnern an nachgebildeten Koppelanordnungen ausgeführt, um z. B. die Verlustwahrscheinlichkeit oder eine andere schwer berechenbare Eigenschaft quantitativ zu ermitteln. (→ simulierter Fernmeldeverkehr).

Morse, Samuel Finlay Breese, geb. 27. 4. 1791 zu Charlestown (Mass.), gest. 2. 4. 1872 in New York; erfand den Telegrafenapparat und das Morse-Alphabet. 1832 kam ihm der Gedanke, den Elektromagnetismus zur Nachrichtenübermittlung zu benutzen. Der Erfindungstag des Telegrafenapparates war nach seinen eigenen Angaben der 13. Okt. 1832. Am 28. Sept. 1837 erhielt er ein Patent auf die Erfindung. Die erste Telegrafenleitung wurde im Mai 1844 zwischen Washington und Baltimore in Betrieb genommen.

Literatur: Journ. tél. 1871, S. 231; 1872, Nr. 4, S. 59ff. Arch. Post Telegr. 1891, Nr. 7, S. 233ff.; 1888, S. 732ff. und 762ff.- Zetzsche, Geschichte der Telegraphie (mit vielen Literaturangaben), S. 293, S. 123ff. Berlin, Julius Springer, 1877 — Hennig, Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie (mit breiten Ausführungen über Morses Erfindertätigkeit), S. 115 ff., Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1908 — Karraß, Geschichte der Telegraphie, erster Teil (mit vielen Literaturstellen), S. 325ff., Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1909 — C. Matschoß, Männer der Technik, Webster's Biographical Dictionary — H. M. Schulze, Pioniere des Nachr. Wesens, Telecommunication Pioneers.

Morsealphabet (Morsecode). Nach heutiger Definition mit »Morsecode« zu bezeichnen. Danach wird der → Morseapparat betrieben. Codeelemente sind der »Strich« (lange Signalgebung) und der »Punkt« (kurze Signalgebung). Die elektrischen Signalzeichen bestehen aus Kombinationen von Punkten und Strichen (max. 5 Elementen), jedoch von unterschiedlicher Länge, weil u. a. auch Grenzzeichen mit nur einem Codeelement (Strich oder Punkt) vorkommen können. Die Codezeichen können von Hand oder automatisch mittels Lochstreifen gesendet werden. Im letzteren Falle erlangt man definierte Signallängen: Punkt = 1 Einheitscodeelement oder auch Schritt, Strich = 3 Schritte, Abstand zwischen Punkt und Strich desselben Codezeichens = 1 Schritt, Abstand zwischen zwei Zeichen desselben Wortes = 3 Schritte, Wortabstand = 5 Schritte. Nach → CCITT besteht ein Codezeichen im Durchschnitt aus 8 Schritten (genauer 8,5). Beim sog. Recorder-Code — Abart des Morsecode — wird der »Punkt« aus positiver Signalspannung, der »Strich« aus negativer Signalspannung, beide von der gleichen Schrittlänge, gebildet. Daraus Ableitung eines Ternärsystems möglich, wenn Spannungszustand Null hinzugenommen wird.

Morse-Apparat. Von Samuel Morse 1837 praktisch vorgeführt. Erster Telegrafenapparat auf elektrisch-mechanischer Grundlage mit schriftlicher Aufzeichnung der Empfangszeichen auf einem Papierstreifen. Beim Betrieb wird → Morse-Alphabet angewendet. → HwF 1929.

Literatur: Th. Karraß, Geschichte der Telegrafie, 1909.

Morse-Empfangslocher. M. für Lochstreifen in den beiden möglichen Formen: Wheatstone-Lochung (je ein Loch oberhalb und unterhalb eines Führungsloches für Punkte, ein Loch oberhalb des einen und ein Loch unterhalb des nächsten Führungsloches für Striche des Morsecodes); Kabelschrift-Lochung (für einen Plusschritt ein Loch oberhalb, für einen Minusschritt ein Loch unterhalb der Führungslöcher). Beim ersten Verfahren wird mit Einfachstrom, beim zweiten mit Doppelstrom gearbeitet. Decodierung der Lochstreifen erfolgte durch eigens dafür konstruierte Übersetzer (→ HwF 1929, unter Übersetzer von Creed), die unmittelbar Druckschrift lieferten. Gegenwärtig gibt es Fernschreibmaschinen, die einen mechanischen Übersetzer für Kabel-Code enthalten, der seine Einstellung ohne Zuhilfemahme eines Lochstreifens unmittelbar auf den Übersetzer der Fernschreibmaschine überträgt (direkt printer von F. Warburton).

Morse-Handlocher. Zur Herstellung von Morse-Lochstreifen in Wheatstone- oder Kabel-Code. → HwF 1929 unter Handlocher und Tastenlocher.

Morse-Lochstreifensender. Zum automatischen Senden von Morsezeichen, die in Wheatstone- oder in Kabel-Code-Lochstreifen vorliegen. → HwF 1929 unter Lochstreifensender, Schnellsender für Kabelschrift, Siemens-Schnellmorsesender.

Morse-Schreiber. → Farbröhrchenschreiber, Farbrädchenschreiber, → Morse-Apparat. → HwF 1929.

Morse-Taste. Sendeapparat beim Morsebetrieb. → HwF 1929.

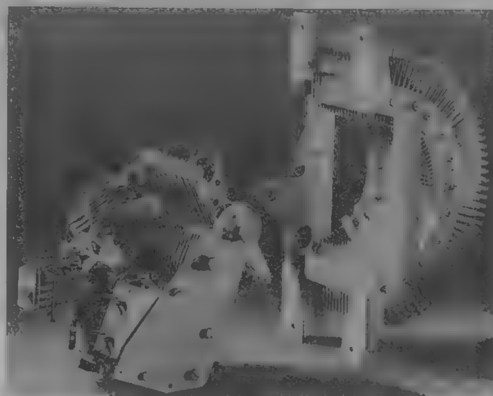
Mosse-Code → Codierung.

MOS-Transistor (MOS-FET) → Feldeffekt-Transistoren.

MOTNE (Meteorological Operational Telecommunications Network, Europe; RETOM: Réseau Européen des Télécommunications Météorologiques d'Exploitation), Europäisches Wetter-Fernmeldenetz für die Luftfahrt (→ Wetterfernschreibnetze).

Motordrehwähler. Weiterentwicklung des → Drehwählers mit Schrittschaltwerk. Vielarmige und vielkontaktige Wähler hoher Einstellgeschwindigkeit mit Einzelantrieb durch einen stoßfrei arbeitenden Drehankermotor. Der Motorantrieb ermöglicht es, den gleichförmigen freien Lauf des Wählers nicht nur für Such- und Markiervorgänge, sondern auch für die direkte Steuerung durch die Nummernwahl ohne Verzicht auf die Einzelschrittsteuerung auszunutzen.

Der Motor besteht im wesentlichen aus zwei im Winkel von 90° zueinander stehenden Magneten, einem wicklungslosen Weicheisenanker, der außer den Hauptpolen zwei Hilfspole zur Vermeidung von Totpunkten besitzt, und einer auf der Ankerwelle befestigten zweiflügeligen Unterbrecherscheibe, die zwei ebenfalls rechtwinklig zueinander angeordnete Motorkontakte betätigt. Die Magnete werden wechselseitig geschaltet. Zum Anhalten des Motors wird der zuletzt wirksame Magnet weiter unter Strom gehalten und dadurch die Drehbewegung stoßfrei abgebremst und das Einstellglied weich stillgesetzt. Die erreichbare Schrittgeschwindigkeit bis 180 Schritte/sec



Motordrehwähler.

macht den Wähler für Suchvorgänge über größere Ausgangszahlen geeignet (z. B. als Anrufsucher, Mischwähler). Kontaktbank und Schaltarmsatz des Motordrehwählers entsprechen denen eines → Drehwählers. Es werden Wähler mit bis zu 10 Schaltarmpaaren und 1020 Kontaktlamellen verwendet, und zwar mit Bronze- oder Stahlarmen und Messinglamellen. Die Drehbewegung des Ankers wird über Zahnräder auf den Schaltarmsatz übertragen. Die Übersetzung wird so gewählt, daß eine Vierteldrehung des Ankers jeweils einem Schritt entspricht (s. Bild). *Remer*

Motoren (für Fernschreibapparate). Elektromotorischer Antrieb. Geregelte und nicht geregelte Motoren. Reglermotoren werden durch Fliehkraft-Kontaktschalter verschiedener Bauart oder durch Fliehkraftbremsen auf praktisch gleicher Drehzahl gehalten. Regler stellen besondere Entwicklungsgebiete dar. Drehzahlkontrolle erfolgt stroboskopisch. Motoren mit Hauptschluß- und mit Nebenschlußverhalten. Elektrische Betriebsspannung unterschiedlich, z. B. 110, 125, 220 Volt = oder ~. Nicht geregelt sind Synchronmotoren. Einphasen-Induktionsmotoren mit Hilfsphase (Drossel- oder Kondensatorkreis). Anwendung beschränkt, weil von der Konstanz der Starkstrom-Versorgungsnetze abhängig. Reglermotoren müssen hochgradig funkentstört sein. Gegebenenfalls auch für Hilfsphasenkontakte der Synchronmotoren zutreffend.

Motorgenerator gehört zur Gruppe der Maschinen-Umformer. Die gebräuchlichsten M. sind Zweimaschinensätze, bei denen ein Motor und ein Generator mit ihren Wellen gekuppelt sind. Dabei werden Gleich-, Wechsel- oder Drehstrommotoren mit Gleich-, Wechsel- oder Drehstromgeneratoren zu Maschinenaggregaten verbunden. Die Leistung wird über die mechanische Drehung übertragen. Die DBP verwendet M. z. B. als Heizumformer älterer Bauart, zur Elektronenröhrenheizung, Schwungradumformer zur Wechselstromversorgung und Ausgleichsumformer zum Konstanthalten der Versorgungsspannung bei Energieentnahme aus der Batterie wie auch bei der anschließenden Ladung der Batterie.

Motorrelais → Signalrelais.

MTI → Bewegtziel-Anzeige.

M-Typ-Röhre → Laufzeitröhre.

MUF, klassische → ionosphärische Brechung, → ionosphärische Echolotung, → Übertragungsfrequenzbereich.

Muffendipol → Rundstrahler.

Muffengehäuse → Pupinspulenbehälter.

Muffengestell → Pupinspulenbehälter.

Muffen- und Koaxialkabelendgestell (KxKEG) → Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel.

Muirhead, John, geb. 1807 zu Gifford in Schottland, gest. 17. 9. 1885 zu Oakwood. Machte sich schon früh, wahrscheinlich 1837, um die Einführung der elektrischen Telegrafie in England verdient. M. konstruierte einen → Lochstreifensender und einen Schnellsender für → Kabelschrift.

Literatur: Z. f. Elektrot., H. 19, S. 606, Wien 1885 — Karraß, Geschichte der Telegraphie, Bd. 1, S. 167, 179 und 449, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1909.

Mulmbockkäfer (= Ergates faber L.) gehört zur Familie der → Bockkäfer (Cerambycidae). Im Larvenstadium ist der M. neben dem Hausbockkäfer der wichtigste tierische Holzzerstörer eingebauter Fernmeldemaste. Aussehen: Männchen rötlich braun, 3 bis 5 cm lang, Weibchen dunkelbraun bis schwarz, 3,5 bis 5,5 cm lang. Fühler beim Männchen > Körperlänge. Sie sind doppelt so lang wie die der Weibchen. Behaarung nicht stark ausgeprägt; Eiablage Juli/August. Eier bis 3 mm lang, schwarzbraun, mit wabenartig struktuierter Oberfläche werden vom Weibchen mittels 3 cm weit ausfahrbarer Legeröhre in Holzrisse in Haufen von 30 bis 40 Stück gelegt. Lebenszeit des Käfers: bis 4 Wochen. Larvenschlupf nach etwa 3 Wochen, 3 bis 4 mm lange, gelblich-weiße Larven bohren sich in tiefere Splintholzschichten und zerstören den befallenen Splint von Nadelhölzern vollkommen (Mulm). Innerhalb von 3 bis 6 Jahren wachsen die Larven bis auf 8 cm Länge. Sie besitzt ausgeprägte Einschnitte zwischen den Körperabschnitten. Ein ausgeprägtes hohes Feuchtigkeitsbedürfnis beschränkt den Befall auf (erd-)feuchte Holzzonen. Der Fraß beschränkt sich auf das Holzinnere. Die Bohrgänge sind mit Bohrmehl, Spänen und Kotwalzen ausgefüllt. Verpuppung der Larve unter der nicht zerstörten Holzoberfläche. Nach ca. 4wöchiger Puppenruhe Schlüpfen des Käfers, der sich ein 15 bis 20 mm langes und 8 bis 10 mm breites Flugloch in der sonst nicht zerstörten Holzoberfläche schafft. Befall an Fernmeldemasten bei Linienführung entlang von Nadelwaldrändern. Befallene Masten (Erkennungsmerkmal: ovales Flugloch) werden grundsätzlich ausgewechselt. *Wefers*

Multiadress-Nachrichten. Nachrichten, die für viele Empfänger bestimmt sind. In Rundschreib- oder Knotennetzen im Parallelbetrieb übermittelt. Es kann auch im Einzelanrufverfahren gearbeitet werden, wenn Zahl der Empfänger gering ist und andere Möglichkeit nicht besteht; Serienbetrieb.

Multifont-Leser. Gerät zur → automatischen Zeichenerkennung, mit dem verschiedene Schriftarten in beliebiger Folge (ohne vorherige Einstellung auf eine spezielle Schriftart) maschinell gelesen werden können.

Multiplexapparate. Vielfachapparate für Telegrafie zur möglichst günstigen Ausnutzung einer Leitung oder eines Übertragungskanals mit einem Vielfach-→ Verteiler, über den zwei oder mehrere Sender bzw. Empfänger wechselseitig angeschlossen werden. Bekanntester Apparat dieser Art ist der → Baudot-Apparat; ferner sind zu nennen der → Rowland-Apparat und der → Western-Union-Vielfachtelegraf. Moderne M. sind die → Multiplex-Fernschreibsysteme für Funk- und für Kabelwege → Mehrfachtelegrafenapparate.

Multiplex-Fernschreibsysteme. Systeme zur Mehrfachausnutzung eines Übertragungsweges, entweder nach dem Frequenzmultiplex-Verfahren (→ Wechselstromtelegrafie) oder nach dem Zeitmultiplex-Verfahren (→ Zeitmultiplextelegrafie).

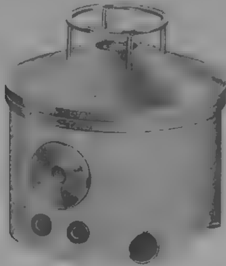
Multireedrelais → Relais unter 4.1.1.10.

Multivibrator ist eine elektrische Zweiwegschaltung, bei der abwechselnd der eine Weg gesperrt, der andere stromführend ist. Zwischen diesen beiden Betriebszuständen pendelt der M. periodisch hin und her mit einer Frequenz, die von Konstruktionselementen bestimmt ist. Als Sperrglieder können Röhren oder Halbleiterelemente verwendet werden. Der M. wird zur Erzeugung von Impulsen und sägezahnförmigen Kippschwingungen verwendet; siehe auch → Flip Flop, → Kippschaltung.

Mu-Metall ist eine Legierung von ca. 74% Nickel, 5% Kupfer, 1% Mangan und 20% Eisen mit magnetisch weichen Eigenschaften. Wird diese Legierung mit einem Gehalt von 65 bis 70% Nickel in einem Feld von mehreren Oersted im heißen Zustand magnetisiert, so erreicht man eine hohe Permeabilität und eine geringe Koerzitivkraft. Die Eigenschaften sind denen des Permalloy sehr ähnlich. M. dient hauptsächlich zur Herstellung von Relais- und Übertragerkernen, Abschirmungen, Filterkernen und Impulsübertragern.

Literatur: Hütte IV B (unter weichmagnetische Werkstoffe), 28. Aufl., Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin und München.

Mund, künstlicher. Ein Lautsprechersystem mit einer sehr kleinen Schallaustrittsöffnung. Es wird zur



Künstlicher Mund von Brüel und Kjaer.

Messung des Frequenzganges von Mikrophonkapseln benutzt (s. Bild) (→ Bezugsdämpfungs-Meßplatz, objektiver).

Münzerkennzeichen. Bei Ferngesprächen von einem Teilnehmerapparat oder einer Nebenstellenanlage wird je Zähleinheit ein in den Fernsprechgebührenvorschriften (FGV) festgelegter Betrag (z. Z. 0,18 DM) mit der Fernsprechrechnung erhoben. Bei Selbstwählferngesprächen von Münzfernsprechern können jedoch nur Münzen kassiert werden, deren Wert von dem lt. FGV je Zähleinheit anzusetzenden Betrag abweicht. Bei den Fernwahlmünzfernsprechern der DBP ist die Zähleinheit je Zähltakt 0,10 DM. Um trotzdem bei Selbstwählferngesprächen, die von einem Münzfernsprecher ausgehen, dieselben Gebühren zu erhalten wie bei von einem Teilnehmerapparat ausgehenden Ferngesprächen, muß vom Zählimpulsgeber (ZIG) zum Fernwahlmünzfernsprecher ein schnellerer Zähltakt als zum Teilnehmerzähler gesendet werden. Deshalb werden Anrufe, die von einem Fernwahlmünzfernsprecher ausgehen, durch das Münzerkennzeichen bei den Verzonungseinrichtungen gekennzeichnet. Als Münzerkennzeichen wird vom Fernwahlmünzfernsprecher nach der 2. Ziffer (bei ZVStW mit Gassentechnik, d. h. ZGW vor ZIG oder ZIGV nach der 3. Ziffer) ein Nachimpuls gesendet, der vom Verzoner (VZR), Knotenregister (KRg) oder Zählimpulsgeber mit Verzonung (ZIGV) ausgewertet wird. Nach Aufnahme des Münzernachimpulses wird der Zoneneinstellwähler im ZIG auf besondere, schnellere Münzertakte eingestellt. *Altehage*

Münzfernsprecher. M. werden im öffentlichen Fernsprechnetz der DBP in Fernsprechhäuschen, bei öffentlichen Sprechstellen von PÄ, Behörden und Gemeinden sowie von privaten Teilnehmern eingesetzt. Ferner werden bei Teilnehmern auch nur für den Verkehr innerhalb eines Ortsnetzes geeignete Mietgeräte als »Teilnehmer-Münzfernsprecher« verwendet. Nach allgemeiner Einführung des Selbstwählferndienstes (SWFD) sind z. Z. folgende Modelle im Einsatz

1. für den Ortsverkehr geeignete M. a) TeilnehmerM. 55, b) OrtsM. 50 für öffentliche Sprechstellen

2. Für den Orts- und Selbstwählfernverkehr innerhalb der BRD geeignete M. a) MünzFw 56, für öffentliche Sprechstellen, b) MünzFw 63, für öffentliche Sprechstellen

1a) Den TeilnehmerMünz 55 zeigt Bild 1. Der Nummernschalter (NrS) ist als → SperrNrS ausgeführt. Hierdurch wird der Zugang zum Fernamt und zum SWFD unterbunden. Die Gabel für den Handapparat wird in ihrer Bewegung durch konstruktive Mittel verzögert, so daß ein Wählen mittels des Gabelumschaltekontaktes (GU) durch entsprechend



Bild 1. TeilnehmerMünz 55.

schnelles Betätigen der Gabel und somit ein Umgehen des SperrNrS nicht möglich ist. Vor der Nummernscheibe ist die Öffnung für das Einlegen von zwei 10-Pf-Stücken angebracht. Durch das Bewegen des links davon befindlichen Knopfes nach rechts werden die Geldstücke durch eine Prüfschiene geschoben und dabei die Münzkontakte mk betätigt (Bild 2). Der App. hat zwei Schlösser. Durch das Schloß an der rechten Seite des Apparates kann der Teilnehmer die Schloßkontakte sk betätigen und hierdurch für den eigenen Gebrauch die Sperren des SperrNrS wieder aufheben und die Sprechschaltung auch ohne Geldeinwurf in Betrieb setzen. Das auf der Vorderseite des App. sichtbare Schloß versperrt die Geldkassette.

Die Schaltfunktionen des TeilnehmerM. sind folgende: Durch Aufheben des Handapparates schließen die Gabelumschaltekontakte GU I und GU II. Hierdurch wird die Schleife zwischen der a- und b-Ader über die Übertragerwicklungen zum Fernhörer und Mikrofon, W 400, nsd2 geschlossen. Durch das erste Aufziehen des NrS legt bereits nsd2 um. Hierdurch wird erreicht, daß der Tln — solange der Münzkontakt mk I. nicht geschlossen ist — nur über C2 hören und den richtigen Aufbau der Verbindung feststellen, aber nicht Sprechen kann, da das Mikrofon noch stromlos

bleibt. Erst durch Betätigen der Kontakte mk erhält das Mikrofon Speisung über mkI und wird die Überbrückung der Sprechschaltung durch die Verbindung nsd2, mkII., skIII. W150 aufgehoben.

Will der Teilnehmer ohne Geldeinwurf selbst ein Gespräch führen, so wird die Mikrofonspeisung durch Schließen von skI und Öffnen von skIII erreicht. Durch skII wird dabei auch die Sperrvorrichtung (Dreharm nss mit Kontaktbank) abgeschaltet, die in Ruhestellung des Schloßkontaktes bei

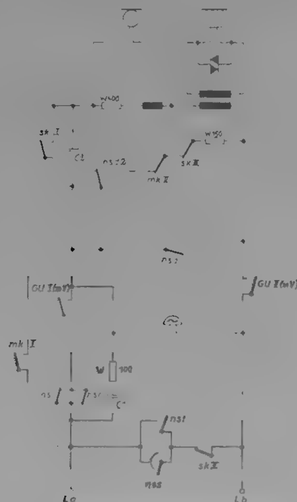


Bild 2. Schaltung des TeilnehmerMünz 55.

Wahl von Fernverkehrs- und gesperrten Sondernummern den NrS-Impulskontakt und die Sprechschaltung überbrückt. Der Trägheitskontakt nst schließt und bewirkt dasselbe, wenn der Ablauf des NrS künstlich verzögert wird. Der TeilnehmerMünz 55 kann ohne Geldeinwurf angerufen werden. In diesem Fall erfolgt die Speisung des Mikrofons über nsd2, Sperren werden nicht wirksam. Beim Auflegen des Handapparates gehen alle betätigten Kontakte in die Ruhelage zurück.

1b) Merkmale des Ortsmünzfernsprechers 50. Der (ÖMünzO 50) (Bild 3 und 4), gestattet das Führen von Ortsgesprächen nach Einwerfen von 2 × 10 Pf. Der Anruf von handvermittelten Sonderdiensten (Fernvermittlungsstelle, Telegrammaufnahme usw.) ist durch die Verwendung eines → Sperr-Nummernschalters verhindert. Die nach Aushängen des Handapparates eingeworfenen Münzen werden in einem Münzkanal (siehe Bild 4 rechts oben, schrägliegender Prüfkanal) auf ihre Maße und auf magnetische Eigenschaften geprüft und bis zum Kassiervorgang festgehalten. Beim Wählen der gewünschten Rufnummern prüft ein Münzfühlhebel, ob 2 × 10 Pf eingeworfen worden sind. Wurde zu wenig oder kein Geld eingeworfen, dann betätigt die Abtasteinrichtung einen Kontakt, der den weiteren Verbindungsaufbau unmöglich macht. Hängt der Sprechgast am Ende des Gesprächs den Handapparat ein, dann unterbricht der Hakenumschalter die Apparatschleife und setzt im Gerät ein Verzögerungswerk in Gang. Durch die Unterbrechung der Schleife löst die Gesprächsverbindung aus und der Kassiervorgang wird von der Ortsvermittlungsstelle (OVSt) her eingeleitet. Hierzu wird in der OVSt ein besonderer Gesprächszähler mit eingebauten Zusatzkontakten tätig. Bei Betätigung des Zählers wird ein Kassierstromstoß über eine Ader der Anschlußleitung zum ÖMünz gesendet. Im Münzfernsprecher zieht dadurch der Kassiermagnet an und gibt einen unter Federspannung stehenden Kassierhammer frei. Dieser stößt die eingeworfenen Münzen in einen Kassierschacht, von wo sie dann in den Münzbehälter fallen.

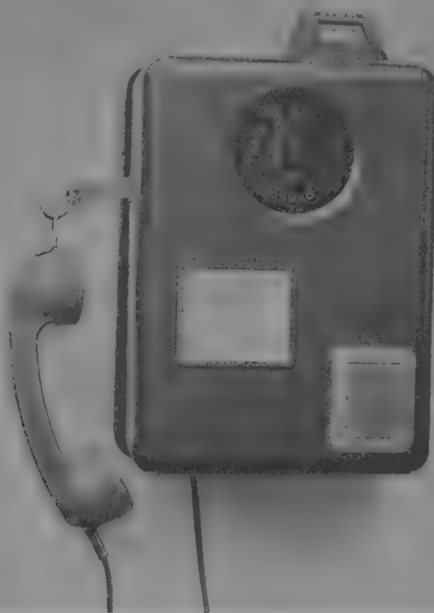


Bild 3. Ortsmünzfernsprecher 50.

Das Verzögerungswerk hat dabei die Aufgabe, den Kassiermagneten für etwa 2 sec anstelle der übrigen Apparatschaltung an die Anschlußleitung zu schalten. In dieser Zeit ist mit Sicherheit der Kassierstromstoß von der Vermittlungsstelle eingetroffen und verarbeitet. Betrugsmöglichkeiten durch sofortiges Wiederaushängen des Handapparates werden hierdurch verhindert. Nach Ablauf der Kassierphase wird der Münzkanal durch das Verzögerungswerk geöffnet. Dabei werden nichtkassierte Münzen (z. B. wegen Gebührenfreiheit des Gespräches) in die Rückgabe entlassen und der Kassierhammer wieder mit dem Kassiermagneten verklinkt. Ein erneutes Schließen der Apparatschleife ist erst möglich, wenn das Verzögerungswerk ganz abgelaufen ist. Dadurch wird

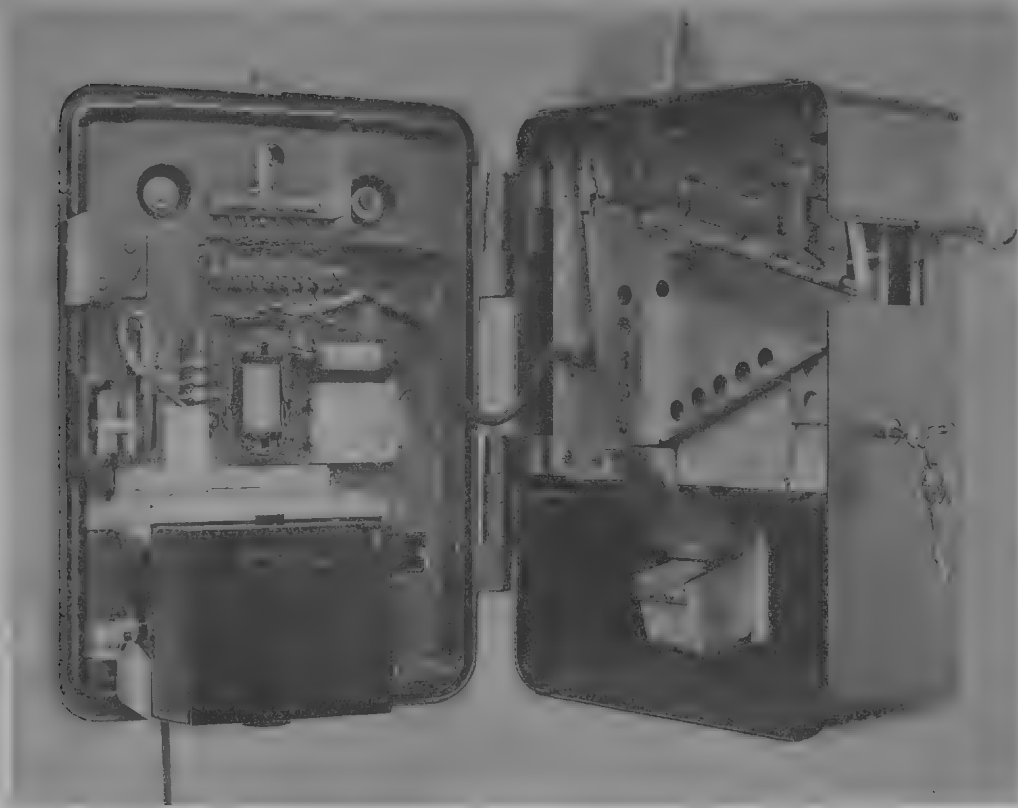


Bild 4. Ortsmünzfernsprecher 50 (geöffnet).

auch das Umgehen der durch den Sperr-Nummernschalter eingebauten Rufnummernsperren unterbunden.

2. Merkmale der MünzFw 56 und 63.

2.1. Kassiertechnik der MünzFw. Die MünzFw 56 und 63 sind für den Orts- und nationalen Selbstwählferndienst eingerichtet. Gespräche im handvermittelten Ferndienst, zur Telegrammaufnahme usw. sind durch Maßnahmen am Sperr-Nummernschalter verhindert. Dies kommt dem angewendeten Kassierverfahren entgegen und verliert an Bedeutung, wenn man davon ausgeht, daß in der BRD alle Fernsprechanschlüsse über den Selbstwählferndienst und somit auch von Fernwahlmünzfernsprechern aus erreichbar sind. Bestimmend für das Kassierverfahren war die Methode der Gebührenerfassung im Selbstwählferndienst, nämlich die Zeit-Impuls-Zählung während des Gespräches. Diese hierbei angewandten technischen Verfahren wurden so auf den Kassiervorgang im Münzfernsprecher übertragen, daß die eingeworfenen Münzen entsprechend der Entfernung des Zielortes mehr oder weniger schnell durch von der Vermittlungsstelle gesendete Münz-Kassierimpulse während des Gespräches in 10 Pf-Einheiten abkassiert werden. Beim Aufbau von Verbindungen in die Fernebene müssen sich dabei die MünzFw durch Aussenden des sog. Münzerkennzeichens (s. a. 2.2.) bei der FernVSt vorstellen. Als Kassierimpulse werden 16-kHz-Impulse benutzt, wie sie auch zum Fortschalten der Gebührenanzeiger bei Fernsprechteilnehmern dienen. Sie werden jeweils dann an die Anschlußleitung geschaltet, wenn auch der Gesprächszähler weitergeschaltet wird. Sie werden von einer Empfangsschaltung aufgenommen, die die Kassiermagnete steuert. Letztere befinden sich am Ende der Münzspeicher, in die die eingeworfenen Münzen nach Durchlaufen des Prüfkanals gelangen. Von den während eines Ferngespräches eingehenden Kassierimpulsen bewirkt 1 Impuls stets das Abkassieren einer 10 Pf-Einheit einer aus dem Speicher übernommenen Münze. In dieser Zeit werden die anderen Münzen vor der Kassierstelle festgehalten. Beim Münzfernsprecher 56 werden die Münzen aus einem schrägliegenden Speicher (Bild 5, Mitte) in der Reihenfolge des Einwurfes übernommen und abkassiert.

Beim Münzfernsprecher 63, der für die 3 Münzsorten (10 Pf, 50 Pf, 1 DM) getrennte Speicher hat, (Bild 7, Mitte links) wird die wertkleinste Münze stets zuerst kassiert. Das Prinzip des Kassierens durch 16-kHz-Impulse wird auch für das Kassieren der Ortsgesprächsgebühr verwendet. Der Münzfernsprecher erhält nach Gesprächsende von der Vermittlungsstelle nur 1 Kassierimpuls, der aber in Abhängigkeit von seiner ortsmäßigen Einstellung im Apparat verdoppelt wird und zur Kassierung von 2 × 10 Pf führt. Die orts- bzw. fernmäßige Einstellung des Münzfernsprechers geschieht durch den Sperr-Nummernschalter. Durch das Prinzip, bei SWF-Verbindungen während des Gesprächs, aber bei Ortsverbindungen



Bild 5. Münzfernsprecher 56.

nach diesen zu kassieren, entstanden M., die in den Vermittlungsstellen keinerlei zusätzliche technische Einrichtungen benötigen.

2.2. Aufgabe des Münzerkennzeichens. Die Fernwahlmünzfernsprecher werden wie Teilnehmer an die Ortsvermittlungsstellen angeschlossen. Trotz der teilnehmergleichen Anschaltung wirken sie aber bei Ferngesprächen durch das Münzerkennzeichen über die Ortsvermittlungsstelle hinaus bis zur Fernvermittlungsstelle und lösen hier, abweichend von den einfachen Hauptanschlüssen, einen zusätzlichen Steuervorgang in den Verzonungseinrichtungen aus, durch den das Anschalten des richtigen Zähltaktes veranlaßt wird. Hält man sich vor Augen, daß die vom Münzfernsprecher angenommenen Münzen, nämlich 10 Pf, 50 Pf und 1 DM, Vielfache der 10 Pf-Einheit sind, die Gebühreneinheit für ein Gespräch aber z. Z. 0,18 DM beträgt, dann wird klar, daß besondere technische Mittel erforderlich sind, um statt der 18-Pf-Impulse 10-Pf-Kassierimpulse zu erhalten. Zu diesem Zweck liefern die Zeittaktgeber der Fern-Vermittlungsstelle außer dem normalen, auf die Gebühreneinheit abgestimmten Zähltakt auch noch einen entsprechend schnelleren Zähltakt für Münzfernsprecher. Die bei MünzFw je Impuls zur Verfügung gestellte Gesprächszeit beträgt 10/18 der für normale Hauptanschlüsse. Um den schnelleren »Münzfernsprechertakt« zu bekommen, muß sich der Münzfernsprecher aber bei der Verzonungseinrichtung zu erkennen geben. Hierzu sendet er frühestens nach derjenigen Wählimpulsserie, die als erste über die Verzonungseinrichtung läuft, das »Münzerkennzeichen« in Form eines zeitlich genau festgelegten Nachimpulses. Durch einen verstellbaren, mechanisch betätigten Kontakt am Sperr-Nummernschalter wird festgelegt, nach welcher Impulsserie der Nachimpuls ausgesendet werden soll.

Im Auslands-SWFD ist dieses Verfahren jedoch nicht möglich, weil das Münzerkennzeichen die Auslands-Verzonungseinrichtungen nicht zu erreichen vermag. Der Münzfernsprecher würde also beim Auslandsverkehr Kassierimpulse wie ein normaler Hauptanschluß mit der Wertigkeit von 18 Pf je Takt bekommen, aber entsprechend seiner Ferneinstellung nur 10-Pf-Einheiten kassieren. Hieraus wird deutlich, daß bei den MünzFw der Systeme 56 und 63 der Auslandsverkehr durch Maßnahmen am Sperr-Nummernschalter verhindert sein muß.

2.3. Sollwert der Einnahmen im MünzFw. Ein weiteres wesentliches Merkmal der MünzFw ist die Zwangstrennung einer bestehenden Verbindung durch denjenigen Kassierimpuls, der im Münzfernsprecher wegen fehlenden Geldvorrats keine Münzeinheit mehr abkassieren kann. Bei diesem Vorgang wird in der OVSt zwar der Gesprächszähler weitergeschaltet, aber im MünzFw kein Geld kassiert. Da die Gebühr bei SWF-Verbindungen stets im voraus kassiert wird, hat der Sprechgast dadurch keinen Schaden, jedoch zählt der Zähler in der OVSt eine Einheit, der keine Einnahme entspricht.

In den MünzFw sind jedoch (s. Bild 6 oben, Bild 8 unten) a) für sämtliche eintreffenden Kassierimpulse (IZ), b) für die Anzahl der geführten Ortsgespräche (OZ) und c) für die Zahl der vorgenannten Zwangstrennungen (Trennimpulse (TZ)) je ein Zähler eingebaut. Aus der Rechnung IZ — TZ + OZ ergibt sich dann der Sollinhalt der Münzbehälter in 10-Pf-Einheiten.

2.4. Die Münzprüfung. In der Münzprüfeinrichtung werden Falschgeld und fremde Münzen ausgeschieden. Hierzu werden die eingeworfenen Münzen auf Durchmesser, Dicke, Gewicht, Parallelität und magnetische Eigenschaften geprüft. Bei sorgfältiger Einstellung lassen sich sehr gute Prüfergebnisse erreichen. Bei Prüfeinrichtungen für Münz-



Bild 6. Münzfernsprecher 56 (geöffnet).



Bild 7. Münzfernsprecher 63.

fernsprecher muß jedoch noch zusätzlich gefordert werden, daß abgewiesene Münzen selbsttätig, und nicht erst durch Drücken eines Rückgabeknopfes, in die Rückgabe gelangen. Hierbei wird berücksichtigt, daß der Sprechgast sich auf das Gespräch konzentrieren will und nicht durch hängenbleibende Münzen unterbrochen oder abgelenkt werden darf. Die erreichbare Abweisungsquote für Falschgeld und fremde Münzen ist eine Frage der Wirtschaftlichkeit, denn das Einstellen der Prüfeinrichtungen ist sehr lohnintensiv. Einerseits sollen möglichst alle Fremdmünzen abgewiesen werden, andererseits müssen aber alle eigenen kursfähigen Münzen, ausgenommen deformierte, angenommen werden — auch wenn z. B. die Randprofile bei sehr alten Münzen schon stark verändert sind. Hierdurch sind der Prüfgenauigkeit Grenzen gesetzt. Dazu kommt, daß die Abmessungen der Fremdmünzen oft in die Toleranzwerte der eigenen fallen. Der Verlust durch angenommene Fremdmünzen ist aber dennoch sehr gering. Er betrug nach letzten Erhebungen etwa 0,15 % der Gesamteinnahmen.

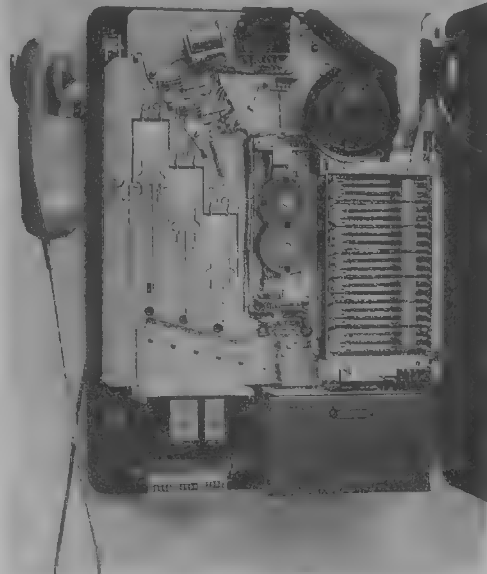


Bild 8. Münzfernsprecher 63 (geöffnet).

2.5. Die Münzbehälter. Die Münzbehälter sind gegen unbefugte Geldentnahme durch mechanische Vorkehrungen besonders gesichert. Der Geld-Einlaßschlitz ist durch ein vorgespanntes Schloß mit einem Blech verdeckt, welches beim Einsetzen in den Apparat seitlich verschoben wird und den Einlaßschlitz dadurch öffnet. Wird der Behälter wieder herausgenommen, dann wird der Schlitz automatisch wieder verschlossen und kann ohne Öffnung des verplombten Behälters

und erneutes Spannen des Schlosses nicht wieder geöffnet werden. Dadurch wird das Personal, welches die Behälter auswechselt, vor Versuchungen und Verdächtigungen bewahrt. Die Halterung des Münzbehälters ist aus diesem Grund auf der nicht zugänglichen Rückseite des MünzFw mit Muttern befestigt.

2.6. Stromversorgung. Für die internen Schaltvorgänge, die durch eine größere Anzahl von Relais und mehrere Elektromagnete erledigt werden, haben die Fernwahlmünzfernsprecher ein eigenes Netzanschlußgerät, das aus dem 220-V-Netz gespeist wird. Die interne Betriebsspannung beträgt 24 V. Die ersten Geräte wurden noch nach Schutzklasse I, d. h. mit Schutzerdung gebaut. Da sich aber in verschiedenen Starkstromnetzen Schwierigkeiten ergaben, wird heute nur noch nach Schutzklasse II (Schutzisolierung) geliefert.

2.7. Übertragungstechnische Gesichtspunkte. Die MünzFw 56 und 63 wurden ab 1966 mit dem kurzen übertragungstechnisch vorteilhafteren Handapparat des FeAp 61 ausgerüstet. Gleichzeitig wurde eine neue Aufhängung für den Handapparat in Form einer Gabel eingeführt, die außer der gefälligeren Form auch den Vorteil bietet, daß das lästige Einfädeln des Hakens in die Öse (Bild 3) entfällt. Der Handapparat wurde mit einem dynamischen Mikrofon mit einem im Gerät befindlichen Transistorverstärker für die Sprechwechselströme aus- bzw. umgerüstet. Alle diese Teile sind so aufeinander abgestimmt, daß eine möglichst natürliche Sprachübertragung gewährleistet wird. Gleichzeitig werden auch die übertragungstechnisch besseren Bauteile samt der Sprechschaltung des Fernsprechapparates 61 mit veränderbarer → Nachbildung verwendet. Bild 9 zeigt die Sprechverstärkerschaltung des Münz 63.

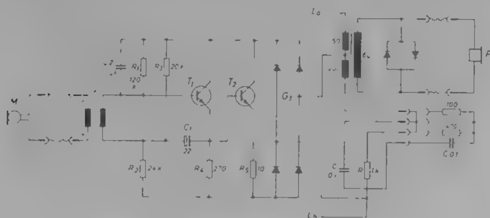


Bild 9. Sprechverstärker MünzFw 63.

3. Sicherung vor Betrug. Ein ganz wesentlicher Anteil des technischen Aufwandes in den Fernwahlmünzfernsprechern entfällt auf das Verhindern von Betrugsmöglichkeiten. Falschgeld wird mit großer Wahrscheinlichkeit mechanisch in den Prüfkanälen ausgeschieden. Da außerdem viele Betrugsversuche darauf hinauslaufen, beim Kassiervorgang das fällige Geld zurückzuhalten, werden ab 1967 die MünzFw mit einer elektronischen Kassier-Kontrolle ausgestattet. Rollt nach Eintreffen eines Gebührenimpulses die fällige Münze nicht an der Kontrollstelle vorbei in den Münzbehälter, so wird das Gespräch sofort unterbrochen.

Wesentliche Verluste, die durch das Erreichen des Auslandsverkehrs oder des handvermittelten Ferndienstes eintreten könnten, werden durch den → Sperr-Nummernschalter unterbunden. Er ist seinerseits wieder durch Maßnahmen im Apparat gegen Umgehungsmöglichkeiten gesichert. *H. Fischer*

Murray, Donald, geb. 25. 9. 1866 zu Invercargill, Neuseeland, gest. unbekannt. Er entwarf einen Maschinen-Drucktelegrafen und vereinigte 1902 seine Erfindung mit der F. G. Creed (s. d.) zu einem Murray-Creed-Drucktelegrafen; 1904 entwarf er unter Verwertung des Baudotschen Verteilergedankens einen Vielfachtelegrafen; 1914 entstand der »Western Union Multiplex-Telegraph«.

Literatur: Setting Type by Telegraph, ein Vortrag Murrays abgedruckt in Proceedings of the Institution of Electrical engineers London Tl. 172, Bd. 34, 1905; Practical aspects of Printing Telegraphy Tl. 209, Bd. 47, 1911; desgl. Tl. 339, Bd. 63, 1925; Press-The-Button Telegraphy, Aufsatz erschienen im Telegraph and Telephone Journal, London 1914 bis 1915. Kraatz, A.: Maschinen-Telegraphen S. 49. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1906.

MUSA-Anlage → Rhombusantenne.

Muschelantenne → Spiegelantennen.

musterinduzierte Flickerfarben (MiFf) werden in den USA nach einem Verfahren von J. F. Butterfield dazu verwandt, Reklamesendungen auszustrahlen, die mit Schwarzweißen-Fernsehgeräten ohne Sondertechnik farbig empfangen werden können. Als Ausgangsbasis dient eine Erfindung des Engländers Charles Benham aus den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts: eine mit einem schwarz-weißen Muster



Scheibe mit schwarz-weißem Muster zur Erzeugung musterinduzierter Flickerfarben.

bedruckte Scheibe (s. Bild) läßt — um ihren Mittelpunkt in Rotation versetzt — dem Betrachter farbige Bilder erscheinen. In den mit Hilfe dieses Prinzips erzeugten Bildern bleiben allerdings Auflösung und Farbqualität hinter den üblichen Farbfernsehverfahren zurück. Dies kann jedoch damit zusammenhängen, daß das technische Verfahren noch rein experimentell ermittelt werden mußte, weil bisher eine umfassende Theorie über Ursache und Bedingungen von MiFf noch fehlt, von der man bei der Konstruktion der Geräte hätte ausgehen können. Es handelt sich um einen physiologischen Vorgang, der erst im Auge auftritt und wohl auf gegenseitige Beeinflussung parallel verlaufender Nervenbahnen oder benachbarter Sektoren oder Stäbchen der Netzhaut zurückzuführen ist. Mit einem Farbfilm lassen sich die Farben daher nicht feststellen. Sie hängen von der Art des Musters, der Beleuchtung, der

Rotationsfrequenz der Scheibe, ihrem Umlaufsinn und dem Abstand des Betrachters ab. Die Bewegung der Muster und der Helldunkelkontraste kann auch auf andere Weise als durch Rotation, z. B. durch Vorbeiziehen eines entsprechend bedruckten Films bewirkt werden.

Ein auf derselben Erfindung beruhendes Verfahren von J. Nagler sen. und jun. findet hauptsächlich bei Zeichentrickfilmen Anwendung.

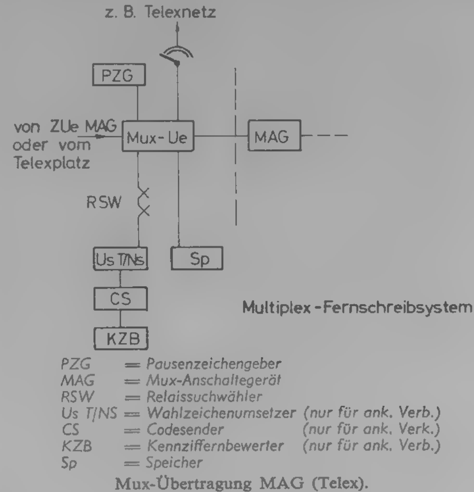
Literatur: C. v. Campenhausen, „Musterinduzierte Flickerfarben" in Umschau 1970 Heft 2; dergl. „Farbigsehen ohne Farbe" VDI-Nachrichten 23 (1969) Nr. 15. *Gerwig*

Musterschau. Bei den Anmeldestellen für Fernmeldeeinrichtungen (Am) sind M. eingerichtet, in denen sich der Kunde kostenlos über die wichtigsten Teilnehmereinrichtungen (TlnEinr) der DBP informieren kann. Die Öffnungszeiten sind örtlich unterschiedlich festgelegt und durch Aushang bekanntgemacht. Meist ist die M. in einem besonderen Ausstellungsraum in verkehrsgünstiger Lage untergebracht, der werbewirksam und ansprechend gestaltet ist. Tische, Wandflächen, Vitrinen usw. dienen dem Zweck, die TlnEinr übersichtlich angeordnet darzubieten. Fernsprechapparate werden einschließlich der erforderlichen Beikästen, Relaiskästen, Netzgeräte u. Verbindungseinrichtungen gezeigt, um dem Kunden einen Überblick über Art und Abmaße kompletter Anlagen zu ermöglichen. Die gebräuchlichsten Fernsprech-TlnEinr sind betriebsbereit aufgebaut und werden den Kunden auf Wunsch durch das Personal der Am vorgeführt. Vorhanden sind i. allg.: Normale Tisch- und Wandapparate, Anschlußdosenanlagen, zweite Sprechapparate, Rückfrageapparat, Mithörapparat, Teilnehmermünzfernsprecher, Gebührenanzeiger, Wechselschalter, Mehrfachschalter, Wecker sowie handbediente Vermittlungseinrichtungen, Reihenapparate, kleine und mittlere Wählanlagen verschiedener Baustufen einschließlich häufig benötigter Ergänzungsausstattung. Der Umfang ist den örtlichen Bedürfnissen angepaßt. Bei größeren Am sind Telexhauptanschlüsse in der Musterschau eingerichtet. Unter mehreren Firmenausführungen der gleichen TlnEinr wird diejenige ausgestellt, die in der nächsten Zeit örtlich bevorzugt geliefert wird. Durch Wechsel der Einrichtungen wird erreicht, daß jeweils moderne Ausführungen aus der laufenden Lieferung gezeigt werden. Bei Anmeldebezirken ist bei Bedarf eine kleine M. eingerichtet, in der Zusatzeinrichtungen und Sprechapparate für Fernsprechanschlüsse gezeigt werden. In verschiedenen Städten sind im Zusammenhang mit der M. auch Werbeflächen, d. h. Schaufenster, Vitrinen und Wandflächen vorhanden. Unter Mitwirkung von Werbefachleuten werden im steten Wechsel Themen aus dem Bereich des Fernmeldewesens der DBP mit graphischen und dekorativen Mitteln gestaltet. Hierdurch soll die Information der Kunden im Bereich des Fernmeldewesens gefördert werden. *Breidt*

Mux ist die Kurzbezeichnung für → Zeitmultiplextelegrafie. Heute gebräuchliche Mux-Systeme sind das → ARQ-Mux-System und die → Kabelmux.

Mux 4 D 7 → ARQ-Mux-System der Fa. Siemens AG. Die Bezeichnung 4 D 7 bedeutet: Unterteilung in 4 Kanäle nach dem Prinzip von van Duuren mit 7-Schritt-Code. Die Mux 4 D 7 arbeitet mit elektromechanischen Verteilern und Relais. Sie wurde abgelöst durch die elektronisch arbeitende → ELMUX.

Mux-Übertragung MAG (Telex). Die M. wird eingesetzt im Telexdienst bei manueller oder halbautomatischer Betriebsweise, im Gentexdienst zusammen mit einer Zusatzübertragung (→ Zusatzübertragung Mux-Übertragung MAG) bei vollautomatischer Betriebsweise für über Mux-Fernschreibsysteme geführte Leitungen. Mux-Leitungen können keine Dauerpotentiale und keine Einzelimpulse, sondern nur Fernschreibzeichen übertragen. M. paßt die Kennzeichen (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungssysteme, U 20) an und speichert für die abgehende Verkehrsrichtung die Nachrichteninformation, wenn die Mux-Leitung bei bestehender Verbindung gestört ist. Als Nachrichtenspeicher sind Lochstreifenübertrager eingesetzt (s. Bild).



Mux-Übertragung MAG (Telex).

Solange die Mux-Leitung betriebsfähig ist, sendet das Mux-Anschaltegerät Abrufimpulse zur Mux-Ue und fordert damit die Nachricht zeichenweise aus dem Speicher ab. Bleiben die Abrufimpulse aus, das heißt, ist die Mux-Leitung gestört, wird die Nachricht bis zum Wiedereinsetzen der Abrufimpulse gespeichert. Die Verbindung kann auch während einer Störung ausgelöst werden, jedoch greift die Auslösung dann nur bis zur Mux-Ue durch. Es erfolgt die sogenannte Teilauslösung. Sobald die Mux-Leitung wieder betriebsbereit ist, wird die noch gespeicherte Nachricht übertragen, sofern die Verbindung die Gegenstelle nicht auch ausgelöst hat. War dies der Fall, wird die gespeicherte Nachricht unterdrückt. Die gebührenpflichtige Belegungszeit wird aus der Zahl der Abrufimpulse abgeleitet, so daß aufgekommene Störungszeiten nicht angerechnet werden.

Um dem Teilnehmer den Störungszustand anzuzeigen, kann der Mux-Ue ein Pausenzeichengeber (PSG) beigegeben werden.

Macht der Teilnehmer eine Schreibpause von mindestens 10 s, erhält er das Pausenzeichen, das ist die Kombination 32 des internationalen Telegrafencode Nr. 2, die beim Empfänger keinen Abdruck und keinen Zeilenvorschub bewirkt, sondern nur hörbar ist. Bei leerem Speicher wird das Pausenzeichen alle 1,2 s, bei gefülltem Speicher — unabhängig vom Füllungsgrad — alle 5 s einmal ausgesandt. Durch Gegenschreiben ist es jederzeit wiederum für 10 s abschaltbar (Codetabelle in → ARQ-Mux-System). *Jendra*

M-Werte → Faraday-Effekt.

μ-Faktor → Röhrenkennlinie.

N

Nachbaraushilfe. In Schnurvermittlungen mit Anruffeld sind die Vermittlungskräfte angewiesen, auch die am linken und rechten Nachbarplatz eintreffenden Anrufe aushelfend dann entgegenzunehmen, wenn am eigenen Platz keine unerledigten Anrufe mehr vorliegen. Unter Berücksichtigung dieser N. kann ein Anrufzeichen mithin von drei Fernplätzen aus bedient werden (→ Anrufwiederholung, → Klinkenfeld).

Nachbarsignal-Trennschärfe → Trennschärfe.

Nachbildsucher dient zum Herstellen von Leitungsnachbildungen und Anpassungsnetzwerken. Er wird in Verbindung mit einer Einrichtung zum Messen der Fehlerdämpfung gebraucht.

Durch Schalter können die verschiedenen Nachbildungsschaltungen eingestellt werden. Die einzelnen Nachbildelemente (Widerstände, Kondensatoren und Spulen) stecken in Federkontaktreihen und werden durch Kniehebelschalter eingeschaltet. Man verändert diese Elemente solange, bis die Fehlerdämpfung den vorgeschriebenen Mindestwert erreicht hat. Dann zieht man die eingeschalteten Nachbildelemente aus dem N. heraus und stellt aus ihnen die Nachbildung her (→ Nachbildung).

Nachbildung. Unter N. versteht man ein Netzwerk aus passiven Bauelementen (Widerständen, Kapazitäten, Induktivitäten), die — bei einer Vierpolnachbildung — so dimensioniert werden, daß seine Vierpolparameter mit denjenigen des gegebenen Vierpols, den es nachbilden soll, im betrachteten Frequenzbereich übereinstimmen. Netzwerke dieser Art sind die sog. Kunstleitungen (künstliche Leitungen) → Verlängerungsleitung.

Im allgemeinen Sprachgebrauch hat es sich jedoch eingebürgert, unter N. fast ausschließlich eine Zweipolnachbildung zu verstehen. Von letzterer wird nur verlangt, daß ihr Scheinwiderstand in dem betrachteten Frequenzbereich mit dem des nachzubildenden Zweipols übereinstimmt. Eine Übereinstimmung im Dämpfungs bzw. Winkelmaß — wie bei der Vierpolnachbildung — wird hier dagegen nicht gefordert. N. dieser Art sind daher einfacher aufgebaut als Vierpolnachbildungen. Sie werden in den Gabelschaltungen (→ Gabelschaltung) beim Übergang von 2 Dr- auf 4 Dr-Leitungen und umgekehrt verwendet, um das Zurückfließen der Sprechströme vom ankommenden in den abgehenden Vierdrahtweg zu verhindern, d. h., die Fehlerdämpfung oder die Übergangsdämpfung im Übertragungsbereich soll möglichst groß sein. Eine völlige Entkopplung beider Sprechrichtungen in einer Gabelschaltung ist nur bei idealer N. möglich. In der Praxis treten dagegen immer Abweichungen zwischen dem Scheinwiderstand der Leitung und dem der N. auf (z. B. bei Anschluß verschiedener Leitungstypen und Leitungslängen auf der Zweidrahtseite, etwa über einen Wähler). Selbstverständlich wird angestrebt, diesen Nachbildungsfehler so klein wie möglich zu halten. Der Nachbildungsfehler Δ errechnet sich in Prozent aus der Beziehung

$$\Delta = 2 \left| \frac{Z_L - Z_N}{Z_L + Z_N} \right|,$$

wobei Z_L = Scheinwiderstand der Leitung,
Z_N = Scheinwiderstand der Nachbildung ist.

Der Wert Δ soll in der Praxis 10% nicht übersteigen.

Die schaltungstechnische Ausführung einer N. wird weitgehend von den Anforderungen im Einzelfall bestimmt. Bei genügend hoher Restdämpfung der nachzubildenden Leitung, auch bei Leerlauf und Kurzschluß, genügt es, im allgemeinen die N. als reellen Widerstand auszubilden. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, muß die Nachbildgüte entsprechend höher sein. Eine bessere Anpassung an den Scheinwiderstand läßt sich dann durch den Einbau eines Nachbildungs-Netzwerks aus Widerständen, Kondensatoren und Spulen erzielen. Eine derartige N. ist z. B. die Hoyt-N., die als N. für bespulte Leitungen verwendet wird. Auch Küpfmüller und Deutschmann haben ähnliche N. angegeben.

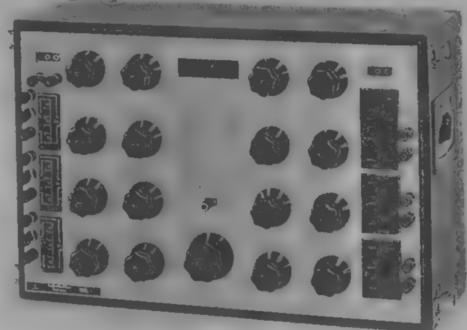


Bild 1. Veränderbare Nachbildung.

Um im praktischen Betrieb die zu einer gegebenen Leitung passende N. rasch ermitteln zu können,

bedient man sich eines besonderen Meßgeräts, des sog. Nachbildsuchers. Dieses Gerät gestattet es, in kurzer Zeit die für den Bau einer N. erforderlichen Dimensionierungsvorschriften der benötigten Bauelemente zu bestimmen. Eine solche veränderbare Nachbildung zeigt Bild 1.

Sie dient außerdem als Normal für Fehler- und Rückflußdämpfungsmessungen sowie zum Ermitteln von Nachbildungen an den Gabelpunkten von Zweidraht-Vierdraht-Fernsprechleitungen. Das Gerät eignet sich auch als komplexer Leitungsabschluß bei Scheinwiderstandsmessungen an kürzeren Kabelstrecken.

Die ohmschen, kapazitiven und induktiven Werte werden mit Stufenschaltern und Drehwiderständen eingestellt. Die im Bild 2 dargestellten 10 Grundschaltungen für Leitungsnachbildungen sind ebenfalls über einen Stufenschalter wählbar. Mit einem Kippschalter kann jede zweipolige Grundschaltung in das entsprechende vierpolige Anpassungsnetzwerk

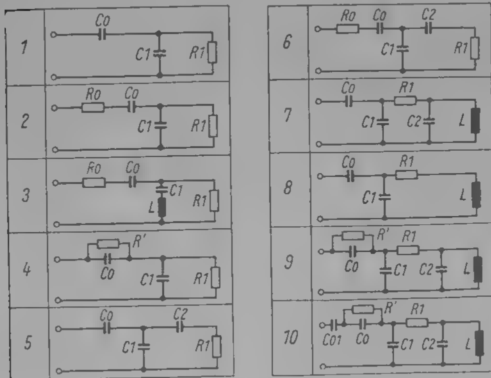


Bild 2. Grundschaltungen der herstellbaren Netzwerke.

umgewandelt werden. Wenn die vorgegebenen Schaltungen nicht ausreichen, können mit jeweils einem Handstecker beliebige Netzwerke zusammengeschaltet werden. Schließlich läßt sich das Gerät als Nachbildsucher zum endgültigen Aussuchen der Kondensatoren, Spulen und Widerstände einer Nachbildung einsetzen. Hierfür sind Federkontaktsätze vorgesehen, in die sich bis zu drei Widerstände und bis zu drei oder vier Kondensatoren einstecken lassen. Spulen können an besonderen Klemmen angeschlossen werden. Die Einzelelemente (Widerstände, Kondensatoren und Spulen) sind an ihnen zugeordneten Anschlußpunkten zugänglich.

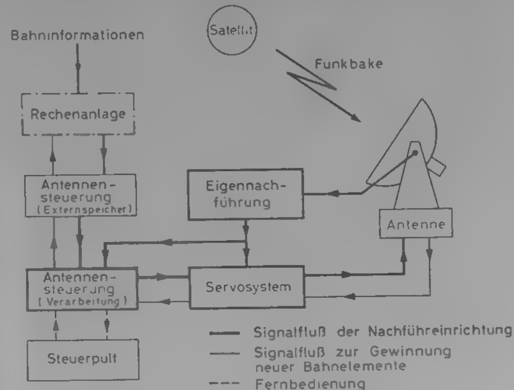
Literatur: Wallot: Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, Springer-Verlag, 1948, S. 316 ff — Hölzler/Thierbach: Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag 1966, S. 294 ff.

Irmer/Liersch

Nachbildungsfehler → Anpassung von Scheinwiderständen, → Nachbildung.

nacheilende Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

Nachführeinrichtung. Die Ausrichtung der Erdefunkstellenantenne und die stetige Verfolgung des Satelliten übernimmt die N. Eine weitere Aufgabe der N. ist, neue Bahninformationen (→ Satellitenbahn) zu gewinnen. Den prinzipiellen Aufbau einer N. zeigt das Bild. Aus den durch Messung gewonnenen



Nachführeinrichtung für Erdefunkstellen (Prinzip).

Bahninformationen wird in einer digitalen Rechenanlage der Bahnverlauf ermittelt und in Form von Steuerdaten auf einen Zwischenträger (Magnetband, Lochstreifen o. ä.) gespeichert. Diese Daten sind die Führungsgröße der N. Die → Antennensteuerung übernimmt diese Daten und gibt Stellbefehle an das → Servosystem. Eine genauere Einstellung auf den Satelliten ermöglicht die → Eigennachführung, die ein Bakensignal des Satelliten auswertet. Das Bild zeigt den Signalfluß zur Gewinnung von Bahninformationen. Ein Steuerpult gestattet die zentrale Bedienung und Überwachung der N. *Mathée*

Nachhall, Nachhallzeit. In einem geschlossenen Raum sinkt die Schallenergie nach Abschalten einer Schallquelle nicht sofort auf Null, sondern erst nach einer gewissen Zeit, der Nachhallzeit. Der zeitliche Abfall der Schallenergie erfolgt exponentiell und beträgt nach Berechnungen von Jäger:

$$E = E_0 \, e^{-\frac{A \cdot c \cdot t}{4 \cdot V}} .$$

E_0 = Die Schallenergie im stationären Zustand vor dem Abschalten; A = Die Schallabsorption des gesamten Raumes; V = Raumvolumen; T = Zeit; c = Schallgeschwindigkeit.

Für die Nachhallzeit fand W. C. Sabine folgende Beziehung:

$$T = \frac{0{,}163 \cdot V}{A} .$$

Die Nachhallzeit wird in Sekunden, das Raumvolumen in m³ angegeben, während sich das Schallschluckvermögen A in m² aus den Raumbegrenzungsflächen S und Schallabsorptionsgrad α zusammensetzt. Es wird definiert zu:

$$A = \alpha S .$$

Der Absorptionskoeffizient wiederum ist das Verhältnis zwischen absorbierter und einfallender Schallenergie. Er wird 1, wenn die gesamte Schallenergie absorbiert wird. Im allgemeinen absorbieren die Begrenzungsflächen den Schall verschiedenartig. Für die jeweiligen Flächenelemente der Größe S_n sei der Absorptionsgrad α_n. Das Gesamtschluckvermögen der Innenfläche läßt sich dann darstellen zu:

$$A = \sum \alpha_n S_n .$$

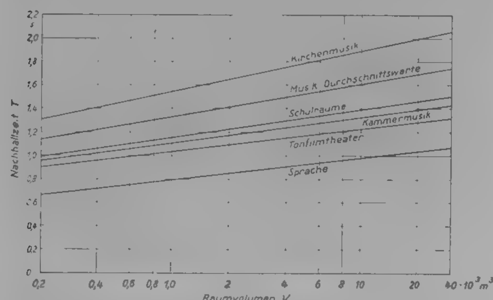
Solange der Absorptionskoeffizient $\alpha < 0{,}1$ ist, gilt die Sabinesche Nachhallformel. Sobald diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist, wird die Gleichung von Eyring benutzt:

$$T = \frac{0{,}163 \cdot V}{-S \ln (1 - \alpha)} .$$

Bei den Nachhallformeln ist die Schallabsorption durch die Luft nicht berücksichtigt. Sie ist sehr frequenzabhängig und hat erst einen Einfluß auf die Nachhallzeit bei Frequenzen über 3000 Hz. Knudsen hat daher die Formel von Eyring dementsprechend erweitert und erhält dann für die Nachhallzeit

$$T = \frac{0{,}163 \cdot V}{-S \ln (1 - \alpha) + 4 \alpha' V} .$$

Der Absorptionskoeffizient α' von Luft pro Meter liegt für eine Luftfeuchtigkeit von 50% mit der Frequenz 3000 Hz bei 0,005, mit 4000 Hz bei 0,008 und mit 6000 Hz bei 0,015. Die Korrektur kann in den meisten Fällen vernachlässigt werden, da sie innerhalb des Meßfehlers liegt. Nach Sabine versteht man unter Nachhallzeit die Zeit, innerhalb derer die Schallenergie bzw. Schalldruck eines Schallvorganges



Günstigste Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen.

auf den 10^6 bzw. 10^3 Teil (60 dB) zurückgeht (→ Raumakustik). In Auditorien, → Studio- und Konzerträumen ist eine gleichmäßige Schallverteilung unerläßlich. Eine hinreichende Schalldiffusität läßt sich durch schräggestellte Wände oder zusätzlich angebrachte Streuflächen erreichen. Ist die Schallabsorption in diesen Räumen zu klein und demnach die Nachhallzeit groß, so klingen Musikvorträge verwaschen und bei Sprache laufen die Silben ineinander über, so daß die Verständlichkeit schlecht ist. In sehr großen Räumen können sich Schallreflexionen an den Wänden ungünstig als Echos bemerkbar machen. Die → Hörsamkeit dieser Räume läßt sich durch Anbringen von Schallschluckstoffen und durch die damit verbundene Nachhallsenkung verbessern. Zu große Schallabsorption hat zur Folge, daß Musikvorträge matt klingen und die Sprachverständlichkeit ebenfalls schlecht ist. Für jedes Raumvolumen gibt es sowohl für Musikdarbietung als auch für Sprachwiedergabe eine optimal günstige Nachhallzeit (s. Bild). In lärmerfüllten Räumen wird durch Anbringen von Schallschluckstoffen an Wänden und Decken die Nachhallzeit und damit auch der Lärmpegel gesenkt. Die Schallpegelsenkung in dB beträgt:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{T_0}{T} .$$

T_0 = Nachhallzeit im unbehandelten Raum; T = Nachhallzeit des mit Schallschluckstoffen ausgekleideten Raumes.

Wirtschaftlich läßt sich die Nachhallzeit auf $^1/_5$ herabsetzen, was einer maximalen Lärmpegelsenkung von 7 dB entspricht.

Literatur: G. Jäger, Wiener Ber. Abt. IIa 120 (1911) — V. O. Knudsen, Journ. Acoust. Soc. Am. 3, (1931) — W. C. Sabine, Collected papers on acoustics, Cambridge 1923 — L. Cremer, Geometrische Raumakustik, statistische Raumakustik, wissenschaftliche Grundlagen der Raumakustik. Hirzel-Verlag Leipzig, Stuttgart (1948, 1950, 1961).

Brosze

Nachlaufsender, ein Funksender, dessen Betriebszustand sich auf die zugeführte Steuerfrequenz und eine geforderte → Betriebsart(en) vollautomatisch einstellt.

Nachricht → Informationstheorie.

Nachrichtenbeginnsignal, Nachrichtenendezeichen → Nachrichtenformat.

Nachrichtenendsignal. Beim Nachrichtenverkehr über vollautomatische → Speichervermittlungen das Nachrichtenendezeichen in formatgerechter Abfassung von Fernschreibmitteilungen (Texte und Daten). Bestehend aus vier Zeichen »N«, vor denen etwa 7 Funktionszeichen »Zeilenvorschub« und nach denen 12 Funktionszeichen »Buchstabenumschaltung« gegeben werden (ICAO-Nachrichtenformat). Bei anderen Formaten ähnliche Anwendung des Endsignals.

Nachrichtenfluß → Informationstheorie.

Nachrichtenformat. Der eigentlichen Nachricht sind in → Speichersystemen Leitvermerke voran- und Schlußvermerke nachzusetzen. Diese Vermerke müssen insbesondere bei automatischer Betriebsweise bestimmten Formen, Nachrichtenformat genannt, genügen. N. gelten gewöhnlich nur innerhalb eines Netzes. Das N. ist im allgemeinen aufgeteilt in den Nachrichtenkopf mit dem Nachrichtenbeginnsignal, der Leitungskennung und der Laufnummer, den Adressenteil mit den Angaben über die Prioritätsklasse der Verbindung, die Leitweglenkung, der Adresse des oder der Empfänger, den Absenderteil mit der Adresse des Absenders, dem Datum und der Uhrzeit der

Aufgabe, den Textteil und in das Schlußzeichen, das durch mehrfachen Papiervorschub und dem Nachrichtenendezeichen dargestellt wird.

Bei genormten Nachrichtenformaten werden die Zeichenfolgen (in Buchstabenlage) ZCZC als Nachrichtenbeginn und NNNN als Nachrichtenendezeichen gegeben. Die anderweitige Verwendung dieser Zeichenfolge in Ziffernlage ist unzulässig, weil die Auswerteschaltungen nur die Zeichenfolgen an sich, aber nicht das die Lage bestimmende Vorzeichen zu erkennen brauchen.

Literatur: Blaubuch II (1964) des CCITT, Empfehlung F30ff. — desgl. VII, Empfehlung S4. *Jendra*

Nachrichtenkopf → Nachrichtenformat.

Nachrichtenquelle → Informationstheorie.

Nachrichtensatelliten (Geschichte) → Geschichte des Fernmeldewesens.

Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG). Gründung: Die NTG wurde 1954 vom → Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) gegründet.

Die Aufgaben der NTG lt. Geschäftsordnung vom 13. 9. 1956, § 2: »Die NTG bezweckt die Förderung der wissenschaftlichen und technischen Weiterentwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik sowie der mit ihr im Zusammenhang stehenden Zweige des Ingenieurwesens und der Naturwissenschaften, die Förderung der beruflichen Fortbildung der auf diesem Gebiet tätigen Ingenieure und Wissenschaftler, die Förderung der Anerkennung von wissenschaftlichen und technischen Leistungen auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik; die Herstellung und Pflege des Kontaktes mit wissenschaftlichen Gesellschaften des In- und Auslandes, welche sich auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik betätigen«.

Fachausschüsse: 1. Informations- und Systemtheorie; 2. Allgemeine Bauelemente und Werkstoffe; 3. Halbleiter; 4. Röhren; 5. Lineare und nichtlineare Netze; 6. Informationsverarbeitung; 7. Meßverfahren und Meßgeräte der Nachrichtentechnik; 8. Nachrichtentechnische Konstruktionen; 9. Vermittlungstechnik; 10. Weitverkehrstechnik (Draht- und Richtfunktechnik); 11. Kabel und Leitungen; 12. Telegrafie; 13. Antennen; 14. Wellenausbreitung; 15. Funkgeräte; 16. Mikrowellentechnik; 17. Elektroakustik; 18. Ortung; 19. Fernsehen; 20. Fernwirktechnik. Außerdem besteht noch der NTG-Ausschuß »Zuverlässigkeit«. Periodika: Nachrichtentechnische Zeitschrift (NTZ), bis 1955 Fernmeldetechnische Zeitschrift (FTZ). Beihefte: Nachrichtentechnische Fachberichte. — Elektronische Rechenanlagen. Zeitschrift für Technik und Anwendung der Nachrichtenverarbeitung in Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung. *Klan*

Nachrichtenverarbeitung → Informationsverarbeitung.

Nachrichtenvermittlung → Fernschreibsondernetze.

Nachschutz von Fernmeldemasten umfaßt sämtliche Holzschutzmaßnahmen an Fernmeldemasten, die im Freileitungsnetz eingebaut sind. Der N. ist notwendig zur Ergänzung des Holzschutzmittelgehalts im Erde-Luft-Bereich (= Bereich 30 cm oberhalb bis 50 cm unterhalb Erdoberfläche) von Fernmeldemasten. Als Holzschutzmittel müssen Präparate mit großem Anteil diffusionsfähiger Bestandteile verwendet werden. Als N.-Methoden zwei Verfahren: 1. Anlegen eines Holzschutzmittels an der Mast-Mantelfläche. 2. Einbringen des Holzschutzmittels in das Holzinnere. Zur ersten Methode zählen vor allem die Bandagenverfahren, deren modernste Form die sog. Großraumbandage darstellt: sie besteht aus einer Plastikfolie mit selbstklebenden Rändern. Auf dem inneren Teil der Folie befindet sich ein ca. 0,5 bis 1 cm dickes Schaumstoffkissen (Größe: ca. 40 × 80 cm), das als Träger für das Holzschutzmittel dient und das Absacken der in Lösung gehenden eingelagerten Salze verhindert. Die auf eine Papprolle gewickelte Bandage wird beim Anbringen um den Mast im N.-Bereich von der Rolle abgewickelt. Der obere und untere Bandagenrand sowie die Längsnaht tragen eine Leimschicht. Durch Andrücken der Ränder an den Mast werden diese Nahtstellen abgedichtet. Die Wirkungsdauer beträgt ca. 8 Jahre, wenn die Bandage mindestens 2 Jahre im N.-Bereich unversehrt erhalten geblieben ist. Die DBP wendet dieses N.-Verfahren an. Durch das Impfstichverfahren (zweites Verfahren) wird das Holzschutzmittel mit einer Hohlnadel sogleich in das Holzinnere eingebracht. Der Impfapparat besteht aus einem als Hebel benutzten Rohr, das die Schutzmittelpaste enthält. Das Rohr mündet in einen Raum, in dem sich durch Auf- und Abbewegen des Rohres ein Kolben hin- und herbewegt. Dieser Kolben preßt eine seinem Hubvolumen proportionale Pastenmenge durch eine mit der Hebelbewegung des Rohres in das Holz gedrückte Hohlnadel über 2 am Kopf der Nadel vorhandene Öffnungen in das Holz. Ein Fernmeldemast erhält 70 bis 90 Stiche je Behandlung. Der behandelte Mastbereich wird mit einem Bitumenanstrich versehen. Das Impfstichverfahren wurde von der DBP probeweise angewendet. *Wefers*

Nachsenden von Telegrammen → Sonderdienste zu Telegrammen.

Nachtdienstregelung in Vermittlungsstellen (VSt) ist im wesentlichen von der Anzahl der Anrufeinheiten (AE) im zu betreuenden Bereich abhängig. Die Ortsvermittlungsstellen (OVSt) und die kleinen Fernvermittlungsstellen sind nachts, samstags und sonntags nicht mit Personal besetzt. Die → Signale der unbesetzten Vermittlungsstellen (VSt) werden an zentraler Stelle bei ständig besetzten VSt über die Störungssignalisierung 65 angezeigt. Die Erledigung wird ggf. von dort veranlaßt. Ständig besetzte VSt sind: Zentral-VSt, größere Haupt-VSt, sehr große Knoten-VSt und einzelne OVSt sehr großer Ortsnetze (ON) $>$80 000 AE. Dringende Signale, die ein sofortiges Eingreifen erfordern, werden außerdem in Dienstwohnungen oder Wohnungen von → Betreuern wiederholt. Können Störungen nicht sofort beseitigt werden und besteht keine Beeinträchtigung des Verkehrsablaufes, so kann durch Sperren und Entfernen von Sicherungen die betreffende Einrichtung

bis zum nächsten Arbeitstag außer Betrieb genommen werden. Andernfalls sind Fachkräfte des mittleren oder gehobenen technischen Fernmeldedienstes der DBP herbeizurufen.

Nachtdurchschaltung → Anrufdurchschaltung in handbedienten Fernvermittlungsstellen.

Nachteffekt → Dämmerungseffekt.

Nachtragsrechnung → Fernmelderechnung.

Nachtrufnummer. Nach Betriebs- oder Dienstschluß — insbesondere nachts — ist es häufig zweckmäßig, bestimmte Amtsleitungen (Al) einer Nebenstellenanlage auf bestimmte Nebenstellen (fest) durchzuschalten. Die betreffenden Al werden durch Wahl von N. erreicht; dabei darf der benutzte Leitungswähler bei Besetztsein des betreffenden Al nicht (in freier Wahl) auf die nachfolgenden Al des Sammelanschlusses weiterschalten. Als N. wird z. B. die letzte Folgenummer eines Sammelanschlusses oder die dem wechselseitigen Verkehr dienenden → Nebennummern verwendet. Bei neuen Wählsystemen kann jede beliebige Folgenummer als N. geschaltet werden. N. werden i. allg. als solche im Fernsprechbuch eingetragen; sie stehen darin in Verbindung mit einer der besonderen Angaben: n. Dienstschluß, n. Geschäftsschluß, n. Büroschluß.

Nachtschaltung. Mit der N. werden in einer → Nebenstellenanlage eine, mehrere oder auch alle Amtsleitungen so umgeschaltet, daß ein ankommender Ruf einen Anruf bei der zugeordneten Nachtstelle bewirkt. Die N. erfolgt insbesondere zur Nachtzeit oder zu Zeiten, in denen die → Abfragestelle nicht besetzt ist, nach Maßgabe der → Ausstattungsvorschriften. Die Umschaltung wird in der Regel durch Tasten- bzw. Schalterbetätigung bei der Hauptstelle vorgenommen. In kleinen Wähl-Nebenstellenanlagen kann N. auch von bestimmten Nebenstellen durch Ferneinstellung mit dem Nummernschalter des Sprechapparates bewirkt werden. Ist in einer Nebenstellenanlage mit Vermittlungseinrichtung einer Nebenstelle über eine Nebenanschlußleitung bei N. nur eine Amtsleitung zum Abfragen zugeordnet, so handelt es sich um Einzelnachtschaltung. Sind einer Nebenstelle über eine Nebenanschlußleitung mehrere oder alle Amtsleitungen zum Abfragen zugeordnet, so besteht eine Sammelnachtschaltung. In einer Nebenstellenanlage können Einzelnachtschaltung und Sammelnachtschaltung nebeneinander vorhanden sein, d. h., es kann mehr als eine Nachtstelle in einer Nebenstellenanlage geben. Bei Nachtstellen können Sprechapparate besonderer Art verwendet werden. In N. abgefragte Amtsleitungen können — sofern dies technisch vorgesehen ist — auf dem Wege des Umlegens vermittelt werden (Nachtabfragestelle mit bzw. ohne Vermittlung).

Nacht- und Tagfrequenz → Funkprognosen.

nachts zuzustellende Telegramme → Sonderdienste zu Telegrammen.

Nachübertrager → Übertrager.

Nachwahlzusatz TW 39. Der N. wird im Telexnetz für die → Telegrammaufnahmen Tx eingesetzt, um die außerhalb der Betriebsstunden ankommenden Anrufe zu einer anderen, betriebsbereiten Tel-Aufnahme Tx weiterschalten zu können. Der N. nimmt den Anruf auf und wählt selbsttätig die voreingestellte Rufnummer der betriebsbereiten Tel-Aufnahme Tx. Die Nachwahlrufnummer kann max. 10stellig sein. Die Umsteuerung von Tag- auf Nachtbetrieb wird von der Tel-Aufnahme Tx ferngesteuert.

Nachweis der Leistungen im Fernmeldebau → Arbeitsplan im Fernmeldebau.

Nachweise über den Stand der Mittel → Mittelbewirtschaftung.

Nachwirkung, dielektrische. Bei Ladung und Entladung verhält sich ein Kondensator mit festem Dielektrikum (Isolierstoff) etwa so, wie ein idealer Kondensator der Kapazität C in Reihenschaltung mit einem Widerstand R. Wird eine solche ladungsfreie Anordnung zur Zeit $t = 0$ an eine zeitlich konstante Spannung U angeschlossen, so folgen Ladung Q und Ladestrom i den Beziehungen

$$Q(t) = CU(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau_0}), \quad i(t) = \frac{U}{R}\,\mathrm{e}^{-t/\tau}.$$

Bei der Entladung nach vollständiger Aufladung auf $Q = CU$ gilt dann für den zeitlichen Verlauf von Ladung Q und Entladestrom i

$$Q(t) = CU\,\mathrm{e}^{-t/\tau}, \quad i(t) = -\frac{U}{R}\,\mathrm{e}^{-t/\tau},$$

wo mit ε als Dielektrizitätskonstante und σ als spez. elektr. Leitfähigkeit des Isolierstoffes

$$\tau = RC = \varepsilon/\sigma$$

die Zeitkonstante ist. Wird der Verlauf des Lade- und Entladevorgangs gemessen, so zeigt sich, daß er bei den verschiedenen Isolierstoffen einige charakteristische Abweichungen gegenüber diesem berechneten Verlauf aufweist, die man als N. bezeichnet. Insbesondere erreichen Strom und Spannung ihren Endwert langsamer als der berechneten Zeitkonstante τ entsprechen sollte (sog. Nachladung bzw. Rückstandsbildung). Auch wirken vorausgegangene Feldänderungen innerhalb des Isolierstoffes nach. Eine Darstellung dieser Vorgänge etwa durch Angabe einzelner Festwerte für die verschiedenen Isolierstoffe ist im allgemeinen nicht möglich. Es ist daher erforderlich, die Stoffeigenschaften fester Isolierstoffe für jeden Einzelfall durch hinreichend viele Meßreihen zu ermitteln.

Die N. wird in der Hauptsache durch Inhomogenitäten innerhalb des Isolierstoffes erklärt, die eine örtlich verschiedene elektr. Leitfähigkeit σ bedeuten. Dadurch nimmt auch das Verhältnis ε/σ örtlich verschiedene Werte an. Die Potentialverteilung innerhalb des Isolierstoffes wird aber im stationären Zustand ausschließlich durch σ bestimmt und stimmt daher mit der Potentialverteilung nach dem Einsetzen des Lade- und Entladevorgangs nicht mehr

überein, da diese dann den Gesetzen der Elektrostatik folgt, also durch ε bestimmt wird. Nähert man sich dem Endzustand, so müssen innerhalb des Isolierstoffes Umladungen auftreten, die sich wegen der kleinen Werte von σ relativ langsam vollziehen. Diese Vorgänge können z. B. im einfachsten Fall an einem Zweischicht-Kondensator mit ε_1, ε_2 und σ_1, σ_2 gezeigt werden, in guter Übereinstimmung mit den beobachteten N.-Gesetzen. Auch das Verhalten des Isolierstoffes bei Wechselstrom kann auf diese Weise in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung erklärt werden.

Literatur: K. Küpfmüller, Einf. i. d. Theoret. Elektrotechnik, 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1965. *v. Weiss*

Nachwirkzeit → Geräuschminderer.

Nadeltelegraf → Geschichte des Fernmeldewesens.

Nahbereich → Ortsnetzaufbau.

Nahentstörung → Funkentstörung.

Nahewirkungstheorie → Feldtheorie.

Näherung, Näherungsbereich. N. zwischen Fernmeldeleitungen und Starkstromleitungen ist dann gegeben, wenn die Leitungen so nebeneinander vorbeilaufen, daß letztere auf erstere störend einwirken können. Der Näherungsbereich hat je nach der Art der → Starkstromeinwirkung eine unterschiedliche Ausdehnung. Bei unterirdischer Führung ist die Wärmewirkung der Starkstromkabel bei einer Annäherung des Fernmeldekabels auf weniger als 30 cm Abstand zu berücksichtigen. Wenn sich bei oberirdischer Führung Bauteile beider Anlagen auf weniger als 1,50 m nähern können oder bei Herabfallen eines Leiters eine Berührung mit Teilen der anderen Anlage stattfinden kann, tritt eine Gefährdung durch Stromübertritt ein. Dabei ist ein Sicherheitszuschlag zu machen und mit Windabtrieb zu rechnen. Bei Holzmasten ist die Möglichkeit des Umbrechens in Betracht zu ziehen. In Gebäuden dürfen Fernmeldeleiter sich den Lichtleitungen usw. bis auf 1 cm nähern. Starkstromleitungen oder elektrische Bahnen können durch das elektrische oder magnetische Feld oder auch durch mittelbaren Stromübertritt jede Fernmeldeleitung, die sich im Näherungsbereich bis 2 km Entfernung von ihnen befindet, beeinflussen.

Nahfeld → Antennen.

Nahfeldcharakteristik → Antennen, → Richtcharakteristik.

Nahselektion → Trennschärfe.

Nahverkehrsbereich. Alle Ferngespräche, die in einem Entfernungsbereich bis zu 100 km abgewickelt werden, gelten als im N. abgewickelt.

Nahverkehrs-Systeme sind vorwiegend Zweidraht-Getrenntlage-Systeme (→ Zweidraht-TF-System) für Bezirkskabel, die im TF-Netz zwischen Haupt- und Knotenvermittlungsstellen (HVSt und KVSt) und von HVSt zu KVSt, ggf. auch zu End-VSt betrieben werden. Die Verstärkerfeld-Dämpfungen für Verbindungen ohne Zwischenverstärker betragen maximal 8,5 Np, für Verbindungen mit Zwischenverstärkern nicht über 7,5 Np. Diese Werte entsprechen je nach Art der Systeme und der Leiterstärken Verstärkerfeld-Längen zwischen 12 km und etwa 35 km. Für starke Leitungsbündel zwischen HVSt und KVSt wird auch das Koaxial-System V 300 verwendet (→ Vierdraht-TF-System).

Nahzone → Antennen.

Namengeber → Kennungsgeber.

Namensnennung im handvermittelten Ferndienst. Die → Vermittlungskräfte melden sich bei der Beantwortung von Teilnehmeranrufen mit dem Ortsnamen der Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung und mit ihren Platznummern »München, Platz 10«, im Auslandsferndienst mit »München, Auslandsfernplatz 21«. In beiden Fällen nennen sie ihren Namen nicht. Verlangt der Teilnehmer ausdrücklich, z. B. im Beschwerdefall, ihren Namen, wird er mit der Aufsicht verbunden. Diese meldet sich immer mit ihrem Namen. Über die Namensnennung im Zuge der Haftungsbestimmungen entscheidet die zuständige Oberpostdirektion.

Napier, John, geb. 1550 zu Merchiston in Schottland, gest. 1617 ebendaselbst. Mathematiker, Entdecker der natürlichen Logarithmen und Erfinder des logarithmisch geteilten Rechenstabes. Die Einheit des Fernsprechübertragungsmaßes wird nach ihm → Neper (Np) benannt.

Literatur: C. Matschoß: Männer d. Technik. Websters Biographical Dictionary.

NASA. (*N*ational *A*eronautics and *S*pace *A*dministration). NASA ist die zivile Weltraumbehörde der USA. Sie wurde 1958 mit der Aufgabe gegründet, nationale Weltraumprogramme zu planen und durchzuführen, darunter Fernmeldeversuchssatelliten-Programme wie → RELAY und → ATS.

Nasallaute. N. gehören zur Gruppe der vokalähnlichen Laute. Das → Artikulationssystem wird von den Stimmlippen angeregt, jedoch an seinem oberen Ende von den Lippen oder der Zunge durch Anpressung an den Gaumen geschlossen. Dagegen ist das Gaumenzäpfchen (velum) als Ventil geöffnet, so daß der Nasenhohlraum angeregt werden kann. Es gibt drei N. /m/, /n/, /ng/, die wie die → Vokale zu den Dauerlauten gehören. Ihre → Visible-Speech-Spektren zeigen die bei Vokalen bekannte Formantstruktur.

National Aeronautics and Space Administration → NASA.

nationale Kennzahl → Ortsnetzkennzahl.

nationale Rufnummer. Gemäß CCITT-Definition nach Verkehrsausscheidungsziffer zu wählende Nummer, um bei Ferngespräch innerhalb des eigenen Landes einen Teilnehmer außerhalb des Ortsnetzes oder Numerierungsbereiches des rufenden Teilnehmers zu erreichen. International wird die Verkehrsausscheidungsziffer nicht zur n. R. gerechnet.

Gemäß CCITT-Empfehlungen sollen die nationalen → Numerierungspläne so gestaltet sein, daß ein Teilnehmer unabhängig vom Ursprungsort einer Fernsprechverbindung stets mit der gleichen n. R. erreicht wird. Aus der Analyse möglichst weniger Ziffern der n. R. soll sich wirtschaftliche → Leitweglenkung und ggf. im abgehenden Land für Auslandsferngespräche die → Gebührenzone ableiten lassen. Wegen Beschränkung der → Stellenzahl der → internationalen Rufnummer ergibt sich auch Stellenzahlbeschränkung der n. R.

Im nationalen deutschen Numerierungsplan entspricht n. R. (ohne Verkehrsausscheidungsziffer) weitgehend vorstehender Definition. Sie setzt sich zusammen aus → Ortskennzahl (3 ... 5stellig) und Teilnehmerrufnummer (entsprechend 7 ... 5stellig). Die Unabhängigkeit vom Ursprung ist für ankommende Auslandsverbindungen erfüllt; lediglich für → SWFD-Gespräche innerhalb Deutschlands sind teilweise → Zweitkennzahlen mit abweichenden Verkehrsausscheidungsziffern und kürzeren Ortskennzahlen vorgesehen, die neben den normalen Kennzahlen innerhalb eines Nahverkehrsbereiches gelten. Grundsätzlich sieht der deutsche Numerierungsplan keine Stellenzahlbeschränkung vor. Wegen internationaler Empfehlungen ergibt sich aber mit zweistelliger → Länderkennzahl für Deutschland (49) die maximale Stellenzahl 10. Diese wird weitgehend eingehalten; Probleme ergeben sich lediglich bei Rufnummern für → Nebenstellenanlagen mit Durchwahl.
Merz

nationale Zugangszahl → Verkehrsausscheidungszahl.

Natriumarsenat. Das sekundäre Dinatriumarsenat, ein weißes, sehr giftiges Salz der Arsensäure, findet in Kombination mit anderen Salzen Verwendung zur Mastenimprägnierung. (→ Holzschutzmittel).

Natriumfluorid, NaF, Molekulargewicht 42,0, ϱ 2,79, Fp 992°C, Kp 1704°C. N., ein Salz des Fluorwasserstoffs, ist eine weiße in Wasser relativ schwer lösliche Substanz, die durch Umsetzung von Flußsäure mit Soda erhalten wird. Es findet ebenso wie Kaliumfluorid und Fluorwasserstoffkalium in Kombination mit Chromaten und Arsenaten Verwendung zur Mastenimprägnierung. (→ Holzschutzmittel).

Natriumhydroxyd, Ätznatron, NaOH, Molekulargewicht 40,00, ϱ 2,130, Fp 312,8°C, Kp 1390°C, ist eine farblose, kristallinische, geruchlose und sehr hygroskopische Masse, die sich sehr leicht in Wasser oder Alkohol mit stark alkalischer Reaktion löst. Die wäßrige Lösung, die bei der Herstellung von Kabelpapier Verwendung findet, heißt Natronlauge, Darstellung: Elektrolyse einer konzentrierten Lösung von Natriumchlorid nach dem Diaphragma-, Quecksilber- oder Glockenverfahren.

Literatur: Ehlers–Lau, Kabelherstellung, Springer-Verlag Berlin–Göttingen–Heidelberg 1956, S. 137.

Natronlauge → Natriumhydroxyd.

Nauen, Funksendestelle → Geschichte des Fernmeldewesens 3.2.

nautischer Funkdienst. Eine vom → Deutschen Hydrographischen Institut (D. H. I.) in Hamburg herausgegebene amtliche Veröffentlichung, die alle für den Funkverkehr der Schiffahrt nötigen Angaben enthält. Der N. F. erscheint in 3 Bänden; Band I: Funkverkehr, Band II: Funkortung, Band III: Wetterfunk. Der N. F. wird durch halbmonatlich erscheinende Nachträge ergänzt und berichtigt. Welche deutschen Schiffe mit dem N. F. oder dem ebenfalls vom D. H. I. herausgegebenen amtlichen Werk »Sprechfunk für Küstenschiffahrt« (= Auszug aus N. F. Band I—III) ausgerüstet sein müssen, ergibt sich aus Vorschriften der See-Berufsgenossenschaft.

Navigationsfunkdienst. Ein → Ortungsfunkdienst, der die Funknavigation (→ Funkpeilung) verwendet. Unter diesem Begriff versteht man die Anwendung der Funkortung für Zwecke der Navigation einschließlich der Ortung von Hindernissen.

Man unterscheidet den Flugnavigations-Funkdienst und den Seenavigations-Funkdienst.

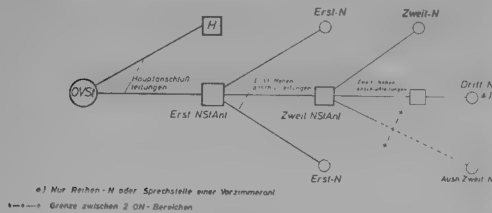
Navigations-Radar → Doppler- und Navigations-Radar.

Nebenanschluß ist ein zum öffentlichen Fernmeldenetz gehörender Fernsprech- oder Fernschreibanschluß, dessen Anschlußleitung nicht an die technische Einrichtung der Orts-Vermittlungsstelle, sondern an die technische Einrichtung einer Sprech- oder Fernschreibstelle herangeführt ist. Der Fernsprechnebenanschluß (N.) einer Nebenstellenanlage (NStAnl) mit Vermittlungseinrichtung besteht in der Regel aus einer technischen Einrichtung bei der Hauptstelle (H.) (Anschlußorgan), Nebenanschlußleitung und der Sprechstelleneinrichtung. N., deren Nebenstellen im selben Ortsnetz wie ihre Hauptstelle liegen, heißen Regelnebenanschlüsse. N., deren Nebenstellen an eine in einem anderen Ortsnetz liegende H. herangeführt sind, heißen Ausnahmenebenanschlüsse. In der Regel werden die N. an eine Sprechstelle angeschlossen, die unmittelbar mit der Orts-Vermittlungsstelle (Amt) Verbindung hat (H.). An eine mit einer H. unmittelbar verbundene Nebenstelle (einer NStAnl mit Vermittlungseinrichtung) können u. U. weitere Nebenstellen, sog. Zweitnebenstellen, angeschlossen werden. Alle zu derselben H. gehörenden N. bilden mit der technischen Einrichtung der H. und den bei den Sprechstellen etwa vorhandenen Zusatz- (und Sonder-)Einrichtungen eine NStAnl. Jede Nebenstelle kann mit der H., mit anderen Nebenstellen derselben NStAnl und — falls es sich um eine amtsberechtigte Nebenstelle handelt — auch mit anderen Fernsprechhauptanschlüssen des öffentlichen Fernsprechnetzes in Verkehr treten. Die Reichweite eines N., d. h. die Entfernung einer Nebenstelle von der Hauptstelle, ist durch folgende drei Gesichtspunkte bestimmt:

1. Die Funktionsreichweite der Vermittlungseinrichtung der NStAnl. Sie wird durch die für die Impulsgabe bzw. für die Erzeugung der Tastenwahlinformation erforderliche Stromstärke in der Nebenstellenleitung bestimmt und diese außer durch die

Betriebsspannung der NStAnl durch den ohmschen Leitungswiderstand. Er darf nach der Regelausstattung bei kleinen NStAnl 150 Ω, bei größeren 200 Ω je Ader betragen. Bei höheren Widerständen muß bei Anwendung des Impulswahlverfahrens für sichere Impulsgabe der Nebenanschluß mit einer Zusatzspeisung ausgestattet werden, oder es werden besondere Reichweitenübertragungen erforderlich.

2. Die übertragungstechnische Reichweite. Sie ist in der technischen Verwaltungsanweisung zur Fernsprechordnung sowie im → Dämpfungsplan 55 festgelegt und dadurch bestimmt, daß bei NStAnl die Sendebezugsdämpfung und die → Empfangsbezugsdämpfung der amtsberechtigten Nebenanschlüsse die für Hauptanschlüsse festgelegten Werte um höchstens 0,3 N überschreiten dürfen. Zum Ausgleich der mit der Länge der Anschlußleitungen wachsenden Bezugsdämpfungen werden Hör- und



Grundsätzliche Darstellung von Erst-, Zweit- und Dritt-NStAnlagen.

Sprechkapseln verschiedener Empfindlichkeitsgruppen eingesetzt. Wenn der angestrebte Ausgleich durch Einsatz entsprechender Kapseln nicht zu erreichen ist, können → NLT-Vr eingesetzt oder bespulte Kabel verwendet werden. (→ Richtlinie für den Einsatz von Hör- und Sprechkapseln bei den Sprechstellen).

3. Durch die benutzungsrechtliche Bestimmung, daß Nebenanschlüsse in der Regel nur in demselben Ortsnetz (ON) wie ihre Hauptstelle liegen sollen. Kann der Antragsteller jedoch ein dringendes Bedürfnis hierzu nachweisen, so dürfen auch Ausnahme-Nebenanschlüsse hergestellt werden. Bei diesen liegt die Hauptstelle und die Nebenstelle in verschiedenen Ortsnetzen. Ausnahme-Nebenstellen sind jedoch unzulässig, wenn diese ON mehr als 25 km voneinander entfernt sind. *H. Fischer*

Nebenanschlußleitung. Bestandteil des → Nebenanschlusses; die N. verbindet die technische Einrichtung bei der Hauptstelle mit der Nebenstelle. Befindet sich die Nebenstelle auf einem anderen Grundstück als die Hauptstelle, so soll die N. posteigen sein.

Nebenaussendungen sind unerwünschte Aussendungen, und zwar 1. Harmonische der Radiofrequenz, 2. Intermodulationsprodukte außerhalb des von der Aussendung eingenommenen Frequenzbandes, 3. wilde Schwingungen. Harmonische der Radiofrequenz oder Oberwellen entstehen im Senderverstärker, sie müssen bis zu einem bestimmten Betrag mittels Schwingkreisen, Filtern unterdrückt werden, damit sie andere Aussendungen nicht stören. Intermodulationsprodukte sind mittels geeigneter Maßnahmen, Linearitätsbedingungen, Filter usw. kleinzuhalten, um ihre Aussendungen (Nebenwellen) bis zu einem bestimmten Betrag zu unterdrücken. Wilde Schwingungen oder parasitäre Aussendungen sind Schwingungen, deren Frequenz mit den im Sender gewollt vorhandenen Frequenzen in keinem mathematischen Zusammenhang stehen und die unabhängig von diesen im Sender erzeugt werden. Ihr Auftreten ist durch geeignete Maßnahmen (Neutralisation) gänzlich zu vermeiden (→ Funkaussendung).

Literatur: Funksender, Meßtechnik, Güte der Nutzaussendung. DIN 45053, Blatt 3.

Nebeneintrag → Fernsprechbuch.

Nebenfaden → Signaloptik.

Nebenfeuermeldeanlagen sind grundsätzlich an einen Hauptfeuermelder (Meldungsgeber) angeschlossen, der die Gefahrenmeldung an eine übergeordnete → Haupt-Feuermeldeanlage weitergibt. N. können Schleifen- oder Liniensysteme sein.

Nebenfrequenz → Funkstörquelle.

Nebengebühren im Telegrammdienst. Neben den eigentlichen → Telegrammgebühren (Wortgebühren) werden für besondere vom Absender oder Empfänger verlangte Leistungen Nebengebühren berechnet, z. B. für

Kurzanschriften, die vom Empfänger mit der DBP vereinbart worden sind,

Telegramme mit Vergleichung,

die telegrafische Empfangsanzeige von Telegrammen,

Mehrfachtelegramme,

Telegramme mit vorausbezahlter Antwort,

Schmuckblattelegramme,

Mitteilungen durch die Post über schon übermittelte Telegramme,

die Sonderzustellung von Telegrammen,

die Zustellung eines Telegramms mit ungenügender Anschrift,

die beglaubigte Abschrift eines Telegramms.

Einzelheiten enthält die Anlage A zur Telegrafenordnung vom 30. Juni 1926 in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1938 (Amtsblatt des Reichspostministeriums S. 849) sowie das Gebührenbuch für Telegramme.

Nebengleis → Bahnhof.

Nebenmaximum → Richtcharakteristik.

Nebennummern nennt man die Rufnummern beliebiger Beschaltungseinheiten (Vorwähler mit Leitungswähler-Ausgang), wenn diese mangels (freier) Sammelvorwähler einem Sammelanschluß über Sammelleitungswähler für den abgehenden oder wechselseitigen Verkehr zugeordnet werden.

Nebenschluß. Werden die Klemmen eines Stromleiters vom Widerstand R_1 mit den Klemmen eines Stromleiters vom Widerstand R_2 leitend verbunden, so nennt man den einen Stromleiter einen Nebenschluß für den anderen oder auch den einen Widerstand einen Nebenschluß des anderen.

Nebenschlußmotor ist ein Gleichstrommotor, bei dem die Feldwicklung parallel, d. h. im Nebenschluß zur Ankerwicklung geschaltet ist. Die Anker- und Feldwicklung wird über einen regelbaren Anlaßwiderstand an die Betriebsspannung angeschlossen. Die Drehzahl ändert sich bei einem Gleichstromnebenschlußmotor nur wenig.

Bei der DBP werden in der Fernmeldetechnik N. verwendet, z. B. bei der Ruf- und Signalmaschine, sowie bei den Motoren der Heizumformer, der Schwungradumformer und Ausgleichsumformer.

Nebenschlußregler wird bei Motoren zur Drehzahlregelung verwendet. Bei Generatoren wird mit dem N. die abgegebene Spannung eingestellt. In beiden Fällen wird in Reihe mit der Feldwicklung ein Regelwiderstand als N. geschaltet. Er wird als N. bezeichnet, weil die Reihenschaltung von Feldwicklung und Regelwiderstand im Nebenschluß der Ankerwicklung liegt. Das Magnetfeld der Feldwicklungen ist von dem durchfließenden Strom abhängig. Mit dem vorgeschalteten N. kann die Stromstärke der Feldwicklung eingestellt werden.

Nebensprechdämpfung ist der Wert $a_N = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$ Np $= 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ dB, wobei P_1 die Scheinleistung in einem bestimmten Punkt eines störenden Kanals, P_2 die vom Nebensprechen herrührende Scheinleistung in einem bestimmten Punkt des gestörten Kanals ist, wenn beide Kanäle nach festgelegten Bedingungen abgeschlossen sind (→ Nebensprechen), während für den — namentlich bei Verbindungen mit Verstärkern — wichtigen Grundwert der N. P_1 die Scheinleistung der Nutzströme, P_2 die vom Nebensprechen herrührende Scheinleistung in einem bestimmten Punkt des gestörten Kanals ist, wenn in beiden Kanälen an den Punkten mit dem relativen Pegel Null (→ Pegel) gleiche Scheinleistungen P vorhanden sind. Der Zusammenhang zwischen der gemessenen N. a_N und dem Grundwert a_0 der N. ist $a_0 = a_N - (n_1 - n_2)$, wobei n_1 der relative Pegel des störenden Systems an der Anschlußstelle der Meßstromquelle, n_2 der des gestörten Systems an der Anschlußstelle des Meßempfängers ist. Haben beide Anschlußstellen gleichen relativen Pegel, so ist $a_0 = a_N$, haben beide Kanäle in einem bestimmten Abschnitt dasselbe Pegeldiagramm, so ist der Grundwert der Nah- oder Fern-N. für einen solchen Abschnitt $a_0 = a_N - a$, wenn a die Dämpfung des Abschnitts ist (→ Nebensprechen).

Nebensprechen auch → Nebensprechen zwischen Leitungen in Kabeln. Unter N. werden alle Erscheinungen zusammengefaßt, die sich darin äußern, daß in einem Fernsprechapparat in anderen Leitungen geführte Gespräche mitgehört werden können. Man unterscheidet verständliches N. (z. B. in Niederfrequenzleitungen oder in Trägerfrequenzleitungen bei gleicher Frequenzlage der Gespräche) und unverständliches N. (z. B. in Trägerfrequenzleitungen bei Kehrlage der Frequenzen oder jedes durch oder über nichtlineare Kennlinien entstehende N.). Das N. wird durch die Kopplungen (→ Kopplung elektrischer Kreise) zwischen den Fernsprechverbindungen verursacht. Liegt z. B. in Bild 1 an der Stelle 1 eine

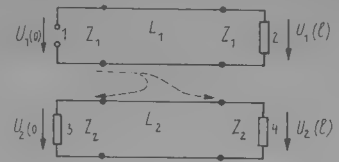


Bild 1. Nebensprechen von Leitungen 1 auf 2.

Spannung U_1 (0), so wird in der Leitung 2 durch die direkten Kopplungen beider Leitungen oder über Zwischenleitungen hinweg sowohl am nahen Ende 3 (Nahnebensprechen, im folgenden abgekürzt NN.) als auch am fernen Ende 4 (Fernnebensprechen FN., früher Gegennebensprechen genannt,) eine Spannung erzeugt. Als Maß für die Stärke des N. benutzt man die Nebensprech-dämpfung, das in logarithmischem Maß ausgedrückte Verhältnis der Scheinleistung

$P_1 = |U_1(0)^2/Z_1|$ zu $P_2 = |U_2(0)^2/Z_2|$ beim NN.,
zu $P_3 = |U_2(l)^2/Z_2|$ beim FN.:

$$a_n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \text{Np} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{dB},$$
$$a_f = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_3} \text{Np} = 10 \lg \frac{P_1}{P_3} \text{dB}. \quad (1)$$

Da es bei der Bewertung des N. als Störung auf das Verhältnis der Störleistung zu der an der gleichen Stelle vorhandenen Nutzleistung ankommt, muß die Leitungsdämpfung berücksichtigt werden, wodurch die wirksame Nebensprechdämpfung z. B. beim FN.

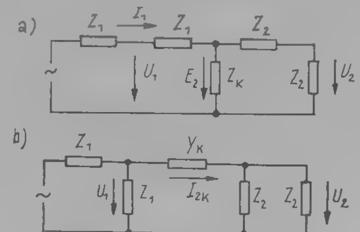


Bild 2. Ersatzbilder
a) mit Kopplungswiderstand, b) mit Kopplungsleitwert.

um die Dämpfung a der gestörten Leitung verkleinert wird, s. Grundwert der Nebensprechdämpfung unter → Nebensprechdämpfung. Zur Vermeidung eines Mithörens werden hohe Anforderungen an die Dämpfung vor allem des verständlichen N. gestellt.

Zwischen zwei normalen Teilnehmerstationen soll die Nebensprechdämpfung ≥ 65 bis 70 dB (7,5 bis 8 Np), für Ton-Rundfunkleitungen ≥ 74 dB (8,5 Np) sein.

Man kann Größe und Frequenzabhängigkeit der Nebensprechkopplung allgemein durch einen Kopplungswiderstand Z_K oder einen Kopplungsleitwert Y_K (→ Kopplung elektrischer Kreise) angeben, die durch die Ersatzbilder von Bild 2 definiert sind und sich aus den an der wirklichen Leitung Bild 1 nach Betrag und Phase gemessenen Spannungen $U_1 = U_1(0)$ und $U_2 = U_2(0)$ bzw. $U_2(l)$ bei schwacher Kopplung nach Bild 2 zu

$$Z_K = R_K + j\omega M = \frac{E_2}{I_1} = \frac{2U_2}{U_1} Z_1, \qquad Y_K = G_K + j\omega K = \frac{I_{2K}}{U_1} = \frac{2U_2}{U_1 Z_2} \tag{2}$$

ergeben. Der Zusammenhang mit der Nebensprechdämpfung ist

$$a_n \text{ bzw. } a_f = \ln \frac{2\sqrt{|Z_1 Z_2|}}{|Z_K|}, \qquad a_n \text{ bzw. } a_f = \ln \frac{2}{|Y_K|\sqrt{|Z_1 Z_2|}}. \tag{3}$$

Berechnung des N.: Die in einer Verbindung wirklich zu erwartende Nebensprechdämpfung kann i. allg. nicht streng berechnet werden, da die Zusammensetzung der einzelnen Nebensprechspannungen wegen der verschiedenen Phasen der Einzelwerte eine sehr komplizierte Frequenzabhängigkeit ergibt.

Im folgenden einige wichtige Spezialfälle.

Für die Berechnung der Nebensprechspannungen bei Systemen paralleler Leitungen müssen die Leitungsgleichungen unter Berücksichtigung der gegenseitigen Kopplungen aufgestellt werden. Anstelle der normalen Leitungsgleichungen (→ Leitungstheorie 1) erhält man ein System

$$-\frac{dU_r}{dx} = \underline{R}_r I_r + \sum_{s=1}^{n}{}' j\omega m_{rs}(x) I_s, \qquad -\frac{dI_r}{dx} = \underline{G}_r U_r + \sum_{s=1}^{n}{}' \underline{k}_{rs}(x) I_s \tag{4}$$

($r = 1 \ldots n$, $\Sigma' = \Sigma$ ohne $s = r$). Darin ist $\underline{R}_r = R_r + j\omega L_r$, $\underline{G}_r = G_r + j\omega C_r$ Widerstand und Ableitung der r-ten Leitung, m_{rs} die Gegeninduktivität, $\underline{k}_{rs} = g_{rs} + j\omega k_{rs}$ der Kopplungsleitwert zwischen den Leitungen r und s. Die Lösungen würden Spannungen und Ströme unter Berücksichtigung sämtlicher Rückwirkungen geben. Praktisch kann man wegen der geringen Beeinflussung die Rückwirkung auf die Primärgrößen vernachlässigen. Es bleiben dann die von den unveränderten Sprechströmen direkt oder über Zwischenleitungen übertragenen Spannungen, wobei im letzten Fall wegen der schnell abnehmenden Kopplungen die Zwischenschaltung einer Leitung genügt.

Für das direkte N. von zwei Leitungen ist bei Vernachlässigung der Ableitung für eine Stelle x ein kapazitiver Übergangsstrom $I_K(x) = j\omega k(x) U_1(x)$ und eine vom Feld von $I_1(x)$ erzeugte Umlaufspannung $U_K(x) = -j\omega m(x) I_1(x)$ wirksam.

Beide Werte teilen sich in zwei gleiche Teile, die mit der Fortpflanzungskonstanten γ_2 der gestörten Leitung nach beiden Enden wandern, Bild 3, und hier

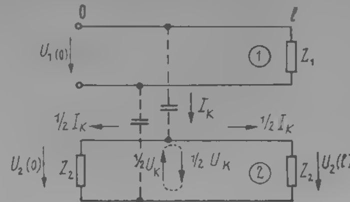


Bild 3. Nebensprechen zwischen 2 Leitungen.

Anteile der Nebensprechspannungen liefern. Durch Addition sämtlicher Teile erhält man mit Berücksichtigung von

$$U_1(x) = Z_1 I_1(x) = U_1(0)\, e^{-\gamma_1 x} = U_1(l)\, e^{\gamma_1 (l-x)}$$

für die primäre Leitung (→ Leitungstheorie 1) die Spannung des NN. zu

$$\frac{U_2(0)}{U_1(0)} = \frac{1}{2} j\omega \int_0^l \left[k(x) Z_2 + \frac{m(x)}{Z_1}\right] e^{-(\gamma_1+\gamma_2)x}\, dx,$$

des FN. zu

$$\frac{U_2(l)}{U_1(l)} = \frac{1}{2} j\omega \int_0^l \left[k(x) Z_2 - \frac{m(x)}{Z_1}\right] e^{(\gamma_1-\gamma_2)(l-x)}\, dx. \tag{5}$$

Hiernach lassen sich bei bekannter Kopplungsverteilung die Spannungen nach Gl. 1 und die Nebensprechdämpfung a_n (z. B. in dB) berechnen:

$$a_n = 10 \lg \left| \frac{U_1(0)}{U_2(0)} \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} \right|, \qquad a_f = 10 \lg \left| \frac{U_1(l)\, e^{\gamma_1 l}}{U_2(l)} \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} \right|. \tag{6}$$

Für den Fall von zwei gleichen Leitungen ($\gamma_1 = \gamma_2$, $Z_1 = Z_2$) und konstanten Kopplungsbelägen liefert (5)

$$\frac{U_2(0)}{U_1(0)} = \frac{1}{4} \frac{j\omega}{\gamma} \left[kZ + \frac{m}{Z}\right](1 - e^{-2\gamma l}), \qquad \frac{U_2(l)}{U_1(l)} = \frac{1}{2} j\omega \left[kZ - \frac{m}{Z}\right] l. \tag{5a}$$

Die Frequenz- und Längenabhängigkeit des NN. ist durch den Faktor $1 - e^{-2\gamma l}$ gegeben, der sich mit wachsendem l dem Wert 1 nähert, die entfernteren Teile liefern wegen der Leitungsdämpfung entsprechend kleinere Beiträge zum NN. Für das FN. dagegen durchlaufen alle Teile die gleiche Länge, addieren sich daher in gleicher Weise, so daß die Spannung linear mit der Länge wächst. Wenn die Kopplungen nicht homogen sind, sondern bei den

einzelnen Leitungsabschnitten unabhängig voneinander statistisch verteilt, werden sich die einzelnen Anteile annähernd leistungsmäßig zusammensetzen, so daß das FN. proportional mit der Wurzel aus der Länge wächst.

Für hohe Frequenzen oder für $R \to 0$ sind die elektrischen und magnetischen Felder von gegenseitig nicht abgeschirmten homogenen Leitungen orthogonal und es ist $k(x) Z_2 = m(x)/Z_1$, so daß das direkte FN. bei hohen Frequenzen vor allem bei Freileitungen unabhängig von der Größe der Kopplung verschwindet, der Einfluß der magnetischen und elektrischen Kopplung hebt sich auf. In diesem Fall bleibt für das FN. das N. über eine dritte Leitung vorherrschend, das als doppeltes NN. (Bild 4a) oder als doppeltes FN. (Bild 4b) entsteht. Das durch

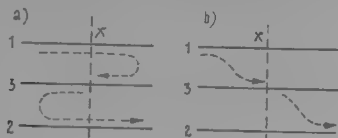


Bild 4. Nebensprechen über eine dritte Leitung.

doppeltes NN. über dritte Leitungen entstehende FN. wächst mit der Leitungslänge, linear bei gleichmäßiger Kopplung, mit der Wurzel aus der Länge, wenn die Kopplungen statistisch verteilt sind. Es steigt i. allg. mit dem Quadrat der Frequenz an. Wegen der Phasenunterschiede der einzelnen Anteile können in kleinen Frequenzbereichen relativ höhere Spannungen entstehen. Wenn die dritte Leitung nicht abgeschlossen ist, kommen reflektierte Anteile hinzu. Besonders störend kann das N. über dritte Leitungen werden, wenn vom Ausgang eines Verstärkers in Leitung 1 über eine durchgeschaltete Leitung 3 auf den Eingang des Verstärkers von Leitung 2 gekoppelt wird.

Bei kurzen Leitungsstrecken, tiefen Frequenzen und bei mehradrigen Kabeln heben sich die magnetischen und elektrischen Kopplungen auch im Fernfeld nicht auf. Es überwiegt die kapazitive Kopplung. Bei kurzen Leitungsstücken kann man die Kopplung einfach aus den Teilkapazitäten berechnen. Im allgemeinen handelt es sich um Viererleitungen in Kabeln. Zwischen den 4 Adern eines Vierers und Erde

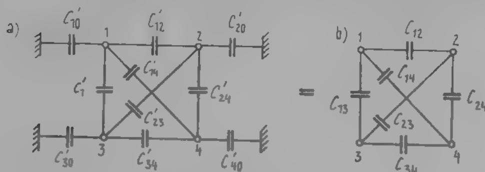


Bild 5. Kapazitäten eines Vierers.

existieren 10 Teilkapazitäten, Bild 5a, die man durch Umwandlungssätze in das Ersatzbild 5b überführen kann, wobei

$$c_{nm} = c'_{nm} + \frac{c'_{n0} c'_{m0}}{c'_{10} + c'_{20} + c'_{30} + c'_{40}} \tag{7}$$

ist. Für das N. zwischen den beiden Stammleitungen 12 und 34, auch Übersprechen genannt, ist die Kopplungskapazität

$$C_1 = \frac{1}{4}(c_{13} - c_{14} - c_{23} + c_{24}) = \frac{1}{4} k_1, \tag{8}$$

für das N. von Stamm 12 auf den Phantomkreis, auch Mitsprechen genannt,

$$C_2 = \frac{1}{2}(c_{13} + c_{14} - c_{23} - c_{24}) = \frac{1}{2} k_2, \tag{8a}$$

für das Mitsprechen von 34 auf Phantomkreis

$$C_3 = \frac{1}{2}(c_{13} + c_{23} - c_{14} - c_{24}) = \frac{1}{2} k_3. \tag{8b}$$

Man nennt die Größen k_1, k_2, k_3 die Nebensprechkopplungen des Vierers. Das N. verschwindet, wenn die betreffende Nebensprechkopplung Null ist, was durch Kondensatoren erreicht werden kann. Sind in einem Kabel mehrere Vierer, so treten weitere Übersprechkopplungen auf, die durch analoge Beziehungen zu k_1 auszudrücken sind. Bei 2 Vierern I und II mit den Stämmen I_1, I_2, II_1, II_2 unterscheidet man außer k_1, k_2, k_3 die Kopplungen k_4 bis k_{12} für die Kopplungen zwischen I/II, I_1/II, I_2/II, I/II_1, I/II_2, I_1/II_1, I_2/II_1, I_1/II_2 und I_2/II_2. Die Nebensprechkopplungen wachsen wie oben proportional mit der Länge, wenn die Kopplungen der einzelnen Teile regelmäßig sind, mit der Wurzel aus der Länge, wenn sie statistisch unregelmäßig verteilt sind.

N. zwischen koaxialen Leitungen. Wenn auf einem Schirm oder Außenleiter ein von einer äußeren Störquelle herrührender Strom fließt, so entsteht auch im Innern ein Spannungsabfall, der als Störspannung wirkt. Ein Maß ist der Kopplungswiderstand, der durch die Stromverdrängung kleiner als der Gleichstromwiderstand ist. Weitere Störungen entstehen durch Spalte und Löcher.

Mittel zur Beseitigung (Verminderung) des N.: Die hohen Anforderungen an die Nebensprechdämpfung lassen sich i. allg. nur durch besondere Maßnahmen erfüllen. Dazu gehört das → N. zwischen Leitungen in Kabeln.

Literatur: K. Küpfmüller, Theoretische Elektrotechnik, 8. Aufl., 1965 — W. Klein, Die Theorie des Nebensprechens auf Leitungen, Springer, 1955 — H. Kaden, Wirbelströme und Schirmung in der Nachrichtentechnik, 2. Aufl., Springer-Verlag 1959 — H. Kaden und H. E. Martin, Das Nebensprechen über dritte Leitungen in vielpaarigen Kabeln bei stochastischer Kopplungsverteilung, Arch. elektr. Übertr. 19 (1965), S. 350 bis 360 — Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag 1966.

Zuhrt

Nebensprechen zwischen Leitungen in Kabeln. (→ Nebensprechen) [Vierpoltheorie]. 1. Theorie. 1.1. Definition, Grenzwerte. Das Nebensprechen ist mitbestimmend für die »Reichweite« einer Nachrichtenverbindung, weil mit zunehmendem Nebensprechen die Verständlichkeit bzw. Erkennbarkeit der gesendeten Zeichen sinkt. Im folgenden wird nur das »lineare« Nebensprechen behandelt, das sich auf die Kopplung einer störenden Leitung mit einer gestörten über einen linearen Nebensprech-Vierpol bezieht. Über »nichtlineares« Nebensprechen, das infolge der unvollkommenen Sperreigenschaft von Filtern oder von Nichtlinearitäten in Schaltkreisen (z. B. Filter-, Übertrager-, Röhren- und Transistorschaltungen) auf-

tritt, wird unter »Klirrverzerrung« und »Kreuzmodulation« berichtet. Die das Nebensprechen verursachenden Kopplungen zwischen zwei Leitungen können elektrischer (kapazitiver), magnetischer (induktiver) und galvanischer Natur sein. In Bild 1 sind zwei Fernsprechverbindungen 1 und 2 mit den Wellenwiderständen $\mathfrak{Z}_1$ und $\mathfrak{Z}_2$, den Wellendämpfungen a_1 und a_2,

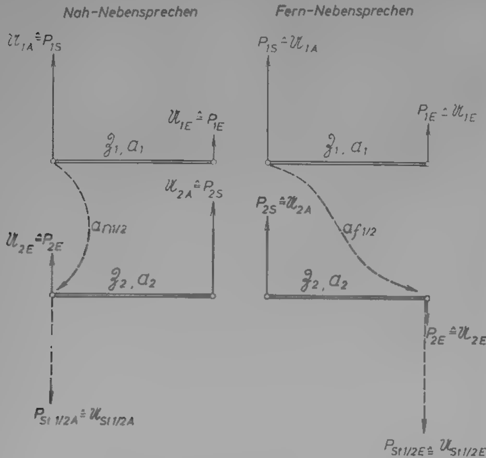


Bild 1. Nutz- und Störpegel.

den Sendespannungen $\mathfrak{U}_{1A}$, $\mathfrak{U}_{2A}$ und den Empfangsspannungen $\mathfrak{U}_{1E}$ und $\mathfrak{U}_{2E}$ bzw. den Sendeleistungspegeln p_{1s} und p_{2s} und den Empfangsleistungspegeln p_{1E} und p_{2E} dargestellt. Als Maß für die Stärke des Nebensprechens benutzt man die Vierpoldämpfung. Aus dem Verhältnis der Sende-Scheinleistung in Leitung 1, $\mathfrak{N}_{1A} = \mathfrak{U}^2_{1A} : \mathfrak{Z}_1$, zur Stör-Scheinleistung am Anfang der Leitung 2, $\mathfrak{N}_{St\,1/2A} = \mathfrak{U}^2_{St\,1/2A} : \mathfrak{Z}_2$, oder am Ende der Leitung 2, $\mathfrak{N}_{St\,1/2E} = \mathfrak{U}^2_{St\,1/2E} : \mathfrak{Z}_2$, ergibt sich die Nah-Nebensprech-Dämpfung (NND)

$$a_{n\,1/2} = \ln\left|\frac{\mathfrak{U}_{1A}}{\mathfrak{U}_{St\,1/2A}}\sqrt{\frac{\mathfrak{Z}_2}{\mathfrak{Z}_1}}\right|$$

bzw. die Fern-Nebensprech-Dämpfung (FND) (1)

$$a_{f\,1/2} = \ln\left|\frac{\mathfrak{U}_{1A}}{\mathfrak{U}_{St\,1/2E}}\sqrt{\frac{\mathfrak{Z}_2}{\mathfrak{Z}_1}}\right|.$$

Die über eine NND $a_{n\,1/2}$ oder über eine FND $a_{f\,1/2}$ eingekoppelte Störleistung mit dem Pegel $p_{St\,1/2}$ muß genügend unter dem Nutzleistungspegel p_{2E} liegen; dieser Abstand muß mindestens gleich dem »Grundwert« a_0 sein, d. h. $p_{2E} - p_{St\,1/2} \geqq a_0$ oder

$$p_{2E} - (p_{1s} - a_{n\,1/2}) \geqq a_0$$

bzw.

$$p_{2E} - (p_{1s} - a_{f\,1/2}) \geqq a_0,$$

d. h., mit der Differenz der Sendepegel $\Delta p_s = p_{1s} - p_{2s}$, wird daher die Forderung gestellt

$$\left.\begin{aligned} &a_{n\,1/2} \geqq a_0 + \Delta p_s + a_2\\ \text{bzw.}\quad &a_{f\,1/2} \geqq a_0 - \Delta p_s + a_2. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Entsprechend ergibt sich für die Beeinflussung der Leitung 1 durch die Leitung 2

$$\left.\begin{aligned} &a_{n\,2/1} \geqq a_0 - \Delta p_s + a_1\\ \text{bzw.}\quad &a_{f\,2/1} \geqq a_0 - \Delta p_s + a_1. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Über den Grundwert a_0, der für jede Übertragungstechnik (Fernsprechen, Fernschreiben, Rundfunk, Fernsehen usw.) experimentell bestimmt werden muß, wurde in Deutschland erstmalig 1940 (s. Lit.) berichtet. International wurden beispielsweise für den Sprachfrequenzbereich (Niederfrequenz-[NF]-Bereich) vom CCITT im Blaubuch III, S. 30 u. 41, folgende Werte empfohlen: Zwischenstaatliche Vierdraht-Kabelleitungen verschiedener Verbindungen sollen einen Grundwert a_0 von mindestens 6,7 Np für 90 % aller Werte und mindestens 6,0 Np für alle Werte aufweisen, und für zwischenstaatliche Vierdraht-Kabelverbindungen des gleichen Gespräches (Echo) wurde mit Rücksicht auf die Wechselstrom-Telegrafie ein Kleinstwert von 5,0 Np angesetzt. Diese a_0-Werte gelten für das verständliche N. (Gesprächsgeheimnis). Dem linearen N. zwischen Trägerfrequenz-Übertragungsleitungen wird ohne den Anteil der von Zwischenverstärkern herrührenden Geräusche ein Beitrag von 1 pW/km zugebilligt. Um sicher zu gehen, daß die genannten Werte eingehalten werden, wurden auch für die Verstärkerfelder die a_0-Werte festgelegt, die in Tabelle 1 aufgeschrieben sind.

Tabelle 1

Grundwerte a_0 für verständliches Nebensprechen für Verstärkerfelder

Bespulte internationale Fernsprechleitungen		
Gestörte Leitung	a_0-Werte bei Sprache nach: CCITT-Empfehlung (Blaubuch III S 300 ff)	DBP-Vorschrift
Zweidraht-Leitung	≧ 7,0 Np	≧ 7,5 Np
Vierdraht-Leitung	≧ 7,5 Np	≧ 7,5 Np
Ton-(Rundfunk) Ltg	≧ 9,5 Np	≧ 10,5 Np
Unbespulte internationale symmetrische Fernsprechleitungen		
Zahl der Sprach-Kanäle	a_0-Werte für den ganzen Betriebsfrequenzbereich: CCITT-Empfehlung (Blaubuch III S 162)	DBP-Vorschrift
12	≧ 8,0 Np	≧ 7,7 Np für alle Werte ≧ 8,2 Np für 90 v H aller Werte
> 12	mit Röhrenverstärkern ≧ 7,5 Np mit Transistorverst. ≧ 8,0 Np	≧ 8,2 Np bis 252 KHz für alle Werte ≧ 8,5 Np " " " für 90 v H aller Werte ≧ 7,7 Np bis 552 KHz für alle Werte ≧ 8,0 Np " " " für 90 v H aller Werte
Koaxial-Leitungen 2,6/9,5/0,25 ab 60 KHz (Blaubuch III, S 205)		
a_0 ≧ 9,8 Np für Verstärkerfeldlängen von 9 km ≧ 10,5 Np " " " " " 4,5 km		
Koaxial-Leitungen 1,2/4,4/0,18 (0,15) ab 60 KHz (Blaubuch III, S 217)		
a_0 ≧ 10,2 Np für Verstärkerfeldlängen von 6 km ≧ 10,9 Np " " " " " 3 km ≧ 9,9 Np " " " " " 8 km von V 300-Verbindungen		

1.2. Nebensprechkopplungen.

1.2.1. Zwischen symmetrischen Leitungen.

In bezug auf das N. kann das aus den Leitungen 1 und 2 bestehende System als ein Vierpol (→ Nebensprechen [Vierpoltheorie]) betrachtet werden, in dem $\mathfrak{Y}$ der komplexe Leitwert der die beiden Leitungen verbindenden Kopplung ist. Unter der praktisch stets erfüllten Voraussetzung sehr loser Kopplung $\mathfrak{Y} \ll \frac{1}{\mathfrak{Z}_1}$ bzw. $\frac{1}{\mathfrak{Z}_2}$ gilt die Näherung

$$e^{a_{n,f}} = \frac{2}{\mathfrak{Y}\,\mathfrak{Z}} \tag{4}$$

mit $\mathfrak{Z} = \sqrt{\mathfrak{Z}_1 \mathfrak{Z}_2}$ bzw. mit dem komplexen Kopplungs-Widerstand $\mathfrak{R}$

$$e^{a_{n,f}} = \left|\frac{2\,\mathfrak{Z}}{\mathfrak{R}}\right|. \tag{5}$$

Für die »Übersprech«-Dämpfung $a_ü$ zwischen zwei Stämmen oder zwei Phantomen oder zwei Achtern oder zwischen einem Stamm und davon unabhängigem Phantom usf., zwischen denen gleichzeitig eine elektrische Übersprechkopplung mit dem Leitwert $\mathfrak{Y}_ü = g_ü + j\,\omega\,K_ü$ und eine magnetische Kopplung mit dem Widerstand $\mathfrak{R}_ü = r_ü + j\,\omega\,m_ü$ wirksam sind, ergibt sich

$$e^{a_{ü\,(n,f)}} = \frac{2\sqrt{\mathfrak{Z}_1\,\mathfrak{Z}_2}}{\frac{\mathfrak{Y}_ü}{4}\,\mathfrak{Z}_1\,\mathfrak{Z}_2 \pm \mathfrak{R}_ü}\,. \tag{6}$$

Dabei gilt das Plus-Zeichen für das Nah- und das Minus-Zeichen für das Fern-N. (daher zusätzlicher Index n bzw. f).

Das »Mitsprechen« zwischen einem Stamm und seinem zugehörigen (galvanisch oder induktiv gebildeten) Phantom oder einem Phantom und seinem zugehörigen Achter usw., die über einen »Mitsprech«-Kopplungs-Leitwert $\mathfrak{Y}_m$ und den »Mitsprech«-Kopplungs-Widerstand $\mathfrak{R}_m$ gekoppelt sind, ergibt die Beziehung

$$e^{a_{m\,(n,f)}} = \left|\frac{2\sqrt{\mathfrak{Z}_1\,\mathfrak{Z}_2}}{\frac{\mathfrak{Y}_m}{2}\,\mathfrak{Z}_1\,\mathfrak{Z}_2 \pm \mathfrak{R}_m}\right|. \tag{7}$$

1.2.1.1. In kurzen Leitungsabschnitten.

In Abschnitten der Länge l, die gegenüber der Wellenlänge $\lambda = 2\,\pi/\beta$ der Ströme und Spannungen bei der Betriebsfrequenz genügend klein sind, $l \ll \lambda/10 \ldots \lambda/20$, kann die Kopplung zwischen zwei Leitungen nach ihren kapazitiven, magnetischen und galvanischen Anteilen dargestellt werden. Für ein aus 4 isolierten Leitern bestehendes Verseilelement eines Kabels (Stern- oder Dieselhorst-Martin-Viererseil) ergibt sich das Ersatzschema mit seinen Teilkapazitäten nach Bild 2; die Umgebung des Viererseils (VS) bildet die wirksame metallische Hülle (und nicht nur der metallische Kabelmantel allein, weil beim elektrischen Feld die Elemente der Umgebung infolge der Verdrallung nahezu auf Potential Null liegen).

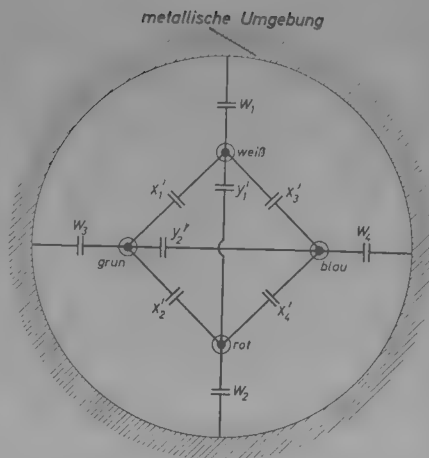


Bild 2a. Die Teilkapazitäten eines Viererseiles.

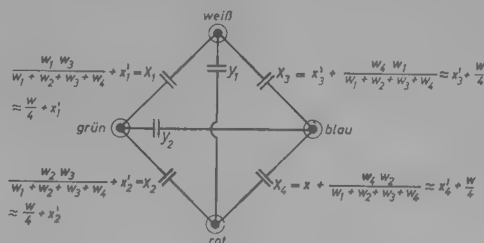


Bild 2b. Vereinfachtes Ersatzbild von 2a.

Das kapazitive Übersprechen von Stamm 1 (weiß-rot) auf Stamm 2 (grün-blau) ist durch die betriebsmäßige, komplexe Übersprechkopplung

$$\mathfrak{k}_1 = k_1' + j\,\omega\,e_1\,e_2\,\mathfrak{Z}_e/2 - j\,\omega\,\mathfrak{k}_2\,\mathfrak{k}_3\,\mathfrak{Z}_{Ph}/2 \tag{8}$$

gegeben, und für die betriebsmäßige Mitsprechkopplung von Stamm 1 bzw. 2 auf den Phantom des VS ist

$$\mathfrak{k}_2 = k_2' + \frac{e_1}{2} - j\,\omega\,e_1\,e_3\,\mathfrak{Z}_e/4 \tag{9}$$

bzw.

$$\mathfrak{k}_3 = k_3' + \frac{e_2}{2} + j\,\omega\,e_2\,e_3\,\mathfrak{Z}_e/4. \tag{10}$$

In diesen Gleichungen bedeuten die Kapazitätsdifferenzen

$$\left.\begin{aligned} k_1' &= x_1' - x_2' - x_3' + x_4', \\ k_2' &= x_1' - x_2' + x_3' - x_4', \\ k_3' &= x_1' + x_2' - x_3' - x_4' \\ \text{und} \\ e_1 &= w_1 - w_2, \\ e_2 &= w_3 - w_4, \\ e_3 &= (w_1 + w_2) - (w_3 + w_4). \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

Sie sind die »direkten« Kopplungen; $\mathfrak{Z}_e$ ist der Wellenwiderstand eines Stammes gegen die metallische Umgebung und $\mathfrak{Z}_{Ph}$ der Wellenwiderstand des Phantoms.

An kurzen Abschnitten mit am Ende leerlaufenden Leitungen wird

$$\mathfrak{Z}_e \to \mathfrak{W}_{el} = 1/\mathrm{j}\,\omega\,(w_1 + w_2)$$
$$\approx 1/\mathrm{j}\,\omega\,(w_3 + w_4) = 1/\mathrm{j}\,\omega\,2\,w$$

und

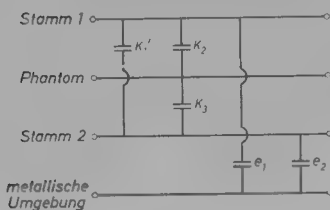
$$\mathfrak{Z}_{Ph} \to \mathfrak{W}_{Phl}$$
$$\frac{1}{\mathrm{j}\omega\left(x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + \dfrac{w_1 + w_2 + w_3 + w_4}{4}\right)}$$
$$\approx 1/\mathrm{j}\,\omega\,(4\,x + w)$$

mit den Werten

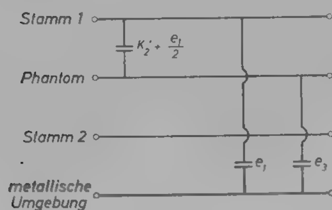
$$w_1 + w_2 \approx w_3 + w_4 = 2\,w\,,$$
$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 4\,w\,,$$
$$x_1' + x_2' + x_3' + x_4' = 4\,x\,.$$

Ersatzbilder für Kapazitives

a) Übersprechen Stamm 1/Stamm 2



b) Mitsprechen Stamm 1/Phantom



c) Mitsprechen Stamm 2/Phantom

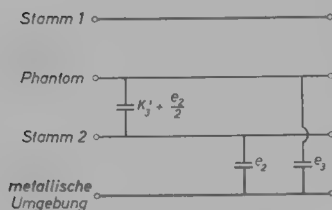


Bild 3. »Imvierer«-Kopplungen.

Damit ergeben sich bei Leerlauf die kapazitiven Kopplungen

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{k}_1 \to k_1 &= k_1' + \frac{e_1\,e_2}{4\,w} - \frac{k_2\,k_3}{4\,x}\,, \\ \mathfrak{k}_2 \to k_2 &= k_2' + \frac{e_1}{2} - \frac{e_1\,e_3}{8\,w}\,, \\ \mathfrak{k}_3 \to k_3 &= k_3' + \frac{e_2}{2} + \frac{e_2\,e_3}{8\,w}\,. \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

Diese »Imvierer«-Kopplungen sind also darstellbar für das Übersprechen von Stamm 1 auf Stamm 2 nach Bild 3a, für das Mitsprechen von den Stämmen auf den Phantomkreis nach Bild 3b und 3c. Sind die »indirekten« Kopplungen

$$\frac{e_1\,e_2}{4\,w}\,,\quad \frac{k_2\,k_3}{4\,x} \quad \text{und} \quad \frac{e_1\,e_3}{8\,w} \quad \text{bzw.} \quad \frac{e_2\,e_3}{8\,w}$$

genügend klein, was bei moderner Kabelfabrikation (ohne systematisch hohe Kopplungen) i. allg. der Fall ist, dann müssen sie bei der Kabelmontage nicht besonders berücksichtigt werden. Die in einem Mehrfachkabel zwischen verschiedenen Viererseilen vorkommenden Nebensprech-Kopplungen sind durchweg Übersprechkopplungen, die durch analoge Beziehungen zu k_1 ausgedrückt werden können; es sind dies die Kopplungen zwischen den Vierern I und II mit den Stämmen I_1, I_2, II_1 und II_2, für die die Bezeichnungen festgelegt und die 16 Seitenteilkapazitäten 1 ...4, 5 ... 8, 9 ... 12 und 13 ... 16 aus Bild 4 zu entnehmen sind:

k_4 = Kopplung zwischen I und II ,
k_5 = „ „ I_1 „ II ,
k_6 = „ „ I_2 „ II ,
k_7 = „ „ I „ II_1 ,
k_8 = „ „ I „ II_2 ,
k_9 = „ „ I_1 „ II_1 ,
k_{10} = „ „ I_2 „ II_1 ,
k_{11} = „ „ I_1 „ II_2 ,
k_{12} = „ „ I_2 „ II_2 .

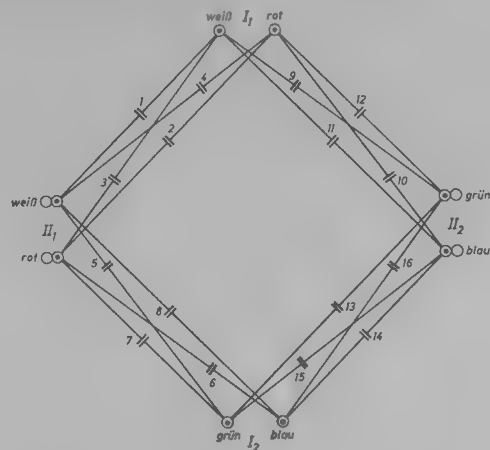


Bild 4. Die Seitenteilkapazitäten zwischen zwei Viererseilen.

Für die magnetische Kopplung zweier Kreise (Stämme, Phantome, Paare), die nach Bild 5 zusätzlich mit

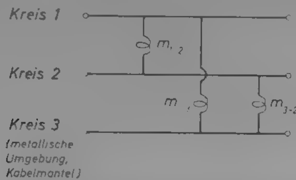


Bild 5. Ersatzbild für die magnetische Kopplung zweier Kreise (Kreis 1 u. 2).

einem »dritten« Kreis (metallische Umgebung, vorwiegend Schirme und metallischer Kabelmantel) magnetisch verkettet sind, läßt sich der resultierende Wert

$$\mathfrak{M}_{1\text{-}2} = \mathfrak{m}_{1\text{-}2} - \mathfrak{m}_{1\text{-}3}\,\frac{\mathfrak{m}_{3\text{-}2}\, j\omega}{R_3 + j\omega L_3} \qquad (13)$$

hinschreiben. Imaginärteil Im und Realteil Re lauten dann

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{Im}(\mathfrak{M}_{1\text{-}2}) &= \mathfrak{m}_{1\text{-}2} - \mathfrak{m}_{1\text{-}3}\,\frac{\omega^2\,\mathfrak{m}_{3\text{-}2}\,L_3}{R_3^2+\omega^2 L_3^2} = \mathfrak{m}_{1\text{-}2} - \mathfrak{m}',\\ \operatorname{Re}(\mathfrak{M}_{1\text{-}2}) &= -\mathfrak{m}_{1\text{-}3}\,\frac{\omega\,\mathfrak{m}_{3\text{-}2}\,R_3}{R_3^2+\omega^2 L_3^2} = \frac{r}{\omega}\,. \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

Bei unbespulten Kabelleitungen mit Wellenwiderständen $|\mathfrak{Z}| = 130 \ldots 190$ Ohm im Bereich der Betriebsfrequenzen sind — im Gegensatz zu den bespulten Leitungen mit $|\mathfrak{Z}_P| = 600 \ldots 2000$ Ohm im NF-Bereich — die magnetischen Kopplungsanteile zwischen zwei Leitungen von der gleichen Größenordnung wirksam wie die kapazitiven. Die resultierende elektromagnetische Kopplung zwischen zwei gleichartigen Leitungen 1 und 2 ($\mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{Z}_2 = \mathfrak{Z}$) ergibt sich für kurze Leitungsstücke aus der magnetischen Übersprechkopplung $\mathfrak{m}_{12}$ und der kapazitiven Übersprechkopplung $\mathfrak{k}_{12}$ für des Nah-Nebensprechen (NN) zu

$$\mathfrak{M}_{n\,12} = \mathfrak{m}_{12} + \frac{1}{4}\,\mathfrak{k}_{12}\,\mathfrak{Z}^2 \qquad (15)$$

und für das Fern-Nebensprechen (FN) zu

$$\mathfrak{M}_{f\,12} = \mathfrak{m}_{12} - \frac{1}{4}\,\mathfrak{k}_{12}\,\mathfrak{Z}^2\,, \qquad (16)$$

wie es aus Bild 6 abzulesen ist.

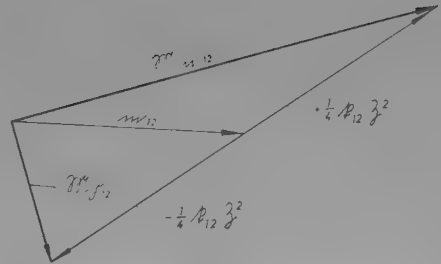


Bild 6.
Die elektromagnetische Nah- und Fern-Nebensprech-Kopplung.

Die galvanische Kopplung zwischen den Stämmen eines Viererseiles und ihrem Phantomkreis kann nach Bild 7 berechnet werden; die von einem Widerstands-

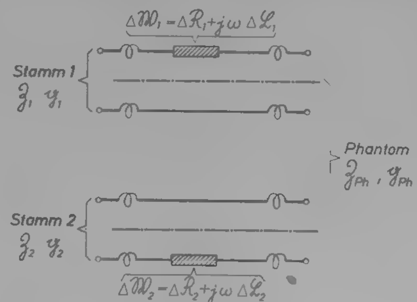


Bild 7. Ersatzbild für die galvanische Kopplung zwischen dem Stamm- und Phantom-Kreis.

unterschied im Stamm (ΔR_1 bzw. ΔR_2) und von einer Induktivitätsdifferenz im Stamm (ΔL_1 bzw. ΔL_2) herrührenden »Mitsprech«-Kopplungen sind — im kapazitiven Maß ausgedrückt — für

$$\left.\begin{aligned} \text{Stamm 1/Phantom } \mathfrak{k}_{2\Delta} &= \frac{\Delta R_1 + j\omega\,\Delta L_1}{j\omega\,\mathfrak{Z}_1\cdot\mathfrak{Z}_{Ph}}\,,\\ \text{Stamm 2/Phantom } \mathfrak{k}_{3\Delta} &= \frac{\Delta R_2 + j\omega\,\Delta L_2}{j\omega\,\mathfrak{Z}_2\,\mathfrak{Z}_{Ph}}\,. \end{aligned}\right\} \qquad (17)$$

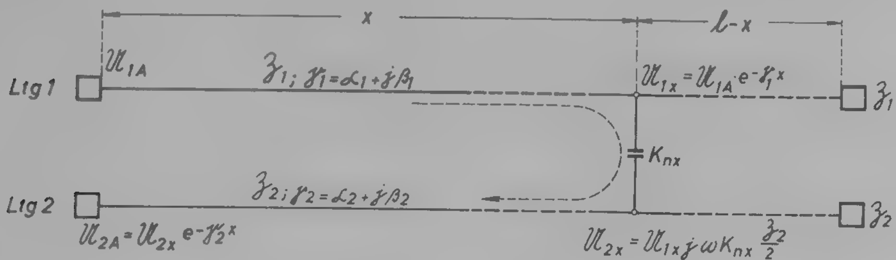


Bild 8. Nah-Nebensprechen zwischen zwei Leitungen.

1.2.1.2. In längeren Abschnitten.

Für die Addition der »direkten« Teilkopplungen $\mathfrak{k}_{nx}$ längs der Leitungen ergibt sich nach Bild 8 für das NN

$$\mathfrak{K}_n' = \int_{x=0}^{x=1} k_{nx} \cdot e^{-(\gamma_1 - \gamma_2) x} \, dx \,. \tag{18}$$

Eine einzige Kopplung, z. B. eine kapazitive NN-Kopplung k_n in der Entfernung x vom Leitungsanfang, wird demnach an ihm den komplexen NN-Kopplungsleitwert

$$\mathfrak{Y}_n' = j\omega \, k_n \, e^{-(\gamma_1 + \gamma_2) x} \tag{19}$$
$$= j\omega \, k_n \, e^{-(\alpha_1 + \alpha_2) x} [\cos(\beta_1 + \beta_2) x - j \sin(\beta_1 + \beta_2) x]$$

ergeben, der sich in der komplexen Zahlen-Ebene als rechtsgängige Spirale darstellt. Eine exakte Kompensation dieser Kopplung k_n durch eine gleich große Gegenkopplung $-k_n$ ist für alle Frequenzen nur am Kopplungsort möglich; für einen sinnvollen Ausgleich sollten daher Kopplungsort und Einbauort der Gegenkopplung um nicht mehr als $\frac{\lambda}{20}$ bis $\frac{\lambda}{10}$ voneinander entfernt sein, damit der Ausgleich für einen möglichst breiten Frequenzbereich genügend wirksam bleibt.

Die Addition der direkten FN-Teilkopplungen k_{fx} ergibt nach Bild 9 die Beziehung

$$\mathfrak{K}_f' = \int_0^1 k_{fx} \, e^{-(\gamma_1 - \gamma_2) x} \, dx \,. \tag{19}$$

Für den Idealfall $\gamma_1 = \gamma_2$ wird demnach $\mathfrak{K}_f = \sum k_{fx}$ und damit die Kompensation aller Teilkopplungen durch eine einzige Gegenkopplung von der Größe der algebraischen Summe der Teilkopplungen in einem beliebigen Punkt des Leitungsabschnittes, z. B. des Verstärkerfeldes, möglich. Mit Rücksicht auf das NN jedoch muß die FN Gegenkopplung u. U. genügend weit entfernt von den Verstärkern eingebaut werden. Die sich aus (2) ergebende Forderung für den Abstand des FN $a_f - a \geqq a_0 + \Delta p \geqq 7{,}5$ Np läßt sich bis zu 552 kHz bei symmetrischen Leitungen in modernen Kabeln erreichen. Außerdem treten aber Effekte auf, die an kurzen Längen, z. B. Fabrikationslängen, nur meßbar wären, wenn alle Leitungskreise — auch die betriebsmäßig nicht genutzten (Phantome, Superphantome, Erdkreise) — betriebsmäßig abgeschlossen würden; diese Effekte sind auch an kurzen Längen erkennbar, wenn bei genügend hohen Frequenzen gemessen wird, für die die jeweils gemessene Werklänge elektrisch genügend lang ist. Infolge von »indirekten« Kopplungen über »dritte« Kreise (Leitung 3) kann zusätzliches FN auftreten, das sich im Beispiel nach Bild 10a aus doppeltem FN

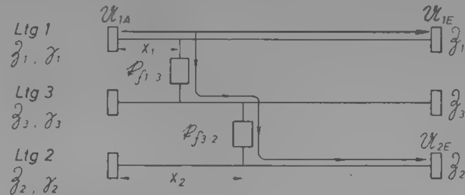


Bild 10a. Indirektes FNS infolge von FNS-Kopplungen über einen dritten Kreis (Ltg 3) (Doppeltes Fern-Neben-Sprechen).

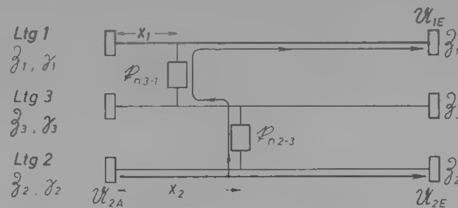


Bild 10b. Indirektes FNS infolge von NNS-Kopplungen über einen dritten Kreis (Ltg 3) (Doppeltes Nah-Neben-Sprechen).

über die Kopplungen $k_{f\,1\text{-}3}$ von Leitung 1 auf Leitung 3 und von dort über $k_{f\,3\text{-}2}$ auf Leitung 2 ergibt, so daß der komplexe FN-Kopplungsleitwert

$$\mathfrak{Y}_{f\,1\text{-}2}'' = \omega \, \mathfrak{K}_{f\,1\text{-}2}'' \tag{20}$$
$$= -\omega^2 \frac{\mathfrak{Z}}{2} \mathfrak{k}_{f\,1\text{-}3} \cdot \mathfrak{k}_{f\,3\text{-}2} \, e^{+\gamma_1 (l - x_1) - \gamma_3 (x_2 - x_1) - \gamma_2 (l - x_1)}$$

wirksam wird. Beim Vertauschen von Sender und Empfänger ergibt sich aus Bild 10b infolge der doppelten NN-Kopplungen $\mathfrak{k}_{n\,2\text{-}3}$ und $\mathfrak{k}_{n\,3\text{-}1}$ der komplexe FN-Kopplungsleitwert

$$\mathfrak{Y}_{f\,2\text{-}1}'' = \omega \, \mathfrak{K}_{f\,2\text{-}1}'' \tag{21}$$
$$= -\omega^2 \frac{\mathfrak{Z}_3}{2} \mathfrak{k}_{n\,2\text{-}3} \cdot \mathfrak{k}_{n\,3\text{-}1} \, e^{\gamma_2 (l - x_2) - \gamma_3 (x_2 - x_1) - \gamma_1 (l - x_1)}.$$

Indirektes FN kann auch über direkte Kopplungen und Reflexionsstellen im Zuge oder an den Enden der

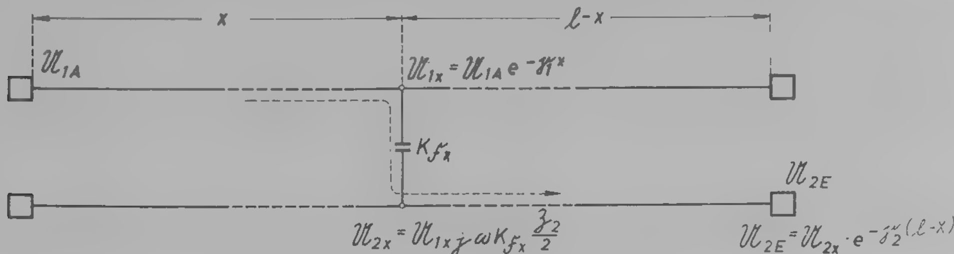


Bild 9. Fern-Nebensprechen zwischen zwei Leitungen.

betrachteten Leitungen hervorgerufen werden. In den Bildern 11 a und 11 b sind die beiden Leitungen 1 und 2

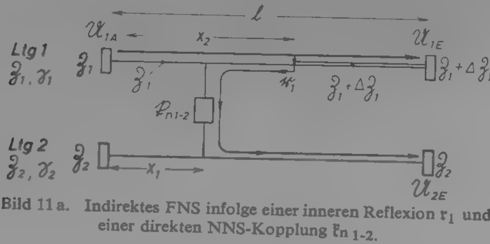


Bild 11 a. Indirektes FNS infolge einer inneren Reflexion $\mathfrak{r}_1$ und einer direkten NNS-Kopplung $\mathfrak{k}_{n\,1\text{-}2}$.

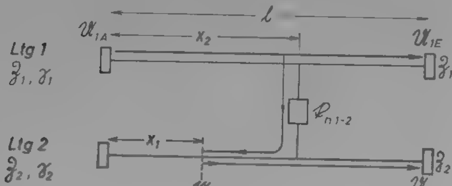


Bild 11 b. Wie Bild 10 a, jedoch mit Reflexionsstelle $\mathfrak{r}_2$ in Ltg 2.

über $\mathfrak{k}_{n\,1\text{-}2}$ und die innere Reflexion $\mathfrak{r} = \dfrac{\Delta \mathfrak{Z}}{2\,\mathfrak{Z}_1 + \Delta \mathfrak{Z}}$ gekoppelt; dafür ergibt sich der komplexe FN-Kopplungsleitwert

$$\begin{aligned}\mathfrak{K}'''_{f\,1\text{-}2} &= \omega\, \mathfrak{K}''_{f\,1\text{-}2} \\ &= \mathrm{j}\frac{\mathfrak{r}}{1-\mathfrak{r}}\,\omega\, \mathfrak{k}_n\, e^{\gamma_1 (l - x_2) - \gamma_2 (x_2 - x_1) - \gamma_2 (l - x_1)}\,. \end{aligned} \quad (22)$$

Die umgekehrte Beeinflussungs-Richtung (Leitung 2 auf Leitung 1) bringt keine indirekte Kopplung.

Äußere Reflexionen, die durch nicht angepaßte Leitungsabschlüsse (Verstärker-Eingangs- und -Ausgangswiderstand) hervorgerufen werden, ergeben je nach der örtlichen Lage der direkten Kopplungen die entsprechenden indirekten Kopplungen wie bei den beschriebenen inneren Reflexionen. Im allgemeinen liegen in längeren Abschnitten (Verstärkerfeldern) mehrere oder viele Kopplungen und Reflexionsstellen vor, die bei stoßfreiem Abschluß der Leitungen mit ihrem Wellenwiderstand den gesamten Kopplungsleitwert für das NN

$$\mathfrak{Y}_{n\,1\text{-}2} = \sum \mathfrak{Y}'_{n\,1\text{-}2} + \sum \mathfrak{Y}''_{n\,1\text{-}2} + \sum \mathfrak{Y}'''_{n\,1\text{-}2}$$

und für das FN

$$\mathfrak{Y}_{f\,1\text{-}2} = \sum \mathfrak{Y}'_{f\,1\text{-}2} + \sum \mathfrak{Y}''_{f\,1\text{-}2} + \sum \mathfrak{Y}'''_{f\,1\text{-}2} \quad (23)$$

ergeben. Sind die sich beeinflussenden Leitungen mit Abschlüssen der Größe $\mathfrak{R} \neq \mathfrak{Z}$ belastet, d. h. liegt an den Leitungsenden eine Rückflußdämpfung $a_R = \ln \left[\dfrac{\mathfrak{R} + \mathfrak{Z}}{\mathfrak{R} - \mathfrak{Z}}\right]$ z. B. infolge der Fehlanpassung von Verstärkern an die Leitungen vor, dann ergibt die Addition der N-Störleistungen die wirksame FN-Dämpfung nach der Beziehung

$$\begin{aligned} e^{-2 a_{fR}} = e^{-2 a_f} &+ e^{-2 (a_1 + a_{R\,E\,1} + a_{n\,E\,1\text{-}2})} \\ &+ e^{-2 (a_{n\,A\,1\text{-}2} + a_{R\,A\,2} + a_2)}, \end{aligned} \quad (24)$$

die aus Bild 12 abzulesen ist.

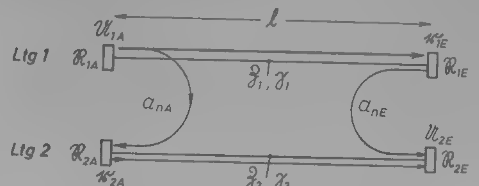


Bild 12. Zusätzliches FNS infolge von Reflexionsstellen $\mathfrak{r}_{1\,E}$ und $\mathfrak{r}_{2\,A}$ an den Leitungsenden.

Darin sind a_1 und a_2 die Wellendämpfungen der Leitungen 1 und 2, $a_{R\,E\,1}$ und $a_{R\,A\,2}$ die Fehlerdämpfungen an den Verstärkerpunkten am Ende der Leitung 1 und am Anfang der Leitung 2 und $a_{n\,E\,1\text{-}2}$ bzw. $a_{n\,A\,1\text{-}2}$ die NN-Dämpfungen am Ende bzw. am Anfang der Leitungen. Bei gleichartigen Leitungen mit $a_1 = a_2 = a$, gleich großer Fehlanpassung der Verstärker-Ein- bzw. -Ausgangswiderstände $a_{R\,E\,1} = a_{R\,A\,2} = a_R$ und gleich großer NND $a_{n\,A} = a_{n\,E} = a_n$ ergibt sich

$$e^{-2 (a_{fR} - a)} = e^{-2 (a_f - a)} + 2\, e^{-2 (a_n + a_R)}. \quad (25)$$

Für eine Fehlanpassung von z. B. 15%, d. h. $a_R = 1{,}9$ Np, einen FN-Abstand $a_f - a = 8{,}0$ Np und die Forderung, daß durch die Fehlanpassung a_R der $(a_f - a)$-Wert um nicht mehr als 0,3 Np verschlechtert

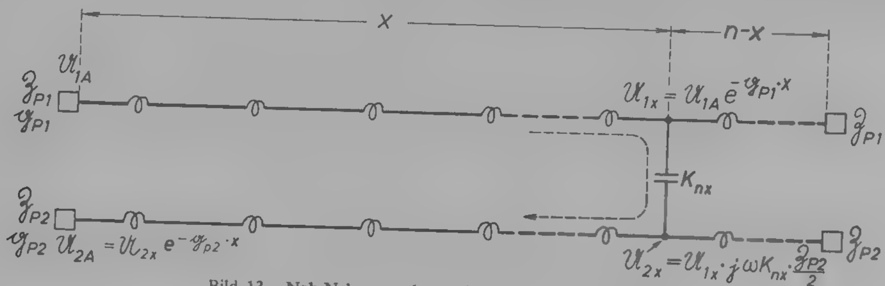


Bild 13. Nah-Nebensprechen zwischen bespulten Leitungen.

werden darf, d. h. $a_{fR} \geqq 7{,}7$ Np, errechnet sich die an den Verstärkerpunkten zu fordernde NN-Dämpfung zu $a_n \geqq 6{,}55$ Np.

1.2.1.3. Zwischen bespulten Leitungen 1 und 2 verursacht eine im x-ten Spulenfeld eines längeren Kabelabschnittes wirksame NN-Kopplung K_{nx} in der Leitung 2 eine NN-Spannung $\mathfrak{U}_{2A}$ für die aus Bild 13 abzulesen

$$\left|\frac{\mathfrak{U}_{2A}}{\mathfrak{U}_{1A}}\right| = e^{-a_{n\,1\text{-}2}} = \left|\frac{\mathfrak{Z}_{P2}}{2}\, j\omega K_{nx} e^{-(\mathfrak{g}_{P1} - \mathfrak{g}_{P2})x}\right|, \tag{26}$$

und für den Fall, daß die Leitung 2 Sendeleitung mit der Sendespannung $\mathfrak{U}_2{}'_A$ und Leitung 1 die Empfangsleitung mit der NN-Spannung $\mathfrak{U}_1{}'_A$ ist, wird

$$\left|\frac{\mathfrak{U}_1{}'_A}{\mathfrak{U}_2{}'_A}\right| = e^{-a_{n\,2\text{-}1}} = \left|\frac{\mathfrak{Z}_{P1}}{2}\, j\omega K_{nx} e^{-(\mathfrak{g}_{P2} - \mathfrak{g}_{P1})x}\right|. \tag{27}$$

Für den Mittelwert der NN-Dämpfung a_n gilt daher

$$e^{a_n} = e^{\frac{a_{n\,1\text{-}2} + a_{n\,2\text{-}1}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{\mathfrak{Z}_{P1} \cdot \mathfrak{Z}_{P2}\, j\omega K_{nx} e^{-(\mathfrak{g}_{P1} + \mathfrak{g}_{P2})x}}}. \tag{28}$$

Da in allen Spulenfeldern $x = 0 \ldots n$ NN-Kopplungen vorliegen können, wird die am Anfang der Pupinleitung wirksame NN-Gesamt-Kopplung

$$\mathfrak{K}_n = \sum_{x=0}^{x=n} K_{nx} e^{-(\mathfrak{g}_{P1} + \mathfrak{g}_{P2})x}. \tag{29}$$

Unter der Annahme, daß sich die Wirkungen der NN-Kopplungen nach der Wahrscheinlichkeit addieren (Addition der N-Leistungen) und der Wert k_n für die zulässige Spulenfeldkopplung (als mittlerer Maximalwert gebildet) nicht überschritten wird, ergibt sich für den Betrag der am Anfang des Leitungsabschnittes wirksamen NN-Kopplung, da $\mathfrak{g}_{P1} = a_{P1} + j\, b_{P1}$ und $\mathfrak{g}_{P2} = a_{P2} + j\, b_{P2}$ ist,

$$K_n = |\mathfrak{K}_n| = k_n \sqrt{1 + e^{-2(a_{P1} + a_{P2})} + e^{-4(a_{P1} + a_{P2})} + \cdots e^{-2n(a_{P1} + a_{P2})}}, \tag{30}$$

das heißt

$$\frac{K_n}{k_n} = e^{-\frac{(a_{P1} + a_{P2})n}{2}} \sqrt{\frac{(n+1)\sinh[(a_{P1} + a_{P2})n]}{(a_{P1} + a_{P2})n}}. \tag{31}$$

Für Leitungen mit gleichem Wellenwiderstand und gleicher Wellendämpfung je Spulenglied, d. h. mit $\mathfrak{Z}_{P1} = \mathfrak{Z}_{P2} = \mathfrak{Z}_P$ und $a_{P1} = a_{P2} = a_P$, wird

$$\frac{K_n}{k_n} = \sqrt{\frac{\frac{n+1}{2}(e^{a_P} - a^{-a_P})}{2\, a_P\, n\, e^{2a_P \cdot n}}} \approx \sqrt{\frac{1 - e^{-4a_P \cdot n}}{4\, a_P}} \approx \frac{1}{2\sqrt{a_P}}. \tag{32}$$

Die zulässige Spulenfeldkopplung wird in diesem Falle

$$k_{n\,zul} \leqq \frac{4\sqrt{a_P}}{\omega\, \mathfrak{Z}_P}\, e^{-a_n}. \tag{33}$$

Falls im x-ten Spulenfeld eine FN-Kopplung k_{fx} vorliegt, ergibt sich nach Bild 14

$$\left|\frac{\mathfrak{U}_{2E}}{\mathfrak{U}_{1A}}\right| = e^{-a_{f\,1\text{-}2}} = \left|j\omega k_{fx} \frac{\mathfrak{Z}_{P2}}{2}\, e^{-[\mathfrak{g}_{P2}(n-x) + \mathfrak{g}_{P1}x]}\right| = \left|j\omega k_{fx} \frac{\mathfrak{Z}_{P2}}{2}\, e^{-\mathfrak{g}_{P2} \cdot n} \cdot e^{-(\mathfrak{g}_{P1} - \mathfrak{g}_{P2})x}\right|. \tag{34}$$

Beim Tauschen von Sende- und Empfangsleitung wird entsprechend für den »Kehrwert« zu schreiben sein:

$$\frac{\mathfrak{U}_1{}'_E}{\mathfrak{U}_2{}'_A} = e^{-a_{f\,2\text{-}1}} = \left|j\omega k_{fx} \frac{\mathfrak{Z}_{P1}}{2}\, e^{-\mathfrak{g}_{P1} \cdot n} \cdot e^{-(\mathfrak{g}_{P2} - \mathfrak{g}_{P1})x}\right|. \tag{35}$$

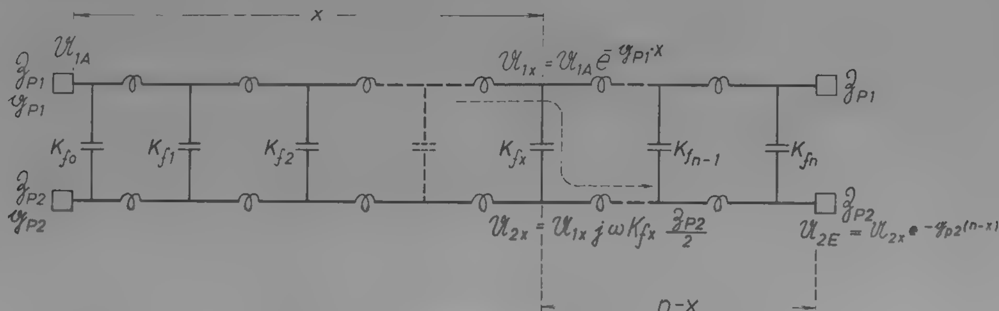


Bild 14. Fern-Nebensprechen zwischen bespulten Leitungen.

Wird wiederum eine Addition der Spulenfeldkopplungen nach der Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt, dann ergibt sich der Betrag der resultierenden Gesamt-FN-Kopplung zu

$$K_f = k_f\, e^{(a_{P1}+a_{P2})\frac{n}{2}} \left| \frac{(n+1)\sin[(a_{P1}-a_{P2})\,n]}{(a_{P1}-a_{P2})\,n} \right|, \tag{36}$$

so daß für $\mathfrak{Z}_{P1} = \mathfrak{Z}_{P2} = \mathfrak{Z}_P$ und $a_{P1} = a_{P2} = a_P$, und die zulässige Spulenfeldkopplung

$$k_f \leqq \frac{2}{\omega \mathfrak{Z}_P} \frac{e^{a_P \cdot n}}{\sqrt{n+1}} e^{-a_f} \leqq \frac{2}{\omega\, \mathfrak{Z}_P \sqrt{n+1}}\, e^{-(a_f - a_P \cdot n)}. \tag{37}$$

Allgemein ist die N-Dämpfung zwischen gleich langen, aus n Teilabschnitten bestehenden, mit ihren Wellwiderständen abgeschlossenen Leitungen 1 und 2, die die Wellendämpfungen a_1 und a_2 haben,

für das NN

$$a_{nn} = a_n - \frac{1}{2} \ln\left[n \frac{\sinh(a_1 + a_2)}{a_1 + a_2}\right] + \frac{a_1 + a_2}{2}, \tag{38}$$

für das FN

$$a_{fn} = a_f - \frac{1}{2} \ln\left[n \frac{\sinh(a_1 - a_2)}{a_1 - a_2}\right] + \frac{a_1 + a_2}{2}. \tag{39}$$

Darin sind a_n und a_f die in den Teilabschnitten vorhandenen NN- bzw. FN-Dämpfungen.

1.2.2. Das Nebensprechen zwischen Koaxial-Leitungen ist vom Kopplungswiderstand der Außenleiter $\mathfrak{R}_K'$ abhängig; er ist definiert durch (vgl. Bild 15)

$$\mathfrak{R}_K' = \frac{\mathfrak{U}_0}{\mathfrak{J}\, dx}. \tag{40}$$

$\mathfrak{R}_K'$ wird z. B. für ein geschlossenes Rohr zu

$$\mathfrak{R}'_{K\,(\mathrm{Rohr})} = R'_{gl\,(\mathrm{Rohr})} \frac{\mathfrak{k}\, d}{\sinh(\mathfrak{k}\, d)} \tag{40a}$$

berechnet, worin R_{gl} der Gleichstromwiderstand des Rohres, $\mathfrak{k}$ die Wirbelstromkonstante

$$\mathfrak{k} = \frac{1 + j}{\sigma} \tag{40b}$$

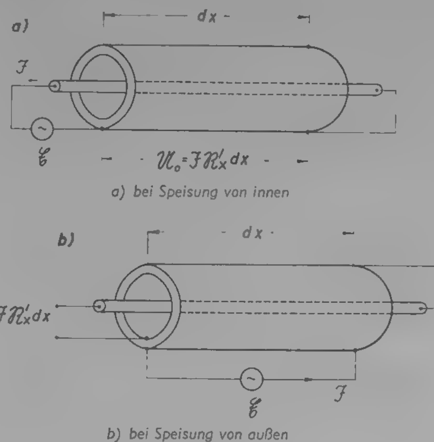


Bild 15. Kopplungswiderstand einer koaxialen Leitung.

mit der äquivalenten Leitschichtdicke

$$\frac{\sigma}{\mathrm{mm}} = \frac{10^4}{2\pi \sqrt{\frac{f}{\mathrm{kHz}} \cdot \frac{\varkappa}{\mathrm{s/cm}}\, \mu_r}} = \frac{50}{\pi} \sqrt{\frac{\frac{\varrho}{\Omega\,\mathrm{mm^2/m}}}{\frac{f}{\mathrm{kHz}}}\, \mu_r}\,. \tag{40c}$$

$\varkappa$ die spez. Leitfähigkeit des Rohrmaterials, μ_r die rel. Permeabilitätszahl des Rohrmaterials und d die Wanddicke des Rohrs ist. Für kupferne Rohre wird

$$\frac{\sigma}{\mathrm{mm}} = \frac{66{,}7}{\sqrt{\frac{f}{\mathrm{Hz}}}} \tag{40d}$$

und für Aluminiumrohre

$$\frac{\sigma_{Al}}{\mathrm{mm}} = \frac{85}{\sqrt{\frac{f}{\mathrm{Hz}}}}\,. \tag{40e}$$

Zur allgemeinen Bestimmung der NS-Dämpfung zwischen koaxialen Leitungen ergeben sich für praktisch vorliegende Kabelkonstruktionen mit mehreren verseilten Koaxialpaaren, deren Rückleiter voneinander isoliert oder auf der ganzen Kabellänge galvanisch verbunden sind, und Beilaufverseilelementen — wie beim N. zwischen symmetrischen Leitungen —

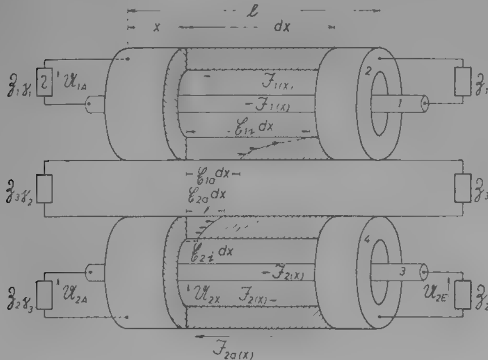


Bild 16.
Mechanismus des Nebensprechens zwischen zwei Koaxial-Paaren

komplizierte Beziehungen. In Bild 16 ist der Mechanismus des N. am einfachen Beispiel von nur zwei Kx-Paaren skizziert. Die N-Dämpfung für zwei gleichartige Kx-Leitungen mit

$\mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{Z}_2 = \mathfrak{Z}$ und $\gamma_1 l = \gamma_2 l = a + \mathrm{j}\, b$, d. h. mit $\gamma \mathfrak{Z} = R' + \mathrm{j}\,\omega L' \approx \mathrm{j}\,\omega L'$ läßt sich dann schreiben

$$a_n = \ln \left(\frac{4\,\omega L'}{\mathfrak{R}_K'} \right) - \frac{1}{2} \ln (1 - 2\,e^{-2a} \cos 2\,b + e^{-4a}) \tag{41}$$

und

$$a_f - a - \ln \frac{2\,\mathfrak{Z}}{\mathfrak{R}_K' \cdot l} \,. \tag{42}$$

Für lange Leitungen mit $a \gg 1$ wird demnach die NN-Dämpfung a_n unabhängig von der Leitungslänge, während der Dämpfungswert $a_f - a$ mit wachsender Leitungslänge logarithmisch abnimmt.

Bei kurzen Leitungen mit $a \ll 1$ und $b \ll 1$ wird aus (41) mit $\cos 2\,b \approx 1 - \frac{(2\,b)^2}{2!} = 1 - b^2$ und $\omega L' l = b\, Z$ die NN-Dämpfung

$$\begin{aligned} a_n &= \ln \frac{4\,\omega L'}{\mathfrak{R}_K' \sqrt{1 - 2 \cos 2\,b + e^{-4a}}} \\ &- \ln \frac{2\,Z}{\mathfrak{R}_K'\ l} \cdot \frac{2\,b}{\sqrt{2\,[1 - 2\,b^2]}} \\ &= \ln \frac{2\,Z}{\mathfrak{R}_K' \cdot l} = a_f - a\,. \end{aligned} \tag{43}$$

An kurzen Längen (Werklängen von einigen hundert Metern) werden für a_n und $a_f - a$ die gleichen Werte festzustellen sein.

1.2.3. Beim Nebensprechen zwischen Kx-Paaren und verdrallten, symmetrischen Leitungen kommt neben dem durch die Rückleiterkonstruktion auf der gesamten Leitungslänge systematisch auftretenden Kopplungswiderstand $\mathfrak{R}_K'$ außerdem die unsystematische Verteilung der Scheinwiderstandsdifferenzen der Einzeladern der symmetrischen Kreise gegen die unter dem gleichen Kabelmantel liegenden Außenleiter der Kx-Paare zur Auswirkung. Daher läßt sich nur eine wahrscheinliche NN-Dämpfung $\overline{a_n}$ und F-N-Dämpfung $\overline{a_f}$ angeben.

Ist in den n Werklängen eines l km langen Kabelabschnitts der quadratische Mittelwert der komplexen Kopplungen, die von den Teilkapazitäts-, Widerstands- und Induktivitätsdifferenzen gegen den (die) Außenleiter herrühren, $|\mathfrak{e}_w|^2$, dann wird

$$\overline{a_n} = \ln \frac{16\,(a_{Kx} + a_{sym})^{3/2}}{\omega \sqrt{|\mathfrak{e}_w|^2 \cdot \mathrm{n}}\, |\mathfrak{R}_K'|\, l} \sqrt{\left|\frac{\mathfrak{Z}_{Kx}}{\mathfrak{Z}_{sym}}\right|}\,,$$

$$+\, \overline{a_f} - {}^1\!/_2\,(a_{Kx} + a_{sym}) = \ln \frac{8\sqrt{3}}{\omega \sqrt{|\mathfrak{e}_w|^2 \cdot \mathrm{n}}\, |\mathfrak{R}_K'|\, l} \sqrt{\left|\frac{\mathfrak{Z}_{Kx}}{\mathfrak{Z}_{sym}}\right|} - F(a_{unsym} - a_{Kx})\,.$$

worin $F\,(a_{unsym} - a_{Kx})$ eine Funktion der Dämpfung-Differenz vom Koaxialsystem (Index »Kx«) und dem vom Außenleiter und dem von den gesamten symmetrischen Verseilelementen gebildeten unsymmetrischen System (Index »unsym«) ist, die für $a_{unsym} - a_{Kx} = 0$ nach »Null« geht.

2. Die Verringerung der Kopplungen bei der Kabelherstellung

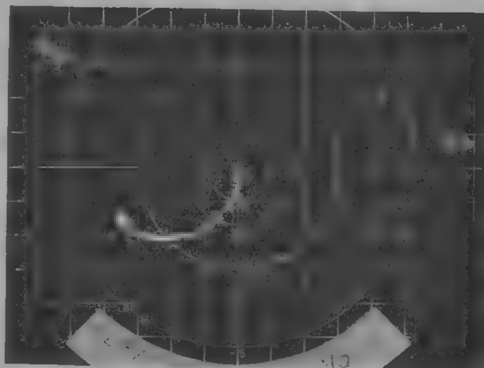
2.1. zwischen symmetrischen Leitungen, die für vorgegebene N-Forderungen angestrebt werden muß, setzt voraus, daß folgende Teilaufgaben gelöst werden: Es müssen solche wirksamen Drallängen berechnet werden, die eine optimale Entkopplung der Kreise erwarten lassen. Bei Niederfrequenz-(NF-)Kabeln genügt es i. allg., die in gleicher Verseillage nebeneinanderliegenden Verseilelemente (VE), d. s. Paare, Stern-Viererseile, DM-Viererseile, mit ausreichend voneinander abweichenden Drallen herzustellen, weil die kapazitiven Kopplungen zwischen entfernteren Kreisen durch die dazwischenliegenden VE abgeschirmt werden und die magnetischen Kopplungsteile bei NF von geringerer Bedeutung sind. Bei NF-Sternkabeln werden daher in jeder Verseillage abwechselnd zwei verschiedene Dralle und ein dritter Drall für das Zählseil verwendet. Für DM-Kabel gilt entsprechendes; da die Stammdralle je VS voneinander verschieden sein müssen, werden je Verseillage zweckmäßig mindestens 6 Stamm- und 3 Viererdralle — besser allerdings 10 Stamm- und 5 Viererdralle — aufeinander abzustimmen sein, wobei selbstverständlich zu kontrollieren ist, daß für VE in benachbarten Verseillagen ungünstig wirkende Drallängen vermieden werden, weil sie an längeren Strecken systematisch hohe »Lage-Lage«-Kopplungen ergeben und

wegen ihrer Vielzahl nicht vertretbare Kosten für einen Ausgleich an der Kabelanlage verursachen würden. Bei Trägerfrequenzkabeln (TF-) sind sowohl die kapazitiven als auch die magnetischen Kopplungen in gleichem Maße an den Werten der N-Dämpfung beteiligt, weil der Wellenwiderstand im TF-Bereich bei etwa $^1/_4$ bis $^1/_5$ des Wertes für NF in unbespulten und bei etwa $^1/_{10}$ des Wertes für NF in bespulten Kabelleitungen liegt und eine magnetische Schirmung durch dazwischenliegende VS nicht wirksam wird. Die Auswahl abgestimmter Dralle wird dadurch erschwert, und die praktisch angewendete Höchstzahl der TF-St-VS ist in TF-Kabeln mit bisher 12 erreicht worden, die in zwei Verseillagen (3 + 9 VS) die Kabelseele bilden. Als Sonderkonstruktion sind im Bereich der DBP gelegentlich Anlagen gebaut worden mit hochpaarigen Kabeln, die nur in der Außenlage 15 TFVS enthalten. Das Drallspektrum wird bei TF-Kabeln weiter dadurch eingeengt, daß innerhalb der VS ein systematischer Tauscheffekt mit nahezu rein reellen FN-Kopplungsvektoren, die quadratisch mit der Frequenz wachsen, auftritt und der mit wachsender Schlaglänge zunimmt. Falls über der Kabelseele — eingebettet in Isolierschichten — Prüfadern liegen, muß sich deren wirksame Schlaglänge genügend von den wirksamen Schlaglängen der VS unterscheiden und kein ungünstiges Schlaglängen-Verhältnis haben. Die Drallwahl wird u. U. auch noch von der durch die maschinelle Ausrüstung der Fabriken bedingten, möglichen Realisierung eingeschränkt. Außer kleinen elektromagnetischen Kopplungen muß dabei beachtet werden, daß auch die Differenzen der Phasenmaße (bzw. Fortpflanzungsmaße $\gamma_1 - \gamma_2$) der TF-Kreise mit wachsender Drallängen-Differenz wachsen und zwischen Stämmen verschiedener TF-VS Tauscheffekte der FN-Kopplungen infolge ihrer verschiedenen Übertragungsgeschwindigkeiten ergeben. Damit eine weitgehende dielektrische Symmetrie der VE (gleiche relative Dielektrizitätskonstante ε_r und gleicher Verlustwinkel $\operatorname{tg}\delta$) erreicht wird, müssen Leiter möglichst gleichen spezifischen Widerstandes und gleicher mechanischer Werte (besonders des Durchmessers und der Härte) verwendet und die Zusammensetzung und Menge der zur Kennzeichnung der Kabeladern verwendeten Farbstoffe ausgewählt werden, mit denen die aus demselben Papierballen geschnittenen, nebeneinanderliegenden Papierbänder für die 4 Adern eines VS bedruckt werden oder die möglichst gleich dicken Styroflexbänder pigmentiert werden. Beim Herstellen der Kabel müssen die vorgegebenen Dimensionen für die Isolierung der Leiter und der möglichst stabilen VE und Kabelseele und die berechneten Optimaldralle für VE und Verseillagen peinlich genau eingehalten und systematisch hohe Kopplungen infolge von Fehlern an den Maschinen (falsche Nippel und Bremsung, mangelhafte Symmetrie der Bremskräfte und unordentliche Verlegung der Teilfabrikate auf den Aufnahme-Trommeln usw.) und bei ihrer Einrichtung und Bedienung (falscher Einbau von Aderspulen und Viererspulen, mangelhafte Ansatzstellen von Kordeln und Band, Reparaturstellen usw.) vermieden werden. Falls verschiedene Leitungstypen unter einem Kabelmantel liegen sollen, sind die N-Forderungen durch eine geeignete Anordnung der VE zu berücksichtigen. Dabei sollten geschirmte Leitungen (PiMF = Paare in Metall-Folie für Tonleitungen) möglichst im Kern oder in der äußersten Verseillage angeordnet werden. Alle diese genannten Maßnahmen reichen naturgemäß nicht aus, um kopplungsfreie Kabel herzustellen, so daß an der montierten Kabelstrecke i. allg. noch zusätzliche Ausgleichmaßnahmen erforderlich sind. Nachfolgend werden einige Beispiele für den Frequenzgang von N- und FN-Kopplungsleitwerten an Werklängen und längeren Kabelstrecken gegeben.

Bild 17 zeigt für eine Werklänge von 425 m eines 24paarigen, papierisolierten TF-Kabels mit 1,2 mm



a) Meßergebnis vom A-Ende



b) Meßergebnis vom E-Ende

Bild 17. Frequenzgang des Imvierer-Nah-Nebensprech-Kopplungsleitwertes.

dicken Kupferleitern den Frequenzgang eines Imvierer-N-N-Kopplungsleitwertes $\mathfrak{Y}_{n1}$ im Bereich von 20 bis 240 kHz. Offenbar liegt zwischen den beiden Stämmen des Viererseils 10 eine direkte negative Kopplung in der Entfernung x vor, die an einem

Ende (A-Ende) eine Winkeldrehung von etwa 270° und am anderen Ende (E-Ende) eine Winkeldrehung von etwa 70° gegenüber der Vektorlage am Kopplungsort verursacht; dieser errechnet sich aus

$$\frac{l-x}{x} = \frac{70}{270} \quad \text{zu} \quad x = 337\,\text{m}$$

von A-Ende.

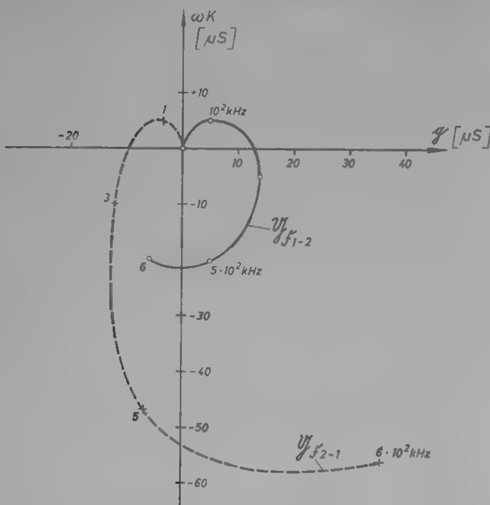
Die Größe der Kopplung K_{nx} ergibt sich aus

$$e^{a_n} = e^{6{,}0 \cdot 115\,\text{mNp}} = \frac{1}{\mathfrak{Y}_{nA}\,\mathfrak{Z}_{St}}$$

und

$$K_{nx} = \frac{\mathfrak{Y}_{nA}\,e^{2\alpha x}}{\omega} \quad \text{für} \quad 240\,\text{kHz}$$

der Wellendämpfung $\alpha_{240} = 0{,}315$ Nep und der Entfernung des Kopplungsortes x vom Meßort zu 38,5 pF. In Bild 18 ist der Frequenzgang des FN-Kopplungsleitwertes zwischen zwei TF-Stämmen mit $\gamma_1 \neq \gamma_2$ aufgezeichnet, die in 10 km vom Meßort direkt über 10 pF gekoppelt sind, so daß $\mathfrak{Y}_{f\,2\text{-}1}$ kein genaues Spiegelbild von $\mathfrak{Y}_{f\,1\text{-}2}$ ist. Bild 19 gibt den Gang des FN-Kopplungswiderstandes $\mathfrak{R}_{f\,1\text{-}2}$ in mΩ und seines Kehrwertes $\mathfrak{R}_{f\,2\text{-}1}$ wieder und zeigt den »Imvierertauscheffekt« infolge von Kopplungen über den 3. Kreis der 4 Prüfadern eines 14paarigen TF-Kabels, die mit einer nahe dem Viererdrall liegenden kurzen Schlaglänge über der Kabelseele aufgebracht sind und mit der metallischen Abschirmung der Kabelseele ein unsymmetrisches System bilden.



$\mathfrak{Y}_{f\,1\text{-}2}$ und „Kehrwert $\mathfrak{Y}_{f\,2\text{-}1}$ für Tf-Stämme
mit $\alpha_1 = 0{,}286$ Np/km, $\beta_1 = 12{,}3\,\text{km}^{-1}$, $\alpha_2 = 0{,}320$ Np/km, $\beta_2 = 12{,}6$ km für $f = 5 \cdot 10^2$ kHz
$K_f = 10$ pF
$x = 10$ km

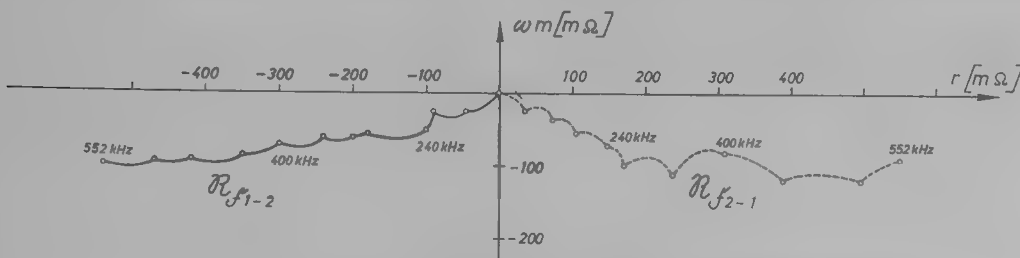
Bild 18. Fern-Nebensprech-Kopplungsleitwert.

3. Verringerung der Kopplungen zwischen symmetrischen Leitungen am verlegten Kabel.

3.1. Trotz sorgfältiger Fabrikation gelingt es i. allg. nicht, die an der verlegten Kabelstrecke zu erwartende Kopplung so klein zu halten, daß ohne besondere Maßnahmen die für die Ausgleichsabschnitte (Spulenfelder, Verstärkerabschnitte) festgelegten N-Dämpfungswerte eingehalten werden. Durch Kreuzungsmaßnahmen und/oder durch den Einbau von Kondensatoren und ggf. Widerständen werden die N-Kopplungen zwischen bespulten Leitungen spulenfeldweise im NF-Band oder oberhalb der Grenzfrequenz der bespulten Leitungen (bei 800 Hz) und zwischen TF-Grundleitungen verstärkerfeldweise im TF-Band je nach dem verwendeten TF-System (Z 12, V 120) ausgeglichen.

Zur Kompensation des Imvierertauscheffektes werden bei Neubaustrecken gleich lange Werklängen systematisch in den Verbindungslötstellen gekreuzt; da alle Längen mit dem A-Ende in einer vorher festgelegten Richtung zu verlegen sind, werden in Anlagen der DBP die Kabeladern der ohne Tausch der VE durchgespleißten Viererseile in den ungeradzahligen Lötstellen in Stellung 2 (Kreuzung der a- und b-Ader von Stamm 1 des Viererseils) und in den geradzahligen Lötstellen in Stellung 5 (Tausch der Stämme 1 und 2 ohne Ader-Kreuzung) miteinander verbunden.

Die NF-VS in bespulten Kabeln werden zunächst in der mittelsten Lötstelle der Spulenfelder, die in DM-Kabeln als Kondensatormuffe montiert wird, nach magnetischen Kopplungen zwischen Tonleitungen, zwischen solchen und TF-Grundleitungen



$\mathfrak{R}_{f\,1\text{-}2} = r + j\omega m$ und „Kehrwert" $\mathfrak{R}_{f\,2\text{-}1}$ bei 10 hintereinander glatt geschalteten Werklängen von je 302 m.

Bild 19. Imvierer-Fern-Nebensprech-Kopplungswiderstand.

und nötigenfalls auch bespulten NF-VS gekreuzt; die zulässigen Werte je Spulenfeld sind nach den unter 1. angegebenen Gleichungen berechnet. Die Stämme der Kabelinnenlagen kreuzt man bei Phantomausnutzung nach günstigen Widerstandsunterschieden und Mitsprechkopplungen und in der Außenlage nach günstigsten »Außenerdkopplungen«, nachdem zur Verringerung der durch die systematischen Unterschiede der Drallängen in den DM-VS bedingten komplexen Scheinwiderstandsdifferenzen die Stämme der VS systematisch vertauscht worden sind (Stellung 5 ... 8). Anschließend folgt der spulenfeldweise Widerstandsausgleich, in Sonderfällen bei Starkstrombeeinflussung nötigenfalls ein zusätzlicher Kondensatorausgleich nach besonderer Anweisung. Da bei moderner Fabrikation keine systematisch großen »Lage-Lage«-Kopplungen auftreten — zweckmäßigerweise werden zur Bestätigung dieser Voraussetzung ausreichende Stichprobenmessungen ausgeführt — werden in lagenverseilten Kabeln nur die Nebenviererkopplungen zu berücksichtigen sein und durch Kondensatoren ausgeglichen; anschließend werden die Kopplungen innerhalb der VE durch Kondensatoren auf die zulässigen Werte verringert. Falls erforderlich, werden die Betriebskapazitäten der Stämme und Phantome an die benachbarten Spulenfelder durch Kondensatoren angeglichen (Längsausgleich) → Pupinleitung. Die in den modernen Spulensätzen vorhandenen Kopplungen sind so klein, daß an den Spulenpunkten keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind und die Spulen systematisch in ungeradzahligen Punkten mit gekreuzten Adern des Stammes 2 (Stellung 3) und in geradzahligen Punkten mit gekreuzten Adern des Stammes 1 (Stellung 2) eingespleißt werden können.

3.2. Der Ausgleich der NN-Kopplungen in der Nähe der TF-Verstärker und der FN-Kopplungen für das ganze Verstärkerfeld erfolgt möglichst durch Kreuzen der Adern der betroffenen Stämme anhand der ermittelten Kopplungsvektoren im gesamten TF-Band. Falls das aber keine ausreichenden a_n- bzw. a_f-a-Werte ergibt, werden Gegenkopplungen aus Kondensatoren und g. F. zusätzlichen Widerständen in möglichst wenigen Punkten, vorwiegend in zwei TF-Kondensatormuffen, die etwa $^1/_4$ der Verstärkerfeldlänge von jedem Verstärker entfernt liegen, eingebaut; bei modernen TF-Kabeln für einen Übertragungsbereich bis 552 kHz (V 120) kommt man mit einer Kondensatormuffe, die ein vorgefertigtes Kontaktfeld für alle denkbaren Kopplungskombinationen [bei n Grundleitungen $\frac{n}{2}(n-1)$ Stück] enthält, aus, weil die vorgeschriebene größte Phasenmaßdifferenz zwischen den Stämmen von 30° je 18 km eingehalten wird.

3.3. Obwohl ein Phasentausch koaxialer Leitungen an den Verstärkerpunkten genau gleich langer Verstärkerfelder theoretisch eine gute Kompensation der FN-Kopplungen ermöglicht, wird i. a. von einem Vertauschen von Innen- und Außenleitern abgesehen, weil bei hochpaarigen Koaxialkabeln besondere Kreuzungspläne (entsprechend wie bei den Blankdrahtfreileitungen) erforderlich würden und die in der Fabrikation mühelos erreichbaren R_k'-Werte bereits genügend klein sind.

Literatur: K. Küpfmüller, Über das Nebensprechen in mehrfachen Fernsprechkabeln und seine Verminderung, Archiv für Elektrotechnik XII. Bd., 1923, Heft 2, S. 160 — R. Dunand, Contribution à la théorie des câbles téléphoniques à paires combinables étude de la diaphonie, Revue générale de l'Electricité, Okt./Nov. 1926 — A. Rosen, La diaphonie entre circuits sur les câbles téléphoniques à charge continue, Journal Télégraphique de Berne, Juni/Sept. 1927 — W. Doebke, Das Nebensprechen in Fernsprechkabeln, Elektrische Nachrichten-Technik 1931, Heft 2 — H. Ochem, Der Kopplungswiderstand koaxialer Leitungen, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 48, 1936, S. 182 — S. A. Shelkunoff, The electromagnetic theory of coaxial transmission lines and electrical shields, The Bell System Technical Journal, April 1937 — S. A. Shelkunoff und T. M. Odarenko, Crosstalk between coaxial transmission lines, The Bell System Technical Journal 1937 — K. Herz und G. Pleuger, Nebensprechbedingungen in Fernsprechkabeln mit trägerfrequenter Ausnutzung, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Jahrgang 1938, S. 87 — H. P. Booth und T. M. Odarenko, Crosstalk between coaxial conductors in cable, The Bell System Technical Journal, Juli 1940 — V. Susani und Haselhorst, Grundwerte des Nebensprechens in Fernsprech- und Rundfunkkreisen, Europäischer Fernsprechdienst 1940, Heft 54, S. 19, Heft 55, S. 207 — H. Schmid, Entstehung und Wesen des Nebensprechens zwischen Fernsprechleitungen, Der Fernmelde-Ingenieur 1941, Heft 11 — H. Schmid, Die Technik des Nebensprechausgleiches bei Fernsprechkabeln, Der Fernmelde-Ingenieur 1943, Heft 4 und 5 — N. Baranov, Influence des pas de torsion sur l'inductance mutuelle entre deux paires spiralisées d'une voie de transmission téléphonique, Revue générale de l'Electricité, Juni 1943 — H. Kaden, Die elektromagnetische Schirmung in der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik, Springer-Verlag, Berlin 1950 — L. J. E. Kolk, Het balanceren van draggolfkabels voor 48-kanalsystemen, Het P. T. T., Bedrijf, Aug. 1950 — J. Bourseaux und H. Sandvijy, Problèmes de diaphonie et choix des pas de câblages des circuits téléphoniques, Bulletin technique d'information de Sotelee, Juli 1955 — W. Klein, Die Theorie des Nebensprechens auf Leitungen, Springer-Verlag, Berlin 1955 — Tr. Stephan, Der Ausgleich von trägerfrequent betriebenen Leitungen in Kabeln, der Fernmelde-Ingenieur 1956, Heft 11 — Tr. Stephan und F. Schnürlein, Der Nebensprechausgleich von Fernmeldekabeln im Trägerfrequenzbereich, Telefunkenzeitschrift 1957 — H. Kaden, Wirbelströme und Schirmung in der Nachrichtentechnik, Springer-Verlag, Berlin 1959 — H. Martin, Beitrag zur Klärung des Entstehungsmechanismus des Nebensprechens in symmetrischen Kabelanlagen, Dissertation Technische Hochschule Hannover 1960 — W. Klein, Über den Entstehungsmechanismus des Nebensprechens symmetrischer Leitungen, Archiv der Elektrischen Übertragung 16, 1962, S. 525 — H. Kaden, Die Wechselwirkung zwischen zwei gekoppelten Leitungen bei beliebigen Betriebsbedingungen, Archiv für Elektrische Übertragung 16, 1962, S. 479 — H. Kaden und H.-E. Martin, Das Nebensprechen über dritte Leitungen in vielpaarigen Kabeln bei stochastischer Kopplungsverteilung, Archiv für Elektrische Übertragung 19, 1965, S. 350.

Seil

Nebensprechkopplung → Nebensprechen.

Nebenstelle ist Bestandteil eines → Nebenanschlusses; wenn es sich um einen Fernsprechnebenanschluß handelt, umfaßt die N. die Sprechstelleneinrichtung und die daselbst etwa vorhandene(n) Zusatzeinrichtung(en). Je nachdem ob die N. im selben Ortsnetz oder in einem anderen Ortsnetz wie ihre Hauptstelle (H.) liegt, bildet sie zusammen mit der Nebenanschlußleitung und dem Anschlußorgan einen Regel- oder einen Ausnahmenebenanschluß. N. von Reihenanlagen nennt man auch Reihennebenstellen; diese können — ebenso wie N. von Nebenstellenanlagen (NStAnl) mit Vermittlungseinrichtung — amtsberechtigt oder nichtamtsberechtigt sein. Befindet sich eine N. auf einem anderen (nicht unmittelbar an das erste Grundstück grenzenden) Grundstück (oder

bei großen Grundstücken in einem anderen Gebäude) als die H., spricht man von außenliegender N. Im allgemeinen sind außenliegende N. mittels posteigener Leitung mit der H. zu verbinden — auch wenn die NStAnl teilnehmereigen oder privat ist. In NStAnl mit Vermittlungseinrichtung erhalten die N. einen gewöhnlichen Tisch- oder Wandapparat; wo es technisch nötig ist, wird ein Sprechapparat mit eingebauter (Erd-)Taste angebracht. Nichtamtsberechtigte N. (von Wählanlagen) erhalten in der Regel einen Apparat ohne Taste. Die Verwendung von Sprechapparaten besonderer Art bei N. ist möglich. Bei Wählanlagen können 2 (außenliegende) N. über eine gemeinsame Nebenanschlußleitung mit den anderen Sprechstellen der Wählanlage und ggf. des öffentlichen Fernsprechnetzes verkehren (Zweiernebenanschluß). Durch die Anschaltung von Zweiernebenanschlüssen darf jedoch die für die Baustufe festgesetzte Gesamtzahl der Sprechstellen nicht überschritten werden. Außenliegende N. von Reihenanlagen erhalten zur Kosteneinsparung einen Sprechapparat, der über eine zweiadrige Nebenanschlußleitung an die Einrichtung zur Anpassung (Vermittlungseinrichtung) von Außennebenstellen herangeführt wird. An eine N. können weitere N. (Zweitnebenstellen) angeschlossen werden. *Breidt*

Nebenstelle (Telex) mit Lochstreifenkopplung. In großen Nebenstellenanlagen werden ankommende Nachrichten grundsätzlich auf der mit einem angebauten Empfangslocher versehenen Fernschreibmaschine mittels Lochstreifen aufgenommen. Lochstreifen sodann geschnitten und Nachricht an die zutreffende Nebenstelle mit einem Lochstreifensender weiterübermittelt. Abgehender Verkehr ins Tx-Netz kann halb- und vollautomatisch abgewickelt werden. Ist Telexanschluß besetzt, wird Nachricht von einem Lochstreifenempfänger in der Hauptstelle entgegengenommen. Lochstreifen nach Empfängern sortiert, ggf. zusammengeklebt und dann in Lochstreifensender eingelegt; Nachrichten übermittelt.

Nebenstelle (Telex) im System TW 39 mit direkter Durchschaltung. Tx-Nebenstellen haben ähnliche Bedingungen zu erfüllen wie die Einrichtungen der Fernsprechtechnik. Durch eine zusätzliche Wählziffer kann eine Tx-Nebenstelle über den mit einem Durchwahlzusatz ausgerüsteten VW der Tx-Wählvermittlungseinrichtung (Hauptanschluß) aus dem Tx-Netz direkt angesteuert werden. Derartige Anrufe haben Vorrang, d. h. bei einer etwa bestehenden Internverbindung wird der Anschluß nach 3 s zum anrufenden Tx-Teilnehmer durchgeschaltet. Bei besetzter Nebenstelle kann die Hauptstelle als »Überlaufplatz« das Fernschreiben entgegennehmen (ebenfalls vollautomatische Durchschaltung). Bedienungskräfte von Fernschreibmaschinen in Tx-Nebenstellenanlagen haben die Berechtigung, Telexanschlüsse anzuwählen und dort Fernschreiben abzusetzen, Nebenstellentechnik wenig verbreitet, weil Fernverkehr größer als Internverkehr und daher — nicht zuletzt wegen des Gebührenaufkommens — dem Hauptanschluß der Vorzug gegeben wird.

Nebenstellenanlagen. An Hauptanschlüsse können (durch Nebenanschlußleitungen) weitere Sprechapparate als Nebenstellen (Nst) angeschlossen werden. Die Nebenanschlüsse bilden zusammen mit der → Hauptstelle (Hst) die N. Die N., die neben der Hst eine oder mehrere Nst umfassen können, werden über eine oder mehrere Amtsleitungen mit dem öffentlichen Netz verbunden. An einen Zweieranschluß kann (nur) eine amtsberechtigte NSt angeschlossen werden — und das nur, wenn der Gemeinschaftsanschluß dadurch nicht überlastet wird. In fernmelderechtlicher Hinsicht sind zu unterscheiden: posteigene N., teilnehmereigene N. und private N. Posteigene N. werden wie Hauptanschlüsse von der DBP errichtet und dem Antragsteller gegen eine laufende monatliche Gebühr überlassen. Sie werden von der DBP instand gehalten und entstört und bleiben ihr Eigentum. Es besteht eine Mindestüberlassungsdauer, vor deren Ablauf der Teilnehmer (Tln) die N. nicht ohne weiteres aufgeben kann; die Mindestüberlassungsdauer bei posteigenen N. beträgt 5 oder 10 Jahre. Als teilnehmereigene N. gibt die DBP nur neue Anlagen ab, die von der DBP eingerichtet und dem Tln gegen Erstattung der Kosten für die Herstellung (bzw. Erweiterung oder Änderung) übereignet werden. Grundsätzlich kann eine teilnehmereigene N. nur in ihrem ganzen Umfang als solche eingerichtet werden; dabei müssen jedoch Nebenanschlußleitungen nach anderen Grundstücken, die in Linien der DBP geführt werden, posteigen sein. Gebrauchte Fernsprecheinrichtungen, die dem Tln gehören, können auf Antrag für eine teilnehmereigene Anlage (des betreffenden Tln) wiederverwendet werden. Kosten, um diese Einrichtungen ggf. in brauchbaren Zustand zu versetzen, und Kosten für die Einschaltung hat der Tln — als Einrichtungs- oder Änderungsgebühren — zu entrichten. Unterhaltung, Entstörung, (Teil-) Erneuerungen und Erweiterungen nimmt die DBP wahr. Ausnahmsweise kann die Oberpostdirektion (OPD) zulassen, daß eine teilnehmereigene N. durch Angestellte des Tln instand gehalten wird; dann werden laufende Gebühren wie bei privaten N. erhoben. Wenn es der Fernsprechbetrieb erfordert, kann die DBP verlangen, daß teilnehmereigene N. ganz oder teilweise erneuert oder geändert werden. Bei Änderung oder Aufgabe einer teilnehmereigenen N. entbehrlich gewordene Fernmeldeeinrichtungen können von der DBP zum Zwecke der Wiederverwendung gegen Vergütung zurückgenommen werden.

Private N. werden von zugelassenen, privaten Unternehmern als Miet- oder Kaufanlagen eingerichtet und mit Genehmigung der DBP an das öffentliche Fernsprechnetz (ö. F.) angeschlossen. Über die Zulassung eines Unternehmers zur Herstellung und Instandhaltung privater N. entscheidet das Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ) aufgrund der bei den OPDn eingehenden Anträge. Die wichtigsten Zulassungsbedingungen sind Fachkenntnisse der Fernsprechtechnik und Kenntnisse der Bestimmungen der DBP und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und die ausreichende (werkstattmäßige) Ausrüstung des Unternehmers für Arbeiten an Fernsprechnebenstellenanlagen. Näheres

hierüber in den Verwaltungsanweisungen zu § 27 der Fernsprechordnung. Vor Anschaltung an das ö. F. werden private N. abgenommen, um sicherzustellen, daß die fernmelderechtlichen, technischen und verwaltungsmäßigen Voraussetzungen für die Anschaltung gegeben sind. Um die Einschaltung nicht zu verzögern, ist die Genehmigung zur Anschaltung rechtzeitig — mindestens drei Wochen vorher — bei der zuständigen Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen zu beantragen. Die Abnahme führt die → Abnahmestelle für private Fernmeldeeinrichtungen durch. Der Inhaber einer privaten N. ist verpflichtet, durch Abschluß eines Wartungsvertrages mit einem zugelassenen Unternehmer dafür zu sorgen, daß seine Anlage sachkundig gepflegt, planmäßig geprüft, entstört und wenn nötig überholt wird. Es genügt nicht, daß lediglich Störungen von Fall zu Fall unverzüglich behoben werden. Veraltete Anlagen sind auf Verlangen der DBP zu ändern oder zu erneuern; das gleiche gilt, wenn der Betrieb bei der Vermittlungsstelle eine Änderung der privaten N. erfordert. Kommt der Tln den vorgenannten Pflichten innerhalb einer von der DBP bestimmten Frist nicht nach, darf die DBP die private N. vom ö. F. abschalten. Im Amt dürfen durch Arbeiten zur Instandhaltung, Erneuerung oder Änderung der privaten N. keine Störungen entstehen. Um eine einwandfreie Störungseingrenzung und den eigenen Instandhaltungsdienst bei den Hst zu ermöglichen, bringt die DBP posteigene Prüfeinrichtung und Sprechapparate an. Über diese sog. Postprüfapparate kann eine Sprechverbindung zum Amt aufrechterhalten werden, wenn die gesamte N. gestört ist (→ Fachbeamter für Nebenstellenanlagen).

Betriebliche Möglichkeiten bei N. sind im wesentlichen:

a) Der Internverkehr zwischen den Sprechstellen einer N. ist gebührenfrei; deshalb ergeben sich hohe Gesprächszahlen je Anschluß bei kurzer durchschnittlicher Gesprächsdauer. b) Die Amtsleitung einer N. kann einer großen Zahl von Sprechstellen zugänglich gemacht werden. c) Orts- oder Ferngespräche können von der Abfragestelle angekündigt werden. Bei besetzter Nebenstelle ist eine Benachrichtigung möglich. d) Bei Amtsgesprächen kann Rückfrage zu anderen Sprechstellen gehalten werden und das Amtsgespräch durch Umlegen weitergegeben werden.

Im einzelnen sind die Leistungsmerkmale der verschiedenen Nebenstellenanlagen in den → Ausstattungsvorschriften als Regel- und Ergänzungsausstattung enthalten.

Gliederung: Bei den N. werden als Hauptgruppen die Anlagen mit Vermittlungseinrichtungen und Reihenanlagen unterschieden.

Anlagen mit Vermittlungseinrichtungen werden unterteilt in:

a) N. mit handbedienten Vermittlungseinrichtungen (kleine Vermittlungseinrichtungen, Glühlampenschränke u. dgl.), bei denen alle Verbindungen von Hand hergestellt werden: → Nebenstellenanlagen, handbediente, b) N. mit selbsttätigen Vermittlungseinrichtungen (→ Nebenstellenanlagen, Wähl-), bei denen die Verbindungen innerhalb der Anlage durch Wählen hergestellt werden, die Vermittlungsstelle unmittelbar durch Wählen oder unter Mitwirken der Abfragestelle erreicht werden kann und der ankommende Verkehr in der Regel durch die Abfragestelle weitergeleitet wird, c) N. mit Durchwahl zu den Nebenstellen; das sind Wähl-Nebenstellenanlagen, bei denen zusätzlich vom Anrufer über die Amtsleitung zu den Nebenstellen durchgewählt werden kann: → Durchwahl-Nebenstellenanlagen.

In → Reihenanlagen sind alle Amtsleitungen an alle amtsberechtigten Reihenstellen herangeführt, und die Verbindungen innerhalb der Anlage werden bei den einzelnen Reihenstellen hergestellt. Hierzu kommen noch die nur als → Zweitnebenstellenanlagen vorgesehenen → Vorzimmeranlagen mit mindestens zwei Anschlußleitungen und zwei und mehr Sprechstellen sowie die → Wähl-Unteranlagen, die keine Abfragestelle haben und den mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen entsprechen. Zum Abfragen von mehreren Leitungen können Makleranlagen als Mehrfachabfrage-Nebenstellenanlagen eingerichtet werden. N. müssen vollständig sein, d. h., sie müssen eigene Einrichtungen für die Herstellung der Amtsverbindungen in abgehender und ankommender Richtung und für die Gespräche innerhalb der N. in ausreichendem Umfang haben. Bei allen N. muß die Hauptstelle mit jeder Nebenstelle verbunden und jede amtsberechtigte Nebenstelle an jede in ankommender Richtung betriebene Amtsleitung angeschaltet werden können, wobei für gemeinsame N. verschiedener Teilnehmer und Reihenanlagen mit zwei und mehr Amtsleitungen Ausnahmen zulässig sind. Die Amtsleitungen einer N. dürfen nicht miteinander verbunden werden. Bei Nebenstellenanlagen ist neben der Nummernschalterwahl auch in begrenztem Umfange die Tastenwahl zulässig: Tastenwahl in → Nebenstellenanlagen. Damit die Zusammenarbeit zwischen N. und Vermittlungsstelle sichergestellt ist, gelten besondere → Vorschriften für die Zeichengabe und → Dämpfungsvorschriften für Teilnehmereinrichtungen.

Dienstliche Nebenstellenanlagen, Dienstvermittlungen sind posteigene N. bei Dienststellen der DBP. Als dienstliche N. werden grundsätzlich N. im Rahmen der Ausstattungsvorschriften eingesetzt. Eventuelle Abweichungen ergeben sich aus dem unmittelbaren Verwendungszweck als dienstliche N., z. B. Einrichtung einer dienstlichen N. ohne Stromversorgungseinrichtung, wenn die Stromversorgungseinrichtung der Vermittlungsstelle mitbenutzt werden kann oder unmittelbarer Anschluß der Durchwahlamtsleitungen an die Gruppenwahlstufe der Vermittlungsstelle ohne Zwischenübertragungen (»3-adrige« Leitungsführung: → Durchwahl-Nebenstellenanlagen), wenn die dienstliche N. sich im Raum der Vermittlungsstelle oder auf deren Grundstück befindet. Keine N. in technischer Hinsicht sind die Vermittlungseinrichtungen für öffentliche Sprechstellen

bei Postämtern (VÖPA), die den Anschluß von Fernsprechapparaten in Fernsprechhäuschen oder -zellen in Postämtern an Amtsleitungen bei gleichzeitiger Gebührenerfassung ermöglichen (Fernsprechzellenvermittlung). Ebenso sind die Vermittlungen für den technischen Betriebsdienst (Betriebsvermittlungen) zur Vereinfachung der überbezirklichen Entstörung mit einheitlicher Rufnummer, die im öffentlichen Fernsprechnetz über besondere Betriebs-Gruppenwähler der Vermittlungsstelle erreichbar sind, in technischer Hinsicht keine Nebenstellenanlagen. Bei den Betriebsvermittlungen mit bis zu 12 Anschlußleitungen, 90 Sprechstellen und 8 Innenverbindungssätzen in ESK-Technik handelt es sich um Vermittlungen ähnlich den mittleren Wähl-Nebenstellenanlagen, jedoch mit Durchwahl zu den Sprechstellen und zusätzlichen Merkmalen wie Rufnummernumordnung und besonderer »Einmann«-Umlegetechnik. Sind größere Vermittlungen erforderlich, werden umgewandelte große Wähl-Nebenstellenanlagen eventuell als Kombination mit dienstlichen N. eingesetzt. *Breidt/Paul*

Nebenstellenanlagen, handbediente. Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit handbedienten Vermittlungseinrichtungen sind → Nebenstellenanlagen, bei denen alle Verbindungen von Hand hergestellt werden. N. werden geliefert als:

1. Kleine Vermittlungseinrichtungen der Baustufe 1/1 (früher »handbedienter Zwischenumschalter«, mit einem Anschlußorgan für Amtsleitungen und einem Anschlußorgan für Nebenstellen), 1/2, 1/5 und 2/10, wobei die Baustufe 2/10 um einen zweiten Innenverbindungssatz erweitert werden kann. 2. Glühlampenschränke der Baustufe: A zu 2/10/1, erweiterungsfähig auf 3/30/3, B zu 3/30/3, erweiterungsfähig auf 5/50/5 und C zu 5/50/5, erweiterungsfähig auf 10/100/10, d.h., der Mindestausbau der Baustufe A sieht vor: 2 Anschlußorgane für Amtsleitungen, 10 Anschlußorgane für Nebenstellen und 1 Innenverbindungssatz (Schnurpaar). Größere Glühlampenschrankanlagen können durch Nebeneinanderstellen von mehreren Glühlampenschränken der Baustufe C gebildet werden. Zum Teil gibt es noch nach der Kennzeichnung des Anrufes Klappenschränke und Rückstellklappenschränke; diese werden jedoch von der DBP nicht mehr beschafft.

Die kleine Vermittlungseinrichtung der Baustufe 1/1 dient zum Anschluß einer Hauptstelle und einer Nebenstelle an die Amtsleitung. Von den beiden Sprechstellen ist gegenseitiger Sprechverkehr und Sprechmöglichkeit über die Amtsleitung möglich. Amtsverbindungen für die Nebenstellen werden bei der Hauptstelle (Abfragestelle) vermittelt. Rückfrage und Umlegen von Amtsverbindungen sowie Nachtschaltung der Amtsleitung ist in der Anlage enthalten. Bei den kleinen Vermittlungseinrichtungen der Baustufen 1/2, 1/5 und 2/10 erfolgt die Herstellung der Verbindungen bei der Abfragestelle durch Betätigen von einrastenden Drucktasten, die nach Gesprächsschluß selbsttätig auslösen. Amts-, Innen- und Rückfragegespräche sind geheim. Die Anlagen haben alle Merkmale von neuzeitigen Nebenstellenanlagen, z. B. auch Sprechmöglichkeit mit der Vermittlungsstelle bei Netzausfall; als Ergänzungsausstattung ist eine Gebührenerfassungseinrichtung mit Rückstellzähler bei der Abfragestelle vorgesehen. Die Vermittlungseinrichtungen bestehen aus Tischgehäusen mit den eingebauten Relais und dem Gleichrichtergerät. Bei den Glühlampenschränken wird für die Amtsverbindungen zwischen Einschnurprinzip (Amtsleitung auf Einschnurstöpsel) und Zweischnurprinzip (Amtsleitung auf Klinke) unterschieden. Im Internverkehr ist immer das Zweischnurprinzip vorgesehen. Ein Glühlampenschrank enthält alle für die Bedienung erforderlichen Schaltmittel. Die Baustufen A und B sind im allgemeinen in Tischgehäusen, die Baustufe C in Standschränken untergebracht. *Paul*

Nebenstellenanlagen, Stromversorgungseinrichtungen von Fernsprech-N. Die Stromversorgung von Nebenstellenanlagen erfolgt im allgemeinen aus dem Wechselstromnetz über ein oder mehrere Gleichrichtergeräte. Die nach der Regelausstattung (→ Ausstattungsvorschriften) vorgeschriebenen Gleichrichtergeräte müssen so bemessen sein, daß sie für den batterielosen Betrieb der jeweiligen Nebenstellenanlage ausreichen.

Für die Vermittlungseinrichtungen mit festem Ausbau (kleine handbediente Vermittlungseinrichtungen, kleine Wähl-Nebenstellenanlagen usw.) muß das im Rahmen der Regelausstattung gelieferte Gleichrichtergerät so bemessen sein, daß es für den Betrieb der Regelausstattung der vollbeschalteten Anlage ausreicht. Entsprechend muß das Gleichrichtergerät bei erweiterbaren Vermittlungseinrichtungen mit festem Endausbau (Glühlampenschränke, mittlere Wähl-Nebenstellenanlagen, mittlere Wähl-Unteranlagen usw.) unabhängig vom jeweiligen Ausbau der Anlage für den Betrieb der Regelausstattung im Endausbau der betreffenden Baustufe ausreichen. Bei Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe II G kann die Stromversorgungseinrichtung auf konstruktive Einheiten der Anlage (z. B. Schränke) aufgeteilt sein und bei entsprechender Erweiterung der Anlage hinzugefügt werden.

Bei Reihenanlagen ist das Gleichrichtergerät der Regelausstattung ebenfalls für den Betrieb der Regelausstattung im Endausbau der betreffenden Ausführung zu bemessen. Bei Minderausbau darf auf Wunsch des Teilnehmers auch ein Gleichrichtergerät mit entsprechend geringerer Nennstromstärke verwendet werden, um in Einzelfällen — wenn der Endausbau der Anlage nicht erreicht wird — beispielsweise mit einem kleineren Gleichrichtergerät eine Unterputzmontage zu ermöglichen.

Liegt die Nennstromstärke eines Gleichrichtergerätes der Regelausstattung über dem Strombedarf der Regelausstattung, darf die Stromreserve für den Betrieb von Einrichtungen der Ergänzungsausstattungen, Zusatzeinrichtungen, privaten Sondereinrichtungen und Sprechapparaten besonderer Art mitbenutzt werden. Übersteigt der Strombedarf für die Regelausstattung und die vorgesehenen Einrichtungen der Ergänzungsausstattung usw. die Nennstromstärke des

für die Regelausstattung vorgesehenen Gleichrichtergerätes, so ist die Stromversorgungseinrichtung entsprechend zu ergänzen, z. B. durch Gleichrichtergeräte höherer Nennstromstärke, durch Parallelschaltung von Gleichrichtergeräten oder durch besondere Stromversorgungseinrichtungen. Dabei gelten Mehrleistungen, die gegenüber der Regelausstattung zu erbringen sind, als Ergänzungsausstattung. Als Mehrleistungen gelten u. a.

Mehrleistungen für zusätzlichen Strombedarf der Einrichtungen der Ergänzungsausstattungen, Zusatzeinrichtungen usw., Mehrleistung, wenn die Stromversorgung auf Wunsch des Teilnehmers auf mehrere parallelgeschaltete Gleichrichtergeräte aufgeteilt wird, Mehrleistung wegen der zusätzlichen Verwendung von Batterien, z. B. für Einrichtungen zum Anschalten und Laden von Batterien, für die Stromversorgung der Nebenstellenanlage bei Ausfall der Stromversorgung aus den Gleichrichtergeräten.

Für Vermittlungseinrichtungen der Baustufe III (große Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W ohne und mit Durchwahl, große Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III S, große Wähl-Unteranlagen) wird die Größe des Gleichrichtergerätes aus der Anzahl der Einrichtungen und dem Stromwert je Einheit als Gesamtstromwert der Regelausstattung und Gesamtstromwert der Ergänzungsausstattung usw. unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,7 ermittelt. Eventuell zusätzlich auf Wunsch des Teilnehmers bereitgestellte Batterien für Bereitschaftsparallelbetrieb oder Umschaltebetrieb werden nach den jeweils gegebenen Erfordernissen bemessen.

Für Stromversorgungseinrichtungen mit Gleichrichtergerät und Batterien für Pufferbetrieb, d. h., wenn das Gleichrichtergerät bei Betrieb mit Batterien seiner Nennstromstärke nach nicht für den batterielosen Betrieb der jeweiligen Nebenstellenanlage ausreicht, bedarf es für neu einzurichtende Nebenstellenanlagen der Genehmigung des FTZ; diese Genehmigung wird nur erteilt, wenn der Teilnehmer nachweist, daß er eine Batteriereserve benötigt, die mit den normalen Mitteln des Bereitschaftsparallelbetriebes oder des Umschaltebetriebes nicht gegeben ist. Beim Pufferbetrieb beträgt die Mindestgröße der Batterie in Ah das 8fache des mit dem Faktor 0,7 bewerteten Stromwerts der Nebenstellenanlage. Der Ladestrom (in A) des zur Batterie gehörenden Gleichrichtergerätes soll mindestens $^1/_{20}$ der gewählten Nennkapazität sein.

Alle Einrichtungen zur Stromversorgung einer Nebenstellenanlage müssen den VDE-Bestimmungen entsprechen. Sie müssen doppelpolig gegen die Amtsleitung gesperrt sein. Ausgenommen sind die großen Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III W mit Durchwahl, für die besondere Vorschriften gelten. Als Norm-Spannungen für die Sprechkreise sind 24 V, 48 V und 60 V zulässig. Ob ein Pol der Stromversorgungseinrichtung und ggf. welcher mit einem Erder oder mit leitfähigen, aber nicht stromführenden Teilen der Nebenstellenanlage oder mit beiden zu verbinden ist, regelt sich nach dem für den betreffenden Fall geltenden Vorschriften. Hierzu zählen die VDE-Bestimmungen (insbesondere VDE 0800), die technischen Empfehlungen der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen, die ergänzenden Vorschriften des Fertigers usw. Die durch die Stromversorgung verursachte Geräuschspannung einer Nebenstellenanlage bei Betriebslast darf — gemessen am Fernsprechapparat — den Wert von 0,2 mV nicht überschreiten. Dies entspricht einer Geräuschspannung von 1 mV an den Ausgangsklemmen der Stromversorgungseinrichtung bei 24 V und von etwa 2 mV bei 48 bzw. 60 V. Die Messung soll mit einem Psophometer nach der CCITT-Kurve vorgenommen werden.

Die zulässigen Abweichungen einer Stromversorgungseinrichtung für Nebenstellenanlagen von der Nennspannung bei Änderung der Wechselspannung um —15 bis +10 v. H. und bei den verschiedenen Belastungsfällen wird von der technischen Ausführung der Nebenstellenanlage bestimmt. Beispielsweise sind verhältnismäßig große Abweichungen bei kleinen Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe I mit Relais als Durchschalteelement für die Sprechwege zulässig. Bei Stromversorgungseinrichtungen mit Bereitschaftsbatterie wird die Spannungskonstanz wesentlich von den Forderungen für die Erhaltungsladung der Batterie bestimmt. Für Nebenstellenanlagen mit 60 V Nennspannung gelten im allgemeinen die Vorschriften für die Stromversorgungseinrichtungen der öffentlichen Vermittlungsstellen, beispielsweise gilt als Spannungstoleranz für ein Gleichrichtergerät 60 bis 63 V; der Spannungsabfall auf der Entladeleitung darf ohne Spannungsabfall für Schalter und Sicherungen höchstens 2 v. H. betragen.

Die verschiedenen Arten, Größen und Ausführungsformen von Nebenstellenanlagen führen zu unterschiedlichen Konstruktionen bei den Gleichrichtergeräten. In Nebenstellenanlagen werden einfache, gesteuerte und geregelte Geräte ohne und bei Bedarf mit Bereitschaftsbatterien verwendet.

Die einfachen Geräte bestehen aus Transformator, Gleichrichter und Siebmittel. Phasengesteuerte Geräte wirken wie magnetische Spannungskonstanthalter. Die Primärwicklung eines gesättigten Transformators mit Parallelkondensator und die Primärwicklung eines ungesättigten Transformators sind in Reihe geschaltet und die Sekundärwicklungen beispielsweise so zusammengeschaltet, daß ein unsymmetrisches Dreiphasensystem entsteht. Die Größe und die Phasenlage der Sekundärspannung ändern sich dabei so, daß infolge der Mittelwertbildung bei der Gleichrichtung eine von Spannungsschwankungen des Wechselstromnetzes und von Laständerungen ausreichend unabhängige Gleichspannung entsteht.

Bei den geregelten Gleichrichtergeräten gibt es elektronisch und magnetisch geregelte Geräte. Als Stellglieder werden steuerbare Halbleiter (z. B. Siliziumstromtore) oder gleichstromvormagnetisierbare Regeldrosseln benutzt. Die Regeleinrichtung zur Erzeugung der Vergleichsspannung arbeitet auf elektronischer oder magnetischer Grundlage. Die Regelgröße wirkt über elektronische oder magnetische Verstärker auf die Stellglieder.

Die technischen Ausführungsformen der einzelnen Stromversorgungseinrichtungen für Nebenstellenanlagen entsprechen den in der Vermittlungstechnik für die Stromversorgung üblichen Einrichtungen. *Paul*

Nebenstellenanlagen, Tastenwahl. In Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl wird die Wahlinformation am Fernsprechapparat nicht mit dem Nummernschalter als Impulswahl, sondern mit Wähltasten nach Einheitswahlverfahren abgegeben. Der Einsatz von Durchschalteorganen mit relaisartigen Aufgaben anstelle von stromstoßgesteuerten Schrittschaltwählern erleichtert die Einführung der Tastenwahl, weil diese Durchschalteorgane keine Impulsreihen, sondern Markierinformationen benötigen. Für die Verbindungen zur öffentlichen Vermittlungsstelle oder über Querverbindungen zu anderen Nebenstellenanlagen mit Impulswahl sind Wahlumsetzer für Impulswahl erforderlich. Die Tastenwahl erleichtert dabei das Wählen ohne den Vorteil der schnellen Verbindungsdurchschaltung.

Nach den »Vorläufigen technischen Bedingungen für Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl (Richtlinie FTZ 12 R 1, März 1967)« ist die Tastenwahl für folgende Arten von Nebenstellenanlagen (→ Wähl-Nebenstellenanlagen) zugelassen:

1. Mittlere Wähl-Nebenstellenanlagen und mittlere Wähl-Unteranlagen: Die Tastenwahl ist ein Leistungsmerkmal der Regelausstattung (→ Ausstattungsvorschriften). Die Verbindungen werden von den angeschlossenen Sprechstellen mittels Tastenwahl hergestellt; über Querverbindungen, Abzweigleitungen usw. ist ausnahmsweise Impulswahl zulässig. 2. Große Wähl-Nebenstellenanlagen ohne und mit Durchwahl sowie große Wähl-Unteranlagen: Die Tastenwahl ist ein Leistungsmerkmal der Ergänzungsausstattung. Es müssen nicht alle Sprechstellen für Tastenwahl eingerichtet werden; beispielsweise kann eine große Wähl-Nebenstellenanlage nachträglich durch eine Tastenwahlgruppe erweitert werden.

Wähl-Unteranlagen mit Tastenwahl dürfen vorerst nur an Wähl-Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl angeschlossen werden. An Nebenstellenanlagen mit Tastenwahl dürfen als Zweitnebenstellenanlagen mit Tastenwahl kleine und größere Vorzimmeranlagen sowie Reihenanlagen angeschlossen werden.

In den Vermittlungseinrichtungen sind für die Auswerteeinrichtungen folgende Bedingungen vorgeschrieben:

Tastenwirkdauer: In 50 ms muß ein Codezeichen richtig aufgenommen werden. Tastpause: Nach 50 ms muß die Auswerteeinrichtung für die Aufnahme eines neuen Zeichens bereit sein. Tastendruckfolge: Bei Abständen von 100 ms müssen mehrere aufeinanderfolgende Zeichen richtig ausgewertet werden.

Die für → Tastenwahlapparate vorgeschriebene Tastenanordnung und -bezifferung mit $3 \times 3 + 1$ für die Anordnung der Zifferntasten nach üblicher Zählfolge und Lesesinn (1 ... 0, links oben beginnend) mit 2 beliebig angeordneten Funktionstasten gilt bis auf weiteres nicht für Abfragestellen von Nebenstellenanlagen, Mithörapparate, Apparate für größere Vorzimmeranlagen und Sprechapparate in Sonderanfertigung.

Tastenwahlverfahren: Für die T. ist das Dioden-Erd-Verfahren und ein Mehrfrequenz-Verfahren vorgesehen.

1. Dioden-Erd-Verfahren (DEV): Die Codezeichen werden gebildet, nachdem durch Betätigen einer Taste der Schleifenstrom des Apparates unterbrochen und Erde direkt oder über Richtleiter an die a-Ader oder an die b-Ader oder an beide Adern angelegt wird. Für die Ziffern- und Funktionstasten ist ein Einheitscode vorgeschrieben. Als Umschlagszeiten der Kontakte beim Niederdrücken bzw. Loslassen der Taste gelten die Werte 5 bzw. 10 ms am Anfang bzw. Ende der Betätigung. Die Auswerteeinrichtung in der Vermittlungseinrichtung erkennt schnell die unterschiedlichen Schaltzustände bei der Tastenbetätigung und gibt die Wahlinformation zur weiteren Verwertung an einen Speicher ab. Die Schaltzustände bei der Sprechstelle während der Wahl werden im allgemeinen mit einem Gleichspannungs-Parallel-Stufencode abgefragt. Dabei gibt es die Merkmale: Tastung des als Bezugspunkt im Sprechapparat dienenden Erdpotentials direkt oder über Richtleiter, Signalübertragung, 2adrig über die Sprechadern und in der Auswerteeinrichtung Abfragen der Wahlinformation mit wechselnden Potentialen in 2 Zeitstufen. Als Beispiel wird der Code für die Erdtastenbetätigung angegeben: Erdpotential an a- und b-Ader bei allen Abfragezeiten, was der bisherigen Regelung für die Erdtastenbetätigung in Impulswahl-Nebenstellenanlagen entspricht.

2. Mehrfrequenz-Verfahren (MFV): Zur Übertragung der Wahlinformation kann in bestimmten Fällen ein MFV verwendet werden. Das MFV für Hauptanschlüsse soll in Nebenstellenanlagen weitgehend übernommen werden. *Paul*

Nebenstellenanlagen, Wähl- (W.). Bei den Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit selbsttätigen Vermittlungseinrichtungen werden alle Verbindungen innerhalb der → Nebenstellenanlage als Innen- oder Hausverbindungen selbsttätig hergestellt. Die Vermittlungsstelle wird unmittelbar durch Wählen oder unter Mitwirken der → Abfragestelle erreicht und der ankommende Verkehr zur W. weitergeleitet. Bei → Durchwahl-Nebenstellenanlagen mit Durchwahl zu den Nebenstellen kann zusätzlich vom Anrufer über die Amtsleitung zu den Nebenstellen durchgewählt werden. W. ohne Abfragestelle gibt es als → Wähl-Unteranlagen.

Gliederung: Die W. werden nach ihrer Größe eingeteilt: 1. Kleine W. zu einer Amtsleitung und eine bis neun Nebenstellen mit den Baustufen 1/1, 1/2, 1/3, 1/5 und 1/9/2. Dabei geben die Zahlen den Ausbau an, z. B. 1/9/2 bedeutet 1 Amtsleitung, 9 Nebenstellen — mit der Abfragestelle insgesamt 10 Sprechstellen —, 2 Innenverbindungswege oder -sätze; die Zahl der Innenverbindungssätze wird nur angegeben, wenn mehr als 1 Innenverbindungssatz vorgesehen ist. 2. Mittlere W. zu 2 bis 10 Amtsleitungen und 10 bis 100 Nebenstellen mit den Baustufen

II A (2/10/2), II B/C (Mindestausbau 2/15/2 — Endausbau 3/25/3), II D (3/25/3 — 5/25/4), II E (3/30/4 — 5/50/6), II F (3/30/4 — 8/50/6), und II G (5/50/5 — 10/100/12). Bei den Anlagen der Baustufen II B/C bis II G ist eine Erweiterung vom Mindestausbau bis zum Endausbau nach Wahl um je 1 Anschlußorgan für Amtsleitungen, 10 Anschlußorgane für Nebenstellen bzw. 1 Innenverbindungssatz vorgesehen. Die Zahl der Innenverbindungssätze muß jeweils 10 v.H. der eingebauten Anschlußorgane für Nebenstellen betragen, bei 40 Anschlußorganen jedoch mindestens fünf. 3. Große W. zu fünf Amtsleitungen, 50 Nebenstellen und 5 Innenverbindungssätze der Ausführung III W und III S mit unbegrenzter Erweiterungsfähigkeit nach Wahl um je ein Anschlußorgan für Amtsleitungen, 10 Anschlußorgane für Nebenstellen und 1 Innenverbindungssatz. Anstelle der Ausführung III W mit unbegrenzter Erweiterungsfähigkeit ist mit Einverständnis des Teilnehmers auch eine Ausführung III W mit einem Endausbau von 40 Amtsleitungen, 400 Nebenstellen und 48 Innenverbindungssätzen zulässig. Die Vermittlung ist so zu bemessen, daß gleichzeitig geführt werden können: abgehende Amtsgespräche auf allen nur für sie vorgesehenen Amtsleitungen und auf der Hälfte der Zahl der doppelt gerichteten Amtsleitungen, ankommende Amtsgespräche auf allen nur für sie vorgesehenen Amtsleitungen und auf der Hälfte der Zahl der doppelt gerichteten Amtsleitungen, 10 v.H. Innengesprächen bei Anlagen bis zu 100 Nebenstellen und 8 v.H. Innengesprächen bei größeren Nebenstellenanlagen.

Große W. der Ausführung III W können ohne und mit Durchwahl eingerichtet werden.

Leistungsmerkmale: Von den zahlreichen Leistungsmerkmalen, die nach den → Ausstattungsvorschriften für W. als Regel- und Ergänzungsausstattung vorgesehen sind, sollen einige für eine mittlere W. mit Drehwählern kurz erläutert werden.

Innenverbindungen selbsttätig: Innen- oder Hausverbindungen werden durch Wahl der entsprechenden Rufnummer hergestellt. Durch Abheben des Handapparats bei einer Nebenstelle läuft ein freier Anrufsucher an und stellt sich auf den Wählerschritt dieser Nebenstelle ein. Die Nebenstelle erhält aus einem Relaissatz Speisestrom und als Aufforderung zur Wahl den internen Wählton. Der Nebenstellen-Benutzer wählt die Rufnummer der gewünschten Nebenstelle. Dabei wird der Speisestrom impulsmäßig unterbrochen und der Drehmagnet des Leitungswählers veranlaßt, sich auf die gerufene Nebenstelle einzustellen. Ist die angewählte Nebenstelle frei, so erhält sie Rufwechselstrom und der Anrufer Freiton. Nach dem Melden der angerufenen Nebenstelle wird Ruf und Freiton abgeschaltet und die Verbindung zwischen den beiden Nebenstellen durchgeschaltet. Die Innenverbindung ist hergestellt. Die beteiligten Wähler mit Relaissatz stellen den Innenverbindungssatz dar.

Abgehende Amtsverbindungen selbsttätig: Den halbamtsberechtigten Nebenstellen werden die Amtsleitungen von der Abfragestelle zugeteilt. Amtsberechtigte Nebenstellen können ohne Mitwirken der Abfragestelle abgehende Amtsverbindungen selbsttätig herstellen. Die Amtsleitung kann je nach Anlagentyp von der Nebenstelle durch Kennziffernwahl oder durch Erdtastendruck belegt werden. Bei der Kennziffernwahl wird nach Abheben des Handapparats erst ein freier Innenverbindungssatz belegt. Durch Wahl der Amtskennziffer wird der Amtswähler eines freien Amtsverbindungssatzes veranlaßt, sich auf die rufende Nebenstellenleitung einzustellen. Die Nebenstelle wird über den Amtsverbindungssatz mit der abgehenden Amtsleitung für das Amtsgespräch verbunden. Die Amtsleitungen können bei belegten Innenverbindungssätzen über einen besonderen Hilfssatz erreicht werden. In Anlagen mit Belegung der Amtsleitungen durch Erdtastendruck wird ein freier Amtsverbindungssatz durch Betätigen der Erdtaste im Nebenstellenapparat über die Teilnehmerschaltung unmittelbar belegt.

Ankommende Amtsverbindungen werden an der Abfragestelle signalisiert und abgefragt. Wird die Amtsverbindung zu einer freien Nebenstelle vermittelt, so wird der gewünschte Nebenanschluß am Ausgang des Amtswählers markiert und gleichzeitig der Wähler auf den markierten Anschluß eingestellt. Zur gewünschten Nebenstelle wird Rufstrom gesendet und mit dem Abheben des Handapparats die Verbindung hergestellt. Die Abfragestelle kann die Amtsverbindung vor dem Durchschalten ankündigen, ohne daß vom Anrufer mitgehört wird; bei besetzter Nebenstelle kann → Aufschalten mit hörbarem Zeichen erfolgen.

Rückfrage bei Amtsverbindungen zu anderen Nebenstellen und zur Abfragestelle erfolgt durch Betätigen der Erdtaste bei der Nebenstelle und Wahl der gewünschten Sprechstelle. Durch erneutes Betätigen der Erdtaste erfolgt die Zurückschaltung auf die Amtsverbindung. Mit dem Druck auf die Erdtaste wird die Amtsverbindung in Wartestellung gehalten. Durch das Umschalten einer besonderen Rückfrageweiche im Amtsverbindungssatz stellt sich der Anrufsucher eines freien Innenverbindungssatzes auf die Rückfrage-Teilnehmerschaltung des Amtsverbindungssatzes ein. Die Nebenstelle erhält Wählton und steuert wie bei der Innenverbindung den Leitungswähler. Bei erneuter Betätigung der Erdtaste schaltet die Rückfrageweiche auf die noch bestehende Amtsverbindung zurück, und der Innenverbindungssatz wird freigeschaltet.

Umlegen einer Amtsverbindung zwischen amtsberechtigten Nebenstellen ohne Mitwirken der Abfragestelle: Dabei werden betrieblich 2 Verfahren angewandt. Beim »Übergeben« wird die Nebenstelle in Rückfrage angerufen, die Amtsverbindung angekündigt und der Handapparat aufgelegt. Eine Amtsverbindung kann nach einem Rückfragegespräch durch Erdtastendruck bei der in Rückfrage angerufenen Nebenstelle »übernommen« werden. Beim Übergeben läuft der Amtswähler durch das Auflegen des Handapparates auf den markierten Schritt der zweiten Nebenstelle auf. Die Rückfrageweiche des Amtsverbindungssatzes schaltet auf die noch be-

stehende Amtsverbindung zurück und die Verbindung wird zur zweiten Nebenstelle hergestellt. Innenverbindungssatz und erste Nebenstelle sind freigeschaltet. Das Umlegen läßt sich beliebig oft wiederholen. Neben dem selbsttätigen Umlegen kann eine Amtsverbindung auch mit Hilfe der Abfragestelle umgelegt werden, z. B., wenn die zweite Nebenstelle beim selbsttätigen Umlegen besetzt gefunden wird.

Technische Merkmale: In W. werden nach Größe, Fertigungsfirma usw. unterschiedliche Bauelemente eingesetzt. Nach der Art der Sprechwegdurchschaltung bei den z. Z. gefertigten W. gibt es Anlagen mit Relais (Flach- oder Ovalrelais), Drehwähler, Hebdrehwähler (HDW), Edelmetallmotordrehwähler (EMD), Koordinatenschalter, Edelmetallschnellrelais (ESK-Crosspoint) und Schutzrohrkontakt (beispielsweise Reed-, Herkon- und Multireedkontakt).

Kleine W. sind in Wandgehäusen mit eingebautem Gleichrichtergerät untergebracht. Bisher überwiegt die Zahl der Relaisanlagen mit gewöhnlichem Fernsprechrelais (Flach- oder Ovalrelais) als Durchschalte- und Funktionsrelais. Bei Innenverbindungen wird die rufende Sprechstelle nach Abheben des Handapparates an den Innenverbindungssatz angeschaltet. Durch Wahl der Rufnummer der gewünschten Sprechstelle erfolgt eine Markierung in einer Relaiszählkette und, wenn bei der angerufenen Sprechstelle der Handapparat abgehoben wird, wird der Innenverbindungssatz durchgeschaltet. Beim Aufbau von Amtsverbindungen erfolgt die Anschaltung an die Amtsleitung durch Betätigen der Erdtaste im Sprechapparat; dabei wird der Innenverbindungssatz freigeschaltet.

Mittlere W. werden als Schrankanlagen mit Drehwähler, HDW, Koordinatenschalter, Edelmetallschnellrelais (ESK-Crosspoint) oder Schutzrohrkontakte als Durchschalteelemente gefertigt. In mittleren W. erfolgt nach Abheben des Handapparats Anschaltung der Sprechstelle an einen freien Innenverbindungssatz und Übertragung des Wähltones. Bei Innenverbindungen wird die gewählte Rufnummer im Innenverbindungssatz in geeigneter Weise verwertet und die Durchschaltung zur angerufenen Sprechstelle bewirkt. Abgehende Amtsverbindungen erfolgen durch Wahl der Amtskennziffer oder durch Betätigen der Erdtaste. Ankommende Amtsverbindungen werden nach dem Abfragen bei der Abfragestelle mit besonderen Hilfsmitteln — wie Zuteiltasten zum Markieren des Amtswählerausganges — der gewünschten Nebenstelle zugeteilt. Im Bild 1 ist der Übersichtsplan einer mittleren W. in Drehwählerausführung mit Anrufsucher (AS), Leitungswähler (LW), und Amtswähler (AW) zur Erläuterung dargestellt.

Werden in mittleren W. Bauelemente mit Relaisfunktionen als Durchschalteelemente eingesetzt, so erfolgt die Steuerung beim Verbindungsaufbau nicht wie bisher direkt in Abhängigkeit von den Nummernschalterimpulsen, sondern indirekt unter Verwendung von Speicher- und Markiereinrichtungen, die die Nummernschalterinformation aufnehmen und auswerten. Um die Zahl der Koppelelemente bei diesen Anlagen möglichst niedrig zu halten, werden mehrstufige Zwischenleitungen eingesetzt. Bei neuen Anlagen hat sich die Einschubbauweise teilweise mit neuzeitlichen Verdrahtungsverfahren (geätzte und geschriebene Schaltungen sowie Mattenverdrahtung) und die Anwendung von Halbleitern und anderen elektronischen Bauelementen durchgesetzt.

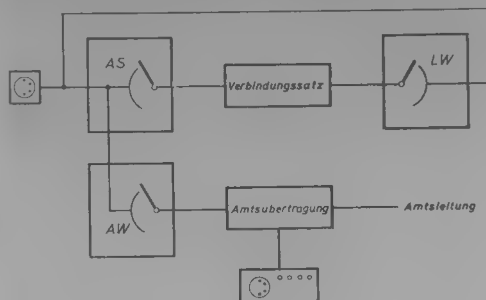


Bild 1. Übersichtsplan einer mittleren Wähl-Nebenstellenanlage mit Drehwähler.

Große W. werden in offener oder verkleideter Gestellbauweise und auch als Schrankanlagen geliefert. Große W. der Baustufe III S mit Schnurzuteilung der ankommenden Amtsverbindungen gibt es in Hebdrehwählertechnik. Die großen W. der Baustufe III W mit Wählerzuteilung werden im ankommenden Amtsverkehr ohne und mit Durchwahl z. Z. in HDW-, EMD-, Koordinatenschalter-, ESK- und Schutzrohrtechnik gefertigt. Obwohl die Bemessung der großen W. nach Innenverbindungssätzen und Anschlußorganen für Amtsleitung erfolgt, werden bei den direktgesteuerten Anlagen die Wahlstufen gemeinsam für Innen- und Amtsverkehr benutzt.

Die Technik dieser großen W. ähnelt sehr der Technik der öffentlichen Vermittlungsstellen, wird aber durch die besonderen Forderungen der Nebenstellentechnik, wie Amtsverkehr mit Abfragestelle, Rückfrage und Umlegen, bestimmt. Hinzu kommt u. a., daß sich die meisten Nebenstellen auf dem Grundstück der Vermittlungseinrichtung befinden und daher wegen der kurzen Anschlußleitungen bei Innenverbindungen die Speisung der Sprechstellen im Gegensatz zu den öffentlichen Vermittlungsstellen aus den Leitungswählern erfolgen kann.

Im Bild 2 wird der Übersichtsplan einer großen Nebenstellenanlage der Baustufe III W in HDW-Technik dargestellt. Die Innenverbindungen führen über Vorwähler (VW), I. Gruppenwähler (GW) zu den Leitungswählern (LW) und die abgehenden Amtsverbindungen über VW und I. GW zu den Amtsübertragungen (AUe). Im ankommenden Amtsverkehr werden die Anrufe über Amtsgruppenwähler (AGW), z. T. auch über Amtsvorwähler und GW zu den Leitungswählern und Nebenstellen durchgeschaltet. Rückfrage erfolgt bei Amtsverbindungen über VW (in Übersichtsplan RVW) und nach umgelegten Verbindungen z. T. auch über AGW. Bei → Durchwahl-Nebenstellenanlagen werden entweder besondere Durchwahl-Amtsübertragungen für die

Rückgabe der Schaltkennzeichen zur Vermittlungsstelle oder häufiger entsprechende Durchwahl-Zusatzübertragungen zu den gewöhnlichen Amtsübertragungen eingesetzt. Bei Nebenstellenanlagen der Baustufe III S unterscheidet sich der Übersichtsplan durch den besonderen Abfrageplatz mit Klinken usw. für die Nebenstellen und die Übertragungen einschließlich Schnurpaare; die AGW sind durch die Nebenstellenklinken und Leitungen zu den Nebenstellenorganen ersetzt.

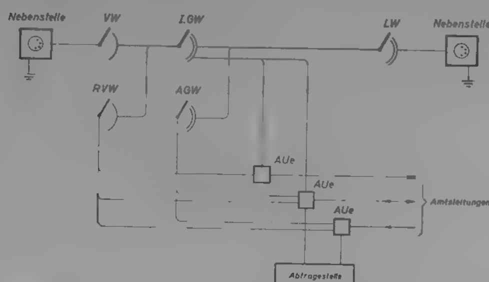


Bild 2. Übersichtsplan einer großen Wähl-Nebenstellenanlage der Baustufe III W mit (HDW).

Bild 3 zeigt den Übersichtsplan einer großen W. der Baustufe III W mit 56teiligen Koordinatenschaltern. Der Wählton wird aus den Innenübertragungen (IUe) abgegeben, die direkt über I. Anrufsucher (AS) oder indirekt über Endwähler (EW) und II. AS erreicht werden. Bei der abgebildeten Anlage mit Nummernschalterwahl werden die 3stelligen Rufnummern in den IUe durch Zählmagnete aufgenommen und

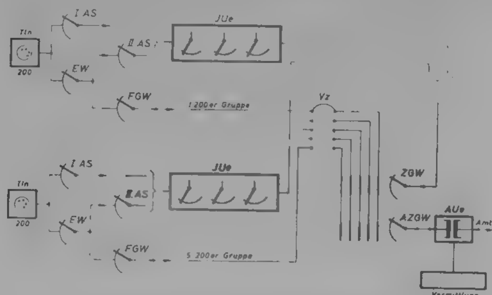
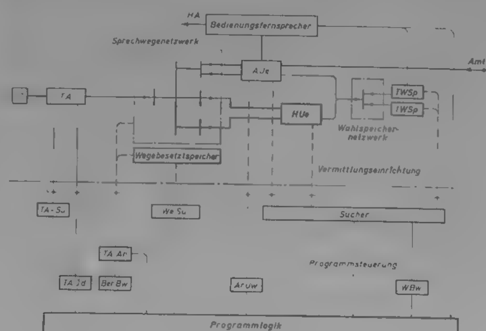


Bild 3. Übersichtsplan einer großen Wähl-Nebenstellenanlage mit Koordinatenschalter.

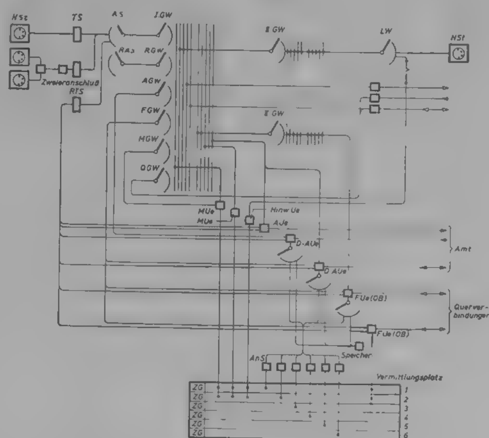
verwertet (bei Tastenwahl werden die Aufgaben dieser Zählmagnete durch anschaltbare Register übernommen). Die Innenverbindung führt über Zweihunderter-Gruppenwähler (ZGW) und Fünfziger-Gruppenwähler (FGW) zu EW, wobei die EW als Doppelbetriebswähler mit der Aufgabe von LW wirken. Amtsverbindungen führen über EW und FGW zu Amtszweihundert-Gruppenwähler (AZGW). Es gibt außer der dargestellten Anlage auch Anlagen mit 104teiligen Vierhunderter-Gruppenwähler zur Zusammenfassung von 8 Fünfziger-Gruppen. Die W. mit Koordinatenschalter sind durch weitere Wahlstufen unbegrenzt erweiterungsfähig.

Eine Nebenstellenanlage in ESK 400 E-Technik wird im Bild 4 als Blockschaltbild gezeigt. Es ist das Sprechwegenetzwerk mit den Übertragungen für



ArUW	Anrufumwerter	TA-Su	Teilnehmeranschluß-Sucher
AUe	Amtsübertragung	TWSp	Tastenwahlspeicher
BerBw	Berechtigungsbewerter	WeSu	Wegesucher
HA	Hausanschluß	WBw	Wahlbewerter
HUe	Hausübertragung	━━	Sprechwege
JWSp	Impulswahlspeicher	——	Fest angeschaltete Steuerleitungen
NSt	Nebenstelle	------	Zeitweise angeschaltete Steuerleitungen
TA	Teilnehmeranschluß		
TA-An	Teilnehmeranschluß-Anschalter		
TA-Jd	Teilnehmeranschluß-Identifizierer		

Bild 4. Blockschaltplan der Nebenstellenanlage ESK 400 E.



AGW	Amtsgruppenwähler	MUe	Meldeübertragung
AnS	Anrufsatz	NSt	Nebenstelle
AS	Anrufsucher	OB	Ortsbatterie
AUe	Amtsübertragung	QGW	Querverbindungsgruppenwähler
D-AUe	Durchwahl-Amtsübertragung	RAS	Rückfrage-Anrufsucher
FGW	Ferngruppenwähler	RGW	Rückfrage-Gruppenwähler
FUe	Fernübertragung		
GW	Gruppenwähler	RTS	Rückfrage-Teilnehmerschaltung
HinwUe	Hinweisübertragung		
LW	Leitungswähler	TS	Teilnehmerschaltung
MGW	Meldegruppenwähler	ZG	Zahlengeber

Bild 5. Übersichtsplan einer großen Nebenstellenanlage mit Durchwahl in EMD-Technik.

Intern- und Amtsverkehr einschließlich Abfrageapparat (Bedienungsfernsprecher) und die Steuereinrichtung mit den verschiedenen Anschaltekreisen schematisch dargestellt (Einzelheiten siehe K. Hanisch und W. Strobelt, Siemens-Zeitschrift 38/1964, H. 4, S. 246—248). Diese Nebenstellenanlagen sind als Baustufe III W bis zu einem Endausbau von 40 Amtsleitungen und 48 Nebenstellen vorgesehen. Anlagen in ESK-Technik sind unbegrenzt erweiterungsfähig.

Bild 5 zeigt den Übersichtsplan einer großen W. in EMD-Technik mit Anrufverteilung und Querverbindungen. Die Anlage hat für die Rückfrage über Rückfrageteilnehmerschaltungen wegen der großen Zahl von Anschlußleitungen zusätzliche AS und GW. Die → Anrufverteilung hat einen besonderen Speicher für Anrufe. Für den → Querverbindungsverkehr sind Amtsübertragungen mit OB-Ruf-Zusätzen und Übertragungen für selbsttätigen Hausverkehr vorhanden. Die Anlage ist außerdem mit → Meldeleitungen ohne und mit Weitervermittlung sowie → Hinweisleitungen ausgerüstet. *Paul*

Nebenstellenanlagen, Zeichengebung (Z.). Die Vorschriften für die Z. und die übrigen vermittlungstechnischen Bedingungen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen sind in den »Technischen Bedingungen für private Nebenstellenanlagen« der ADA VI, 3 A (FeO mit Ausführungsbestimmungen und Verwaltungsanweisungen) und in besonderen FTZ-Vorschriften enthalten.

Für die Wahlimpulse in den Sprechapparaten der Nebenstellenanlagen gelten die allgemeinen Vorschriften für Fernsprechapparate und → Rufnummerngeber. Die in den Anschlußorganen für Amtsleitungen umgesetzten Wählimpulse dürfen, mit Ausnahme des letzten Impulses einer Stromstoßreihe, gegenüber den in den Nebenanschlußleitungen durch Nummernschalter erzeugten Wählimpulsen nicht mehr als 2 ms verkürzt und nicht mehr als 5 ms verlängert sein. (Zulässige Impulsverzerrung —2 bis +5 ms). Die Stromstoßkontakte der Nummernschalter und der Anschlußorgane für Amtsleitungen sind durch geeignete Funkenlöscheinrichtungen zu überbrücken.

Die Schaltkennzeichen zum Herstellen und Auslösen von Amtsverbindungen müssen den Vermittlungsstellen so angeboten werden, daß die Wähler und sonstigen Schaltglieder in den Vermittlungsstellen sicher eingestellt und auch wieder ausgelöst werden. Das Anrufrelais in Anschlußorganen für Amtsleitungen muß so geschaltet sein, daß es auf eine Rufwechselspannung von 55 V_{eff} und 25 Hz über den Schleifenwiderstand der Hauptanschlußleitung sicher anspricht. Der Gleichstromwiderstand der Haltedrossel im Anschlußorgan der Amtsleitungen darf 300 Ohm nicht überschreiten. Bestehende Amtsverbindungen dürfen durch ordnungsgemäße Schaltvorgänge innerhalb der Nebenstellenanlage (z. B. Rückfrage, Umlegen) nicht mehr als 5 ms unterbrochen werden. Die Hauptanschlußleitungen müssen nach einem ankommenden Gespräch mindestens noch 10 s gegen die Anschaltung anderer Nebenstellen gesperrt bleiben, damit die Verbindung in der Vermittlungsstelle getrennt werden kann. *Paul*

Nebenstellenanlagen, Zweit-, im öffentlichen Fernsprechnetz. An eine Nebenstelle einer → Nebenstellenanlage können unter bestimmten Voraussetzungen weitere Nebenstellen (Zweitnebenstellen) angeschlossen werden; die Nebenstelle, an die Zweitnebenanschlüsse herangeführt sind, bildet mit diesen eine Z. Als Z. können grundsätzlich verwendet werden:

→ Reihenanlagen und Vorzimmeranlagen, → handbediente Vermittlungseinrichtungen, selbsttätige Vermittlungseinrichtungen mit Abfragestelle (→ Wähl-Nebenstellenanlagen), selbsttätige Vermittlungseinrichtungen ohne Abfragestelle zum Anschluß an Wähl-Hauptanlagen (als mittlere und große → Wähl-Unteranlagen).

Literatur: FeO § 6 AB 4 sowie die Technischen Verwaltungsanweisungen hierzu unter § 10.

Nebenstellenentstörer → Aufsicht, → Entstörer.

Nebenstellentechnik Tx. Von der N. in Telexnetzen wird wenig Gebrauch gemacht, weil hier der Fernverkehr überwiegt. Die Aufgabenstellung ist wie in Fernsprechnetzen.

Literatur: Schiweck / Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, Teil 1, S. 301, Verlag Erich Herzog, Goslar.

Nebentätigkeit. Die N. (Begriffsbestimmung, Zulässigkeit, Genehmigung, Versagung, Vergütung) ist aufgrund des → Bundesbeamtengesetzes in der Verordnung über die N. der Bundesbeamten, Berufssoldaten und Soldaten auf Zeit (Bundesnebentätigkeitsverordnung) vom 22. 4. 1964 (BGBl. I, S. 299), und durch Zusatzbestimmungen des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen geregelt. Diese Bestimmungen sind nach den entsprechenden Tarifverträgen auch auf Angestellte und Arbeiter der Deutschen Bundespost anzuwenden.

Nebenzipfel, -dämpfung → Richtcharakteristik.

Negation → Funktionen der Schaltalgebra.

Negativ-Amplitudenmodulation → Fernsehen 2.

negative Frequenz → Fourier-Transformation.

negativer elektrischer Widerstand. Man nennt Kennlinie eines elektrischen Zweipoles die Kurve, die den Zusammenhang zwischen der Klemmenspannung und dem Strom darstellt. Diese kann bei gewissen Zweipolen in gewissen Bereichen fallend verlaufen; man sagt dann, in diesen Bereichen liege ein negativer Widerstand vor. In Bereichen negativen Widerstandes kann der Zweipol aktiv wirken, d. h. er kann an einen mit ihm verbundenen Zweipol Energie abgeben.

negativer Leitwert, differentieller → Tunneldiode.

N-Einheit → troposphärische Brechung.

Nekanil W. N. ist ein Fettsäurekondensationsprodukt, Alkylpolyglykoläther, hochwaschaktiv, beständig gegen die Härte des Wassers, Säuren, Alkalien,

verdünnte Metallsalzlösungen, Spezialwaschmittel für Schweißwolle, Wolle und Federn aller Art (auch für schmutzige, fetthaltige Mastfedern usw.).

Kann dazu verwendet werden, Kunststoffe auf längere Zeit antistatisch zu machen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Nennmaß → ISO-Toleranzen.

Nennspielraum eines Apparattyps ist der für den → Effektivspielraum eines bestimmten Apparattyps festgesetzte Kleinstwert, wenn diese Apparate unter Bedingungen arbeiten und eingestellt sind, die für die vorgegebene Type genormt sind. S. auch unter Spielraum.

Nennwertfehler → Fehlerquellen a) 1.

Neopren (Dupren). Synth. Kautschuk (erfunden von den Amerikanern Carothers und Collins, 1930) der durch Polymerisation von Chloropren von den Du Pont de Nemours Co in USA seit 1933 hergestellt wird. Die N. sind bei Zimmertemperatur (und noch mehr bei 0°C) härter als Naturkautschuk; sie haben auch höhere Beständigkeit gegen Öl, Wärme, Sonnenlicht und verschiedene chemische Einwirkungen; die Gasdurchlässigkeit ist gering. Infolge des hohen Chlorgehalts sind sie in der Flamme nicht brennbar. N. ist der erste synthetische Kautschuktyp im engeren Sinne. Dichte 1,23, hellgelb bis dunkelgrau, kann mit oder ohne Schwefel vulkanisiert werden. Zu N. wird Zinkoxid, Magnesia oder Ruß zugesetzt. Verwendung wie Naturkautschuk, u. a. als Isolierstoff für Kabel und Leitungen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

NEOZED®-System → Sicherung.

Neper (Np) → Übertragungseinheiten.

Nernst-Effekt, Nernst-Ettinghausen-Effekt → galvanothermomagnetische Effekte.

Nernstsche Gleichung. Walther Nernst fand für das Korrosionsgeschehen in der Praxis folgende Gleichung:

$$U = U_0 + 0{,}058/n \cdot \lg c.$$

Darin bedeutet: U_0 das Normalpotential, n die Wertigkeit des Metalls, c die Ionenkonzentration des Metalls im Elektrolyten.

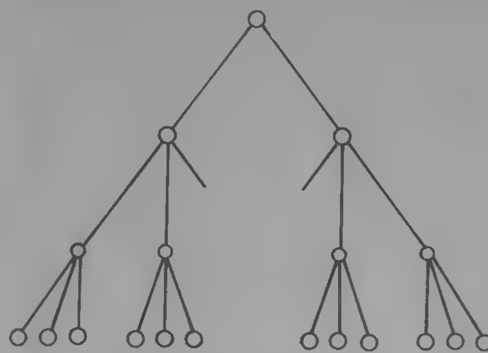
Sie gibt das Potential U an, das ein Metall in einem bestimmten Elektrolyten hat. Es entsteht dadurch, daß positive Metallionen in Lösung gehen und durch die im Metall zurückbleibenden Elektronen das Metall negativ geladen wird. Es gehen so lange Ionen in Lösung, bis das Gleichgewichtspotential erreicht ist. Beispiel: $Cu \rightleftarrows Cu^{++}$, Normalpot. + 0,34 V, in Wasser + 0,14 V, in Seewasser + 0,01 V.

NET → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

Netzanschlußbetrieb → Wechselstromversorgung.

Netzanschlußgerät in Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Stromversorgungseinrichtungen von Fernsprech-Nebenstellenanlagen.

Netzebene. In einem hierarchisch aufgebauten Fernmeldenetz bilden die Vermittlungsstellen oder Knotenpunkte einer bestimmten Stufe eine N. Viele geographisch weit voneinander getrennte Netzpunkte (Vermittlungsstellen) werden gewöhnlich nicht in einem Knotenpunkt zusammengeführt. Ihre Zusammenschaltung geschieht in mehreren Stufen. Jede Stufe bildet eine N. Es gibt höhere und niedere N. Daraus entsteht eine Hierarchie der N. (→ Hierarchisches Netz). Die Anzahl der N. eines Netzes hängt von der Anzahl der Vermittlungsstellen ab. Sie kann wirtschaftlich bestmöglich gestaltet werden. Die Anzahl der N. im Fernsprechnetz richtet sich jedoch in erster Linie nach der Stellenzahl der Ortsnetzkennzahlen.



Netz mit 3 Netzebenen.

$$s = \frac{\lg n}{\lg z}$$

s: Anzahl der Netzebenen
n: Anzahl der Vermittlungsstellen
z: Anzahl der Vermittlungsstellen, die in einem Knoten zusammengefaßt werden.

Socher

Netzersatzanlage versorgt während des Ausfalls der Spannung des öffentlichen Starkstromnetzes die Fernmeldeeinrichtungen mit elektrischer Energie. Sie besteht aus einer Verbrennungskraftmaschine (Diesel- oder Benzinmotor) mit angekuppeltem Drehstromgenerator. Sie kann bei Netzausfall automatisch anlaufen, oder aber, wenn der Betrieb es zuläßt, von Hand angelassen werden. Man unterscheidet zwischen ortsfesten N. und fahrbaren N. Einrichtungen zum Anschließen von fahrbaren N. sind in allen Vermittlungsstellen (VSt) und Verstärkerstellen (VrSt) vorhanden. Bei den fahrbaren N. nimmt man an, daß sie je nach Entfernung des Einsatzortes, innerhalb von 4 bis 8 Stunden die Stromversorgung des ausgefallenen Starkstromnetzes für die Fernmeldeeinrichtungen übernehmen können. In der Zwischenzeit muß die Stromversorgung durch Speichereinrichtungen, z. B. Batterien, sichergestellt sein. Einzelheiten über

Aufbau, Bemessung, ortsfeste und ortsveränderliche Anlagen s. Handwörterbuch für das Postwesen, 3. Auflage 1970.

Netzform → Netzstruktur.

netzgebundenes Kennzahlsystem. Kennzahlsystem, in dem der hierarchische Netzaufbau in der Zuordnung der Kennzahlen zu Vermittlungsstellen oder Vermittlungsbereichen erkennbar ist. Zum Beispiel im Bereich der Zentralvermittlungsstelle 6 gibt es nur Hauptvermittlungsbereiche, die mit der Ziffer 6 beginnen und im Bereich der Hauptvermittlungsstelle 62 gibt es nur Knotenvermittlungsbereiche, die mit der Zahl 62 beginnen usw. Der Vorteil des n. K. zeigt sich in der einfachen Leitweglenkung, insbesondere im absteigenden Teil des Kennzahlweges.

Netzgruppe, Bezeichnung für einen begrenzten Netzbereich, der etwa 25 bis 30 Ortsnetze oder Anschlußbereiche umfaßt. In der Anfangszeit der Automatisierung des Fernsprech-Fernverkehrs war eine vollautomatische Wahl nur zwischen Teilnehmern derselben N. oder benachbarter N. möglich. Verbindungen zwischen weiter entfernten N. wurden manuell oder halbautomatisch hergestellt. In Bayern bestanden N. zwischen 1923 und 1960. In verschiedenen Ländern, z. B. der Schweiz, Frankreich und Finnland, ist die Bezeichnung N. noch üblich. Die Definition für den Begriff N. ist von Land zu Land verschieden; d. h., sowohl die Technik und die verwendeten Numerierungssysteme als auch die Bereichsgrößen der N. weichen voneinander ab.

Netzgruppenkabel. Mit N. wurden früher Kabel bezeichnet, die von Endfernämtern (EF) bzw. bestehenden oder geplanten Netzgruppenmittelpunkten unmittelbar oder über Verbundämter nach den Ortswählvermittlungsstellen ohne Fernamt (VStWoF) verliefen. Die N. wurden in Stern (St)-I-Verseilung mit einheitlichem Aufbau von Vermittlungsstelle (VSt) zu VSt ausgelegt. Bei kleinen VSt mit geringem Bedarf an Leitungen wurden nicht alle Leitungen des Kabels nach dem Hauptverteiler (Vh) der VSt hochgeführt, sondern u. U. wurden das ankommende und das weitergehende Kabel im Kabelkeller mit einer Aufteilungsmuffe abgeschlossen und die durchgehenden Adern über besondere Aufteilungskabel zwischen den beiden Aufteilungsmuffen durchverbunden; oder es wurde eine Abgangsmuffe gesetzt.

Abgänge in Unterwegspunkten wurden vermieden. Kleinere VSt mit nur wenigen Netzgruppenleitungen blieben oberirdisch an die nächste größere VSt angeschlossen, von der sie dann in das Kabel geschaltet wurden. Heute fallen diese Kabel unter den Begriff → Bezirkskabel.

Netzgruppenmittelpunkt ist die zentrale Fernvermittlungsstelle innerhalb einer Netzgruppe, in der die I. und II. NGW stehen (→ Netzgruppentechnik).

Netzgruppentechnik. Begriff für die Vermittlungseinrichtungen des ersten Selbstwählferndienstes in Deutschland, ab 1923 in Weilheim/Obb. Die Vermittlungsstellen ohne Fernamt (VStoF) sind sternförmig auf Verbundämter (VerbA), diese wiederum sternförmig auf einen Netzgruppenmittelpunkt (NGM) gestützt. Die NGM sind untereinander maschenförmig verbunden. Bei Wahl der Verkehrsausscheidungsziffer 0 wird der Teilnehmer über den Höhenschritt 0 des I. GW seiner VStoF direkt mit dem I. NGW seiner Netzgruppe verbunden. Für Verbindungen innerhalb des eigenen VerbA-Bereichs ist bereits ein Umsteuerwähler vorgesehen, der auf eine unmittelbare Verbindung zum GW im VerbA und auch über Netzgruppenleitungen für Querverkehr (NGLQ) auf fremde VerbA umsteuert. Die Belegung der Schaltglieder zum NGM wird nach kurzer Belegungszeit freigegeben. Die Gebühr wird nach Gebührenzone und Gesprächsdauer im Zeitzonenzähler (ZZZ) gespeichert und nach dem Gespräch durch eine Reihe von Zählimpulsen auf die Gesprächszähler des Teilnehmers in dessen VStoF gegeben. Die Gesprächsdauer mußte auf 6 bzw. auf 12 Minuten beschränkt werden, weil die Speicher im ZZZ nur begrenzte Kapazität haben konnten. Die Technik gestattet die Automatisierung des Bezirksverkehrs (eigene und benachbarte NGr); vom Numerierungssystem her waren maximal 9 NGr mit je 10 VerbA erreichbar. Die Notwendigkeit der vollen Vermaschung aller NGM, die zweidrähtige Durchschaltung in allen VSt (auflaufende Restdämpfung) setzten in der Praxis engere Grenzen. Die Netzgruppentechnik wurde bis etwa 1940 in Bayern und im mitteldeutschen Raum eingeführt. Bei der DBP sind die Einrichtungen ausgesondert. *Altehage*

Netzknoten → Richtfunknetz.

Netzknotenpunkt → Ortsnetzplanung.

Netzkontrollstelle → Fernschreibsondernetze, → Knotennetz.

Netzmittel. Natürliche oder synthetische Stoffe, die in Lösung die Oberflächenspannung des Wassers oder anderer Flüssigkeiten herabsetzen, so daß diese in oft komplizierten Oberflächen fester Körper (z. B. Holz, Metalle, Textilfasern, Farbpulver) hineinkriechen und sie unter Verdrängung der Luft gründlich durchtränken und benetzen, wobei allerlei Verunreinigungen abgehoben oder auch mancherlei Chemikalien in möglichst enge Berührung mit dem festen Stoff gebracht werden (z. B. Flammschutzsalzlösungen, insekten- oder pilzwidrige Holzschutzmittel, Farbstoffe, Bindemittel bei Farbpulvern).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Netznachbildung → Funkstörmeßgeräte.

Netzparameter (Funk) → Sendernetzplanung.

Netzplan → Bestandsnachweise der Fernmeldelinien, → Richtfunknetz.

Netzschaltfeld → Stromversorgungsanlage für Fernmeldeeinrichtungen.

Netzstruktur, geometrische Form, in der die Teile eines Netzes, insbesondere die verbindenden Leitungen, zusammengefügt sind. Man unterscheidet → Maschennetze, → Sternnetze, → Hierarchische- und → Symmetrische Netze sowie gemischte Netzformen, die nach der Größe und Verteilung des Verkehrs, nach betrieblichen und wirtschaftlichen sowie nach technischen Gesichtspunkten gewählt werden.

Netzverkehr → Verkehrsart (Funk).

Netzwerk, elektrisches → Laplace-Transformation.

Netzwerkfunktion ist jede Funktion, die das Verhalten eines Netzwerkes oder eines Teils davon für eingeschwungene Sinuswellen charakterisiert. Sie ist allgemein das Verhältnis zweier beliebiger (komplexer) Spannungs- oder Stromamplituden an der gleichen oder an zwei verschiedenen Stellen eines Netzwerks. Spezielle N. sind Übertragungsfaktor, Übertragungsfunktion, Stammfunktion (→ Übertragungsfaktor), der Eingangswiderstand von Leitungen usw.

Neumannschreiber. Registriergerät zum Aufzeichnen von Spannungsunterschieden nach Neumann (→ Dämpfungsschreiber).

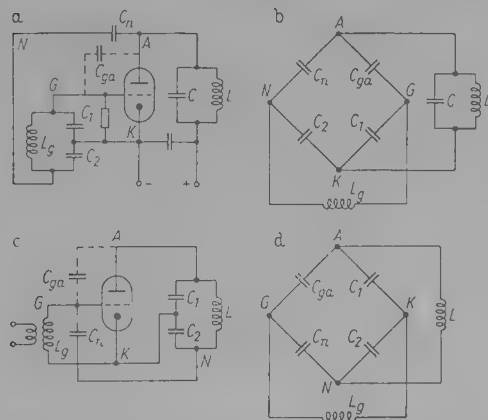
Neuorganisation der Linientechnik → Organisation der Ämter des Fernmeldewesens.

Neusilber, Argentan, Alpaka, Weißkupfer ist eine Legierung von 60% Kupfer, 20% Nickel und 20% Zink, die versilbert wird. N. wird in der Fernmeldetechnik für Blattfedern verwendet.

Neutralisation, Maßnahme oder Schaltung beim Senderverstärker, um bei Fremderregung die Selbsterregung der Senderstufe zu vermeiden. Sie soll die schaltungsmäßig bedingte Rückwirkung der Anoden auf die Gitterseite der Senderöhre verhindern. Die Rückwirkung kommt infolge der inneren Reaktanz der Röhre, Kapazität und Induktivität zustande. Die inneren Reaktanzen müssen neutralisiert bzw. kompensiert werden. Diese Maßnahme ist immer bei Trioden in Kathodenbasisschaltung erforderlich. Bei der Gitterbasisschaltung kann die Rückwirkung durch sehr kleine Röhrenreaktanzen, d. h. kleine Anoden-Kathoden-Kapazität und induktionsarme Zuleitungen vermieden werden. Eine N. ist dann nicht erforderlich. Im wesentlichen gibt es zwei Verfahren zur N.: Gitter- und Anoden-N. Bild 1 zeigt Gitter- und Anodeneutralisationsschaltungen mit den zugehörigen Ersatzbildern. Die Bezeichnung richtet sich danach, an welcher Elektrode die Neutralisationsspannung abgenommen wird, die der Gegenelektrode über den Neutralisationskondensator C_n zugeführt wird. Wie aus den Ersatzbildern ersichtlich, ist die Neutralisationsschaltung als Brücke ausgeführt. Der Brückenabgleich (Neutralisation) nach Betrag und Phase kann bei Lang- und Mittelwellen durch konzentrierte Schaltmittel bewirkt werden. Bei Kurzwellen treten zusätzlich Wirkungen auf, die durch besondere Schaltungen ausgeglichen werden müssen.

Da die N. bei Veränderung der Abstimmung des Senders in den meisten Fällen nachgeregelt werden muß, wirkt sich dieses bei häufigem Frequenzwechsel hinderlich aus. Bei Sendern mit durchstimmbarem Frequenzbereich wird daher, um einen häufigen Frequenzwechsel zu ermöglichen, auf die N. verzichtet und durch Anwendung geeigneter Röhren mit geringer innerer Kapazität (Mehrgitterröhren) die N. umgangen.

Es können auch Schaltungen angewendet werden (Gitterbasisschaltung), die eine N. entbehrlich machen (Bild 2). *Prokott*



a) Verstärkerschaltung mit Gitterneutralisation, b) Ersatzschaltbild zu a als abgeglichene Brückenschaltung c) Anodenneutralisation, d) Ersatzschaltbild zu c.
Bild 1

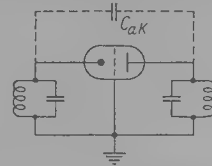


Bild 2. Grundsätzliche Gitterbasisschaltung.

Neutralisationstransformator → Schutzmaßnahmen.

Neutrodynschaltung. Röhrenschaltung mit Kompensation insbesondere der Gitter-Anodenkapazität (hist.).

Newton ist der Name für die SI-Einheit der Kraft, Kurzzeichen N. Es gilt exakt

$$1\,N = 1\,kg\,m/s^2 = 1\,J/m = 1\,As\,V/m.$$

Newtonsches Gesetz → Dynamik.

NF-Drahtfunk → Drahtfunk.

NF-Schaltleiste (N.). Die N. (Bild 1) wurde für Feldhauptverteiler zu → Feldvermittlungen mit Zwei- und Vierdrahtdurchschaltung entwickelt. Über die N. können sämtliche Arten von niederfrequent

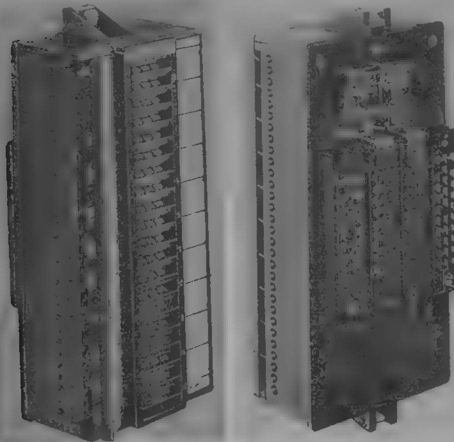


Bild 1. Vorder- und Rückansicht der NF-Schaltleiste.

geführten Leitungen miteinander verbunden werden. Folgende Schaltmöglichkeiten bestehen: Verbinden von Zwei- und Vierdrahtleitungen untereinander, Rangieren von Einzelleitungen und Leitungsgruppen, Rangieren mit Schaltdraht, Steckerschnur und Steckerkabel sowie Prüfen und Mithören an geschalteten Verbindungen. Auf der Vorderseite der N. liegen 20 Klinken untereinander mit jeweils 3 Klinkenkontakten (Bild 2). Rechts und links von den Klinken befinden sich je 10 × 3 Druckklemmen für die Adern a, b, c jeder Leitung. Die Betätigungsknöpfe der Druck-

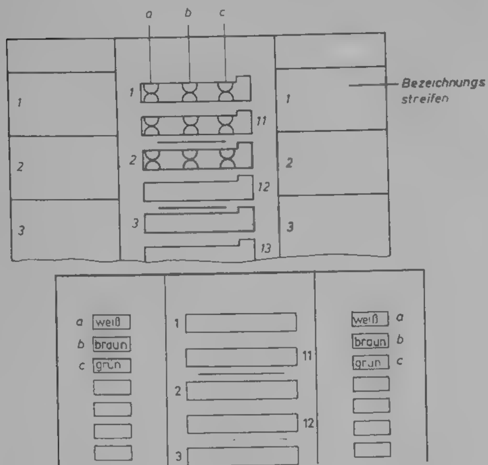


Bild 2. Anordnung der Klinken in der NF-Schaltleiste.

klemmen geben die seitlichen Öffnungen zum Einführen abisolierter Drähte frei. Sie unterscheiden sich in der Farbe (a-Ader: weiß, b-Ader: braun, c-Ader: grün). Die Bezeichnungsstreifen auf beiden Seiten der N. sind nach innen klappbar. Für Vierdrahtleitungen wird für eine Leitung ein Klinkenpaar benötigt. Zur besseren Übersicht sind die Klinkenpaare gegeneinander mit weißen Streifen abgegrenzt. Für die Kabelzuführung sind auf der Rückseite der N. vier 30teilige Steckbuchsenleisten vorhanden. Über die Schaltleisten können bis zu 20 Zweidrahtleitungen (1 bis 20) oder 10 Vierdrahtleitungen (1/11 bis 10/20) geführt werden. Die Schaltung der N. zeigt Bild 3.

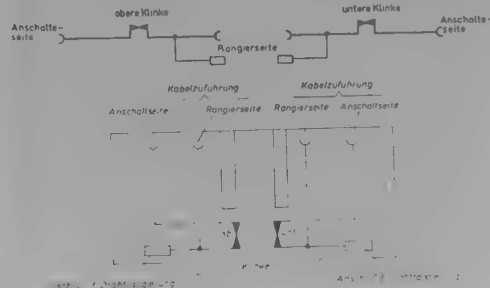


Bild 3. Schaltschema der NF-Schaltleiste.

Die Klinkenpaare sind so ausgeführt, daß ein schmaler Stecker für Zweidrahtleitungen in die obere und untere Klinke und ein breiter Stecker für Vierdrahtleitungen gleichzeitig in beide Klinken gesteckt werden

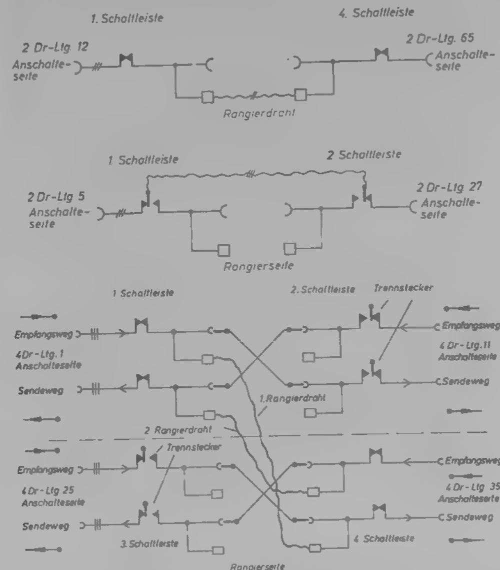


Bild 4. Rangieren von Zwei- und Vierdrahtleitungen an der NF-Schaltleiste.

kann. Die Stecker rasten ein. Für das Rangieren wird eine Zweidraht-Rangierschnur mit schmalen Steckern und eine Vierdraht-Rangierschnur mit breiten Steckern (mit Mithörbuchsen) und Kreuzung der Adern verwendet. Die Stecker beider Schnüre haben auf der Anschalteseite der N. Abnahme-Kontaktbahnen. Die Rangierseite wird beim Stecken abgetrennt. Es sind drei Rangierungsarten möglich: 1. Kabelrangierung auf der Rückseite der Schaltleiste in Gruppen von jeweils 10 Leitungen über die 30poligen Federleisten mit Steckerkabeln (Gruppenrangierung). 2. Rangieren einzelner Leitungen durch Stecken der Stecker von Rangierschnüren in die Klinken. 3. Rangieren einzelner Leitungen mit Rangierdraht über die Druckklemmen auf der Vorderseite. Bild 4 zeigt das Rangieren von Zwei- und Vierdrahtleitungen mit Rangierschnur und Rangierdraht. Beim Umschalten der kabelrangierten Vierdrahtleitungen (Ltg 1/11 und Ltg 25/35 in Bild 4) braucht die eingelegte Gruppenrangierung mit Steckerkabel nicht herausgenommen zu werden. Es müssen lediglich die Ltg 11 und 25 durch Stecken loser Trennstecker abgetrennt werden. Einzelrangierung ist also auch bei eingelegter Gruppenrangierung möglich. Die N. entspricht mit der Einfügung von zwei Trennklinken und Klemmen in den Leitungsweg im Prinzip dem → Trennverteiler für Feldvermittlungen. *Gänsler*

NF-Schutzabstand ist derjenige → NF-Störabstand, der für eine aufgrund subjektiver Festlegung vorgegebene Empfängerqualität mindestens erforderlich ist. Der NF-Schutzabstand ist ein Kompromiß zwischen der Qualität und den Versorgungsmöglichkeiten einer HF-Ausstrahlung und kann daher in einzelnen Fällen verschiedene Werte haben (→ Schutzabstand).

NF-Störabstand ist die Pegeldifferenz zwischen Nutzsignal und Störsignal (in dB), gemessen unter definierten Betriebsbedingungen am Niederfrequenzausgang eines Empfängers.

Die »definierten Betriebsbedingungen« beziehen sich insbesondere auf den Frequenzabstand (Δf) von Nutz- und Störträger, die sendeseitigen Parameter und die Empfängereigenschaften (→ Schutzabstände).

NF-Tonstromweg → Tonübertragungstechnik.

N-Gespräche sind nur im Fernsprechinlandsdienst zugelassen. Es sind Ferngespräche mit Poststellen und Posthilfsstellen und gemeindliche öffentliche Sprechstellen (Ö), von denen der Inhalt des Ferngesprächs als kurze Nachricht an andere weitergegeben werden soll. Im Ortsverkehr sind solche Gespräche nicht zugelassen. N-G. müssen immer bei der Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung als solche angemeldet werden. Auch die Weitergabe an mehrere Personen ist zulässig. Die Gebühr ist fällig, sobald mit der Ö usw. verbunden worden ist.

Nichtamtsberechtigung → Amtsberechtigung.

nichtautomatischer Auslandsfernsprechverkehr → Auslandsfernsprechverkehr.

nichtautomatisches Schnellverfahren → Betriebsverfahren (handvermittelter Ferndienst).

nicht-deviative Absorption → ionosphärische Absorption.

nichtklebender Überzug → Bewehrung von Fernmeldekabeln.

nichtlineare Verzerrung → Verzerrung.

nichtnavigatorische Funkortung → Ortungsfunkdienst.

nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbL). Ein beweglicher → Landfunkdienst (vgl. Übersicht über → Funkdienste, Tafel), der nicht Bestandteil des öffentlichen (allgemeinen) Fernmeldenetzes ist. Bedeutende Gruppen dieses Dienstes bilden die Funkanlagen der Sicherheitsdienste, der Deutschen Bundesbahn und des → beweglichen Betriebsfunks. Der Funkverkehr wird nur im Ausnahmefall auf andere — nichtöffentliche — Fernmeldenetze übergeleitet. In den überwiegenden Fällen wird Simplex-Betrieb auf einer Frequenz durchgeführt. Die Funkgeräte sind in Gruppen weitgehend genormt (z. B. 1 W oder 6 W Senderausgangsleistung, 14 kHz belegte Bandbreite und unterschiedlich begrenzte Antennenhöhe für die einzelnen Frequenzbereiche). Die wichtigsten Frequenzbereiche für diesen Dienst liegen zwischen 68 und 87,5 MHz, 146—174 MHz und 450—470 MHz.

Die Anzahl der beweglichen Funkstellen hat in der BRD 150000 überschritten. Diese hohe Zahl erfordert eine straffe Regelung des Frequenzeinsatzes (vgl. beweglicher Betriebsfunk). Deshalb muß, wie beim öffentlichen Landfunk, die Technik der verwendeten Geräte von der DBP gesteuert und der Frequenzeinsatz von ihr festgelegt werden. Im Unterschied zum öbL werden hier auch die festen Landfunkstellen von privaten Bedarfsträgern betrieben.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Vielzahl dieser Dienste, deren Eigenarten meist auch gesonderte Regelungen für den Einsatz erfordern.

Da das verfügbare Funkfrequenzspektrum beschränkt ist, erteilt die DBP Genehmigungen zum Errichten und Betreiben von Funkanlagen des nöbL nur Antragstellern, die nachweisen, daß die Verwendung von Funkanlagen erforderlich ist. Funkanlagen des nöbL werden von den verschiedensten Behörden und Unternehmen betrieben.

Im nöbL wird unterschieden zwischen Funkanlagen zur zweiseitigen und zur einseitigen Übertragung. Zur zweiseitigen Übertragung können sowohl Sprechfunkanlagen als auch Fernmeß- und Fernwirk-Funkanlagen Verwendung finden. Bei den Sprechfunkanlagen für zweiseitige Übertragung wird unterschieden zwischen Sprechfunkanlagen der Bundesbahn, Sprechfunkanlagen der Sicherheitsbehörden und -organisationen, Sprechfunkanlagen des beweglichen Betriebsfunks und Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960 ... 27 280 kHz. Funkanlagen zur einseitigen Sprachübertragung werden als Besprechungs-Funkanlagen bezeichnet.

Zu den Funkanlagen des nöbL für einseitige Übertragung zählen alle Durchsage-Funkanlagen, bestimmte Fernmeß- und Fernwirk-Funkanlagen und die nöbL-Fernseh-Funkanlagen. Allen diesen Funkanlagen ist gemeinsam, daß sie Nachrichten zwischen zwei Betriebsstellen stets nur in einer Richtung übermitteln. Jede dieser Betriebsstellen ist deshalb entweder nur mit einer Sendefunkanlage oder mit einer Empfangsfunkanlage ausgerüstet.

Zu den Funkanlagen des nöbL für zweiseitige Übertragung zählen die Sprechfunkanlagen der Bundesbahn, der Sicherheitsbehörden- und -organisationen, des beweglichen Betriebsfunks, die Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26 960 ... 27 280 kHz und bestimmte Fernmeß- und Fernwirk-Funkanlagen. Allen diesen Funkanlagen ist gemeinsam, daß die Nachrichten zwischen zwei Betriebsstellen in beiden Richtungen — sei es gleichzeitig oder wechselseitig — übermittelt werden können. Jede dieser Betriebsstellen ist deshalb mit einer Sende- und einer Empfangsfunkanlage ausgerüstet.

Sprechfunkanlagen des nöbL der Bundesbahn werden für Zwecke des Bahnbetriebs verwendet. Ihre Technik und Betriebsweise ist dem Verwendungszweck angepaßt. Diese Sprechfunkanlagen können mit dem bahneigenen Fernmeldenetz verbunden werden. Der Bundesbahn sind für den Betrieb dieser Funkanlagen Frequenzen bestimmter Bereiche zugeteilt worden.

Sprechfunkanlagen des nöbL der Sicherheitsbehörden und -organisationen werden zur Steuerung der Sicherheitsaufgaben verwendet. Diese Behörden und Organisationen können auch gemeinsame Sprechfunknetze errichten oder die Sprechfunkanlagen der verschiedenen Sprechfunknetze für erforderliche Gesprächsverbindungen mitbenutzen. Unter bestimmten technischen und rechtlichen Voraussetzungen dürfen diese Sprechfunkanlagen für Gespräche auch mit dem öffentlichen Fernsprechnetz (Hauptanschluß) verbunden werden. Den Sicherheitsbehörden und -organisationen sind für den Betrieb dieser Sprechfunkanlagen Frequenzen bestimmter Bereiche zugeteilt oder zugewiesen worden.

Sprechfunkanlagen des beweglichen Betriebsfunks sind die Sprechfunkanlagen des nöbL für zweiseitige Übertragung, die nicht von der Bundesbahn oder den Sicherheitsbehörden und -organisationen oder in anderen als den UHF- und VHF-Bereichen betrieben werden. Für Sprechfunknetze des beweglichen Betriebsfunks wurden technische Parameter festgelegt, die für die Größe eines Versorgungsbereiches maßgebend sind. Um eine wirkungsvolle Frequenzeinsatzplanung durchführen zu können, die die wiederholte Verwendung ein und derselben Frequenz in möglichst geringen Wiederholungsabständen gestattet, darf der Versorgungsbereich eines Funknetzes nicht beliebig groß sein. Sein Radius soll deshalb in der Regel 10 km nicht überschreiten. Die Größe eines Bereiches hängt bei vorgegebener Empfindlichkeit der verwendeten Empfänger von der Art der Antennen, von der effektiven Höhe der ortsfesten Antennen und von der Leistung der Sender ab. Für diese Größen wurden folgende Werte festgelegt:

HF-Ausgangsleistung eines Senders: max. 6 Watt. Effektive Höhe einer ortsfesten Antenne in Städten: max. 18 m; in flachem Gelände mit geringer Bebauung: max. 9 m. Ein Antennengewinn wird im allg. nicht zugelassen. Bei einer Empfindlichkeit der Empfänger von $\leqq 2\,\mu V$ EMK (bezogen auf ein Signal-zu-Rausch-Verhältnis von 20 dB) ist dann innerhalb eines Bereichs mit ausreichenden Versorgungsfeldstärken zu rechnen. Hierbei sind die in Städten und auf dem flachen Lande unterschiedlichen Feldstärkeabschattungen berücksichtigt.

Besprechungs-Funkanlagen (Personenruf-, Dolmetscher-, Alarm-, Führungs-Funkanlagen) dienen vorzugsweise in einer Richtung der Übertragung von Zeichen, Tönen oder Sprache innerhalb eines Grundstücks oder Industriegeländes. Zugelassen ist eine HF-Ausgangsleistung (FM oder AM) von max. 5 Watt. Die Empfangsanlage darf für eine Quittungsgabe mit einem Sender geringer Leistung (max. 0,1 Watt) ausgerüstet sein.

Drahtgebundene Funkanlagen des nöbL sind z. B. Industrie-Funkanlagen auf Niederspannungsleitungen, die unter Verwendung der TF-Technik längs ungeschirmter Niederspannungsleitungen innerhalb eines Industriegeländes betrieben werden. Sie dienen der Übertragung von Zeichen, Tönen oder Sprache in einer oder beiden Richtungen zwischen ortsfesten und beweglichen Betriebsstellen. Sie arbeiten im Frequenzbereich zwischen 20 und 135 kHz, bei ausschließlichem Untertagebetrieb auch bis 250 kHz, mit HF-Ausgangsleistungen des Senders bis max. 5 Watt.

Drahtlose Mikrofone werden vorzugsweise in geschlossenen Räumen zur Übertragung von Sprache oder Musik in einer Richtung verwendet. Es sind tragbare Kleinstsender (effektive Strahlungsleistung, bezogen auf einen $\lambda/2$-Dipol, 1×10^{-3} Watt), die mit einem oder mehreren ortsfesten oder bewegbaren Empfängern betrieben werden. Für den Betrieb sind die Frequenzen 36,7 MHz $\pm$ 90 kHz und 37,1 MHz $\pm$ 90 kHz zugelassen. Sie arbeiten frequenz- oder amplitudenmoduliert. Ihre Feldstärke darf in 100 m Entfernung nicht mehr als $30\,\mu V/m$ betragen. Die Störleistung der Ober- und Nebenwellen muß kleiner sein als 4×10^{-9} Watt (als effektiver Strahlungsanteil, bezogen auf einen $\lambda/2$-Dipol). Ihre Empfänger-Störstrahlung darf 2×10^{-9} Watt nicht überschreiten.

Fernmeß- und Fernwirk-Funkanlagen des nöbL sind Funkanlagen für gewerbliche und industrielle Fernmeß- und Fernwirkzwecke. Sie dienen der einseitigen Übertragung von Zeichen, Impulsen oder Tönen für die Übermittlung von Meßwerten (Fernmessen) und zur Steuerung von Schaltvorgängen (Fernwirken).

Für Energie-Versorgungsunternehmen und Industrie- und Nahverkehrs-Betriebe sind Leistungen von 1 Watt zugelassen. Diesen stehen folgende Frequenzgruppen zur Verfügung:

150,99 MHz, 151,01 MHz, 151,03 MHz, 151,05 MHz; 151,09 MHz, 151,11 MHz, 151,13 MHz, 151,15 MHz mit Toleranzen von jeweils ± 7 kHz.

Für breitbandige Übertragung von Meßwerten sind die Frequenzen 433,400 MHz, 433,900 MHz und 434,400 MHz (± 150 kHz) vorgesehen. Die zulässigen Störleistungen von Ober- und Nebenwellen müssen den für Sprechfunkanlagen angegebenen Werten entsprechen. Es wird jedoch empfohlen, für Funkanlagen, die ausschließlich auf Industriegelände betrieben werden sollen, bei Oberwellen Werte von 2×10^{-7} Watt nicht zu überschreiten. Anlagen, die in Wohngebieten eingesetzt werden sollen, sollten mit Bezug auf die Störleistung von Ober- und Nebenwellen den Wert von 4×10^{-9} Watt einhalten.

Fernseh-Funkanlagen des nöbL (bewegliche oder ortsfeste) dienen der Übermittlung von Fernsehbildern in einer Richtung, z. B. für Überwachungs- und Beobachtungsaufgaben der Sicherheitsorganisationen (Verkehrslenkung) oder der Industriebetriebe (Industriefernsehen) zwischen beweglichen und ortsfesten Betriebsstellen oder zwischen beweglichen Betriebsstellen untereinander. Betriebsfrequenzen (und Frequenzlage des vollausgestrahlten Seitenbandes) sind: 441,5 MHz (oberes Seitenband); 445,5 MHz (unteres Seitenband); 449,5 MHz (unteres Seitenband).

Modulation: Rest-Seitenband-AM oder — auf Frequenz 445,5 MHz (± 2,5 kHz) in Sonderfällen — Zweiseitenband-AM oder FM. Für das belegte Frequenzband gelten folgende Grenzwerte:

1. In einem Abstand von 1,25 ... 1,5 MHz vom Bildträger muß auf der Seite des Restseitenbandes die Ausstrahlung (auf den Synchronwert bezogen) um ≧ 50 dB gedämpft sein;

2. in einem Abstand von 4 ... 5,5 MHz auf der Seite des vollausgestrahlten Seitenbandes sollten die Ausstrahlungen ≧ 60 dB gedämpft sein. Ein Wert von 2×10^{-7} Watt braucht nicht unterschritten zu werden.

3. in einem Abstand von ≧ 1,5 MHz vom Bildträger jenseits des Restseitenbandes und ≧ 5,5 MHz vom Bildträger jenseits des vollausgestrahlten Seitenbandes darf die Nebenbandausstrahlung nicht mehr als 2×10^{-7} Watt betragen.

Die HF-Ausgangsleistung darf am Antennenausgang des Senders 10 Watt (Synchronwert) nicht überschreiten. Bei Betrieb auf der Frequenz 449,5 MHz sind max. 0,1 Watt zugelassen.

Kommando-Funkanlagen sind Funkanlagen zur Durchsage von Befehlen, z. B. an Kran-, Bagger- oder Baumaschinenführer, an Fahrschüler usw. Sie arbeiten auf den Frequenzen 163,25, 163,35 und 163,45 MHz mit HF-Ausgangsleistungen von max. 50 mW. Sie gehören zur Gruppe der Durchsage-Funkanlagen. *Pankow*

nichtöffentliches Fernsehen (Funk). Eine Übertragung von stehenden oder beweglichen Bildern, die nicht oder nicht unmittelbar für die Öffentlichkeit bestimmt sind (vgl. Rundfunk). Es ist zu unterscheiden zwischen festen Fernseh-Funkverbindungen, z. B. Übertragung von Radarschirmbildern im Rahmen des Navigationsfunkdienstes, ortsveränderlichen Fernseh-Funkverbindungen für Reportagezwecke der Rundfunkanstalten, beweglichen Fernseh-Funkverbindungen im Rahmen des → nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienstes. In diesem Falle wird die Fernsehverbindung zwischen einer ortsfesten und beweglichen Funkstelle oder in umgekehrter Richtung hergestellt. Nichtöffentliche bewegliche Fernseh-Funkanlagen werden von Industriebetrieben (Industriefernsehen) oder z. B. für Zwecke der Verkehrslenkung von der Polizei betrieben. Die Funkanlagen bedürfen einer Betriebsgenehmigung der DBP; sie müssen den entsprechenden technischen Vorschriften entsprechen und serien- oder einzelgeprüft sein.

nichtreziproker Vierpol oder nicht umkehrbarer Vierpol ist ein Vierpol, der in beiden Richtungen verschiedene Übertragungseigenschaften hat, → Vierpoltheorie 1.3 bis 1.5.

nichtrostende Stähle. Man unterscheidet schwerrostende und nichtrostende Stahlsorten. Schwerrostend ist z. B. Armco-Eisen, ferner Stähle mit einem gewissen Gehalt an P (Thomasstahl, Puddelstahl), gekupferte Stähle mit 0,2 bis 0,55% Cu usw. Einen erheblichen Fortschritt gegenüber dieser Gruppe bedeuten die n. St., die von Wasser und den meisten Säuren überhaupt nicht angegriffen werden und den Witterungseinflüssen wie ein Edelmetall widerstehen. Diese wertvolle Eigenschaft wird durch einen Chromzusatz von über 12,5% erreicht.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

nicht-selektive Absorption → ionosphärische Absorption.

NICHT-(NOT-)Verknüpfung → Funktionen der Schaltalgebra, → logische Schaltungen.

Nickel, Ni, Atomgewicht 58,69, ϱ 8,90, Fp 1453° C, Kp 3177° C, glänzend silberweißes, magnetisches, sehr zähes Metall. Vorkommen: N.-Glanz, Kupfer-N., Garnierit. Gewinnung: N. wird aus den Erzen in einer Art Hochofenprozeß gewonnen. N. wird zur Vernickelung von Eisen, Stahl, Messing u. a. verwendet. Außerdem ist es Bestandteil vieler korrosionsbeständiger und weichmagnetischer Legierungen mit → Kupfer, → Zinn und → Stahl.

Literatur: Hütte IV B (unter weichmagnetische Werkstoffe) 28. Aufl. Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin-München.

Nickel-Cadmium-Akkumulator, Nickel-Eisen-Akkumulator → Akkumulatoren.

Nickelin sind Kupferlegierungen mit 30—33% Nickel, die einen von Temperaturschwankungen ziemlich unabhängigen elektrischen Leitungswiderstand haben. In der Fernmeldetechnik Material für Widerstandsdrähte.

Nickel-Zink-Akkumulator → Akkumulatoren.

Niederfrequenz-Bezirkskabel → Bezirkskabel.

Niederfrequenz-Fernkabel. Ausnutzung der alten Fernkabel für Trägerfrequenzbetrieb. Bei trägerfrequenter Ausnutzung der Kabel-Verseilelemente unterscheidet man zwei Übertragungssysteme, das Zwei- und das Vierdrahtsystem. Zweidrahtsysteme (abgekürzt

Z-Systeme) benötigen nur **ein** symmetrisches Kabel zur Nachrichtenübertragung; die beiden Gesprächsrichtungen werden auf der gleichen Doppelader im Kabel mit zwei übereinanderliegenden Frequenzgruppen (früher mit Getrenntlageverfahren bezeichnet) übertragen. Für die Übertragung von Gesprächen mit Vierdrahtsystem (abgekürzt V-System) sind dagegen **zwei** symmetrische Kabel nötig; beide Gesprächsrichtungen werden in gleicher Frequenzlage über je eine Doppelader in den beiden Kabeln getrennt geführt (früher als Gleichlageverfahren bezeichnet).

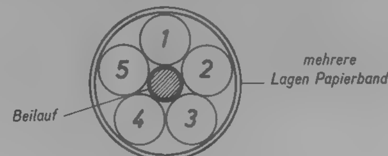
Für die störungsfreie trägerfrequente Ausnutzung der Kabel-Verseilelemente sind vor allem die Nebensprechwerte ausschlaggebend. Bei der Übertragung der gleichen Frequenzbänder in derselben Übertragungsrichtung (Z-Systeme, V-Systeme in zwei getrennten Kabeln) sind Fernnebensprechwerte, bei Übertragung der gleichen Frequenzbänder in gegenläufiger Übertragungsrichtung (V-Systeme in **einem** Kabel) Nahnebensprechwerte maßgebend für Beurteilung der Frage, ob Verseilelemente geeignet sind für trägerfrequente Ausnutzung. Höhe der erforderlichen Nebensprechwerte von der gewünschten Reichweite der TF-Systeme und dem Geräuschpegel abhängig. Nach Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT)-Empfehlung für ein Verstärkerfeld bei abgeschlossenen Leitungen Nebensprechgrundwerte von 8,0 N zu fordern. Das alte Fernkabelnetz enthält im allgemeinen Dieselhorst-Martin-Viererseile (DM-VS) und auf wenigen Strecken Stern-VS. Letztere sind hauptsächlich für den Trägerfrequenz(TF)-Betrieb bestimmt. An DM-VS der seit etwa 1930 verlegten Fernkabel wurde nach einer Entspulung festgestellt, daß ausreichende Fernnebensprechwerte für Frequenzen bis zu 120 kHz nach entsprechendem Nebensprechausgleich zu erreichen sind, wogegen Nahnebensprechausgleich nur bis 60 kHz mit noch vertretbarem Aufwand möglich ist oder überhaupt nicht. Man konnte daher solche entspulten und ausgeglichenen DM-VS durch Einsatz von Z 12, ggf. von Z 6-Systemen mit oberer Übertragungsfrequenz von 120 kHz bzw. 60 kHz ausnutzen. V 24- oder V 12-Systeme (obere Übertragungsfrequenz 120 bzw. 60 kHz) sind nur auf Strecken zweckmäßig, auf denen zwei geeignete Fernkabel (Fk) vorhanden sind, so daß die Doppeladern (DA) der beiden Sprechrichtungen eines Systems in getrennten Kabeln geführt werden können; hierbei sind dann wieder nur die Fernnebensprechwerte ausschlaggebend. Eine Führung der beiden Sprechrichtungen auf Fk verschiedener Trasse war aus betrieblichen Gründen abzulehnen.

Die Zwischenverstärker für die TF-Systeme waren bei einer oberen Übertragungsfrequenz von 60 kHz im Abstand von rd. 37,5 km, bei 120 kHz im Abstand von rd. 25 km einzusetzen, d. h. das normale Niederfrequenzverstärkerfeld war in zwei bzw. drei TF-Verstärkerfelder aufzuteilen.

Es war zu berücksichtigen, daß bei nur teilweiser trägerfrequenzmäßiger Ausnutzung der DA eines Kabels infolge der unterschiedlichen Pegelverhältnisse (durch die Einschaltung von Verstärkern bei nur einem Teil der DA in den Zwischenverstärkerämtern) Kopplungen über dritte Kreise stören. In diesen Kreisen mußte dann die Übertragung der TF-Frequenzen durch geeignete Maßnahmen gesperrt werden; bei Entspulung nur eines Teiles der Viererseile einer Lage mußten Trennviererseile vorgesehen werden. Betriebliche Schwierigkeiten bei Entspulung von DM-VS eines Kabels — Freischalten der Adern — dürfen ebenfalls nicht außer Betracht gelassen werden. Altes Fernkabelnetz wird heute z. T. für den Bezirksverkehr mitbenutzt.

Von den Formen der Niederfrequenz-Fernkabel (Fk) sind Ende 1967 noch in Benutzung:
Neben Aufteilungs-Fk mit 0,9 und 1,4 mm Leitern verschiedener DA-Zahlen als DM-VS.

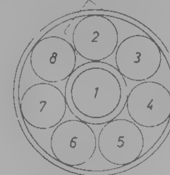
Fk 10a 10 × 2 × 1,4 Cu, DM; nur als Aufteilungs-Fernkabel.



5 DM-Vierer 1,4 mm Cu *Durchmesser über Kabelseele = 20,0 mm*

Bild 1. Fernkabel Form 10a.

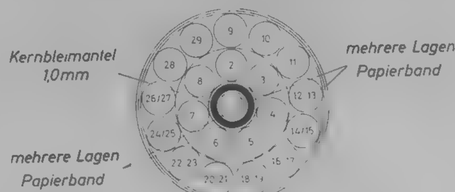
Fk 16c 16 × 2 × 1,2 Cu, Stern (St); wie vor



Durchmesser über Kabelseele = 17,5 mm.

Bild 2. Fernkabel Form 16c.

Fk 58a 34 × 2 × 0,9 Cu, DM, Kern-VS unter Bleimantel
+24 × 2 × 1,4 Cu, DM, VS 12-27 achterverseilt

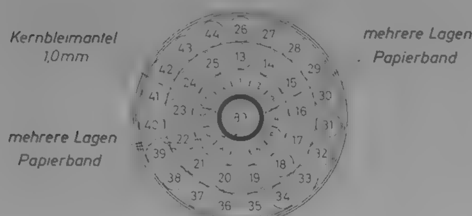


Durchmesser über Kabelseele = 39,5 mm.
Durchmesser über Kernvierer = 7,0 mm.

1. Lage (Kern): Aderpaare 1—2, 0,9 mm ⌀ Cu, DM, Vierer 1, unter Bleimante
2. Lage: „ 3—16, 1,4 mm ⌀ Cu, DM, Vierer 2—8
3. Lage: „ 17—22, 1,4 mm ⌀ Cu, DM, „ 9—11
„ 23—54, 0,9 mm ⌀ Cu, DM, „ 12—27, Achter 1—8
„ 55—58, 1,4 mm ⌀ Cu, DM, Vierer 28—29

Bild 3. Fernkabel Form 58a.

Fk 89a 1 × 2 × 1,4 Cu, Paar (P), unter Bleimantel
+24 × 2 × 0,9 Cu, St
+64 × 2 × 1,4 Cu, St

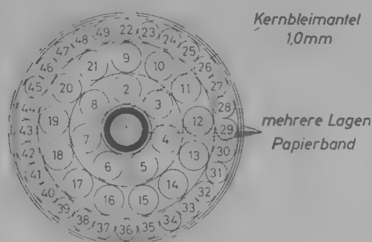


Durchmesser über Kabelseele = 44,0 mm.
Durchmesser über Kernpaar = 8,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaar 89,	1,4 mm ⌀ Cu, unter Bleimantel	
2. Lage:	Aderpaare 1—24,	0,9 mm ⌀ Cu, Stern, Vierer	1—12
3. Lage:	„ 25—50,	1,4 mm ⌀ Cu, Stern, „	13—25
4. Lage:	„ 51—88,	1,4 mm ⌀ Cu, Stern, „	26—44

Bild 4. Fernkabel Form 89a.

Fk 98a/b 58 × 2 × 0,9 Cu, DM, Kern-VS unter Bleimantel (bei 98a)
+ 40 × 2 × 1,4 Cu, DM

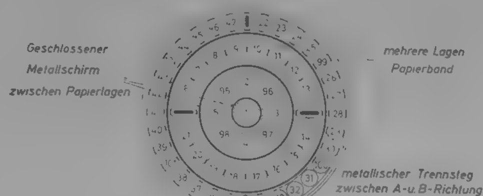


Durchmesser über Kabelseele = 47,6 mm.
Durchmesser über Kernvierer = 7,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 1—2,	0,9 mm ⌀ Cu, Vierer 1, unter Bleimantel	
2. Lage:	„ 3—16,	1,4 mm ⌀ Cu, Vierer	2—8
3. Lage:	„ 17—42,	1,4 mm ⌀ Cu, „	9—21
4. Lage:	„ 43—98,	0,9 mm ⌀ Cu, „	22—49

Bild 5. Fernkabel Form 98a.

Fk 102a/b 42 × 2 × 1,4 Cu, DM, bei 102a: Kern-VS unter Bleimantel
bei 102b: Kern-VS geschirmt, mit Tietgenschutz
+ 4 × 2 × 1,4 Cu, Paar in Metallfolie (PiMF)
+ 4 × 2 × 1,4 Cu, P
+ 52 × 2 × 0,9 Cu, DM

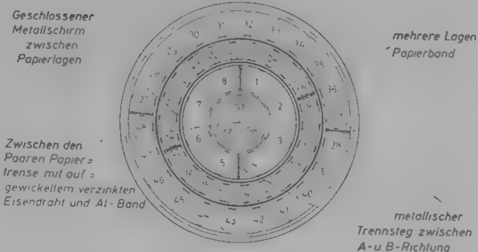


Durchmesser über Kabelseele = 59,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 1—2,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, Vierer 1 geschirmt, Tietgenschutz	
2. Lage:	„ 95—98,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, PiMF	
2. Lage:	„ 3—10,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, Vierer geschlossener Lagenschirm	2—5
3. Lage:	„ 11—42,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, „ geschlossener Lagenschirm	6—21
4. Lage:	„ 43—94,	0,9 mm ⌀ Cu, DM, „	22—47
4. Lage:	„ 99—102,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, P	

Bild 6. Fernkabel Form 102b.

Fk 103a 3 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, mit Tietgenschutz
+ 60 × 2 × 1,4 Cu, DM
4 × 2 × 1,4 Cu, P
+ 36 × 2 × 0,9 Cu, DM

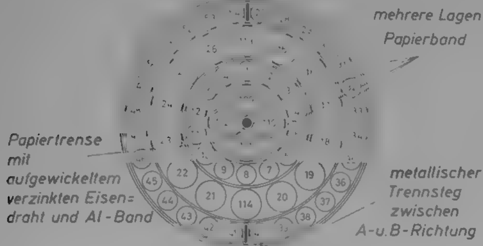


Durchmesser über Kabelseele = 62,5 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 97—99,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF, Tietgenschutz	
2. Lage:	„ 1—16,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, Vierer geschlossener Lagenschirm	1-8
3. Lage:	„ 17—52,	0,9 mm ⌀ Cu, DM, „	9-26
3. Lage:	„ 100—103,	1,4 mm ⌀ Cu, P geschlossener Lagenschirm	
4. Lage:	„ 53—96,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, „	27-48

Bild 7. Fernkabel Form 103a.

Fk 114a 4 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, 2 PiMF mit Tietgenschutz
+ 84 × 2 × 0,9 Cu, DM
+ 24 × 2 × 1,4 Cu, DM
+ 2 × 2 × 1,4 Cu, P

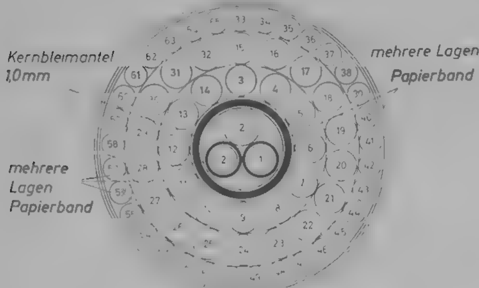


Durchmesser über Kabelseele = 52,5 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 109—112,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF, 109 u. 111 mit Tietgenschutz	
2. Lage:	„ 1—28,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 7—14
3. Lage:	„ 29—52,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 15—26
3. Lage:	„ 113—114,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	
4. Lage:	„ 53—108,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 27—54

Bild 8. Fernkabel Form 114a.

Fk 130a 2 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, 2 PiMF und 1 DM-VS unter Kernbleimantel
+ 62 × 2 × 1,4 Cu, DM
+ 66 × 2 × 0,9 Cu, DM

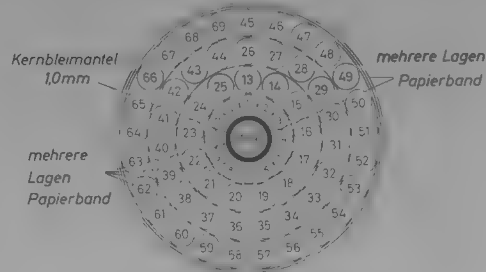


Durchmesser über Kabelseele = 58,0 mm.
Durchmesser über Kernseele = 17,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 1–2,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF		unter
1. Lage (Kern):	„ 3–4,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 2	Bleimantel
2. Lage:	„ 5–28,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 3–14	
3. Lage:	„ 29–64,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 15–32	
4. Lage:	„ 65–130,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 33–65	

Bild 9. Fernkabel Form 130a.

Fk 139a 1 × 2 × 1,4 Cu, P, unter Bleimantel
+ 114 × 2 × 1,4 Cu, St
+ 24 × 2 × 0,9 Cu, St

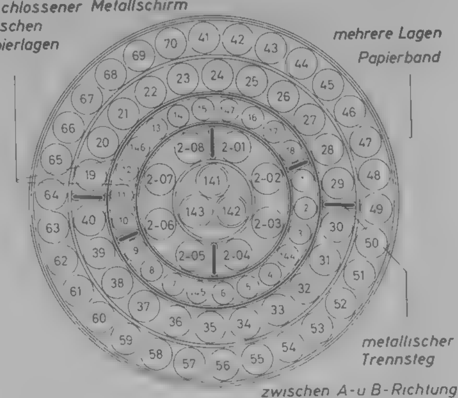


Durchmesser über Kabelseele = 55,5 mm.
Durchmesser über Kernpaar = 8,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaar 139,	1,4 mm ⌀ Cu, unter Bleimantel	
2. Lage:	Aderpaare 1—24,	0,9 mm ⌀ Cu, Stern,	Vierer 1—12
3. Lage:	„ 25—50,	1,4 mm ⌀ Cu, Stern,	„ 13—25
4. Lage:	„ 51—88,	1,4 mm ⌀ Cu, Stern,	„ 26—44
5. Lage:	„ 89—138,	1,4 mm ⌀ Cu, Stern,	„ 45—69

Bild 10. Fernkabel Form 139a.

Fk 163a 3 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, mit Tietgenschutz
+ 120 × 2 × 1,4 Cu, DM
+ 4 × 2 × 1,4 Cu, P
+ 36 × 2 × 0,9 Cu, DM

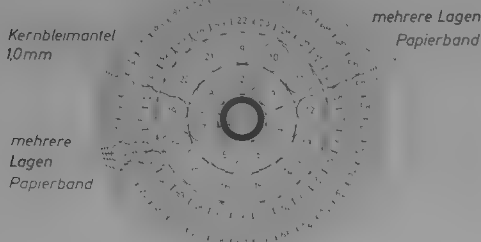


Durchmesser über Kabelseele = 76,5 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare 141–143,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF, Tietgenschutz	
2. Lage:	„ 201–216,	1,4 mm ⌀ Cu, DM, geschlossener Lagenschirm	Vierer 201–208
3. Lage:	„ 1–36,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 1–18
3. Lage:	„ 144–147,	1,4 mm ⌀ Cu, P geschlossener Lagenschirm	
4. Lage:	„ 37–80,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 19–40
5. Lage:	„ 81–140,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 41–70

Bild 11. Fernkabel Form 163a (besondere Zählweise).

Fk 166a 126 × 2 × 0,9 Cu, Kern-VS unter Bleimantel
+ 40 × 2 × 1,4 Cu, DM

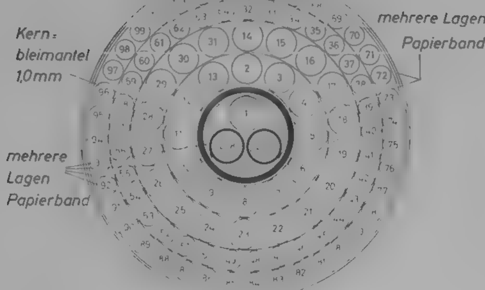


Durchmesser über Kabelseele = 58,5 mm.
Durchmesser über Kernvierer = 7,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare	1—2,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 1, unter Bleimantel
2. Lage:	„	3—16,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 2—8
3. Lage:	„	17—42,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 9—21
4. Lage:	„	43—98,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 22—49
5. Lage:	„	99—166,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 50—83

Bild 12. Fernkabel Form 166a.

Fk 208a 2 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, PiMF und 1 DM-VS unter Kernbleimantel
+ 62 × 2 × 1,4 Cu, DM
+ 144 × 2 × 0,9 Cu, DM

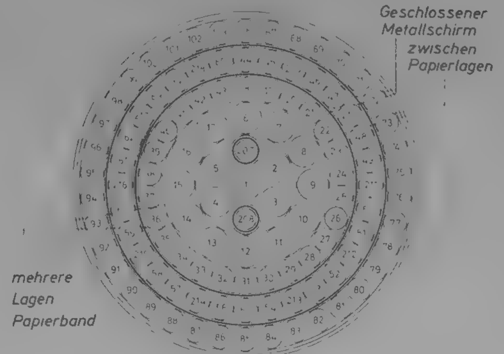


Durchmesser über Kabelseele = 67,0 mm.
Durchmesser über Kernseele = 17,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare	1—2,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 1, unter Bleimantel
1. Lage:	„	207—208,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF,	unter Bleimantel
2. Lage:	„	3—26,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 2—13
3. Lage:	„	27—62,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 14—31
4. Lage:	„	63—128,	0,9 mm ⌀ Cu, DM	„ 32—64
5. Lage:	„	129—206,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 65—103

Bild 13. Fernkabel Form 208a.

Fk 218b 2 × 2 × 1,4 Cu, PiMF
+ 34 × 2 × 1,4 Cu, DM
+ 10 × 2 × 1,4 Cu, P
+ 172 × 2 × 0,9 Cu, DM



Durchmesser über Kabelseele = 68,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare	1–2,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	Vierer 1
2. Lage:	„	207–208,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF	
2. Lage:	„	3–10,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 2–5
3. Lage:	„	11–34,	1,4 mm ⌀ Cu, DM,	„ 6–17
4. Lage:	„	35–86,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 18–43
5. Lage:	„	87–130,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 44–65
5. Lage:	„	209–218,	1,4 mm ⌀ Cu, P	
6. Lage:	„	131–206,	0,9 mm ⌀ Cu, DM,	„ 66–103

(4. bis 6. Lage: in gleicher Drallrichtung)

Bild 14. Fernkabel Form 218b.

Die früher mit Ortsfernkabel (OFk) bezeichneten alten Fk heißen heute in der Linie Niederfrequenz-Verbindungskabel (NFVk):

Fk 188b 4 × 2 × 1,4 Cu, PiMF, 1 PiMF mit Tietgenschutz
+ 184 × 2 × 1,4 Cu, St



Durchmesser über Kabelseele = 67,0 mm.

1. Lage (Kern):	Aderpaare	185—188,	1,4 mm ⌀ Cu, PiMF	185 mit Tietgenschutz
2. Lage:	„	1—28,	1,4 mm ⌀ Cu, St,	Vierer 1—14
3. Lage:	„	29—68,	1,4 mm ⌀ Cu, St,	„ 15—34
4. Lage:	„	69—120,	1,4 mm ⌀ Cu, St,	„ 35—60
5. Lage:	„	121—184,	1,4 mm ⌀ Cu, St,	„ 61—92

Bild 15. Fernkabel Form 188b.

Für die früher in der Linie als »OFk« bezeichneten Fk-Formen 188b usw. gilt das »Pflichtenheft für die zu gewährleistenden elektrischen Eigenschaften von Orts-Fernkabeln der Fk-Formen 188a/b/c (OFk), 124a/b/c/d (OFk), 106b (OFk) und 72a/b/c (OFk)«. *Knebel*

Niederfrequenz-Kabelendgestell (NF-KEG) → Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel.

Niederfrequenztechnik der Funkdienste → Überleiteinrichtungen.

Niederfrequenztransistor → Transistor.

Niederfrequenzverbindungskabel (NFVk) sind Kabel des Weitverkehrsnetzes oder Bezirksnetzes zwischen örtlich getrennten Verstärkerstellen oder diesen und Fernvermittlungsstellen mit niederfrequent ausgenutzten symmetrischen Verseilelementen. Hierunter fallen auch die früher als OFk bezeichneten Ortsfernkabel; verwendet wird heute nur noch das 188p Fk.

Nipkow, Paul, geb. 22. 8. 1860 in Lauenburg, Pommern, gest. 24. 8. 1940 in Berlin. Dr. h. c., Ingenieur. 1886 Eintritt als Konstruktions- und Entwicklungsingenieur bei der Berliner Eisenbahn- und Signalbau Zimmermann und Buchloh. N. fand die erste Lösung des Problems der punktweisen Bildzerlegung für das Fernsehen (»Nipkow-Scheibe«; grundlegendes Patent 1884, erweitert durch Patent 1924 betr. Synchronismus von Empfänger und Sender). Auf der Empfangsseite wurde 1932 die Nipkowscheibe durch die Braunsche Röhre verdrängt, auf der Sendeseite hielt sie sich bis 1938. N. war auch auf dem Gebiete der Eisenbahn-Sicherungs- und Signalanlagen durch Erfindungen hervorgetreten. Ehrungen: Dr. h. c. Universität Frankfurt/Main; Ehrenbürger der Stadt Lauenburg.

Literatur: ETZ-B 1960, Bd. 12, H. 20, S. 490. TFT 1940, H. 8, S. 247. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens, 1956.

Nipkowscheibe → Geschichte des Fernmeldewesens unter 4.1., 4.2. und 4.4.

Nippel → Isolierung von Kupferleitern.

Nippon Ocean Cable Company Ltd. → Seekabelfabriken.

Nitrieren. Auch Aufsticken genannt. Glühen in stickstoffabgebenden Mitteln zum Erzielen einer mit Stickstoff angereicherten Oberfläche (entspricht DIN 17 014, Ausgabe Oktober 1959).

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Nitrolacke. Die N. enthalten heute im Durchschnitt 15% Nitrocellulose, 10% Kunstharz, 5% Weichmacher, 20% niedrigsiedende Lösungsmittel, 45% mittelsiedende Lösungsmittel, 5% hochsiedende Lösungsmittel. Die N. trocknen bei einmaliger Lackierung in wenigen Minuten bis zu einer Stunde.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Niveaufläche → Äquipotentialfläche.

Niveauliniendiagramm → Richtcharakteristik.

n-Leitung → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

NLT-Verstärker (NLT = Negative Line Transistorized: negative Leitung unter Verwendung von Transistoren) ist ein transistorierter Zweidrahtverstärker für den Einsatz in den unteren Ebenen des Fernsprechnetzes (im Fernnetz unterhalb der Knotenvermittlungsstellen und in Ortsnetzen). Der NLT-V. hat somit, vom Netz her gesehen, das gleiche Verwendungsgebiet wie der → Gabelverstärker. Er unterscheidet sich jedoch in Aufbau und Wirkungsweise grundsätzlich vom Gabelverstärker und bildet in mancher Hinsicht gerade sein Gegenstück. Entsprechend unterschiedlich sind die jeweiligen Anwendungsfälle.

Der NLT-Verstärker ist — anders als der Gabelverstärker — ein reiner Zweidrahtverstärker, der grundsätzlich nur auf unbespulten Zweidrahtleitungen betrieben wird. Er zeichnet sich dadurch aus, daß er — im Unterschied zum Gabelverstärker — auch für Gleichstrom und Wechselströme tiefer Frequenz (z. B. Rufstrom) durchlässig ist. Vor allem in den USA hat man aufgrund dieser Eigenschaften NLT-V. in sehr großer Anzahl in den Ortsverbindungsleitungen (OVl) der dort vorhandenen, sehr ausgedehnten Ortsnetze eingesetzt. Bei der DBP hat sich — wegen der räumlich viel kleineren Ortsnetze — der NLT-V. nicht in gleichem Umfang einführen können. Er wird hier vor allem zur Entdämpfung von Nebenanschlußleitungen und Querleitungen zwischen Nebenstellenanlagen verwendet, wenn diese sehr lang sind und z. B. zu weit abgesetzten Nebenstellen führen und deshalb die zulässigen Dämpfungswerte bei reiner Kabelführung nicht mehr eingehalten werden können.

Die zunächst überraschende Eigenschaft des NLT-V., für Gleich- und Wechselstrom durchlässig zu sein, findet ihre Erklärung in seiner Wirkungsweise. Der NLT-V. ist an sich kein Verstärker, wie er üblicherweise definiert ist, sondern er stellt einen Vierpol gleichen Aufbaus wie eine Leitungsersatzschaltung dar, mit dem Unterschied, daß — im Gegensatz zur Leitung — seine Zweigwiderstände negativ sind. Derartige negative Widerstände lassen sich mit aktiven Schaltelementen (z. B. Transistoren) in Rückkopplungsschaltungen (Schaltungen mit fallender Kennlinie) realisieren. Durch Ausnutzung dieser Eigenschaft ist es möglich, mit einem — den NLT-V. darstellenden — Vierpol dem Betrage nach das gleiche Dämpfungsmaß, jedoch mit umgekehrten Vorzeichen (negativ) bei gleichem Wellenwiderstand zu erreichen. Fügt man daher einen NLT-V. in eine (Zweidraht-)Leitung ein, so bewirkt die Kettenschaltung der beiden Vierpole (NLT-V. mit negativem, Leitung mit positivem Dämpfungsmaß) eine vollkommene Entdämpfung bei reflexionsfreier Anpassung. Da der den NLT-V. darstellende Vierpol richtungssymmetrisch ist, kann der NLT-V. — im Gegensatz zu anderen Fernsprechverstärkern — in beiden Übertragungsrichtungen betrieben werden.

Literatur: Th. Grewe: Ein Zweidrahtverstärker mit negativen Widerständen; NTZ 1959, H. 11 — Th. Grewe: Zur Theorie der Zweidrahtverstärker AEÜ 13 (1959) S. 243—252 und 287—302. Negative Widerstände zur Entdämpfung unbespulter Leitungen — NLT-Verstärker —; Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B 1957, Nr. 11 und 12, S. 149 — Hölzler/Thierbach: Nachrichtenübertragung; Springer-Verlag 1966, S. 302. *Irmer*

nöbL → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst.

Noise Unit → Geräuschspannung.

Nolan-Abdecklack. Schnell trocknender, dicht bedeckender, leicht abziehbarer Lack zum Abdecken der nicht zu galvanisierenden Flächen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Nomographie. Die N. beschäftigt sich mit der grafischen Darstellung von Funktionen mit mehreren Veränderlichen. — Gegeben sei die Funktion $z = f(x, y)$. Das bedeutet: Zwei Zahlen x_0 und y_0 ist gemäß der Rechenvorschrift eindeutig eine Zahl $z_0 = f(x_0, y_0)$, der Funktionswert, zugeordnet. Aufgabe der N. ist es, die Zahlen x, y und z durch geeignete geometrische Gebilde darzustellen. Dazu bieten sich hauptsächlich zwei zueinander duale Möglichkeiten:

1. Leitertafeln. Die Zahlen x, y und z werden durch drei Punktreihen (»die Leitern«) dargestellt. Diese Punktreihen sind folgendermaßen angeordnet: Verbindet man den Punkt x_0 der x-Leiter mit dem Punkt y_0 der y-Leiter durch eine Gerade, so schneidet diese die z-Leiter an der Stelle z_0 (Bild 1), und man kann den den beiden Zahlen x_0 und y_0 zugeordneten Funktionswert z_0 auf der z-Leiter sofort ablesen.

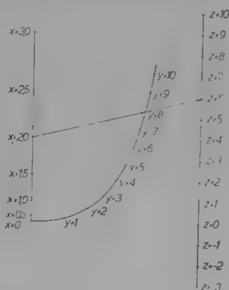


Bild 1. Leitertafel für die Funktion $z = \frac{y^2 - 4x^2}{y}$.

2. Netztafeln. Die Zahlen x, y und z werden durch drei Kurvenscharen dargestellt, welche folgendermaßen angeordnet sind: Schneidet man die Kurve x_0 aus der Schar der x-Kurven mit der Kurve y_0 aus der Schar der y-Kurve, so verläuft durch diesen Schnittpunkt die Kurve z_0 der Schar der z-Kurven (Bild 2).

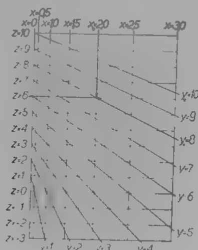


Bild 2. Netztafel für die Funktion $z = \frac{y^2 - 4x^2}{y}$

Sehr oft können Nomogramme so angeordnet werden, daß wenigstens ein Teil der Leitern der Leitertafel bzw. ein Teil der Kurven der Netztafel geradlinig verlaufen. Das ist eine zwar angenehme Äußerlichkeit, die aber für das Nomogramm letztlich unwesentlich ist. Ebenso unwesentlich ist die geradlinige Verbindung entsprechender Punkte in Leitertafeln. Es gibt auch Nomogramme, in denen ein Kreisbogen angewandt wird, der die Skalenträger schneidet.

Für Funktionen mit mehr als zwei Veränderlichen verwendet man zusammengesetzte Leiter- und Netztafeln.

Literatur: Bay, Einführung in die Nomographie, 1963 — Schröder, Mathematik für die Praxis, ein Handbuch, Bd. I, 1964 — Pirani-Fischer, Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik, 3. Aufl. 1957.

Gerber

Norddeich → Geschichte des Fernmeldewesens unter 3.2.

Norddeutsche Seekabelwerke Aktiengesellschaft → Seekabelfabriken.

Normalbetrieb einer elektrischen Bahn → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Normalelement. Als N. dient das Weston-Element, dessen Elektroden aus Kadmiumamalgam und Quecksilber bestehen. Der Elektrolyt ist eine gesättigte Kadmiumsulfatlösung. Seine elektromotorische Kraft verändert sich nur wenig mit der Temperatur und beträgt 1,0183 V bei 20°C. Ein Normalelement sollte nie als Stromquelle dienen. Es soll nur in Kompensationsschaltungen zum Spannungsvergleich verwendet werden. Die Spannung des Normalelementes U = 1,0183 V wird Normalspannung genannt.

normale Verteilungskurve, eine theoretische Art der Verteilung statistischer Ergebnisse um ihren Mittelwert, → statistische Methoden.

Normalfernkabel → Fernkabel bis 1945.

Normalfrequenz ist eine Frequenz, die nach Empfehlung des CCIR ihren Sollwert mit einer Mindestgenauigkeit von $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ einhält. Zu den primären Frequenzstandards (Frequenznormalien) werden Caesium-, Wasserstoff- und Thalliumstandards gerechnet, deren Frequenz durch definierte Energiesprünge der Hyperfeinstruktur der Atome bestimmt wird, ohne daß unkontrollierbare Einflüsse der Abstimmelemente, der Betriebsspannung, des Gasdrucks o. ä. die abgegebene Frequenz wesentlich beeinflussen. Systematische Frequenzänderungen sind bei primären Frequenzstandards nicht nachweisbar. Ihre Frequenzgenauigkeit liegt in der Größenordnung 10^{-11} bis 10^{-13}. Das Rubidiumstandard zählt nicht zu den primären Standards, da seine Frequenz in gewissen Grenzen einstellbar ist und sich im Laufe des Betriebs langsam ändert. Die Atomzeit wird derzeit vom Caesiumstandard abgeleitet. In einem evakuierten Gefäß werden in einem Ofen Caesiumatome verdampft, sie verlassen den Ofen in einem Strahl und treffen auf ein Magnetfeld, das Atome mit verschieden

hohem Energieniveau unterschiedlich ablenkt. Die Atome durchlaufen anschließend einen Hohlraumresonator, dem von außen eine Schwingung zugeführt werden kann. Stimmt die zugeführte Frequenz mit der dem Unterschied der beiden Energieniveaus zugeordneten Frequenz 9 192 631 770 Hz überein, tritt entweder Absorption von Energie ein, und Atome wechseln vom niedrigeren zum höheren Energieniveau, oder es erfolgt stimulierte Emission, d. h., Atome des höheren Energieniveaus fallen sprunghaft unter Energieabgabe auf das niedrigere Energieniveau zurück. Nach Verlassen des Hohlraums durchfliegen die Atome ein zweites Magnetfeld, das diejenigen Atome auf einen Detektor konzentriert, die ihr Energieniveau gewechselt haben. Die dem **Resonator** zugeführte Frequenz wird aus einem Quarzoszillator durch Vervielfachen bei gleichzeitiger Frequenzmodulation erzeugt. Die Quarzgeneratorfrequenz wird, gesteuert durch die Änderung des Detektorstromes, automatisch so nachgezogen, daß die Mittenfrequenz der dem Resonator aufgezwungenen Frequenz ständig mit der dem Niveausprung der Caesiumatome zugeordneten Frequenz zusammenfällt. Das Caesiumstandard ist also ein passives Standard. Die abgegebene Frequenz ist die des eingebauten Quarzoszillators, dessen Frequenz laufend korrigiert wird.

Quarzoszillatoren zeigen grundsätzlich neben unvorhergesehenen Frequenzschwankungen um einen Mittelwert eine gleichförmige Frequenzänderung pro Tag, deren Betrag sich nur langsam verringert. Es gibt Quarzoszillatoren mit positiver und negativer Frequenzänderung. Auch moderne Präzisionsquarznormalien benötigen eine mehrwöchige Einlaufzeit. Ihre Frequenzänderung pro Tag liegt nach einer Einlaufzeit von einem Monat bei 2 bis $10 \cdot 10^{-11}$ pro Tag und sinkt nach 2 Jahren ununterbrochenen Betriebs auf 0,3 bis $3 \cdot 10^{-11}$ ab. Diese Frequenzänderung pro Tag ist sehr gleichmäßig. Bei Quarzoszillatoren mit geeichter Frequenznachstimmung gelingt es, sie weitgehend automatisch zu kompensieren. Trotzdem ist laufende Kontrolle durch primäre Normalien, z. B. durch drahtlosen Vergleich über N.- und **Zeitzeichensender** erforderlich. Da die Frequenzdifferenz zwischen sekundärem und primärem Frequenznormal nur gering ist, wird der **Frequenzvergleich** von N. durch Einzelmessungen der Phasendifferenz zu verschiedenen Zeiten oder durch Registrierung der Phasendifferenz zwischen den beiden Frequenzen durchgeführt. Phasenmessungen werden am einfachsten mit einem triggerbaren Oszillographen mit geeichter Zeitablenkung vorgenommen. Die unbekannte Frequenz f_X wird über einen Empfangsverstärker kleiner Bandbreite (≤ 1 Hz) dem Y-Verstärker des Oszillographen zugeführt, während die Vergleichsfrequenz f_0 die X-Ablenkung triggert. Da die Träger aller N.-Sender Vielfache von 100 Hz sind, werden zweckmäßig

Frequenzstandards

Gerät Arbeitsfrequenz (MHz)	Kurzzeitstabilität	absolute Genauigkeit	Primäres Standard	Frequenzänderung pro Zeiteinheit
Caesiumstandard 9 192, 631 770	10^{-11}	10^{-11} bis 10^{-12}	+	—
Thalliumstandard 21 310,835 5	10^{-11} bis 10^{-12}	10^{-11} bis 10^{-12}	+	—
Wasserstoffstandard 1 420,405 751	10^{-12}	10^{-12}	+	—
Rubidiumstandard 6 834,682 608	10^{-11} bis 10^{-12}	—	—	10^{-11} pro Monat
Präzisionsquarzstandards (2,5)	10^{-11} bis 10^{-12}	—	—	10^{-11} bis 10^{-12} pro Tag
Quarzgeneratoren elektronischer Geräte (0,1/1/2,5/5)	10^{-9} bis 10^{-11}	—	—	10^{-9} bis 10^{-10} pro Tag

Übertragung von Normalfrequenzen über verschiedene Frequenzbänder

Band	Entfernung	tägl. Gang	Standardabweichung der Phaset	Standardabweichung der Phasenänderung Δt in 1000 Sekunden Beobachtungszeit		Genauigkeit des Frequenzvergleichs in der Meßzeit t (Standardwerte)
	km	µsec	sec	Tag sec	Nacht sec	
Längstwelle	5000 (max. 20 000)	30 bis 60	0,5 bis $3{,}5 \cdot 10^{-6}$	—	—	1 bis $5 \cdot 10^{-11}$ (t = 1 Tag)
Langwelle	400 (max. 1200)	—	—	$0{,}2 \cdot 10^{-6}$	0,6 bis $4 \cdot 10^{-6}$	1 bis $40 \cdot 10^{-10}$ (t = 2000 sec)
Kurzwelle	500 bis 6000					±1 bis $30 \cdot 10^{-9}$ (t = 1 bis 5 sec)
Ultrakurzwelle	80 (max. 120)		$2 \cdot 10^{-10}$	1 bis $2 \cdot 10^{-10}$	1 bis $2 \cdot 10^{-10}$	$\pm 1 \cdot 10^{-10}$ (t = 1 bis 2 sec)
10 MHz auf Richtfunk aufmoduliert	480			$2 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$\pm 1 \cdot 10^{-10}$ (t = 20 sec)

100 Hz-Impulse als Vergleichsfrequenz f_0 benutzt. Man bestimmt die Änderung des Durchgangspunktes der f_X Schwingung durch die Nullinie in Mikrosekunden vom Beginn des Überlaufs (Triggerpunkt) aus gemessen Δt_{2-1} mit einem Zeitabstand t von mindestens 1000 Sekunden bis zu einigen Tagen. Daraus ergibt sich die relative Frequenzabweichung $\frac{\Delta f}{f}$ aus $\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta t_{2-1}}{t}$. Das Vorzeichen kann aus der Richtung des Auswanderns der f_X-Schwingung bestimmt werden. Die Messung einer Phasenänderung in Zeiteinheiten hat den Vorteil, daß unabhängig von der Höhe der Frequenz f_X gleiche Abwanderung Δt_{2-1} in gleicher Meßzeit t der gleichen relativen Frequenzdifferenz entspricht. Die Daten der N.- und Zeitzeichensender werden in den Grünbüchern des CCIR veröffentlicht. Die **Übertragungsgenauigkeit von N.-Sendungen** wird durch die Phasenunruhe und die tageszeitlichen Phasenschwankungen bestimmt. Längstwellensender zeigen einen tageszeitlichen Gang des Phasenverlaufs bis zu 60 Mikrosekunden. Frequenzvergleiche können daher nur bei einer Meßzeit von 24 Stunden oder einem Vielfachen davon durchgeführt werden.

Infolge der Phasenunruhe der Übertragung über längere Strecken ist die direkt empfangene Normalfrequenz bis zu 4 Zehnerpotenzen ungenauer als die ausgestrahlte. Bei Langwellen treten infolge eines anderen Übertragungsmechanismus tageszeitliche Phasengänge in der Regel nicht auf, jedoch ist ein tageszeitlicher Gang der Phasenunruhe festzustellen. Über Längstwellen können N.-Vergleiche bis zu den Antipoden durchgeführt werden. Zur N.-Versorgung eines Gebietes von etwa 500 km um den Sender werden zweckmäßig Langwellen eingesetzt. Kurzwellen sind zur Übertragung von N. nur im Empfangsbereich der Bodenwelle brauchbar. Bei langen Übertragungswegen können Frequenzschwankungen bis $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ auftreten. Bei Frequenzen im EHF, SHF und UHF-Bereich werden in kurzer Zeit hohe Übertragungsgenauigkeiten erzielt ($\pm 1 \cdot 10^{-10}$ in 1 bis 30 Sekunden je nach der Übertragungsfrequenz). Durch **Frequenznachregelgeräte** ist es möglich, ein sekundäres Frequenznormal an ein führendes Frequenznormal anzubinden. So werden z. B. die Grundfrequenzen der Frequenzmeßanlagen bei den Funkkontrollmeßstellen der DBP oder auch die Quarzgeneratoren der Fernsehsender mit Präzisionsoffset über Draht von der zentralgelegenen N.-Anlage des FTZ mit einer Genauigkeit von $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ nachgeregelt. Durch laufende Phasenvergleiche des örtlichen Normals mit der Steuerfrequenz erfolgt eine Frequenznachregelung in dem Sinn, daß die Phasenabwanderung einen möglichst kleinen Wert annimmt. Die Phasenunruhe der Übertragung erfordert eine Mittelung durch eine Zeitkonstante bis zu 150000 Sekunden. Dies gilt ebenso bei drahtloser Regelung durch einen N.-Sender auf Längstwelle infolge des starken täglichen Phasengangs der Übertragung. Die Regelgenauigkeit liegt hier bei 1 bis $5 \cdot 10^{-10}$. Mit Rundfunksendern im Langwellenbereich, deren Träger als Normalfrequenz ausgestrahlt wird, läßt sich mit einer Zeitkonstante von 30000 sec. eine bessere Frequenznachregelung als $1 \cdot 10^{-10}$ erreichen.

N.-Nachregelungen und -messungen können infolge des Dopplereffektes unmittelbar nur ortsfest durchgeführt werden. Eine Relativbewegung des Empfängers von 3 m pro Sekunde auf den Sender zu entspricht bereits einer Frequenzerhöhung von $+1 \cdot 10^{-8}$.

Literatur: Bastelberger, Die Normalfrequenz des FTZ 14 (1961), Heft 1 — Mc Coubrey, A Survey of Atomic Frequency Standards, Proc. IEEE 54 (1966), H. 2 — Essen, Atomuhren-Standards für die genauesten Zeitmessungen, Umschau 60 (1960), Heft 24 — Bastelberger, Normalfrequenzen, ihre Übertragung und Messung, Fernmelde-Ing. 22. Jhg. Heft 5/6 1968 — Bastelberger, Der normalfrequente Träger des Deutschlandfunksenders 151 kHz, NTZ 21 (1968), H. 12.

Bastelberger

Normalfrequenz- und Zeitzeichensender → Normalfrequenz.

Normalinduktivität. N. sind Meßspulen, deren Induktivitäten durch Vergleich mit → Induktivitätsnormalen bestimmt sind. Sie werden als Einzelspulen mit Induktivitätswerten von 0,01 bis 1 H in dezimaler Stufung hergestellt, wobei die Abweichungen des wirklichen Wertes vom Nennwert höchstens 0,2% betragen dürfen. N. haben ein- oder mehrlagige Wicklungen auf zylinderförmigen Marmor- oder Porzellankörpern. Bei N. mit sehr kleiner Induktivität werden die einzelnen Windungen der Wicklung auf einen keramischen Körper aufgebrannt und dann galvanisch verstärkt.

Die aus Spuleninduktivität und Wicklungskapazität sich ergebende Resonanzfrequenz muß genügend hoch über der Meßfrequenz liegen, damit die Meßergebnisse nicht verfälscht werden. Deshalb wird bei mehrlagigen Spulen die Wicklung als kapazitätsarme Stufen- oder Pyramidenwicklung ausgeführt. Grundsätzlich sollte der ohmsche Widerstand der Wicklung so klein wie möglich sein. Das erfordert dicken Draht für die Wicklung. Andererseits muß der Draht aber auch dünn sein, damit eine merkbare Widerstandsvergrößerung durch Stromverdrängung (Skin-Effekt) erst bei sehr hohen Frequenzen auftritt. Die Wahl der richtigen Drahtstärke ist deshalb ein Kompromiß zwischen diesen beiden Forderungen. Die Verkleinerung der Wirkung der Stromverdrängung durch Hochfrequenzlitze bringt Vorteile nur für Frequenzen unterhalb von 1 MHz, da bei höheren Frequenzen dielektrische Verluste in der Lackisolierung der einzelnen Litzendrähte sich unangenehm bemerkbar machen.

Haak

Normalkondensator. N. sind Meßkondensatoren, deren Kapazität durch Vergleich mit der Induktivität eines → Induktivitätsnormals oder mit der Kapazität eines Gebrauchsnormals für die Kapazität (→ Kapazitätsnormal) bestimmt ist. Kondensatoren haben nur dann einen phasenreinen kapazitiven Blindwiderstand, wenn sie verlustfrei sind. Nahezu verlustfrei sind nur Luftkondensatoren. Normalluftkondensatoren können mit Kapazitäten von 10 pF bis 10 nF hergestellt werden. Kondensatoren, die auf kleinem Raum große Kapazitäten besitzen, haben ein festes Dielektrikum, z. B. Glimmer. Dieser Stoff hat eine

relative Dielektrizitätskonstante $\varepsilon_{rel} = 4 \cdots 8$. Sein Verlustwinkel δ liegt in der Größenordnung von $1 \cdot 10^{-4}$. In neuerer Zeit wurden auch schon Meßkondensatoren mit Polystyrol- (Styroflex-) Dielektrikum hergestellt. Doch scheinen bei diesen noch Schwierigkeiten bezüglich der Konstanz und der Wärmebeständigkeit zu bestehen. Normalkondensatoren werden als Stöpsel- oder Kurbelkondensatoren in Sätzen zusammengebaut. Für besonders genaue Messungen werden ihnen Eichtabellen mit den genauen Werten der Kapazität und des Verlustwinkels beigegeben. Bei Normalluftkondensatoren ist die Abweichung des wirklichen Kapazitätswertes vom Nennwert im allgemeinen kleiner als 0,1 %. *Haak*

Normaloffset → Trägerversatz.

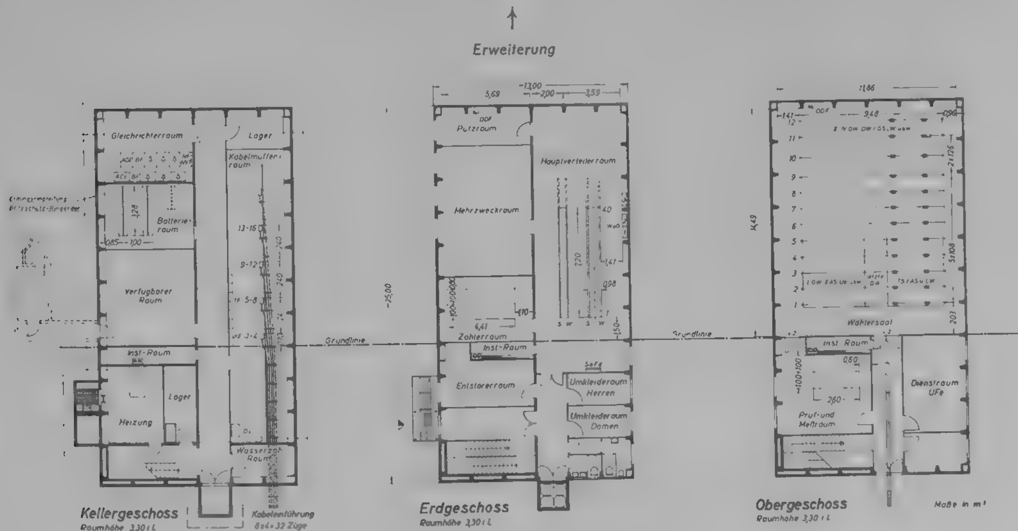
Normalspannung → Normalelement.

Normalverteilung → Gaußsche Verteilung.

Normalwiderstände. N. sind Meßwiderstände, deren Widerstandswert durch Vergleich mit einem → Widerstandsnormal erhalten wird. Sie werden als Einzelwiderstände mit Werten von 10^{-5} bis 10^{+5} Ohm hergestellt. Die Abweichungen des wirklichen Widerstandes vom Nennwert sollen bei einfachen Meßwiderständen $\leqq 0{,}2$ %, bei besseren Meßwiderständen $\leqq 0{,}1$ % und bei Präzisionswiderständen $\leqq 0{,}02$ % sein. N. sind Widerstände mit höchster Genauigkeit, bei denen diese Abweichungen höchstens 0,001 % betragen dürfen. Um Übergangswiderstände an den Kontakten zu vermeiden, werden die Zuleitungen so gebaut, daß man ggf. ihre amalgamierten Endflächen in mit Quecksilber gefüllte Näpfe einhängen kann. N. werden wie alle Meßwiderstände im allgemeinen aus Manganindraht (Legierung mit 86 % Kupfer, 12 % Mangan und 2 % Nickel) hergestellt. Diese Legierung zeichnet sich durch großen spezifischen Widerstand, kleinen Temperaturkoeffizienten bei Raumtemperatur und kleine Thermospannung gegen Kupfer und Kupferlegierungen wie Messing aus. Zeitliche Veränderungen werden durch künstliche Alterung (Wärmevorbehandlung) vermindert. In neuerer Zeit werden manchmal auch andere Legierungen, wie Gold-Chrom-Legierung, verschiedene aluminiumhaltige Kupfer-Mangan-Legierungen verwendet. Der meist mit Seide isolierte Draht wird auf Röhren aus Hartpapier oder Porzellan, manchmal auch auf Metallröhren, die zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten geschlitzt sind, gewickelt. Damit Meßwiderstände phasenreine Wirkwiderstände haben, darf eine Widerstandswicklung weder Wicklungsinduktivität, noch Wicklungskapazität aufweisen. Oft genügt es, durch bifilare Wicklung die Wicklungsinduktivität zu vermeiden. Bifilare Wicklungen besitzen aber eine große Wicklungskapazität, die sich bei hohen Frequenzen störend bemerkbar macht. Dann muß an Stelle der einfachen bifilaren Wicklung eine besondere Wicklungsweise, die Chaperon-Wicklung, verwendet werden. Besonders sorgfältig werden Fehlwinkel bei der von K. W. Wagner und Wertheimer angegebenen Wicklungsweise ausgeglichen. *Haak*

Normblitz → Blitz.

Normengebäude für Fernsprechvermittlungsstellen (FeN) werden aus fabrikatorisch vorgefertigten Stahlbetonelementen am Aufstellungsort zusammengebaut (s. Bild). Die Wirtschaftlichkeit dieser im Gegensatz zur herkömmlichen Bauweise in sehr kurzer Bauzeit erstellbaren Gebäude ist wegen des hohen Transportkostenanteils noch umstritten. Die N. gleichen in ihren für die einzubauende Technik nutzbaren inneren Abmessungen den entsprechenden → Typenhäusern Fe. Reihe der Normengebäude FeN → Typenhäuser Fe.



Grundriß des Normengebäudes FeN 3.

Normmischung → Mischung.

Normung heißt Ordnen und Bereitstellen von bewährten Lösungen für wiederkehrende Aufgaben in folgenden Bereichen der Technik:

Begriffe, Bezeichnungen Symbole u. a. (Verständigungsnormen)
Beurteilungsgrundsätze, Handelsklassen (Sortierungsnormen)
Typenbeschränkung nach Art, Form, Größe (Typennormen)
Grundsätze für Entwurf, Berechnung, Ausführung (Planungsnormen)
Gesichtspunkte für Gestaltung techn. Gegenstände (Konstruktionsnormen)
Bauelemente, Profile, Gewinde, Maßtoleranzen (Abmessungsnormen)
Stoffe, Einteilung, Eigenschaften, Verwendung (Stoffnormen)
Qualität von Erzeugnissen (Gütenormen)
Arbeitsverfahren für Herstellung und Behandlung (Verfahrensnormen)
Untersuchungs- und Meßverfahren (Prüfnormen)
Verdingungsordnung für Leistungen (Liefer- und Dienstleistungsnormen)
Schutz von Leben, Gesundheit und Sachwerten (Sicherheitsnormen).

Industrie, Wirtschaft und Behörden haben sich in Deutschland im Deutschen Normenausschuß DNA (e. V. mit Sitz in Berlin) zusammengefunden, um diese Aufgabe der N. wahrzunehmen. Fachnormenausschüsse FNA (z. B. FNA Elektrotechnik = FNE) und andere Arbeitsausschüsse A werden dazu vom DNA eingesetzt. Das Ergebnis dieser Gemeinschaftsarbeit, die DIN-Normen — DIN ist das geschützte Verbandszeichen des DNA — werden nach ihrer endgültigen Fassung und Passieren der Normenprüfstelle in den DIN-Mitteilungen und im Normblattverzeichnis angezeigt. Seit Einführung von fünfstelligen DIN-Nummern im Jahre 1940 haben die Fachgebiete Kennzahlen, z. B.

Kennzahl	Fachgebiet
20 000	Bergbau
25 000	Eisenbahnwagenbau
30 000	Lokomotivbau
40 000	Elektrotechnik
50 000	Materialprüf. d. Technik
60 000	Textilindustrie
70 000	Kraftfahrzeugbau
80 000	Schiffbau

Die früher verwendeten Fachsymbole, z. B. DIN VDE, sind weggefallen.

An der N. arbeitet der DNA hauptsächlich mit folgenden internationalen Organisationen zusammen:

ISO International Organization for Standardization, Generalsekretariat in Genf. Technische Komitees TC leisten in ihren Fachgebieten die Normungsarbeit.

IEC International Elektrotechnik Commission ist die internationale Spitzenorganisation der Elektrotechnik. Die Empfehlungen der IEC sind richtunggebend für die Arbeiten des FNE und anderer Körperschaften.

CEN Comité Européen de Coordination des Normes hat sich die Aufgabe gesetzt, den Warenverkehr in Europa, d. h. in den EWG- und EFTA-Ländern, durch N. zu vereinheitlichen. CEN-Sekretariat in Paris.

Unter den Begriff N. fallen nicht oder nur in weiterem Sinne die Vorschriften, Regeln und Leitsätze des Verbandes Deutscher Elektrotechniker VDE (siehe Elektrotechnische Vereine).

Literatur: Klein, Einführung in die DIN-Normen, Teubner-Verlag, Stuttgart 1965.

Diekamp

Normwandler → Fernseh-Normwandlung.

Norton-Transformation → Vierpoltheorie 2.2 und 4.8.

NOSFER. Bezeichnung eines Fernsprech-Ureichkreises, nach den Hauptbuchstaben der französischen Bezeichnung gebildet; → Bezugsdämpfung.

NOSFERT → SFERT.

Notanruf, Notfrequenz → Notverkehr.

Notgespräche sind Gespräche, die die Sicherheit des menschlichen Lebens zu Wasser, zu Lande und in der Luft betreffen (auch Weltgesundheitsbehörde betr. Seuchen usw.). Im Fernsprechinlandsdienst sind sie noch genauer definiert: ..., die bei Notständen (Bahn- oder Bergwerkskatastrophen, Feuersbrünsten, Waldbränden, Hochwassergefahr oder bei Ereignissen, bei denen Gefahr für Menschenleben besteht) und von besonders zugelassenen Stellen bei Ausfall der Versorgung ganzer Bezirke mit elektrischem Strom oder Ferngas angemeldet werden. Diese Gespräche genießen vor allen anderen Gesprächen den absoluten Vorrang. Es wird die einfache Gebühr berechnet, bei Mißbrauch die zehnfache Gebühr.

Notmeldung → Notverkehr.

Notruf. Die DBP ist darauf bedacht, die Herbeirufung von Polizei und Feuerwehr in Notfällen über das öffentliche Fernsprechnetz zu erleichtern. Aus diesem Grund vergibt sie — nach Möglichkeit einheitlich — die (Kurz-) Rufnummern 110 (für Polizei) und 112 (für Feuerwehr). Diese Notruf-Nummern sind einprägsam und können allein durch Abtasten der Nummernscheibe (z. B. bei Dunkelheit) gewählt werden. Die Notruf-Nummern sind unter der Bezeichnung Überfall, Verkehrsunfall, Feuer, Rettungsdienst, Erste Hilfe an hervorragender Stelle von Fernsprechverzeichnissen abgedruckt: Auf dem Außentitel jedes amtlichen Fernsprechbuches, auf der 2. Seite des amtlichen Verzeichnisses der Ortsnetzkennzahlen, im Kopfeintrag jedes Ortsnetzes und auf der Benutzungsanweisung von Münzfernsprechern. Die Träger der Notrufdienste müssen sich ggf. über den Eintrag einer gemeinsamen Notruf-Nummer einigen.

Notrufeinrichtungen bieten dem Teilnehmer die Möglichkeit, durch Wahl einer kurzen, leicht merkbaren Rufnummer bei Gefahr die Hilfe der Polizei oder Feuerwehr herbeizurufen. Um dem Rufenden auch dann Hilfe leisten zu können, wenn seine Nachricht unvollständig eintrifft oder unterbrochen wird, kann der Verbindungsweg von der Abfragestelle gefangen werden. Die belegten techn. Einrichtungen lösen nicht aus, so daß durch Rückwärtsverfolgung der Anrufende festgestellt werden kann.

Notrufempfangsstelle dient zur Übertragung und für die Aufnahme von Induktorrufen aus tragbaren Fernsprechern in Basa (Bahnselbstanschlußanlage)-Bezirksverbindungen und zum Herstellen der Grundstellung aller Schaltmittel in den Anschlußstellen nach einem Induktorruf durch Aussenden je eines Belegungs- und Auslöseimpulses. N. sind überall dort nötig, wo von tragbaren Fernsprechern aus in Basa-Bezirksverbindungen gerufen werden kann.

Notrufmelder im öffentlichen Fernsprechnetz: N. bei Münzfernsprechern als posteigene Zusatzeinrichtungen gestatten münzfreie Notrufe zur Polizei oder Feuerwehr von öffentlichen Münzfernsprechern in Fernsprechhäuschen. Der N. besteht im wesentlichen aus einem Impulsgeber, der durch einen Bedienungshebel betätigt wird. Nach Abheben des Handapparats vom Münzfernsprecher und Betätigen des N. wird die Hauptanschlußleitung kurzzeitig unterbrochen, um mit Sicherheit ein etwa bestehendes Gespräch zu trennen. Dann erfolgt Belegung der Hauptanschlußleitung und Aussendung der Notrufnummer-Impulse 110 oder 112; anschließend wird ein besonderes Melderkennzeichen und ein Standortkennzeichen des Fernsprechhäuschens gesendet. Falls der Handapparat nicht abgenommen wurde, wird die Verbindung gefangen. Der Hilfesuchende erkennt den Ablauf des N. am Glockenzeichen. Die Notrufübertragung der Vermittlungsstelle und die End-Übertragung in der Notrufdienststelle werden beim Betrieb mit N. geändert. Bei Notrufen von N. erfolgt in der Vermittlungsstelle die Zählung der Gespräche für die Abrechnung mit der Notrufdienststelle und die Durchwahl der Standortkennung zur Notrufdienststelle. Die Notrufdienststellen haben zusätzliche Einrichtungen für den Empfang und Auswertung der vom N. gesendeten Notrufe. N. werden auf Antrag der Bedarfsträger in der für Teilnehmereinrichtungen üblichen Weise eingerichtet. N. als private → Zusatzeinrichtungen: Polizeirufeinrichtungen (P.) für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes. Die P. sind in Polizeirufsäulen oder Polizeirufstellen untergebracht und gestatten durch kurzzeitiges Herunterdrücken des Bedienungshebels ein selbsttätiges unentgeltliches Anrufen einer bestimmten Polizeidienststelle zur Durchgabe von Notrufen. Die mit eigener Stromversorgungseinrichtung arbeitenden P. bestehen aus einem automatischen → Rufnummerngeber, einer → Freisprecheinrichtung und ggf. mit Einrichtungen für die Standortkennung, die dann entsprechende Empfangs- und Auswerteeinrichtungen bei der angerufenen Polizeidienststelle erfordert.

Nach Herunterdrücken des Bedienungshebels wird der automatische Rufnummerngeber angelassen und die Rufnummer der Polizeidienststelle selbsttätig gewählt. Im Besetztfall kann die Wahl ggf. bis zu dreimal selbsttätig wiederholt werden. Die Auslösung der Verbindung erfolgt durch Zeitschaltung oder mittels 1860-Hz-Auslösedauerton von der Polizeidienststelle beim Einhängen des Handapparates. P. bieten für die Herstellung der Verbindung und die Vermittlung der Notrufe keine höhere als die dem Fernsprechdienst eigene Sicherheit. P. werden wie zweite Sprechapparate an einen Fernsprechapparat mit selbsttätiger Abschaltung der Sprechadern zu einem zweiten Apparat angeschlossen. *Paul*

Notrufübertragung stellt die Verbindung zwischen → Ortsdienstgruppenwähler und der Notrufstelle her und ermöglicht, bei böswilligen Anrufen die Verbindung zu fangen. Die Fangmöglichkeit ist durch eine Taste ausschaltbar. Um die Notrufstelle vor unbeabsichtigten Anrufen zu schützen, kann durch einen Zusatz zur N. die Durchschaltung um 3 Sekunden verzögert werden. Durch ein differentialgeschaltetes Relais in der N. ist die Möglichkeit der Blockadebeseitigung gegeben. Die Blockade wird der Notrufstelle durch ein Schauzeichen angezeigt, und die Freischaltung erfolgt durch eine Erdtaste im Abfrageapparat.

Notrufwähl- und Ansagegeräte. »Automatische Notrufwähl- und Ansagegeräte für Alarmgabe über das öffentliche Fernsprechnetz« sind private → Zusatzeinrichtungen für Teilnehmersprechstellen. Die N. werden wie Rufnummerngeber vor den Fernsprechapparat entsprechend der jeweiligen Anschließungsanweisung geschaltet. Die N. rufen beim Betätigen eines Alarmkontaktes eine Sprechstelle eines öffentlichen Notrufträgers (Polizei oder Feuerwehr) oder auch eines privaten Notrufträgers (Bewachungsunternehmen und dergl.) selbsttätig ein- oder mehrmals (bis zu 4 Wiederholungen im Abstand von mindestens 2 Minuten zur selben Sprechstelle) an und sagen dabei jedesmal einen vorher auf einen magnetischen Tonträger aufgesprochenen Meldetext durch. Es kann im Anschluß an den Anruf bei der Notrufdienststelle auch eine private Sprechstelle angerufen werden. Polizei-Notrufdienststellen dürfen von N. nur mit dem Einverständnis der Polizei unter Einhaltung von besonderen Forderungen, wie vorherige Mitteilung des Meldetextes und der Erreichbarkeit des gesicherten Raumes sowie die Sicherstellung der Unterhaltung des Gerätes, angerufen werden.

Bei Alarmgabe durch ein N. erfolgt die selbsttätige Durchsage des Meldetextes unabhängig vom Melden der angerufenen Sprechstelle, d. h. keine Registrierung der Entgegennahme des Anrufs bei der anrufenden Sprechstelle. Die Belegungsdauer der angerufenen Sprechstelle ist höchstens 60 sec. N. bieten im übrigen für die Herstellung der Verbindung und die Übermittlung der Meldung keine höhere als die dem Fernsprechdienst eigene Sicherheit. *Paul*

Notsender → Funkausrüstung der Schiffe.

Notstromanlagen s. Handwörterbuch für das Postwesen, 3. Aufl. 1970. → Eigenstromerzeugungsanlagen.

Notverkehr (Funk) umfaßt alle Meldungen über die sofortige Hilfe, die für eine Funkstelle in Not erforderlich ist. Dem N. gehen Notanruf — diesem wenn nötig und möglich das → Alarmzeichen — und Notmeldung voraus. Der Notanruf besteht aus dem Notzeichen und dem Rufzeichen bzw. dem Namen oder jeder anderen Art der Kennzeichnung der bewegl. Funkstelle in Not. Das Notzeichen (dreimal

zu senden) besteht im Telegrafiefunk aus der Gruppe ...–––... (sinnbildlich: SOS), im Sprechfunk aus dem Wort MAYDAY (gesprochen wie franz. m'aider). Die Notzeichen zeigen an, daß ein Schiff, ein Luft- oder irgendein anderes Fahrzeug von ernster und unmittelbarer Gefahr bedroht ist und um sofortigen Beistand bittet. Die dem Notanruf unmittelbar folgende Notmeldung enthält u. a. die Angaben über Standort, Art des Notfalls und der erbetenen Hilfe. Der Notanruf hat unbedingten Vorrang vor jedem anderen Verkehr. Alle Funkstellen, die ihn hören, müssen jede Aussendung, die den N. stören könnte, sofort einstellen.

Bei dem N. wird das Notzeichen vor dem Anruf und am Anfang des Kopfes eines jeden Funktelegramms übermittelt. Der N. wird durch die → Vollzugsordnung für den Funkdienst geregelt.

Eine ortsfeste Funkstelle, die eine Notmeldung empfängt, muß unverzüglich die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um die zuständigen Behörden zu benachrichtigen, die für den Einsatz von Rettungsmitteln verantwortlich sind. Bei den Küstenfunkstellen der DBP geschieht dies nach sogenannten Seenotweitergabeplänen, in denen neben Behörden auch private Stellen aufgeführt sind, die für eine Hilfeleistung in Frage kommen (z. B. Schlepper-Firmen).

Notanruf, Notmeldung und N. werden in der Regel auf den Notfrequenzen gesendet. Die Notfrequenzen, die auch als Anruffrequenzen dienen, sind international festgelegt und unterliegen besonderem Schutz. Sie sollen die sichere Aufnahme der Notmeldung gewährleisten. Wenn zweckdienlich, darf auch jede andere Frequenz benutzt werden. Die Notfrequenz für Telegrafiefunk ist 500 kHz, für Sprechfunk 2182 kHz.

Diese Frequenzen sind von See- und Luftfunkstellen und Funkstellen auf Rettungsgeräten zu verwenden, wenn diese Funkstellen die Hilfe von Seediensten erbitten.

Weitere Frequenzen (nicht Notfrequenzen) für Sicherheitszwecke sind: 8364 kHz für Seefunkstellen und Rettungsgerät-Funkstellen; 121,5 MHz Flugfunk-Dringlichkeitsfrequenz im UKW-Bereich einschl. Rettungsgerät-Funkstellen; 156,8 MHz Anruf- und Sicherheitsfrequenz im UKW-Sprech-Seefunkdienst; 243 MHz für Rettungsgerät-Funkstellen und Gerät für Rettungszwecke.

Die Frequenz 20007 kHz kann in Notfällen für die Suche nach und für die Rettung von Astronauten und Weltraumfahrzeugen benutzt werden. *Binz*

Notzeichen → Notverkehr.

Notzeichenmißbrauch → Fernmeldestrafrecht 1.1.2.

NTG → Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE.

NTSC → Fernsehen 3.

NTSC-Empfänger → Farbfernsehempfänger.

Nullindikator. Der N. ist ein hochempfindlicher Spannungsmesser, der dazu dient, den Abgleich einer → Wheatstone Brücke anzuzeigen. Er wird zwischen die Klemmen C und D der Brücke geschaltet. Bei Gleichstrommeßbrücken braucht man im allgemeinen Drehspulgalvanometer, die so eingestellt sind, daß der Nullpunkt der Skala in der Mitte liegt, um Ausschläge nach beiden Seiten bequem beobachten zu können. Instrumente mit quadratischer Anzeige sind ungeeignet, da sie gerade bei kleinsten Spannungen zu wenig empfindlich sind.

Bei Wechselstrommeßbrücken verwendet man je nach der Frequenz des Meßstromes verschiedene N. Bei Tonfrequenzen wird meist ein Kopfhörer gebraucht. Er ist sehr empfindlich und gestattet besonders in geräuscharmen Räumen einen empfindlichen Abgleich von Meßbrücken. In lärmerfüllten Meßräumen benutzt man am besten eine sichtbare Anzeige des Abgleichs, wie sie z. B. ein Richtspannungsanzeiger (Röhrenvoltmeter) liefert. Dieses Gerät verstärkt die Wechselspannung und richtet sie gleich. Sie kann dann wie bei einer Gleichstrommeßbrücke am Ausschlag eines Gleichstromgalvanometers beobachtet werden. Für Meßströme mit Frequenzen unterhalb von 300 Hz sind Kopfhörer nicht genügend empfindlich. In diesem Bereich tiefer Frequenzen benutzt man Vibrationsgalvanometer, die auf die betreffende Meßfrequenz abgestimmt werden.

Meßströme mit sehr tiefen Frequenzen kann man auch durch Zerhacker oder Umpoler hörbar machen. Dann ist ein Brückenabgleich mit dem Kopfhörer möglich. Die Unzuverlässigkeiten mechanischer Geräte mit Kontakten werden vermieden, wenn man die aus der Trägerstromtechnik bekannten Gegentakt- oder Doppelgegentaktmodulatoren (Ringmodulatoren) verwendet. Liegen die Frequenzen der Meßströme oberhalb des Hörbereichs, so verwendet man entweder Richtspannungszeiger oder benutzt Überlagerungsempfänger, bei denen der Meßstrom einem Hilfsstrom mit einer von der Frequenz des Meßstromes etwas abweichenden Frequenz überlagert wird. Durch Gleichrichtung (Demodulation) erhält man einen Wechselstrom mit der Differenzfrequenz. Durch geeignete Wahl der Frequenz des Hilfsstromes kann die Differenzfrequenz in den Bereich gut hörbarer Schwingungen gelegt werden. Bei einfachen Meßbrücken verwendet man manchmal als N. auch die aus der Technik der Funkempfänger bekannten Abstimm-Anzeigeröhren.

Um den N. bei Beginn einer Brückenmessung vor Überlastung zu schützen, verwendet man Empfindlichkeitsregler (umschaltbare Nebenschlußwiderstände, Ayrtonscher Nebenschluß), die bei fortschreitendem Abgleich allmählich ausgeschaltet werden, so daß die Empfindlichkeit der Meßschaltung mit der Verbesserung des Abgleichs erhöht wird. Andererseits kann die Empfindlichkeit durch geeignete Verstärker vergrößert werden (→ Brückenmeßverfahren, → Meßbrücken). *Haak*

Nulleiter sind unmittelbar geerdete Mittel- oder Sternpunktleiter in Netzen, in denen die → Nullung als Schutzmaßnahme angewendet wird. N. sind in der Regel ganz oder teilweise an der Führung des Betriebsstromes beteiligt. Sie haben somit eine Betriebs- und Schutzfunktion (→ Stromübergang).

Nullstelle ist der Argumentwert, für den eine Funktion Null wird, i. allg. komplex. Die N. einer Übertragungsfunktion geben die → Eigenfrequenzen.

Nullstellenauffüllung → Richtcharakteristik.

Nullstrom, Nullsystem → symmetrische Komponenten.

Nullung, Nullung in Starkstromnetzen (→ Stromübergang) soll im Fehlerfall das Bestehenbleiben einer zu hohen Berührungsspannung an nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Anlagenteilen verhindern.

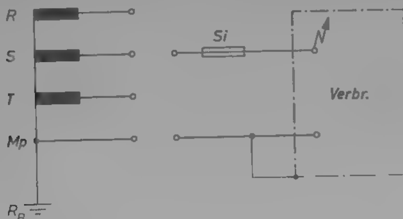


Bild 1. Nullung mit stromführendem Nulleiter.

Sie erfordert einen unmittelbar geerdeten Mittel- oder Sternpunktleiter und wird hergestellt durch den Anschluß der zu schützenden Anlagenteile an

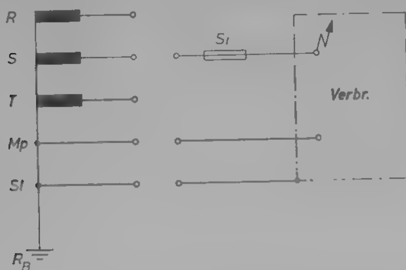


Bild 2. Nullung mit besonderem Schutzleiter.

den → Nulleiter (s. Bild 1) oder an einen mit dem Nulleiter in Verbindung stehenden besonderen Schutzleiter (s. Bild 2).

Nullwertsbreite, Nullwertswinkel → Richtcharakteristik.

Numerierungsplan. Plan, der den Aufbau der Kennzahlen, ihre Stellenlänge und die Zuordnung zu Vermittlungsstellen, Ortsnetzen oder Vermittlungsbereichen in einem Wählnetz darstellt. N. bestehen in großen Ortsnetzen mit vielen Vermittlungsstellen, im Netz des Selbstwählferndienstes (SWFD) (→ Ortsnetzkennzahl), im internationalen SWFD (→ Länderkennzahl), im Gentexnetz und im nationalen und internationalen Telexnetz. Der N. beeinflußt die Gestaltung eines Netzes. Er muß Rücksicht nehmen auf die Verkehrsstruktur und soll eine möglichst kleine Stellenzahl der nationalen und internationalen Rufnummern ermöglichen. Das Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) hat für den internationalen SWFD empfohlen, die Stellenlänge der internationalen Rufnummer auf 12 zu beschränken.

Numerierungssystem → Kennzahlsystem.

Nummernende, -lampe → Nummernendetaste.

Nummernendetaste. In handbedienten Fernvermittlungsstellen ist bei Zusammenarbeit mit → Codewahlleitungen nach beendeter Wahl die N. zu drücken. Damit wird das Zeichen »Wahlende vorwärts« oder »Nummernende« ausgelöst, das als Code-15-Zeichen übertragen wird und den am Verbindungsaufbau beteiligten zentralen Schaltgliedern mitteilt, daß sie die volle Wahlinformation erhalten haben und sich nach beendeter Weitergabe abschalten dürfen.

In → handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 ist diese Aufgabe der Code-15-Taste zugewiesen, die das Fernregister mit entsprechenden Codezeichen über das Ende der Wählinformation unterrichtet. In → handbedienten Fernvermittlungsstellen F 36 und → handbedienten Fernvermittlungsstellen F 57 ist dafür eine besondere N., die Magnetleuchttaste mit der Nummernendelampe (NEL), vorgesehen. Wird N. gedrückt, wird der nsr-Kontakt des → Nummernschalters überbrückt, so daß zwei Impulse mehr ausgesendet werden, als gewählt wurden. Die Vermittlungskraft ist bei Verbindungsaufbau über Codewahlleitungen angewiesen, nach beendeter Wahl N. zu drücken und die Ziffer 0 zu wählen. In Wirklichkeit werden jedoch 12 Impulse ausgesendet. N. hält sich während des Ablaufes des Nummernschalters und löst danach selbsttätig aus. In der Auslandskopfvermittlungsstelle werden die 12 Impulse als Nummernendezeichen erkannt und in das Code-15-Zeichen umgewertet. — Solange N. gedrückt ist, leuchtet die Nummernendelampe. Sie weist zur Vermeidung von Falschwahl als Aufmerksamkeitszeichen darauf hin, daß der Nummernschalter nunmehr zwei Impulse mehr aussendet.

Literatur: H. Pausch, Die CCI-Codewahl für den internationalen Fernsprechweitverkehr. Nachrichtentechnische Zeitschrift, Bd. 6 (1960), S. 277 — H. Pausch, Die Vermittlungseinrichtungen für internationale Fernsprechleitungen mit CCI-Codewahl. Der Fernmelde-Ingenieur, Bd. 15 (1961), Heft 11 — W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2.
Gänsler

Nummernendezeichen → Registerzeichen.

Nummernkarte → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Nummernquittungszeichen → Registerzeichen.

Nummernschalter. In Fernsprechvermittlungssystemen für den Selbstwählbetrieb muß der Benutzer die gewünschte Verbindung selbst herstellen. Hierzu ist sein Fernsprechapparat mit einem Impulsgeber, dem sog. Nummernschalter (NrS) ausgestattet. Er hat die Aufgabe, durch genau bestimmte Unterbrechungen des bei abgenommenem Handapparat auf der Leitung

fließenden Ruhestroms, die in der Vermittlungsstelle vorhandenen Wähler zu steuern. Hierzu betätigt der NrS nach Aufziehen der Fingerlochscheibe während seines Ablaufes den Nummernschalter-Impulskontakt (nsi-Kontakt). Während der Aufzugs- und Ablaufzeit des NrS wird ferner der Nummernschalter-Abschaltekontakt (nsa-Kontakt (s. u.)) geschlossen. Um den Schaltgliedern der Vermittlungsstellen genügend Zeit zur sicheren Einstellung zwischen zwei Ziffernabläufen zu geben, ist eine Mindestzeit (Spatium) am Ende des Ablaufes des NrS festgelegt worden, während der keine Impulse erzeugt werden können. Bei vielen Konstruktionen von NrS wird hierfür ein weiterer Kontakt, der Nummernschalter-Reduzierkontakt (nsr-Kontakt) verwendet (vgl. Fernsprechapparate Bild 1).

Für die Funktion der Kontakte ist im einzelnen folgendes festgelegt:

nsi-Kontakt. Der nsi-Kontakt, der als Ruhekontakt ausgeführt ist, erzeugt beim Ablauf des NrS durch Unterbrechen des Schleifenstromes Rechteck-Impulse. Sie bestehen aus einer Schleifenunterbrechung (Impuls) von 62 ms und einem darauf folgenden Ruhestrom (Pause) von 38 ms. Die Dauer einer Periode ist demnach 100 ms. Das Verhältnis Impuls/Pause soll im Mittel 1,6:1 betragen. Abweichungen zwischen 1,4:1 und 1,8:1 können noch zugelassen werden.



Fingerlochscheibe.

nsa-Kontakt. Der nsa-Kontakt (Arbeitskontakt) liegt parallel zur Sprecheinrichtung des Fernsprechapparates. Hierdurch wird während der Betätigung des NrS die Hör- und Sprecheinrichtung sowie die Leitungsnachbildung im FeAp zur Erhöhung des Schleifenstromes und zur Vermeidung von Impulsverzerrungen und Störgeräuschen im Fernhörer kurzgeschlossen. Der nsa-Kontakt wird deshalb schon beim Aufzug der Fingerlochscheibe geschlossen und öffnet erst wieder bei Beendigung des Rücklaufes.

nsr-Kontakt. Der nsr-Kontakt (Ruhekontakt) ist bei den Nummernschaltern erforderlich, bei denen das »Spatium« nicht konstruktiv durch eine impulsfreie Leerlaufstrecke des NrS erzwungen ist. In diesen Fällen ist der nsr-Kontakt parallel zum nsi-Kontakt geschaltet und hat die Aufgabe, durch Kurzschließen der beiden letzten, vom nsi-Kontakt erzeugten Perioden von je 100 ms eine garantierte Zeit von 200 ms (Spatium) zwischen zwei Ziffernabläufen sicherzustellen. Dies hat zur Voraussetzung, daß beim Ablauf von Nummernschaltern mit nsr-Kontakt der nsi-Kontakt immer 2 Impulse mehr erzeugt, als es nach Wahl der gewünschten Ziffer erforderlich wäre. Diese beiden zusätzlichen Impulse entstehen, während der NrS den entsprechend bemessenen Abstand zwischen Ziffer 1 und dem Fingeranschlag durchläuft. Bei NrS ohne nsr-Kontakt werden beim Zurücklaufen der Fingerlochscheibe in diesem Bereich keine zusätzlichen Impulse durch den nsi-Kontakt erzeugt.

Der Antrieb des Nummernschalters erfolgt mittels der Fingerlochscheibe (s. Bild), die über der »Ziffernscheibe« angeordnet ist. Durch Drehen der Fingerlochscheibe von der gewünschten Ziffer an bis zum Fingeranschlag wird eine Feder aufgezogen, die nach Freigabe der Fingerlochscheibe deren Rücklauf bewirkt. Zur Erzielung einwandfreier Signale muß die Rücklaufgeschwindigkeit des NrS möglichst konstant sein. Dies wird durch einen Fliehkraftregler erreicht. Da der NrS bestimmend ist für einen fehlerfreien Verbindungsaufbau, werden an ihn besonders strenge Anforderungen gestellt. So muß er das vorgeschriebene Impulsverhältnis und die vorgeschriebene Ablaufzeit auch noch nach 1,2 Millionen Aufzügen sowie bei Temperaturen bis zu −10°C einhalten.

Literatur: W. Schönfeld, Nebenstellentechnik (Kl Fachbuchreihe, Bd. 39, S. 143).

H. Fischer

Nummernschaltereinschub → Fernschrank F 57.

Nummernschalterprüfung. Der Nummernschalter (NrS) ist das wesentlichste mechanische Bauteil des Fernsprechapparates. Neben der Betriebsfähigkeit bei unterschiedlichsten klimatischen Verhältnissen muß er jahrelang, ggf. unter stärkster Beanspruchung, nahezu pflegefrei arbeiten. Beim Ablauf des Laufwerkes soll das Verhältnis von Impuls zu Pause 1,6 : 1 (Grenzwerte 1,4 : 1 bis 1,8 : 1) und die Summe von Impuls und anschließender Pause 100 msek (Grenzwerte 90 bis 110 msek) betragen. Der NrS soll bei jeder Prüfung des Anschlusses vom → Prüfplatz aus und bei jeder Anwesenheit eines Entstörers bei der Sprechstelle auf seine Betriebsfähigkeit untersucht werden. Für die Prüfung sind folgende Verfahren gebräuchlich: Wenn noch Prüfschränke 29 eingesetzt sind, wird der NrS mit Hilfe eines Zungenfrequenzmessers und eines Milliamperemeters geprüft. Ersterer zeigt die Grundfrequenz der vom NrS erzeugten Schwingung an, während der Zeigerausschlag des Amperemeters von der Stromstärke und der Länge der Öffnungs- und Schließungszeit des Nummernschalter-Impuls-(nsi-)Kontaktes abhängt. Dieses Verfahren ist mit Mängeln behaftet. Zusätzlich vom NrS abgegebene Impulse sind ebensowenig festzustellen wie einzelne die zulässigen Grenzwerte überschreitende Impulse beim Ablauf des NrS. Neue oder instand gesetzte NrS müssen mit einem Stromstoßschreiber eingemessen werden. Diese Messung

bringt einwandfreie Ergebnisse, ist aber für den allgemeinen Gebrauch an den Prüfplätzen der → Fernsprechentstörungsstellen (FeESt) zu aufwendig und findet überwiegend in Werkstätten Verwendung. Die → Prüftische der FeESt sind zum Prüfen der NrS mit einem → Wählimpulszeitmesser ausgestattet. Er besteht im wesentlichen aus einer Kathodenstrahlröhre, deren Bildschirm ein Koordinatenfeld enthält. Die Beschriftung dieses Feldes ist so gewählt, daß die Abszisse das Impulsverhältnis und die Ordinate die Zahl der Impulse wiedergeben. Der Wählimpulszeitmesser arbeitet verzerrungsfrei, bringt absolut aussagefähige Werte und eignet sich auch für Auswertungen bei Schnellausspeicherung von Impulsen. Der Entstörer kann die Betriebsfähigkeit eines NrS auch von der Sprechstelle aus durch Anwahl eines automatischen Prüfplatzes und anschließender Wahl der eigenen Rufnummer prüfen. Dieser gibt das Prüfergebnis als Hörton bekannt, und zwar bei Gutaussage einen 800-Hz-Dauerton und bei Schlechtaussage einen im Takt des Morse-i unterbrochenen 450-Hz-Ton. *Harbarth*

Nummernschaltersteuerung → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Nummernschalterwahl (Telex) ist das einfachste Wählverfahren im T-Wählvermittlungssystem. Der in deutschen T-Vermittlungssystemen verwendete Nummernschalter gleicht dem der Fernsprechtechnik. Die Empfehlung U 2 (1964) des CCITT legt u. a. fest: die Ablaufgeschwindigkeit 10 Impulse/s, bei einer Toleranz von ± 10%, die Wählpause zwischen 2 Impulsserien, die mindestens 600 ms betragen soll, und das Impulsverhältnis nominal 1,5:1 oder 1,6:1. Die Grenzwerte sollen 1,2:1 bis 1,9:1 sein. Für deutsche T-Systeme gilt 1,4:1 bis 1,8:1. Bei deutschen T-Wählvermittlungssystemen ist der Impuls somit 52 bis 71 ms und die Pause 32 bis 46 ms lang.

Nummernscheibe → Nummernschalter.

Nutzfeldstärke (Funk) → Sendernetzplanung.

Nutzfunkfeld → Funkfeld.

Nutzsatelliten. Sammelbezeichnung für kommerziell genutzte Satelliten, die z. B. für Fernmeldezwecke geplant und eingesetzt werden (→ Fernmeldesatellit).

Literatur: F. Vilbig, Kommerzielle Satelliten, R. Oldenbourg Verlag, München-Wien 1969.

Nyquist-Charakteristik → Fernsehen 2.

Nyquistdemodulator → Fernsehsender-Kontrolleinrichtung.

Nyquistfilter ist ein Filter mit genormter Kurve zur Erzeugung der Restseitenbandmodulation beim Fernsehen, → Modulation 1.1.3.

Nyquistformel → Rauschen.

O

O-Typ-Röhre → Laufzeitröhre.

OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) → International Civil Aviation Organization.

OB → Ortsbatterie-Grundschaltung.

OB-Anschluß, -Fernsprechapparat, -Leitung, -Sprechstelle, -Vermittlung → OB-Betrieb.

OB-Betrieb. Bild 1 zeigt die praktische Anwendung der → Ortsbatterie-Grundschaltung. Die OB-Fernsprechapparate enthalten als wesentliche Bestandteile einen Handapparat mit dem Mikrophon M und dem Hörer F, die Induktionsspule I, den → Kurbelinduktor Ind, den Wechselstromwecker W und einen Gabelumschalter mit den Arbeitskontakten u^{I} und u^{II}. Im → Klappenschrank der OB-Vermittlung ist den OB-Leitungen ein Anrufzeichen, bestehend aus einer zweipoligen Klinke (Kli) mit Ruhekontakt und einer Anrufklappe (AK), zugeordnet. Dem Schnurpaar mit dem Abfrage- und Verbindungsstöpsel (ASt und VSt) ist die → Schlußklappe (SK) beigegeben.

Will ein Teilnehmer die Vermittlungsstelle rufen, muß er den Kurbelinduktor betätigen. Am Klappenschrank fällt die Anrufklappe zum Zeichen des Anrufes. Die Vermittlungskraft steckt den Abfragestöpsel des Schnurpaares in die zugehörende Teilnehmerklinke

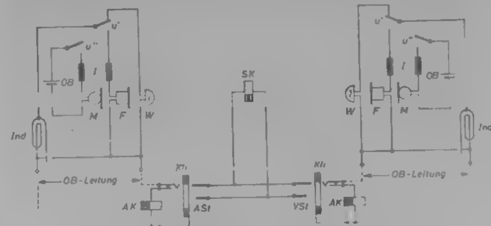


Bild 1. OB-Verbindung über Klappenschrank.

und fragt ab. Der Verbindungsstöpsel des Schnurpaares wird in die Klinke gesteckt, an die der Fernsprechapparat des gewünschten Teilnehmers angeschlossen ist; dieser wird daraufhin gerufen. Sobald er seinen Handapparat abgehoben hat, ist die Verbindung hergestellt. Um die Verbindung nach Gesprächsende trennen zu lassen, hat der rufende Teilnehmer zum Abruf den Kurbelinduktor erneut zu drehen. Am Vermittlungsschrank spricht die Schlußklappe als Aufforderung an, die Verbindung zu trennen. Um ein Abrufen durch Drehen des Kurbelinduktors zu vermeiden, werden in OB-Vermittlungen mit Klappenschränken anstelle von Schlußklappen → Schlußschauzeichen — Speisung aus einer besonderen 12-V-Schlußzeichenbatterie (SB) — bevorzugt. Eine solche Schaltung zeigt Bild 2. Die Schaltung des OB-Fernsprechapparates ändert sich nur insofern, als zusätzlich der Kondensator C benötigt wird. Je nachdem, ob C in Reihe mit der Hörmuschel oder dem Wecker geschaltet wird, sind zwei

Betriebsweisen — OB-positiv und OB-negativ — denkbar. Bei OB-positiv liegt C in Reihe mit dem Hörer F. Nach dem Auflegen des Handapparates wird der Stromkreis für das Schlußschauzeichen SZ über den Wecker W geschlossen. Die Vermittlungskraft wird dadurch aufgefordert, in die Verbindung einzutreten. Bei OB-negativ liegt C in Reihe mit dem Wecker. Das Schlußschauzeichen SZ ist während des Gespräches über den Hörer F erregt. Stehen beide

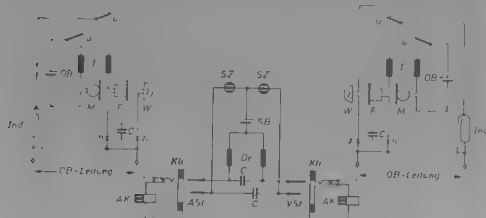


Bild 2. OB-Verbindung mit Schlußzeichengabe.

Schlußschauzeichen, ist die Verbindung zustandegekommen. Beim Auflegen wird das Schlußzeichen SZ stromlos und fordert zum Trennen der Verbindung auf. — Die OB-negativ-Schaltung wird selten verwendet. In öffentlichen Fernsprechanlagen wurden OB-Vermittlungen durch Wählvermittlungen verdrängt. OB-Betrieb ist aber von Bedeutung bei → Feldvermittlungen. In den OB-Sprechstellen solcher OB-Netze werden vor allem → Feldfernsprecher als OB-Fernsprechapparate verwendet.

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929. *Gänsler*

OB-Bezirksfernsprechverbindung mit Wahlzusatz → Bezirksfernsprechverbindungen der DB.

Oberaufsicht → Aufsicht.

Oberaufsichtsplatz. In handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) leitet und beaufsichtigt eine Oberaufsichtskraft die gesamte Betriebsabwicklung. Zu jeder Zeit sollen am O. Betriebslage und Betriebsablauf erkannt werden können und Möglich-

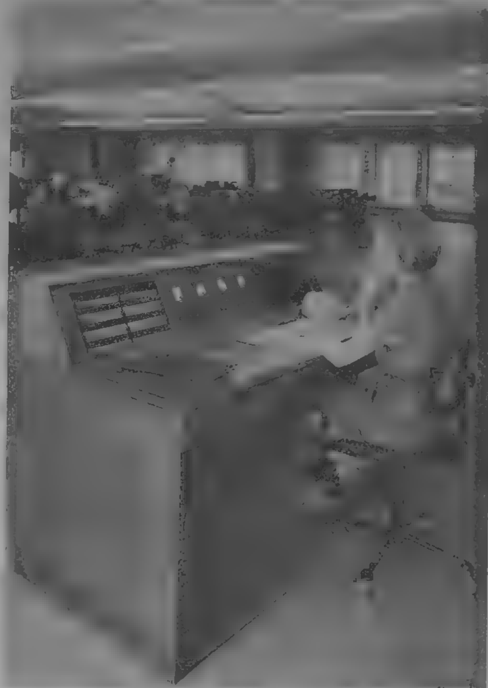
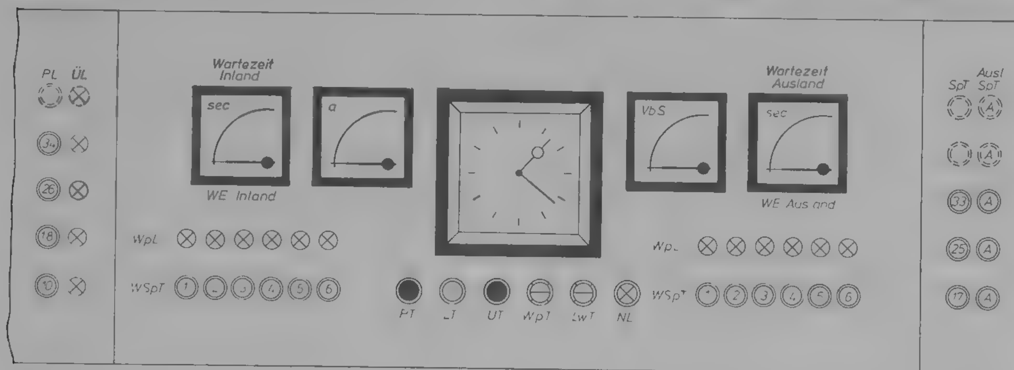


Bild 1. Oberaufsichtstisch in einer FernVStHand F62.



WE Inland Wartezeitanzeiger Inland *WE Ausland* Wartezeitanzeiger Ausland *α Anzeiger* gibt das Verhältnis der Zahl der gerade mit einer Vermittlungstätigkeit beschäftigten Vermittlungskräfte zur Zahl der mit Kräften besetzten Fernplätze an *VbS-Anzeiger* Verbindungssatzanzeiger (Verkehrsanzeiger) *PL* Platzbesetzungslampe *ÜL* Überwachungslampe *PT* Platztaste zur Anschaltung der PL *LT* Löschtaste zur Abschaltung der PL und ÜL *ÜT* Überwachungstaste zur Anschaltung der ÜL *WpL* Wartepunktlampe, zeigt Zahl der wartenden Gesprächsanmeldungen an *WpT* Wartepunkttaste zur Anschaltung der WpL *WSpT* Sperrtaste für Wartepunkte *LwT* Leitwegtaste *NL* Lampe zur Anzeige des Notbetriebes *SpT* Inlands-Sperrtaste, sperrt Fernplatz gegen Auslandsgespräche *AuslSpT* Auslands-Sperrtaste, sperrt FPlatz gegen Inlandsgespräche

Bild 2. Instrumentenfeld eines Oberaufsichtsplatzes für FernVStHand F62.

keiten zum Eingreifen bestehen. Bild 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Ausstattung eines O. in handbedienten Vermittlungsstellen F 62. Ein → Alphazeiger zeigt den Alphawert an, d. h. das Verhältnis der Zahl der gerade beschäftigten Vermittlungskräfte zur Zahl der an den Fernplätzen eingesetzten Kräfte als Maß für die Auslastung der Vermittlungskräfte, die Zahl der belegten Verbindungssätze als Maß für die Größe des Verkehrs und die Wartedauer der am längsten wartenden Anrufe, getrennt für In- und Auslands-Gesprächsanmeldungen. Außerdem wird angezeigt, wieviel Wartepunkte der → Warteeinrichtungen belegt sind. Die Wartepunkte können in betriebsschwachen Zeiten teilweise gesperrt werden. Mit zunehmender Besetzung werden gesperrte Wartepunkte freigegeben. Außerdem ist aus einem Lampenfeld (s. Bild 1) zu ersehen, welche Fernplätze besetzt sind, an welchen Plätzen ein noch nicht abgefragter Anruf vorliegt und welche Plätze arbeiten (d. h. Anrufe abfragen und Verbindungen herstellen). Ein Tastenfeld bietet die Möglichkeit, jeden einzelnen Platz gegen alle Anrufe oder nur gegen Auslandsmeldeanrufe zu sperren.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128. *Gänsler*

Oberband → Radiofrequenzraster.

Oberflächenbehandlung. Oberflächenvorbereitung mit chemischen Mitteln, Aufbringen von Deckschichten und Metallüberzügen.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Oberflächenintegral → Integral 3.

Oberflächenladung → Metall-Halbleiterkontakte.

Oberflächenschutz. Rostschutz und Metalloberflächenschutz durch z. B. Nitrieren, Phosphatieren, Oxalieren, Aluminieren, Verzinken usw., ferner durch Aufbringen von entsprechenden Schutzlacken.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Oberflächenwellen. Als O. werden auch leitungsgebundene Wellen (→ elektromagnetische Welle, A) bezeichnet im Gegensatz zu im freien Raum sich ausbreitenden Raumwellen. → Bodenwelle.

Oberflächenwellenantenne → Längsstrahler.

Oberflächenzustände → Metall-Halbleiterkontakte.

Oberpostdirektionen (OPDn) sind als Bezirksbehörden dem → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) unmittelbar unterstellt. Sie haben den Status von mittleren Bundesbehörden. 1968 bestanden 21 OPDn mit Sitz in Braunschweig, Bremen, Dortmund, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Freiburg im Breisgau, Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Kiel, Koblenz, Köln, München, Münster (Westf), Neustadt an der Weinstraße, Nürnberg, Regensburg, Saarbrücken, Stuttgart, Trier und Tübingen. Die für West-Berlin zuständige Landespostdirektion Berlin ist rechtlich eine Landesbehörde, aber wie eine OPD gegliedert. Ihr Präsident verwaltet das Post- und Fernmeldewesen in seinem Geschäftsbereich nach den Weisungen des → Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen. Die Größe der einzelnen OPD-Bezirke ist sehr unterschiedlich. Nach der Fläche ist — abgesehen von der Landespostdirektion Berlin mit 479 qkm — der OPD-Bezirk Saarbrücken mit 2568 qkm der kleinste, der OPD-Bezirk München mit 26553 qkm der größte. Der OPD-Bezirk Trier hat mit rund 550000 Einwohnern die kleinste, der OPD-Bezirk Düsseldorf mit rund 5500000 Einwohnern die größte Bevölkerungszahl. In den OPD-Bezirken Saarbrücken und Trier bestehen nur je ein Fernmeldeamt. Der OPD-Bezirk Frankfurt am Main umfaßt als Höchstzahl 12 Ämter des Fernmeldewesens.

Geschichtliches. OPDn mit Bezirksaufgaben wurden am 1. 1. 1850 erstmals in Preußen eingerichtet. Nach Bi dung des Norddeutschen Bundes und Bildung des Deutschen Reiches wurden weitere OPDn errichtet. In Bayern wurden 1907 die bisherigen Oberpostämter in OPDn umgebildet. Die OPD Stuttgart wurde erst 1920 bei Übernahme der Generaldirektion der Posten und Telegrafen durch die Deutsche Reichspost eingerichtet. In der Zeit von 1934 bis Kriegsende 1945 wurde anstelle der Bezeichnung »Oberpostdirektionen« die Bezeichnung »Reichspostdirektion« (RPD) verwendet (Höchstzahl der RPDn 51, 1945 bei Kriegsende 38). Nach dem Zusammenbruch wurden OPDn zunächst in den einzelnen Besatzungszonen eingerichtet. Die Leiter der OPDn führen seit 1920 die Amtsbezeichnung → »Präsident«.

Aufgaben und Zuständigkeiten. Die Aufgaben und Zuständigkeiten der OPDn sind grundlegend in der → Zuständigkeitsordnung der DBP festgelegt. Die OPDn lenken und beaufsichtigen innerhalb der Weisungen des BPM den Post- und Fernmeldebetrieb der Ämter ihres Bezirks. Sie sind ferner für die gesamte Verwaltung der Post- und Fernmeldedienste zuständig, sorgen für die Ausführung aller einschlägigen Gesetze und Verordnungen sowie für die Beachtung der Finanz-, Wirtschafts-, Verkehrs- und Personalpolitik der DBP. Im Rahmen der ihnen zugewiesenen Haushaltsmittel entscheiden sie unter eigener Verantwortung in allen Angelegenheiten, die sich das BPM nicht vorbehalten hat, oder für die nicht ausdrücklich die Zuständigkeit einer anderen Dienststelle, z. B. der Zentralämter, gegeben oder deren Mitwirkung vorgesehen ist. Einige OPDn nehmen zusätzlich überbezirkliche Aufgaben für andere OPDn wahr, um durch Aufgabenkonzentration die Verwaltung rationeller zu gestalten; sie werden insoweit als geschäftsführende OPD bezeichnet. Die Gliederung der OPDn und die Verwaltung der Aufgaben innerhalb der OPDn wurden mit der Herausgabe der Vorläufigen Richtlinien für die Aufgabenverteilung bei den Oberpostdirektionen (Vorl Richtl Aufgabenverteilung OPDn) im Jahre 1963 einheitlich geregelt. Bestimmte Einzelaufgaben sind jeweils zu Aufgabengruppen, diese zu Aufgabenbereichen zusammen-

gefaßt. Die Aufgabenbereiche sind sogenannten Typenreferaten mit einheitlicher Bezeichnung zugeteilt.

Gliederung. Jede OPD wird von einem Präsidenten geleitet. Ständiger Vertreter des Präsidenten ist der Vizepräsident, der zugleich eine → Abteilung leitet.

Die OPDn sind i. allg. in 4 Abteilungen gegliedert:

1 — Post- und Kraftfahrwesen mit den Typenreferaten
11 — Betriebs- und Ämterorganisation
12 — Postdienste
13 — Postkursangelegenheiten
14 — Postreisedienst und Kraftfahrverwaltung
15 — Kraftfahrtechnik
16 — Postbetriebstechnik
17 — Sicherungs- und Sonderaufgaben
18 — Rechtsangelegenheiten
2 — Fernmeldewesen mit den Typenreferaten
21 — Organisation, Haushaltsaufgaben
22 — Fernsprech- und Telegrafendienst, Technischer Fernsprechbetrieb
23 — Fernsprechvermittlungstechnik
24 — Übertragungstechnik, Telegrafentechnik
25 — Funk
26 — Linientechnik, Fernmeldezeug
27 — Sicherungs- und Sonderaufgaben
3 — Personalangelegenheiten mit den Typenreferaten
31 — Beamte des höheren und des gehobenen Dienstes, Beamtenrecht
32 — Beamte des mittleren und einfachen Dienstes, Besoldung
33 — Angestellte und Arbeiter, Unfallfürsorge, Posthalter
34 — Personalwirtschaft
35 — Ausbildung
36 — Sozialangelegenheiten
37 — Versorgung
4 — Haushalts-, Rechnungs- und Bauangelegenheiten mit den Typenreferaten
41 — Haushalt
42 — Kassen- und Rechnungsangelegenheiten, betriebswirtschaftliche Angelegenheiten
43 — Beschaffung, Rechenzentrum
44 — Liegenschafts- und Bauverwaltung
45 — Wohnungsbauverwaltung
46 — Hochbau
47 — Wohnungsbau
48 — Haustechnik

Bei den größten OPDn sind die Aufgabenbereiche der Abteilung 4 auf die Abteilungen 4 Haushalts- und Rechnungsangelegenheiten und 5 Bauangelegenheiten aufgeteilt. In großen Abteilungen sind Unterabteilungen eingerichtet. Die Unterabteilungsleiter sollen die Abteilungsleiter in ihren Leitungs- und Koordinierungsfunktionen entlasten. Das Referat 50 »Öffentlichkeitsarbeit« ist dem Präsidenten unmittelbar unterstellt.

Abhängig von der Größe der OPDn und dem Umfang der Aufgaben können nach den »Vorl Richtl Aufgabenverteilung OPDn« aus einem Typenreferat zwei oder mehrere → Referate gebildet werden, z. B. 46 A, 46 B und 46 C, oder mehrere Typenreferate zu einem Referat zusammengefaßt werden, z. B. 41/42/43. Die Referate sind im organisatorischen Aufbau der OPDn die tragenden Einheiten. Sie umfassen mehrere Sachbereiche. Für bestimmte Aufgaben werden → Sonderstellen eingerichtet; sie werden bestimmten Referaten zugeteilt. Sonderstellen im Bereich des Fermeldewesens sind die Schaltbüros und die Fernmeldeschulen. Für Außenaufgaben sind → Bezirksbeamte eingesetzt, sie unterstehen den fachlich zuständigen Referaten.

Die Abteilungen, Unterabteilungen und Referate werden von Beamten der Laufbahnen des höheren Dienstes, die Sonderstellen von solchen der Laufbahnen des gehobenen Dienstes geleitet. Die Sachbereiche werden von → Sachbearbeitern verwaltet. Sie werden von → Mitarbeitern unterstützt.

Literatur: Meckel/Kronthaler, »Das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und die Deutsche Bundespost«, Athenäum-Verlag, 1967. *R. Tietz*

Oberpostkasse (OPK). Für den Bezirk jeder OPD und für einige andere Mittelbehörden der DBP (z. B. Fernmeldetechnisches Zentralamt, Posttechnisches Zentralamt) besteht eine OPK, die eine Dienststelle der OPD und gleichzeitig deren Amtskasse ist. Sie arbeitet unter eigener Verantwortung und erledigt ihren Schriftwechsel selbständig.

Die Aufgaben der OPK sind in § 2 der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) XII (Dienstanweisung für die Oberpostkassen) niedergelegt.

Sie bestehen im wesentlichen in

1. der Wahrnehmung der Kassen- und Rechnungsgeschäfte als Amtskasse der OPD,
2. der Buchung der im OPD-Bezirk aufkommenden Einnahmen und Ausgaben, über die bezirksweise durch die OPK oder zentral durch die Generalpostkasse (GPK) abgerechnet werden muß,
3. der Rechnungslegung gegenüber dem Bundesrechnungshof,
4. der Abrechnung mit der GPK, den Ämtern und den Stellen, für deren Rechnung sie Einzahlungen angenommen oder Auszahlungen geleistet hat,
5. der Regelung des Geldumlaufs über die Girokonten bei den Landeszentralbanken für die Giropostkassen, die keine gelben Schecke zu Lasten der GPK ausstellen dürfen,
6. der Aufbewahrung und Mitverwaltung von Wertgegenständen (Wertpapieren), die auf Anweisung der OPD im Verwahrgelaß niederzulegen sind.

Soweit die OPKn Zahlungen nicht unbar erledigen können, bedienen sie sich eines dazu von der OPD bestimmten Amtes, das für sie Barbeträge einzieht oder auszahlt, als Auftragskasse.

Unter besonderen Verhältnissen kann auch für Zahlungen an das Personal der OPD und der OPK eine Handkasse eingerichtet werden. *Clement*

Oberschwingungen. Zeitlich periodische Vorgänge lassen sich mit Hilfe der → Fourierreihe in sinusförmige Partialschwingungen (Teilschwingungen) zer-

legen. Ihre Frequenzen betragen ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz. Die Partialschwingungen der doppelten Grundschwingung heißt 1. Oberschwingung oder 2. Harmonische, die mit der dreifachen Grundschwingung 2. Oberton oder 3. Harmonische usw. In der Akustik nennt man Oberschwingungen auch Obertöne. In Starkstromanlagen, z. B. bei elektrischem Bahnbetrieb, entstehen O. bei der Wechselstromerzeugung und der Wechselstromumwandlung mit Hilfe von Maschinen, Gleichrichtern und Wechselrichtern. Die O. können bei Wechselstrom vielfache Schwingungen der Grundfrequenz oder bei Gleichstrom dem Grundstrom überlagerte Schwingungen sein (→ Gleichrichterschaltungen). Die O. können bei Fernmeldeanlagen störende Geräusche verursachen. Um einen störungsfreien Fernmeldebetrieb zu gewährleisten, läßt die DBP für Spannungen und Ströme maximale Werte für O. zu. Der höchstzulässige → Klirrfaktor, z. B. für Netzersatzanlagen, beträgt 10%. Die höchstzulässige Störspannung (frequenzbewertet), z. B. für 60-V-Gleichrichter, beträgt 2,0 mV (→ Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen).

Oberschwingungsleistung → Geräuschspannung.

Obertöne → Oberschwingungen.

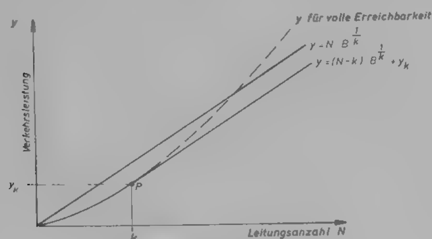
Oberwellenantenne, partiell abgeschirmte → Rundstrahler.

OBS → Funktelegramm, → Telegrammarten.

OCR-A-Schrift → automatische Zeichenerkennung.

O'Dell'sche Formel. Einfache, nach praktischen Überlegungen hergeleitete Näherungsformel für die Verkehrsleistung eines Bündels mit begrenzter Erreichbarkeit. Bei der Herleitung ging O'Dell (Großbritannien) davon aus, daß sich in einer Mischung mit Verschränken die Verkehrsbelastung y annähernd gleichmäßig auf die N Abnehmerleitungen eines Bündels ($N > k$) (k: Erreichbarkeit) verteilt. Die mittlere Belastung einer Leitung ist dann $\frac{y}{N}$. Die Wahrscheinlichkeit B, daß k bestimmte Leitungen von N vorhandenen gleichzeitig belegt sind, ist deshalb annähernd:

$B \approx \left(\frac{y}{N}\right)^k$, $y = N \cdot B^{1/k}$. Dies ist im Bild eine Gerade durch den Nullpunkt. Verschiebt man diese parallel bis zum Punkt P,



Prinzip der O'Dell'schen Formel.

so ist ihre Gleichung:

$$\frac{y - y_k}{N - k} = B^{1/k} \text{ und daraus:}$$

$$y = (N-k)\ B^{1/k} + y_k\,,$$

$$A = \frac{N-k}{1-B} \cdot B^{1/k} + A_k\,. \qquad A\text{: Angebot.}$$

Dieses ist O'Dell's Formel für verschränkte Mischungen. Für andere Arten von Mischungen hat O'Dell diese Formel aufgrund von Messungen wie folgt abgeändert:

$$\frac{y - y_k}{N - k} = \frac{y_k}{k} + \gamma \cdot \left(B^{1/k} - \frac{y_k}{k}\right),$$

$$y = (N - k) \cdot (\gamma \cdot B^{1/k}) + (1 - \gamma)\,\frac{y_k}{k} + y_k\,.$$

γ: empirischer Korrekturfaktor. Er hängt von der Art der Mischung und von der Spitzigkeit des Verkehrs ab. Bei Zufallsverkehr (pure chance traffic) und O'Dell'schen Mischungen ist $\gamma = 0{,}53$. Bei geglättetem Verkehr oder besseren Mischungen kann γ bis zu 1,0 ansteigen.

Die Bemessungsunterlagen der Britischen Post und einiger anderer Länder (Schweden, Niederlande usw.) sind auf der O. aufgebaut. *Socher*

O'Dell'sche Mischung → gerade Staffel.

ODER-(OR-)Verknüpfung → Funktionen der Schaltalgebra, → logische Schaltungen.

Oersted, Hans Christian, geb. 14. 8. 1777 zu Ruckjobing auf Langeland, gest. 9. 3. 1851 zu Kopenhagen. 1819 Entdeckung des Elektromagnetismus. Seine Entdeckung diente 1833 den deutschen Physikern Gauß und Weber zur Erfindung des elektrischen Telegrafen.

Oersted wird nach ihm eine Einheit der magnetischen Feldstärke H benannt (→ magnetische Feldgrößen). Diese Einheit, Kurzzeichen Oe, wird, abweichend von einer älteren Definition, vielfach nach der Beziehung

$$1\ \text{Oe} = \frac{10}{4\pi}\ \frac{\text{A}}{\text{cm}} = \frac{10^3}{4\pi}\ \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

verstanden und benutzt.

Literatur: Ostwald: Klassiker der exakten Wissenschaft Bd. 63. Leipzig und Berlin. Arch. Post Telegr. 1876, Nr. 23, S. 720ff. La Cour u. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtl. Entwicklung, deutsch von G. Siebert, Bd. 2, S. 383, 392, 416 (S. 383ff., wo Abdruck der Abhandlung »Versuche über die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel«). Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1905. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 94ff. (u. a. Auseinandersetzung, ob Oe. das Verdienst der Entdeckung des Elektromagnetismus zukommt). Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens. Poggendorff.

offene Sprache in Telegrammen → Abfassen der Telegramme.

öffentliche Gewässer → Wasserrecht.

öffentliche Sprechstellen sollen jedermann das Führen von Gesprächen ermöglichen; sie dienen besonders denjenigen, die keinen Fernsprechanschluß innehaben. Die Gebühren für von ö.S. aus geführte Gespräche sind in jedem Falle bar zu entrichten. Die ö.S. sind Bestandteil der Ortsnetze; für ö.S. wird keine Grundgebühr erhoben. Ö. S. befinden sich:

a) bei Ämtern und Amtsstellen der DBP (ÄuA), auf Straßen und Plätzen und in öffentlichen Gebäuden (Post-Öffentliche),

b) in Gemeinden ohne andere öffentliche Fernsprecher als sog. gemeindliche öffentliche Sprechstellen (GÖ),

c) bei Privaten.

Alle ö.S. sind durch ein Hinweisschild gekennzeichnet. Das Hinweisschild trägt einen stilisierten schwarzen Fernhörer auf gelbem Untergrund und trägt die Aufschrift: Öffentlicher Fernsprecher. Die ö.S. auf Straßen und Plätzen und in öffentlichen Gebäuden sind i. allg. in schalldämmenden, bei Dunkelheit beleuchteten Fernsprechhäuschen bzw. Fernsprechzellen untergebracht; sie sind ausschließlich mit Münzfernsprechern (Münz) ausgerüstet, d. h. nur für abgehenden Verkehr zu gebrauchen. Zu unterscheiden sind: a) Münz, nur für Ortsgespräche, b) Münz, für Orts- und Landesfernwahlgespräche, c) Münz, für Orts- und handvermittelte Gespräche. Zur Ausrüstung eines Münz gehören ein amtliches Fernsprechbuch und eine Benutzungsanweisung. Münz für Landesfernwahlgespräche sind zusätzlich mit einem Kennzahlenverzeichnis ausgerüstet; sie eignen sich aus technischen Gründen bislang nicht zum Führen von Auslandsferngesprächen. Münz wechseln keine Münzen.

Bei den ÄuA gibt es ö.S. mit gewöhnlichem Sprechapparat oder mit Münz. Im ersten Fall ist eine Bedienungsperson zur Bar-Vereinnahmung der Gebühren und ggf. zur Gesprächsanmeldung beim Fernamt sowie zur Bedienung der Vermittlungseinrichtung für öffentliche Sprechstellen bei Postämtern (VÖPA) notwendig; diese ö.S. sind mit → Gebührenanzeigern ohne Rückstellung ausgestattet, um die aufgekommenen Gebühren für Orts- und Fernwahlgespräche sofort erheben zu können. Die Bedienungsperson ist gehalten, bei Entgegennahme des Gesprächsrufes vom Anmelder einen der voraussichtlichen Gesprächsdauer entsprechenden Hinterlegungsbetrag zu fordern.

GÖ erhalten ausschließlich gewöhnliche Sprechapparate. Die Gemeinde hat einen eigenen Raum für die ö.S. zur Verfügung zu stellen, eine geeignete Person als Inhaber der GÖ vorzuschlagen und eine Mindesteinnahme von 18,— DM je Monat zu gewährleisten. Der Inhaber der GÖ hat diese zu bedienen, die von den Sprechgästen geschuldeten Gebühren zuschlagfrei einzuziehen und das Fernmeldegeheimnis zu wahren; weiteres siehe Ausführungsbestimmungen 8 bis 13 zu § 3 der Fernsprechordnung.

Bei Privaten richtet die DBP ö. S. ein, wenn hierfür ein allgemeines Bedürfnis besteht, z. B. in Geschäften, Gaststätten, Fabriken, Anstalten und Kasernen. Die Sprechstelle erhält je nach Wunsch des Inhabers einen gewöhnlichen Sprechapparat oder einen Münz. Der Inhaber hat der DBP für jeden Abrechnungszeitraum eine — nach Größe des Ortsnetzes gestaffelte — Mindesteinnahme zu gewährleisten und muß die bestimmungsgemäßen Gebühren einziehen, wobei er jedoch keine Zuschläge erheben darf. Das Leeren der Geldbehälter der ö. S. bei Privaten nimmt die DBP vor.

Auf Straßen und Plätzen sind ö. S. ununterbrochen dienstbereit. Die Dienstzeiten der ö. S. bei ÄuA entsprechen entweder den normalen Schalterstunden oder sie sind bei Bedarf länger. Bei den GÖ sind die Dienststunden örtlich verschieden festgelegt, in den späten Abend- und Nachtstunden sind sie jedoch stets geschlossen. Bei Privaten sind ö. S. während der Geschäftsstunden oder während der Zeit, in der Häuser ortsüblich offengehalten werden, den Benutzern zugänglich.

Hinsichtlich der Verrechnungsweise der Einnahmen sind folgende Arten von ö. S. zu unterscheiden: ö. S. bei Ämtern und Poststellen I, bei Poststellen II und Posthilfsstellen, GÖ, bei Privaten mit gewöhnlichem Sprechapparat, Post-Ö. mit Münz, bei Privaten mit Münz.

Näheres hierüber siehe H. Nemitz: Der Fernmelderechnungsdienst bei der DBP, Bd. 48, der kleinen Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar 1962.

Die Zahl der ö. S. hat sich wie folgt entwickelt:

Deutsches Reich	Ende März	1930	69 090
» »	» »	1935	84 145
» »	» »	1937	86 143
Bundesrepublik Deutschland	Dez.	1950	47 724
» »	»	1955	52 639
» »	»	1960	57 158
» »	»	1965	65 363
» »	»	1966	69 121
» »	»	1967	72 850

Breidt

öffentliche Wege → Wegerecht.

öffentlicher beweglicher Landfunkdienst (öbL). Ein → beweglicher Funkdienst zwischen festen und beweglichen Landfunkstellen oder zwischen beweglichen Landfunkstellen. Der öbL wird in der BRD von der DBP betrieben. Er hat sich aus verschiedenen Schwerpunkt- und Streckennetzen entwickelt, die früher für Stadt-, Hafen-, Autostraßen- und Zugfunk geschaltet waren. Neben den beiden derzeitigen Netzen A_1 und A_2 wird der öbL künftig ein Netz A_3, ein Netz B und ein Netz C umfassen.

Das Netz A_1 ist das Streckennetz für Mehrbereichsteilnehmer. Es verfügt über 17 Kanäle zwischen 156 und 174 MHz bei einem Nachbarkanalabstand von 50 kHz.

Das Netz A_2 ist das Schwerpunktnetz für Einbereichsteilnehmer. Es hat 17 Kanäle zwischen 156 und 174 MHz bei einem Nachbarkanalabstand von 50 kHz.

Das Netz A_3 ist ein Schwerpunktnetz für Einbereichsteilnehmer, das mit 20 Kanälen innerhalb des Frequenzbereiches für das Netz A_2 ausgestattet werden kann, jedoch wird hier ein Nachbarkanalabstand von 20 kHz angewandt.

Das Netz B wird ein Streckennetz für Mehrbereichsteilnehmer mit 37 Kanälen zwischen 146 und 156 MHz bei einem Nachbarkanalabstand von 20 kHz.

Das Netz C soll ein weiteres Schwerpunktnetz für Einbereichsteilnehmer werden. Es soll 27 Kanäle zwischen 455 und 466 MHz erhalten. Der Nachbarkanalabstand wird 20 kHz sein.

Der Gegensprechabstand ist in den A-Netzen 4,5 MHz, im Netz B 4,6 MHz, im Netz C 10 MHz.

In allen Netzen werden die Teilnehmer selektiv gerufen. In den Netzen A_1 und A_2 ist die Vermittlung der Funkgespräche zunächst noch manuell (Speicherverkehr), ausgenommen jedoch in Hamburg, wo bereits die Teilnehmer-Selbstwahl zu den Fahrzeugteilnehmern versuchsweise eingeführt wurde.

Netz B soll als Streckennetz mit verschiedenen Schwerpunktbildungen aufgebaut werden. Für beide Richtungen, d. h. von und zu den Teilnehmern des öffentlichen Fernsprechnetzes, ist ein Durchwahlverfahren geplant. Für alle 36 Betriebskanäle ist ein besonderer gemeinsamer Anrufkanal vorgesehen.

Im Netz C soll die gleiche Technik wie im Netz B mit Anrufkanal, Selektivruf und Durchwahlverfahren gewählt werden.

Automatisierung. Wachsende Teilnehmerzahlen und wirtschaftliche Gründe verlangen im öbL wie im Fernwählverkehr den Aufbau, das Auftrennen und die Gebührenerfassung vollautomatisch. Mit der Automatisierung wird erwartet, daß die Zeiten für den Gesprächsaufbau verkürzt, die Sprechfunkkanäle besser ausgenutzt und die Betriebsgüte erhöht werden. Die automatische Gebührenerfassung setzt voraus, daß jede bewegliche Landfunkstelle vor dem Aussenden der Wählsignale automatisch ihre Kennung sendet.

Das von der DBP geplante Durchwahlverfahren wird dem Fahrzeugteilnehmer schon die Möglichkeit geben, jeden verfügbaren freien Kanal eines Bündels zu erreichen. In Richtung zum beweglichen Teilnehmer wird sich ein Sofortverkehr ermöglichen lassen. Solange noch mindestens ein Kanal im Bündel frei ist, kann ein Ruf zu dem Fahrzeugteilnehmer ausgesandt werden. Für diesen Ruf ist ein besonderer, im gesamten Netz einheitlicher Anrufkanal vorgesehen; auf den übrigen Kanälen wird Sprechverkehr durchgeführt. Das Gerät schaltet sich nach Gesprächsschluß automatisch auf den Anrufkanal zurück. In Richtung zum Fahrzeug wird der Selektivruf, in Richtung zu dem Fernsprechteilnehmer werden ein Kanalbefehl zur Umschaltung der beweglichen Sprechstelle auf einen freien Sprechkanal und die Wählimpulse übertragen.

Die festen Landfunkstellen werden von der DBP errichtet und betrieben. Sie sind den besonderen Forderungen der DBP entsprechend ausgestattet worden. Ihre äußere Form ist der Normbauweise der DBP angepaßt, so daß sie zum Einbau in Gruppenrahmen (nach FTZ-Norm 279 WZ 5012) geeignet sind (Bild 1).

Aus wirtschaftlichen Gründen wurden sie so weit wie möglich mit vorhandenen Fernmeldestützpunkten, wie z. B. Richtfunkstellen, zusammengelegt. Über → Überleiteinrichtungen (ÜLE) werden die festen Landfunkstellen mit dem öffentlichen Fernsprechnetz verbunden.

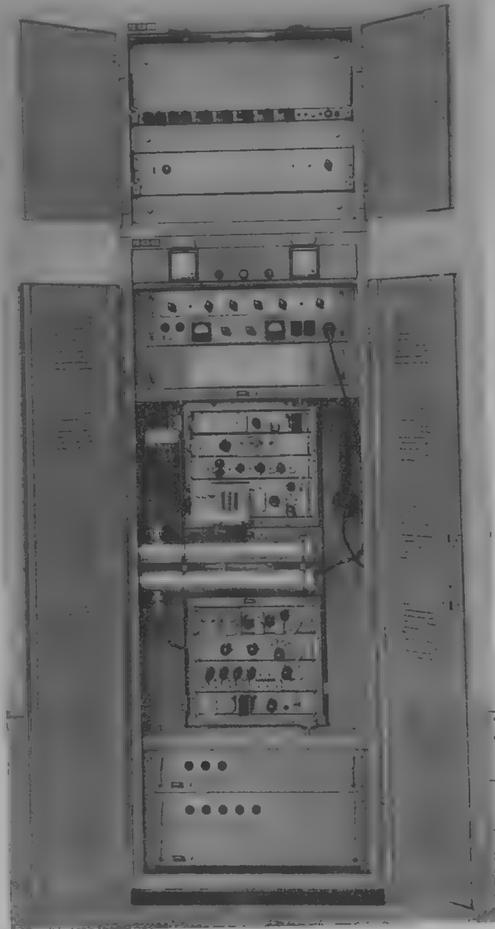


Bild 1.

1. Gesprächsaufbau (G.), manuell. Der ortsfeste Sender strahlt seinen Träger dauernd aus. Zur Kennzeichnung eines freien Kanals ist er mit der Frequenz 2280 Hz — im Netz A_3, deren Sprechfunkkanäle im Frequenzbereich des Netzes A_2 liegen, 2420 Hz — und einem Hub von $\pm$ 10 kHz moduliert. Dieses Signal läßt bei allen beweglichen Funkstellen bei ausreichender Feldstärke eine grüne Lampe (»Kanal

frei«) aufleuchten. Ein Teilnehmer kann den Überleitplatz (ÜLP) anrufen, wenn die grüne Lampe leuchtet. Fehlt das Freizeichen, weil der Kanal belegt ist oder weil die Feldstärke nicht ausreicht, so wird die Anlage durch einen Selektivrufsatz gesperrt. Die Sperrung wird durch eine rote »Besetzt«-Lampe angezeigt.

1.1. G. vom beweglichen Teilnehmer (Bild 2). Ein Kanal wird durch Abheben des Handapparates bei der beweglichen Sprechstelle belegt. Dadurch wird deren Sender eingeschaltet und mit einer Ruffrequenz von 1750 Hz mit einem Hub von ± 15 kHz moduliert.

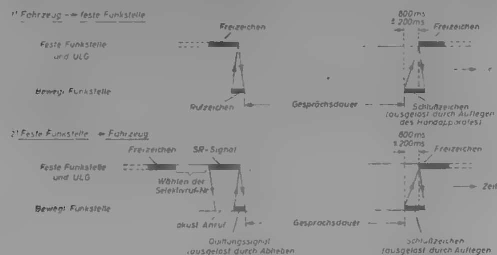


Bild 2. Zeitdiagramme für öbL-Gespräche.

Der 1750-Hz-Ruf bewirkt eine Abschaltung des Freizeichens bei der Überleitstelle (ÜLSt). Das Ausbleiben des über den Sender der festen Funkstelle ausgesandten Freizeichens verhindert durch Sperren aller anderen beweglichen Funkstellen eine erneute Belegung des Funkkanals. Außerdem wird dadurch bei der anrufenden beweglichen Funkstelle die Aussendung des Tonrufes unterbrochen. Die Verbindung mit dem ÜLP ist damit hergestellt. Die Vermittlungskraft kann nun das Gespräch zu dem gewünschten Teilnehmer des Fernsprechnetzes vermitteln.

Ist das Gespräch beendet, so legt der Teilnehmer den Handapparat auf. Der Sender seiner beweglichen Sprechstelle wird dadurch mit dem 1750-Hz-Ruf als Schlußzeichen moduliert. Bei dem ÜLP wird hierdurch die Beendigung des Gespräches angezeigt. Gleichzeitig wird der Sender der festen Funkstelle wieder mit dem Freizeichen moduliert. Im Empfänger der beweglichen Sprechstelle löst der Empfang dieses Freizeichens die Abschaltung des eigenen Senders aus. Bei den anderen auf Empfang geschalteten beweglichen Sprechstellen wird gleichzeitig die Sperrung wieder aufgehoben. Der Funkkanal ist wieder frei.

1.2. G. vom Teilnehmer des Fernsprechnetzes: Ein Teilnehmer des öffentlichen Fernsprechnetzes ruft den ÜLP und gibt die Fahrzeugfunknummer des gewünschten Fahrzeugteilnehmers an. Die Vermittlungskraft belegt einen freien Sprechkanal durch Stecken eines Klinkensteckers in die dem Kanal zugeordnete Klinke. Dadurch wird das Freizeichen bei der festen Funkstelle abgeschaltet. Das Fehlen des Freizeichens verhindert bei den beweglichen Sprechstellen die erneute Belegung des Kanals durch Aussenden ihres Tonrufes. Die Vermittlungskraft wählt nun die Selektivruf-Nummer des gewünschten Teilnehmers. Das dieser Nummer zugeordnete Rufquartett moduliert den Sender der festen Funkstelle. Der Empfang des Rufsignals bewirkt bei der gerufenen beweglichen Sprechstelle ein akustisches und optisches Anrufkennzeichen. Beim Abheben des Handapparates wird es gelöscht. Gleichzeitig wird der Fahrzeugsender eingeschaltet. Er strahlt als Quittungsruf seinen mit 1750 Hz (im Netz A_3: 1950 Hz) modulierten Träger aus. Der Empfang dieses Signals bewirkt bei der ÜLSt die Unterbrechung der Selektivruf-Aussendung und den Beginn der Gesprächszeitzählung. Durch Fortfall des Selektivrufes wird bei der beweglichen Sprechstelle der Quittungsruf abgeschaltet. Das Gespräch kann begonnen werden.

2. Gesprächsaufbau, automatisch. Für die Durchwahl wird ein Impulscodeverfahren (ICV) eingeführt werden. Mit dem Betriebsbeginn des ersten automatischen Netzes wird 1971 gerechnet. Geplant ist folgender Betriebsablauf:

2.1. G. vom beweglichen Teilnehmer: Für die Durchwahl aus dem Fahrzeug ist die Übertragung der Kennung des Fahrzeugteilnehmers (fünfstellig) und der Rufnummer des ortsfesten Teilnehmers (max. 15 Stellen) erforderlich. Zum Anwählen eines ortsfesten Teilnehmers muß der Fahrzeugteilnehmer dessen Ortsnetzkennzahl (ONKZ) und Fernsprechnummer an einem Rufnummern-Einstellgerät der Sprechfunkanlage einstellen. Hebt er seinen Handapparat ab, so wird sein Sprechfunkgerät automatisch von dem Anrufkanal auf einen freien Sprechkanal geschaltet. Von dem Sender seiner Anlage wird zur Belegung des Kanals ein Dauerton mit der Frequenz 2070 Hz ausgesandt, der in der ÜLE das Gruppenfreisignal abschaltet. Gleichzeitig wird der Wahlabruf angeschaltet. Ist kein Kanal frei, schaltet das Sprechfunkgerät nach Beendigung eines Suchlaufes auf den Anrufkanal zurück. Der Teilnehmer erhält hierfür eine entsprechende Anzeige. Hat er dagegen einen freien Kanal belegt, so kann der übrige Wählvorgang automatisch ablaufen. Die Rufnummer des anzuwählenden Teilnehmers wird in der ÜLE aus den gesendeten Codesignalen in die Wählzeichen des Fernsprechnetzes umgesetzt. Die Kennung wird eingespeichert und nach Gesprächsschluß zusammen mit den für das Gespräch aufgekommenen Gebühreneinheiten in einen Lochstreifen gegeben. Der Lochstreifen ist die Unterlage für die Gebührenabrechnung, die mit einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage (EDV) automatisch erfolgen kann.

2.2. G. vom Teilnehmer des Fernsprechnetzes: Der Teilnehmer wählt die ONKZ des Gebührenbezugspunktes für den Funkverkehrsbereich, in dem sich der Fahrzeugteilnehmer vermutlich aufhält; sodann die Verkehrsausscheidungsziffer für den öbL (z. B. 05) und die fünfstellige Fahrzeugfunknummer. Diese wird von der ÜLE aufgenommen, codiert und über den Anrufkanal gesendet, dessen Sender seinen Träger nur für diese Zeit ausstrahlt. Die ÜLE fügt der Fahrzeugfunknummer die Nummer des Sprechfunkkanals hinzu, auf den die Anlage geschaltet werden soll. Sie bewirkt bei der beweglichen Funkstelle automatisch die Umschaltung von dem Anruf- auf den Sprechkanal. Die Sender der Sprechkanäle

strahlen im unbelegten Zustand ein Gruppenfreisignal aus. Der weitere Gesprächsaufbau verläuft dann in ähnlicher Weise wie in handvermittelten Netzen.

Im öbL. sind alle → Gesprächsarten und → Dringlichkeitsstufen zugelassen. Nur zu planmäßig verkehrenden Zügen sind → V-Gespräche zugelassen, deren Gültigkeitsdauer 30 min nach der Anmeldung erlischt. → XP-Gespräche, → Monats- und Wochengespräche sind nicht zugelassen. → N-Gespräche von einem Fahrzeug sind möglich. Gespräche von öffentlichen Münzfernsprechern mit Fahrzeugen sind unzulässig. Telegramme von Fahrzeugen werden angenommen. → Gebührenansage ist bedingt möglich. → Befristungen, → Zurückstellungen, Umleitungen im handvermittelten Ferndienst und → Ersatzgespräche werden abgelehnt. Gespräche von und nach Orten im Ausland sind zugelassen. Für die Gebührenberechnung ist als Gebührenbezugspunkt das Ortsnetz maßgebend, in dem sich die benutzte feste Landfunkstelle befindet. Es gelten die Gebührensätze und die Entfernungszonen nach den Fernsprechgebührenvorschriften. Die außerdem noch zu erhebende → Funkgebühr wird monatlich pauschal erhoben.

Literatur: Bewegliche Funkdienste. Der öffentliche bewegliche Landfunkdienst der DBP, Unterrichtsblätter der DBP (1960), Heft 8 — Öffentlicher beweglicher Landfunkdienst. Betriebsabwicklung, Unterrichtsblätter der DBP (1960), Heft 9 — F. Thomas, Sprechfunkgeräte im öbL, Felten & Guilleaume-Rundschau (1963), Heft 50 — H. Pogrzeba, Öffentliche bewegliche Funknetze, SEL-Nachrichten (1962), Nr. 3 — W. Kronjäger, Netzgestaltung, Technik und Betrieb des öffentlichen UKW-Land- und Seefunkdienstes, Fernmelde-Ing. (1959), Heft 1 u. 2 — W. Kronjäger und W. Scholz, Fernsprechen mit beweglichen Sprechstellen in Kraftwagen und auf Binnen- und Küstenschiffen, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1952 — H. Michelssen und G. Surma, Die technische und betriebliche Entwicklung des öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen (1960), Nr. 20. *Pankow/Trommer*

öffentliches Fernschreibnetz → Fernschreibnetz, → Telexnetz.

öffentliches Fernsprechnetz. Zu den Voraussetzungen der Zivilisation gehören leistungsfähige Kommunikationsmittel. Die DBP unterhält — gemäß der ihr vom Gesetzgeber übertragenen Aufgaben der Daseinsvorsorge — unter anderem ein öffentliches Fernsprechnetz. Das ö. F. besteht aus den Ortsnetzen (ON) und den Leitungen zwischen ihnen (Fernleitungen). Für sich allein dienen die ON dem gegenseitigen Fernsprechverkehr der Teilnehmer und öffentlichen Sprechstellen des jeweiligen ON, also dem Ortsverkehr. Mit Umstellung der letzten Ortsvermittlungsstellen im Jahre 1966 auf Wählbetrieb ist der gesamte Ortsverkehr in der Bundesrepublik (einschl. Berlin-West) automatisiert; es besteht ununterbrochene Dienstbereitschaft. Für den Fernverkehr zwischen den Sprechstellen verschiedener ON betreibt die DBP den Selbstwählferndienst und den handvermittelten Fernsprechferndienst. Das Fernleitungsnetz gliedert sich in mehrere Netzebenen entsprechend dem → Wählnetzplan.

Öffentlichkeitsarbeit. Die Benutzungsmöglichkeiten der Post- u. Fernmeldedienste sind sehr vielfältig und unterliegen — bedingt durch Fortschritte der Technik, Rationalisierung und Automatisierung sowie durch Vereinheitlichung auf internationaler Ebene — einem gewissen Wandel. Die Kenntnis dieser Benutzungsmöglichkeiten bildet eine Voraussetzung für die Befriedung der Kommunikationswünsche und damit Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme am wirtschaftlichen und kulturellen Geschehen. Die Mitarbeit der Kunden bei der reibungslosen Abwicklung des Massenverkehrs und bei Umstellungsmaßnahmen sind für eine Verkehrsverwaltung wie die DBP ebenso unerläßlich wie das Vertrauen, daß diese Verkehrsverwaltung in Kenntnis der öffentlichen Meinung im Einklang mit dem überwiegenden Allgemeininteresse handelt. Die Ö. der DBP ist also das wohlüberlegte, geplante und fortgesetzte Bestreben, zwischen der DBP und der Allgemeinheit, besonders aber den Postkunden, ein gegenseitiges Verständnis zu schaffen und aufrechtzuerhalten. Zwar ist dieses Bestreben mit der allgemeinen Verwaltung u. dem Betrieb eng verflochten; dennoch sind für eine zielbewußte, intensive Ö. Spezialkräfte einzusetzen. Die Ö. erstreckt sich hauptsächlich auf Vertrauenswerbung, Information, Kundenberatung und Werbung (vgl. Öffentlichkeitsdienst bei Fernmeldeämtern).

Literatur: E. Moering, Die Öffentlichkeitsarbeit der Deutschen Bundespost, Jahrbuch des Postwesens 1964, Verlag Georg Heidecker, Bad Windsheim.

Öffentlichkeitsdienst bei Fernmeldeämtern. Der Ö. soll einerseits der Öffentlichkeit Einblick in Probleme und Betriebsgeschehen der DBP geben, andererseits soll durch systematische Kontakte zu Institutionen, Personengruppen und Einzelkunden in der Öffentlichkeit das Verständnis für die Belange der DBP gefördert und die Betriebsabwicklung erleichtert werden. Die Bereitschaft zur Offenkundigkeit und zur sachgerechten Information gehört zum Wesensmerkmal einer modernen Verkehrsverwaltung. Die Hauptaufgaben im Ö. sind: → Öffentlichkeitsarbeit (überwiegend Vertrauenswerbung; public relations), Beratung (→ Beratungsdienst), innerbetriebliche Information (human relations) und Werbung. Zu den sonstigen Aufgaben im Ö. zählen: Mitwirken bei Zeitungsanzeigen, Zusammenarbeit mit der → Deutschen Postreklame GmbH, Führen von postgeschichtlichen Aufzeichnungen und Sammlungen. Mit der Durchführung des Ö. bei den Fernmeldeämtern sind die Beratungsstellen beauftragt, bei denen als Beamte für den Ö. erfahrene Ingenieure eingesetzt sind; diese führen u. a. Besichtigungen, Tage der offenen Tür und Postsonderschauen auf Ausstellungen durch, informieren die Presse, zeigen Filme und beraten Einzelkunden, Schulen und Institutionen.

Off-line-Verarbeitung → Datenfernverarbeitung.

Offset → Radiofrequenzraster, → Trägerversatz.

Ohm, Georg, Simon, geb. 16. 3. 1789 zu Erlangen, gest. 6. 7. 1854 zu München, veröffentlichte 1825 eine Arbeit »Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Kontaktelektrizität leiten« und 1826 gab er die endgültige Fassung des Ohmschen

Gesetzes heraus. Von 1884 an wurde ihm zu Ehren die elektrische Widerstandseinheit mit »Ohm« bezeichnet.

Ohm ist der Name für die SI-Einheit des elektrischen Widerstandes, Kurzzeichen Ω. Es ist $1\,\Omega = 1\,V/A$.

Literatur: ETZ 1895, Nr. 16. Rosenberger: Geschichte der Physik Bd. 3, S. 240. Z. d. deutsch-österr. Telegr.-Vereins 1855, H. 3, S. 49ff. H. 4, S. 73ff. Darmstaedter: Naturforscher und Erfinder. Leipzig: Velhagen & Klasing 1926. S. 65ff. Allgemeine Deutsche Biographie Bd. 24, S. 187ff. Leipzig: Duncker & Humblot 1887. La Cour u. Appel: Die Physik auf Grund ihrer geschichtl. Entwicklung, deutsch von G. Siebert: Bd. 2, S. 396ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1905. Poggendorff. Arnim: Internat. Personalbiographie. C. Matschoß: Männer der Technik.

ohmscher Widerstand wird der elektrische → Leitungswiderstand eines gestreckten zylindrischen Leiters (Draht, Stab, Bändchen) genannt, wenn der durchfließende Strom ein Gleichstrom, die Spannung an seinen Enden eine Gleichspannung ist. Liegen der Anfangs- und der Endquerschnitt des Stromleiters um die Strecke l auseinander, ist der Querschnitt q überall derselbe (zylindrischer Leiter, z. B. Draht) und ist σ die elektrische Leitfähigkeit, so ist der ohmsche Widerstand

$$R = \frac{l}{\sigma q}\,.$$

Ist der durchfließende Strom ein Wechselstrom, so ist im allgemeinen Fall der Wirkwiderstand des Leiters größer als sein ohmscher Widerstand, da bei Wechselstrom der Strom ungleichmäßig über den Querschnitt verteilt ist, → Skineffekt.

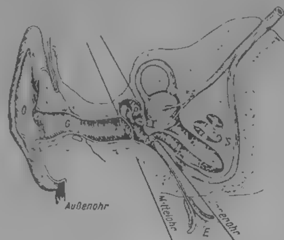
Ohmsches Gesetz. Während die Gleichung $R = U/I$ lediglich eine allgemeine Definition für den elektrischen Widerstand (→ Leitungswiderstand) ist, besagt das Ohmsche Gesetz: $U/I = R = \text{const}$, in Worten: Klemmenspannung und Strom sind zueinander proportional. Das Ohmsche Gesetz gilt für einen Leiter von gegebenen Abmessungen und gegebenem Leitermaterial dann, wenn dessen elektrische Leitfähigkeit unter konstanten äußeren Bedingungen, insbesondere bei konstanter Temperatur, von der Stromstärke und von der Spannung unabhängig ist. Von Metallen wird das Ohmsche Gesetz erfüllt.

Ohmsches Gesetz der Akustik. Die Zerlegung periodisch aufgebauter Schallvorgänge durch das Ohr in reine Töne nach der Art einer Fourier-Analyse. Stärke und Frequenz der einzelnen Komponenten sind maßgebend für die → Klangfarbe eines Schallvorganges.

Literatur: Ohm, G. S. Pogg. Ann. Phys. u. Chem. 135, 1843; 138, 1844.

Ohr. Das menschliche Ohr besteht aus drei Hauptteilen: dem Außenohr, dem Mittelohr und dem Innenohr.

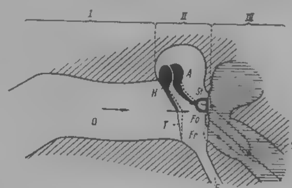
Das Außenohr wird aus Ohrmuschel und Gehörgang gebildet. Sie stellen einen Schalltrichter dar, der für den mittleren und höheren Frequenzbereich schallverstärkend wirkt. Die Länge des Gehörganges beträgt etwa 2—2,5 cm und sein Querschnitt 0,3—0,5 cm². Die Eigenresonanz des Gehörganges liegt zwischen 2000 und 5000 Hz (Bild 1). Der Gehörgang wird durch das Trommelfell abgeschlossen. Es ist eine nahezu elliptische Membran, die konisch wie eine Lautsprechermembran geformt ist (Bild 2). Der Durchmesser des Trommelfells in Richtung der großen Ellipsenachse beträgt etwa 10 mm und der kleinen 8 mm. Seine Stärke schwankt um einen Mittelwert von 0,1 mm; auch läuft es am unteren Ende zu einer Falte aus. Dadurch entsteht eine größere Beweglichkeit des Trommelfells, so daß bei Schalleinfall sein mittlerer Teil hin- und herschwingen kann. Mit dem Trommelfell ist eins der Gehörknöchelchen, der



O Ohrmuschel, G Gehörgang, P Paukenhöhle, E Eustachische Röhre S Schnecke

Bild 1. Querschnitt durch das Gehörorgan.

Hammer, direkt verbunden. Jenseits des Trommelfells beginnt das Mittelohr mit den Gehörknöchelchen, Hammer, Amboß und Steigbügel. Es reicht bis zum ovalen bzw. runden Fenster des Innenohrs. Das Mittelohr liegt im Felsenbein und ist mit Luft gefüllt. Dieser Luftraum wird Paukenhöhle genannt. Er hat ein Volumen von etwa 2 cm³ und ist durch die Eustachische Röhre mit dem Rachenraum verbunden. Hierdurch können Gleichdruckschwankungen zwischen Mittelohr und Außenraum ausgeglichen werden. Die Gehörknöchelchen übertragen die Schwingungen zu dem mit einer Flüssigkeit, Lymphe, gefüllten



I Außenohr, II Mittelohr, III Innenohr, G äußerer Gehörgang, T Trommelfell, H Hammer, A Amboß, St Steigbügel, Fo ovales Fenster, Fr rundes Fenster, E Eustachische Röhre und S ein Teil der Schnecke.

Bild 2. Schematische Darstellung des Ohres.

Innenohr. Sie bilden einen Winkelhebel mit einem Übersetzungsverhältnis von 3:2. Da die Steigbügelplatte, die am ovalen Fenster anliegt, nur $^1/_{20}$ der Trommelfläche beträgt, ergibt sich eine zusätzliche Druckübersetzung. Békésy erhielt bei Messungen ein Druckübersetzungsverhältnis zwischen Trommelfell bei 100 Hz von etwa 1:10 und zwischen 500 und 2400 Hz von 1:15. Dieser Hörmechanismus des Mittelohres bewirkt eine Anpassung der geringeren Kennimpedanz der Luft an die höhere des mit Flüssigkeit gefüllten Innenohres (Bild 3). Das als

Druckempfänger arbeitende Ohr besitzt in einem Bereich um 800 Hz dieselbe Kennimpedanz wie die Luft. Das bedeutet eine Aufnahme der Schallwellen durch das Trommelfell ohne Reflexion. Die drei Gehörknöchelchen werden durch drei Bindegewebebänder zusammengehalten. Ein Muskel in der Paukenhöhle sorgt für Spannung des Trommelfells und drückt auf diese Art die Gehörknöchelchen gegen das ovale Fenster. Ein weiterer Muskel bewirkt bei zu hohen Schalldruckamplituden eine Verkantung des Steigbügels, so daß die Steigbügelplatte nicht in der Lage

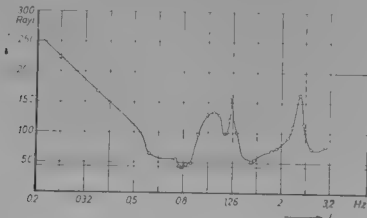
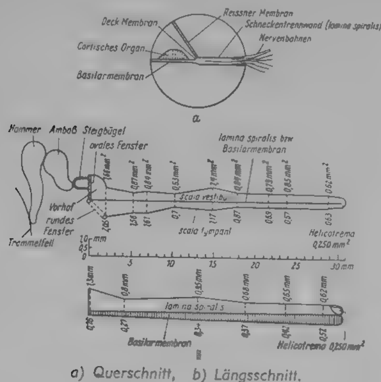


Bild 3. **Kennimpedanz des Ohres (nach Tröger).**

ist, zu große Amplituden auf das ovale Fenster zu übertragen. Hierdurch ist ein wirksamer Überlastungsschutz gegeben. Das Innenrohr, das am ovalen und runden Fenster beginnt, besteht aus einem schneckenförmigen Hohlraum des Felsenbeines, der mit Lymphe gefüllt ist und Schnecke genannt wird. Innerhalb der aus $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Windungen bestehenden Schnecke befindet sich eine teils knöcherne, teils elastische membranartige Scheidewand (Bild 4). Das ovale



a) Querschnitt, b) Längsschnitt.

Bild 4. **Schematische Darstellung der Schnecke.**

Fenster liegt oberhalb der Scheidewand und das runde Fenster unterhalb. Das ovale und runde Fenster besteht aus einer dünnen Membran, die das Innenohr gegen das Mittelohr abdichtet. Über die gesamte Länge der elastischen Scheidewand, die auch Basilarmembran genannt wird, erstreckt sich das Cortische Organ mit den schallempfindlichen Haarzellen. Die Basilarmembran ist an der Schneckenspitze etwa 0,5 mm und am ovalen Fenster 0,04 mm breit. Die Gesamtlänge beträgt rd. 35 mm. An der Schneckenspitze befindet sich zwischen der oberen und unteren Hälfte der Schnecke eine kleine Öffnung, das Helicotrema. Fällt ein Schallereignis auf das Ohr, so gelangt es über das Außenohr an das Trommelfell, das zu Schwingungen erregt wird. Diese Schwingungen werden über die Gehörknöchelchen auf dem Wege über das ovale Fenster dem Innenohr mitgeteilt. Hier wird der Schall nach Tonhöhe analysiert und über die Haarzellen des Cortischen Organs und Nervenleitungen dem Gehirn zugeführt (→ Hörtheorie).

Literatur: H. Fletcher, Speech and Hearing in Communication. New York, (1961) — J. Tröger, Phys. Zeitschr. 31, (1930).

Brosze

OIRT (Organisation Internationale de Radiodiffusion et Television) → Internationale Rundfunk- und Fernsehorganisation.

Oktode → Mehrgitterröhre.

Öl, auch Schmierstoff genannt, soll die Reibung von aneinanderbewegten Metallteilen soweit als möglich herabsetzen. Zum Schmieren benutzt man Schmieröle, Schmierfette und Festschmierstoffe. Bei der verschleißfreien Vollschmierung trennen hydrodynamische Schmierkeile die Gleitpartner. Sch. dürfen keine Säure enthalten und bei längerem Gebrauch auch keine Säuren absondern, daher sind mineralische Fette und Öle aus beständigen Kohlenwasserstoffen geeigneter als die allmählich ranzig werdenden (säurebildenden) pflanzlichen oder tierischen Öle. Der Flammpunkt soll möglichst hoch liegen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Ölversorgungsleitungen mit zentraler Fernüberwachung (→ Fernwirktechnik) unterscheiden sich im Prinzip nicht von fernüberwachten → Wasserversorgungsanlagen.

On-line-Verarbeitung → Datenfernverarbeitung.

Operationszeit → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik.

Oppanol → Isolierstoffe.

optimaler Diversityabstand → troposph. Streuausbreitung.

optimaler Netzknotenpunkt → Ortsnetzplanung.

Optimierung von Filtern ist z. B. der Entwurf eines → Filters so, daß die Dämpfungs-, Phasen- oder Einschwingkurve von einer vorgegebenen Kurve die geringste (quadratische) Abweichung hat, oder eine Dimensionierung zur besten Erkennung von Radarzeichen oder eine Dimensionierung so, daß der mittlere quadratische Fehler zwischen Sende- und Empfangsfunktion mit Berücksichtigung des Spektralverlaufs des Geräusches ein Minimum wird u. dgl.

optisch lesbare Schriften → automatische Zeichenerkennung.

optische Melder → Meldungsgeber.

optischer Telegraf gilt als T. im Sinne des FAG nur dann, wenn durch eine an einem anderen Orte befindliche besondere Vorrichtung die ursprünglichen Zeichen oder Laute bei der Weiterübermittlung nachgebildet oder sonstwie wiedergegeben werden (→ Geschichte des Fernmeldewesens).

optisches Radar → Laser und Maser.

Optoelektronik. Der Sammelbegriff O. bezeichnet ein physikalisch-technisches Arbeitsfeld, in dem optische und elektrische Phänomene eng miteinander verknüpft sind und aufeinander einwirken. Die in den letzten Jahren in großer Zahl aufgetretenen lichtelektrischen Geräte wie → Bildwandler, Kathodenstrahlröhren, → Photoelektronenvervielfacher, Bildverstärker, Elektrolumineszenzplatten (→ Elektrolumineszenz), Laseranordnungen (→ Laser und Maser) ermöglichen es, Informationen in optischer oder in elektrischer Form zu handhaben und mit einem gewissen Wirkungsgrad ineinander umzuformen. Es liegt nahe, die zum Teil heterogenen Anordnungen unter einem gemeinsamen kennzeichnenden Begriff zusammenzufassen. Man versteht daher unter O.: Die Physik und Technik solcher Vorrichtungen oder Geräte, in denen optische oder elektrische Signale im Wechsel mit elektrischen oder optischen Mitteln beeinflußt, gesteuert oder ineinander — auch mehrfach — umgewandelt werden.

Literatur: S. Weber, Optoelectronic Devices and Circuits, McGraw-Hill New York, San Francisco, Toronto, London, 1964 — S. Larach, Photoelectronic Materials and Devices, D. van Nostrand Comp. Princetown, New Jersey, Toronto, 1965.

OPzS-Platten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

ordentliche Komponente → ionosphärische Brechung.

ordentlicher Strahl → ionosphärische Brechung, → Polarisation.

Organisation im Sinne der betriebswirtschaftlichen Organisationstheorie wird als System geltender betriebsgestaltender Regelungen (Nordsieck) oder als planvolle Zusammenfassung geeigneter Menschen und Sachdinge zur gemeinschaftlichen Lösung einer Aufgabe (Schramm) aufgefaßt. Allgemein wird zwischen Aufbauorganisation und Ablauforganisation (auch Arbeitsorganisation genannt) unterschieden. Jene befaßt sich mit der statischen Gebildestruktur (Stellenbildung, Aufgabenverteilung), diese mit der dynamischen (raumzeitlichen) Prozeßstruktur (Arbeitsablaufregelung).

Die Aufbauorganisation im Bereich der DBP ist für die → Ämter des Fernmeldewesens und die → Oberpostdirektionen in folgenden Richtlinien verbindlich geregelt:

1. Organisationsrichtlinien für Fernmeldeämter und Fernmeldebauämter

2. Organisationsrichtlinien für Fernmeldezeugämter und Zentralzeugämter

3. Vorläufige Richtlinien für die Aufgabenverteilung bei den Oberpostdirektionen.

Die Aufbauorganisation wird in Organisationsplänen transparent dargestellt. Zur einheitlichen und rationellen Gestaltung der Arbeitsabläufe gibt es für die einzelnen Dienststellen der Ämter des Fernmeldewesens Arbeitsorganisationsrichtlinien (Richtlinien für die Aufgabenabgrenzung und Arbeitsverteilung).

Organisation der Ämter des Fernmeldewesens

Die Organisation der Fernmeldebaubezirke (FBBz) ist in ihren Grundzügen in der ADA VII, 1 §1 (Ausgabe 1926) geregelt. Die bestehende Organisation hat sich in den vergangenen vier Jahrzehnten bewährt. Mit der explosionsartigen Entwicklung des Fernmeldewesens nach dem letzten Krieg treten jedoch in steigendem Maß Mängel auf, deren Beseitigung mit dieser Organisation nicht mehr möglich ist. Eine Arbeitsgruppe und 5 Arbeitskreise wurden vom BPM beauftragt, eine neue Organisationsform in der Linientechnik zu suchen. Die gefundene neue Konzeption wurde bei einigen FBBz erprobt und, weil sie sich bewährte, ab 1. 1. 1971 zur allgemeinen Einführung freigegeben. Die Umstellung aller FBBz soll zum 1. 1. 1973 abgeschlossen sein. Im Vergleich hierzu siehe → Ämter des Fernmeldewesens unter 2.3.5.

1. Die neue Organisationsform der FBBz

Alle unmittelbaren Aufgaben des Fernmeldebaus werden von regional zuständigen FBBz oder Fernmeldebezirken mit Fernmeldebau und Unterhaltung von Linien wahrgenommen. Außer technischen Baubezirken dürfen keine FBBz für besondere Fachaufgaben (z. B. Kabellöten, Kabelkanalbau usw.) gebildet werden; ebenso ist eine fachliche oder regionale Unterteilung innerhalb der FBBz nicht zulässig. Wird ein FBBz durch Anwachsen seines technischen Inhalts zu groß, sind durch regionale Teilung zwei neue FBBz zu bilden. Die FBBz sind so zu bilden, daß in den nächsten zehn Jahren Neuabgrenzungen vermieden und in dieser Zeit mindestens ein Dienstposten CFt, jedoch höchstens drei Dienstposten CFt je FBBz benötigt werden.

2. Gliederung der FBBz

Die Neuorganisation der Linientechnik geht im wesentlichen davon aus, daß

a) Außendienstkräfte von Verwaltungsarbeiten zu entlasten sind und die Funktionen der Arbeitsvorbereitung, der Ausführung und Kontrolle getrennt werden und

b) Aufgaben, die nicht das Fachwissen von technisch vorgebildeten Kräften erfordern, dem mittleren weiblichen Dienst übertragen werden.

Entsprechend ergeben sich für den FBBz folgende Funktionsträger:

Für die Bezirksleitung:
Bezirksbauführer (BzBf) und zur Unterstützung ggf. Fernmeldebauleiter (FBl).

Für den Innendienst:
Geschäftszimmer (Gz), Einsatzplatz (EPl), Schaltplatz (SchPl) und Lager (Lg).

Für den Außendienst:
Bauführer (BF), Schaltwarte (SchW) und bauausführende Kräfte.

3. Aufgabenverteilung auf die Arbeitsplätze

Die einheitliche Bezeichnung der Arbeitsplätze und die Aufgabenverteilung sind wie folgt festgelegt:

Fernmeldebezirksbauführer (BzBf) CFt
Fernmeldebauleiter (FBl) CFt

Bz Bf:
Verantwortliche Leitung des FBBz;
Allgemeine Betriebs- und Personalaufsicht;
Personalangelegenheiten;
Arbeitseinsatz und Terminplanung steuern;
Auftragsvergabe an Auftragnehmer.

Bz Bf:
Verbindung zu Behörden und Versorgungsunternehmen;
Auskundungen;
Planungsaufmaße;
Bauüberwachung;
Prüfungen und Bescheinigungen.

Innendienst

Geschäftszimmer (Gz) BF w

Gz:
Personalangelegenheiten;
Löhne und Entschädigungen;
Statistik;
Allgemeine Büroaufgaben.

Einsatzplatz (EPl) BFt, BF w

EPl:
Bauvorbereitung
Stromkreisbedarfsanzeigen bearbeiten;
Kleine Netzerweiterungen veranschlagen;
Unterhaltungsarbeiten veranlassen;
Unterlagen führen.

Arbeitsvorbereitung und Einsatzlenkung
Termine abstimmen;
Aufträge an Bauführer, Arbeitsgruppen und an Auftragnehmer vorbereiten;
Fahrzeug- und Geräte-Einsatz regeln;
Störungsannahme;
Personaleinsatz regeln;
Tages- und Leistungsberichte prüfen.

Bauabschluß
Meldung zur Planungsberichtigung prüfen;
Bvh abschließen.

Schaltplatz (SchPl) BFt, BF w

SchPl:
Stromkreise bereitstellen (Schaltaufträge)
für Teilnehmereinrichtungen,
für Bauvorhaben;
Stromkreis-Bedarfsanzeigen bearbeiten;
Planunterlagen verwalten;
Mitwirken bei Störungsbeseitigung;

Lager (Lg) AFt (BFt)

Lg:
Fernmeldezeug, Kabel, Leitungsmaste, Betonzeug } Arbeitsvorräte und Baubedarf verwalten
Techn. Ausstattung verwalten;
Annahme und Versand;
Ablieferungen;
Bestellungen bei FZA.

Außendienst

Bauführer (Bf) BFt

Bf:
Auskunden, Trassen begehen;
Anlagen einmessen;
Eigene Kräfte beaufsichtigen und einweisen;
Auftragnehmerarbeiten beobachten;
Rechnungsaufmaße nehmen;
Einweisen und Beobachten bei Arbeiten Fremder;
Schutz der Fernmeldeanlagen bei Arbeiten Fremder;
Überwachen der Verkehrs- und Standsicherheit der Anlagen;
Meldungen, Berichte, Anzeigen;
Meßaufgaben.

Bauausführende Kräfte ....

Bauausführende Kräfte:
Einsatz nach Anweisung des Einsatzplatzes.

Schaltwärter (SchW) AFt

SchW:
Schalten an Verzweigungseinrichtungen;
Verzweigungseinrichtungen unterhalten.

Literatur: Arbeitsorganisationsrichtlinien (ArbOrgRichtl) für den Fernmeldebaubezirk, Ausg. 1970.

Söth

Organisationsrichtlinien für Fernmeldeämter, Fernmeldebauämter, Fernmeldezeugämter und Fernmeldezentralzeugämter → Ämter des Fernmeldewesens.

organische Stoffe. Substanzen, die zu den Kohlenwasserstoffverbindungen gehören, im Gegensatz zu anorganischen Stoffen, zu denen alle übrigen Elemente und Verbindungen gehören. Durch die Fähigkeit des vierwertigen Kohlenstoffs, lange einfache und verzweigte Ketten, Ringe und Ringsysteme zu bilden ist die Zahl der o. St. etwa 20mal größer als die aller übrigen Stoffe. Zu den o. St. gehören alle Stoffe, aus denen der Pflanzen- und Tierkörper aufgebaut ist. Ein stetig wachsender Bereich der o. St. sind die künstlich hergestellten Werkstoffe, die als → Kunststoffe bezeichnet werden. In der Elektrotechnik werden o. St. als feste und flüssige Isolierstoffe und Dielektrika sowie für Umhüllungen und Schutzüberzüge verwendet. In neuerer Zeit rechnet man auch Siliziumverbindungen zu den o. St., die aus Ketten oder Ringen von Silizium- und gegebenenfalls Sauerstoffatomen aufgebaut sind (→ Silikone).

Originalfunktion → Fourier-Transformation, → Laplace-Transformation.

Originalgleichung → Laplace-Transformation.

Ortbetonschacht → Kabelkanal unter 9.

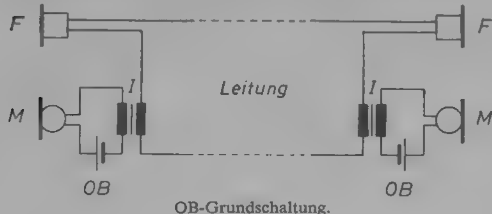
Orthodrome → Größter Kreis.

örtliches Fernsprechbuch → Fernsprechbuch.

Ortsansage. Sie kann im vollautomatischen Selbstwählferndienst zur Unterrichtung des Teilnehmers über das erreichte Ortsnetz in die Ortsgruppenwahlstufe dieses ON eingeblendet werden. Sie ist nur möglich in Direktwahlsystemen. In Systemen mit Durchlaufspeichern im Eingangsschaltglied der Fernwahltechnik und in indirekten gesteuerten Wählsystemen nur unter bestimmten Voraussetzungen. In der BRD nicht eingeführt.

Ortsanschlußkabel → Fernmeldelinie.

Ortsbatterie-Grundschaltung. Das Bild zeigt die grundsätzliche Art der Zusammenschaltung von zwei Fernsprechstellen in OB-Anlagen. Die Mikrophone M



OB-Grundschaltung.

werden — im Gegensatz zur → ZB-Schaltung — aus eigenen örtlichen Mikrophonbatterien (in der Regel 2 Monozellen zu je 1,5 V) gespeist. Im Mikrophonstromkreis liegt die niederohmige Wicklung einer → Induktionsspule I. Die hochohmigen Wicklungen sind in Reihe mit den Hörkapseln F und der Verbindungsleitung geschaltet.

Die Wesensmerkmale der OB-Schaltung sind: Der niederohmige Mikrophonstromkreis ist unabhängig von dem höherohmigen Leitungsstromkreis. Die Hörkapsel mit dem Dauermagneten wird nicht von Gleichstrom durchflossen. Die vom Mikrophon erzeugten Stromschwankungen werden aus dem niederohmigen Ortsstromkreis von der Induktionsspule auf die Leitung übertragen unter gleichzeitigem Erhöhen der Spannung und Herabsetzen der Stromstärke. Der geringe Strom überwindet den Widerstand der Leitung mit kleinerem Spannungsabfall. Die OB-Grundschaltung liegt besonders dem → Feldfernsprecher, dem → Streckenfernsprecher, den → Feldvermittlungen und allen sonstigen Anlagen mit → OB-Betrieb zugrunde.

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

Gänsler

Ortsbestimmung eines Fahrzeugs → Funkortung.

Ortsdienstgruppenwähler → Dienstgruppenwähler.

Ortsfernkabel → Niederfrequenzverbindungskabel, → Niederfrequenz-Fernkabel, Ausnutzung der alten Fernkabel für Trägerfrequenzbetrieb.

ortsfeste Batterien → Akkumulatoren.

Ortsgespräch ist ein Gespräch zwischen Sprechstellen desselben Ortsnetzes (ON) — sofern es unter Mitwirkung einer oder mehrerer Vermittlungsstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes aufgebaut worden ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Nebenstellen ausnahmslos zu dem ON gehören, zu dem ihre Hauptstelle gehört. Wenn zwei ON nicht mehr als 5 km voneinander entfernt sind, werden die Gespräche zwischen diesen ON in der Regel gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt. Maßgebend für die Entfernung ist die Lage der (größten) Vermittlungsstelle oder des Fernamtes im jeweiligen ON zum Zeitpunkt der Festsetzung des Gebührenbezugspunktes. In ON, die vor Beginn des Kalenderjahres 1954 eine bestimmte Größe erreicht haben, wird die Entfernung von einem Kreis um die nach vorstehendem Satz maßgebende Stelle gerechnet; der Halbmesser dieses Kreises beträgt bei ON mit (im Jahre 1953)

mehr als	10 000	bis	20 000	Hauptanschlüssen	3 km
»	» 20 000	»	50 000	»	5 km
»	» 50 000			»	10 km

Wenn die Gespräche zwischen ON gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt werden, muß in jedem ON die Grundgebühr nach der Gesamtzahl der zur Ortsgesprächsgebühr erreichbaren Hauptanschlüsse gerechnet werden. Voraussetzung hierfür wiederum ist, daß in jedem ON die Gemeinde mit der größten Zahl der Hauptanschlüsse ihr Einverständnis dazu erklärt hat. Gespräche zwischen den ON Bonn und Bad Godesberg werden ab 1. 9. 1965 gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt. Rechtsgrundlage dafür ist eine aufgrund des § 14 Postverwaltungsgesetzes erlassene Benutzungsverordnung vom 13. 5. 1965. Zur Zeit können Ortsgespräche i. allg. beliebig

lange dauern. Aus wichtigen dienstlichen Gründen oder bei Mißbrauch darf die DBP Ortsgespräche unterbrechen.

Die Zahl der jährlich geführten O. hat sich wie folgt entwickelt (in Millionen):

Deutsches Reich	Rj. 1930	2 260,1
» »	Rj. 1935	2 168,2
» »	Rj. 1937	2 417,8
Bundesrepublik Deutschland	Rj. 1950	1 843,5
» »	Rj. 1955	2 583,5
» »	Rj. 1960	3 471,6
» »	Rj. 1965	4 497,8
» »	Rj. 1966	4 860,6
» »	Rj. 1967	5 167,2

Die Zahl der im Jahre 1966 abgehend geführten O. je Sprechstelle beträgt in Tausend:

Brasilien	6,03	Großbritannien	0,57
Argentinien	2,71	Niederlande	0,55
Griechenland	2,00	Bundesrepublik Deutschland	0,51
Kanada	1,64	Belgien	0,50
USA	1,24	Sowjetische Besatzungszone	0,49
Italien	1,12	Schweiz	0,36
Schweden	1,05		
Dänemark	0,93		
Norwegen	0,67		

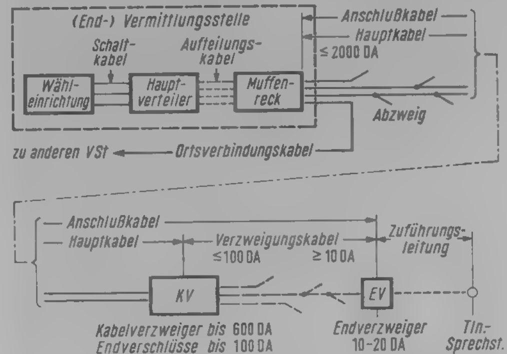
Breidt

Ortsgesprächsgebühr. Gebühr für ein ausgeführtes → Ortsgespräch. Die O. ist eine feste Gebühr, d. h. sie ist unabhängig von der Gesprächsdauer und der Entfernung zwischen den verbundenen Sprechstellen. Der Gebührensatz für Ortsgespräche, die von → öffentlichen Sprechstellen mit → Münzfernsprecher aus geführt werden, weicht von dem Gebührensatz für Ortsgespräche ab, die von Teilnehmersprechstellen und öffentlichen Sprechstellen aus geführt werden mit gewöhnlichem Sprechapparat. Der Grund besteht darin, daß Münzfernsprecher keine Münzen geringeren Wertes als die 10-Pf-Münze aufnehmen. Die Gebühr für Ortsgespräche, die von öffentlichen Sprechstellen mit Münzfernsprechern aus geführt werden, muß daher durch 10 teilbar sein. Auf die bei Teilnehmersprechstellen, bei gemeindlichen öffentlichen und bei öffentlichen Sprechstellen mit gewöhnlichem Sprechapparat bei Privaten aufkommenden Ortsgesprächsgebühren wird ein Nachlaß von 1 v.H. gewährt. Für Anrufe, die nicht beantwortet werden, sowie für Verbindungen, die wegen Störung, Anschlußsperre usw. nicht zustande kommen, werden keine Gebühren berechnet. Gebührenfrei sind Ortsgespräche mit der zuständigen Entstörungsstelle, Auskunftsstelle und Telegrammaufnahme sowie Verbindungen mit der zuständigen Fernvermittlungsstelle zum Zwecke der Anmeldung von Ferngesprächen.

Ortskabel (künftige Bezeichnung → Fernsprechkabel) müssen VDE 0816-Bestimmungen für Außenkabel für Fernmeldeanlagen und zusätzlich postalischen Bedingungen entsprechen. Kurzzeichen → Fernsprechkabel 4. Entsprechend ihrem Verwendungszweck und Aufbau (Kabelform) und den sich daraus ergebenden technischen Forderungen werden die O. wie folgt unterteilt:

Kabelart und -form	Verwendung in der Linie	
Ortskabel Ok mit Cu-Leitern 0,4 oder 0,6 oder 0,8 mm ⌀ in St III-Verseilung	→ Fernsprechanschlußkabel als Hauptkabel Querkabel Verzweigungskabel → Ortsverbindungskabel → Niederfrequenz-Verbindungskabel	Ask Hk Qk Vzk OVk NFVk
→ Koaxial-Ortskabel KxOk mit KxP 2,6/9,5 mm ⌀ und als Beipack P, PiMF, St I- oder DM-VS	Fernseh-Verbindungskabel Trägerfrequenz-Verbindungskabel	TVVk TFVk
→ Aufteilungs-Ortskabel AtOk mit Cu-Leitern 0,6 mm ⌀ in Stern-Verseilung		

Anschlußkabel und Ortsverbindungskabel sind nach VDE 0816 die Teilnehmerkabel. Das Ortskabelnetz beginnt an der senkrechten Seite des Hauptverteilers in der Vermittlungsstelle (die Schaltkabel zwischen den Wahlstufen der Vermittlungsstelle gehören nicht zum Ortskabelnetz). PVC-ummantelte → Aufteilungsortskabel (Leiter-Durchmesser 0,6 mm, 50- bis 150paarig) führen vom Hauptverteiler zu den Aufteilungsmuffen im Kabelkeller. In den Aufteilungsmuffen enden andererseits die von außen kommenden Hauptkabel, die je nach Netzstruktur, Netzgröße und Trassenführung bis zu 2000 Doppeladern (DA) enthalten. Schaltreserven werden dadurch erreicht, daß man z.B. bei einer Vermittlungsstelle mit 10000 Teilnehmern 16000 DA mit 8 Kabeln von je 1000 DA und 4 Kabeln von je 2000 DA einführt. Die Hauptkabel werden überwiegend als Röhrenkabel in Kabelkanälen geführt. Liegen die Ver-



zweigungspunkte nicht zu dicht, so begrenzt die maximale Ziehlänge der Kabel den Muffenabstand. Die Hauptkabel verästeln sich bis zu Kabeln von 200 DA und enden an dekadisch abgestuften Endverschlüssen der Kabelverzweiger. Im Kabelverzweiger wird mit Schaltdraht zu den Endverschlüssen der Verzweigungskabel durchrangiert. Das Verzweigungsverhältnis in den Kabelverzweigern beträgt z.B. 1:1,5, d.h. einem ankommenden Hauptkabel mit 200 DA liegen 300 DA in Verzweigungskabeln gegenüber. Diese Übersetzung der DA-Zahlen wird durchgeführt, um geeignete Schaltreserven für künftige Netzerweiterungen zu erhalten. Kabel mit 10 bis

100 DA, selten Verzweigungskabel mit 200 DA, werden, je nach Teilnehmerdichte oder örtlicher Struktur, als Röhren- oder Erdkabel zu den Endverzweigern geführt. Die stufenweise Reduzierung eines Verzweigungskabels von Gebäude zu Gebäude kommt etwa alle 30 bis 70 m vor, wobei 10 bis 20 DA abgezweigt werden. Die Endverzweiger haben Anschlüsse für 5 bis 20 DA, von diesen führen Installationskabel J-Y(St)Y (künftig J-YY), zugfeste Installationskabel J-2Y(Z)Y oder Tragseil-Luftkabel LksT zu den Teilnehmern (Kurzzeichen unter Fernsprechkabel 4). Weit entfernte Teilnehmer oder Teilnehmer in noch nicht endgültig erschlossenen Wohngebieten der Gemeinden werden über Bronzedraht-Freileitungen angeschlossen (→ Ortsnetzaufbau).

Ortsleitung → Ortsnetzaufbau, → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Ortslinie → Fernmeldelinie.

Ortsmünzfernsprecher → Münzfernsprecher.

Ortsnetz besteht aus einer oder mehreren Vermittlungsstellen (VSt), den öffentlichen Sprechstellen, den Teilnehmereinrichtungen und den → Leitungen für den Ortsdienst. Ein O. umfaßt den Fernsprechverkehr eines Ortes oder mehrerer (kleinerer) Orte; auch Vororte und Ortsteile können in ein bestimmtes O. einbezogen werden, so daß auch von dort mit den anderen Sprechstellen innerhalb des O. → Ortsgespräche geführt werden können. Gibt es in einem O. eine einzige VSt im Sinne der Fernsprechordnung,

elektrische Eigenschaften der O.

Cu-Leiter Durchmesser mm	Leiterwiderstand der Schleife für 1 km höchstens Ω	Isolationswiderstand für 1 km mindestens GΩ	Betriebskapazität für 1 km DA nF höchstens	Nebensprechkopplungen bei 800 Hz, höchstens **) k1 pF	k9-12 pF	Erdkopplungen e1, e2 pF höchstens	Leitungsdämpfung der Stammleitungen bei 800 Hz für 1 km etwa mN
(Kurzzeichen s. unter Fernsprechkabel 4.)							
1. Ortskabel mit Papierisolierung und Bleimantel, glattem Aluminiummantel, Aluminiumwellmantel, Stahlwellmantel							
0,4	300	5	38[1])	400	300	800	150
0,6	130	5	42[2])	400	300	800	105
0,8	73,2	5	42[2])	400	300	800	80
2. Ortskabel mit Voll-PE-Isolierung und PE-Cu-PE-Mantel							
0,4	300	10	50	400	300	800	172
3. Ortskabel mit Zell-PE-Isolierung und PE-Cu-PE-Mantel							
0,6	130	10	42[2])	400	300	800	105
0,8	73,2	10	42[2])	400	300	800	80

Es dürfen die Betriebskapazitäten betragen:

[1]) 100% der DA ≦ 38nF
95% der DA ≦ 36 nF

[2]) 100% der DA ≦ 42 nF
95% der DA ≦ 40 nF
80% der DA ≦ 38 nF

**) Die Nebensprechkopplungen k9-k12 der Lage/Lage- und Übernachbarbeziehungen liegen nach dem Stand der Technik im Niveau mit
100% < 50 pF/300 m
95% < 30 pF/300 m;
der Nachbarbeziehungen
100% ≦ 300 pF/300 m
95% bis 100 pF/300 m

Literatur: FTZ-Norm 72 TV1, Beiblatt 3 »Polyäthylen-Ortskabel in Bündelverseilung, Aufbau und Eigenschaften«. FTZ-Norm 72 TV1, Beiblatt 4 »Polyvinylchlorid-Aufteilungs-Ortskabel (PVC-AtOk), Aufbau und Eigenschaften«.

Knebel

Ortskreis. O. ist der Verbindungsweg zwischen Telegrafenübertragungseinrichtungen, Telegrafenvermittlungseinrichtungen und Telegrafenanschlußeinrichtungen. O. werden i. allg. im Vierdraht-Doppelstrombetrieb betrieben.

Ortskreisstrom. Telegrafiestrom, der im → Ortskreis fließt, in den Telegrafennetzen der DBP Doppelstrom mit einer Stromstärke von ±20 mA. Wegen der zunehmenden Verwendung elektronischer Bauelemente in der Telegrafentechnik und wegen des Übergangs zu höheren Schrittgeschwindigkeiten wird künftig voraussichtlich eine kleinere Stromstärke verwendet werden.

Ortskurvenschreiber. Meßeinrichtung zur Darstellung eines Scheinwiderstandes $Z \cdot e^{j\varphi}$ oder des komplexen Übertragungsmaßes zum Beispiel $(U_2/U_1) \cdot e^{j\varphi}$ eines Vierpols in der komplexen Ebene → Kopplungsschreiber.

so deckt sich der Anschlußbereich dieser VSt mit dem → Ortsnetzbereich. Gibt es dagegen mehrere VSt im Sinne der Fernsprechordnung, so setzt sich der Ortsnetzbereich aus den Anschlußbereichen dieser VSt zusammen. Die O. sind — neben den Leitungen zwischen dem O. — Bestandteil des öffentlichen Fernsprechnetzes; sie bilden die unterste Netzebene dieses — nach dem Wählnetzplan gegliederten — öffentlichen Fernsprechnetzes. Die DBP gibt ein alphabetisch geordnetes »Verzeichnis der Fernsprechortsnetze in der Bundesrepublik Deutschland« heraus. In diesem Druckwerk sind unter anderem verzeichnet: die Ortsnetzkennzahl der Landesfernwahl, die Gebührenzahl, die Nummer des amtlichen Fernsprechbuches, in welchem die Teilnehmer des betreffenden O. aufgeführt sind, und die OPD, zu deren Bezirk das O. verwaltungsmäßig gehört.

Daneben werden amtliche Verzeichnisse der Fernsprechortsnetze herausgegeben. In den amtlichen

Fernsprechbüchern sind die Namen der zum jeweiligen Geltungsbereich gehörenden O. in Kopfeinträgen und in den Kopfrandleisten aufgeführt.

Die Zahl der O. hat sich wie folgt entwickelt:

Deutsches Reich		Ende März	1930	6 793
»	»	» »	1935	6 656
»	»	» »	1937	6 663
(»	»	» »	1940	10 010)
Bundesrepublik	Deutschland	Ende Dez.	1950	3 724
»	»	» »	1955	3 728
»	»	» »	1960	3 774
»	»	» »	1965	3 783
»	»	» »	1966	3 778
»	»	» »	1967	3 780

Wegen der Abgrenzung der O. gegeneinander siehe Ortsnetzbereich. *Breidt*

Ortsnetzaufbau. Jedes Ortsnetz (ON) umfaßt einen geographisch genau abgegrenzten Bereich, den → Ortsnetzbereich (ONB), so daß für jeden Punkt des gesamten Versorgungsgebietes festliegt, zu welchem ON er gehört. Bei ON mit einer Vermittlungsstelle (VSt) ist deren Anschlußbereich (AsB) gleich dem ONB. In ON mit mehreren VSt gehört zu jeder VSt ein besonderer AsB, die alle zusammen den ONB bilden. Leitungen zwischen den Teilnehmereinrichtungen und öffentlichen Sprechstellen einerseits und der VSt anderseits werden als Anschlußleitungen (Asl) bezeichnet. Sie bilden das Anschlußleitungsnetz, kurz Anschlußnetz genannt. Leitungen zwischen den verschiedenen VSt eines ON heißen Ortsverbindungsleitungen (OVl) und bilden das Ortsverbindungsleitungsnetz, kurz als Ortsverbindungsnetz bezeichnet. Asl und OVl zusammen werden Ortsleitungen (Ol) genannt — im Gegensatz zu den Fernleitungen, die die Grenzen der ONB überschreiten. Ol werden in Ortskabeln (Ok) geführt, wobei entsprechend den Asl und OVl Anschlußkabel (Ask) und Ortsverbindungskabel (OVk) zu unterscheiden sind. Verbindungsglied zwischen Leitungsnetz und technischen Einrichtungen der VSt ist der Hauptverteiler (HVt). Er hat eine »senkrechte« und eine »waagerechte« Seite. Auf der senkrechten enden die Ol an (senkrecht angeordneten) Trennleisten, an der waagerechten liegen die Leitungen zu den technischen Einrichtungen an (waagerecht angeordneten) Schaltstreifen. Zwischen beiden Seiten des HVt können die Ol und die technischen Einrichtungen der VSt mit Hilfe von Schaltdrähten beliebig miteinander verbunden werden.

Das verkabelte Anschlußnetz (Bild 1) beginnt an der senkrechten Seite des HVt und endet an den sog. Endeinrichtungen, den Endschaltpunkten des Netzes. Zwischen HVt und Endeinrichtungen werden in Gebieten mit mittleren und hohen Leitungsdichten Verzweigungseinrichtungen eingeschaltet, um möglichst wirtschaftliche Ausnutzung des Netzes zu ermöglichen. Ask werden im Gebäude der VSt im Kabelaufteilungsraum mit Hilfe von Aufteilungsmuffen in niedrigpaarige Aufteilungskabel, die zum HVt führen, aufgeteilt. Kabel zwischen VSt und Verzweigungseinrichtungen werden als Hauptkabel (Hk), die zwischen Verzweigungseinrichtungen und Endeinrichtungen als Verzweigungskabel (Vzk) bezeichnet. Als Verzweigungseinrichtungen kommen in erster Linie Kabelverzweiger (KVz) in Betracht, in denen einerseits die von den Endeinrichtungen des zu dem KVz gehörenden Verzweigungsbereichs kommenden Vzk, anderseits die zur VSt führenden Hk mit Endverschlüssen (EVs) abgeschlossen und schaltbar gemacht werden, so daß es möglich ist, jede eingeführte Verzweigungsader mit jeder eingeführten Hauptader zu verbinden. EVs werden in Norm-KVz-Gehäusen untergebracht, die in der Regel an öffentlichen Wegen aufgestellt werden. Sonder-KVz, die nur ein Gebäude versorgen, werden in geeigneten Kellerräumen untergebracht. Zweite Art von Verzweigungseinrichtungen sind die Linienverzweiger (LVz), in denen die Hk für mehrere KVz zusammengefaßt sind und die mit höherpaarigen zur VSt führenden Hk

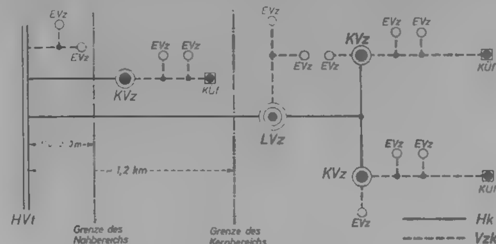


Bild 1. Gliederung des Ask-Netzes.

geschaltet werden können, wenn ein dreistufiger Aufbau des Asl-Netzes sinnvoll ist. Hierfür gibt es genormte Gehäuse in zwei Größen zum Aufstellen im Freien. In geeigneten Fällen können LVz auch in verschließbaren Räumen innerhalb von Gebäuden oder in unterirdischen Stahlbetonschächten eingerichtet werden. In den »Verzweigungspunkten« vor den Verzweigungseinrichtungen können Verzweigungsadern unmittelbar mit Hauptadern (bei KVz) oder Hauptadern unmittelbar miteinander (bei LVz) verspleißt werden, wenn die Schaltbarkeit dieser Adern nicht notwendig oder nicht erwünscht ist. Gleichartige Verzweigungseinrichtungen können durch Querkabel (Qk) oder Querleitungsbündel in Ask miteinander verbunden werden, wenn es möglich ist, hierdurch in größerem Umfang Umwegschaltungen für Nebenanschluß-, Querverbindungs- und Abzweigleitungen zu vermeiden. Als Endeinrichtungen kommen Endverzweiger (EVz) und → Überführungsendverschlüsse (ÜEVs) in Frage. Beide Einrichtungen ermöglichen wasserdichten Abschluß der Ask und Weiterführen einzelner Doppeladern (DA) zu den Teilnehmereinrichtungen mit Hilfe von Installationskabeln oder dgl. Der ÜEVs enthält außerdem Sicherungselemente und ist in erster Linie dazu bestimmt, den Übergang der Leitungen von unterirdischer Kabelführung auf oberirdische Blankdrahtführung zu ermöglichen. Der ÜEVs wird in der Regel an einem Endmast, der

der Anfangspunkt einer oberirdischen Linie ist, befestigt. Gesamte Mastkonstruktion einschl. ÜEVs wird als Kabelüberführung (KÜf) bezeichnet. EVz werden je nach örtlichen Gegebenheiten als EVz für Außenbau (EVza) an Gebäuden oder Leitungsmasten oder als EVz für Innenbau (EVzi) in Gebäuden angebracht. Je nach der in der betreffenden Gegend erforderlichen Leitungsdichte versorgt ein EVz nur einen Teil eines Hauses, ein ganzes Haus oder auch mehrere benachbarte Häuser. In Gebieten mit geringer Leitungsdichte können zwei

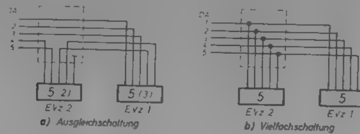


Bild 2. Verkettung von 2 EVz für 5 DA

oder mehr Endeinrichtungen durch Ausgleich- oder Vielfachschaltung (Bild 2) derart miteinander verkettet werden, daß alle Endeinrichtungen der Ausgleich- oder Vielfachgruppe über ein gemeinsames Leitungsbündel mit der VSt verbunden sind, um den Ausnutzungsgrad des Verzweigungsnetzes zu verbessern. Planungstechnisch gehören auch leitungssparende Vorfeldeinrichtungen, Gemeinschaftsumschalter (GUm) und Wählsternschalter (WstSch) zum Anschlußnetz. Mit Hilfe eines GUm 1/2 können 2 Hauptanschlüsse (HAs), die im Bereich einer Endeinrichtung oder über Ausgleichleitungen verbundener Endeinrichtungen liegen und durch Gemeinschaftszweigleitungen (GZl) an den GUm angeschlossen sind, über eine Gemeinschaftshaupt-

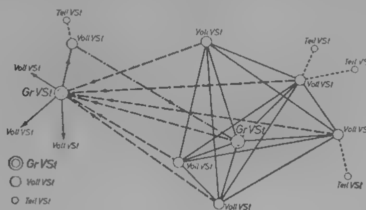


Bild 3a. OVl-Netz für den Ortsverkehr.

leitung (GHl) mit der VSt verbunden werden. Es kann jeweils von einem der beiden HAs gesprochen werden. Durch WstSch wird eine größere Zahl von HAs, die über Wählsternzweigleitungen (WstZl) an diesen angeschlossen sind, über mehrere Wählsternhauptleitungen (WStHl) mit der VSt verbunden. Es können soviel HAs gleichzeitig sprechen, wie WstHl vorhanden sind. Haupt- und Zweigleitungen müssen mit Bezug auf den Schleifenwiderstand bestimmte Bedingungen erfüllen. Endeinrichtungen in der nächsten Umgebung der VSt, im sog. Nahbereich (je nach Leitungsdichte bis zu etwa 100 bis 200 m Luftlinienentfernung von der VSt), werden unmittelbar an den HVt angeschlossen, entsprechend die Endeinrichtung in der näheren Umgebung eines LVz unmittelbar an diesen. Im Umkreis bis zu einer Luftlinienentfernung von etwa 1,2 km um die VSt, im sog. Kernbereich, werden alle KVz unmittelbar an den HVt angeschlossen.

In größeren ON unterscheidet man entsprechend dem wähltechnischen Zusammenhang Gruppen-(GrVSt), Untergruppen-(UGrVSt), Voll-(VollVSt) und Teilvermittlungsstellen (TeilVSt). VollVSt sind für den Ortsverkehr maschenförmig miteinander verbunden, TeilVSt sternförmig auf bestimmte VollVSt gestützt. Sind GrVSt vorhanden, hat jede VollVSt vom I. GW aus ein abgehendes Bündel zu jeder GrVSt und ist im übrigen nur mit jeder VollVSt des eigenen GrVSt-Bereichs durch unmittelbares Leitungsbündel verbunden (Bild 3a). Mit einer GrVSt oder VollVSt ist die Endvermittlungsstelle des SWFD (EVSt) — Standort der OGW — vereinigt. Von hier aus führen Ol des SWFD zu allen GrVSt bzw. VollVSt (Bild 3b). Während das Asl-Netz im wesentlichen

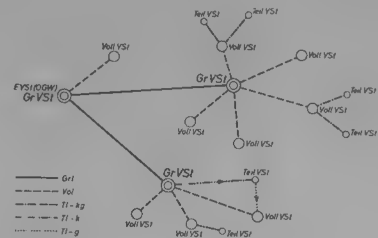


Bild 3b. OVl-Netz für den Fernverkehr.

ein Strahlennetz mit zwei- oder dreistufigem Aufbau ist, handelt es sich beim OVl-Netz also um die Kombination von Maschen- und Sternnetz oder von Maschen- und Strahlennetz, in dem einerseits die OVSt durch OVl untereinander, anderseits die OVSt durch Ol des Ferndienstes mit der EVSt des SWFD verbunden sind.

Als Ask werden bei der DBP Erd-, Röhren- und Luftkabel mit 0,4 und 0,6 mm dicken Kupferleitern in Stern III-Verseilung (→ Verseilarten) verwendet. Als OVk kommen Kabel in Stern III-Verseilung mit 0,6 mm dicken Kupferleitern, in Stern I-Verseilung mit 0,9 und 1,2 mm dicken Kupferleitern in Frage. OVl können auch bespult werden. Leitungsbauzeug für Blankdrahtleitungen in Netzausläufern ist in der Regel 1,5 mm dicker Bronzedraht. Zur Sprechstellenzuführung dient Installationskabel mit Zugentlastung. Röhrenkabel werden in Kabelkanalanlagen (→ Kabelkanal) untergebracht, die innerhalb von Städten dort errichtet werden, wo erneute Aufgrabungen für später notwendige Kabelnetzerweiterungen vermieden werden müssen. *Bath*

Ortsnetzbereich ist der Ausbreitungsbereich eines → Ortsnetzes. Die O. füllen das Staatsgebiet lückenlos aus. Die gegenseitige Abgrenzung der O. beruht auf § 1 Abs. 3 der Fernsprechordnung (FeO) nebst Ausführungsbestimmung und → Verwaltungsanweisungen. Näheres s. Abschnitt VI, 3 A der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fern-

meldewesen, herausgegeben und bearbeitet vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, 1958. Eine Änderung der bestehenden Ortsnetzbereichseinteilung durch Änderung der gegenseitigen Abgrenzung, durch Einfügung neuer oder durch Aufhebung vorhandener Ortsnetze kommt nur in Betracht, wenn die Errichtung, Aufhebung oder Verlegung von Vermittlungsstellen oder der unterirdische Ausbau der Ortsleitungsnetze am Rande der O. dazu Anlaß gibt. Änderungen werden aber auch in diesen Fällen nur aus zwingenden Gründen durchgeführt. Folgende Richtlinien sind maßgebend:

1. Die weitere Ausdehnung großer Ortsnetze soll vermieden werden, auch wenn in einem solchen Ortsnetz eine weitere Vermittlungsstelle hinzutritt. Eine Ausdehnung des O. ist allenfalls gerechtfertigt, wenn die neue Vermittlungsstelle in dem Ortsteil einer Gemeinde errichtet wird, der bisher nicht Sitz einer Vermittlungsstelle war und der sich baulich geschlossen über die bisherige Ortsnetzgrenze hinaus erstreckt. Geht die geschlossene Bebauung in eine andere Gemeinde über, so ist das für sich allein kein Grund, das große Ortsnetz noch über die Gemeindegrenze hinaus auszudehnen.

2. Liegt eine neu zu errichtende Vermittlungsstelle von allen anderen mehr als 5 km entfernt, so wird geprüft, ob nach den Grundsätzen des § 1 Abs. 3 FeO nebst Ausführungsbestimmung und Verwaltungsanweisungen ein neues Ortsnetz mit eigenem O. einzufügen ist. Ein neues Ortsnetz kommt jedoch nur in Betracht, wenn der Unterbringungsort der neuen Vermittlungsstelle keinen baulichen Zusammenhang mit dem der bisher zuständigen Vermittlungsstelle hat oder bei gegebenem baulichen Zusammenhang die Unterbringungsorte der neuen und der bisher zuständigen Vermittlungsstelle verschiedenen Gemeinden angehören. Voraussetzung ist jedoch in jedem Falle, daß das neue Ortsnetz einen genügend großen Bereich erhält, in dem ein ausreichender Zugang an Neuanschlüssen zu erwarten ist.

3. Die Aufhebung eines vorhandenen Ortsnetzes kommt nur in Betracht, wenn dessen Bereich zu klein und nicht zu erwarten ist, daß sich das Ortsnetz durch ausreichenden Zugang an Neuanschlüssen weiterentwickelt. Die Aufhebung des Ortsnetzes unterbleibt jedoch, wenn die Aufteilung seines Bereichs auf die Bereiche der benachbarten Ortsnetze für die DBP unwirtschaftlich ist und für die betroffenen Teilnehmer Härten mit sich bringt.

Für Änderungen der Ortsnetzbereichseinteilung sind die OPDn zuständig. Sie sind gehalten, bei wesentlichen Änderungen die betroffenen Gemeinden und, wenn für beide keine annehmbare Lösung gefunden wird, die übergeordnete Gemeindeaufsichtsbehörde zu hören. Hält es die OPD für notwendig, von obigen Richtlinien abzuweichen, z.B. weil deren Beachtung nach ihrer Meinung aus der Sicht der DBP zu unwirtschaftlichen Maßnahmen führen würde, so hat sie die Genehmigung des Bundespostministeriums einzuholen. Das gleiche gilt, wenn Gemeinden und Teilnehmergruppen eine von obigen Richtlinien abweichende Änderung wünschen. *Battermann*

Ortsnetzbeschaltung, Festlegen bestimmter Stromkreise für die Führung von Fernmeldeleitungen innerhalb der Ortskabelnetze und Ausführen der Schaltarbeiten an den Schaltpunkten.

Festlegen von Stromkreisen und Ausschreiben entsprechender Schaltaufträge ist für Anschlußleitungsnetze Aufgabe von Ask-Schaltplätzen bei den Fernmeldebauabteilungen und Fernmeldebaubezirken, für die Ortsverbindungsleitungsnetze oder — sofern nach dem Umfang erforderlich — von besonderen OVk-Schaltplätzen. Schaltarbeiten selbst erledigen Schaltwärter, die von Schaltplätzen gesteuert werden, oder zuständige Fernmeldebautrupps nach der »Anweisung für Schaltwärter der Linientechnik«. Behelfe für die Beschaltung sind die Beschaltungsnachweise, die die Belegung von Schaltpunkten und Kabeladern nachweisen und einen Überblick über die Führung aller geschalteten Leitungen gestatten. Alle Nachweise sind nach Endverschluß (EVs) und Stift in den Kabelabschlüssen und Verzweigungseinrichtungen (statt nach Kabel und Ader) ausgerichtet. Unter »Stift« ist ein Lötstift- oder Klemmenpaar eines EVs, Endverzweigers (EVz) und Überführungsendverschlusses (ÜEVs) oder einer Sicherungs- oder Trennleiste am Hauptverteiler (HVt) zu verstehen. Die Beschaltung eines Stiftes wird durch Niederschreiben der Leitungsnummer in der auf den Formblättern der Beschaltungsnachweise enthaltenen Spalte »Leitungsnummer« angegeben. Sie, die aus einer Zifferngruppe oder einer Buchstaben- und Ziffern-Kombination besteht, ist die Bezeichnung der geschalteten Fernmeldeleitung und läßt die Art der Leitung erkennen. An Leitungen, die u. U. gefährdende induzierte Spannungen führen können und bei denen daher beim Arbeiten besondere Schutzvorschriften zu beachten sind, ist der Leitungsnummer ein Blitzpfeil mit beigefügtem i (↯ i) anzuhängen.

Für jedes Ortsnetz (ON) sind folgende Beschaltungsnachweise zu führen: bei Ask-Schaltplätzen: 1. Straßenkarten, 2. Einzelschaltaufträge, 3. Sammelschaltaufträge, 4. Nummernkarten, 5. Beschaltungskarten, 6. Bestückungskarten, 7. Belegungskarten; bei OVk-Schaltplätzen: 1. Einzelschaltaufträge, 2. Sammelschaltaufträge, 3. Nummernkarten, 4. Beschaltungskarten, 5. Belegungskarten; bei Schaltpunkten: 1. Bestückungskarten für Linienverzweiger (LVz), Kabelverzweiger (KVz) und Wählsternschalter (WstSch), 2. Beschaltungskarten für Sicherungs- und Trennleisten am HVt.

Die Straßenkarte soll für jedes Haus einer bestimmten Straße erkennen lassen, von welcher Endeinrichtung dieses Haus versorgt wird und auf welchem Lageplan (→ Planunterlagen für Fernmeldenetze) es zu finden ist. Die für die einzelnen Straßen angelegten Straßenkarten werden für jedes ON alphabetisch zu Straßenkarteien geordnet. Ein Kartothekregister am oberen Rand der Karte ermöglicht, den Anfangsbuchstaben des Straßennamens durch Kerben zu kennzeichnen.

Für die aufgrund von Bauaufträgen der Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen oder von Schalt-

aufträgen der Oberpostdirektion und des Fernmeldetechnischen Zentralamts oder aus technischen Gründen notwendigen Änderungen in der Beschaltung von ON beim Neuschalten, Umschalten und Aufheben von Leitungen sind Schaltaufträge auszufertigen. Das Formblatt (Fbl) »Ask-Schaltauftrag« dient für Schaltungen in Anschlußkabeln (Ask), das Fbl »OVk-Schaltauftrag« für Schaltungen in Ortsverbindungskabeln (OVk) und Ortsverbindungsaderbündeln. Ohne Schaltauftrag — notfalls nachträglich — dürfen keine Dauerschaltungen durchgeführt werden, damit die Übersicht in der Beschaltung nicht verlorengeht. Aus dem Schaltauftrag sind neben anderen für die Bearbeitung notwendigen Angaben Ortsnetz (ON), Vermittlungsstelle (VSt), Leitungsnummer, Leitungsinhaber sowie die Leitungsführung in Anfangs-, Unterwegs- und Endschaltpunkten zu ersehen. Die Leitungsführungen werden anhand der Beschaltungskarten und Bestückungskarten festgelegt. Vor Einrichten oder Umschalten von außenliegenden Nebenstellen zu posteigenen, teilnehmereigenen und privaten NStAnl sowie vor Bereitstellen von Querverbindungen und anderen posteigenen Stromwegen fertigt der Ask-Schaltplatz einen »Längenzettel für Fernmeldeleitungen« aus, um festzustellen, ob die zulässige Höchstdämpfung im Amtsverkehr eingehalten werden kann bzw. mit welchen Hör- und Sprechkapseln die amtsberechtigten Sprechstellen zu bestücken sind und ob besondere Maßnahmen (Zusatzspeisung, NLT-Verstärker usw.) notwendig werden. Für die Anordnung zur Schaltung einer größeren Zahl von Leitungen anläßlich der Durchführung von Änderungen und Erweiterungen im Kabelnetz, der Inbetriebnahme neuer VSt usw. sowie für Ersatzschaltungen bei Massenstörungen werden besondere Formblätter für Ask- oder OVk-Sammelschaltaufträge verwendet. Sie werden mit mehreren Durchschriften gefertigt, um alle beteiligten Stellen gleichzeitig unterrichten zu können. Für jede neu zu schaltende Ortsverbindungsleitung (OVl) wird eine der beteiligten VSt als verantwortlich für die Bereitstellung bestimmt und im Schaltauftrag vermerkt. Diese ist zuständig für rechtzeitige und ordnungsmäßige Bereitstellung der Leitung und für Meldung der Bereitstellung und der Inbetriebnahme an den Schaltplatz. Bei ein-, drei- und vieradrigen Leitungen wird im Schaltauftrag unter die Leitungsnummer in Klammern der Zusatz »einadrig«, »dreiadrig« oder »vieradrig« gesetzt. Bei der Auswahl der Leitungsführungen muß auf mögliche gegenseitige Beeinflussungen verschiedenartiger Leitungen Rücksicht genommen werden.

Zu jedem Einzelschaltauftrag gehört eine Nummernkarte auf besonderem Formblatt aus Steifkarton. Bei Sammelschaltaufträgen ist für jede Leitung eine besondere Nummernkarte auszuschreiben. Für jede geschaltete Leitung oder Leitungsstrecke muß beim zuständigen Schaltplatz eine Nummernkarte vorhanden sein. Sie enthält die gleichen Angaben wie der Schaltauftrag und ist für den Fernmeldebaudienst die einzige Unterlage über die zusammenhängende Leitungsführung. Die Rückseite kann besondere Vermerke aufnehmen, z.B. über die aufgrund von Längenzetteln getroffenen Maßnahmen, über Schutzmaßnahmen bei erhöht beeinflußten Leitungen usw. Entsprechend den zwei Formblättern für Einzelschaltaufträge sind die »Nummernkarte für Ask-Schaltauftrag« und die »Nummernkarte für OVk-Schaltauftrag« zu unterscheiden. Bei umfangreichen OVl-Netzen kann als Unterlage über gleichlaufende OVl-Bündel zwischen Endstellen anstelle der Nummernkarten für einzelne Leitungen die Sammelnummernkarte für OVk-Schaltaufträge verwendet werden. Die Nummernkarten werden ortsnetz- oder (bei ON mit mehreren VSt) anschlußbereichsweise in Nummernkarteien zusammengestellt, und zwar nach Art der Leitungen in mehreren Gruppen, innerhalb der Gruppen nach Leitungsnummern geordnet. Oberer Rand der Nummernkarte ist mit einem Kartothekregister versehen, mit dem bis zu drei Ziffern der Leitungsnummer durch Kerben gekennzeichnet werden können, so daß man falsch stehende Karten sofort erkennen kann.

Beschaltungskarten dienen zum Nachweis der Beschaltung der Kabelabschlüsse in Schaltpunkten; sie werden nur für einen der beiden Schaltpunkte angelegt, zwischen denen ein Kabelstück verläuft, da aus ihnen sowohl die Beschaltung des Kabelabschlusses an diesem Schaltpunkt (»erster Kabelabschluß«) als auch die Beschaltung des dazugehörigen Kabelabschlusses am fernen Ende (»zweiter Kabelabschluß«) zu ersehen ist. Bei den von KVz zu HVt, LVz, EVz und ÜEVs (→ Ortsnetzaufbau) führenden Kabeln werden daher für Abschlüsse an diesen Schaltpunkten keine besonderen Karten geführt, da alle notwendigen Angaben aus Beschaltungskarten der KVz ersichtlich sind. Im Kopf dieser Karte werden ON, VSt und Art, Nummer und Standort des Schaltpunktes vermerkt. In der Beschaltungskarte werden alle in dem betreffenden Schaltpunkt vorhandenen Kabelabschlüsse aufgeführt und die dazugehörigen zweiten Kabelabschlüsse vermerkt. Wenn an EVs, EVz und ÜEVs erhöht beeinflußte Leitungen enden, so wird auf diese Tatsache hingewiesen, indem diesen Schaltpunktnummern Blitzpfeile mit beigefügtem i (⚡i) angehängt werden. Stifte von Kabelabschlüssen, die mit Überspannungsableitern irgendwelcher Art ausgerüstet sind, werden entsprechend gekennzeichnet. Bei beschalteten Stiften wird Leitungsnummer in die hierfür vorgesehene Spalte der Beschaltungskarte eingetragen. Diese Karten sind für die unmittelbar an HVt oder LVz herangeführten EVz und ÜEVs, für alle KVz, für die mit Kabeln vom HVt und mit Querkabeln (Qk) beschalteten EVs der LVz und für WstSch und Sonderfälle anzulegen. In der Beschaltungskarte eines KVz sind alle EVs dieses KVz nachzuweisen. Sie sind möglichst so einzutragen, wie sie im Gehäuse angeordnet sind, um die günstigste Schaltdrahtführung erkennen zu lassen. In Beschaltungskarten für WstSch wird die Beschaltung des WstSch mit Haupt- und Zweigleitungen sowie die Beschaltung der im WstSch-Gehäuse mit untergebrachten Kabelabschlüsse nachgewiesen. Beschaltungskarten werden für jedes ON — ggf. für jeden AsB — nach den Schaltpunkt-

nummern geordnet zu Beschaltungskarteien zusammengestellt, die auch zum Nachweis der Beschaltung von OVk und Ortsverbindungsadernbündeln dienen. In diesem Fall wird die OVk-Beschaltungskarte in der Regel für den HVt der VSt mit der niedrigeren Kennziffer angelegt (»erster Kabelabschluß«).

Bestückungskarten machen die Bestückung von LVz, KVz und WstSch mit EVs und den Übergang von EVs und Stiften auf Kabel und Adern ersichtlich und erleichtern die Auswahl der günstigsten Schaltdrahtführungen. Vorgesehenes Formblatt ist mit der Vorderseite als LVz-, mit der Rückseite als KVz-Bestückungskarte verwendbar; es trägt am oberen rechten Rand ein Signalregister, das die auffällige Kennzeichnung der gesamten amtsseitigen Belegung des betr. Schaltpunktes ermöglicht, indem bei Blockkarteien auf das entsprechende Feld ein farbiger Reiter aufgesetzt wird, und zwar ein grüner bei Belegung von 0 ... 75 %, ein gelber bei Belegung von 76 ... 90 %, ein orangefarbiger bei Belegung von 91 ... 99 % und ein roter bei Vollbelegung, oder bei Sichtkarteien ein Schiebesignal entsprechend eingestellt wird. Im Kopf der Bestückungskarten werden ON, VSt, Nummer und Standort des Schaltpunktes sowie ggf. Rufnummer und belegter Stift einer zu ihm geschalteten Dienstleitung vermerkt. Darunter werden die EVs dem Vordruck entsprechend eingezeichnet. Über den EVs stehen Kabel- und Adernnummern der abgeschlossenen Kabel, in den Kopfzeilen die Nummern der EVs und in (bei LVz) bzw. neben (bei KVz) den EVs die Nummern der zweiten Kabelabschlüsse zwischen den von ihnen belegten Stiften. Stifte von EVs, die mit Überspannungsableitern (Kohleblitzableiter, Luftleerblitzableiter, Gasentladungsableiter usw.) ausgerüstet sind, werden in den Bestückungskarten an der dazugehörigen Seite des EVs gekennzeichnet. Den Schaltpunktnummern im Kopf der Bestückungskarten und den EVs-, EVz- und ÜEVs-Nummern der ersten und zweiten Kabelabschlüsse werden Blitzpfeile mit beigefügtem i (↯ i) angehängt, wenn daran erhöht beeinflußte Leitungen enden. Bestückungskarten sind Hilfskarten für die Beschaltung und werden daher unmittelbar vor den zugehörigen Beschaltungskarten in die Beschaltungskarteien eingereiht.

Die Belegungskarte für einen HVt erfaßt alle an diesen unmittelbar herangeführten EVz und ÜEVs, die Belegungskarte für einen LVz die unmittelbar an diesen herangeführten EVz und ÜEVs sowie die durch Kabel vom HVt und Qk mit diesem verbundenen Schalteinrichtungen. Die Belegungskarte für einen KVz nimmt alle an diesen angeschlossenen Abschlüsse auf. Sie trägt am oberen rechten Rand ein Signalregister zum Kennzeichnen der gesamten amtsseitigen Belegung des Schaltpunktes durch Aufsetzen verschiedenfarbiger Reiter auf dessen einzelne Felder bei Blockkarteien, und zwar eines grünen bei Belegung von 0 ... 75 %, eines gelben bei Belegung von 76 ... 90 %, eines orangefarbigen bei Belegung von 91 ... 99 % und eines roten bei Vollbelegung bzw. durch Einstellen eines Schiebesignals bei Sichtkarteien. Die Belegungen werden jährlich einmal zum Schluß des Jahres und ggf. außerdem bei besonders angeordneten Zwischenerhebungen festgestellt. Dies kann mit Hilfe derselben Belegungskarte fünfmal geschehen. Dabei sind je in besondere Spalten einzutragen: die Zahl der mit Hauptanschlußleitungen belegten Stifte, die Zahl der mit Gemeinschaftshauptleitungen belegten Stifte, die Zahl der mit Wählsternhauptleitungen belegten Stifte, die Zahl der mit Gemeinschaftszweig-, Wählsternzweig-, Nebenanschluß-, Querverbindungs-, Abzweig-, Miet- und sonstigen Leitungen belegten Stifte, die in Ask mitgeführten OVl usw. Belegungskarten werden für jedes ON — ggf. für jeden AsB — nach den Schaltpunktnummern zu Belegungskarteien zusammengestellt. Sie werden bei der Planungsstelle für ON aufbewahrt und dienen als Unterlage für Ausbauplanungen (→ Ortsnetzplanung).

Belegungskarten für OVk, für die dieselben Formblätter wie für Belegungskarten für Schaltpunkte verwendet werden, weisen die Zahl der mit OVl, Ortsleitungen des SWFD und sonstigen Leitungen beschalteten Stamm- und Viererstromkreise von OVk, Ortsverbindungsadernbündeln und in Unterwegsschaltpunkten (LVz, KVz) von HVt zu HVt durchverbundenen Adernbündeln in Anschlußkabeln nach. Sie sollen auch die Verteilung dieser Leitungen auf die Verkehrsbeziehungen zwischen den verschiedenen VSt eines ON erkennen lassen. Für jedes OVk und Adernbündel ist eine besondere OVk-Belegungskarte anzulegen und jährlich einmal zum Schluß des Jahres und ggf. außerdem bei besonders angeordneten Zwischenerhebungen die Belegung festzustellen.

In den Gehäusen der LVz, KVz und WstSch können zur Unterrichtung der Kabelmeßbeamten, Schaltwärter und Bautrupps Doppel der Bestückungskarten aufgehängt werden, wenn deren Berichtigung sichergestellt werden kann. Geschieht dies nicht, sind EVs mit Bezeichnungsschildern auszurüsten, die folgende Angaben enthalten: Bezeichnung des Schaltpunktes, Nummer der EVs, Zählweise der Stifte, Kabelbezeichnung und Adernnummern.

Belegung der senkrechten Seite eines HVt ist aus den für alle Sicherungs- und Trennleisten und EVs, an denen Adernbündel für Ortsleitungen enden, anzulegenden Beschaltungskarten für Sicherungs- und Trennleisten zu ersehen. Die Beschaltungskarten werden nach Reihen und Leisten zur HVt-Beschaltungskartei zusammengefaßt. *Bath*

Ortsnetzkennzahl. Kennzahl, unter der ein Ortsnetz (ON) aus der Ferne angewählt werden kann. Sie besteht im Selbstwählferndienst (SWFD) aus einer 3- bis 5stelligen Zahl. ON am Sitz einer Zentral- oder Hauptvermittlungsstelle haben eine 3stellige Ortsnetzkennzahl (ONKz). Die ONKz des SWFD sind netzgebunden; d. h. sie sind den ON so zugeteilt, daß deren Zuordnung zu Knoten-, Haupt- und Zentralvermittlungsbereichen in der Ziffernfolge der ONKz erkennbar ist. Beim Wählen im Inland

muß der ONKz die Verkehrsausscheidungs-Ziffer 0 vorgesetzt werden. Die Kennzahlen von den im SWFD erreichbaren ON im Inland und von gewissen Vermittlungsbereichen im Ausland stehen im Amtlichen Verzeichnis der Ortsnetzkennzahlen (AVON).

Ortsnetzplanung muß die leitungsmäßigen Voraussetzungen dafür schaffen, daß jeder angemeldete Fernsprechanschluß in möglichst kurzer Zeit an die zuständige Vermittlungsstelle (VSt) angeschlossen wird, und daß bei Ortsnetzen (ON) mit mehreren Vermittlungsstellen (→ Ortsnetzaufbau) der Ortsverbindungsverkehr mit ausreichender Betriebsgüte abgewickelt werden kann. Es sind in den einzelnen Anschlußbereichen Endeinrichtungen so über die Fläche verteilt zu planen, daß die Wahrscheinlichkeit der Herstellbarkeit aller angemeldeten Anschlüsse innerhalb des Planungszeitraums möglichst groß ist. Es müssen zwischen verschiedenen VSt Ortsverbindungsleitungen in für den zu erwartenden Verkehr jederzeit ausreichender Zahl geplant werden. Da dieses hohe Investitionen erfordert, ist es notwendig, möglichst wirtschaftliche Lösungen zu suchen. Dazu werden langfristige Planungsüberlegungen angestellt, die u.a. auch frühzeitiges Abstimmen der Netz- und Vermittlungsstellenplanungen ermöglichen. Man unterscheidet die Entwicklungsplanung, die die voraussichtliche Entwicklung eines ON über einen langen Zeitraum hinweg erkennen lassen soll, und die Ausbauplanungen, die sich auf den Ausbau der einzelnen Teile des ON beziehen.

Im Rahmen der Entwicklungsplanung ist als erstes die Frage zu klären, in wieviel Anschlußbereiche (AsB) der Ortsnetzbereich (ONB) einzuteilen oder — anders ausgedrückt — welches die günstigste Zahl und Größe der VSt ist. Dieses ist abhängig von der Zahl und Verteilung der Leitungsquellen im Endausbau innerhalb des ONB und von seinen geographischen Gegebenheiten. Unter Endausbau wird der Ausbaustand am Ende des Planungszeitraums von 30 Jahren verstanden; er muß nicht mit der Sättigung identisch sein. Einen Überblick über die Verteilung der Leitungsquellen gibt der Dichteplan. Für seine Erstellung wird für jedes bebaute oder zur Bebauung vorgesehene Flächenelement — auch Block genannt — die Zahl der im Endausbau voraussichtlich vorhandenen Leitungsquellen ermittelt. Dabei geht man von der Zahl der vorhandenen oder künftig zu errichtenden Wohn- und Geschäftseinheiten aus und multipliziert diese mit dem sog. relativen Ausbaugrad. Darunter versteht man den Anteil der Wohn- und Geschäftseinheiten, für den im Endausbau Doppeladern (DA) im Anschlußnetz vorgesehen werden müssen. Dieser ist abhängig von Art und Lage des Baugebiets, von Größe und Ausstattung der Wohnungen sowie vom Anteil der Geschäftseinheiten, und muß für jedes Baugebiet geschätzt werden. Er liegt in der Regel zwischen 0,3 und 1,1. Für jeden Block werden ermittelte Daten in formblattmäßig vorbereitete Blockübersichten eingetragen. Dichteplan für den Endausbau entsteht, indem man die für den Endausbau erforderlichen DA-Zahlen aus Blockübersichten in die Felder eines den Gauß-Krüger-Gitterfeldern der Deutschen Grundkarte (200 m × 200 m Seitenlänge = 4 ha) entsprechenden Gitternetzes überträgt. Bei räumlich kleinen AsB mit hoher Leitungsdichte können auch Gitterfelder von 100 m × 100 m = 1 ha zweckmäßig sein. Die Entwicklung des Leitungsbedarfs in verschiedenen Teilen großer ON kann man dadurch veranschaulichen, daß man in verschiedene Dichteplanblätter benötigte DA-Zahlen zum Zeitpunkt der Aufstellung, in 10 Jahren, in 20 Jahren und in 30 Jahren einträgt. Wenn man verschiedene Leitungsdichten in ha zu Dichteklassen zusammenfaßt und die Gitterfelder im Dichteplan — diesen Dichteklassen entsprechend — verschiedenartig schraffiert, so wird die Dichteverteilung besonders deutlich. Man erkennt dann fast immer, daß es innerhalb des ONB Gebiete mit hoher Leitungsdichte gibt, die durch Flächen mit geringerer Dichte voneinander getrennt sind. Als Standorte für VSt kommen in erster Linie Gebiete hoher Leitungsdichte in Betracht. Um vorläufig festgelegte VSt-Standorte werden AsB-Grenzen so eingetragen, daß sie möglichst gleich weit von entsprechenden VSt entfernt sind. Dabei sind natürliche oder künstliche Grenzen, die durch die Örtlichkeit gegeben sind, wie Flüsse, Kanäle, Eisenbahnanlagen, Autostraßen, Park- und sonstige Grünanlagen, Sportanlagen, Industriewerke, zu bevorzugen. Ein wesentliches Ziel bei der Einteilung der ONB in AsB ist es, zu erreichen, daß für möglichst viele Anschlüsse Anschlußleitungen mit 0,4 mm Dicke ausreichen, anderseits aber die Dezentralisation der Vermittlungseinrichtungen nicht weitergetrieben wird, als hierfür notwendig ist. Bei Planung des Asl-Netzes müssen zwei Grenzwerte beachtet werden: Die Dämpfungsgrenze und die Funktionsgrenze. Um einwandfreie Verständigung zu gewährleisten, dürfen auf dem Asl-System (einschl. Hör- und Sprechkapsel und Speisebrücke) eine Sendevon 1,25 N und eine Empfangsbezugsdämpfung von 0,2 N nicht überschritten werden. Mit Rücksicht auf die Funktionssicherheit der Signalgabe darf der Schleifenwiderstand der Asl bei den heutigen Wählsystemen in der Regel 1000 Ω nicht überschreiten. Wenn die Schleifenwiderstandsbedingung eingehalten wird, was bei 0,4 mm dicken DA bis 3,5 km Länge der Fall ist, so ist bei Verwendung der richtigen Hör- und Sprechkapseln auch die Dämpfungsbedingung erfüllt. Da die OVSt in der Regel zur Vereinfachung des Hochbaus in Typenhäusern untergebracht werden, sollten AsB nach Zahl der Leitungsquellen so abgegrenzt werden, daß die jeweils in Frage kommenden Häuser durch die für den betreffenden AsB im Endausbau erforderlichen technischen Einrichtungen der VSt möglichst zweckmäßig ausgenutzt werden. Für vorläufig festgelegte AsB werden optimale Netzknotenpunkte ermittelt und danach AsB-Grenzen — wenn nötig — noch einmal verändert. Als optimalen Netzknotenpunkt bezeichnet man den Punkt, von dem aus die geringsten Ausbaukosten für das Ask-Netz, für die OVk zu den anderen VSt des ON und bei offenen Endvermittlungsstellen (EVSt) für die Bzk zur übergeordneten Knotenvermittlungsstelle (KVSt) entstehen. Er liegt — ortho-

gonalen Netzaufbau vorausgesetzt — dort, wo aus jeweils zwei Netzhälften über alle möglichen Ask und OVk, ggf. auch Bzk, die zur Versorgung des AsB (ONB) erforderlich sind, gleichviel relative DA zusammenlaufen. Zur Ermittlung des optimalen Netzknotenpunktes überträgt man die Leitungszahlen aus den Gitterfeldern des Dichteplans für den betrachteten AsB in entsprechende Felder eines Rechenblatts (Bild 1), rechnet diese spalten- und zeilenweise

Bild 1. Ermittlung des optimalen Netzknotenpunktes.

auf (a_n, a_m) und bildet nach jeder Spalte und Zeile eine Zwischensumme (S_n, S_m). Die Endsummen müssen übereinstimmen und ergeben die Gesamtsumme Z aller benötigten Leitungen im AsB. Optimaler Netzknotenpunkt liegt in dem Gitterfeld, in das die Spalten- und Zeilenzwischensumme $\frac{Z}{2}$ fällt.

Die VSt sollte unter Berücksichtigung günstiger Kabelführungen möglichst nahe am optimalen Netzknotenpunkt liegen. Ist dies nicht möglich, dann muß umgekehrt zu dem etwa zur Verfügung stehenden Grundstück eine AsB-Abgrenzung derart gefunden werden, daß dieses mit dem optimalen Netzknotenpunkt zusammenfällt. Es sind stets mehrere sinnvolle Aufteilungen des ONB in AsB miteinander zu vergleichen. Dabei sind sowohl netztechnische als auch vermittlungstechnische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Günstigste von mehreren technisch und wirtschaftlich zweckmäßig erscheinender Lösung — wobei sowohl die Zahl der AsB als auch ihre Abgrenzungen zu variieren sind — ist durch überschlägliche Kostenvergleichsrechnungen zu ermitteln. Dabei werden Wegelängen der Leitungen, d.h. die Summe der Abstände der Leitungsquellen vom optimalen Netzknotenpunkt jedes AsB, in waagerechter und senkrechter Richtung miteinander verglichen. Unterschiedliche Kosten bei verschiedenen Leiterdicken und bei bespulten gegenüber unbespulten Leitungen können durch Multiplizieren mit entsprechenden Preisfaktoren (Tab. 1) berücksichtigt

Tabelle 1. Mittlere Preisfaktoren für Ok, bezogen auf Ask mit 0,6 mm dicken Cu-Leitern und St III-Verseilung.

Dicke der Kupferleiter	Röhrenkabel mit			
	5-50 DA	70-150 DA	200-450 DA	500 DA u. mehr
1	2	3	4	5
0,4 mm St III	0,80	0,75	0,70	0,70
0,6 mm St III	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6 mm St III bespult	1,20	1,35	1,40	1,45
0,8 mm St III	1,25	1,30	1,35	1,40
0,8 mm St III bespult	1,35	1,60	1,70	1,80
0,9 mm St I	1,55	1,80	1,90	1,95
0,9 mm St I bespult	1,70	2,10	2,30	2,40
Dicke der Kupferleiter	**Erdkabel mit**			
	5-50 DA	70-150 DA	200-450 DA	500 DA u. mehr
1	6	7	8	9
0,4 mm St III	0,90	0,80	0,75	0,70
0,6 mm St III	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6 mm St III bespult	1,10	1,25	1,35	1,40
0,8 mm St III	1,10	1,20	1,30	1,35
0,8 mm St III bespult	1,15	1,40	1,60	1,70
0,9 mm St I	1,25	1,55	1,75	1,85
0,9 mm St I bespult	1,35	1,80	2,10	2,25

werden. Man kommt damit zu der für Vergleichsrechnungen notwendigen einheitlichen Rechengröße des »Relativen DA-km«, und diejenige Lösung ist die günstigste, bei der die Zahl der erforderlichen Rel. DA-km am geringsten ist. Der Bedarf an Rel. DA-km und damit die Gesamtkosten für einen bestimmten AsB bei gegebenem Netzknotenpunkt können folgendermaßen berechnet werden: Es werden zunächst Leitungszahlen aus vier unmittelbar um das Feld des Knotenpunktes liegenden Gitterfeldern (Bild 2)

11	18	19	31	41	43	26	17	12
19	27	35	46	57	59	46	31	19
31	40	46	59	64	63	51	39	21
39	47	58	63	73	75	65	56	45
45	61	91	105	89	85	84	79	61
34	57	63	78	95	71	62	38	22
29	33	35	49	81	60	45	32	21
17	18	21	32	78	38	27	22	14
8	10	15	29	51	14	13	12	10

Größe des Gitterfeldes 0,2 × 0,2 km

Zahl der Leitungen
von 0,2 km Länge
73+85+95+105 = 358
von 0,4 km Länge
64+75+84+71+81+78+91+63 = 607
von 0,6 km Länge
57+63+65+79+62+60+78+49+63+61+58+59 = 754 usw

Zahl der DA-km
358 × 0,2 = 71,6
607 × 0,4 = 242,8
754 × 0,6 = 452,4 usw.

Bild 2.
Berechnung der Leitungskosten eines AsB für Kostenvergleiche.

zusammengezählt und mit der Gitterfeldbreite multipliziert, darauf die Leitungszahlen aus acht umliegenden Gitterfeldern summiert und mit doppelter Gitterfeldbreite multipliziert usw. Wird die Gitterfeldbreite in km eingesetzt, so ergeben sich DA-km für die jeweils in Frage kommenden Leiterdicken. Diese werden nach Leiterdicken getrennt addiert und mit entsprechenden Preisfaktoren multipliziert. Die Gesamtsumme ergibt die Rel. DA-km für den ganzen AsB. Wenn die Längen der Kabelstrecken bei den zu vergleichenden Lösungen annähernd gleich sind, was bei zusammenhängend bebauten Gebieten in der Regel der Fall ist, dann genügt es, nur mit den Leitungskosten zu rechnen, andernfalls müßten auch Unterschiede in den Kabel-km berücksichtigt werden.

Grundlage der Entwicklungsplanung ist die Schätzung der in bestimmten Zeiträumen erforderlichen Leitungsquellen und ihrer Verteilung, die von Teilflächen her aufbauend unter Berücksichtigung der Bauleitplanung der Stadt- und Landesplanungsbehörden durchgeführt wird. Zur Kontrolle werden für das gesamte ON die Entwicklung der Einwohnerzahl und der Sprechstellenbewegung für den Planungszeitraum aufgrund der bisherigen Entwicklung, die man grafisch darstellt und als natürliche Wachstumskurve fortführt, global abgeschätzt. Ergeben sich hierbei wesentliche Abweichungen, so sind die durch Aufbau gewonnenen Zahlen zu überprüfen. Möglicherweise sind Korrekturen bei den geschätzten Ausbaugraden notwendig. Im Rahmen der Entwicklungs-Bereichsplanung werden außer der Zahl und Abgrenzung der AsB sowie den endgültigen Standorten der VSt auch die Jahre festgelegt, in denen neue VSt in Betrieb genommen werden müssen. Ist die optimale Lösung gefunden, dann werden die Ergebnisse im Entwicklungs-Bereichsplan zusammengefaßt, für den der ONBrp (→ Planunterlagen für Fernmeldenetze) als Unterlage zu verwenden ist.

Die Entwicklungs-Bereichsplanung wird durch die Entwicklungs-Netzplanung ergänzt, die die Entwicklung des OVk-Netzes erkennen lassen soll und für verschiedene Leitungsbündel die DA-Zahlen für den Endausbau und die für diese erforderlichen Leiterdicken bestimmt. Für die Planung der Leiterdicken für Ortsleitungen des Ferndienstes (Grl, UGrl, Vol, Tlk, Tlg) sind die Dämpfungsbedingungen entscheidend, die sich aus der Stellung der EVSt des betr. ON im Aufbau des SWFD ergeben. Die im OVk-Netz verfügbare Dämpfung kann nur im Zusammenhang mit der Planung der Bezirkskabel und der Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen bestimmt werden, weil sie davon abhängt, ob in der KVSt zwei- oder vierdrähtig durchgeschaltet wird, anschließende Zweidrahtstrecke entdämpft wird und welche Dämpfung die El (bei vierdrähtiger Durchschaltung in der KVSt) oder die El und Kl (bei zweidrähtiger Durchschaltung in der KVSt) haben. Im Ortsverkehr darf die nach dem Dämpfungsplan zulässige Dämpfung von 2,2 N zwischen VSt, an die die beiden Teilnehmer unmittelbar angeschlossen sind, voll innerhalb desselben ON verbraucht werden. Infolgedessen ist es in großen ON oft wirtschaftlich, getrennte Leitungsbündel für Orts- und Fernverkehr vorzusehen und für den Ortsverkehr besondere OVk mit dünneren Leitern zu planen. Es gibt im OVl-Netz auch gewisse Schleifenwiderstandsbedingungen, die sich aus der Art der angeschlossenen Übertragungen ergeben, in den meisten Fällen aber nicht besonders kritisch sind. Ziel der Planung ist, Dämpfungs- und Widerstandsbedingungen mit einem möglichst niedrigen Aufwand einzuhalten. Je nach der Zahl der VSt innerhalb des ON und ihrem wähltechnischen Zusammenhang kann der Fernverbindungsabschnitt zwischen EVSt und letzter OVSt, für den die Dämpfungsbedingung gegeben ist, aus drei bis vier Teilstrecken bestehen. Es ist Aufgabe der Netzplanung, die günstigste Aufteilung der Dämpfung auf die Teilabschnitte zu finden. Hierfür gibt es zahlreiche Möglichkeiten, von denen die beste durch Kostenvergleiche zu ermitteln ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Leitungsbündel, die nur dem Fernverkehr dienen, auch bespult werden können. Zweckmäßig werden Abschnitte mit großen Leitungsbündeln mit größerer Dämpfung je km, Abschnitte mit kleineren Leitungsbündeln mit kleinerer Dämpfung je km geplant. Im Rahmen der Entwicklungsnetzplanung muß wähltechnischer Zusammenhang der vorgesehenen VSt und die Verteilung der Rufnummern festgelegt werden, weil hiervon Zahl, Art und Umfang der notwendigen Leitungsbündel im OVk-Netz abhängen und angestrebt werden muß, sehr viele Teilnehmer mit möglichst kurzen Rufnummern anzuschließen, da jede zusätzliche Gruppenwahlstufe zusätzliche Kosten verursacht. Grundsätzlich werden OVSt für den Ortsverkehr maschenförmig miteinander verbunden; wenn aber Gruppenvermittlungsstellen (GrVSt) eingerichtet werden müssen, erhalten Voll-Vermittlungsstellen (VollVSt) für den abgehenden Verkehr in die fremden GrVSt-Bereiche nur ein Bündel zu der betr. GrVSt. Um Leitungslängen zu sparen, können technische Einrichtungen für die Überleitung des ankommenden Verkehrs in den GrVSt-Bereich auch auf mehrere, zu den Ursprungsbereichen günstig gelegene VSt aufgeteilt werden. Teilvermittlungsstellen (TeilVSt) werden mit einem Leitungsbündel auf eine VollVSt gestützt, wobei es für die Bemessung des Bündels wichtig ist, ob es sich um eine TeilVSt mit Stromstoßübertragungen oder mit Umsteuerwählern handelt.

Das Ergebnis der Entwicklungsplanung für die OVk wird in einem Entwicklungs-Nzp zusammengefaßt. Für die günstigsten OVk-Führungen werden Wegelängen ermittelt und an entsprechenden OVk-Strecken im Nzp vermerkt. Notwendige DA-Zahlen ergeben sich aus den für die verschiedenen Leitungsbündel zu erwartenden Verkehrsmengen. Für die sog. sonstigen Leitungen, wie Querverbindungs-, Abzweig-, Nebenanschluß-, Telexanschlußleitungen usw., ist ein Zuschlag zu machen, der sich nach den örtlichen Verhältnissen richtet. Endgültige DA-Zahlen werden in den Nzp eingetragen. Aus diesen und den Wegelängen errechnen sich die DA-km. Sind Dämpfungsaufteilungen und damit Leiterdicken der OVl festgelegt, so ergeben sich aus den DA-km durch Multiplikation mit entsprechenden Preisfaktoren die Rel. DA-km. Beim Vergleich mehrerer Lösungen ist

OVk-Netzplanung mit dem geringsten Bedarf an Rel. DA-km die günstigste. Beim Ermitteln der wirtschaftlichsten Gesamtlösung muß auch der Aufwand für die technischen Einrichtungen der VSt in Betracht gezogen werden.

Die zahlreichen Rechenvorgänge im Zusammenhang mit den Entwicklungsplanungen — insbesondere für das Vergleichen der Kosten bei verschiedenen Lösungen — können für die elektronische Datenverarbeitung programmiert und mit großer Zeitersparnis auf entsprechenden Rechenanlagen durchgeführt werden.

Ausbauplanungen für die verschiedenen Teile des ON sollen die Konzeption der Entwicklungsplanung in möglichst wirtschaftlicher Weise verwirklichen. Für den wirtschaftlichen Ausbau von Anlagen ist die richtige Wahl der Länge der Ausbauabschnitte von entscheidender Bedeutung. Optimaler Ausbauabschnitt ist abhängig von den Größen $\frac{a}{b}$, z und i, die durch die Beziehung

$$t \sim \sqrt{\frac{2}{i} \cdot \frac{a}{b \cdot z}}$$

miteinander verknüpft sind. Diese ist in Bild 3 grafisch dargestellt. a und b sind die auch in der Kostengleichung ($K = a + b \cdot n$) enthaltenen Grund- und Einheitskosten der betr. Anlage (für Ortskabel z. B. Tab. 2), z ist die Zahl der jährlich zusätzlich benötigten DA und i der bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen anzusetzende Zinssatz. Optimale Ausbauabschnitte sind also um so länger, je höher die Grundkosten sind, je niedriger der Zinsfuß anzusetzen ist und je kleiner die Zahl der jährlich zusätzlich benötigten DA ist.

Tabelle 2. Mittlere Kostenfaktoren für Ok (Stand 1966).

Kabelform	Röhrenkabel		Erdkabel	
	Grundkosten a	Leitungskosten b	Grundkosten a	Leitungskosten b
	DM km	DM km DA	DM km	DM/km DA
1	2	3	4	5
0,4 mm St III	4 000	50	12 000	50
0,6 mm St III	4 000	70	12 000	70
0,6 mm St III bespult	4 000	100	12 000	100
0,8 mm St III	4 000	100	12 000	100
0,8 mm St III bespult	4 000	130	12 000	130
0,9 mm St I	4 000	140	12 000	140
0,9 mm St I bespult	4 000	170	12 000	170

Im Anschluß an Entwicklungsplanung werden AsB in KVz-Bereiche eingeteilt. Dabei ist für eine wirtschaftliche Netzgestaltung davon auszugehen, daß die Verzweigungsadern möglichst kurz werden sollen, d. h. die KVz je nach der zu erwartenden Leitungsdichte für unterschiedliche DA-Zahlen im Endausbau zu planen sind, und zwar für 100 bis 250 Hauptadern. In Gebieten großer Leitungsdichte kann auch ein gewisser Anteil der Verzweigungsadern im Verzweigungspunkt (Aufteilungsmuffe) vor dem KVz unmittelbar mit Hauptadern durchgespleißt werden. Verzweigungsnetz wird jeweils für bestimmte KVz-Bereiche für den Endausbau (Planungszeitraum 30 Jahre) geplant und voll ausgebaut. Die Art des Baugebiets und die sonstigen örtlichen Verhältnisse bestimmen, ob ober- oder unterirdischer Ausbau in Frage kommt. Bei oberirdischer Versorgung wird für je acht im Endausbau erforderliche DA ein ÜEVs mit 10 DA vorgesehen. ÜEVs mit weniger DA sind nur in Sonderfällen und dann möglichst mit Ausgleichschaltung zwischen benachbarten ÜEVs zu planen. Bei unterirdischem Ausbau wird die zu versorgende Fläche derart mit EVz zu 10 DA abgedeckt, daß auf je acht im Endausbau erforderliche DA (nach Blockübersicht) ein EVz entfällt. Bei geringerer Leitungsdichte (2 bis 3 DA je Haus) kommen auch EVz zu 5 DA — ggf. in Ausgleich-Schaltung — in Betracht. Die Summe der im Endausbau

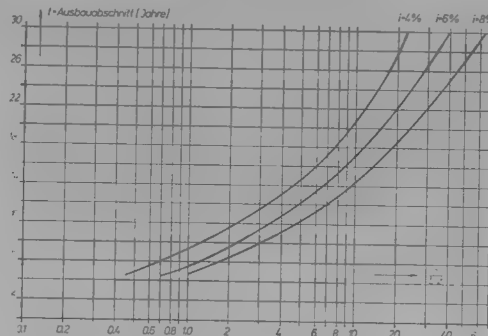


Bild 3. Optimale Ausbauabschnitte für Kabelanlagen.

belegten DA der Endeinrichtungen, die zum KVz-Bereich gehören, ergibt die Zahl der im Endausbau im KVz erforderlichen Hauptadern. Der KVz steht am günstigsten in der der VSt zugewandten Ecke seines Bereichs. Die für die EVz erforderlichen DA müssen zu möglichst hochpaarigen Vzk zusammengefaßt und zweckmäßigste Kabelführungen festgelegt werden. Da für den Endausbau geplant wird, kommen im Vzk-Netz in erster Linie Erdkabel in Frage. Die Abgrenzung der geplanten KVz-Bereiche, die Standorte der KVz, die neuen Endeinrichtungen und Kabelführungen werden in Ausbau-Brp eingetragen, für die VzBrp als Grundlage dienen. Die geplanten End- und Verzweigungseinrichtungen und Kabel werden — nach Erd- und Röhrenkabeln unterschieden — in einen Ausbau-Nzp eingetragen, der aus dem Nzp des bereits vorhandenen Kabelnetzes entwickelt wird. Die Bezeichnung der End- und Verzweigungseinrichtungen sowie die Zahl der beschaltbaren und belegten DA und ihre Nummern werden in Kastenvordrucken vermerkt und die Längen, DA-Zahlen und Leiterdicken bei den neuen Kabelstrecken angegeben.

Hk werden nicht für den Endausbau geplant, weil hier nach Bild 3 kürzere Ausbauabschnitte wirtschaftlich sind. Diese liegen bei Röhrenkabeln in Abhängigkeit vom jährlichen Zuwachs an DA zwischen 5 und 10, bei Erdkabeln zwischen 10 und 20 Jahren. Hk sind weitgehend zu hochpaarigen, mehrere KVz versorgenden Kabeln zusammenzufassen und auf möglichst kurzen Trassen zum HVt zu führen. Vorhandene Kabelkanalanlagen sind für die Führung zu benutzen. Für Asl werden bis zu 3,5 km Baulänge (Bild 4) Ask mit 0,4 mm dicken

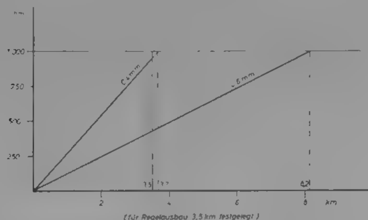


Bild 4. Schleifenwiderstand der Asl von 0,4 und 0,6 mm Dicke in Abhängigkeit von der Baulänge.

Kupferleitern geplant; bei längeren Asl muß, da ein Gleichstromschleifenwiderstand von 1000 Ω in der Regel nicht überschritten werden darf, an geeigneter Stelle auf Ask mit 0,6 mm dicken Kupferleitern übergegangen werden. In diesem Fall ergibt sich die Länge des 0,4 mm-Anteils aus der Näherungsformel

$$l_{0,4} = 6,7 - 0,82 \cdot l_{ges}.$$

Wenn in ländlichen Gegenden ausnahmsweise Asl mit mehr als 1000 Ω Gleichstromschleifenwiderstand (> 8,2 km 0,6 mm DA) vorkommen, dann muß für diese Zusatzspeisung vorgesehen werden. Bei der Ausbauplanung von Hk ist auch zu prüfen, ob der Einsatz von Wählstern-Einrichtungen (WstE) sinnvoll ist. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden: WstE für vorübergehenden Einsatz, um eine an sich notwendige Kabelerweiterung hinausschieben zu können oder um ein Gebiet zu versorgen, das später zu einem anderen AsB gehören wird; und Dauereinsatz von WstE im Anschluß an vorhandene Kabel, wenn dadurch das Auslegen neuer Kabel auf bestimmten Strecken ganz vermieden werden kann. In räumlich ausgedehnten ländlichen KVz-Bereichen kann es sinnvoller sein, mehrere kleine WstE weit in das Verzweigungsnetz vorzuschieben, als größere WstE beim KVz aufzustellen. Damit die Impulsgabe sichergestellt ist, müssen WstHl und WstZl gewissen Schleifenwiderstandsbedingungen genügen.

Für die Ausbauplanung von OVk wird in jedem Fall günstigster Ausbauabschnitt nach Bild 3 ermittelt, nachdem mittlerer zusätzlicher Bedarf je Jahr für die Ol des SWFD, die OVl und die sonstigen Leitungen festgestellt worden ist. Danach wird eine Regel-Kabelform ausgewählt. Die für Planung eines bestimmten Kabelabschnitts notwendigen Angaben über die erforderliche Leiterdicke und eine etwaige Bespulung können aus Entwicklungs-Nzp entnommen werden. Zu klären ist noch, ob Leitungen mit Wechselstrom- oder Gleichstrom-Übertragungen abgeschlossen werden sollen und ob mit Rücksicht auf induktive Beeinflussungen Kabel mit verbessertem Reduktionsfaktor vorgesehen werden müssen. Bei Erweiterung des OVk-Netzes wird Mehrwegeführung zwischen den großen VSt eines ON angestrebt. Endgültiger Kabelweg mit allen notwendigen Angaben wird in einen Ausbau-OVkNzp eingetragen und bei bespulten Kabeln ein Bespulungsplan angelegt. Möglicherweise kommt auf längeren OVk-Strecken später auch der Einsatz von TF-(PCM-) Systemen in Frage, wenn hierdurch das Auslegen eines neuen Kabels vermieden oder wesentlich hinausgeschoben werden kann oder wenn Schwierigkeiten bestehen, die notwendigen DA-Zahlen in den vorhandenen, nicht mehr erweiterungsfähigen Kanalanlagen unterzubringen.

Kabelkanalanlagen sind in langfristigen Ausbauabschnitten in der Regel nur dort zu planen, wo mit einem großen jährlichen Leitungszuwachs zu rechnen ist. Das ist für Hk, außer in unmittelbarer Nähe der VSt, nur in mittleren und großen Städten der Fall. Sie sind aber auch dort angebracht, wo mehrere OVk, Bzk und Fk innerhalb geschlossener Bebauungsgebiete auf gleicher Trasse verlaufen.

Unter Berücksichtigung einer mittleren DA-Zahl der Hk können die im Endausbau benötigten Kanalzüge für Hk ermittelt werden. Die für OVk erforderliche Zugzahl muß anhand des Entwicklungs-Nzp festgestellt werden. Für Bzk und Fk werden nach den Planungen für den Bezirks- und Weitverkehr weitere Züge vorgesehen, wobei stets ein Reservezug für das Auswechseln von Bzk- und Fk-Längen in Störungsfällen zu berücksichtigen ist. Die Gesamtzahl der benötigten Züge ist möglichst auf eine durch 4 teilbare Zahl aufzurunden. Lage und Größe der Kabelschächte (KSch) richten sich nach deren Zweck (Lötschächte, Ziehschächte) und nach örtlichen Gegebenheiten. Beim Aufbau der Kabelkanalanlage aus Kunststoffrohren statt aus Kabelkanalformsteinen können KSch eingespart werden, weil Kanalstrecke zwischen 2 KSch nicht geradlinig zu sein braucht und wegen des geringeren Reibungswiderstandes der Rohrwände Einziehlängen größer sein können. Die Führung der geplanten Kanallinie, die Kanalquerschnitte der einzelnen Abschnitte, die Lage der KSch mit den notwendigen Angaben über Schachtart, Belastung und Abdeckung sowie die Lage der erforderlichen Abzweigkästen werden in einen Ausbau-KKNzp eingetragen.

Literatur: H. Kremer, Ortsnetzplanung, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1963.
Bath

Ortsregister haben in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 (FernVStHand F 62) bei Verbindungen in das eigene Ortsnetz die Aufgabe, die von der Wähl-Tastatur des Fernplatzes F 62 ausgegebenen Codezeichen (→ Verbindungsaufbau in der handbedienten Vermittlungsstelle F 62) in einem zyklischen

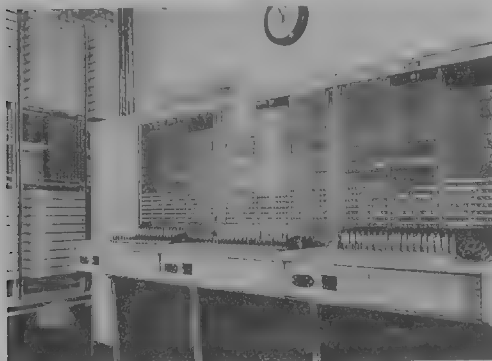
Speicher für die Rufnummer des verlangten Teilnehmers aufzunehmen und als Wählimpulse für die Einstellung der Zweidraht-Wähler auszugeben. Einlaufende Rückwärtszeichen werden vom O. empfangen und ausgewertet. Ein Zusammenwirken mit dem überzentralen Umwerter ist nicht notwendig.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim, Mittelfranken, S. 128.

Ortsrichtungstaste → Verbindungsaufbau in der FernVStHand F 62.

Ortsschrank ZB 48. Vermittlungsschrank für ZB48-Vermittlungen, die nach Kriegsende entwickelt und in Ortsnetzen der DBP in Ermangelung der damals nicht lieferbaren Wähleinrichtungen in großem Umfang eingesetzt wurden. Er bot den angeschlossenen Teilnehmern eine verhältnismäßig hohe, an den Wählbetrieb grenzende Betriebsgüte, wie selbsttätigen Ruf, die bei Wählverbindungen üblichen Hörtöne, Selbstwahl des Teilnehmers zu Wählvermittlungsstellen desselben Ortsnetzes und in das Netz des Selbstwählferndienstes, selbsttätige Gebührenerfassung mit Gesprächszählern. Die angeschlossenen Fernsprechapparate enthielten Nummernschalter. Außerdem konnten Zweieranschlüsse eingerichtet und unbeschränkt Nebenstellenanlagen (auch mit Stromversorgung aus → Speisebrücken) angeschlossen werden.

Die im Bild gezeigte dreiplätzige ZB48-Vermittlung ist mit 18 Schnurpaaren je Platz und für 600 Teilnehmer ausgelegt. Jedem Platz sind 200 Teilnehmeranrufzeichen zugeordnet; das Verbindungsfeld ist für 600 Teilnehmer bemessen. Je 200 Teilnehmerschaltungen sind mit den Gesprächszählern zu einem Teilnehmergestell zusammengefaßt. *Gänsler*



Dreiplätzige ZB48-Vermittlung.

Ortsstellwerk → Fernsteuern von Signalanlagen.

Ortsverbindungskabel (OVk) sind Ortskabel zur Verbindung der Vermittlungsstellen (VStn) eines Ortsnetzes (ON) untereinander oder zur Verbindung mit der Endvermittlungsstelle (EVSt) für den Selbstwählferndienst (SWFD), ferner zur Verbindung von ON, zwischen denen gebührenmäßig Ortsverkehr besteht; als O. werden Kabel mit Leiterdurchmesser von 0,6 mm, 0,8 mm, 0,9 mm und in Sonderfällen 1,2 mm und 1,4 mm ausgelegt, wenn erforderlich bespult; Leiterdurchmesser richten sich nach Abschnittsdämpfungen im SWFD. Im Normalfall Stern(St)verseilung; bei 0,6 mm und 0,8 mm Leitern St-III-Kabel, bei 0,9 mm, 1,2 mm und 1,4 mm Leitern St-I-Verseilung (→ Ortsnetzaufbau, → Fernmeldelinie).

Ortsverbindungsleitungen, Ortsverbindungsleitungsnetz → Ortsnetzaufbau.

Ortsverkehr. Fernsprechverkehr, der in demselben Ortsnetz endet, in dem er entspringt. Im Gegensatz dazu → Fernverkehr.

Ortungsfunkanlagen auf Seeschiffen → Funkausrüstung der Schiffe.

Ortungsfunkdienst ist ein → Funkdienst, der die Funkortung verwendet, worunter die Bestimmung eines Standortes oder die Erlangung von Angaben, die sich auf einen Standort beziehen, mittels der Ausbreitungseigenschaften der Funkwellen zu verstehen ist.

Unter nichtnavigatorischer Funkortung faßt man alle Anwendungen der Funkortung für andere Zwecke als solche der Funknavigation zusammen.

Osborne-Filter → Geräuschspannung.

Osmium. Chemisches Element, chemisches Zeichen Os, Atomgewicht 190,2, gehört zu den schweren Platinmetallen, bläulichweiß, hart, spröde, Dichte 22,7 (schwerster Stoff), Schmelzpunkt 2550° C, Siedepunkt 5500° C, spezifischer elektrischer Widerstand (20°) 0,095, wird durch konzentrierte Salpetersäure und Schwefelsäure angegriffen. Verwendung: Glühfaden für Glühlampen, in Legierung mit Platin für hoch beanspruchte elektrische Kontakte.

Literatur: Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, System Nr. 66, Osmium, 1939, S. 1-24.

Oszillator, ein schwingungsfähiges Element, das in Verbindung mit einem frequenzbestimmenden Glied, z. B. Schwingungskreis, elektrische Schwingungen erzeugt (→ Schwingungserzeuger).

Ovalschacht → Kabelkanal unter 9.

Ovalrelais → Relais unter 4.1.1.6.

Overlap-Meßverfahren → Seekabelmessungen.

OVStHand → Ortsschrank ZB 48.

Oxalieren. Behandeln von Metallen in wäßrigen Säuren, das Oxalatradikal enthaltenden Lösungen unter Erzeugung von Oxalatschichten, wobei das Kation der Schicht meistens aus dem Metall selbst geliefert wird.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Oxidkathode → Oxidschichtkathode.

Oxidschichtkathode, ist die am häufigsten benutzte Schichtkathode. Bei den Schichtkathoden ist die Emissionssubstanz Teil einer auf einem Grundmetall befindlichen Bedeckungsschicht. Die Bedeckungsschicht besteht bei der O. aus Erdalkali-Oxid (Wehnelt 1904), meist eine Mischung von Barium-Strontium-Oxid. Diese Bedeckungsschicht wird im allgemeinen als Karbonat auf das Nickel-Grundmetall aufgetragen, in das Oxid zerlegt und anschließend aktiviert. Bei der Aktivierung entsteht ein Barium-Oxid-N-Halbleiter infolge der Elektronenhaftstellen an den Punkten, an denen Sauerstoff ausgetreten ist. Vom Haftstellenniveau aus benötigt das Elektron nur noch etwa 1,5 eV Energie für den Austritt. Zwischen dem Grundmetall und der Bedeckungsschicht einer O. kann sich eine schlecht leitende Zwischenschicht von etwa 1 µm Dicke ausbilden (meist Barium-Silikat). Von dem Widerstand dieser Schicht ist der Schichtwiderstand zu unterscheiden, den der Kathodenstrom in der 10 bis 100 µm dicken Bedeckungsschicht vorfindet. Trotz der zahlreichen für die Emission wesentlichen Parameter werden mit O. Lebensdauern in der Größenordnung von 100000 Stunden erreicht. Diese sinkt mit wachsender Stromdichte; 200 mA/cm² wird als maximal zulässige Stromdichte angesehen. Für diese Stromdichte beträgt die Temperatur nur ca. 1100°K, wodurch die Heizleistung unter sonst gleichen Bedingungen besonders niedrig wird (→ Glühkathode). Einige Nachteile der normalen O., die meist kurz Oxidkathode heißt, und bei der sich die Bedeckungsschicht auf einer glatten Metallunterlage befindet, sind in der metallbewehrten Oxidkathode durch ein Nickelgerippe (Matrix-Oxidkathode), durch Nickelzusätze (BN-Kathode) oder durch ein Metallnetz (Netz-Oxidkathode) in der Bedeckungsschicht vermieden, denn durch diese werden die elektrische und thermische Leitfähigkeit und teilweise die mechanische Festigkeit der Bedeckungsschicht erhöht. Hierdurch können die Kathodenstromdichte und die Widerstandsfähigkeit gegen den Aufprall von Ionen hoher Energie heraufgesetzt werden.

Literatur: Herrmann u. Wagener, Die Oxydkathode, Bd. 1 und 2, Barth, Leipzig 1948/50 — Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1, S. Hirzel, Leipzig 1960/62. *Schnitger*

Ozeanblock → Seekabelprüfung.

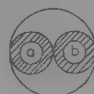
Ozokerit → Erdwachs.

Ozonschicht → Atmosphäre, obere.

P

P-Regler → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Paar, zwei miteinander verseilte Adern, die einen Leitungskreis (Schleife) bilden, auch Doppelader (DA) genannt; dies ist ein symmetrisches Paar.



Paar.

Paar in Metallfolie (PiMF), zwei miteinander verseilte Adern, die einen Leitungskreis (Schleife) bilden und über die ein statischer Schirm mit etwa längs einlaufendem verzinktem Eisen-Beidraht von 0,4 mm ⌀ aufgebracht ist; hierüber Papierband-Bewicklung. Aderkennzeichnung: gelb/rot oder grün/blau. Statischer Schirm: 1 Lage Aluminiumband oder 1 Lage metallisiertes Papierband oder 1 Lage kunststoffkaschierte Metallfolie (Kunststoffolie gefärbt, Metallseite nach außen), überlappt aufgebracht; Zählweise: PiMF haben als Zählelemente eine blaue offene Wendel aus Papierband.

Paarerzeugung → Bändermodell des Halbleiters.

Paarigkeit der Zeilen → Ablenktechnik.

Paarverseilung → Verseilarten.

PAL → Fernsehen 3.

PAL-Empfänger. Der nach dem PAL-Verfahren arbeitende Fernsehempfänger ist ein erweiterter NTSC-Empfänger (→ Farbfernsehempfänger). Wesentlichstes Kennzeichen des Standard-PAL-Empfängers (s. Bild) ist eine Ultraschallverzögerungsleitung mit etwa 64 ms im Übertragungswege des Farbartsignals, bestehend aus einem Glaskörper mit je einem elektronischen Wandler am Ein- und Ausgang. Als piezoelektrische Wandler werden z. B. Blei-, Zirkonat-, Titanat-, Keramikscheiben verwendet, welche die Umwandlung der elektrischen Schwingungen in mechanische Transversalschwingungen im Glas und zurück vornehmen. Es sind gestreckte stabförmige Verzögerungsleitungen und zur Verkürzung der Baulänge solche mit einer oder mehreren Reflexionen im Ultraschallweg in Anwendung. Der Verzögerungsleitung nachgeschaltet sind zwei Summierschaltungen, welche das verzögerte Signal mit dem unverzögerten und mit dem um 180° phasengedrehten, unverzögerten Signal addieren. Es folgen die beiden Synchron-Demodulatoren, wobei der R-Y-Demodulator eine Referenzschwingung erhält, welche mit der halben Zeilenfrequenz um ± 90° in der Phase umgeschaltet wird — PAL-Schalter —. Die Umschaltspannung kann, da das PAL-Farb-Synchronsignal ebenfalls mit halber Zeilenfrequenz phasengeschaltet ist, aus der Phasenbrücke des Referenz-Oszillators gewonnen werden. Im Gegensatz zur dargestellten Standard-PAL-Schaltung, welche eine elektrische Summierung zweier aufeinanderfolgender Zeilen zur Kompensation evtl. vorhandener

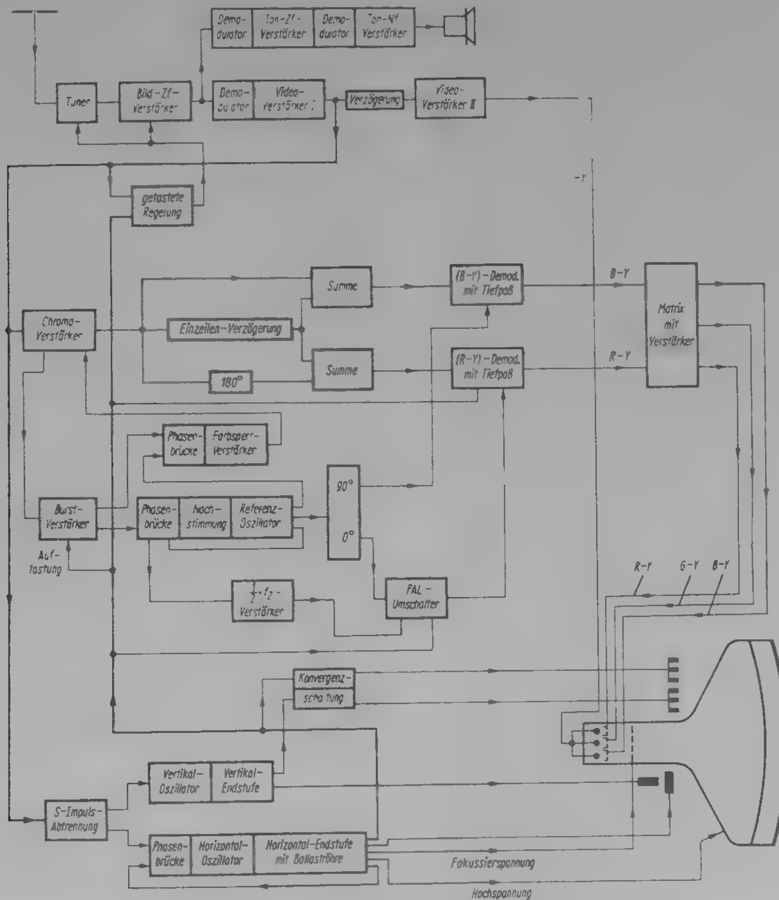
differenzieller Phasenfehler vornimmt, verzichtet der Simple-PAL-Empfänger auf die Ultraschallverzögerungsleitung. Das menschliche Auge dient dann zur Mittelwertbildung der beiden PAL-R-Y-Farbwerte. Die Farbdifferenzen zwischen zwei auszumittelnden Zeilen sind um so größer, je größer der differenzielle Phasenfehler der Übertragung ist. Größere Phasenfehler ergeben auf dem Bildschirm einen Jalousieeffekt und können vom Auge nicht mehr befriedigend ausgemittelt werden. Die noch nicht serienmäßig angewendete Neu-PAL-Schaltung gleicht auch größere Phasenfehler aus und korrigiert gleichzeitig Farbsättigungsfehler. *Stierhof*

PAN → Dringlichkeitsmeldung.

Paneel → Klinkenfeld.

Panzerplatten in Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Papier ist ein aus Pflanzenfasern hergestellter flächiger Werkstoff. Die mechanisch oder durch chemische Behandlung aus Lumpen, Holz oder Stroh gewonnenen Rohstoffe verfilzen sich beim Auftrocknen aus wäßriger Suspension. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von P. sind Holzschliff und Zellulose, ein Kohlehydrat von sehr hohem Molekulargewicht, aus dem die pflanzlichen Zellwandungen hauptsächlich bestehen. Je nach der Güte des gewünschten P. benutzt man Lumpen, Zellulose oder Holzschliff. Nichtzellulosestoffe des Holzes werden durch Sulfitlauge (Sulfitzellstoff) oder durch Natronlauge (Natronzellstoff), → Natriumhydroxyd, zerstört. Der so gewonnene Halbrohstoff wird je nach Bedarf gefärbt, geleimt und mit Füllstoffen versehen. Im »Holländer« erfolgt die gründliche Durchmischung. Die Herstellung des eigentlichen P. erfolgt in P.-Maschinen. Der entstandene weiche P.-Filz geht dann durch die



Blockschaltplan eines Farbfernseh-Empfängers nach dem PAL-System.

Naßpresse und die Trockentrommeln. In der Fernmeldetechnik wird P. in der Kabelherstellung sowie für den Betrieb von Fernschreibgeräten verwendet. Die Anforderungen sind festgelegt in den DIN 47 110 »Kabel-P., technische Werte u. Bedingungen, den DIN 6741 »Isolier-P. für die Elektrotechnik« und den DIN 6720 Blatt 1—4 »P. für Fernschreibgeräte«. P. als Isolierung → Isolierhülle, → Isolierstoffe.

Papierbaumwollkabel, früher zu Ein- und Innenführungen (1-, 2- und 4paarig) verwendet. Vollkupferleiter, 0,6 oder 0,8 mm Durchmesser mit doppelter, gleichmäßig dicker, fest haftender reiner Feuerverzinnung; Isolierung durch eine Lage Papier und zwei entgegengesetzt verlaufende Baumwollumspinnungen. 1paariges Kabel blieb unverseilt, bei 2- und 4paarigen wurden je 4 Adern zu einem Sternvierer verseilt, bei 4paarigen erfolgte keine Weiterverseilung, die beiden Vierer erhielten vielmehr Parallelverlauf mit ausreichend abweichenden Drallschritten. Die Kabelseele war mit Jutefasern oder zwei Lagen Papier umwickelt, getränkt und mit einem nahtlosen, vollkommen wasserdichten 1 mm dicken Bleimantel mit 1 vH Zinnzusatz versehen. Form des Kabels: bei 1- und 4paarigen Kabeln flach, bei 2paarigen rund, äußere Abmessungen beim 1paarigen Kabel etwa $4{,}5 \times 6$, beim 2paarigen 7, beim 4paarigen $6{,}5 \times 10$ mm. Größte Werklänge 500 m.

Verwendung war: 1. zur Einführung von Fernsprechanschlußleitungen in die Sprechstellen a) bei oberirdischer Leitungsführung, wenn W-Betrieb und Luftkabel vorhanden, b) bei unterirdischer Leitungsführung, wenn die Endverzweiger an Außenwänden angebracht waren; 2. zur Innenführung a) von Fernleitungen bei Einzelverlauf; b) von Sp-Leitungen (Verbindungsleitungen mehrerer parallelgeschalteter Tel.-Anstalten) in geringer Zahl, c) von Fernsprechanschlußleitungen in Sprechstellen bei Einzelverlauf oder bei verdeckter Führung; P. wird heute für diese Zwecke nicht mehr verwendet. *Knebel*

Papierbedruckungs- und Schneidemaschinen → Isolierung von Kupferleitern.

Papier-Luftraumkabel, Kabel, dessen Leiter mit trockenem, d. h. nicht getränktem Papier isoliert sind, wobei die einzelnen Leiter mit zwei in entgegengesetzter Richtung mit Überlappung schraubenlinig herumgelegten Papierstreifen hohl umwickelt werden. Der untere der beiden Papierstreifen kann durch eine offene Papierkordel-Spirale ersetzt werden; hierbei muß die Überlappung des oberen Streifens so groß sein, daß die einzelnen Papiergänge sich auch bei Biegung der Adern noch genügend überlappen. Die Hohlraum-Isolierung bewirkt, daß der größte Teil der dielektrisch wirksamen Hülle des Leiters mit trockener Luft angefüllt ist; hierdurch werden Kapazität und dielektrische Verluste der Leitung in Richtung einer guten Übertragungseigenschaft positiv beeinflußt. Für höhere Frequenzen (z. B. für Trägerfrequenzen über 252 kHz) müssen Isolierstoffe mit geringerer Dielektrizitätskonstante und sehr kleinen dielektrischen Verlusten (z. B. Polystyrol, Polyäthylen, Polyisobutylen usw.) benutzt werden.

Paps-Mantel → Kabelmantel.

Parabolhorn → Horn- oder Trichterstrahler.

Parabol-Kragenantenne, -(Spiegel-)antenne → Spiegelantennen.

Paraffin ist die Gruppenbezeichnung für die gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffe, und zwar für die höchsten Glieder der Reihe. Es wird hauptsächlich aus den Rückständen der Petroleumdestillation, ferner aus Torfkohlen und bei der Destillation von Braunkohlen erhalten. Die Dichte liegt bei 0,9, der Schmelzpunkt in der Regel zwischen 50 und 55°C. P. findet für Isolierzwecke Verwendung.

Paraffinöl geht bei der Destillation von amerikanischem Erdöl und bei der trockenen Destillation von Braunkohlen bei Temperaturen über 300°C über. P. ist eine ölige, farblose Flüssigkeit ohne Geruch und Geschmack. ϱ 0,880–0,895. P. dient zum Tränken von isolierenden Papieren.

Parallelbetrieb → Gleichstromversorgung.

Parallellocher. Zusatzgeräte für Schreib-, Rechen- und Buchungsmaschinen, elektronische Rechenanlagen, Datenverarbeitungsanlagen sowie zur Aufzeichnung der Ergebnisse von digitalen Meßwertgebern, Fernmeßeinrichtungen, Gebührenzählern u. ä. Die Speicherung kann jeweils aus 5er- bis 8er-Codezeichen bestehen. Meist hohe Leistung (1200 bis 6000 Zeichen/min). Die Zeichenschritte werden dem Apparat nicht serienmäßig, sondern parallel zugeführt. Daher ergeben sich: am Eingang 5er- bis 8er-Codezeichen mit Parallelschrittanbietung, am Ausgang 5- bis 8spurige Lochstreifen. Wegen der hohen Arbeitsgeschwindigkeit ist zugfreies Zu- und Weiterführen des (Loch-)Streifens erforderlich. Stanzmechanismus in der Regel nach dem Exzenterpressenprinzip.

Parallelresonanz → Resonanz.

Parallel-Serien-Umsetzer ist ein Umsetzer, der die gleichzeitig eintreffenden Zeichenelemente einer Parallelübertragung in einem Speicher aufnimmt und sie als Serienübertragung zeitlich nacheinander weitersendet.

Parallelspeicherung → magnetomotorische Speicher.

Parallelübertragung ist die gleichzeitige Übertragung der Zeichenelemente eines Telegrafier- oder Datenzeichens (→ Signalübertragungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen).

Paramagnetismus. Paramagnetische Stoffe haben positive magnetische Suszeptibilität. Sie läßt sich deuten, indem man die Elektronenbahnen als elementare Kreisströme versteht (Ampère), also als elementare magnetische Dipole. Deren Richtungen sind ohne äußeres angelegtes magnetisches Feld vollkommen regellos verteilt. Sind diese magnetischen Dipole zwar elastisch an ihre Ruhestellungen gefesselt, jedoch an sich beweglich, so suchen sie sich unter Einwirkung eines angelegten

magnetischen Feldes so einzustellen, daß ihre Richtungen einen möglichst kleinen spitzen Winkel mit der Richtung des angelegten Feldes bilden. Hierdurch wird eine Komponente der Magnetisierung M des Stoffes hervorgebracht, die gleichgerichtet ist mit dem äußeren magnetischen Feld H, daher ist die Suszeptibilität $\chi_m = M/H$ positiv. Nach Aufhören des äußeren magnetischen Feldes kehren die Dipole in ihre Ausgangslagen zurück, an die sie elastisch gefesselt sind. Die Ausrichtung ist proportional zur Größe des angelegten Feldes, daher ist die Suszeptibilität eine Konstante. Der Ordnung durch ein äußeres magnetisches Feld wirkt die vollkommen regellose Wärmebewegung der Moleküle entgegen. Die Suszeptibilität χ_m muß daher mit wachsender Temperatur T abnehmen. Der von Curie gefundene Zusammenhang ist $\chi_m = C/T$, worin C eine Konstante ist.

parametrischer Mischer. Es handelt sich um aktiven Mischer nach dem Prinzip des → parametrischen Verstärkers (s. Bild dort), wobei ω_2 die Ausgangskreisfrequenz darstellt. P. zur Abwärtsumsetzung nur bedingt geeignet; beim allgemein verwendeten Aufwärtsmischer wird unteres beim Mischprozeß entstehendes Seitenband unterdrückt und oberes Seitenband (Kreisfrequenz $\omega_2 = \omega_0 + \omega_1$) dem Ausgang zugeführt. Verwendung eines Zirkulators zur Trennung von Ein- und Ausgang üblich. Anwendung z. B. als Leistungsmischer zur Ansteuerung einer Wanderfeldröhre. Vorteile gegenüber passiven Mischern: Mischgewinn (bis etwa 10 dB) und sehr geringes Eigenrauschen (verwendete → Varaktordioden erzeugen als Reaktanzen kein Schrot- und Wärmerauschen). Mischdioden werden weit unterhalb ihrer Mikrowellen-Grenzfrequenz betrieben und besitzen im Idealfall quadratische Abhängigkeit der Nichtlinearität.

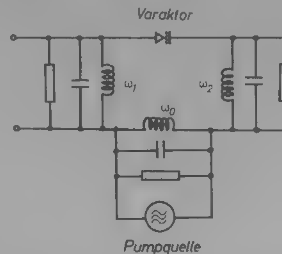
Literatur: G. L. Matthaei, A Study of the Optimum Design of Wide-Band Parametric Amplifers and Up-Converters, IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques VOL MTT-9 (1961) p. 23—38.

parametrischer Verstärker. Wirkungsweise des p. V. beruht auf Mischung von zwei Frequenzen ω_0 und ω_1 an einer nichtlinearen Reaktanz (daher auch Reaktanzverstärker) zu den Mischfrequenzen

$$\omega_2 = \omega_0 \pm \omega_1;$$

als Reaktanz wird allg. ein → Varaktor verwendet (Elektronenstrahlanordnungen oder Induktivitäten ebenfalls möglich); gegenüber Mischung an Wirkleitwert hier echte Mischverstärkung. Vernachlässigbares Wärmerauschen; auch kein Schrotrauschen, da Pumpenergie nicht durch Ladungstransport aus einer Gleichspannungsquelle, sondern auf elektromagnetischem Wege in Form von Energiequanten eines HF-Feldes zugeführt wird.

Ein p. V. besteht z. B. aus drei, mit einem Varaktor in Reihe geschalteten Parallel-Resonanzkreisen sehr geringer Bandbreite mit den Eigenfrequenzen ω_0 (Pumpfrequenz), ω_1 (Signalfrequenz) und ω_2 (Idlerfrequenz), s. Bild. Die ankommende Leistung der Frequenz ω_1 wird mit der Pumpenergie (Frequenz ω_0) im Varaktor gemischt und erzeugt Leistung der Frequenz ω_2; diese wird erneut mit der Pumpenergie gemischt, um Leistung auf der Signalfrequenz ω_1 abzugeben. Trennung von ankommender und abgegebener Leistung durch → Zirkulator, Trennung der einzelnen Eigenfrequenzen durch Bandpässe. Die Umsetzung der Pumpenergie auf die Idler- und auf die Signalfrequenz geschieht durch nichtlineare Reaktanz, Nichtlinearität alleine genügt nicht. Effekt der doppelten Mischung kann mathematisch durch Einführen eines negativen Widerstandes parallel zum Eingang des P. ausgedrückt



Grundschaltung eines parametrischen Diodenverstärkers.

werden. Anwendung des P. in verschiedenen Variationen als rauscharmer Mikrowellen-Eingangsverstärker in der Radioastronomie, bei Satellitenverbindungen und Radarempfängern. Kühlung auf Temperatur des flüssigen Stickstoffs (77° K) ermöglicht z. B. für einstufigen P. mit einem Varaktor und 20 dB Verstärkung bei ca. 5% 3-dB-Bandbreite eine Rauschtemperatur von etwa 40° K bei 5 GHz; Kühlung auf 4,2° K (fl. Helium) ergibt dann ca. 6° K Rauschtemperatur.

Literatur: L. A. Blackwell, K. L. Kotzebue, Semiconductor-Diode Parametric Amplifiers, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs N. J., 1961.
Fuchs

Pardune → Maste und Türme.

Paritätsprüfung → Codeprüfung.

Paritätssicherung. Verfahren zur Sicherung der Zeichenübermittlung bei der digitalen Übertragung. Jedem Zeichen (Bildelement des Zeichenvorrats) wird ein »Paritätsschritt« so zugesetzt, daß die »1«-Schritte stets eine gerade Zahl bilden. Ergibt sich bei der Zählung der »1«-Schritte jedes Zeichens im Empfänger keine gerade Zahl, ist das Zeichen also nicht richtig übertragen worden, so kann eine Wiederholung bewirkt werden. Praktisch findet die Kontrolle auf dieses Merkmal hin in einem »Polaritätssicherungsgerät« statt. Die Zeichen werden dann im üblichen Fünfercode dem Empfangsmechanismus zugeleitet. Fehlerhafte Stellen können auch durch Sondersymbole gekennzeichnet werden. Das Sicherungsgerät ist für Senden und Empfangen verwendbar.

Partialbruchschaltung → Partialbruchzerlegung.

Partialbruchzerlegung bei Zwei- und Vierpolberechnungen. Nach dem Hauptsatz der Algebra hat jede algebraische Funktion n-ten Grades n Nullstellen, kann daher in ein Produkt $f_n(p) = A(p-p_1)(p-p_2)$

... $(p - p_n)$ zerlegt werden, jede gebrochene rationale Funktion mithin in eine Summe einzelner Partialbrüche. Für $m < n$ und einfache Nullstellen des Nenners wird

$$f(p) = \frac{f_m(p)}{f_n(p)} = \frac{A_1}{p-p_1} + \frac{A_2}{p-p_2} + \dots + \frac{A_n}{p-p_n}. \quad (1)$$

Bei einer k-fachen Nullstelle p_0 tritt anstelle des einen Bruches die Summe $B_1/(p-p_0) + B_2/(p-p_0)^2 \dots + B_K(p-p_0)^k$ auf. Bestimmung der Konstanten erfolgt nach Multiplikation mit $f_n(p)$ durch Koeffizientenvergleich oder Einsetzen bestimmter Werte, z. B. $p = p_\nu$. Hat $f_n(p)$ nur reelle Koeffizienten, so sind die Wurzeln reell oder konjugiert komplex, ebenso die zugehörigen Zähler (→ Laplace-Transformation).

Anwendung: Ist $f(p)$ die Widerstandsfunktion eines Netzwerks, so stellt ein Glied mit reeller Wurzel in (1) (bei positiv reellem Zähler) eine Parallelschaltung von R und C, je zwei konjugiert komplexe Glieder einen Parallelschwingkreis dar und die Summe (1) die Reihenschaltung derartiger Kreise, Partialbruchschaltung eines Widerstandes. Analog für eine Leitwertsfunktion. Bei Vierpolen ergeben sich Partialbruchschaltungen komplizierterer Form. Bei negativen Werten für die erforderlichen Realisierungswiderstände kann durch Zusetzen von Widerständen eine passive Struktur erhalten werden.

Literatur: H. W. Bode, Network Analysis and Feedback Amplifier Design. 14. Aufl., New York 1964 — W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen, 2. Aufl., Berlin 1954.

Paßeinsatz für Sicherungen, ein im Sicherungsunterteil (Sicherungssockel) angebrachtes Teilstück, das bei unverwechselbaren Stromsicherungen das Einsetzen eines Sicherungseinsatzes höherer Nennstromstärke verhindern soll. Die Paßeinsätze müssen die gleichen Kennfarben und Nennstromstärkeangaben aufweisen wie die passenden Sicherungseinsätze.

passiver Korrosionsschutz → Korrosionsschutz.

Passungen → ISO-Toleranzen.

Paternoster-Prinzip → Taschenförderbandanlage.

Pattex ist ein Kontaktklebstoff auf der Basis von synth., chloriertem Kautschuk (Neopren) und synth. Harzen unter Zumischung feinstverteilter Klebstoffe; erweicht bei ca. 70° C, geeignet zum Verkleben von Holz mit Holz, Holz mit Kunststoffen, Holz mit Geweben, Gummi, Metallen usw., eventuell mit Härterzusatz aus Polyisocyanat.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Pausch, Hans, Prof. Dr.-Ing., Staatssekretär im BPM. Geb. am 20. 8. 1908 in Neuenmarkt (Oberfranken). Im Anschluß an die Reifeprüfung Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in München. Nach vorübergehender Beschäftigung bei der Deutschen Reichsbahn am 1. 6. 1935 als Postreferendar bei der OPD Frankfurt am Main in den Postdienst eingetreten. 1937 Große Staatsprüfung. 1939 Ernennung zum Postrat bei der RPD Chemnitz. Von September 1939 bis Mai 1945 Wehrdienst. Nach dem Kriege zunächst bei der OPD München, sodann vom 1. 7. 1947 an beim FTZ — Außenstelle München — beschäftigt. Hier als Referent und später als Leiter der Entwicklungsgruppe für Fernsprech-Wähltechnik tätig. Entwicklung neuer Fernwahlsysteme für den Selbstwählferndienst und insbesondere für die Auslandsfernwahl, langjähriger Delegierter in Studienkommissionen der Internationalen Fernmeldeunion. 1955 zum Oberpostrat, 1962 zum Oberpostdirektor befördert. 1963 von der Technischen Hochschule München zum Dr.-Ing. promoviert und zum Dozenten für Nachrichtentechnik berufen. Am 1. 1. 1966 als Leiter der Abteilung Fernmeldewesen bei der OPD Nürnberg zum Abteilungspräsidenten befördert. Am 1. 9. 1967 Präsident der OPD Düsseldorf. Seit dem 1. 4. 1968 Staatssekretär im BPM. 1968 Honorarprofessor an der Technischen Hochschule München. Vom Jahrgang 1969 an Herausgeber des Jahrbuchs des elektrischen Fernmeldewesens.

Pauschsumme ist die Bezeichnung für eine im internationalen Fernsprechverkehr mögliche Entschädigung der → End- oder/und → Durchgangsverwaltungen; z. B. im Endverkehr bei Verzicht auf die verkehrsabhängige Abrechnung besonders vereinbarte Summe zum Ausgleich der in einem Endland benutzten durchschnittlich längeren Leitungen (Ltgn) (z. B. zwischen den beiden Weltkriegen im deutsch-tschechoslowakischen Endverkehr) oder im → Durchgangsverkehr ein nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten festgesetzter Mietbetrag für die Bereitstellung einer oder mehrerer Durchgangsleitungen (z. B. nach 1918 während einer Reihe von Jahren für die die Tschechoslowakei durchlaufenden Ltgn Berlin–Wien, für den Verkehr Danzig–Memelland, für die durch Polen verlaufenden Ltgn Westdeutschland–Ostpreußen und die über ostpreußisches Gebiet führenden Ltgn Danzig–Polen). Vor dem 1. Weltkrieg und in den zwanziger Jahren war im Durchgangsverkehr auch die Gewährleistung einer Mindesteinnahme üblich, d. h., es wurde zwar weiterhin verkehrsabhängig abgerechnet, der Durchgangsverwaltung aber eine Mindesteinnahme garantiert (z. B. von 1914 an für die Ltg Berlin–Frankfurt a. M.–Mailand, von 1923 an für die erste deutsche Durchgangsleitung Prag–Zürich und von 1926 an für die zweite deutsche Durchgangsleitung Amsterdam–Zürich, bei den späteren deutschen Durchgangsleitungen wurde jedoch auf eine jährliche Mindesteinnahme verzichtet). Hiervon nahm man jedoch noch vor 1930 Abstand. Nach dem 2. Weltkrieg wurde das System der pauschalen Vergütung von Durchgangsverwaltungen unter Verzicht auf verkehrsabhängige Abrechnung vor allen Dingen im Verkehr mit Nordamerika wieder eingeführt. Die seit 1965 im Rahmen der Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT) angestellten Selbstkostenuntersuchungen (→ internationale Tarifentwicklung — Fernsprechwesen —) befassen sich auch mit der pauschalen Abgeltung von Durchgangsleistungen und des Endverkehrs; die Ergebnisse liegen jedoch noch nicht vor. *Basse*

Pausenzeichen (Telex) → Mux-Übertragung.

PCA → Ausbreitungsstörungen, → Polarkappenabsorption.

PCM-Endstelle. Ein PCM-Übertragungssystem ist ebenso wie ein Frequenzmultiplex-Übertragungssystem in die PCM-Endstelle und die PCM-Leitungsausrüstung aufteilbar. Entsprechend ihren Funktionen läßt sich die PCM-Endstelle in den Multiplexer, den → Coder und → Decoder gliedern. Der Multiplexer führt die niederfrequent zugeführten Sprachkanäle durch → Abtastung in Pulsamplitudenmodulation über und verschachtelt die Kanäle im Zeitmultiplex in einen → Rahmen. Bei den sog. PCM-Grundsystemen werden 24 oder 32 Kanäle in einem Rahmen verschachtelt. Der Coder führt nun die im Zeitmultiplex angebotenen Kanäle von der Pulsamplitudenmodulation in die Pulscodemodulation über. In Empfangsrichtung hat der Decoder die umgekehrte Funktion. Die PCM-Übertragung erfolgt stets vierdrähtig, d. h., für Sende- und Empfangsrichtung werden je ein Aderpaar (bzw. je eine Koaxialleitung) benötigt. Mit der Codierung ist eine Frequenzbanderweiterung verbunden, deren Erweiterungsfaktor gleich der Anzahl der im Code verwendeten Binärelemente ist (meist Faktor 8). Der entstehende hochfrequente Pulsstrom — bei 8 kHz → Abtastfrequenz, 32 Kanälen und 8 Binärelementen pro Abtastwert ergeben sich $8 \cdot 32 \cdot 8 \cdot 10^3 = 2{,}048$ kBit/sec — muß umgeformt und auf die Übertragungsleitung gebracht werden. Diese Aufgabe erfüllt das Streckenendgerät (→ PCM-Leitungsausrüstung). Eine wichtige Funktion der PCM-Endstelle ist die Herstellung und Überwachung des Synchronlaufes. Die sog. Bitsynchronisation läßt sich — wie im Regenerator — durch Ableitung des Taktes herstellen. Zur Funktion des Systems muß jedoch die exakte Rahmensynchronisation sichergestellt werden. Zu diesem Zweck werden mehrere Impulse des Rahmens zur Übertragung einer kennzeichnenden Pulsfolge reserviert. Im PCM-Grundsystem 30/32 wird z. B. der erste Zeitkanal des Rahmens ausschließlich zur Übertragung der »Rahmenkennung« verwendet.

Bei Ausfall des Synchronismus wird der Rahmen so lange verschoben, bis die Kennung richtig empfangen wird. Die Kennungspulsfolge wird so gewählt, daß sie nur im Synchronisierkanal und nicht in einem Übertragungskanal auftreten kann.

Poschenrieder

PCM-Leitungsausrüstung. Ein PCM-Übertragungssystem ist ebenso wie ein Frequenzmultiplex-Übertragungssystem in die → PCM-Endstelle und die PCM-Leitungsausrüstung aufteilbar. Die Leitungsausrüstung umfaßt das Streckenendgerät und die → Leitungsregenerativverstärker (Regeneratoren).

Das Streckenendgerät hat sendeseitig die Aufgabe, den vom → Coder angebotenen binären Pulsstrom (z. B. 2,048 kBit/sec) in eine für die Leitungsübertragung geeignete Form zu bringen und für einen angemessenen Sendepegel zu sorgen. Bei den eingeführten PCM-Grundsystemen wird allgemein der sogenannte pseudoternäre Leitungscode mit 3 Signalamplituden verwendet, da dieser im Gegensatz zum binären Code keine Gleichstromkomponente enthält, deren Übertragung wegen der unvermeidlichen Übertrager schwierig ist. Die Gleichstromfreiheit wird durch eine alternierende Umpolung der dem binären Zustand 1 zugeordneten Maximalamplitude erreicht. Im Gegensatz zum echten ternären Code werden den 3 Zuständen +1, —1 und 0 nur zwei Bedeutungen (1, 0) gegeben; daher rührt die Bezeichnung pseudoternär. Dieser Code hat außerdem den Vorteil, daß sich die Taktfrequenz durch Gleichrichtung einfach gewinnen läßt, was für die regenerative Verstärkung wichtig ist. Auf der Empfangsseite enthält das Streckenendgerät einen regenerierenden Empfangsverstärker, der die gleiche Funktion wie ein Regenerator auf der Strecke hat. Das Streckenendgerät formt empfangsseitig den Leitungscode wieder in den Binärcode zurück. Weitere wichtige Funktionen des Streckenendgerätes sind die Fernstromversorgung und Überwachung der PCM-Strecke. Diesem Zweck dienen ein geregeltes Stromversorgungsgerät sowie Alarmierungs- und Fehlersucheinrichtungen, die es gestatten, festzustellen, welcher Regenerator auf der Strecke schadhaft ist. Bei Betrieb beider Übertragungsrichtungen im gleichen Kabel — dies ist bei der Anwendung des PCM-Grundsystems die Regel — bestimmt die Spanne zwischen Nahnebensprechen und Leitungsdämpfung bei etwa der halben Pulsfrequenz den Abstand zwischen zwei Regeneratoren auf der Strecke. Diese Spanne muß bei Pseudoternärübertragung etwa 20 dB betragen. Bei symmetrischen Niederfrequenzkabeln mit 0,6 mm Aderstärke ergibt sich damit ein Abstand von rund 2 km. Der digitale Charakter der Signale erlaubt es, diese nach jedem Abschnitt völlig formgetreu zu regenerieren. Dazu muß die Bitfolgefrequenz (Taktfrequenz) aus dem Signal mit möglichst geringen Phasenschwankungen (engl. Jitter) zurückgewonnen werden. Mit Hilfe dieses Taktes wird die exakte zeitliche Lage der Impulse des zu regenerierenden Signals festgelegt. Die in der Amplitude des ˌmpfangenen Signals liegende Information 0 oder 1 entsprechend den pseudoternären Werten 0 oder ±1 wird durch Amplitudenentscheider bestimmt, welche die empfangenen Impulse ebenfalls durch den Takt gesteuert im richtigen Zeitpunkt abtasten. Die Signale werden also in jedem Abschnitt nicht wie in der Analogtechnik linear verstärkt, sondern regeneriert. Die Besonderheit und der Vorteil dieses digitalen Übertragungsverfahrens liegt darin, daß auf der Strecke eingedrungene Störungen, solange sie den Abstand der Endscheiderschwelle nicht überschreiten, die Signale nicht verfälschen können. Eine Akkumulation der abschnittsweise eingedrungenen Störgeräusche ist nicht möglich. Neben diesen hochfrequenten und digitalen Schaltungen enthält der Regenerator eine Stromversorgungsweiche, welche den Versorgungsgleichstrom vom Impulsstrom trennt, Spannungsableiter und Dioden zum Schutz der Transistorschaltungen gegen Überspannungen, die durch Blitzschlag und Kurzschlüsse in benachbarten Starkstromnetzen Werte von 1000 V und mehr annehmen

können. Außerdem enthält er Schaltungen, welche die Überprüfung des Regenerators von der Endstelle aus ermöglichen. Diese Überprüfung kann z. B. dadurch erfolgen, daß der Regenerator durch ein Steuersignal, das von der Endstelle gegeben wird, den Sendeausgang intern auf den Empfangseingang schaltet und so die Signale direkt zur sendenden Stelle zurückschickt. Durch diese »Schleifenschaltung« kann man schrittweise die richtige Funktion jedes Regenerators prüfen. Die Regeneratoren werden bei PCM-Einsatz auf Fernsprechkabeln im Ortsnetz in den Kabelschächten montiert. In einem wasserdichten Gehäuse wird in der Regel eine größere Zahl von Regeneratoren untergebracht. Im Bezirksnetz, wo in der Regel keine Kabelschächte verfügbar sind, werden die dichten Behälter für die Regeneratoren am Kabel eingegraben. *Poschenrieder*

PCM-Technik. Sammelbegriff für die schaltungstechnische Anwendung der Pulscodemodulation (PCM) in verschiedenen Bereichen der elektrischen Nachrichtentechnik. Zunächst ist die PCM-T. vor allem auf dem Gebiet der drahtgebundenen Fernsprech-Übertragungstechnik (→ PCM-Übertragungssysteme) praktisch angewendet worden, weshalb man den Begriff »PCM-T.« auch oft stellvertretend für »PCM-Übertragungstechnik« gebraucht. Tatsächlich ist PCM-T. jedoch nicht auf den Bereich der drahtgebundenen Fernsprech-Übertragungstechnik beschränkt; sie findet ebenso in der Vermittlungstechnik (PCM-Vermittlungstechnik) wie auch in der drahtlosen Übertragungstechnik (PCM-Richtfunk-, PCM-Satellitentechnik) Anwendung. Schließlich bedient man sich der PCM-T. auch für die Übertragung von anderen als Fernsprechsignalen sowohl für drahtgebundene als auch für drahtlose Übertragung (PCM-Datenübertragung, PCM-Fernsehübertragung).

PCM-Übertragungssysteme sind elektrische Nachrichtenübertragungssysteme, bei denen die codierten Abtastwerte (→ Abtastung, → Quantisierung, Codierung) mehrerer zu übertra ender Signale zeitlich nacheinander über einen gemeinsamen Übertragungsweg (metallischen Leiter, Trägerschwingung im freien Raum usw.) übertragen werden (Zeitmultiplex-Systeme). (Der triviale Fall der Einkanal-PCM-Übertragung wird hier nicht behandelt.) Es ist grundsätzlich möglich, beliebige analoge oder digitale Signale über PCM-Ü. zu übertragen, selbstverständlich unter Beachtung der durch die verschiedenen Signalcharakteristiken vorgegebenen Bedingungen. Abgesehen von PCM-Ü. für besondere Zwecke, z. B. für Breitband-Datenübertragung, Fernsehübertragung und Fernseh-Fernsprechübertragung haben PCM-Ü. bisher praktische Verwendung ausschließlich in der Fernsprech-Übertragungstechnik gefunden; auf diese Anwendungsfälle sollen sich die nachstehenden Ausführungen beschränken.

1. Eigenschaften von PCM-Übertragungssystemen für Fernsprechen. PCM-Ü. für Fernsprechen gestatten wie TF-Systeme (→ Trägerfrequenz-Systeme) die Mehrfachausnutzung eines Übertragungsweges. Sie sind — wie die V-Systeme der TF-Technik — Vierdrahtsysteme, ähneln diesen auch im äußerlichen Systemaufbau (der TF-Endstelle und der TF-Leitungsausrüstung entspricht die →PCM-Endstelle und die →PCM-Leitungsausrüstung), unterscheiden sich jedoch hinsichtlich Aufbau, Wirkungsweise und Verwendungsgebieten von den TF-Systemen. PCM-Ü. sind digitale Übertragungssysteme, d. h. sie übertragen Signale in digitaler Form (→ Digitalübertragung). Digitale Übertragungssysteme können mit geringer Restdämpfung betrieben werden, da sehr geringe Dämpfungsschwankungen lediglich in den Endstellen, nicht jedoch längs der Übertragungslinie auftreten können.

Für PCM-Ü. genügen Restdämpfungen von etwa 2 dB, die über lange Zeiträume mit einer Genauigkeit von ± 1 dB eingehalten werden können.

Digitale Signale lassen sich durch Regenerierung von längs der Übertragungslinie eingedrungenen Störungen nahezu völlig befreien, d. h. bei Hintereinanderschaltung mehrerer Übertragungsabschnitte addieren sich die Störgeräuschleistungen nicht linear und die Länge des Übertragungsweges hat praktisch keinen Einfluß auf die Übertragungsqualität. Bei TF-Systemen, die analoge Übertragungssysteme sind (→ Analogübertragung), entfällt diese Möglichkeit der vollständigen Störbefreiung, und die Störgeräuschleistung wächst linear mit der Zahl der Übertragungsabschnitte, d. h., die Übertragungsqualität nimmt mit wachsender Länge des Übertragungsweges ab bzw. erfordert zu ihrer Aufrechterhaltung erheblichen Aufwand.

Während bei PCM-Ü. die Kanalzuordnung durch die Zeitselektion (Rahmen) vorgenommen wird, beruht die Kanalzuordnung bei TF-Systemen auf der Frequenzselektion. Dies bedingt bei TF-Systemen hochwertige und dementsprechend teure Kanalfilter in den Endstellen, auf die man bei PCM-Ü. weitgehend verzichten kann. Ebenso kann die Leitungsausrüstung bei PCM-Ü. einfacher als bei TF-Systemen sein, denn die Regeneration digitaler Signale stellt keine vergleichbar hohen Anforderungen z. B. hinsichtlich der Linearität an die Leitungsverstärker wie bei TF-Systemen. Wie bei TF-Systemen kann man bei PCM-Ü. aus mehreren Grundsystemen höherkanalige Systeme aufbauen; eine Abzweige- und Durchschaltetechnik ist im Prinzip sogar bei PCM-Ü. einfacher zu realisieren als in der TF-Technik.

Da demnach PCM-Ü. sehr unempfindlich gegen unterwegs eindringende Störsignale sind, läßt sich umgekehrt daraus schließen, daß sie an die Eigenschaften der Übertragungswege geringere Anforderungen stellen als TF-Systeme. PCM-Ü. mit bis zu 100 Fernsprechkanälen lassen sich daher mit Vorteil in Orts- und Nahverkehrsnetzen auf den dort vorhandenen papierisolierten Kabeln ohne zusätzliche Ausgleichsmaßnahmen betreiben; lediglich die PCM-Grundleitungen sind, falls bisher für NF-Übertragung bespult, zu entspulen. TF-Systeme lassen sich auf diesen Kabeln nur in begrenztem Umfang und mit geringen Kanalzahlen einsetzen. Bei Übertragungen höherer Kanalzahlen durch PCM-Ü. muß man (wie in der TF-Technik wegen der ansteigenden Dämpfung

und des zunehmenden Nebensprechens) auf Koaxialkabel übergehen. An diese Koaxialkabel sind jedoch geringere Anforderungen als bei TF-Übertragung zu stellen. Schließlich kann man, da PCM-Ü. als digitale Übertragungssysteme zahlreiche rein digitale Baugruppen enthalten, beim Aufbau derartiger Systeme weitgehend Bauelemente verwenden, die für diese Technik besonders gut geeignet sind (Halbleiterbauelemente, sowohl als Einzelbauelemente (Dioden, Transistoren) als auch als integrierte Schaltungen). Geringer Leistungs- und Raumbedarf, niedrige Preise mit sinkender Tendenz und zugleich hohe Betriebssicherheit sind Merkmale dieser Bauelemente.

PCM-Ü. lassen sich demnach — aus heutiger Sicht und beim heutigen Entwicklungsstand — als digitale Übertragungssysteme kleiner Kanalzahl mit ihren Vorzügen der Unempfindlichkeit gegenüber Störsignalen und der leichten Regenerierbarkeit des Nutzsignals vorteilhaft in denjenigen Netzebenen einsetzen, in denen eine Mehrfachausnutzung der Übertragungswege durch TF-Systeme aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht oder nur in geringem Umfang in Betracht kommt, d. h. also in Orts- und Nahverkehrsnetzen. Einer breiten Einführung der PCM-Ü. stehen jedoch in zahlreichen Fällen z. Z. noch wirtschaftliche Gründe entgegen. Eine Änderung dieser Situation zugunsten der PCM-Ü. dürfte erst mit fortschreitender Entwicklung der PCM-Technik und ihrer Anwendung auch auf anderen Gebieten der Nachrichtentechnik (z. B. in der Vermittlungstechnik) eintreten.

Für die Zukunft erwartet man, daß — bei Weiterentwicklung der z. Z. zur Verfügung stehenden Bauelemente — PCM-Ü. höherer Kanalzahl auch im Weitverkehrsnetz Fuß fassen werden. Da sich PCM als geeignetes Modulationsverfahren für die Übertragung sehr breiter Frequenzbänder in Hohlleitern erwiesen hat, sind — bei Einführung derartiger Übertragungswege — PCM-Ü. sehr hoher Kanalzahl ebenfalls denkbar. Endziel dieser Entwicklung ist das → integrierte Netz, das trotz seiner Kompliziertheit heute von vielen Sachkennern als realisierbar angesehen wird.

Auf diese — in der Zukunft liegenden Möglichkeiten für PCM-Ü. — kann hier nicht näher eingegangen werden. Die nachfolgenden Darstellungen beschäftigen sich mit der Entwicklung und dem Einsatz der bisher bereits praktisch erprobten PCM-Ü. für Fernsprechen (Näheres über Konstruktion und Aufbau von PCM-Ü. siehe → PCM-Endstelle, → PCM-Leitungsausrüstung).

2. Entwicklung und derzeitiger Stand von PCM-Übertragungssystemen. Obgleich digitale Übertragungsverfahren (z. B. in der Telegrafie) sowie theoretische Arbeiten über Abtastung und Zeitvielfachübertragung seit langem bekannt waren, gelang es erstmals im Jahre 1938 dem Engländer A. H. Reeves, Sprachsignale durch die Anwendung der PCM in Digitalsignale umzuformen und im Laborversuch zu übertragen. In dem Patent, das Reeves erteilt wurde, sind übrigens viele Merkmale moderner PCM-Ü., wenn natürlich auch mit den Mitteln der damaligen Technik verwirklicht, schon (damals) angegeben worden. Dieses erste funktionsfähige PCM-Ü. arbeitete mit 32 Amplitudenstufen (→ Quantisierung); es fehlten jedoch damals diejenigen »digitalen« Bauelemente, mit denen man PCM-Ü. für den praktischen Betrieb wirtschaftlich hätte fertigen können.

Erst mit dem Aufkommen der modernen Halbleitertechnik, etwa ab 1950, änderte sich diese Situation. Jetzt waren Bauelemente vorhanden, die für PCM-Ü. geradezu wie geschaffen sind. Ende der 50er Jahre wurden in den USA erste PCM-Ü., die von den Bell Laboratorien entwickelt worden waren, in Betriebsversuchen erprobt. Die guten Resultate, die hierbei erzielt wurden, führten 1962 zur Aufnahme der Serienfertigung eines PCM-Ü., das unter der Bezeichnung »PCM-Übertragungssystem T 1« als das amerikanische PCM-Standardsystem in großer Anzahl in den USA, aber auch in Japan und einigen anderen Ländern, verwendet wird. Dieses PCM-Ü. ermöglicht die Übertragung von 24 Fernsprechkanälen über je eine Doppelader in Hin- und Rückrichtung. Die Sprachsignale eines jeden Kanals werden in 128 Amplitudenstufen (→ Quantisierung) quantisiert und in einen Code mit 7 Bit ($128 = 2^7$) umgesetzt (→ Codierung). Als Kompandierungskennlinie (→ Kompander) wird eine logarithmische Kennlinie (sog. »μ-Kennlinie«) verwendet. Zur Synchronisierung wird ein besonderer Synchronimpuls benutzt (→ Synchronisierung von PCM-Ü.). Da jeder Zeitkanal 8 Bits enthält, kann die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen durch die für die Sprachübertragung nicht ausgenutzten achten Bits eines jeden Zeitkanals (→ Kennzeichenübertragung) vorgenommen werden. Längs der Übertragungslinie sind bei Kabelübertragung etwa alle 1,7 km (Spulenfeldlänge) die → Leitungsregenerativverstärker eingespleißt.

Ein vor allem hinsichtlich der Kompandierungskennlinie und der Synchronisation unterschiedliches PCM-Ü. ist von der britischen Postverwaltung entwickelt worden (oft als GPO- bzw. BPO-PCM-System bezeichnet; GPO = General Post Office, BPO = British Post Office). Dieses PCM-Ü. überträgt ebenfalls 24 Fernsprechkanäle, die in 128 Amplitudenstufen quantisiert und dementsprechend in einen 7-Bit-Code ausgedrückt werden. Als Kompandierungskennlinie wird jedoch eine aus mehreren linearen Abschnitten zusammengesetzte Charakteristik verwendet (sog. 13-Segmentkennlinie, → Kompander), die erhebliche Vorteile in der Stabilität und der Schaltungstechnik gegenüber der μ-Kennlinie aufweist. Auch die Synchronisation ist bei dem englischen PCM-System gegenüber dem T1-System verbessert worden; es verwendet die sog. »verteilte« Synchronisierung (→ Synchronisierung von PCM-Ü). Trotzdem sowohl das T1-System als auch das GPO-System die gleiche Anzahl von Fernsprechkanälen übertragen, sind beide Systeme nicht kompatibel, da sie im Rahmenaufbau (→ Rahmen) und in den Kompandierungskennlinien nicht übereinstimmen. Auf diese Tatsache, daß bei PCM-Ü. übereinstimmende Kanalzahlen (wie in der TF-Technik üblich) für die Zusammenschaltung zweier Systeme nicht genügen, sei hier besonders hingewiesen. Die Kompatibilität von PCM-Ü. wird

weniger von der Fernsprech-Kanalzahl, sondern viel stärker vom Rahmenaufbau und vor allem von der Übereinstimmung der Kompandierungskennlinien bestimmt.

Ein PCM-Ü., das erst in jüngster Zeit entwickelt wurde, ist das sog. CEPT-PCM-Ü., dessen Parameter in Zusammenarbeit aller in der CEPT zusammengeschlossenen Post- und Fernmeldeverwaltungen festgelegt worden sind.

Man hat bei diesem PCM-Ü. versucht, auch erst in der Zukunft erwartete Anforderungen bereits im jetzigen Zeitpunkt zu berücksichtigen, um später umfassende und kostspielige Anpassungsmaßnahmen vermeiden zu können. Dieses PCM-Ü. besitzt 32 Zeitkanäle (→ Zeitkanal) zu je 8 Bits; ein Zeitkanal dient zur Übertragung der Synchronisierinformation (sog. »konzentrierte Synchronisierung«, → Synchronisierung von PCM-Ü.). Die Codierung der Fernsprechsignale kann entweder mit 7 Bits oder mit 8 Bits (= 256 Amplitudenstufen) vorgenommen werden. Obgleich eine Codierung mit 7 Bits (= 128 Amplitudenstufen) im allgemeinen zur Fernsprechübertragung ausreicht, ist doch überall ein Trend zur Verbesserung der Übertragungsqualität festzustellen. Der Übergang von der 7-Bit-Codierung zur 8-Bit-Codierung für Fernsprechsignale bedeutet eine Senkung der Quantisierungsverzerrungen um 6 dB (→ Quantisierung), d. h. die Zahl der in Kette schaltbaren PCM-Ü. wird erhöht oder — bei gleichbleibender Zahl der PCM-Abschnitte — die Übertragungsqualität verbessert. Verwendet man die Sprachcodierung mit 7 Bits, so kann die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen (→ Kennzeichenübertragung) durch das frei verfügbare achte Bit eines jeden Zeitkanals vorgenommen werden (ähnlich wie bei GPO-System). Man hat also dann 31 Fernsprechkanäle zu je 7 Bits zur Verfügung; die Kennzeichenübertragung erfolgt durch Vielfachrahmenbildung (→ Rahmen) mittels der achten Bits dieser 31 Kanäle. Codiert man dagegen das Sprachsignal mit 8 Bits, so sind alle 8 Bits, die pro Zeitkanal zur Verfügung stehen, für die Sprachübertragung verbraucht. In diesem Fall muß man einen Zeitkanal für die Kennzeichenübertragung bereitstellen, d. h. man erhält dann nur noch 30 Fernsprechkanäle. Die 8 Bit des für die Kennzeichenübertragung verwendeten Zeitkanals werden dann wiederum durch Vielfachrahmenbildung für die Kennzeichenübertragung der 30 Sprachkanäle benutzt. In dieser Ausführungsform (Aufteilung der insgesamt 32 Zeitkanäle in 30 Fernsprechkanäle zu je 8 Bits + 1 Zeitkanal für die Kennzeichenübertragung + 1 Zeitkanal für Synchronisierung) ist das CEPT-PCM-Ü. von den CEPT-Mitgliedsverwaltungen für künftige internationale PCM-Linien empfohlen werden; für PCM-Linien im nationalen Fernmeldenetz bleibt es den Fernmeldeverwaltungen überlassen, ob sie diese Ausführungsform oder diejenige mit 7-Bit-Sprachcodierung verwenden wollen. Die Kompandierungskennlinie ist jedoch in beiden Fällen die gleiche, nämlich die 13-Segment-Kennlinie wie beim GPO-PCM. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für die Kompatibilität beider PCM-Ü. erfüllt, wozu noch andere, gleichfalls übereinstimmende Parameter beitragen. Für die Wahl eines derartigen PCM-Ü. sprechen vor allem technische und wirtschaftliche Gründe. Auf die Vorteile der 13-Segment-Kennlinie wurde bereits hingewiesen. Ferner besitzt dieses PCM-Ü. 6 (bzw. 7) Sprachkanäle mehr als die erwähnten 24-Kanal-PCM-Ü.; dadurch werden die zentralen digitalen Einrichtungen (→ Coder, → Decoder usw.) sowie die Leitungsregenerativverstärker besser ausgenutzt, d. h. die Kosten pro Sprechkreis werden geringer. Die Erweiterung des Übertragungsbandes gegenüber dem von 24-Kanal-PCM-Ü. fällt dagegen kaum ins Gewicht. Messungen haben gezeigt, daß die elektrischen Eigenschaften der in Europa gebräuchlichen Kabel ohne weiteres diese Erhöhung der Bandbreite zulassen.

Da bei digitalen Übertragungssystemen zahlreiche Schaltungsvorgänge auf einer Folge von Binärzahlen (2^n, $n = 0, 1, 2 \ldots$) aufgebaut sind, liegt es nahe, für die Zahl der Zeitkanäle selbst eine Binärzahl zu wählen ($32 = 2^5$). Dadurch werden die digitalen Baugruppen optimal ausgenutzt.

Außer diesen drei PCM-Ü. (T1-System, GPO- und CEPT-System) sind zahlreiche Systemvarianten entwickelt worden, die jedoch nur in geringem Maß in den öffentlichen Fernmeldenetzen eingesetzt und häufig nur zu Betriebsversuchen benutzt werden. In Tab. 1 sind nochmals die wichtigsten Parameter der drei PCM-Ü. zusammengestellt.

Tabelle 1. Kenndaten von PCM-Übertragungssystemen.

PCM-Übertragungssystem	T 1	GPO	CEPT
Abtastfrequenz (kHz)	8	8	8
Zahl der Bits je Zeitkanal	8	8	8
Übersteuerungspegel (dBmO) ..	+3	+2	+2
Quantisierungskennlinie	stetig $\mu = 100$	durch Geradenstücke angenähert (13-Segmente) A = 87,6	durch Geradenstücke angenähert (13-Segmente) A = 87,6
Zahl der Amplitudenstufen	128	128	256
Zahl der Zeitkanäle je Rahmen	24	24	32
Zahl der Fernsprechkanäle ...	24	24	30
Synchronisierverfahren	konzentriert	verteilt	konzentriert[1])
Kennzeichenübertragung	verteilt	verteilt	konzentriert[1])
Zahl der Rahmen je Vielfachrahmen	2	4	16
Rahmenaufbau	24 Fernsprechkanäle +1 Synchronbit	24 Fernsprechkanäle	30 Fernsprechkanäle +1 Synchronkanal +1 Kennzeichenkanal
Zahl der Bits je Rahmen	193	192	256
Übertragene Bits je Sekunde (Mbit/s)	1,544	1,536	2,048

[1]) in besonderem Zeitkanal.

Die hier beschriebenen PCM-Ü. werden in Orts- und Nahverkehrsnetzen auf entspulten papierisolierten Doppeladern üblicher symmetrischer Kabel betrieben. Einzelne Systeme werden auch als Richtfunksysteme für kurze Funkfelder (20—30 km) eingesetzt. Allgemeine Regeln für ihren Einsatz können noch nicht gegeben werden, da die technischen Voraussetzungen von Land zu Land unterschiedlich sind, und die Wirtschaftlichkeitsbedingungen daher auch voneinander abweichen. Ganz allgemein läßt sich der wirtschaftliche Einsatzbereich von PCM-Ü. der geschilderten Typen auf NF-Orts-Kabeln (OVK) und Nahverkehrskabeln (BzK) zwischen 10 bis 30 km angeben; diese Entfernungswerte können über- und unterschritten werden und stellen keine starren Begrenzungen dar. Der Bereich bis zu 30 km ist praktisch nur in Nahverkehrsnetzen (Bezirkskabelanlagen) vorhanden; oberhalb dieser Entfernung sind TF-Systeme im allgemeinen wirtschaftlicher als PCM-Ü., da die Kosten für die Leitungsausrüstung wegen der verhältnismäßig kurzen Verstärkerfeldlängen bei PCM-Ü. stärker steigen als die bei in Betracht kommenden TF-Systemen (Z12), die mit wesentlich längeren Verstärkerfeldern arbeiten. Bei den OVK in den Ortsnetzen kommen derartig große Entfernungen kaum vor; hier ist die untere Grenzentfernung (10 km) interessanter, bei der PCM-Ü. in Konkurrenz zu den Kabelverbindungen treten. Es sei jedoch darauf verwiesen, daß diese Grenzwerte heute vielfach noch nicht erreicht werden und daß sie sich mit fortschreitender Entwicklung noch nach oben oder unten verschieben können. Einen erheblichen Einfluß zugunsten der PCM-Ü. dürften hierbei die in Entwicklung befindlichen Vermittlungssysteme ausüben.

Genaue und umfassende Zahlenangaben über die z. Z. in öffentlichen Fernmeldenetzen eingesetzten PCM-Ü. liegen noch nicht vor; einige Angaben sind, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, in Tab. 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Übersicht über in öffentlichen Fernmeldenetzen eingesetzte bzw. geplante PCM-Übertragungssysteme (Stand: Juni 1969).

Land	Typ	PCM-Übertragungssystem
USA	T 1	rd. 21000[1])
Japan	T 1	rd. 3000[1])
Großbritannien	GPO	rd. 300[1]);
		rd. 500[2]);
		rd. 1300[3])
Frankreich	eig. Entwicklung[4])	rd. 100[2])
	CEPT	rd. 100[2])
Deutschland ...	CEPT	rd. 50[3])

[1]) PCM-Übertragungssysteme in Betrieb.
[2]) PCM-Übertragungssysteme geplant.
[3]) PCM-Übertragungssysteme geplant, Inbetriebnahme Ende 1970.
[4]) 36-Kanal-PCM-System der franz. PTT.

Die bisher betrachteten PCM-Ü. werden auch als PCM-Grundsysteme bezeichnet, da sie die kleinste Systemeinheit darstellen. Es ist möglich, mehrere dieser PCM-Grundsysteme zu PCM-Systemen höherer Ordnung zusammenzufassen (z. B. 4 PCM-Ü. des PCM-Ü. T1 zu einem 96-Kanal-PCM-Ü. ($4 \times 24 = 96$). Derartige PCM-Ü. sind bisher jedoch nur in Einzelfällen in Betrieb genommen worden und weisen erhebliche Unterschiede in ihrem Aufbau gegenüber den PCM-Grundsystemen auf. Auf ihre Beschreibung sowie auf die von in Entwicklung befindlichen PCM-Ü. hoher Kanalzahl, die auch für andere Übertragungszwecke (z. B. Fernsehübertragung) verwendet werden können, muß im Augenblick verzichtet werden.
Irmer

Pech ist der Rückstand, der nach dem Abdestillieren der flüchtigen Bestandteile von Holz- oder Steinkohlenteer zurückbleibt. Steinkohlenteer-P. dient in Lösung für den Anstrich der Züge in Kabelkanalformsteinen. Seine Eigenschaften sind in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 558 TV 1 »Deckmittel aus Steinkohlenteer-P. für Kabelkanalformsteine und Abzweigkasten« festgelegt.

Pedersen-Strahl → ionosphärische Brechung, ionosphärische → Echolotung.

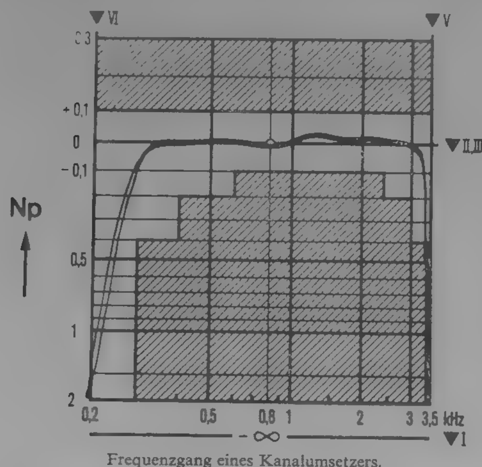
Pegel ist das in → Übertragungseinheiten, also logarithmisch ausgedrückte Verhältnis zweier Leistungen P/P_0, Spannungen $|U/U_0|$ oder Ströme $|I/I_0|$, wobei P, $|U|$, $|I|$ die Werte an der betrachteten Stelle sind und P_0, U_0, I_0 entweder die Werte an einer bestimmten, beliebig gewählten Bezugsstelle (Ort des relativen Pegels Null), z. B. dem Anfang des Übertragungssystems, oder aber feste Bezugswerte, speziell $P_0 = 1$ mW und U_0, I_0 die bei 1 mW an einem reellen Widerstand von 600 Ohm vorhandenen Werte $U_0 = 0{,}775$ V, $I_0 = 1{,}29$ mA. Im ersten Fall spricht man von dem relativen Leistungs-, Spannungs- oder Strompegel, im zweiten Fall vom absoluten Pegel. Eine Spannung 1,55 V an 600 Ohm hat einen absoluten Spannungspegel von $\ln 2 = 0{,}693$ Np oder $20 \lg 2 = 6{,}02$ dB.

Das in Übertragungseinheiten ausgedrückte Verhältnis der Leistungen, Spannungen oder Ströme an zwei beliebigen Stellen eines Übertragungssystems heißt Pegeldifferenz oder Pegelabstand, die grafische Darstellung des Pegels längs der Übertragungsstrecke Pegeldiagramm.

Pegelbildgerät. Das P. ist ein Betriebsmeßgerät, das zur Anzeige der Meßwerte eine Kathodenstrahlröhre benutzt, auf deren Bildschirm eine Meßkurve sichtbar wird, z. B. der Empfangspegel in Abhängigkeit von der Frequenz. Im P. sind ein Pegelsender und ein Pegelmesser sowie Zusatzeinrichtungen enthalten, die auch das Messen von Scheinwiderständen und Fehlerdämpfungen ermöglichen, so daß alle frequenzabhängigen Messungen an Zwei- und Vierpolen durchgeführt werden können, die sich auf Spannungsmessungen zurückführen lassen. Als Beispiel seien die wichtigsten Eigenschaften eines Pegelbildgerätes, das bei der DBP verwendet wird, beschrieben:

Der Sender ist ein Schwebungssender und gibt Frequenzen von 200 Hz bis 6000 Hz ab. Zur Frequenzänderung dient ein Umlaufkondensator, der ent-

weder von Hand auf eine beliebige Frequenz eingestellt werden kann oder mit Motorantrieb den ganzen Frequenzbereich periodisch durchläuft; dabei dauert ein Hin- oder Rücklauf ca. 2 *s*, weil die Einschwingzeit mancher Meßobjekte eine höhere Wobbelfrequenz nicht zuläßt. Der Sendepegel ist in 5 Stufen umschaltbar zwischen −2 Np und +1 Np, der Senderausgang ist erdfrei und symmetrisch, sein Innenwiderstand kann auf $R_i \approx 0\,\Omega$ oder $R_i = Z$ (600 Ω, 950 Ω) eingestellt werden.



Frequenzgang eines Kanalumsetzers.

Der Empfangsteil des P. besitzt eine pegel- und eine frequenzbewertende Einrichtung. Das empfangene Signal gelangt von der Eingangsschaltung über den Meßbereichschalter auf einen Verstärker, an dessen Ausgang ein Frequenzmesser und ein Meßgleichrichter angeschlossen sind. Die Ausgangs-Gleichspannung, die der Amplitude der Eingangsspannung proportional ist, wird an das Plattenpaar für die vertikale Strahlablenkung der Kathodenstrahlröhre geführt und dient zur Pegelanzeige. Im Frequenzmesser wird die Amplitude der verstärkten Wechselspannung begrenzt und einem Diskriminator zugeleitet. Dessen Ausgangsspannung ist der Frequenz des Eingangssignals proportional und weitgehend unabhängig von seiner Amplitude. Nach anschließender Gleichrichtung und Siebung wird sie dem Plattenpaar für die horizontale Strahlablenkung der Braunschen Röhre zugeführt und bildet die Frequenzachse. Die Bildröhre besitzt einen Schirm mit langer Nachleuchtdauer, die zur Anzeige genutzte Fläche hat die Abmessungen 50 mm × 59 mm. Die Skalen werden in Form von Rasterscheiben vor den Bildschirm geschoben. Die Empfindlichkeit des Empfängers ist in 8 Stufen umschaltbar von −4 Np bis +2 Np (bezogen auf die Nullinie), der Eingang ist erdfrei und symmetrisch, der Eingangswiderstand umschaltbar von $R_e > 25\,\mathrm{k}\Omega$ auf $R_e = Z$ (600 Ω, 950 Ω). Durch den eingebauten Diskriminator ist es möglich, das P. mit jedem beliebigen Pegelsender zusammenarbeiten zu lassen, ohne daß besondere Maßnahmen zur Herstellung des Gleichlaufes zwischen Sender und Empfänger getroffen werden müssen; dadurch werden Streckenmessungen sehr erleichtert. Der eigene Sender läßt sich dabei zum Einblenden von Frequenzmarken verwenden.

Das P. wird zum Einpegeln und Entzerren von NF-Leitungen verwendet (s. Bild), sowie zum Messen von Verstärkern, Filtern und anderen Vierpolen. Ferner wird die Fehlerdämpfung von Gabelschaltungen damit gemessen und auch der Betrag des Scheinwiderstandes von Bauelementen, Zweipolen, Eingangs- und Ausgangswiderständen von Vierpolen. Der besondere Vorteil bei Verwendung dieses Gerätes liegt darin, daß alle Änderungen am Meßobjekt, die sich auf seine elektrischen Übertragungseigenschaften im betrachteten Frequenzbereich auswirken, sofort erkannt und ausgewertet werden können.

Literatur: W. Wystrach, Zeitsparende Meßgeräte für die Übertragungstechnik. Elektrotechnik Bd. 38, 1956, Nr. 21. *Stumme*

Pegeldiagramm → Pegel.

Pegeldifferenzmesser. Zur Messung von Vierpoldämpfungen oder -frequenzgängen dient normalerweise ein aus → Pegelsender und → Pegelmesser bestehender Meßplatz. Die damit gemessenen Werte enthalten grundsätzlich die Eigenfehler der beiden Geräte (Frequenzgänge, Pegelfehler, Verstärkungsinkonstanz). Für moderne Pegelsender bzw. Pegelmesser werden Eigenfehler ≦ 2% garantiert. Bei Anwendung des Pegeldifferenzmeßverfahrens sind die Eigenfehler des Meßplatzes bis zu sehr hohen Frequenzen um etwa eine Größenordnung kleiner.

Das Prinzip der Pegeldifferenzmessung beruht auf dem Vergleich eines Meßobjektes X mit einem Normal N (Bild 1). Ein Meßsender speist über eine

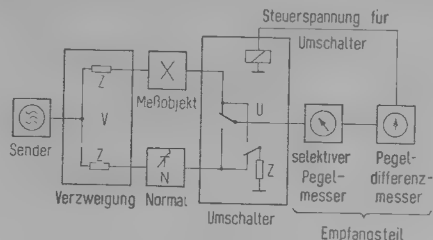


Bild 1. Pegeldifferenzmeßplatz.

Verzweigung V gleichzeitig den X-Zweig (Meßobjekt) und den N-Zweig (Normal). In Bild 1 dient eine Eichleitung als Normal; oft verwendet man an deren Stelle auch ein wie X aufgebautes Vergleichsobjekt. Durch den Umschalter U wird der Empfangsteil im Takt der Schaltfrequenz abwechselnd an den X- oder den N-Zweig gelegt. Der eine der beiden Zweige ist durch den Empfängereingang, der andere Zweig durch einen in den Umschalter eingebauten Widerstand *Z* reflexionsfrei abgeschlossen. Die am Eingang von V stehende HF-Spannung bleibt deshalb auch bei endlichem Sender-R_i trotz des Umschaltens konstant und

dient für beide Zweige als Bezugsspannung. Dies ist die Voraussetzung dafür, daß bei Betätigung von U am Empfangsteil die Differenz der Betriebsdämpfungen des X- und des N-Zweiges angezeigt wird. Da Oberwellen des Senders das Meßergebnis verfälschen können, muß entweder der Empfangsteil selektiv sein (Bild 1) oder zwischen Sender und Verzweigung ein Tiefpaß geschaltet werden.

Beispiel eines Pegeldifferenzmeßplatzes: Der Empfangsteil eines ausgeführten Pegeldifferenzmeßplatzes enthält einen selektiven Pegelmesser als Vorverstärker vor einem P., der an den ZF-Ausgang des Pegelmessers angeschlossen ist. Der Umschalter U wird durch den Taktgenerator des P. mit einer Frequenz von 10 Hz geschaltet. Der P. ist breitbandig für den Frequenzbereich von 10 kHz bis 2 MHz ausgelegt, während Umschalter und Verzweigung Z-richtig bis 200 MHz arbeiten. P., Verzweigung und Umschalter können daher mit allen Pegelmeßplätzen kombiniert werden, deren Empfänger einen Ausgang für Zwischenfrequenzen von 10 kHz bis 2 MHz aufweist.

Das vom Umschalter an den Empfangsteil abgegebene Meßsignal zeigt Bild 2.

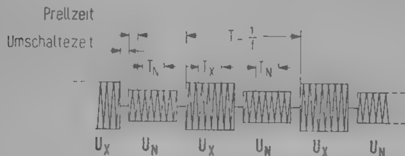


Bild 2. Meßsignal am Ausgang des Umschalters.

Der selektive Pegelmesser muß eine genügend große 3-dB-Bandbreite ($\gtrsim$ 500 Hz) bei nicht zu hohem Filtergrad ($n \leqq 4$) haben, um dieses Signal einwandfrei übertragen zu können.

Das Meßsignal gelangt nach Umsetzung seiner Frequenz und Verstärkung in den P., dessen vereinfachte Blockschaltung Bild 3 zeigt.

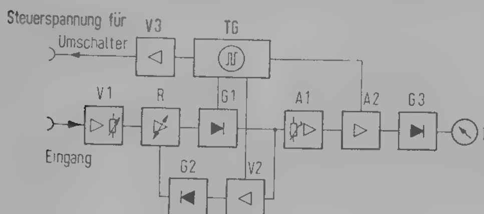


Bild 3. Blockschaltbild eines Pegeldifferenzmessers.

Der P. wertet U_X bzw. U_N, gesteuert durch seinen Taktgenerator TG, nur während der Zeiten T_X bzw. T_N aus (Bild 2), um Kontaktprellungen auszublenden. Zur Zeit T_N wird hinter dem Regelverstärker R durch Gleichrichtung eine Regelspannung gewonnen, in V 2 verstärkt und über G 2 dem Regelverstärker zugeleitet, damit dieser U_N auf eine definierte Größe bringt; der Regelbereich von U_N beträgt ca. 15 dB. U_X erfährt dieselbe Verstärkung wie U_N; am Ausgang von G 1 liegt also die Hüllkurve des Meßsignals. Diese durchläuft in der Auswertung A 1 zunächst einen Bereichsschalter (Bereich ± 1, 2, 5, 10, 20, 50 ‰) und einen Verstärker. In der Auswertung A 2 wird die Hüllkurve in der Zeit T_N auf das Potential 0 V geklemmt, während sie in der Zeit T_X verstärkt wird. Auf eine weitere Gleichrichtung (G 3) folgt die Anzeige (I).

Fehlerbetrachtung: Durch die gemeinsame Verstärkung von U_X und U_N im Pegelmesser und im Regelverstärker des P. sind Frequenzgänge und Pegelfehler des Pegelmeßplatzes eliminiert. Das rasche, durch TG gesteuerte Umschalten macht Kurzzeit-Inkonstanzen von Sender und Empfangsteil unwirksam. Wichtig ist eine gute Entkopplung von X- und N-Zweig im Umschalter ($\geqq$ 80 dB).

Durch Frequenzgänge und Reflexionsfaktoren (hauptsächlich des Normals, aber auch der Kabelverbindungen und der Widerstände Z) im X- und N-Zweig entstehende Fehler lassen sich durch sorgfältige Auswahl der Bauelemente und durch Abgleichen klein halten.

Der gesamte Eigenfehler des Meßplatzes beträgt je nach Frequenz 2 bis 10 ‰. Durch Aufnahme einer Korrekturkurve kann er noch stark reduziert werden.

Literatur: H. Knapp und A. Gerrmann, Ein neues Prüfverfahren für Verstärker und Bauteile der Nachrichtentechnik. ENT 1943, Bd. 20, H. 6, S. 137—140 — W. Spindler, Messung von Pegeldifferenzen im Frequenzbereich von 300 Hz bis 200 MHz. NTZ 1969 Heft 12, S. 716—724.

Spindler

Pegellupe. Zusatzmeßgerät zum Pegelmesser und Pegelsichtgerät mit gedehnter Pegelskala. Der Skalenbogen des Anzeigeinstrumentes umfaßt 0,1 bis 0,2 Np (1 bis 2 dB). Pegelwerte können dadurch mühelos mit hoher Auflösung abgelesen werden. Einsatz der P. vorzugsweise bei Relativmessungen, z. B. Messen linearer Verzerrungen bis herab zu 1 mNp (0,01 dB). Anschluß der P. an den Gleichstromausgang eines → Pegelmessers; damit unabhängig vom Frequenzbereich anwendbar. Die Empfindlichkeit ist meist direkt dem Strombereich des Anzeigeinstrumentes im Pegelmesser angepaßt (z. B. 40 bis 100 µA). Die P. enthält einen in seiner Verstärkung stetig fein und in Stufen grob veränderbaren Gleichstromverstärker mit Anzeigeinstrument. Die Stromversorgung erfolgt aus dem Wechselstromnetz oder einem eingebauten Sammler.

Pegelmesser. Der → Pegel dient zur Darstellung der Leistungs- oder Spannungsverhältnisse längs eines Übertragungssystems (z. B. einer Fernleitung).

P. sind Wechselspannungsmesser, deren Eingangswiderstand in der Regel groß ist gegenüber dem Wellenwiderstand der Leitung, die jedoch die zu messende Spannung nicht absolut in Volt, sondern relativ zu einer Bezugsspannung als logarithmierte Verhältnisgröße in Neper oder Dezibel anzeigen. Es ist auch gebräuchlich, die Anzeige auf eine Normalleistung zu beziehen. Beispielsweise sind in der Fern-

sprechtechnik als Bezugsgrößen (Pegel Null) festgelegt: die Leistung 1 mW und die Spannung 0,775 V. (Wert entspricht der Spannung an einem 600-Ω-Widerstand, in dem eine Leistung von 1 mW verbraucht wird.) Man unterscheidet frequenzunabhängig messende sog. Breitband-P. und auf die Meßfrequenz abgestimmte oder abstimmbare Selektiv-P. Breitband-P. enthalten einen Meßbereichschalter, einen frequenzunabhängigen Verstärker und Gleichrichter sowie ein Drehspulinstrument oder einen → Analog-Digital-Umsetzer mit Ziffernanzeige (→ Digital-P.). Sie summieren alle im Frequenzbereich des P. liegenden Eingangsspannungen. Selektive P. sind notwendig, wenn die zu messenden Pegel sehr klein sind oder wenn während des Betriebes in Frequenzlücken oder freien Kanälen des Übertragungssystems gepegelt werden soll. Man gestaltet sie meistens als → Überlagerungsempfänger mit fester Zwischenfrequenz (ZF), die der eindeutigen Messung wegen über der höchsten Meßfrequenz liegt. Die Bandbreite wird der Meßaufgabe angepaßt: 3100 Hz z. B. für Geräuschpegelmessungen, 80 Hz und weniger für Pilotpegelmessungen oder Messungen innerhalb des Sprechkanals. Weitere Eigenschaften des P. sind: geringe Rückwirkung, hohe Eigenklirrdämpfung, Spiegelwellenfreiheit u. a. m.

Im Niederfrequenz- und unteren Trägerfrequenz-Bereich (NF, TF) verwendet man aus betrieblichen Gründen oft kombinierte Breitband- und Selektiv-P. (Bild 1).

Kenndaten:

Frequenzbereich	10 kHz bis 16 MHz
Frequenzunsicherheit	± $1 \cdot 10^{-5}$ ± 300 Hz
Pegelbereich	−110 bis +10 dB
Selektivität des Pegelmessers:	
3-dB-Bandbreite (umschaltbar)	80 Hz und 3,1 kHz
Gesamt-Meßunsicherheit	± 0,2 dB

Moderne P. zeigen das Meßergebnis direkt an. Früher bezeichnete man solche Geräte als Pegelzeiger zum Unterschied von den »Pegelmessern«, mit denen man den Pegel durch Vergleich der Spannungen an der wirklichen Leitung und einer in dB oder Np geeichten Vergleichsleitung (Eichleitung) festgestellt hat, wobei die Anfänge beider Leitungen an gleiche Normalpegel-Generatoren angeschlossen waren. Das Vergleichsverfahren ist in der Regel genauer als das direkte Meßverfahren. Man verwendet es, wenn höchstmögliche Genauigkeit angestrebt wird. (→ Pegeldifferenzmesser). Zum besseren Erkennen kleiner relativer Pegeländerungen bedient man sich mitunter einer → Pegellupe. Eine häufig vorkommende Meßaufgabe ist die Aufzeichnung der Abhängigkeit des Pegels von der Frequenz. Man hat dafür spezielle zeitsparende Meßgeräte entwickelt, z. B. den Pegelschreiber, das → Pegelbildgerät, den → Meßplatz 52 und → Meßplatz 62 sowie andere vielseitig verwendbare Wobbelmeßplätze. Das Meßergebnis ist jeweils ein Pegeldiagramm (Pegel als Funktion der Frequenz). Weitere, speziell für Messungen an Tonleitungen entwickelte Meßgeräte, das → Rundfunkleitungsprüfgerät und der → Meßautomat für Tonleitungen liefern u. a. ebenfalls Pegeldiagramme.

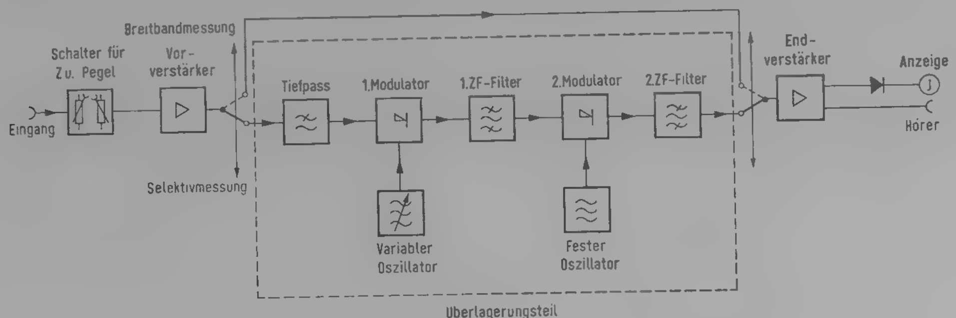


Bild 1. Grundschaltung eines kombinierten Breitband- und Selektiv-Pegelmessers.

Im oberen TF-Bereich werden die Anforderungen an die Selektivität und relative Frequenzgenauigkeit des Überlagerungsempfängers mit höherer Frequenz immer größer. Sie führten zum quarzgesteuerten Überlagerer mit → Frequenzraster und Interpolations-Oszillator und zur Abstimmautomatik, mit der sich selektive Messungen ebenso einfach wie Breitbandmessungen ausführen lassen. Mit Hilfe der Abstimmautomatik stimmt man beim Einstellen der Frequenz am → Pegelsender gleichzeitig und selbsttätig den P. auf die Meßfrequenz ab.

Bild 2 zeigt einen in dieser Technik erstellten TF-Pegelmeßplatz. Er besteht aus Pegelsender und selektivem P.

Literatur: K. Schmidtner, Kleine Pegelmeßgeräte für den NF-Bereich. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost 9 (1960), H. 1, S. 22—26 — M. Bidlingmaier, W. Ebenau und F. Feil, Meß- und Einstellverfahren bei der Entzerrung und Überwachung von Trägerfrequenzsystemen auf symmetrischen Kabelleitungen. Nachr.-techn. Z. 13 (1960), H. 1, S. 34—41 — K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik (1962) — H. Schittko und A. Manfreda, Pegelmessungen und Pegelmeßgeräte für die Fernsprechtechnik, insbesondere für Trägerfrequenzsysteme. Arch.-techn. Messen, V 3714-3 (1962) — A. Manfreda, Ein Pegelmeßplatz mit sehr hoher Frequenzgenauigkeit, Frequenzbereich 30 kHz bis 15 MHz. Frequenz 16 (1962), H. 12, S. 495—501 — H. G. Thilo,

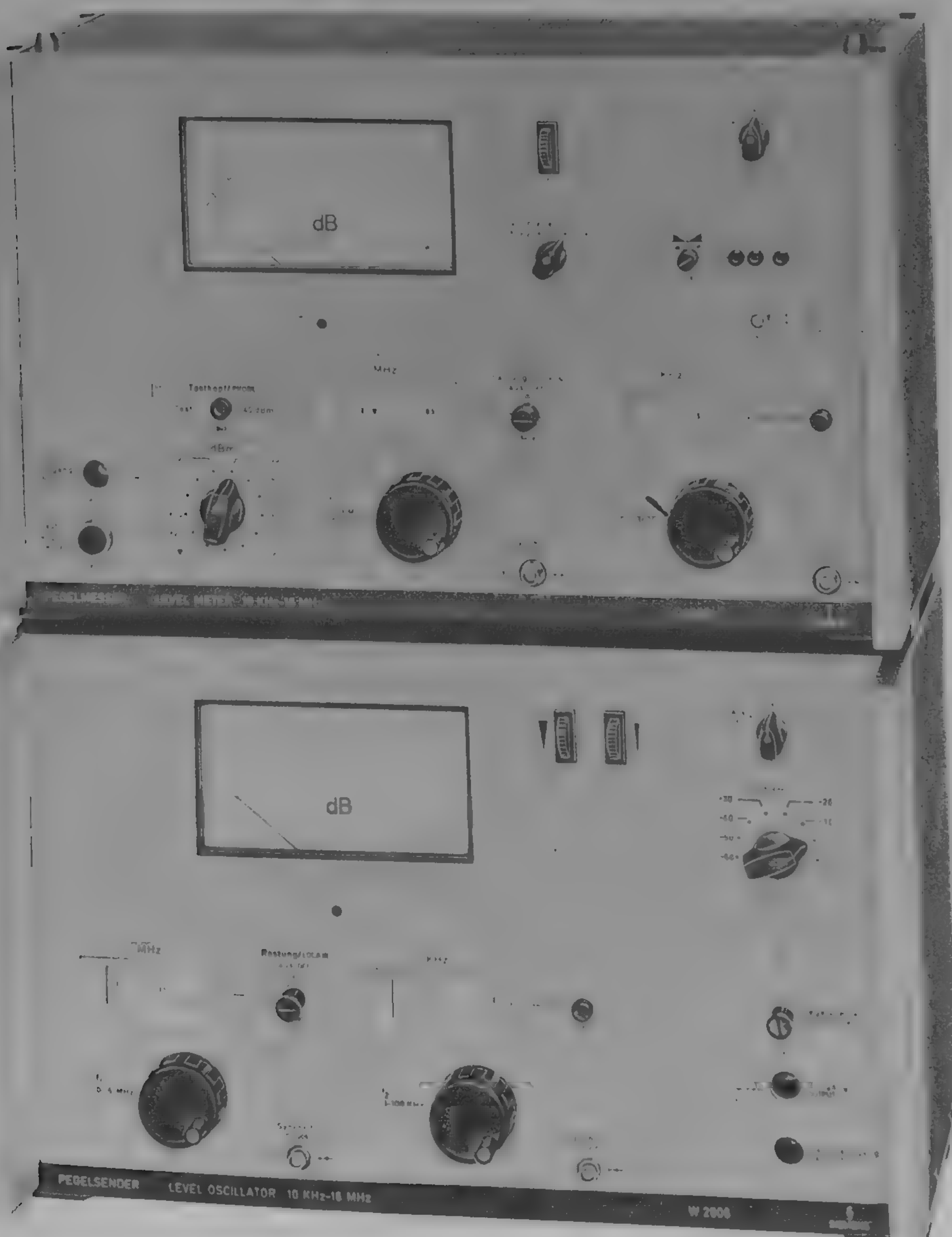


Bild 2. TF-Pegelmeßplatz mit Abstimmautomatik und Frequenzraster.

Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Nachrichten-Meßtechnik. Elektrotechn. Z. A 87 (1966), H. 5, S. 176—180 — H. Hartmann und K. Rauchenecker, Ein leichter TF-Pegelmeßplatz hoher Genauigkeit von 200 kHz bis 1,62 MHz. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost 16 (1967), S. 61 –63 — H. H. Freytag, Ein TF-Pegelmeßplatz hoher Genauigkeit für koaxiale Breitbandsysteme von 10 kHz bis 25 MHz. Nachr.-techn. Z. 20 (1967), H. 4, S. 189—193 – J. Schittko, Ein moderner Pegelmeßplatz für Trägerfrequenzsysteme im Bereich 10 kHz bis 17 MHz. Frequenz 22 (1968) H. 9, S. 259 bis 263. *Bidlingmaier*

Pegelschreiber → Meßplatz 52.

Pegelsender. Der P. ist ein → Meßsender, er enthält einen Oszillator, Verstärker, ein Meßfeld mit Eichteiler und Anzeigeinstrument. Mit seinen Eigenschaften ist er besonders für die Entwicklung und Prüfung von Übertragungssystemen und deren Bausteinen, ferner zur Betriebsüberwachung ausgelegt. Der P. gibt wählbare → Pegel ab und dient in Verbindung mit dem → Pegelmesser z. B. zur Aufnahme des Pegelverlaufs längs einer Übertragungsstrecke. Allgemeine kennzeichnende Eigenschaften sind: hohe Frequenz- und Pegelgenauigkeit, definierter Innenwiderstand mit kleinem Reflexionsfaktor, hohe Klirr- und Nebenwellendämpfung, in der Regel großer Frequenz- und Pegelbereich. In Sonderfällen feste Frequenzen und Pegel. Frequenz und Pegel müssen mit hoher Genauigkeit einstellbar sein. Auch ein innerer Widerstand $R_i \approx 0$ ist teilweise vorgesehen, in anderen Fällen kann dies durch Messen bzw. Regeln der Klemmenspannung auf konstanten Wert verwirklicht werden.

Der Sendepegel ist im Spannungspegel Np (dB) oder Leistungspegel Npm (dBm) angegeben. Siehe auch DIN 5493. Teilweise sind die P. auf Leistungs- oder Spannungspegel umschaltbar.

Der Milliwattsender oder Normalpegelsender mit dem inneren Widerstand $600\,\Omega \measuredangle 0$ gibt 1 mW $\triangleq$ 0 Npm = 0 dBm an einen Abschlußwiderstand $600\,\Omega \measuredangle 0$ ab. Mit festen oder veränderbaren Frequenzen dient er z. B. zu Pegel-, Betriebs- und Restdämpfungsmessungen.

Der TF-Pegelsender hat die einleitend genannten Eigenschaften und ist damit für Messungen an Trägerfrequenzsystemen besonders geeignet. Der Frequenzbereich ist den Bereichen der verschiedenen TF-Systeme — auch mehrere überlappend — angepaßt und wird immer weiter ausgedehnt, z. B. 10 kHz ... 25 MHz; 100 kHz ... 100 MHz. Der große Frequenzbereich wird nach dem Überlagerungsprinzip des Schwebungssenders (→ Meßsender) erzeugt, wobei sehr hohe Frequenzgenauigkeit des veränderbaren Oszillators durch Rasten auf ein Quarzraster (→ Frequenzraster) und Überlappung durch einen Interpolationsoszillator erreicht wird. Dabei wird auch der feste Oszillator auf eine Frequenzlinie des gleichen Frequenzrasters synchronisiert. Die Überlappung kann auch in Rastschritten erfolgen, wobei z. B. diese $^1/_{100}$ der Schritte vom Oszillator des größeren Bereichs sind. Das führt zu einem P. mit feiner Stufung bei hoher Genauigkeit. Für die Fernsteuerung der Frequenzeinstellung des P. in Meßautomaten ist eine Unterteilung des veränderbaren Oszillators in viele dekadische Stufen besonders geeignet. Hierbei werden auch die kleinsten Frequenzschritte von der gleichen Quarzfrequenz abgeleitet, und so entsteht ein P. mit dekadischer Frequenzeinstellung mit großem Frequenzbereich, hoher Genauigkeit und feiner Auflösung.

Wird der veränderbare Oszillator zusätzlich als Steueroszillator beim Pegelmesser verwendet, so führt das zum selektiven Pegelmesser mit → Abstimmautomatik. Geht man dazu über, die Frequenz des veränderbaren Oszillators mit einem Varaktor z. B. über eine sägezahnförmige Spannung periodisch zu ändern, so erhält man einen Wobbelsender. Beim Digital-P. kann auf diese gleiche Weise der Frequenzbereich jeder Dekade durchfahren werden und → Wobbeln ist bei hoher Konstanz der Mittenfrequenz im gesamten Frequenzbereich in schmalen und breiten Bändern möglich. Die hohe Konstanz freischwingender, veränderbarer Oszillatoren gestattet bei Anwendung eines Frequenzzählers ebenfalls genaue Frequenzeinstellung. Auch die Kombination von Rastung in großen Schritten und Frequenzzählung wird angewendet. Der gewobbelte P. wird im → Dämpfungswobbelmeßplatz eingesetzt.

Literatur: A. Wirk und H. G. Thilo, Niederfrequenz- und Mittelfrequenztechnik. Hirzel-Verlag — K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik — A. Manfreda, Ein Pegelmeßplatz mit sehr hoher Frequenzgenauigkeit, Frequenzbereich 30 kHz bis 15 MHz. Frequenz 16 (1962), S. 495—501 — H. H. Freytag, Ein TF-Meßplatz hoher Genauigkeit 10 kHz bis 25 MHz. Nachr.-techn. Z. 20 (1967), S. 189—193 — G. Schömezler und H. Zwilling, Digital-Pegelsender 200 Hz bis 2 MHz, ein quarzgerasteter Pegel- und Wobbelsender mit programmierbarer, dekadischer Frequenzeinstellung. Frequenz 21 (1967), H. 4, S. 124—130 — M. Ebisch und A. Manfreda. Ein Pegel-Meßplatz für den Frequenzbereich 0,1—100 MHz. Siemens-Z. 43. Jg. Okt. 69, H. 10, S. 775—778.

Kühnemann

Pegel- und Kennzeichensender. Prüfhilfe, die zur Erleichterung der Leitungsprüfung und als automatischer Fernsprechteilnehmer dient. Während die in Endvermittlungsstellen eingebauten automatischen Teilnehmer über Leitungswähler angesteuert werden müssen, werden P. an Betriebsgruppenwähler angeschaltet. Sie sind in Knotenvermittlungsstellen durch Wahl der Ortsnetzkennzahl + 08 erreichbar. Nach Ansteuerung bzw. Empfang bestimmter Steuerkennziffern werden 800 Hz Dauertöne mit festgelegten Pegeln und die angeforderten Schaltkennzeichen zurückgesandt und damit Restdämpfungsprüfungen an unverstärkten Zweidrahtleitungen und Prüfungen der Wählübertragungen ermöglicht. Außerdem wird der P. als Prüfhilfe für Prüfungen an Zählimpulsgebern, Gabelübertragungen und als Gegenstelle für die Probeverbindungseinrichtung benutzt. P. werden in normalen Gestellrahmen untergebracht und auf einer 27teiligen Relaisschiene aufgebaut.

Pegelzeiger → Pegelmesser.

PE-Hart-ND-Rohre → Kabelkanal unter 5.

Peilfunknetz Nordsee. Das P. N. umfaßt die Peilfunkstellen Norddeich Gonio, Elbe-Weser Gonio und St. Peter-Ording Gonio. Es liefert Schiffen, die mit Mittelwellen- oder Grenzwellen-Seefunkstellen ausgerüstet sind, auf Anfordern und in Seenotfällen rechtweisende Peilungen (→ Funkpeilung) oder Standortangaben nach Breite und Länge. Für den Funkverkehr des P. N. mit den Seefunkstellen ist die Küstenfunkstelle Norddeich Radio zuständig.

Peilung → Funkpeilung.

Peilverfahren → Funkortung.

Peircefunktion (NAND-Funktion) → Funktionen der Schaltalgebra.

Peitschenantenne → Rundstrahler.

Peltier-Effekt. Wird durch die Verbindungsstelle zweier metallischer Leiter oder Halbleiter ein elektrischer Strom geschickt, so tritt neben der Stromwärme je nach Stromrichtung eine zusätzliche Erwärmung oder Abkühlung auf (Umkehrung zur → Thermokraft). Die Wärmeleistung ist proportional zur Stromstärke und zum Peltier-Effekt. Anwendung finden Peltier-Kühlelemente aus Halbleiterwerkstoffen (Wismutantimontellurid und Wismutselentellurid). Die beiden Schenkel bestehen dabei aus p-leitendem und n-leitendem Material (→ Bändermodell des Halbleiters), die mit Kupferbrücken verbunden sind.

Pendel → Dynamik.

Pendelrückkopplung. Rückkopplungsschaltung, bei der zur Empfindlichkeitssteigerung der Empfangskreis periodisch ge- und entdämpft wird.

Pendeltelegraf → Tastenschnelltelegraf.

Pentode → Mehrgitterröhre.

Perchloräthylen, Tetrachloräthylen, $CCl_2 = CCl_2$, Molekulargewicht 165,8, ϱ 1,624, Kp. 121° C, n_D 1,505. P. ist eine farblose, süßlich riechende, nicht brennbare Flüssigkeit, die wegen ihres guten Lösungsvermögens für Fette und Öle u. a. als Reinigungsmittel für Wähler verwendet wird. Die Eigenschaften und Anforderungen sind festgelegt in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 556 4 TV 1 »Reinigungsmittel«. Die Dämpfe sind berauschend und wirken giftig.

Perigäum → Satellitenbahn.

Periode → Schwingung.

Periskopantenne → Spiegelantennen.

Perlon. Synth. Polyamidfaser auf Caprolactambasis; farblos; Reißfestigkeit, Knickbruchfestigkeit und Scheuerfestigkeit besser als bei Baumwolle und bei Schafwolle; leichter als Naturseide, hochelastisch, strapazierfähig, mottensicher, fäulnisbeständig, laugenfest, gegen Säuren empfindlich, gegen Essig- und Milchsäure unempfindlicher, schweißbeständig, erträgt Benzin, Benzol, Aceton, CCl_4, Alkohole, Äther, wird dagegen von Phenol, Kresol, Resorcin, Lysol, Chloralhydrat, Trichloräthylen und Benzylalkohol angegriffen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Permalloy, Legierung von etwa 80 % Nickel, Rest Eisen, auch Zusätze von etwa 2 % bis 4 % Molybdän. Hohe Permeabilität, geringe Hysterese- und Wirbelstromverluste. Verwendung früher als Ringkerne für → Pupinspulen, jetzt noch für Kerne von Relais, Übertragern, Filtern und Speichern und für Abschirmungen und Magnetverstärker. In Drahtform wurde P. früher auch als Umwicklung der Kabelleitungen für Krarupkabel zur Herabsetzung der Leitungsdämpfung verwendet. P. ermöglicht wegen der hohen Induktion bei geringen magnetischen Feldstärken geringe Kernabmessungen und damit eine wesentliche Verkleinerung von Bauteilen.

Literatur: Hütte IV B (unter weichmagnetische Werkstoffe), 28. Aufl. Verlag W. Ernst und Sohn, Berlin und München — V. E. Logg and F. B. Giron, Compressed Powdered Molybdenum Permalloy for High Quality Inductance Coils, The Bell System Technical Journal Vol. 19 (1940) S. 395—406.

Permeabilität → Hystereseschleife, → magnetische Feldgrößen.

Perminvar ist eine Legierung von ca. 45 % Ni, 25 % Co, 7,5 % Mo und 22,5 % Fe. Bei entsprechender Glühbehandlung zeigen diese Legierungen eine gleichbleibende Permeabilität, die bis zu einer Feldstärke von 3 Oersted konstant gehalten werden kann. In dem gleichen Gebiet sind die Hystereseverluste unmerkbar klein. Für größere Felder erhält man eigentümliche Hysteresekurven, die in der Nähe des Nullpunktes eingeschnürt sind. Induktionsspulen mit Kern aus P. sind nur etwa 1/3 so groß wie Spulen mit reinem Eisenkern. Verwendung z. B. für Übertragerkerne.

Personalbemessung. Mit Hilfe der P., die ein Teilbereich der → Personalwirtschaft ist, wird der für die sachgerechte Dienstabwicklung erforderliche Personalpostenbedarf (→ Personalwirtschaft) ermittelt. Die hierzu 1937 erlassenen »Richtlinien für die Bemessung von Leistungen bei der Deutschen Bundespost (Bemessungsrichtlinien)« sind für den Bereich des Fernmeldewesens 1962 durch die Herausgabe von »Ergänzenden Richtlinien für die Personalbemessung bei den Fernmeldeämtern« (ErgBemRichtl F) neu gestaltet und verfeinert worden. Die Bemessungsunterlagen für die einzelnen Bemessungsbereiche werden als besondere Anhänge zu den ErgBemRichtl F herausgegeben. Dabei kommen im wesentlichen Richtzahlen zur Anwendung.

Näheres über die P. bei der DBP siehe im Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1970, unter Personalbemessung.

Personalfürsorge. Die P. bei der DBP, oft unter dem Begriff »Sozialwesen der DBP« zusammengefaßt, ist begründet in der Fürsorgepflicht der Verwaltung gegenüber ihren Angehörigen. Der P. dienen alle Einrichtungen und Maßnahmen, die dem Personal bei Vorliegen besonderer, oft unverschuldeter Umstände helfen sollen. Sie kann auf Gesetzen und Verordnungen (z. B. gesetzliche Rentenversicherung), aber auch auf Richtlinien der zuständigen Bundesbehörden (z. B. Richtlinien für die Gewährung von Vorschüssen in besonderen Fällen) oder auf Entscheidungen der DBP für ihren Bereich (z. B. Er-

holungsfürsorge) beruhen. Wesentlicher Teil der P. ist die gesetzliche Sozialversicherung. Sie umfaßt die Kranken-, Unfall-, Renten- und Arbeitslosenversicherung für Arbeiter und — mit Einschränkungen — für Angestellte. Darüber hinaus gibt es weitere Versicherungseinrichtungen, wirtschaftliche Fürsorge, Gesundheitsfürsorge und andere Maßnahmen. Für die zentrale Bearbeitung aller überbezirklich zu regelnden sozialen Angelegenheiten wurde am 1. 8. 1953 das Sozialamt der DBP (SAP) in Stuttgart eingerichtet. Es ist eine zentrale Mittelbehörde, die auch die Oberpostdirektionen bei der Durchführung ihrer sozialen Aufgaben beraten soll.

Dem SAP sind angegliedert:

die Bundespostbetriebskrankenkasse (Teil der gesetzlichen Sozialversicherung), die den Arbeitern und den versicherungspflichtigen Angestellten sowie den Familienangehörigen dieser Gruppe Krankenhilfe (Krankenpflege, Krankengeld, Krankenhauspflege mit Hausgeld), Wochenhilfe (Hebammenhilfe, Entbindungskostenbeitrag, Wochengeld, Stillgeld, Wöchnerinnenheimpflege), Sterbegeld und Familienhilfe (Krankenpflege, Wochenhilfe, Sterbegeld) gewährt,

die Bundespost-Ausführungsbehörde für Unfallversicherung, AfU (Teil der gesetzlichen Sozialversicherung), die die versicherten Arbeiter und Angestellten und deren Familienangehörige gegen die Folgen von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten sichern und für schnelle und wirksame Heilung sorgen soll,

die Postbeamtenkrankenkasse, in der auf freiwilliger Basis Beamte, die nicht krankenversicherungspflichtigen Angestellten und die Postjungboten sowie Angehörige dieser Gruppen Mitglied werden können. Leistungen im Falle von Krankheit, Entbindung oder Tod werden nach den Leistungsordnungen A und B gewährt,

die Versorgungsanstalt der DBP (VAP), die als Zusatzversicherung dem nichtbeamteten Personal und den Hinterbliebenen dieses Personenkreises eine bessere Versorgung schafft, und zwar als Zuschuß zu den gesetzlichen Renten und als Sterbegeld im Todesfall,

der Postwaisenhort, eine Stiftung zur Unterstützung von bedürftigen Waisen verstorbener Postangehöriger. Die Mittel hierfür werden nur durch freiwillige Spenden aufgebracht,

die Postkleiderkasse. Sie erfaßt den Personenkreis, der zum Tragen von Dienstkleidung verpflichtet ist, und ermöglicht ihm eine verbilligte Anschaffung dieser Kleidung durch Zuschüsse der DBP.

Außerdem nimmt das SAP u. a. Aufgaben der Geschäftsstellen von zwei Studienstiftungen wahr, der Heinrich-von-Stephan-Stiftung, die aufgrund ihrer Verfassung Söhnen und Töchtern aktiver und ehemaliger Angehöriger der DBP Studienbeihilfen gewährt, wenn sie an einer Technischen Hochschule studieren, sowie der Dr.-Karl-Sautter-Stiftung für entsprechende Studenten und Studentinnen an einer Universität.

Weitere Versicherungseinrichtungen in der P. sind als Selbsthilfeeinrichtungen des Postpersonals: Vereinigte Postversicherung Berlin-Stuttgart, V.V.a.G. in Stuttgart; Kölner Postversicherung, Versicherungsverein für Postangehörige a. G. in Köln; Bayerische Postversicherung, V.V.a.G. in Nürnberg. Diese Versicherungen, die keine Unternehmungen der DBP sind, bieten zu günstigen Beiträgen Lebens- und Sterbe- sowie Unfallzusatzversicherungen, teilweise auch Kinder-Versorgungs-, Aussteuer- und Rentenzusatzversicherungen. Weitere wirtschaftliche Fürsorgemaßnahmen sind:

Beihilfen, die Beamten und Versorgungsempfängern nach den »Allgemeinen Verwaltungsvorschriften über die Gewährung von Beihilfen in Krankheits-, Geburts- und Todesfällen« (Beihilfevorschriften — BhV) gewährt werden. Die BhV vom 17. 3. 1959 gelten in der Fassung vom 28. 10. 1965, GMBl., S. 383 (mit Änderungsvorschriften vom 28. 2. 1967, GMBl., S. 123). Sie werden aufgrund von Tarifverträgen mit geringen Abweichungen auch auf Angestellte und Arbeiter der DBP angewendet,

Unterstützungen, die aktive und ehemalige Angehörige der DBP und ihre Hinterbliebenen nach den Unterstützungsgrundsätzen (des Reichs vom 27. 2. 1943, des Bundesministers des Innern vom 19. 7. 1962, GMBl., S. 309) erhalten können, wenn sie würdig und bedürftig sind,

Unverzinsliche Vorschüsse nach den Richtlinien für die Gewährung von Vorschüssen in besonderen Fällen (VR), veröffentlicht im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 41/1957 vom 16. 4. 1957. Sie werden aktiven Beamten, Angestellten und Arbeitern der DBP gewährt, die durch besondere Umstände (z. B. Wohnungswechsel, eigene Heirat, Aussteuer der Kinder) unabwendbare, aus den laufenden Bezügen nicht zu bestreitende Ausgaben haben.

Der wirtschaftlichen Fürsorge dienen außerdem:

die Postunterstützungskasse (PUK), der Erlöse aus Fundsachen in Diensträumen und versteigerten unanbringlichen Postsendungen sowie Geldstrafen für Postgebührenhinterziehung zufließen. Zuwendungen können bedürftige Personen erhalten, denen nach den Unterstützungsgrundsätzen nicht geholfen werden kann (z. B. ehemalige Angehörige der DBP und deren Hinterbliebene),

die Post-Spar- und Darlehnsvereine, die als Selbsthilfeeinrichtung des Postpersonals günstige Möglichkeiten bieten, Ersparnisse anzulegen und Darlehen aufzunehmen.

Wesentliche Einrichtungen und Maßnahmen im Rahmen der Gesundheitsfürsorge sind:

Wohnungsfürsorge (der Bau von Wohnungen wird gefördert, außerdem werden in bestimmten Fällen Entschädigungen für das Freimachen von Wohnungen gezahlt bzw. Abfindungsdarlehen oder -beträge gewährt),

Wohnheime (für auswärtige Bedienstete, für Postjungboten und Lehrlinge bei günstigen Bedingungen), Kantinen (die posteigen oder von Pächtern betrieben werden, mit Unterstützung der DBP), Gewährung von Erfrischungen (unentgeltlich an bestimmte Personengruppen in besonderen Fällen, z. B. im Bahnpostdienst, bei großer Hitze oder Kälte, zu Weihnachten und Neujahr), Erholungsfürsorge (Posterholungsheime und Plätze in anderen Heimen zu angemessenen Bedingungen, Zuschüsse für aktive Postangehörige), Kinderfürsorge (Verschickung erholungsbedürftiger Kinder in Kinderheime auf Kosten der DBP), Tbc-Hilfe (für Beamte, Versorgungsempfänger, nicht versicherungspflichtige Angestellte und unterhaltsberechtigte Angehörige dieser Gruppen nach dem Bundessozialhilfegesetz; für versicherungspflichtige Angestellte und Arbeiter einschl. anspruchsberechtigter Angehöriger nur Hilfe zum Lebensunterhalt und Sonderleistungen, da im übrigen die Rentenversicherungsträger zuständig sind), Postsport (Dienstsport für jugendliche Dienstanfänger, Förderung der Postsportvereine).

Zu den übrigen Maßnahmen auf dem Gebiet der P. gehören das Beschaffen, Instandhalten und Reinigen von Schutzkleidung auf Kosten der DBP, die finanzielle Förderung der Postgesangvereine, -kapellen und Kleingartenbau- sowie Kleintierzuchtvereine.

Für die direkte und persönliche soziale Betreuung des Personals einschl. der Versorgungsempfänger und der Familienangehörigen sind bei den Ämtern Sozialbetreuerinnen (ursprüngliche Bezeichnung Fürsorgebeamtin, später Amtsfürsorgerin) eingesetzt. Sie sollen bei sozialen oder wirtschaftlichen Schwierigkeiten helfend tätig werden und bei fürsorgerischen Maßnahmen (z. B. Wohnungsvergabe, Erholungsfürsorge) beteiligt werden. Bei Ämtern mit überwiegend männlichem Personal kann diese Tätigkeit von einem Sozialbetreuer ausgeübt werden. Für alle grundsätzlichen Fragen in einem OPD-Bezirk ist die Bezirkssozialbetreuerin zuständig. *Redlin*

Personalhaushalt. Der P. befaßt sich mit den Personalausgaben (→Personalwirtschaft). Ihm kommt wegen der großen Höhe der Personalausgaben eine besondere Bedeutung zu. 1967 entfielen bei der DBP insgesamt 6422 Mio DM, d. s. etwa 55 v. H. der gesamten Kosten, auf Personalausgaben. Im Fernmeldewesen der DBP, das betriebswirtschaftlich als kapitalintensiver Dienstbereich zu bezeichnen ist, betrugen 1967 die Personalsausgaben 2193 Mio DM, d. s. nahezu 40 v. H. der Gesamtkosten im Fernmeldewesen.

Näheres über den P. der DBP siehe im Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1970, unter »Personalhaushalt«.

Personalrat → Personalvertretungsgesetz.

Personalvertretungsgesetz. Mit dem P. vom 5. 8. 1955, BGBl. I, S. 477 (vorhergehende Regelungen → Personalvertretungsrecht), wurde für die Verwaltungen des Bundes und der bundesunmittelbaren Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts sowie für die Gerichte des Bundes geltendes → Personalvertretungsrecht geschaffen, das für Beamte, Angestellte und Arbeiter einschl. der Beschäftigten gilt, die sich in der Berufsausbildung befinden. Darüber hinaus enthält das P. Rahmenvorschriften für das Personal des öffentlichen Dienstes in Ländern, Gemeinden und sonstigen nicht bundesunmittelbaren Körperschaften. Nach dem P. gilt als Personalvertretung im Bereich der DBP der Personalrat. Die Bezeichnungen Betriebsrat, Beamtenausschuß usw. werden nicht mehr angewendet. Das Gesetz regelt die Wahl (in Verbindung mit der Wahlordnung zum Personalvertretungsgesetz vom 4. 11. 1955, BGBl. I, S. 709) und die Zusammensetzung des Personalrates, seine Amtszeit und die Geschäftsführung. Es enthält Bestimmungen über die Personalversammlung, die Stufenvertretungen und den Gesamtpersonalrat sowie ihre Zusammenarbeit, über die Zuständigkeit für gerichtliche Entscheidungen, außerdem Straf- und ergänzende Vorschriften (z. B. Sonderregelungen). Ein wesentlicher Teil des P. (fünftes Kapitel) behandelt die Beteiligung des Personalrats, und zwar im Abschnitt I: Allgemeines (u. a. Vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Dienststelle und Personalrat, Aufgaben des Personalrates)

Abschnitt II: Formen und Durchführung der Mitwirkung und Mitbestimmung (In Angelegenheiten, die der Mitwirkung nach diesem Gesetz unterliegen, kann der Personalrat einer nachgeordneten Dienststelle die Entscheidung der nächsthöheren Dienststelle beantragen, die sie nach Verhandlung mit der entsprechenden Stufenvertretung treffen soll. Maßnahmen, die der Mitbestimmung des Personalrates unterliegen, können nur mit seiner Zustimmung getroffen werden. Scheitern Einigungsversuche — auch bei den übergeordneten Dienststellen mit Stufenvertretungen —, so wird bei der obersten Dienstbehörde eine Einigungsstelle gebildet, die durch Beschluß mit Stimmenmehrheit entscheidet)

Abschnitt III: Beteiligung an sozialen Angelegenheiten (Mitwirkung z. B. bei Gewährung von Unterstützungen, Zuweisung von Wohnungen, Unfallverhütungsmaßnahmen, Fragen der Fortbildung; Mitbestimmung z. B. über Beginn und Ende der täglichen Arbeitszeit und der Pausen, Aufstellung des Urlaubsplanes)

Abschnitt IV: Beteiligung an Personalangelegenheiten (Mitwirkung bei Beamten u. a. bei Einstellung, Anstellung, Beförderung, Versetzung; bei Angestellten und Arbeitern u. a. bei Einstellung, Abordnung, Kündigung; Mitbestimmung bei Angestellten und Arbeitern bei Höhergruppierung, Rückgruppierung und Versetzung unter bestimmten Voraussetzungen). *Redlin*

Personalvertretungsrecht. Die Entwicklung des P. begann vor dem ersten Weltkrieg mit den Bemühungen der Beamtenorganisationen zur Einrichtung von Beamtenvertretungen bei den öffentlichen Verwaltungen.

Durch Erlaß vom 6. 12. 1918 wurde erstmals im Bereich der damaligen Deutschen Reichspost die Einrichtung von Beamten- und Arbeiterausschüssen geregelt. Die weitere Entwicklung (z. B. durch das Betriebsrätegesetz vom 4. 2. 1920) führte zu dreistufigen Beamtenausschüssen und Betriebsräten für Angestellte und Arbeiter. Sie wurde jedoch unterbrochen durch das Gesetz zur Ordnung der Arbeit in öffentlichen Verwaltungen und Betrieben vom 23. 3. 1934, durch das die Beamtenvertretungen aufgelöst und das Betriebsrätegesetz aufgehoben wurden. Durch die Verordnung des Reichspostministers vom 9. 4. 1934 wurden Vertrauensmänner auf örtlicher Ebene bestellt, die Vertretungen bei den Bezirksbehörden und bei der Zentralbehörde hatten. Nach dem Zusammenbruch bildeten sich aufgrund der Initiative der Berufsverbände gemeinschaftliche Ausschüsse für Beamte, Angestellte und Arbeiter. Im Kontrollratsgesetz Nr. 22 vom 10. 4. 1946 wurde diese gemeinsame Vertretung verankert. Neben den nach diesem Gesetz zu wählenden örtlichen Betriebsräten wurden aufgrund einer Vereinbarung zwischen der damaligen Hauptverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen und der Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Postgewerkschaften vom 22. 6. 1949 Bezirksbetriebsräte und ein Zentralbetriebsrat eingerichtet.

Nachdem im für die freie Wirtschaft geltenden Betriebsverfassungsgesetz vom 11. 10. 1952 und im → Bundesbeamtengesetz vom 14. 7. 1953 besondere Regelungen für den Bereich des öffentlichen Dienstes vorgesehen waren, trat am 6. 9. 1955 das → Personalvertretungsgesetz vom 5. 8. 1955 (BGBl. I, S. 477) in Kraft, das für die Angehörigen der DBP im wesentlichen als das geltende P. anzusehen ist und durch die Wahlordnung zum Personalvertretungsgesetz vom 4. 11. 1955 (BGBl. I, S. 709) ergänzt wurde. *Redlin*

Personalwirtschaft hat den Zweck das Personal wirtschaftlich zu verwenden, d. h.

a) es sind nicht mehr Kräfte zu beschäftigen, als zur ordnungsgemäßen Wahrnehmung der gestellten Aufgaben notwendig sind, und

b) den einzelnen Dienstkräften sind keine Arbeiten zu übertragen, die auch von Kräften mit Anspruch auf eine geringere Bezahlung zufriedenstellend ausgeführt werden können.

Zur P. im engeren Sinne gehören die → Personalbemessung, die → Dienstpostenbewertung, die Personalbuchführung.

Im weiteren Sinne gehört zur P. auch der → Personalhaushalt, der sich mit den personellen Ausgaben befaßt. Im Bereich der DBP gibt es einheitliche personalwirtschaftliche Grundbegriffe. Es wird zwischen dem Personalbedarf (= Personal-Soll) und dem Personalbestand (= Personal-Ist) unterschieden. Der Personalbedarf umfaßt die mit Hilfe der Personalbemessung ermittelten Personalposten sowie die erforderliche Zahl an Kräften im Fernmeldebau auf Arbeiterposten, an Posthaltern, Hilfsposthaltern und Bauleitungskräften (für den Hochbau). Der Personalbestand umfaßt alle Kräfte (= Dienstkräfte), die in einem Dienst- oder Arbeitsverhältnis zur DBP stehen oder anderweitig an sie gebunden sind; er setzt sich aus Arbeits- und Nachwuchskräften zusammen.

Verzeichnis der personalwirtschaftlichen Grundbegriffe

Bezeichnung	Erläuterung
A. Begriffe des Personalbedarfs	
Personalposten (Persp)	Begriff für die in der Wochenarbeitszeit (WAZ) einer vollbeschäftigten Arbeitskraft zu bewältigende Arbeitsmenge und die infolge eines Personalausfalls zur Bewältigung dieser Arbeitsmenge anfallende Vertreterleistung. Durch die Zahl der Persp wird die Zahl der Arbeitskräfte bestimmt, die zur ordnungsgemäßen Dienstabwicklung beschäftigt werden muß.
Arbeitsposten (Ap)	Begriff für die in der WAZ einer vollbeschäftigten Arbeitskraft zu bewältigende Arbeitsmenge. Durch die Zahl der Ap wird die Zahl der Arbeitskräfte bestimmt, die zur Erledigung dieser Arbeitsmenge eingesetzt werden muß.
Vertreterposten (Vp)	Begriff für die infolge eines Personalausfalls (Urlaub, Krankheit usw.) zur Bewältigung der Arbeitsmenge im Sinne der Ap anfallende Vertreterleistung. Durch die Zahl der Vp wird die Zahl der Arbeitskräfte bestimmt, die über die zur Erledigung der Arbeitsmenge einzusetzende Kräftezahl hinaus benötigt wird.
Dienstposten (Dp)	Begriff für die Arbeitsmenge, zu deren Erledigung ständig eine vollbeschäftigte Arbeitskraft eingesetzt werden muß.
Teil-Dienstposten (TeDp)	Begriff für die Arbeitsmenge, zu deren Erledigung ständig eine nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft eingesetzt werden muß.
Aushilfsposten (Ahp)	Begriff für die Arbeitsmenge, zu deren Erledigung vorübergehend eine vollbeschäftigte Arbeitskraft eingesetzt werden muß.
Teil-Aushilfsposten (TeAhp)	Begriff für die Arbeitsmenge, zu deren Erledigung vorübergehend eine nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft eingesetzt werden muß.
Tages-Aushilfsposten (TaAhp)	Begriff für die Arbeitsmenge, zu deren Erledigung an einzelnen Tagen eine vollbeschäftigte Arbeitskraft eingesetzt werden muß.
Dauervertreterposten (DVp)	Begriff für die Vertreterleistung, durch die ständig eine vollbeschäftigte Arbeitskraft benötigt wird.
Anderer Vertreterposten (aVp)	Begriff für die Vertreterleistung, durch die über die mit DVp abgedeckte Vertreterleistung hinaus im Jahresdurchschnitt eine vollbeschäftigte Arbeitskraft benötigt wird.
Teil-Vertreterposten (TeVp)	Begriff für die Vertreterleistung, durch die im Jahresdurchschnitt eine nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft benötigt wird.

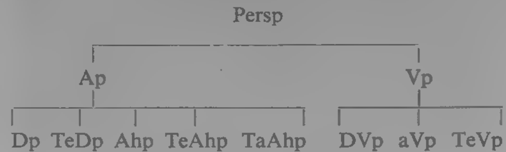
Bezeichnung	Erläuterung
B. Begriffe des Personalbestands	
Arbeitskräfte auf Personalposten (AKr)	Alle bei der DBP beschäftigten Arbeitskräfte, die auf Ap eingesetzt bzw. für die Vp nachgewiesen werden.
Vollbeschäftigte Arbeitskräfte auf Persp (vAKr)	Alle Arbeitskräfte auf Persp, die im Sinne der WAZ als vollbeschäftigt gelten.
Nichtvollbeschäftigte Arbeitskräfte auf Persp (nvAKr)	Alle Arbeitskräfte auf Persp, die im Sinne der WAZ als nichtvollbeschäftigt gelten.
Dienstposten-Inhaber (DpInh)	Vollbeschäftigte Arbeitskraft, die auf einem Dp eingesetzt wird.
Aushilfe (Ah)	Vollbeschäftigte Arbeitskraft, die auf einem Ahp eingesetzt wird.
Tagesaushilfe (TaAh)	Vollbeschäftigte Arbeitskraft, die auf einem TaAhp eingesetzt wird.
Dauervertreter (DV)	Vollbeschäftigte Arbeitskraft, für die ein DVp nachgewiesen wird.
Anderer Vertreter (aV)	Vollbeschäftigte Arbeitskraft, für die im Jahresdurchschnitt ein aVp nachgewiesen wird.
Teil-Dienstposten-Inhaber (TeDpInh)	Nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft, die auf einem TeDp eingesetzt wird.
Teil-Aushilfe (TeAh)	Nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft, die auf einem TeAhp eingesetzt wird.
Teil-Vertreter (TeV)	Nichtvollbeschäftigte Arbeitskraft, für die im Jahresdurchschnitt ein TeVp nachgewiesen wird.

C. Begriffe des Personalbestands über den engeren Bereich der Personalwirtschaft hinaus

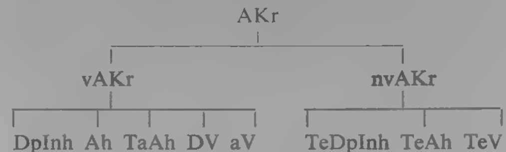
Arbeitskräfte	Alle Kräfte, die für den Arbeitsablauf bei der DBP beschäftigt werden. Dazu gehören a) Arbeitskräfte auf Persp (AKr), b) Kräfte im Fernmeldebau auf Arbeiterposten (AKrFB), c) Posthalter und Hilfsposthalter (PH, HPH), d) Bauleitungskräfte (BltgKr).
Nachwuchskräfte	Alle Kräfte, die für eine spätere Verwendung als Arbeitskräfte bei der DBP ausgebildet, angelernt oder für einen längeren Zeitraum in neue Aufgaben eingeführt werden. Hierzu gehören a) Dienstanfänger (DAnf) (= Beamte im Vorbereitungsdienst, Postjungboten, Postschüler, Postaspiranten), b) Geförderte Studierende (einschl. Aspiranten) an Ing.-Schulen oder Ing.-Akademien (F-, M-, H-Stud. bzw. F-, M-, HAsp), c) Geförderte Studierende an Technischen Hochschulen oder Technischen Universitäten (Stud. an TH — Ft, Pt, Ht), d) Praktikanten (ohne Ingenieur- und Hochschulpraktikanten) (F-, MPrakt), e) Lehrlinge (F-, K-, ELehrl), f) Beamte in der Einführung (BeaE), g) Anlernkräfte (AnlKr).

Gliederung
der personalwirtschaftlichen Grundbegriffe

A. Begriffe des Personalbedarfs



B. Begriffe des Personalbestands



Näheres über Zweck und Bedeutung der P. sowie über gesetzliche Bestimmungen, Verwaltungsvorschriften und Voraussetzungen für die P. siehe Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1970, unter Personalwirtschaft. *R. Tietz*

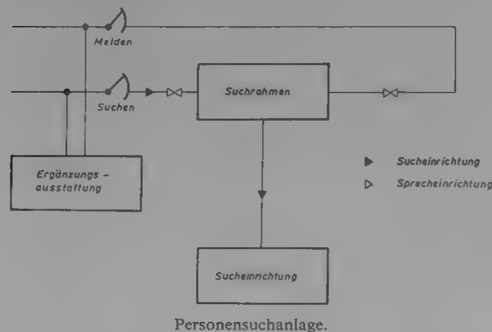
Personensuchanlagen. In Betrieben, die sich über weit ausgedehnte Gebäudekomplexe erstrecken, wie Krankenhäuser oder industrielle Fertigungsstätten ist es oft erforderlich, verantwortliche Personen auch auf Rundgängen innerhalb der Gebäude zu erreichen. Um diesen innerhalb des Betriebsgrundstückes die Suchnachricht zu übermitteln, sind akustische und optische Mittel anwendbar. Von einer Zentrale wird dabei über eine Lautsprecheranlage gerufen, oder es werden Tafeln, in denen die der gesuchten Person zugeteilte Lampe oder Nummer aufleuchtet, gesteuert. Ferner sind P. mittels Funk in Betrieb, bei denen über eine Induktionsschleife, die um die gesamten in Frage kommenden Gebäude gelegt wurde, Suchsignale gesendet werden. Diese werden dann selektiv von den in Frage kommenden und mit Kleinempfängern ausgerüsteten Personen empfangen. In jedem Fall bedienen sich die gerufenen Personen des nächsten Fernsprechers, um sich bei der Zentrale zu melden. Solange solche Suchanlagen nicht mit der NStAnl des Betriebes verbunden sind und selbständig betriebene Nachrichtenübermittler sind, gehören sie fernmelderechtlich zu den Privatfernmeldeanlagen bzw. zu Funkanlagen.

Es hat sich nun betrieblich als zweckmäßig erwiesen, solche P. unmittelbar von der NStAnl aus zu steuern und mit dieser zu verbinden. Sie verlieren dann den Charakter selbständiger Privatfernmeldeanlagen bzw. Funkanlagen und werden als private Sondereinrichtungen der NStAnl betrieben, die mittels besonderer Ergänzungsausstattungen der NStAnl gesteuert werden. Falls jedoch, was insbesondere bei Funkempfangsgeräten leicht realisierbar ist, außer den Suchsignalen weitere Nachrichten empfangen oder z. B. durch Funksendegeräte Quittungsmeldungen gesendet werden können, bleiben sie selbständige Anlagen. Die

Verbindungsleitungen zu ihnen gelten dann als Abzweigleitungen.

Die Lautsprechersuchanlagen werden über besondere Übertragungen an die Ausgänge von GW oder an die Stelle von Nebenstellen geschaltet. Solche Einrichtungen für Durchsagen dürfen nur nichtamtsberechtigt geschaltet und nur in Richtung zu den Lautsprechern betrieben werden. Sie sind auch nur auf dem Grundstück der Hauptstelle und der Vermittlungseinrichtung einer Zweitnebenstellenanlage zulässig.

Andere P., die als »private Sondereinrichtungen« (s. d.) betrieben werden, bestehen entsprechend dem Bild aus einem Suchrahmen, der nach Wahl einer Suchziffer durch einen Wähler der NStAnl mittels der Ergäuzungsausstattung belegt wird.



Personensuchanlage.

Durch eine weitere Ziffer (Suchziffer) wird ein Einstellglied des Suchrahmens auf eine bestimmte Verbindungsleitung zur Sucheinrichtung eingestellt und bewirkt dort das Abgeben des Suchsignals. Durch Wählen einer festgelegten Kennziffer von einer nahegelegenen NSt erreicht der Gesuchte ebenfalls den Suchrahmen und wird in diesem ohne Mithilfe einer Vermittlungsperson automatisch mit dem Suchenden verbunden. *H. Fischer*

Pertinax ist ein geschichtetes, braunes Material, das aus → Papier und → Kunstharzen unter Druck gepreßt wird. In der Fernmeldetechnik findet es als Isolationsmaterial Verwendung.

Perveanz → Poissonsche Gleichung, → Raumladungsstrom.

Peschelrohre sind Stahlrohre ohne Papierauskleidung und dienen zum Verlegen von Leitungen in Starkstromanlagen. Sie werden geschlitzt und mit Überlappung hergestellt. Ihre lichte Weite beträgt je nach Durchmesser und Zahl der zu verlegenden Drähte 8 bis 37 mm. P. finden in der heutigen Installationstechnik kaum noch Anwendung. Sie werden in zunehmendem Maße durch Kunststoffrohre oder -kanäle ersetzt (→ Installationsrohre).

Petersenspule → Induktion durch Starkstromanlagen, → Kurzschlußstrom.

Petroleum. Das rohe P., auch Erdöl oder → Mineralöl genannt, hat alle möglichen Farben von wasserhell über gelbbraun bis fast schwarz. Es fluoresziert grünlich und hat einen unangenehmen Geruch, der sehr haftet. Die Zusammensetzung des P. ist sehr mannigfaltig und kompliziert. Es enthält Kohlenwasserstoffe, Naphthensäuren und Schwefelverbindungen. Gewinnung: rohes Erdöl wird durch Destillation in verschieden hoch siedende Fraktionen zerlegt. Das eigentliche Leuchtpetroleum umfaßt folgende Siedebereiche: Leuchtöl I von 150–200° C, Leuchtöl II von 200–250° C, Leuchtöl III von 250–300° C. Die Dichte liegt bei allen drei Fraktionen zwischen 0,753 und 0,864.

Pfad. Kette von Zwischenleitungen, die für die Dauer einer Verbindung hintereinandergeschaltet sind.

Pfeifen → Verstärker.

Pflichten der Inhaber von Privatfernmeldeanlagen. Der Inhaber einer genehmigungsfreien → Privatfernmeldeanlage (FMA) muß bei der Errichtung, dem Betrieb und ggf. bei Änderungen die Bestimmungen über die Genehmigungsfreiheit (§ 3 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen vom 14. Januar 1928) einhalten.

Der Inhaber einer genehmigungspflichtigen FMA muß bei der Errichtung, dem Betrieb und bei Änderungen die Auflagen zur Genehmigungsurkunde beachten. Bei Verstößen gegen sie kann die Einstellung des Betriebes angeordnet werden. Erlischt die Genehmigung, so sind die Anordnungen der Genehmigungsbehörde über die Beseitigung der Einrichtungen zu befolgen und die Genehmigungsurkunde ist zurückzugeben.

Beauftragten der DBP muß das Betreten der Grundstücke und Räume gestattet werden, auf oder in denen sich die Fernmeldeanlage oder Teile von ihr befinden; der Inhaber ist verpflichtet, ihnen Auskünfte über die FMA zu erteilen.

Pflichten und Rechte des Personals → Bundesbeamtengesetz, → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost, → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Pflichtenheft für Pupinspulen → Bespulungssysteme.

Phantombildung → Signaloptik.

Phantomkreis → Verseilarten.

Phare. Zusatz hinter den Namen von → Funkfeuern für die Seefahrt (z. B. Elbe 1-Feuerschiff Phare).

Phase → Schwingung.

Phased-Array-Radar → Radaranlagen.

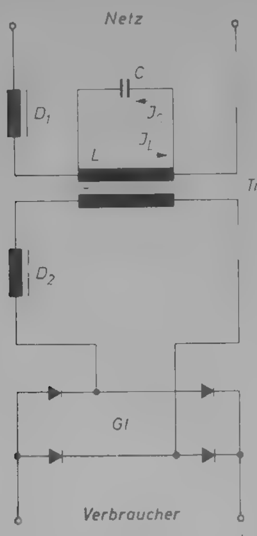
Phasenausgleich → Entzerrung.

Phasendetektor → Diskriminator.

Phasendiskriminator → Frequenzregelung.

Phasengeschwindigkeit auf einer Leitung ist die Strecke, welche die Phase einer fortschreitenden eingeschwungenen Sinuswelle in der Zeiteinheit zurücklegt. Hat die Leitung die Fortpflanzungskonstante $\gamma = \alpha + j\beta$, so ist die P. nach → Leitungstheorie 1.1 $v_P = \omega/\beta$. Fällt die Leitungsrichtung, wie bei normalen Leitungen, mit der Fortpflanzungsrichtung der Wellen zusammen, so ist die P. auf der Leitung gleich der → Fortpflanzungsgeschwindigkeit v der Welle, also höchstens gleich der Lichtgeschwindigkeit. Bildet die Leitungsrichtung, wie bei Hohlleitern, einen Winkel φ gegen die eigentliche Ausbreitungsrichtung der Wellen, so ist die P. in Leitungsrichtung $v/\cos\varphi$ i. allg. größer als die Lichtgeschwindigkeit.

phasengesteuerter Gleichrichter gehört zur Gruppe der selbststeuernden Geräte, weil für die Spannungsstabilisierung kein Einfluß von außen notwendig ist und das Verstellen der Spannung ohne Stellglieder selbsttätig geschieht (s. Bild).



Prinzipschaltbild eines phasengesteuerten Gleichrichters.

1. Bei Netznennspannung und Leerlauf des G.-Gerätes liegt an dem LC-Parallelkreis (Primärwicklung — Kondensator) ein solcher Teilbetrag der Netzspannung, daß sich die Ströme J_C und J_L zum Teil aufheben, weil sie phasenverschoben sind. Aus dem Netz wird ein Strom entnommen, dessen Größe durch den induktiven Widerstand von D_1 und durch die Differenz zwischen Netzspannung und Resonanzspannung (Spannung, bei der J_C gleich J_L) gegeben ist.

2. Bei höher werdender Netzspannung ändert sich der Kondensatorstrom linear, während der Strom der Trafo-Primärwicklung sich stark vergrößert (gesättigte Drossel hat einen nichtlinearen Widerstand). Der Summenstrom des LC-Parallelkreises ist induktiv, wodurch der Summenspannungsabfall an der Vordrossel D_1 in seiner Phasenlage und Größe verstellt wird, während die Teilnetzspannung an der Trafo-Primärwicklung nur wenig über den Wert der Resonanzspannung ansteigt. Die G.-Ausgangsspannung bleibt praktisch konstant.

3. Bei sich verringernder Netzspannung wird der Summenstrom des LC-Parallelkreises kapazitiv. Durch diese kapazitive Phasenlage wird der Summenspannungsabfall an der Vordrossel D_1 in seiner Phasenlage und Größe so verstellt, daß die an der Trafo-Primärwicklung anstehende Teilnetzspannung auf einem konstanten Wert gehalten wird.

4. Bei Belastung wird die G.-Ausgangsspannung dann konstant gehalten, wenn die Drossel D_1 als Luftspalttransformator ausgeführt wird. Dabei wird der lastabhängige Spannungsanstieg an D_1 zur Kompensation der ohmschen Spannungsabfälle verwendet.

Die DBP verwendet diese G. für die 60-V-Stromversorgung von Vermittlungsstellen mit Wählbetrieb (VStW) mit Strömen bis 25 A., weil sie einfach im Aufbau und sicher im Betrieb sind. *Vetter*

Phasenkonstante → Leitungstheorie 1.1, → Übertragungsfaktor, → Vierpoltheorie 1.4.2.

Phasenlaufzeit ist die Zeit, in der die Phase einer eingeschwungenen Sinuswelle eine Leitungslänge l oder allgemeiner ein beliebiges Netzwerk durchläuft. Die P. ist der reziproke Wert der → Phasengeschwindigkeit. Ist b $(= \beta l)$ das → Phasenmaß des Netzwerkes, so ist die P. $t_p = b/\omega$.

Phasenmaß oder Winkelmaß ist der imaginäre Teil des → Übertragungsmaßes.

Phasenmessung. Die P., d. h. die Messung des Phasenwinkels φ zwischen zwei gleichfrequenten Wechselspannungen oder Wechselströmen oder zwischen einer Wechselspannung und einem Wechselstrom, ist eine meßtechnische Aufgabe, die in allen Frequenzbereichen der Elektrotechnik auftritt, insbesondere bei der Bestimmung des Phasenmaßes $b = \varphi_1 - \varphi_2 = -\varphi$ eines Übertragungsvierpols (Filter, Verstärker, Leitungssysteme usw.). Dabei ist φ_1 die Anfangs- oder Nullphase der Eingangsspannung U_1 und φ_2 die der Ausgangsspannung U_2 des Vierpols. Der Nullphasenwinkel φ_1 ist bei einer Sinusspannung der Winkel, gemessen ab dem Zeitpunkt, bei dem die Sinuskurve von negativen Werten kommend durch Null geht, bis zu dem Zeitpunkt $t = 0$ $(\omega t = 0)$. Der Nulldurchgang ist zu wählen, der dem Zeitpunkt $t = 0$ am nächsten liegt. Liegt er vor dem Zeitpunkt $t = 0$, so hat der Nullphasenwinkel φ_1 einen positiven Zahlenwert, liegt er zeitlich nach $t = 0$, so ist der Zahlenwert negativ. Bei Cosinusverlauf wird das positive Maximum als Bezugspunkt gewählt.

Der Phasenwinkel φ ist nur bei sinusförmigem Verlauf der Meßgrößen eindeutig bestimmt. Bei zwei nicht sinusförmigen Signalen ist als ihr Phasenwinkel der der Grundwelle definiert. Bei der Bestimmung des Phasenmaßes b durch Messen des Phasenwinkels φ zwischen den Signalspannungen am Eingang und am Ausgang eines Prüflings mißt man nur dann exakt,

wenn das Signal eine Sinusspannung ist oder wenn bei einem nicht sinusförmigen Signal die Phasenlaufzeit $t_p = \varphi/2\pi f$ für alle im Signal enthaltenen Harmonischen $n \cdot f$ konstant ist (n-fache Frequenz, n-facher Winkel). Andernfalls ist das Ausgangssignal verzerrt, was zu Fehlmessungen führt. (Der zeitliche Abstand der Nulldurchgänge ist gegeneinander verschoben.)

Entsprechend der großen Zahl der Anwendungsfälle der P. in der Wechselstromtechnik (Starkstrom- und Nachrichtentechnik) sind zahlreiche Meßverfahren ersonnen und viele Meßgeräte zur P. entwickelt worden. Neben P.-Messern, die nur für einen engen Frequenzbereich (45 Hz ... 60 Hz) geeignet sind, gibt es Geräte für weite Frequenzbereiche (1 Hz ... 500 kHz; 50 Hz ... 50 MHz), oder solche, die speziell für Höchstfrequenzmessungen entwickelt wurden. Man unterscheidet indirekte und direkte Meßverfahren. Im ersten Fall wird das Ergebnis der P. nicht direkt angezeigt, sondern es ist eine Auswertung des Meßergebnisses notwendig, im zweiten Fall wird das Ergebnis direkt in Winkelgrad, Bogenmaß oder $\cos\varphi$ angezeigt. Moderne Meßgeräte für die P. arbeiten meist mit direkter Anzeige. Ein Phasenmesser besitzt zwei Eingänge, da eine P. eine Vergleichsmessung ist.

Die indirekten Verfahren zur P. machen meist von der Oszillographenröhre Gebrauch, wobei die beiden Meßspannungen Bilder (Lissajousche Figuren oder Ellipsen) auf dem Schirm erzeugen, die dann ausgewertet werden müssen, oder aber ein geeichter Phasenschieber oder eine Brückenanordnung gleicht den Phasenunterschied aus und das Schirmbild dient als Nullindikator. Bei einem normalen Zweistrahloszillographen können die beiden Signale an die beiden Y-Platten gelegt, und durch Messung des Abstandes z. B. der Nulldurchgänge der beiden entstehenden Kurvenzüge kann der Phasenunterschied bestimmt werden.

Bei direktanzeigenden Phasenmeßgeräten wird oft aus den beiden Meßsignalen im Nulldurchgang je ein Impuls abgeleitet und den beiden Eingängen eines fremdsteuerbaren Multivibrators zugeführt, so daß dieser durch die aus U_1 abgeleiteten Impulse in die eine und durch die aus U_2 abgeleiteten Impulse in die andere Lage geschaltet wird. Der mittlere Strom in jeder der beiden Multivibratorstufen ist dann ein Maß für den zu messenden Phasenunterschied und wird von einem in Winkelgrad geeichten Instrument angezeigt.

Eine weitere Möglichkeit zur direkten Phasenmessung besteht in der Steuerung der Start-Stop-Eingänge eines Frequenzzählers durch Impulse, die von den Nulldurchgängen der beiden Meßspannungen abgeleitet werden. Der Zähler zählt in der Öffnungszeit die Anzahl der Impulse, die von einer Normalfrequenz abgeleitet werden. Die höchste Zählfrequenz des Zählers bestimmt die obere Meßfrequenzgrenze der P. (kleinster meßbarer Winkel $\varphi = 360°/(n - 1)$; n = Zahl der Zählimpulse pro Meßperiode).

Zur P. können die beiden zu vergleichenden Signale auch den beiden Eingängen eines Ringmodulators zugeführt werden. Die Ausgangsgleichspannung des Modulators ist proportional dem Produkt der Amplituden der Eingangssignale multipliziert mit dem Cosinus des Phasenunterschiedes. Sind beide Eingangssignale rechteckförmig und arbeitet der Modulator als Umpoler, so ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Ausgangsgleichspannung, die angezeigt wird, und dem Phasenwinkel φ zwischen den beiden Meßspannungen.

Für P. über sehr breite Frequenzbänder haben sich Geräte bewährt, die als Phasen- und Dämpfungsmesser oder auch als Vektormesser bezeichnet werden. Es können sowohl die Amplituden der beiden Meßspannungen als auch deren Phasenwinkel gemessen werden, woraus sich das komplexe Übertragungsmaß $g = a + jb$ ergibt. Breite Meß-Frequenzbereiche erzielt man mit Hilfe von zwei exakt gleichen Modulatoren und eines gemeinsamen Hilfsoszillators, die die Meßfrequenzen auf eine niedere Zwischenfrequenz umsetzen (z. B. 50 kHz), wobei die Phasenlage erhalten bleibt. Die Größe der ZF-Spannungen und ihr Phasenwinkel wird gemessen.

Für P. bei Frequenzen $\geq$ 1 MHz werden die Meßeingänge mit → Tastköpfen versehen. Für extrem hohe Frequenzbereiche (1 MHz ... 1 GHz) werden in den beiden Tastköpfen mit Hilfe des Sampling-Verfahrens die Meßspannungen abgetastet, anschließend die niedrigere Probenfrequenz auf eine feste Zwischenfrequenz umgesetzt und die Amplituden beider Spannungen und deren Phasenwinkel gemessen (→ Gruppenlaufzeitmessung).

Literatur: O. Macek, Phasenmessung bei Ton- und Hochfrequenzen. ATM-Blatt V 3631-10 (Februar 1961) — O. Zinke und H. Brunswig, Hochfrequenz-Meßtechnik. 3. Auflage, S. Hirzel (Stuttgart 1959) — R. Buck, Ein neues Phasenmeßgerät mit kreisförmiger Zeitlinie. Elektronik 11 (1962), S. 229—231 — H. Gommlich, Ein direkt anzeigender Breitbandphasenmesser. radio mentor 30 (1964), S. 804—807 — O. Macek, Ein Phasenmeßgerät für den Frequenzbereich 50 Hz bis 30 MHz. Frequenz 10 (1956), S. 147 — G. Minkwitz, Zur Anwendung der digitalen Technik bei der Phasenwinkelmessung. Nachr.-Technik 16 (1966), S. 97 — M. Sangl, Einfacher Phasenwinkelmesser. ATM-Blatt V 3631-12 (April 1964).

Sommer

Phasenmodulation → Modulation 1.2 und 2.2.

Phasenverzerrung → Verzerrung.

Phasenwinkel ist bei einem Scheinwiderstand der Unterschied der Phasen von Spannung und Strom, also auch der Winkel zwischen dem Schein- und Wirkwiderstand. Dei P. ist positiv bei nacheilendem Strom.

Phasenzeichen, ein besonderes Zeichen, das bei Synchrontelegrafie zur Synchronisierung übertragen wird. Bei → ARQ-Muxeinrichtungen wird kein Ph. übertragen, da die Synchronisierung durch die Polaritätswechsel der ankommenden Zeichen gesteuert wird. Bei der → Kabelmux wird als Ph. die Schrittkombination ZZAAZZ in einem Viertelkanal dauernd übertragen.

Phenolharze, Phenoplaste. (Bakelite, Supraplastharze, Resinolharze) Kondensationsprodukt aus Phenol (oder m-Kresol oder sym. m-Xylenol) und Formaldehyd (Formalin), die meist mit wesentlichen Mengen von Füllstoffen, Faserstoffen oder Faserstoffgeweben vermischt sind; verbreitete und wichtige

Klasse von Kunstharzen. Phenolformaldehydkondensationsprodukte ohne Füllstoffe werden auch als Edelkunstharze bezeichnet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Phlorogluzin, 1.3.5-Trioxybenzol, Molekulargewicht 126,11, Fp. 217–219° C, sublimiert ohne zu sieden. P. bildet farblose, in Wasser, Äther und Alkohol leicht lösliche Kristalle. P. dient in Verbindung mit Salzsäure bei der Papierprüfung zur Feststellung von für Kabelpapiere schädlichen Stoffen und von Lignin, bei dessen Anwesenheit eine Rotfärbung auftritt. Pentosen geben eine Violettfärbung.

Literatur: Knebel, Fernsprechkabel für den Weit- und Bezirksverkehr, Verlagsbuchhandlung E. Herzog, Goslar, S. 35.

Phon. 1. Logarithmisches Maßsystem für die → Lautstärke. 2. → Phonem.

Phonem. Sprachliche Äußerungen lassen sich in aufeinanderfolgende Segmente zerlegen (Sätze, Wörter, Silben, Laute). Die kürzesten Elemente, die gehörmäßig wahrgenommen werden können, nennt man in der Phonetik und Linguistik Phone (Einzahl: das Phon). Bei mehrmaliger Wiederholung einer in Lautsegmente zu zerlegenden sprachlichen Äußerung durch den gleichen oder einen anderen Sprecher werden im allgemeinen gleichlautende Phone, z. B. »a« in dem Wort »Mann« mehr oder weniger verschieden ausgesprochen. Man faßt gleichlautende Phone zu Klassen zusammen und nennt eine einzelne Klasse ein Phonem. Jedes Phon gehört also zu einem P. Die meisten Sprachen lassen sich aus etwa 40 bis 50 Phonemen aufbauen, die Zahl der Phone ist dagegen praktisch unbegrenzt. Zur schriftlichen Fixierung der P. reichen die Buchstaben des normalen Schriftalphabets nicht aus. Man benutzt hierzu → Lautschriftsymbole, die man in schräg liegende Striche / / einschließt.

Da jedes Phon sowohl von vorhergehenden als auch von nachfolgenden Phonen beeinflußt und entsprechend anders artikuliert wird, faßt man nochmals die Phone, die sich in einer gleichen oder ähnlichen lautlichen Umgebung befinden, zu Klassen zusammen, die Allophone genannt werden, in der schriftlichen Darstellung durch eckige Klammern [ ] gekennzeichnet. So sind das [p] in »Pisa« und das [p] in »Pause« zwei verschiedene Allophone des Phonems /p/.

Literatur: G. Hammerström: Linguistische Einheiten im Rahmen der modernen Sprachwissenschaft. Berlin, Heidelberg, New York 1966, Springer-Verlag. *Endres*

Phonem-Erkenner → Spracherkennung.

Phonon → Bandstruktur der Halbleiter.

Phosphatieren. Behandeln von Metallen in wäßrigen, sauren, Metallphosphate enthaltenden Lösungen unter Erzeugung von im wesentlichen aus Phosphaten bestehenden Deckschichten, wobei das Kation der Schicht aus der Behandlungslösung und/oder dem Metall selbst geliefert wird.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Phosphatrostschutz. → Phosphatieren. Modernes, wichtiges Rostschutzverfahren, bei dem die vor Rost zu schützenden, sehr sorgfältig gereinigten Eisen-, Stahl- oder Zinkstücke wenige Minuten, oder bis zu einer Stunde, in eine erhitzte oder kalte Lösung aus Zn- bzw. Mn-Phosphaten getaucht werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Phosphore. Leuchtmassen, bestehend aus einer lichtempfindlichen Grundsubstanz (z. B. Cadmiumsulfid, Zinksulfid, Calciumsulfid), einem Schmelzmittel (z. B. Natriumchlorid, Borax) und weniger als 1‰ Aktivator (Schwermetalle wie Wismut, Kupfer, Thallium, Silber, Mangan). Verwendung in Form von Schichten auf der Innenseite von → Fernsehröhren, Leuchtstoffröhren, Radarschirmen, Röntgenschirmen usw. Sie werden durch Licht oder Elektronenhagel zum Leuchten angeregt. Wesentlich für die verschiedenen Anwendungen sind Farbe, Abklingzeit und Helligkeit. Ph. für Fernsehbildröhren bestehen aus Zink-Cadmium-Sulfid mit Silberzusatz, für Farbfernsehen aus Zinksulfid mit Silber (blau), Zinksilikat mit Mangan (grün) und Zinkphosphat mit Mangan oder Yttriumoxid mit Europium (rot). Kathodenstrahlröhren für Radar haben zwei Schichten Ph., und zwar Zink-Cadmium-Sulfid mit Kupfer und Zinksulfid mit Silber.

Literatur: Orthmann, Zur Physik und Chemie der Kristallphosphore (Symposium), Berlin 1962.

Phosphorbronze → Bronze.

Phosphorsäurebeizen. Durch P. wird Rost und Zunder auf Stahl durch Behandeln mit Phosphorsäure entfernt.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Photoätztechnik. Von dem gezeichneten Leitungszug wird eine Photoschablone angefertigt, die das Leitungsbild in natürlicher Größe wiedergibt. Die Schablone legt man auf die zu bedruckende Fläche, auf die vorher eine lichtempfindliche Schicht, wie z. B. die »Freundorfer Kalt-Email«, aufgetragen worden ist. Dieser Lack wird beim Belichten gehärtet und der unbelichtete Lack beim Entwickeln abgelöst. Bei der Herstellung von gedruckten Schaltungen wird er bevorzugt für die Anfertigung von Mustern verwendet, da man kein Klischee benötigt und deshalb eine gedruckte Leiterplatte in kurzer Zeit herzustellen ist. → gedruckte Schaltung.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Band VI, 1960.

Photodiode. Halbleiterdiode, in der durch inneren Photoeffekt Ladungsträger gebildet werden. Sofern die Energie des einfallenden Lichtes zur Anhebung von Valenzbandelektronen in das Leitungsband ausreicht, werden die in der Sperrschicht der Halbleiterdiode und in ihrer unmittelbaren Umgebung entstehenden Elektron-Loch-Paare (→ Bändermodell des Halbleiters) im Feld der Diodensperrschicht getrennt (Sperrschichtphotoeffekt). Im Leerlauffall, wenn keine äußere Spannung an der Diode liegt, tritt ein Abbau der zwischen dem P- und N-Gebiet liegenden → Diffusionsspannung ein. Es entsteht an den äußeren Kontakten der Diode eine Photo-EMK. Im Grenzfall starker Belichtung nähert sich die Photo-EMK asymptotisch dem Wert der Diffusionsspannung. Im

Kurzschlußfall, wenn P- und N-Seite miteinander verbunden sind, werden die gebildeten Ladungsträger durch die Diffusionsspannung laufend abgesaugt. Es fließt ein Photostrom, der dem auftreffenden Lichtstrom proportional ist.

Technische P. werden aus Selen, Kupferoxyd und Bleisulfid, Kadmiumsulfid, GaAs und Silizium hergestellt. Die spektrale Empfindlichkeit der Dioden ist eine spezifische Materialeigenschaft. Das Empfindlichkeitsmaximum liegt bei einer Photonenenergie etwas oberhalb des Bandabstandes des Halbleiters. Dies entspricht einer Wellenlänge von 0,7 bis 1 μm bei Silizium. Der Quantenwirkungsgrad, d. h. die Zahl der pro auftreffendes Lichtquant gebildeten Elektron-Loch-Paare, erreicht in guten Si-P. den Wert 0,7 im Maximum der Empfindlichkeit. Verluste entstehen dadurch, daß nicht alle Elektron-Loch-Paare von der Diodensperrschicht erfaßt werden, und daß Reflexions- und Rekombinationsverluste an der Oberfläche auftreten. Wegen des hohen Wirkungsgrades werden Si-Photodioden auch zur Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie benutzt. Sogenannte Si-Sonnenbatterien ergeben bei einer Sonneneinstrahlung von 100 mW/cm² eine Nutzleistung von 10 mW/cm² ab.

Literatur: M. Knoll und J. Eichmeier, Technische Elektronik, Springer Verlag Berlin–Heidelberg–New York, 1966. *Salow*

Photoeffekt. Wechselwirkung zwischen Materie und Licht, bei der Elektronen freigesetzt werden. Man unterscheidet den äußeren Ph. und den inneren Ph. Beim äußeren Ph. werden die vom Licht befreiten Elektronen von der Oberfläche der Materie nach außen abgegeben, emittiert. Zwischen Photon und Elektron gilt dabei stets die nach Einstein benannte Beziehung:

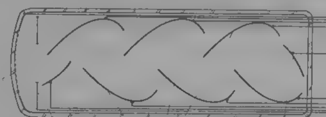
$$h\nu = eV - A,$$

darin bedeuten $h\nu$ = Energie des Lichtquantes
h = Plancksches Wirkungsquantum
ν = Frequenz des Lichtquantes
eV = Energie des Elektrons
e = Elementarladung
V = Spannung
A = Ablösearbeit des Elektrons von der Materie.

Der äußere Ph. wird in der Photozelle, im → Bildwandler, im → Photoelektronenvervielfacher und in anderen Geräten technisch ausgenutzt. Beim inneren Ph. bleibt das vom Licht im Inneren der Materie aus der Normallage losgelöste Elektron eine gewisse Zeit frei beweglich. Es wird durch seine Wirkung als Ladungsträger nach außen nachweisbar. Besondere Verhältnisse liegen im Halbleiter oder Isolator vor, wenn ein Elektron aus dem Valenzband in das Leitungsband gehoben wird. Es entsteht dadurch ein Elektron-Loch-Paar (→ Bändermodell des Halbleiters), das während seiner Lebensdauer (Zeit bis zur Wiedervereinigung) die Ladungsträgerzahl in den beiden Energiebändern vermehrt. Dieser Effekt wird in der → Photodiode, im → Photohalbleiter und im → Phototransistor technisch ausgenutzt.

Literatur: H. Simon und R. Suhrmann, Der lichtelektrische Effekt und seine Anwendungen, 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1958. *Salow*

Photoelektronenvervielfacher. Im Ph. werden durch äußeren → Photoeffekt primäre Photoelektronen gebildet und durch wiederholte → Sekundärelektronenemission verstärkt. Die im Hochvakuum aus der meist lichtdurchlässigen Photokathode austretenden Elektronen werden auf eine Prallanode (Dynode) beschleunigt, wo sie Sekundärelektronen erzeugen. Letztere werden durch ein elektrisches Zugfeld auf eine weitere Dynode gelenkt usf. Damit möglichst alle gebildeten Sekundärelektronen die nächste Stufe erreichen, sind die Dynodenbleche schaufelförmig ausgebildet derart, daß das zwischen zwei Dynoden liegende Feld eine elektrische Zylinderlinse darstellt, die die Sekundärelektronen auf die folgende Dynode fokussiert (s. Bild). Wenn δ den



Photoelektronenvervielfacher. Vervielfacher mit schaufelförmigen Dynoden und mit gerader Elektronenstrecke.

mittleren Vervielfachungsfaktor pro Stufe und n die Anzahl der Stufen darstellt, ergeben $\delta = 5$ und $n = 9$ bereits eine Verstärkung

$$V = \delta^n$$

von mehr als 10^6.

Technische Vervielfacher haben bei einer Gesamtspannung von 1500—3000 Volt eine Gesamtvervielfachung von 10^4—10^8. Eine Grenze für die Verstärkungsfaktoren wird durch den Dunkelstrom der Photokathode gegeben, der auch im unbelichteten Zustand auftritt. Der thermische Dunkelstrom kann durch Abkühlen der Photokathode auf tiefe Temperaturen (Kühlung mit flüssigem Stickstoff oder flüssigem Helium) herabgesetzt werden. Bei einer Lichtempfindlichkeit der Photokathode von 40—60 μA/Lumen besitzt der ganze Vervielfacher mehrere A/Lumen Empfindlichkeit. Der Ph. arbeitet streng linear. Er verstärkt bis zu einer Frequenz von 1 GHz frequenzunabhängig. Oberhalb von 1 GHz machen sich Laufzeiteffekte bemerkbar, die durch unterschiedliche Weglängen der Elektronen bewirkt werden. Die Ph. dienen zum Nachweis und zur Messung sehr kleiner Lichtmengen, z. B. zum Nachweis radioaktiver Strahlungen mittels Szintillationszähler.

Literatur: Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 2, Springer-Verlag Berlin–Göttingen–Heidelberg–New York, 1966. *Salow*

Photoelement. Eine andere Bezeichnung für Photodiode, insoweit letztere zur Erzeugung einer elektrischen vom Lichtstrom abhängigen Spannung dient.

photographische Speicher. Photographische Speicher speichern große Informationsmengen billig auf kleinem Raum. Einmal gespeicherte Informationen können nicht umgeschrieben und nicht gelöscht werden. Die Speicherung geschieht in Form heller und dunkler Punkte in der photographischen Schicht von Filmen oder Platten. Zum Lesen dient ein bewegliches Lichtbündel, das durch den hellen Lichtfleck einer Kathodenstrahlröhre erzeugt wird. Die Adressensteuerung geschieht über das Ablenksystem. Das durch einen hellen Fleck fallende Licht gelangt auf eine Photozelle, die das Lesesignal erzeugt (Flying spot store). Diese Einrichtung ist auch zum Belichten, d. h. zum Einschreiben brauchbar, doch sind auch andere Verfahren möglich, wie z. B. die Belichtung mit starken Lampen durch eine Matrix von elektrostriktiv arbeitenden Verschlüssen.

Literatur: K. Steinbuch (Hrsg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1962.

Photohalbleiter. Halbleiter, bei dem durch inneren → Photoeffekt freie Ladungsträger gebildet werden. Wenn die Energie des auftreffenden Lichtes größer als der Bandabstand des Halbleiters ist, werden Valenzbandelektronen in das Leitungsband gehoben (→ Bändermodell des Halbleiters). Diese zusätzlichen Ladungsträger stehen während ihrer Lebensdauer (Zeit bis zur Rekombination) für den Stromtransport zur Verfügung. Im hochohmigen Halbleitermaterial, dessen Konzentration an beweglichen Ladungsträgern gering ist, sind die durch Licht gebildeten Ladungsträger besonders merklich.

Man kann den Ph. auch als Photowiderstand auffassen, bei dem sich durch Belichtung der Widerstand des Halbleitermaterials verändert. Beim Anliegen einer äußeren konstanten Spannung an den Kontakten des Photowiderstandes wird der im Halbleiter fließende Strom durch Einwirkung des Lichtes variiert.

Technische Photowiderstände werden aus Se, CdS, PbS, SbS_3 und aus verschiedenen A_{III}-B_V-Verbindungen (InSb, GaAs) hergestellt. Die häufig verwendeten CdS-Photowiderstände bestehen aus einer Glas- oder Kunststoffplatte, auf die im Vakuum eine meist Kupfer-aktivierte CdS-Schicht aufgedampft ist. In Fernsehaufnahmeröhren werden Photowiderstandsschichten als Halbleitersignalplatten verwendet (z. B. SbS_3-Schichten im Vidicon, s. auch → Halbleiterverbindungen). *Salow*

Photolithographie → Planartechnik.

Photomultiplier → Photoelektronenvervielfacher.

Photoröhre → Elektronenröhre.

Photosphäre → Sonnenaktivität.

Phototransistor. → Transistor, bei dem durch inneren → Photoeffekt Ladungsträger in der Kollektor-Basisdiode erzeugt werden.

Die Wirkungsweise des Ph. kann man einfach darstellen, wenn man ihn in zwei Bauelemente, nämlich in einen normalen Transistor und in eine der Kollektorsperrschicht parallelgeschaltete → Photodiode aufgeteilt denkt. Der über die Basiselektrode fließende primäre Photostrom öffnet die Emitterdiode und veranlaßt einen erheblich stärkeren Stromfluß aus dem Emitter in den Kollektor. Ph. erreichen eine Lichtempfindlichkeit von 0,5 A/Lumen.

Literatur: J. Dosse, Der Transistor, Verlag Oldenbourg, München, 1962.

Photowiderstand → Photohalbleiter.

pH-Wert → Bodenaggressivität.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) ist Bundesoberbehörde und Anstalt öffentlichen Rechts mit Sitz in Braunschweig und Berlin. Sie gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministers für Wirtschaft und ist zugleich wissenschaftliches Staatsinstitut und meßtechnische Oberbehörde.

Geschichtliches. Vorgängerin der PTB war bis 1945 die 1887 gegründete Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) (s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929). Durch Zusammenschluß westlicher Auslagerungsstellen wurde 1947 die Physikalisch-Technische Anstalt des Vereinigten Wirtschaftsgebietes in Braunschweig errichtet. Sie erhielt 1950 den jetzigen Namen und Status. 1953 wurde der in Berlin-Charlottenburg verbliebene, noch den alten Namen führende Teil der PTR als »Institut Berlin« mit der PTB vereinigt. Der im 2. Weltkrieg nach Weida/Thüringen ausgelagerte Teil der PTR wurde 1946 von der sowjetischen Besatzungsmacht in das »Deutsche Amt für Maß und Gewicht« (DAMG) umgeformt. Dieses Institut ist jetzt ein Teil des »Deutschen Amtes für Meßwesen und Warenprüfung« (DAMW) mit Hauptsitz in Ost-Berlin.

Aufgaben. Die PTB hat im Bereich des Maß- und Eichwesens für die Darstellung, Aufbewahrung und Entwicklung der physikalischen und technischen Maßeinheiten und für die Sicherung der Einheitlichkeit dieser Maße zu sorgen, Meß- und Prüfmethoden wissenschaftlich zu entwickeln, Normale der Eichbehörden und Industrie zu beglaubigen, Bauartprüfungen (Typprüfungen) im Dienste der öffentlichen Sicherheit des Wirtschaftsverkehrs, des Gesundheitsdienstes und des Verbraucherschutzes sowie Auftragsprüfungen von Geräten und Stoffeigenschaften durchzuführen, technische Vorschriften, Richtlinien und Prüfregeln herauszugeben, Vorschläge für gesetzliche Vorschriften auszuarbeiten sowie im Rahmen ihrer Aufgabenstellung Behörden, Wirtschaft, Industrie und Einzelpersonen bei wissenschaftlichen und technischen Fragen zu beraten. Die PTB leistet in der engen Verbindung ihrer beiden Funktionen als Forschungsinstitut und technische Oberbehörde natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschungsarbeiten, insbesondere im metrologischen (meßtechnischen) Bereich, und wirkt in nationalen und internationalen Fachorganisationen mit.

Die Eichbehörden der Bundesländer in ihren etwa 100 Eichämtern sowie die Elektrischen Prüfämter der

Versorgungsunternehmen und Herstellerbetriebe nehmen aufgrund der Typprüfungen, Bauartzulassungen und Prüfungsrichtlinien der PTB die Einzelprüfung (Eichung und Beglaubigung) von Meßgeräten vor.

Organisation und Personal. Leiter der PTB ist der Präsident, sein ständiger Vertreter der Vizepräsident, der zugleich die Zentralabteilung leitet. Die sachverständige Aufsicht über die wissenschaftliche und technische Tätigkeit der PTB führt ein Kuratorium. Die PTB ist in 7 Abteilungen, Zentralabteilung, I Mechanik, II Elektrizität, III Wärme, IV Optik, V Akustik, VI Atomphysik und in das zwei wissenschaftliche Sektionen umfassende Institut Berlin gegliedert. Die Anstalt umfaßte Anfang 1967 insgesamt 86 Laboratorien und 11 allgemeine Referate, die zum Teil in Unterabteilungen zusammengefaßt sind, mit etwa 1200 Mitarbeitern, darunter etwa 280 Wissenschaftlern.

Literatur: »PTB-Mitteilungen, Amts- und Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt«, die als amtliches Fachorgan zweimonatlich erscheinen — »Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt«, die jährlich einmal herausgegeben werden; Teil 1 dieser Abhandlungen ist der jährliche Bericht über die Tätigkeit der PTB — M. Kersten, »Aufgaben der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt für Wissenschaft und Wirtschaft« in PTB-Mitteilungen 74/1964, S. 5 — H. Moser, »Forschung und Prüfung, 75 Jahre Physikalisch-Technische Bundesanstalt/Reichsanstalt«, Braunschweig 1962 — W. Mühe, »Maß- und Eichwesen« in Handwörterbuch der Sozialwissenschaften 5/1960, S. 226 — W. Mühe, »Messen und Prüfen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt« in Industrieblatt 63/1963, S. 19. *R. Tietz*

Piëzoeffekt. Manche Kristalle, z. B. Turmalin und Quarz, laden sich bei mechanischem Druck an den beiden Enden ausgezeichneter Richtungen, den elektrischen Achsen, elektrisch entgegengesetzt auf. Durch elektrische Felder wird umgekehrt Kompression und Dilatation hervorgerufen. Durch Wechselfelder kann bei entsprechender Abstimmung der Kristall in elastische Schwingungen versetzt werden. Da diese als mechanische Schwingungen größenordnungsmäßig schärfere Resonanz zeigen als elektrische Gebilde, werden Schwingkristalle, insbesondere Schwingquarze, vielfach verwendet zur Steuerung von Funksendern, in der Filtertechnik als Quarzfilter, in der elektrischen Uhrentechnik, zur Erzeugung von → Ultraschall.

Pigment ist ein in Lösungsmitteln oder Bindemittel praktisch unlösliches, organisches oder anorganisches, buntes oder unbuntes Farbmittel.

Literatur: DIN 55945, März 1961.

pill-box-antenne → Spiegelantennen.

PILOT, PILOT SHIP → Wetterschlüssel.

Pilotfrequenz ist eine bei Trägerfrequenz-Systemen zugesetzte Frequenz für bestimmte Aufgaben wie Pegelhaltung, Gleichlaufregelung, Überwachung und Ersatzschaltung (→ Richtfunkpilot).

Pilottechnik in TF-Systemen. Die P. dient dem Zweck, störende Restdämpfungsschwankungen in TF-Verbindungen auf eine Abweichung von höchstens ± 0,2 Np vom eingeregelten Sollwert zu begrenzen. Deshalb werden in den TF-Grundleitungen außerhalb der Übertragungs-Frequenzbänder eine, e. F. auch 2 oder 3 Pilotfrequenzen mit übertragen. Bei mehreren Piloten auf der Leitung gilt der Pilot oberhalb, beim Röhrensystem V 2700 der in der Mitte des Übertragungsbereichs als Regel-Hauptpilot. Er regelt die frequenzabhängigen Dämpfungsschwankungen jedes Verstärkerfeldes in dem nachfolgenden entzerrenden Leitungsverstärker (LVr »E«) aus. Verbliebene Verzerrungsreste werden mit 1 bis 2 weiteren Piloten in der nach einer Reihe teilgeregelter Zwischenstellen folgenden vollgeregelten Zwischenstelle oder in der Endstelle über zusätzliche Entzerrer hinter dem LVr »E« ausgeglichen.

Symmetrische Grundleitungen der Röhrensysteme V 60/V 120 werden mit dem Leitungspiloten 60 kHz nur auf Störung überwacht. Langzeitige Pegelschwankungen im Frequenzbereich dieser Leitungen werden in bestimmten Zeitabständen durch Messung von Hand ermittelt. Diese Leitungen werden hierfür mit den Meßfrequenzen 253 kHz und 556 kHz dauernd belegt. Die gemessenen Pegel der Piloten und Meßfrequenzen ergeben im gegenseitigen Vergleich ein Maß für die Größe der Verzerrung. Zu große Pegelabweichungen werden in einem feinstufigen Gegenkopplungs-Entzerrer der LVr »E« oder auch in einem in den Gegenkopplungsweg nachgerüsteten Zusatzentzerrer von Hand ausgeglichen.

In koaxialen Grundleitungen werden die temperaturbedingten Dämpfungsschwankungen des Verstärkerfeldes über den Hauptpiloten der Leitung, die verbliebenen systemabhängigen Verzerrungsreste nach mehreren teilgeregelten Verstärkerstellen in einer vollgeregelten Stelle über 1 bis 2 weitere Leitungspilote automatisch ausgeregelt. Der Regelumfang der Entzerrer in den koaxialen LVr »E« umfaßt im allgemeinen einen Bereich, der den Dämpfungsschwankungen des Verstärkerfeldes bei Temperaturabweichungen des Kabels um ± 10° C vom mittleren Temperaturwert 10° C (bezogen auf die höchste Übertragungsfrequenz) entspricht. Da Pegelsprünge ab ± 0,35 Np vom eingeregelten Sollwert bereits durch Fehler verursacht sein können und deshalb nicht mehr ausgeregelt werden sollen, werden sie als Störung gemeldet. Die Regelung wird auch unterbrochen und ein Störungssignal ausgelöst, wenn die Regelglieder ihre Endstellung erreicht haben. Die elektrischen Kenndaten der Leitungspilote sind aus der Zusammenstellung am Schluß zu ersehen.

Eine Grundleitung gilt als ausreichend entzerrt, wenn die Pegel der übertragenen Frequenzen innerhalb des Übertragungsbandes um bis zu ± 0,1 Np vom eingeregelten Pegel-Sollwert einer bestimmten Bezugsfrequenz abweichen. Die Restdämpfungsverzerrungen addieren sich jedoch in sehr langen Grundleitungen mit mehreren Regelabschnitten von Abschnitt zu Abschnitt, bei Primär- und Sekundärgruppen-Durchschaltungen von Grundleitung zu Grundleitung. Sie können hierbei unzulässige Abweichungen annehmen, wobei noch temperaturbedingte Pegelabweichungen in Umsetzern und Filtern der Gruppenwege beitragen

können. Die Primär- und Sekundärgruppen-Verbindungen führen daher von Anfang bis Ende einen Regelpiloten mit. Der Primärgruppenpilot 84,08 kHz und der Sekundärgruppen-Pilot 411,92 kHz regeln diese unzulässigen Pegelabweichungen am Ende ihrer Verbindung, in langen, aus mehreren Abschnitten bestehenden Verbindungen (→ Primär- und Sekundärgruppen) auch in den Durchschaltestellen über besondere Regelverstärker selbsttätig und frequenzunabhängig aus. Die Kenndaten dieser Pilote sind in der Zusammenstellung am Schluß enthalten.

Aus Koaxial-Grundleitungen V 960 und V 1260 werden u. a. die Sekundärgruppen 1 bis 5 oder 7 bis 16 (bis 21) als Teilfrequenzbänder auf andere Koaxial-Grundleitungen abgezweigt (→ Abzweigtechnik). Diese Bänder werden über die B a n d p i l o t - Frequenzen 808 kHz bzw. 1552 kHz auf Störung überwacht und bei Pegelabweichungen ab ± 0,35 Np als gestört gemeldet. Der Bandpilot 1552 kHz dient außerdem der Störungsüberwachung von Quartärgruppen-Verbindungen. Alle Bandpilote werden am Anfang des Übertragungsweges eingespeist und lediglich an seinem Ende ausgewertet. Die Kenndaten der Pilote sind in der Zusammenstellung am Schluß enthalten.

Der Primärgruppen-Regelpilot 84,08 kHz übernimmt zusätzlich die Funktion eines Sperrpiloten. Er löst bei einem Pilotpegel-Abfall ab etwa 0,7 Np über den Sperrpilot-Empfänger ein Sperrkennzeichen aus, über das die Wählübertragungen gesperrt und freigeschaltet werden (→ Gruppenpilot-Sperrtechnik).

Der Netzausbau mit Koaxialsystemen unterschiedlicher Kanalzahl und die damit zunehmende Vermaschung zwischen verschiedenartigen Systemen bedingen eine erhöhte Überwachung der Frequenzgenauigkeit der Grund- und der Einzelgeneratoren in Trägerversorgungen. Der Aufwand hierfür läßt sich bei Anwendung eines besonderen Verfahrens mit Vergleichsfrequenzen wesentlich verringern. In einem solchen Verfahren werden zwischen örtlich getrennten Trägerversorgungen die Leitungspilote 60 kHz oder 308 kHz gleichzeitig oder ausschließlich als Frequenz-Vergleichspilote verwendet. E. F. wird auch ein besonderer Vergleichspilot 300 kHz vorgesehen. Die Vergleichspilote werden aus einem Grundgenerator hoher Frequenzgenauigkeit ($5 \cdot 10^{-8}$, → Trägererzeugung) abgeleitet. Sie werden über die Grundleitung von einer zur anderen Stelle mit übertragen. Ihre Amplitude wird am Anfang und Ende dieser Leitung auf einen konstanten Wert eingeregelt.

Die Leitungspilote werden in Richtung zu den Frequenzumsetzern sende- und empfangsseitig so gesperrt, daß bei zusammengeschalteten Grundleitungen der zu sperrende Pilot gegen den neu einzuspeisenden Piloten um mindestens 4,6 Np gedämpft ist. Die Sperrung verhindert außerdem eine störende Beeinflussung durch Trägerreste, wenn Pilot und Träger übereinstimmen. Die Sperrbedingung gilt auch für die Sperrung der Leitungspilote in Abzweigwegen.

Der Primärgruppenpilot 84,08 kHz (in Frequenzlage der Grund-Primärgruppe 80 Hz oberhalb des Vorgruppenträgers 84 kHz und 70 Hz unterhalb der Signalfrequenz für Kanal 3 der Vorgruppe 2) wird im Gruppenverstärker des Kanalumsetzers sende- und empfangsseitig gesperrt.

Der Sekundärgruppenpilot 411,92 kHz (in der Frequenzlage der Grund-Primärgruppe 3 gleich 70 Hz oberhalb der Signalfrequenz im Kanal 3 der Vorgruppe 1) wird sende- und empfangsseitig in der Basis-Frequenzlage der Primärgruppe 3 über ein Filter 104,08 kHz gesperrt.

Die Pilotfrequenzen werden am Anfang ihres Übertragungsweges in den Eingang eines Sendeverstärkers eingespeist. Der Sendepegel (siehe Zusammenstellung am Schluß) wird am Ausgang des Sendeverstärkers mit einem Pilotempfänger überwacht. Abweichungen ab ± 0,03 Np von dem mit einer Genauigkeit von ± 0,05 Np eingeregelten Sendepegel werden als Störung gemeldet.

Die Leitungspilot-Frequenzen werden allgemein in quarzstabilisierten Generatoren erzeugt. Die Generatoren sind entweder Baugruppen im Sendeteil einer Endstelle oder Einzelgräte im Leitungsverstärker-Gestell und versorgen dann mehrere Grundleitungen.

Die Primär- und Sekundärgruppen-Pilote werden entweder in quarzstabilisierten Generatoren erzeugt oder aus der Grundfrequenz einer Trägererzeugung hoher Frequenzgenauigkeit abgeleitet. Pilotfrequenz-Generatoren für die Versorgung einer größeren Anzahl von Übertragungswegen erhalten einen Ersatzgenerator mit Umschaltefeld, über das die Versorgungslast bei gestörtem Betriebsgenerator selbsttätig auf Ersatz geschaltet wird. Frequenzvergleichspilote und Bandpilote werden allgemein aus der Grundfrequenz einer Trägererzeugung hoher Frequenzgenauigkeit abgeleitet.

Am Ende der zu überwachenden Übertragungsstrecke werden die Pilotfrequenzen breitbandig ausgekoppelt und im Eingangsfilter eines Pilotempfängers ausgesiebt. Die ausgesiebte Frequenz wird im Pilotverstärker auf Leistung verstärkt, gleichgerichtet und anschließend auf Pegeländerungen ausgewertet. Hierbei hält die dem Sollpegel des Piloten entsprechende Gleichspannung einen polarisierten Schaltkreis im Gleichrichterweg in Neutrallage. Bei Abfall oder Anstieg des Pilotpegels wird der Schaltkreis über die sich ändernde Gleichspannung in die der Pegeländerung entgegen wirkende Arbeitslage gesteuert. Bei Empfängern für Leitungspilote wird in dieser Arbeitslage ein Regelglied im Gegenkopplungsentzerrer für systembedingte Restverzerrungen so lange betätigt, bis der Pilot wieder auf seinen Sollpegel zurückgeregelt und damit der Schaltkreis in seine Neutrallage gesteuert ist. Bei Empfängern für Primär- und Sekundärgruppen-Pilote wird in gleicher Weise der Regler eines besonderen, frequenzunabhängig verstärkenden Regelverstärkers betätigt. Der Regelbereich beträgt etwa ± 0,5 Np. Bei Pegelsprüngen etwa ab ± 0,35 Np und in der Endstellung der Regler wird der Regelkreis unterbrochen und ein Störungssignal ausgelöst. Das Störungssignal kann über besondere Kontakte zusätzlich zu einer TF-Netzüberwachungseinrichtung geschaltet werden. Diese Einrichtung vergleicht die Meldung mit anderen

eingegangenen Störungsmeldungen, wertet auf Art und Lage des Fehlerortes aus und nimmt das Ergebnis auf registrierende und schreibende Geräte auf. In den Pilotempfängern ist außerdem ein Anschluß für schreibende Geräte zur Dauerüberwachung der Pilote auf Kurzzeitunterbrechungen vorgesehen. Pilotempfänger für Vergleichspilote haben außerdem einen besonderen Anschluß für die Weiterschaltung der Vergleichspilot-Frequenz.

Der Sekundärgruppen-Pilot wird wegen des hohen Aufwandes für ein Frequenzfilter 411,92 kHz hinter der breitbandigen Auskopplung mit einem Hilfsträger 496 kHz zunächst in die Frequenzlage 84,08 kHz umgesetzt, anschließend über ein Filter 84,08 kHz ausgesiebt und in dieser Frequenzlage ausgewertet.

Zusammenstellung der Kenndaten der Pilotfrequenzen.

Pilotart	Pilotfrequenz	absol. Sendepegel[1]
1: Leitungspilote		
1.1: V 60/V 120	60 kHz[2] ± 1 Hz 253 kHz ± 3 Hz 556 kHz ± 3 Hz	−1,73 NpmO ± 0,05 Np " "
1.2: V 300	60 kHz[2][3] 1 364 kHz } $\pm 10^{-5}$	−1,15 NpmO ± 0,05 Np "
1.3: V 960[4]	60 kHz ± 1 Hz 4 092 kHz ± 40 Hz	−1,5 NpmO ± 0,05 Np "
1.4: V 960[5]	60 kHz[2][3] 4 287 kHz } $\pm 10^{5}$	−1,15 NpmO ± 0,05 Np "
1.5: V 1260	308 kHz[2] 4 092,45 kHz 6 200 kHz } $\pm 10^{-5}$	−1,5 NpmO ± 0,05 Np " "
1.6: V 2700[4]	308 kHz[2] 4 287 kHz 12 435 kHz } $\pm 10^{-5}$	−1,15 NpmO ± 0,05 Np " "
1.7: V 2700[5]	308 kHz[2] 12 435 kHz } $\pm 10^{-5}$	−1,15 NpmO ± 0,05 Np "
2: Primärgr.-Pilot	84,08 kHz[6] ± 1 Hz	−2,3 NpmO ± 0,05 Np
3: Sekundärgr.-Pilot	411,92 kHz ± 1 Hz	−2,3 NpmO ± 0,05 Np
4: Bandpilote	808 kHz 1 552 kHz[7] } $\pm 10^{-5}$	−2,3 NpmO ± 0,05 Np "
5: Frequ.-Vergl.-Pilot	300 kHz $\pm 10^{-5}$	−1,15 NpmO ± 0,05 Np

Hinweise: 1) bezogen auf den relat. Kanalpegel 2) e. F. auch Frequenz-Vergleichspilot 3) nur bei Bedarf als Zusatzentzerrung im unteren Übertragungs-Frequenzbereich 4) für Leitungsverstärker in Röhrentechnik 5) für Leitungsverstärker in Transistortechnik 6) gleichzeitig Sperrpilot-Frequenz 7) auch als Quartärgr.-Pilot.

Der Pilotempfänger 411,92 kHz/84,08 kHz enthält zusätzlich zu den Baugruppen für 84,08 kHz den Umsetzer 411,92/84,08 kHz.

Die symmetrischen Grundleitungen und die Gruppenverbindungen mit Einrichtungen in Röhrentechnik werden über einen zentralen Pilotempfänger geprüft. Dieser Empfänger wird je nach Bedarf über ein 16-, 24- oder 40teiliges Schrittschaltwerk laufend kurzzeitig an die Pilotauskopplungen der Übertragungswege angeschaltet. Der Empfänger prüft in einem der Schaltschritte durch Anlegen des Sollpegels an seinen Eingang seinen eigenen Eichkreis. Pilotempfänger und Schrittschaltwerk bilden eine Geräteinheit. Das Gerät für die Überwachung symmetrischer Grundleitungen ist im Leitungsverstärkergestell, das für die Überwachung von Gruppenverbindungen in einem besonderen Pilotgestell untergebracht. Im Pilotgestell befinden sich außerdem die Regelverstärker, die Pilotauskopplungen, Pilotgeneratoren für Betrieb und Ersatz mit Umschaltefeld und die Meßfrequenzgeneratoren 253 kHz und 556 kHz für symmetrische Grundleitungen. Die Gruppenverbindungen mit Einrichtungen in Transistortechnik und die koaxialen Grundleitungen werden durch eigene Pilotempfänger überwacht und geregelt. Die Empfänger sind in Baugruppen in den Umsetzergeräten der Kanal-, Primär- und Sekundärgruppenumsetzer-Gestelle oder als selbständige Geräte in den Leitungsverstärkergestellen untergebracht.

Pilotpegelmesser. Tragbarer, hochselektiver und besonders genauer Pegelmesser für Festfrequenzen, enthaltend einen Bandpaß mit selektivem Verstärker und Anzeigekreis. In Trägerfrequenz-Fernsprechnetzen werden zur ständigen Pegelüberwachung jeder Grund-Primärgruppe (60 bis 108 kHz) ein Pilot 84,080 (84,140) kHz und jeder Grund-Sekundärgruppe (312 bis 552 kHz) ein Pilot 411,920 (411,860) kHz beigegeben. Der Pilot-Nennpegel am Überwachungspunkt beträgt −9,5 Np. Mit dem P. werden diese Pilote gemessen und überwacht. Der P. ist so selektiv, daß die Messung der in Frequenzlücken zwischen den Sprechkanälen liegenden Pilote nicht durch die Sprechsignale beeinträchtigt wird. Die hohe Selektion wird durch einen Quarzbandpaß 84,080 kHz (Bandbreite etwa 18 Hz) erzielt. Für andere Pilotfrequenzen (z. B. 411,920 kHz) Vorschaltung einer eingebauten Umsetzstufe. Zur Dauerüberwachung ist im P. meist ein Signalgeber eingebaut, der bei Pegelabweichungen von etwa ±0,3 Np anspricht.

Pilottonverfahren → Kompatibilität, → stereofone Rundfunkübertragung.

Piloty, Hans, geb. 1. 11. 1899, gest. 12. 8. 1969. Professor, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing. Studium der Elektrotechnik TH München; anschließend Assistent TH München (Lehrstuhl »Elektrische Anlagen«, vertretungsweise mit den Vorlesungen, Übungen und Prüfungen betraut). 1925–1931 bei AEG, zuletzt als Leiter Entwicklung Abteilung Kraftwerke. 1931 o. Professor TH München. 1954 Emeritierung. Schöpferischer Wissenschaftler, Forscher und Lehrer. Auf dem Starkstromgebiet u. a. mit dem Problem der Energieübertragung, des Zusammenschlusses großer Netze und der Fernwirkanlagen im Kraftwerksbetrieb beschäftigt. Auf dem Nachrichtengebiet sind zu nennen: Erarbeitung der theoretischen Grundlagen der Nachrichtentechnik, insbesondere der Informationstheorie, grundlegende Arbeiten in der Netzwerksynthese, systematische Untersuchungen über Wellenfilter, Datenverarbeitung (Entwicklung einer programmgesteuerten elektronischen Rechenmaschine, einer der ersten in Deutschland gebauten, funktionsfähigen Anlage). In seiner Bedeutung als Organisator, Planer und Förderer der Wissenschaften seien folgende Ämter genannt: Rektor und Prorektor der TH München, Mitglied des Senats und Präsidiums der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Mitglied des Vorstandsrats des Deutschen Museums, Mitglied des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorstandsmitglied des Stiftverbandes für die Deutsche Wissenschaft, Ehrenmitglied des deutschen URSJ-Landesausschusses. Ehrungen: Mitglied der Bayer. Akademie der Wissenschaften, Dr.-Ing. E. h. TH Stuttgart, Träger des Bayer. Verdienstordens.

Literatur: NTZ 1964, H. 10, S. 543/544; 1964, H. 11; 1959, H. 11, S. 589.

Pilze, pflanzliche Holzzerstörer mit heterotrophem, chlorophyllfreiem Aufbau. Der Vegetationskörper (Myzel) besteht aus verzweigten Fäden (Hyphen), die sich zu gewebeartigen Gebilden (Fruchtkörper) zusammenschließen können. Vermehrung mittels auf der Fruchthaut (Hymenium) gebildeter Sporen (5—15 μ groß); charakteristische Sporenformen. Nach Sporenkeimung Wachsen eines Keimschlauches (Hyphe). Durch Zusammenlegen mehrer Hyphen Strangbildung (Strangdiagnose von P. nach Falck). Gesamtheit der Hyphen bildet das Myzel. Für die P.-Entwicklung bedeutsam: Holzfeuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit); unter 18% — 20% Holzfeuchtigkeit keine P.-Entwicklung (Holztrocknung als vorbeugende Maßnahme). In abtrocknendem, befallenem Holz fallen einige Arten von P. in Trockenstarre, leben aber bei Wiederbefeuchten auf; Ausnahme: → Hausschwamm wegen Bildung größerer Mengen Atmungswassers, die das Holz feucht halten. Die Grenze maximaler Holzfeuchtigkeit für die P.-Entwicklung ist abhängig vom Sauerstoffbedürfnis. Daher erfolgt kein P.-Befall absolut saftfrischen Holzes. Temperatur: Wachstumsbereich 3°C — 39°C, Kälte wird besser überstanden als feuchte Hitze.

Biologische Unterscheidung der P. nach Sporenbildung: 1. Basidiomyzeten (auch kurz b-P. genannt) = Ständerpilze. Die Sporen sitzen keulenförmig auf den Stielchen (Basidien). Von den b-P. ist der Hausschwamm vornehmlich in Häusern, der → Sägeblättling und der → Tannenblättling für die Zerstörung von Masten bedeutsam. 2. Ascomyzeten (auch kurz a-P. genannt). Name nach den im Hyphenschlauch (Ascus) gebildeten Sporen. Unter den a-P. sind für Leitungsmasten diejenigen von besonderer Bedeutung, welche die → Moderfäule hervorrufen.

Unterscheidung nach Praxisbegriffen: Substrat-P. bilden Myzel im Holz, nur Fruchtkörper außerhalb der Oberfläche. Oberflächen-P.: Fruchtkörper und wesentliche Myzelanteile befinden sich auf dem Holz. Destruktionsfäule = Braunfäule: P. baut vorwiegend Zellulose ab, braune Verfärbung, würfelförmiger Holzzerfall. Trockene Würfel können zwischen Fingern pulverförmig zerrieben werden; Korrosionsfäule = Weißfäule, Weißlochfäule: P. bauen vorwiegend Lignin ab. → Stammfäule = Gruppe von P., die Holz an Waldbäumen abbaut; → Lagerfäule = Gruppe von P., die lagerndes Holz abbaut; → Hausfäule = Gruppe von P., die vorwiegend in Gebäuden (auch Masten) Holz abbaut. Hierzu zählen auch → Hausschwamm und → Porenhausschwamm.

Wefers

Pinkert, Wilhelm, geb. 4. 9. 1870 in Insterburg, gest. 14. 7. 1931 in Würzburg. Abteilungsdirektor der Deutschen Reichspost. 1890 Eintritt in den Dienst der Deutschen Reichspost; 1924 Abteilungsdirektor. P. ist besonders hervorgetreten durch seine Vorschläge zur Verbesserung des Fernverkehrs. Zur Beseitigung von Fremdstörungen schlug er nach einer von ihm ausgearbeiteten Methode den Einbau von Platzwechseln und Kreuzungen in die Fernsprechleitungen vor (Induktionsschutzpläne). Zahlreiche Veröffentlichungen der TFT (1912–1922).

Literatur: TFT 1931, H. 8, S. 259.

pin-Übergang → pn-Übergang.

PI-Regler → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Pistonphon → Schallmessung.

Planartechnik. Die P. ist ein modernes Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen und ermöglicht die Herstellung der sog. monolithischen integrierten Schaltkreise (s. unten).

Die wesentlichen Verfahrensschritte der P. sind:

1. Bildung einer dünnen Schicht auf der Oberfläche des Halbleiters, welche zum Schutz der Oberfläche (s. unten) geeignet ist und außerdem für gewisse zur Dotierung des Halbleiters mittels Eindiffusion (→ Herstellung von pn-Übergängen) geeignete Fremdstoffe auch bei der für den Diffusionsvorgang erforderlichen hohen Temperatur nahezu undurchlässig ist.

2. Photolithographische Verfahren zur selektiven Entfernung der erwähnten Schicht (Herstellung der Maske für den anschließenden Diffusionsprozeß).

3. Eindiffusion von n- bzw. p-dotierenden Fremdatomen in den Halbleiter. Die Eindiffusion erfolgt nur an den Stellen, wo bei dem vorangegangenen Maskierungsschritt die Schicht entfernt, also die Halbleiteroberfläche freigelegt wurde. Bei der P. werden alle für das herzustellende Bauelement erforderlichen pn-Übergänge mit Hilfe des Diffusionsverfahrens und der Maskentechnik erzeugt.

Die P. ist bis heute im wesentlichen auf die Anwendung bei Silizium beschränkt, da dieses im Gegensatz zu Germanium eine sehr stabile und dichte Oxidschicht (SiO_2) bildet, welche die oben gestellten Anforderungen hinsichtlich Oberflächenschutz (Oberflächenpassivierung) und Undurchlässigkeit für die Dotierungsstoffe (gute Maskierungsmöglichkeit mittels der SiO_2-Schicht) gut erfüllt. Als Ausgangsmaterial dient eine einkristalline Siliziumscheibe (i. a. zwischen 30 und 60 mm im Durchmesser und 200 bis 250 μm dick). In dieser können eine große Anzahl Bauelemente bzw. integrierte Schaltungen gleichzeitig hergestellt werden (handelt es sich um sehr kleine Bauelemente, u. U. über 1000 Stück).

Das Verfahren und seine Vorteile werden hier am Beispiel eines Planartransistors beschrieben: Bild 1 veranschaulicht die einzelnen Herstellungsschritte (zu sehen ist jeweils ein für einen einzelnen Transistor benötigter Ausschnitt aus der Siliziumscheibe). Die Dioxidschicht wird in oxidierender Atmosphäre bei 1000 bis 1100°C erzeugt (Bild 1a: hochohmige Siliziumscheibe vom n-Leitungstyp, spez. Widerstand: 1 bis einige Ωcm, mit einer 0,5 bis 1 μm dicken SiO_2-Schicht). Sowohl Kollektor-Basisals auch Emitter-Basis-pn-Übergang werden durch Eindiffusion von Störatomen in den Halbleiter, und zwar von derselben Seite her, gebildet (→ Herstellung von pn-Übergängen, Abschn. 4).

Zuerst wird mit Hilfe der **Photolithographie** die Oxidmaske für die Basis-Dotierung hergestellt (Oxidschicht mit eingeätzten Fenstern an den Stellen, wo jeweils eine Basiszone entstehen soll). Die Oxidschicht wird hierzu mit einem lichtempfindlichen Lack beschichtet. Auf phototechnischem Wege werden die Fenster zunächst in der Lackschicht, sodann mittels Ätzung durch Flußsäure in der Oxidschicht erzeugt. Hierbei dient die Photolackschicht, welche gegen die Säure resistent ist, als Maske beim Ätzen der Oxidfenster. Nach Ablösen der Lackschicht läßt man Bor als Dotierungsstoff in die schwach n-dotierte (hochohmige) Siliziumscheibe eindiffundieren. Auf diese Weise entstehen gemäß Bild 1b unter den Oxidfenstern durch Umdotieren des n-leitenden Grundmaterials die p-leitenden Basiszonen. Das nicht umdotierte Grundmaterial bildet — nach Zerteilen der Siliziumscheibe in die einzelnen Transistorblöcke, s. unten — die Kollektorzonen. Der Kollektor-Basis-pn-Übergang liegt größenordnungsmäßig einige µm unter der Kristalloberfläche. Während des Diffusionsvorganges, der in oxidierender Atmosphäre abläuft, entsteht zugleich wieder eine zusammenhängende Oxidschicht, die für den nächsten

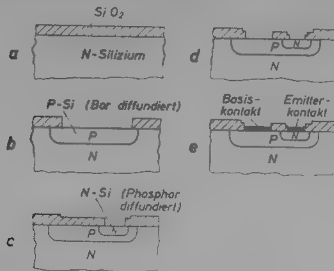


Bild 1. Herstellungsschritte eines Planartransistors.

photolithographischen Verfahrensschritt benötigt wird. Dieser erzeugt für jeden Transistor ein zweites Fenster in der Oxidschicht, kleiner als das erste. So entsteht die Oxidmaske für die Emitter-Diffusion. Durch Eindiffusion von Phosphor in ein solches Fenster entsteht, gemäß Bild 1c, innerhalb der Basiszone der Emitter. Da die Diffusionsprozesse sehr genau beherrscht werden können, ist es möglich, die zwischen Kollektor-Basis- und Emitter-Basis-pn-Übergang verbleibende Basisschicht bis zu einer Dicke von weniger als 1 µm herab mit genügender Genauigkeit herzustellen. Durch die auf die Emitterdiffusion folgende »Nachoxidation« wird die Oxidschicht wieder geschlossen. Sodann werden durch einen weiteren photolithographischen Schritt noch kleinere Fenster zur Aufnahme der metallischen Kontakte für Emitter und Basis hergestellt (Bild 1d). Zur Herstellung der Kontakte wird die ganze Oberfläche mit Aluminium bedampft, dieses mit Hilfe einer Photomaskierung und durch Anwendung einer geeigneten Ätzlösung soweit wieder entfernt, daß die Anordnung in Bild 1e entsteht. Die Siliziumscheibe wird jetzt in die einzelnen Transistorblöcke zerteilt (durch Einritzen und Brechen oder durch Zersägen). Diese werden in Gehäuse (z. B. Metallgehäuse), welche isoliert durchgeführte Anschlußstifte besitzen, eingebaut und kontaktiert, die Gehäuse sodann luftdicht verschlossen. Der Kollektorkontakt wird bei dem beschriebenen Transistortyp durch Anlegieren der Unterseite des Transistorplättchens auf dem mit einer dünnen Goldschicht versehenen Boden des Gehäuses hergestellt. Emitter- und Basiskontakte werden mit den Anschlußstiften durch dünne Gold- oder Aluminiumdrähtchen (Drahtdurchmesser bis herab zu etwa 20 µm) mittels Thermokompression oder Ultraschallschweißen verbunden. Planartransistoren werden in verschiedenen Formen sowie in sehr unterschiedlicher Größe hergestellt (z. B. → Hochfrequenztransistoren, Bauform etwa gemäß Bild 1, maximale Schwingfrequenz bis zu einigen GHz, auf einem Halbleiterplättchen mit einer Gesamtfläche von 1 mm² oder weniger, Länge und Breite der Emitterfläche und der Basiskontaktfläche sowie der Abstand der Flächen voneinander zwischen 10 und 50 µm; oder z. B. → Leistungs- und Hochfrequenz-Leistungstransistoren mit wesentlich größeren Flächen und komplizierteren Strukturen).

Den Verlauf der Störstellenkonzentrationen (→ Herstellung von pn-Übergängen, Abschn. 4) in einem Transistor, dessen beide pn-Übergänge durch Diffusion hergestellt wurden, zeigt Bild 2. Das Umdotieren, d. h. der Wechsel von n- auf p-Leitung und umgekehrt, erfolgt bei der Störstellendiffusion durch Überkompensieren der bereits vorhandenen Störstellenkonzentrationen. Deshalb nimmt die Dotierung der Halbleiterzonen vom Kristallinneren zur Oberfläche ($x = 0$) hin zu. Die schwache *n*-Dotierung des Grundmaterials (homogene Störstellenkonzentration N_{DO}) und die durch Eindiffusion von Boratomen (Akzeptoren) bzw. Phosphoratomen (Donatoren) entstehenden Konzentrationsprofile $N_A(x)$ und $N_D(x)$ ergeben die resultierende Störstellenkonzentration $N_{res}(x)$ (auch als Netto-Störstellenkonzentration bezeichnet, → pn-Übergang, Abschn. 5) mit den beiden pn-Übergängen. Die Konzentrationsprofile können innerhalb gewisser Grenzen durch Wahl der Parameter bei den Diffusionsprozessen festgelegt werden. Zur Herstellung von Planartransistoren wird i. a. n-leitendes Grundmaterial verwendet, was die Zonenfolge npn ergibt. Diese ist leichter herzustellen und führt zu besseren Eigenschaften als die pnp-Struktur, doch können auch Planartransistoren vom pnp-Typ hergestellt werden (hierzu p-leitendes Grundmaterial erforderlich, welches zuerst mit Phosphor und anschließend mit Bor dotiert wird). Der Verlauf der Störstellenkonzentration (Bild 2), wie er durch zweimalige Anwendung des Diffusionsverfahrens entsteht, wirkt sich auf die Transistoreigenschaften günstig aus. Die starke Dotierung des Emitters ergibt einen hohen Emitterwirkungsgrad (→ Transistor, Abschn. 1; → pn-Übergang, Abschn. 3). Die Emitter-Durchbruchspannung (einige Volt) ist dadurch, daß der pn-Übergang weniger steil verläuft, höher als beim Mesatransistor (→ Hochfrequenztransistoren) mit legiertem Emitter. Die inhomogene Störstellenverteilung in der Basiszone sowie die schwache Dotierung der Kollektorzone

sind hinsichtlich der Eignung als → Hochfrequenztransistor und → Leistungstransistor günstig. Eine schwache Dotierung in der ganzen Kollektorzone ergibt jedoch einen großen Kollektor-Bahnwiderstand. Dieser Nachteil wird beim Epitaxie-Planartransistor (→ Epitaxie-Transistor) vermieden.

Bei der P. bleibt die Oberfläche des Halbleiters völlig eben erhalten, was den Anlaß zu der Bezeichnung gab. Im Gegensatz zum → Legierungstransistor, wo die pn-Übergänge an die freie Oberfläche austreten, und zum Mesatransistor, wo der Kollektor-Basis-Übergang durch Herausätzen der Mesastruktur begrenzt und dabei freigelegt wird, enden bei planartechnisch hergestellten Bauelementen die pn-Übergänge an der Grenzfläche zwischen Halbleiter und Oxidschicht. Die Oxidschicht entsteht aber durch Umwandlung der oberen Schicht des extrem reinen Halbleiter-Einkristalls und bildet eine sehr saubere und dichte Schutzschicht, welche nicht nur die fertigen Bauelemente, sondern die pn-Übergänge bereits vom Augenblick ihrer Entstehung an (s. Bild 1) vor schädlichen Umwelteinflüssen schützt. Aus dem guten

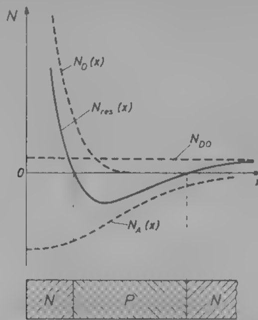


Bild 2. Verlauf der Störstellenkonzentrationen in einem Planartransistor (resultierende Störstellenkonzentration $N_{res}(x) = N_D(x) + N_A(x) + N_{D0}$).

Oberflächenschutz ergeben sich für die P. große Vorteile. Störende Oberflächeneffekte können weitgehend vermieden werden. Die Restströme werden extrem klein, die Durchbruchsspannungen erhöht, bei Transistoren der Abfall der Stromverstärkung für kleine Ströme geringer und die Rauschziffer niedrig. Die oberflächenempfindlichen Eigenschaften werden stabilisiert (Oberflächenpassivierung). Dies führt zu hoher Zuverlässigkeit und hoher mittlerer Lebensdauer der Bauelemente. Die bereits durch die Oxidschicht vorhandene hohe Oberflächenstabilität erleichtert die Einkapselung.

Die P. ermöglicht auch die Herstellung anderer Bauelemente (z. B. Dioden, Feldeffekttransistoren, Thyristoren) sowie die gleichzeitige Herstellung einer u. U. großen Anzahl verschiedener, sowohl aktiver als auch passiver Bauelemente einschließlich deren Verbindung durch aufgedampfte Leiterbahnen in einem einzigen Halbleiterblock, wodurch vollständige Schaltungen, sog. monolithische integrierte Schaltkreise entstehen (integrierte Halbleitertechnik, → Mikroschaltungstechnik). Das Herstellungsverfahren ist im Prinzip das gleiche wie das für den Planartransistor, nur sind für die Herstellung der Schaltungen i. allg. eine größere Anzahl von photolithographischen Verfahrensschritten und Diffusionen erforderlich (wobei aber mit ein und demselben Diffusionsschritt z. B. Dioden, Transistor-Basen und Widerstände zugleich hergestellt werden). Um Bezirke einer Schaltung voneinander zu isolieren, werden diese meist mit pn-Übergängen umschlossen, die in Sperrichtung vorgespannt werden (Isolationswannen). Viele integrierte Schaltungen entstehen gleichzeitig auf einer Siliziumscheibe und werden erst nach der Fertigstellung voneinander getrennt und in Metall- oder Kunststoffgehäuse, die eine entsprechend große Anzahl von Anschlüssen haben, eingebaut. Die Herstellung integrierter Schaltungen geschieht u. a. aus Gründen der Miniaturisierung und der Erhöhung der Zuverlässigkeit, welche wesentlich größer ist als diejenige entsprechender Schaltungen, die aus diskreten Bauelementen aufgebaut sind. Für den Entwurf solcher Schaltungen ergeben sich gegenüber den aus diskreten Elementen aufgebauten eine Vielzahl besonderer Probleme, z. B. aus folgenden Gründen: Die freie Wahl der Kenngrößen ist durch die Herstellungsweise, insbesondere durch die gleichzeitige Herstellung der Elemente eingeschränkt. Toleranzen und Temperaturabhängigkeit gewisser Werte müssen berücksichtigt werden. Durch Sperrschicht-Isolationswannen (s. oben) sind die einzelnen Elemente bzw. Bezirke nicht vollkommen voneinander isoliert (Sperr- und Leckströme, kapazitive Kopplung, Möglichkeit von Spannungsdurchbrüchen). Aktive Elemente sind leichter und billiger zu realisieren als passive und deshalb vorzugsweise zu verwenden.

Wegen des Vorteils der größeren Ladungsträgerbeweglichkeiten in Germanium werden auch planartechnische Verfahren für Germanium (Verwendung von SiO_2-Aufwachsschichten) und wegen gewisser Vorteile, die sich aus der Verwendung von Si_3N_4- oder Al_2O_3-Schichten ergeben (insbes. Verbesserung der Oberflächenpassivierung), werden Verfahren für Silizium, evtl. auch für Germanium, entwickelt, die diese Schichten, bzw. Kombinationen derselben, verwenden (vgl. → Feldeffekttransistoren).

Literatur: K. Seiler, Physik und Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H. Stuttgart, 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Wüstehube, Integrierte Halbleiterschaltungen, Valvo GmbH, Hamburg 1, 1966.

Aulbach

Planartransistor → Planartechnik.

Plancksches Wirkungsquantum → Thermodynamik.

Planette → Mikrofilm f. Fernsprechauskunftszwecke, → Schuppenkartei.

Planfeststellung. Die DBP darf nicht stillschweigend einen ihr geeignet erscheinenden Verkehrsweg für die Führung ihrer Fernmeldelinien in Anspruch nehmen. Vielmehr muß sie vorher den an dem Vorhaben Interessierten — insbesondere dem → Träger der Straßenbaulast und den Inhabern der bereits auf oder an dem Wege befindlichen → besonderen Anlagen — Gelegenheit zur Wahrung ihrer Rechte geben. Hierzu

dient die P., die in den §§ 7 bis 9 des Telegrafenwegegesetzes (TWG) und in dem »Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien« vom 24. 9. 1935 (RGBl. I S. 1177 — TWVereinfG —) nebst DVO vom 10. 10. 1935 (RGBl. I S. 1236) geregelt ist.

1. Rechtliche Bedeutung der P. Die P. stellt einen — und zwar rechtsgestaltenden — Verwaltungsakt dar, durch den über alle von dem Bauvorhaben berührten öffentlich-rechtlichen Interessen der Betroffenen entschieden wird, mit der Wirkung, daß sämtliche nach anderen Rechtsvorschriften notwendige öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse und Zustimmungen — vor allem auf dem Gebiet des → Wege- und → Wasserrechts — ersetzt werden (Konzentrationswirkung der P.). Allerdings sind im Rahmen der P. nicht nur die sachlich-rechtlichen Vorschriften anderer, von ihr tangierter Rechtsbereiche zu beachten, sondern auch die diesbezüglichen Verfahrensvorschriften (Aufforderung zu etwaigen Einwendungen, Anhörungsverhandlungen u. a.).

2. Das Planfeststellungsverfahren. Eines Planfeststellungsverfahrens bedarf es nur, wenn neue Fernmeldelinien errichtet oder vorhandene wesentlich geändert werden sollen (§ 7 Abs. 1 Satz 1 TWG). Einzelheiten darüber, was unter einer wesentlichen Änderung zu verstehen ist, enthält Nr. 2 der TWAusfBest. Zuständig für die Aufstellung des Planes ist das Fernmeldeamt (FA). Darüber, ob im Einzelfall das vereinfachte Planfeststellungsverfahren nach dem Gesetz vom 24. 9. 1935 zur Anwendung kommen soll, entscheidet allerdings nicht das FA, vielmehr bedarf es hierzu einer ausdrücklichen Anordnung der OPD (§ 1 DVO zum TWVereinfG). Das Verfahren ist verschieden, je nachdem, ob es nach den Vorschriften des TWG oder denen des TWVereinfG abgewickelt wird. 2.1. Die P. nach dem TWG. Über den Inhalt des Planes bestimmt § 7 Abs. 1 TWG, daß er die in Aussicht genommene Richtungslinie und den Raum, der für die ober- oder unterirdischen Leitungen in Anspruch genommen wird, angeben soll, bei oberirdischen Linien außerdem die Entfernungen der Stangen voneinander und deren Höhe. Eine Mitteilungspflicht über den Inhalt des Planes obliegt der DBP gegenüber dem Träger der Straßenbaulast und den Unternehmern besonderer Anlagen, falls die DBP eine Verlegung oder Veränderung dieser Anlagen im Rahmen des § 5 TWG verlangt oder die Störung einer dieser Anlagen zu erwarten ist (§ 7 Abs. 2 TWG). Eine öffentliche Auslegung des Planes, die nach § 7 Abs. 3 TWG vorgesehen war, ist nicht mehr zulässig, da gemäß § 2 TWVereinfG Einsicht in den Plan nur demjenigen gegeben werden darf, der ein berechtigtes Interesse daran nachweist. 2.2. Die P. nach dem TWVereinfG. Auch bei dem vereinfachten Planfeststellungsverfahren muß ein Plan aufgestellt werden, doch braucht er nicht sämtliche nach dem TWG geforderte Voraussetzungen zu erfüllen. Bestehen geblieben ist auch die Pflicht zur Unterrichtung der von dem Vorhaben Betroffenen, wenn auch unter Vereinfachung des Verfahrens. Von der in der DVO zum TWVereinfG vorgesehenen bloßen mündlichen Verständigung wird im allgemeinen abzusehen sein, da die Unterrichtung der Beteiligten über den Inhalt des Planes einen durch die Verwaltungsgerichte nachprüfbaren Verwaltungsakt darstellt.

3. Rechtsbehelfe im Rahmen der P. Wird von keinem der Beteiligten innerhalb der in der Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) vorgesehenen Frist Widerspruch gegen den Plan eingelegt, ist die DBP zur Ausführung des Planes befugt (§ 8 Abs. 1 TWG; § 1 Abs. 2 TWVereinfG). Wird fristgerechter Widerspruch eingelegt und hält ihn das FA für begründet, so hilft es ihm ab. Anderenfalls übersendet es die Vorgänge der OPD, die einen begründeten und mit einer Rechtsmittelbelehrung versehenen Widerspruchsbescheid erläßt, gegen den innerhalb eines Monats nach Zustellung Anfechtungsklage vor dem Verwaltungsgericht erhoben werden kann. Das in § 8 Abs. 2 und 4 TWG geregelte Einspruchsverfahren ist durch § 77 Abs. 1 VwGO hinfällig geworden. Materiell kann der Widerspruch nur darauf gestützt werden, daß der Plan eine Verletzung der Vorschriften der §§ 1 bis 5 TWG oder der Ausführungsbestimmungen zum TWG enthält (§ 8 Abs. 3 TWG).

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 319 ff. *Aubert*

Planfeststellungsverfahren → Planfeststellung 2., → Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien.

Planung von Bezirkskabelanlagen. Vor der Planung eines Bezirkskabels (Bzk) muß entschieden werden, ob nach Abwägen aller wirtschaftlichen und übertragungstechnischen Gesichtspunkte einem Bzk vor einer Richtfunklinie der Vorzug zu geben ist. Der Planung eines Bzk wird der Leitungsbedarf für den Selbstwählferndienst (SWFD) zugrunde gelegt, der am Ende eines 15jährigen Planungszeitraumes erwartet wird, zuzüglich dem Bedarf für andere Fernmeldedienste. Bei trägerfrequenter Leitungsführung wird er auf einen 20jährigen Planungszeitraum abgestellt. Stromkreisbedarf und vorgegebene Endpunkte stellen die Ausgangspositionen der eigentlichen Bzk-Planung dar, die die folgenden wesentlichen Aufgaben umfaßt:

1. Auskunden der Kabeltrasse: Ermitteln der kürzesten an befahrbaren Wegen oder verkehrsschwachen Straßen verlaufenden Trasse zwischen den vorgegebenen Endpunkten des zu planenden Bzk anhand topographischer Karten. Begehen der Trasse und prüfen, ob sie für eine Kabelauslegung unter Berücksichtigung von Starkstrombeeinflussung, Blitzgefährdung und späterer Umlegungen wegen Straßenausbaues (→ Abseitsverlegung) geeignet erscheint. Rücksichtnahme auf Beilaufverlegung anderer Fernmeldekabel der DBP. Ermitteln der voraussichtlichen Länge des Bzk und ggf. der Lage der Spulen- oder Verstärkerpunkte.

2. Zusammenstellen des Bedarfs an Doppeladern (DA) und Primärgruppenverbindungen (PGV): Ermitteln des Bedarfs an bespulten und unbespulten DA aus der Anzahl der erforderlichen Stromkreise unter Berücksichtigung der jeweiligen Leitungsart und deren übertragungstechni-

schen Anforderungen. Umrechnen der benötigten Trägerfrequenzen (TF)-Kanäle in PGV bei trägerfrequenter Leitungsführung.

3. Ermitteln der Kabelform; 3.1. bei ausschließlichem oder überwiegendem NF-Betrieb der Stromkreise; Festlegen der Leiterstärke, Verseilungs- und Bespulungsart für die übertragungstechnisch unterschiedlichen Leitungsbündel. Ermitteln der vorzusehenden Regelkabelform aufgrund der Gesamtzahl der erforderlichen DA. Festlegen der ggf. unbespult bleibenden Viererseile oder DA nach kabeltechnischen Gesichtspunkten. 3.2. bei ausschließlichem TF-Betrieb der Stromkreise; ggf. Ermitteln des Bedarfs an Sekundär- und Tertiärgruppenverbindungen aus der Gesamtzahl an PGV unter Berücksichtigung ihrer u. U. unterschiedlichen Endpunkte. Festlegen der vorzusehenden Art der TF-Systeme (z. B. Z 12, V 300 od. dgl.) und der davon abhängigen Verseilelemente (symmetrische DA oder Koaxialpaare und deren Abmessungen). Ermitteln der Regelkabelform nach der Gesamtzahl an TF-Grundleitungen.

4. Auswahl der Kabelausführung: Festlegen der Kabelausführungsart (z. B. PWE 2Y, PMb usw.) unter Berücksichtigung ggf. erforderlicher Schutzmaßnahmen gegen Starkstrombeeinflussung, Blitzgefährdung, Korrosion usw.

5. Festlegen der Kabelaufteilungs- und Abschlußeinrichtung, sowie ggf. der Druckgas-(Druckluft-)Überwachungseinrichtungen. Mitwirken bei der Planung ihres Aufstellungsortes. Aufstellen des Belegungsplanes für die Kabelabschlußeinrichtungen.

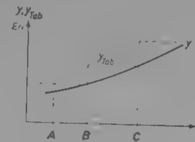
6. Ermitteln der Kosten für das Bzk-Bauvorhaben. Veranschlagen der Kosten für: Kabel, Spulen- und Ergänzungsnetzwerkkästen, Verlegung, Montage und Planzeug, Fernmeldebauzeug, Sonstiges einschl. Rundungsbetrag, Kabelabschlußeinrichtungen und Fernleitungsübertrager, Kabelkanäle, Beilauf-Ortskabel.

Literatur: R. Rollmann, »Bezirksliniennetzplanung«, S. 355 bis 405, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1967. *Knacke*

Planungsverkehrswert ist die Verkehrsleistung, für die ein Leitungsbündel oder eine Wählergruppe geplant wird. Es gibt die »Kapazität« einer Anlage bei einer vorgegebenen Verlustwahrscheinlichkeit (→ Planungsverlust) an. Die tatsächliche Verkehrsbelastung erreicht den P. erst am Ende des Planungszeitraumes.

Planungsverlust ist der Verkehrsverlust, der bei der Planung eines Leitungsbündels oder einer Wählergruppe zugrunde gelegt wird. Er tritt erst am Ende des Planungszeitraumes in voller Größe auf.

Planungszeitraum beginnt mit der Planung einer neuen Anlage oder mit der Planung einer Erweiterung und endet, wenn die Anlage in ihrer Größe dem wachsenden Verkehr nicht mehr genügt. Bei stetig wachsendem Verkehr ist die Wahl der Länge des P. eine wirtschaftliche Aufgabe. Bei gleichem prozentualem Verkehrsanstieg ist der P. bei kleinen Anlagen größer als bei großen. Für Vermittlungsanlagen beträgt er 3 bis 7 Jahre. Bei Kabelanlagen



A = *Zeitpunkt der Planung*
B = *Fertigstellung des erweiterten Teils der Anlage*
C = *Ende des Planungszeitraumes (Kapazitätsreserve erschöpft)*
y_{Tab} = *installierte Verkehrsleistung der Anlage*
y = *voraussichtliche Verkehrsbelastung*
AB = *Zeitbedarf für die Planung und Bauausführung*
AC = *Planungszeitraum*
BC = *Planungsperiode*

Anpassen der Verkehrsleistung y_{Tab} einer Anlage an die zu erwartende Verkehrsbelastung y.

spricht man von Ausbauabschnitten oder Planungsperioden. Sie betragen je nach der Art des Kabels 5 bis 30 Jahre.

Planunterlagen für Fernmeldenetze sollen ein Bild von Art und Umfang aller Teile der Fernmeldenetze geben und für alle Zwecke (Planung, Bauauskundung, Planfeststellung, Bauveranschlagung, Bauausführung, Beschaltung, Störungsvermeidung, Fehlerbeseitigung, Statistik usw.) verwendbar sein.

I. Planunterlagen für Ortsnetze (ON)

Oberirdische Linien werden nur in Stützpunktnachweisen erfaßt. Lagepläne — wie für Kabelanlagen — sind für sie nicht erforderlich. Für jede von einer Endeinrichtung, z. B. Überführungendverschluß (ÜEVs) oder Endverzweiger (EVz), am Mast ausgehende oberirdische Linie mit allen Abgängen wird ein Stützpunktnachweis angelegt, der alle notwendigen Angaben über Standort und Art jedes einzelnen Stützpunktes, die schematische Darstellung der Linie mit Zu- und Abgängen und Starkstrom-Gefahrstellen sowie die wichtigsten Mastbilder enthält. Unübersichtliche Verzweigungen der Linie können auf der Rückseite durch einfache Skizzen verdeutlicht werden.

Für unterirdische Fernmeldeanlagen der ON werden folgende Pläne geführt: Ortsnetz-Bereichspläne (ONBrp), Verzweiger-Bereichspläne (VzBrp), Lagepläne (Lap), Netzpläne (Nzp), Bestükkungspläne (Bsp), Kabellängenpläne (KLäp), Kabelschachtkarten (KSchK), Hauptkabel-Übersichtspläne (HkÜp). Es sind zwei Darstellungsarten zu unterscheiden: die geographisch richtige Darstellung auf nach vermessungstechnischen Grundsätzen aufgenommenen Karten (Meßtischblättern, Grundkarten, Flurkarten u. dgl.) für die ONBrp, VzBrp und Lap, die schematisch angenähert geographisch richtige Darstellung auf Blättern der DIN-Reihe A mit netztechnisch bestimmtem Inhalt für Nzp. Alle Pläne erhalten

ein einheitliches Zeichnungs-Schriftfeld. Für die Beschriftung gilt DIN 16, für die Faltung DIN 824 und für die Ausführung der Linienbreiten DIN 15. Die vorgeschriebenen Bildzeichen zeigt die Tafel. Bei jeder Neuanlage oder Veränderung von Teilen des Fernmeldenetzes müssen neue Pläne aufgestellt oder vorhandene berichtigt werden.

Tafel. Bildzeichen für Kabelplanzeug der DBP.

A. Bereichsgrenzen

- FA-Grenze
- FBBz-Grenze
- ONB-Grenze
- AsB-Grenze
- AsB-Grenze, die sich mit Gemeindegrenze deckt (entsprechend für die übrigen Bereichsgrenzen)
- LVz-Bereichsgrenze
- KVz-Bereichsgrenze
- Grenze des Beeinflussungsbereichs von Hochspannungsanlagen mit StE und von Wechselstrombahnen

B. Betriebsstellen und Schaltpunkte

- Handvermittlung (VStHand)
- Wählvermittlung (VStW)
- früherer Standort der VSt, der Mittelpunkt des 5-km-Kreises geblieben ist
- Linienverzweiger (LVz)
- Kabelverzweiger (KVz)
- Wählsternschalter (WstSch)
- Gemeinschaftsumschalter (GUm)
- Endverzweiger (EVz)
- Kabelüberführung (KÜf) mit ÜEVs an Dachgestänge
- Kabelüberführung (KÜf) mit ÜEVs an Bodengestänge
- FeH FeZ Fernsprechhäuschen (FeH), -zelle (FeZ)

C. Kabel- und Kanalanlagen der DBP

- Kabelkanal mit Kabelschacht 110
- Schacht 111 mit Kabeln mit Starkstrom-Fernspeisung
- Kabelkanal mit Abzweigkasten (AzK)
- Querschnitt eines achtzügigen Kabelkanals aus Formsteinen
- Querschnitt eines Kabelkanals aus Vollrohren von 100 mm Nennweite
- Röhrenkabel mit Kreuzungsmuffe KzM 2
- Erdkabel mit Spulenpunkt Sp 17 und Ergänzungsnetzwerk ENw
- Erdkabel mit Starkstrom-Fernspeisung und Lötstelle 7 [1]
- Röhrenkabel mit Blindmuffe
- Röhrenkabel mit Stopfstelle
- Röhrenkabel mit Druckluftstutzen
- Erdkabel mit Blindmuffe [2] und Kondensatorenmuffe KoM 26
- Fluß- und Seekabel
- Luftkabel
- Kabelmerkstein der DBP
- Vollrohr von 100 mm Nennweite aus Stahl
- Halbrohr (einfach) von 40 mm Nennweite aus Ton
- Halbrohr (doppelt) von 80 mm Nennweite aus Stahl
- Kabelabdeckhaube von 70 mm Nennweite
- Mauerstein oder Kabelabdeckplatte
- Desgl. doppelt
- Trb Trassenband

Die Zahl neben dem Bildzeichen gibt die lichte Weite in mm der Vollrohre, Halbrohre und Kabelabdeckhauben an. Zur besonderen Kennzeichnung von Voll- oder Halbrohren aus anderem Material als Stahl oder von Flußkabelmuffen kann den Zahlen für die lichte Weite eine entsprechende Abkürzung beigesetzt werden, z. B. Et für Eternitrohre, Ton für Tonrohre, Fl für Flußkabelmuffen, PVC für Kunststoffrohre aus Polyvinylchlorid.

D. Andere versenkte Anlagen

- 1 Starkstromkabel (Stk)
- 2 Starkstromkabel (Stk)
- fremdes Fernmeldekabel, z. B. Feuerwehr (Fw)
- Wasserleitung (W)
- Fernheizleitung (Fhz)
- Gasleitung (G)
- Rohrpostfahrrohr (Rp)
- Entwässerungsleitung (Kanalisation »K«)

Für die Darstellung des Schutzes und für Querschnittszeichnungen sind die Bildzeichen nach C und D sinngemäß anzuwenden. Zur besonderen Kennzeichnung der Art der Anlagen kann den Bildzeichen eine entsprechende Abkürzung beigesetzt werden, z. B.

G für Gasrohr
W für Wasserrohr
Stk für Starkstromkabel

E. Sonstiges

Hinweis auf Beachtung besonderer Schutzvorschriften gegen Starkstromgefährdung bei Arbeiten an Fernmeldeanlagen
- durch Betriebsspannungen (Fernspeisung)
- durch induzierte Spannungen

[1] Isoliermuffen u. dgl. werden wie gewöhnliche Lötstellen unter Beifügung der dafür vorgesehenen Abkürzungen dargestellt.

[2] Das Bildzeichen für Blindmuffe gilt nur noch für alte Pläne und ist gelegentlich durch das neue Bildzeichen zu ersetzen.

Für den ONBrp dienen amtliche Karten im Maßstab 1:25 000 (möglichst topographische Karte 1:25 000 mit Gauß-Krüger-Koordinaten) in der üblichen Blattgröße als Grundlage. In ihn werden eingetragen: Grenzen des FA-Bereichs und Ortsnetzbereichs(ONB)- und Anschlußbereichs(AsB)-Grenzen, Lage der Vermittlungsstellen (VSt) und die zu diesen gehörenden 5 km-Kreise (bei ON mit mehreren VStn nur die das ON begrenzenden Teilstücke der 5 km-Kreise), Grenzen der etwa vorhandenen Beeinflussungsbereiche von Hochspannungsnetzen mit unmittelbar geerdetem Sternpunkt und von Wechselstrombahnen. Der ONBrp soll auch erkennen lassen, auf welchem VzBrp und auf welchem Lap ein bestimmter Teil eines ON zu suchen ist. Zu diesem Zweck ist jeder Plan unter Zugrundelegung des topographischen Gitternetzes des amtlichen Kartenwerks entsprechend den für die VzBrp und Lap gewählten Planausschnitten in Gitterfelder einzuteilen. Felder, für die VzBrp aufgestellt sind, können durch Diagonalstrich von der

unteren linken Ecke zur oberen rechten Ecke, Felder, für die Lap vorhanden sind, durch Ausfüllen der unteren linken Ecke kenntlich gemacht werden.

Für VzBrp werden amtliche Karten im Maßstab 1:5000 (möglichst Deutsche Grundkarte oder eine ihrer Vorstufen) in der üblichen Blattgröße als Grundlage genommen. In ihn werden eingetragen: ONB-, AsB-, Kernbereichs-, Linienverzweigerbereichs (LVzB)- und Kabelverzweigerbereichs (KVzB)-Grenzen, Lage der vorhandenen VSt, Linienverzweiger (LVz), Kabelverzweiger (KVz) und Wählsternschalter (WstSch). Er soll auch erkennen lassen, auf welchem Lap oder Nzp ein bestimmter Teil des ON zu suchen ist. Dazu ist jeder Plan unter Zugrundelegung des topographischen Gitternetzes des amtlichen Kartenwerks entsprechend den für die Lap gewählten Blattgrößen in Gitterfelder einzuteilen. Felder mit vorhandenem Ortskabel (Ok-Lap) werden durch Ausfüllen der unteren linken Ecke kenntlich gemacht.

Für jedes Gitterfeld der Brp mit Kabelkanal- und unterirdischen Ortskabelanlagen wird ein Lap angelegt, der den Verlauf der Fernmeldeanlagen und ihre Lage festen Merkmalen der Straße und anderen Anlagen in unmittelbarer Nähe gegenüber erkennen läßt. Es ist i. allg. der Maßstab 1:1000 zu verwenden; bei schwierigeren örtlichen Verhältnissen (enge und winklige Straßen, sehr umfangreiche Fernmeldeanlagen, Gleichlauf der Fernmeldeanlagen mit mehreren fremden Anlagen) kommt auch 1:500 und sogar 1:250 in Frage. Es werden möglichst amtliche Karten im Maßstab 1:1000 oder andere nach vermessungstechnischen Grundsätzen aufgenommene Pläne gleichen Maßstabs zugrunde gelegt. Liegen solche nicht vor, so ist es zweckmäßig, durch Vergrößern oder Verkleinern vorhandener Pläne, Unterlagen in dem erforderlichen Maßstab zu schaffen. Wenn dies aus Mangel an geeignetem Ausgangs-Kartenmaterial nicht möglich ist, müssen Ortslagen durch Auftragnehmer oder Zeichner der Fernmeldeämter (FÄ) nach der »Anleitung zur Neuaufnahme von Ortslagen« neu aufgenommen werden. Als Blattgröße für Lap ist das Format 297 × 580 mm festgelegt, das sich leicht auf DIN A 4 falten läßt. Der Lap weist eine Zeichenfläche von 250 × 500 mm auf, so daß z. B. eine Gebietsfläche von 250 × 500 m im Maßstab 1:1000 dargestellt werden kann. Auf ein Flächenquadrat von 1 km Seitenlänge entfallen somit 8 Lap-Blätter 1:1000 oder 32 Lap-Blätter 1:500. Bild 1 zeigt Blattschnitt und -numerierung. Kabelkanäle und Kabel an langen Straßen, bei denen seitliche Erweiterungen in absehbarer Zeit nicht zu erwarten sind, außerhalb der geschlossenen Bebauung, die über mehrere einem Lap entsprechende Planausschnitte verlaufen, können in einem nicht flächenmäßig angelegten Sammellageplan (SLap) zusammengefaßt werden. Dabei sind einzelne Strecken möglichst in geographisch richtiger Lage (Norden oben) zu zeichnen. In den Lap werden im einzelnen dargestellt: Kabelkanäle mit ihren Querschnitten (ohne Belegungsangaben), Kabelschächte (KSch), Abzweigkästen (AzK), Erdkabel (einschl. der sog. toten Kabel) und ihr Schutz, die in die Erdkabel eingebauten Lötstellen, Blindmuffen, Isoliermuffen, Stopfstellen, Ausgleichmuffen und Spulen, Schaltpunkte (HVt, LVz, KVz, Endeinrichtungen), WstSch, Fernsprechhäuschen, umfangreiche Erder, Korrosionsschutzmaßnahmen, Kreuzungen und Näherungen mit Rohrpost- und fremden Anlagen, wenn sie die Fernmeldeanlagen über- oder im Abstand von weniger als 0,3 m unterkreuzen oder sich den Fernmeldeanlagen auf weniger als 0,3 m nähern, und andere bemerkenswerte Tatsachen, z. B. Straßenübergangsrohre mit Angabe ihrer Länge. Einzutragen sind alle Starkstromkreuzungen und -näherungen, die beim Arbeiten an den Fernmeldeanlagen durch Meldung der Elektrizitätsversorgungsunternehmen oder auf andere Weise bekanntgeworden sind. Genaue Lage der dargestellten Anlagen ergibt sich aus den eingesetzten Maßen. Einzeichnung der Anlagen selbst braucht nicht genau maßstabsgerecht zu sein. Zur Darstellung der Fernmeldeanlagen und der fremden Anlagen in die Lap — insbesondere für die Vermaßung — s. FTZ-Norm NA 903/1 »Unterirdische Fernmeldeanlagen — Aufmessungsbeispiele«. Die Anlagen werden derart auf Festpunkte eingemessen, daß die Maße rechtwinklig zu den Festlinien oder zu den Geraden zwischen zwei Festpunkten (Standlinien), nicht etwa rechtwinklig zur Kabellinie stehen. Beim Mangel an Festpunkten können Kabelmerksteine bzw. Kabelmarken gesetzt werden. Wichtige Einzelheiten und unübersichtliche Anlagenteile können in Sonderzeichnungen auf dem Randfeld des Lap-Blattes dargestellt werden. Verlaufen in dem durch den Lageplan dargestellten Gebiet Fernmeldeleitungen, die infolge Beeinflussung durch Hochspannungsleitungen in Netzen mit unmittelbar geerdetem Sternpunkt oder durch Wechselstrombahnen gefährdende Spannungen annehmen können, so wird der Lap-Nr. ein Blitzpfeil mit beigefügtem i (⚡ i) angehängt. Sinngemäß wird der Lap-Nr. ein Blitzpfeil ohne i beigefügt, wenn der Lap ein Kabel enthält, bei dem besondere Schutz-

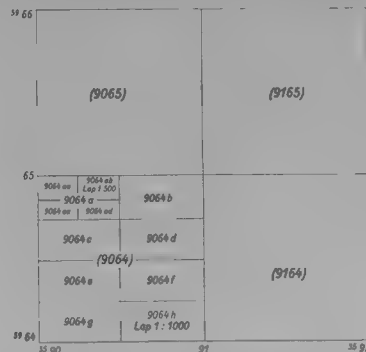


Bild 1. Blattschnitt und Blattnumerierung der Lagepläne unter Verwendung von Gauß-Krüger-Koordinaten, z. B. Deutsche Grundkarte 1 : 5 000 35_{90} Rechts 59_{64} Hoch.

vorschriften gegen unmittelbare Starkstromgefährdung zu beachten sind, z. B. Koaxialkabel mit Fernspeisung.

Nzp sollen netzmäßigen Aufbau von Kabelkanal- und Ortskabelanlagen zeigen. In der Regel werden für die von den großen Schaltpunkten (HVt, LVz, KVz) ausgehenden Anschlußkabel getrennte Nzp angelegt. Daneben können begrifflich zusammengehörende Anlagen (Kabelkanäle, Ortsverbindungskabel (OVk), Querkabel (Qk), Sonderkabel usw.) in besonderen Nzp dargestellt werden. Für Nzp werden Zeichenblätter der DIN-Reihe A benutzt; die Blattgröße richtet sich nach dem Umfang der darzustellenden Anlagen und muß so gewählt werden, daß der Plan übersichtlich und für Netzerweiterungen aufnahmefähig bleibt. Gegebenenfalls ist er auf mehrere Blätter aufzuteilen. Die Anlagen werden unmaßstäblich, aber ungefähr angepaßt an den Straßenverlauf dargestellt. Im einzelnen zeigen Nzp Kabelschächte (KSch), Abzweigkästen (Azk), Kabelkanalquerschnitte mit Belegung (einschl. der Belegung durch Kabel des Fernliniennetzes und Sonderkabel), Kanallängen zwischen den KSch und Azk, alle Ortskabel (Ok) und Bzk mit Adernbündeln für Anschlußleitungen mit Angaben über Länge, Paarigkeit und Leiterdicke. Nzp enthalten ferner: alle »toten« Röhrenkabel und tote Adern der in Betrieb befindlichen Erd- und Röhrenkabel mit dem Zusatz »tot« in runden Klammern, alle Vorratslängen, Lötstellen, Blindmuffen, Isoliermuffen, Stopfstellen, Ausgleichmuffen, Ergänzungsnetzwerke und Spulenpunkte für die dargestellten Kabel, Verzweigungs- und Schaltpunkte (HVt, LVz, KVz, Endeinrichtungen), WstSch sowie Adernverteilung in Lötstellen, Verzweigungs- und Schaltpunkten. Für die Kennzeichnung der Nzp beim Vorhandensein gefährdender Fernmeldeleitungen gilt dasselbe wie beim Lap. Hinweise über Beschriftungsfeld erleichtern das Finden der zu den Nzp gehörigen Lap. Die Kabel und Schaltpunkte werden nach der »Anweisung für das Benummern von Kabel- und Kabelkanalanlagen« benummert (→ Ortsnetzaufbau). Für einen Schaltpunkt erforderliche Angaben werden in einen Kastenvordruck (Bild 2)

B 1		
	35	A/1 (351-385)
	35	B/2 (36-70)
	130	B 1.1-20

Bild 2. Kastenvordruck für einen Kabelverzweiger.

eingetragen, über dem der Standort vermerkt wird. Für jedes Kabelstück zwischen 2 Lötstellen werden — durch Schrägstrich getrennt — angegeben: Kabellänge in m, Zahl der Doppeladern (DA), Leiterdicke und Auslegungsjahr. Besondere Hinweise, z. B. auf Blitzschutzmaßnahmen, Schutzmaßnahmen gegen Korrosion usw., werden in Fußnoten angegeben.

Bei den in den Kabeln geführten DA sind Betriebs-, Vorrats- und tote Adern zu unterscheiden (Bild 3). Betriebsadern enden beidseitig an Kabelabschlußgeräten; Vorratsadern liegen nur an einer Seite an Kabelabschlußgeräten; tote Adern enden an keiner Seite an Kabelabschlußgeräten.

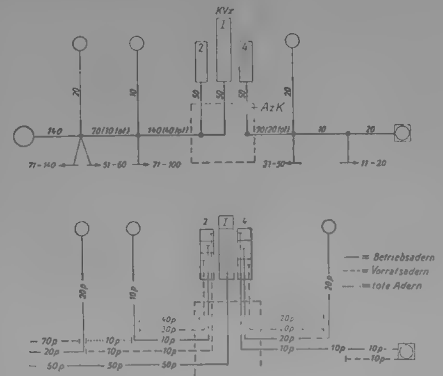


Bild 3. Darstellung von Betriebs-, Vorrats- und toten Adern.

Bestückungspläne oder -karten geben die Anordnung und Anzahl der Trennleisten, Endverschlüsse usw. an der senkrechten Seite des Hauptverteilers, in den Linienverzweigern oder Kabelverzweigern wieder.

Ein KLäp ist die gestreckte Darstellung eines bestimmten Kabels (OVk, Qk, Sonderkabel) und soll die Fehlerortung und -beseitigung an diesem erleichtern. Bild 4 zeigt einen Ausschnitt eines KLäp.

Bei bespulten Kabeln können die KLäp durch Einzeichnen der Ausgleichmuffen, Ergänzungsnetzwerkkästen, Spulenpunkte und der Spulenfeldlängen sowie durch Angaben über elektrische Eigenschaften zu Bespulungsplänen ergänzt werden. Für die Kennzeichnung von KLäp bei Kabeln, in denen Leitungen gefährdende Spannungen annehmen können, gilt dasselbe wie bei Lap und Nzp.

Die Kabelschachtkartei ergänzt Angaben der Lap und Nzp und besteht aus den für alle KSch aufgestellten Kabelschachtkarten (KSchK). Sie enthalten außer der Schacht-Nr. alle notwendigen Angaben über Lage, Größe, Aufbau, Hersteller, Ausrüstung usw. Auf Durchführungen fremder Anlagen, Wasserhaltigkeit, Gasgefährdung u. dgl. ist unter »Sonstiges« besonders hinzuweisen. KSchK werden nach ON und innerhalb dieser nach der Schacht-Nr. geordnet.

Hauptkabelübersichtsplan gibt der Ortslage angepaßt eine Übersicht über die Hauptkabeltrassen zur Versorgung der KVz und LVz, über Zahl und Lage der Vorrats-DA, Nummer und Lage der KVz und LVz und Zahl der schaltbaren DA. Kopie dient nach Eintragung der Belegung der KVz und LVz zur Planung von notwendigen Erweiterungen im Hauptkabelnetz.

Alle zu einem ON gehörenden Planunterlagen werden in einem Planbuch zusammengefaßt.

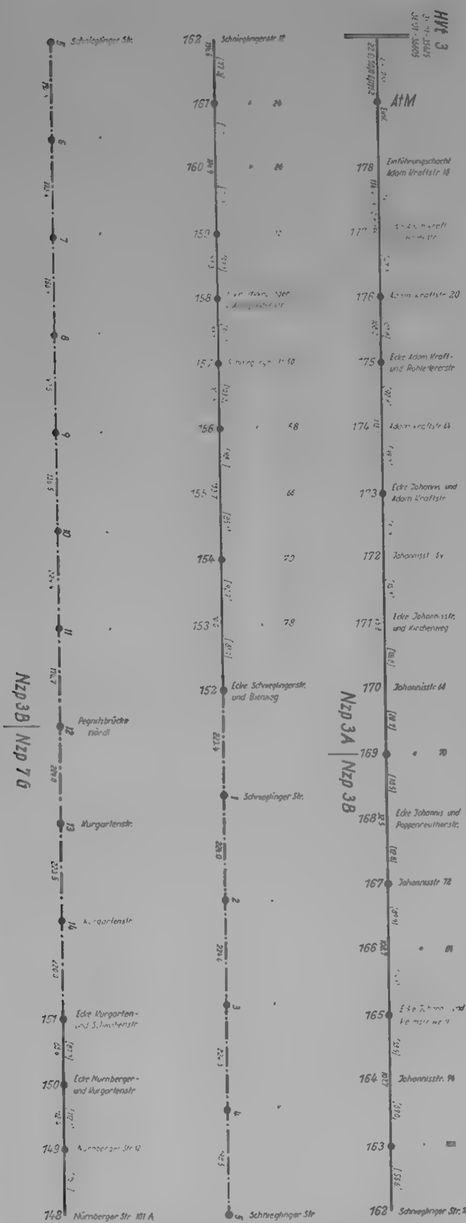


Bild 4. Ausschnitt aus einem Kabellängenplan.

II. Planunterlagen für Kabel des Fernliniennetzes

Für jedes Kabel des Fernliniennetzes wird ein besonderes Planbuch angelegt, in dem alle für das betr. Kabel notwendigen Unterlagen zusammengefaßt sind; es enthält in der Regel im Teil 1 das Planzeug im Teil 2 Raum- und Schaltschachtzeichnungen, im Teil 3 Angaben über Aufbau und elektrische Eigenschaften des Kabels, im Teil 4 Montageanweisungen für den betr. Kabeltyp, im Teil 5 die Sammlung aller für das betr. Kabel abgegebenen Kabelfehlermeldungen. Teil 1 ist ein Titelblatt mit Angabe der zu diesem Teil gehörenden Blätter vorgeheftet und beginnt mit einem Vordruck, in den lfd. Nrn. und ausgeführte Berichtigungen eingetragen werden; es folgen Erläuterungen und Hinweise, die sich auf das in dem betr. Planbuch dargestellte Kabel beziehen, z. B. über Schutzmaßnahmen bei Kabeln mit Fernspeisung sowie über Liefer- und bauausführende Firmen, und allgemeine Bild-, Zeichen- und Beschriftungsanweisungen. Es folgen Streckenkarten im Maßstab 1:25 000, aus denen Verlauf der Kabeltrasse und Lage der Spulenpunkte hervorgehen. Hauptinhalt des Planzeugs machen die Kabellageplanblätter aus. Der Lap zeigt die im Maßstab 1:1000 genaue Lage der Kabellinie gegenüber festen Merkpunkten und wird auf DIN-A 4-Blättern im Hochformat dargestellt, wobei die Ortslage rechts und links des Kabelverlaufs nur soweit eingetragen wird, wie es zum Einmessen der Kabellage erforderlich ist. Um die Blattflächen möglichst gut auszunutzen und die Blattzahl zu beschränken, wird der Kabelverlauf nicht nach den Himmelsrichtungen richtig eingeordnet, sondern die Nord-Süd-Richtung nur durch einen Nordpfeil angedeutet. Durch als Nebenzeichnungen gebrachte Straßenquerschnitte, z. B. im Maßstab 1:250, wird die Kabellage bei Bedarf noch näher verdeutlicht. Teil 1 enthält ferner die Kreuzungsliste, die für jede Lötstelle Angaben über die Lage der Vierer und eingebauten Kreuzungen bringt, den Längennachweis mit Angabe von Kabelform und -ausführung und Lieferfirma sowie genauer Länge jedes Kabelstücks zwischen 2 Lötstellen und der Spulenfeld-Belegungslängen, Belegungspläne für Abschlußeinrichtungen und das Verzeichnis der Träger der Straßenbaulast (Wegeunterhaltungspflichtigen) bzw. der Grundstückseigentümer, mit denen Gestattungsverträge abgeschlossen wurden (→ Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien). Lap für Bzk können auch auf OkLap-Blättern flächenmäßig angelegt werden; dies hat den Vorteil, daß die OkLap verwendet werden können und sich leicht übersehen läßt, welche verschiedenen Anlagen in einem bestimmten Gebiet vorhanden sind.

Siehe auch Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze, Bestandsnachweise der Fernmeldelinien. *Bath*

Plasma ist ein Gasgemisch aus positiven Ionen, Elektronen, Lichtquanten, neutralen sowie angeregten wie unangeregten Atomen und Molekülen. Das Plasma ist elektrisch hochleitend und kommt in der → Gasentladung, heißen Flammen und Sternatmosphären vor. Je höher die Temperatur des Plasmas ist, desto mehr verschwinden nicht-dissoziierte Teilchen. Schließlich besteht es bei Temperaturen von 10^5 Grad nur noch aus Atomkernen und Elektronen. In dieser Form wird das Plasma auch als vierter Aggregatzustand (neben dem gasförmigen,

flüssigen und festen) der Materie angesehen. Die im Plasma strömenden Ionen und Elektronen kann man mit Hilfe von Magnetfeldern verdichten. Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Verhaltens eines hochtemperierten Plasmas im Magnetfeld behandelt die Magnetohydrodynamik (MHD). Darauf beruhende elektrische Generatoren werden als MHD-Generatoren bezeichnet.

Plasmafrequenz ist die Frequenz einer im → Plasma einer → Gasentladung erzeugten Ionenschwingung, die eine elektromagnetische Wellenstrahlung von gleicher Frequenz verursacht, (→ ionosphärische Brechung, → Klystron).

Plasmaschwingungen → Gasentladung, → kosmische Radiostrahlung, → Plasma.

Plasmawellenlänge ist die Wellenlänge der im → Plasma einer → Gasentladung durch Ionenschwingungen hervorgerufenen elektromagnetischen Strahlung.

Plaste (Kunststoffe). P. sind nach DNA Materialien, deren wesentliche Bestandteile aus makromolekularen org. Verbindungen bestehen, die synth. oder durch Umwandlung von Naturprodukten entstehen. Sie sind in der Regel in der Verarbeitung unter bestimmten Bedingungen plastisch formbar oder sie sind plastisch geformt worden. Alle P., die in der Hauptmolekülkette nur C-Atome enthalten, heißen C-C-Plaste (Äthylen, Butadien, Hyrol, usw.), solche mit C und O in der Hauptkette heißen C-O-Plaste (Cellulose-Ester), solche mit C und N in der Hauptkette C-N-Plaste (Aminoplaste, Polyamide), solche mit C und S in der Hauptkette C-S-Plaste (Thioplaste) und solche mit Si und O in der Hauptkette heißen Si-O-Plaste (Silikone).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Plastikeffekt → Fernsehsignal-Verzerrungen.

Platin, Pt Atomgewicht 195,23, ϱ 21,45, Fp 1773,5° C, Kp 4400° C, ist ein silberweißes Edelmetall, weicher als Kupfer. Vorkommen: P. findet sich nur in elementarem Zustand in Gestalt feiner Körner in Schutthalden und im Flußsand, hauptsächlich im Ural. Es enthält noch Iridium, Osmium, Palladium, Rhodium und Ruthenium, die sogenannten P.-Metalle. In der Fernmeldetechnik wird es zur Herstellung von elektrischen Kontakten verwendet. (→ Kontaktwerkstoffe).

Platiniridium ist eine Legierung von 80–95% Platin mit 20–5% Iridium. Es wird verwendet für → Kontaktwerkstoffe und → Thermoelemente.

Platinit ist eine Eisenlegierung mit 40–60% Nickel. Sie wird als Einschmelzdraht und in Glühlampensockeln verwendet.

Platinmetall → Platin.

Plattenkondensator: Kondensator, dessen Elektroden aus ebenen und zueinander parallel stehenden Platten bestehen. Die Kapazität eines Plattenkondensators ist $C = \varepsilon a/s$, wenn a die Fläche der Platten ist, und wenn der Abstand s der Platten voneinander (die Dicke des dielektrischen Zwischenraumes) klein ist gegen andere lineare Abmessungen des Kondensators. ε ist die Dielektrizitätskonstante des dielektrischen Zwischenraumes.

Plattieren. Herstellen einer bei normaler Beanspruchung nicht trennbaren, durch erhöhte Temperatur oder Druck oder beides erzeugten Vereinigung zweier oder mehrerer relativ dicker Metallschichten.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Platzanrufsucher sind jedem Abfrageplatz mit Anrufverteilung fest zugeordnet. Durch die → Anlaßader der Anrufübertragung wird ein belegungsbereiter P. veranlaßt, die belegte Anrufübertragung zu suchen, und den Anruf zum Platz durchzuschalten. Außerdem gestattet der P. die Gesprächsweiterleitung zu anderen Platzgruppen. Als P. werden 34 teilige Motordrehwähler und 112- oder 224 teilige EMD-Wähler verwendet. Um unbeabsichtigte oder böswillige Blockierung eines P. zu verhindern, ist je Platz eine Freischaltetaste vorgesehen, die nach Drücken den P. von der Anrufübertragung freischaltet.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 12/67, S. 318.

Platzansteuerung → Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz.

Platzaufsicht → Aufsicht.

Platzbeamtin → Vermittlungskraft.

Platzbesetzung. Die in der → Tagesverkehrsübersicht für die einzelnen Tagesstunden errechneten Fernplatzstunden entsprechen den in dieser Zeit zu besetzenden Fernplätzen.

Der aufkommende Arbeitsaufwand an den A-, B- und D-Plätzen ist in den einzelnen Tagesstunden unterschiedlich → Fernplatzarten. Es muß deshalb auch die Aufteilung der Fernplätze auf die A-, B- u. D-Platzgruppe ermittelt werden. Die Zahl der zu besetzenden Fernplätze in den drei Gruppen wird nach Beobachtung und mit Hilfe der in der Verkehrsfaktorberechnung ausgewiesenen Tätigkeitsarten bestimmt. Nur bei großen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand) ist es u. U. notwendig, die Zahl der Fernplätze in den einzelnen Platzgruppen durch Feststellen der Tätigkeiten und damit des Arbeitsaufwandes an den A-, B- und D-Plätzen für die einzelnen Stunden wie bei der Ermittlung des Verkehrsfaktors zu errechnen.

Platzcode. Der P. ist eine Zeichenkombination, die bei internationalen, halbautomatischen Fernsprechverbindungen an bestimmter Stelle der übertragenen Wählinformation steht und den Zugang zu Vermittlungsplätzen ermöglicht. In den genormten CCITT-Systemen ist für den Zugang zu Vermittlungsplätzen für ankommenden Verkehr die Zeichenkombination 11 (»Code 11«), für den Zugang zu Vermittlungsplätzen für gespeicherten Verkehr die Zeichenkombination 12 (»Code 12«) vorgesehen.

P. wird von den internationalen Vermittlungskräften eingegeben und bezeichnet für sich allein die entsprechende Platzgattung und in Verbindung mit der

→ Sprachkennziffer eine Platzgruppe für die entsprechende Arbeitssprache. Soweit vorgesehen, kann durch eine nach »Code 12« gewählte Zifferngruppe eine bestimmte Platzgruppe oder ein Einzelplatz gezielt angesteuert werden.

Platzherbeiruf → Fernplatzherbeiruf.

Platzkartenreservierungsverfahren, z. Z. für Reisezüge noch manuelles Verfahren, Umstellung auf vollautomatisches Verfahren mittels Elektronenrechner erfolgt 1971. Erste Versuchseinrichtung für Buchung von Plätzen für Kraftfahrzeuge in den Fährschiffen Deutschland–Dänemark seit 1959 in Betrieb. Über Fernschreibwählnetz der DB können bis zu 60 Tage vor dem Verkehrstag die elektronische Buchungsanlage (volltransistorisierter kleiner Rechner mit Trommelspeicher) angewählt und am Fernschreiber der gewünschte Reisetag und die gewünschte Kursnummer eingeschrieben werden. Die Anlage antwortet mit Reisetag, Kursnummer und einer zweistelligen Zahl, welche die noch verfügbaren Plätze angibt. Der Besteller gibt die Anzahl der gewünschten Plätze an, und die Anlage antwortet mit der ausgeführten Subtraktion. Bei besetztem Kurs bietet die Anlage den nächsten freien Kurs als Ersatz an. Für die Buchung von Plätzen in Reisezügen ist ein ähnliches Verfahren, aber unter Verwendung besonderer Buchungspulte anstelle des Fernschreibers vorgesehen. Beim gegenwärtigen manuellen Verfahren werden für die Reisezüge in Belegungsbüros Reservierungskarten geführt. Angaben auf besonderem Reservierungszettel werden kurz vor Abfahrt der Züge von den Belegungsbüros über Fernschreiber an die Abstellbahnhöfe übermittelt, dort von Fernschreibmaschinen aufgenommen, auseinandergeschnitten und vom Zugpersonal an den Plätzen angebracht. Dieses Übermittlungsverfahren wird bei Einführung des elektronischen Buchungsverfahrens vom Elektronenrechner ausgeführt werden.

Literatur: Signal und Draht, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1969. *Leitenberger*

Platzleistung → Fernverkehrseinheit.

Platzleitungswähler → Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz.

Platzunterlagen → Fernplatzunterlagen.

Platz-Verlängerungsleitung → Fernschrank F 36.

Playback-Gerät → Visible Speech.

Playbackkanal → Ton-Studiotechnik.

Pleijelspule war eine interessante Zwecklösung im Gegensatz zur Pupin-Viererbespulung vor mehr als 40 Jahren. Diese Spule war den technischen Anforderungen aber nicht gewachsen und ist auch aus der einschlägigen Literatur seit Jahrzehnten verschwunden.

p-Leitung → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Pleumeur-Bodou. Erdefunkstelle der PTT Frankreich, in der Bretagne nahe Lannion gelegen. Die technischen Einrichtungen entsprechen denen der Erdefunkstelle → Andover.

Plexidur. Acrylharz (Mischpolymerisat), klar durchsichtig, mit gelblicher Eigenfarbe, 2- bis 3mal zäher als Plexiglas; wird in Platten geliefert; Verwendung und Verarbeitung ähnlich wie bei Plexiglas.

Literatur Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Plexiglas. Harte, biegsame, thermoplastische, glasartig durchsichtige, farblose Kunststoffe aus Polymethacrylsäureestern; nicht splitternd, Lichtdurchlässigkeit 90 bis 99%, durchlässig für Ultraviolett- und Röntgenstrahlen. P. ist gießbar, polierbar, schneidbar, schleifbar, schweißbar, es kann auch gedreht, gesägt, gestanzt, gefeilt und gebohrt werden. Alterungserscheinungen sind kaum zu beobachten. Es ist beständig gegen Laugen, verdünnte Säuren, Benzin, Mineralöl, Terpentinöl, dagegen wird es durch Alkohol, Ester, Ketone, Benzol, Chlorkohlenwasserstoffe zur Quellung bzw. Lösung gebracht.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Plexigum. Thermoplastische Formmassen aus Polymethacrylaten und deren Mischpolymerisate. Diese Formmassen werden wegen ihrer Wetterbeständigkeit, Festigkeit, Härte und Brillanz für Rückstrahler, Rücklichter von Kraftwagen, Schreib- und Zeichengeräte, Maschinenteile sowie in der Optik und für Haushaltsgegenstände verwendet. Die Formmassen lassen sich sowohl spritzgießen als auch strangpressen und pressen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

plötzliche Ionosphärenstörungen sind folgende Erscheinungen:

1. SWF (short wave fade-out) ist ein Vorgang, der dadurch gekennzeichnet ist, daß der Kurzwellenverkehr oft ganz plötzlich durch eine stark erhöhte Absorption in der D-Region der Ionosphäre unterbrochen wird. Je nach Stärke und Dauer der eruptiven Tätigkeit der Sonne wird nach wenigen Minuten oder auch Stunden der Kurzwellenverkehr, und zwar von hohen zu niederen Frequenzen fortschreitend, allmählich wieder möglich. Dieser Effekt wird auch Mögel-Dellinger-Effekt genannt. Ersterer, ein Deutscher, hat ihn zuerst beschrieben und letzterer, ein Amerikaner, hat die Korrelation mit den Sonneneruptionen erkannt. Die Magnetogramme lassen typische Veränderungen (Baystörungen) erkennen, die sich als Verstärkung der elektrischen Ströme in der D-Region deuten lassen. Die Häufigkeit der SWF ist eng mit den Jahresmitteln der Sonnenflecken korreliert.

2. SCNA (sudden cosmic noise absorption) ist die in Verbindung mit 1. oft auftretende Erscheinung, daß das kosmische Rauschen auf Frequenzen oberhalb der kritischen Frequenz der F-Region infolge erhöhter Absorption in der D-Region zurückgeht.

3. SEA (sudden enhancement of atmospherics) plötzlicher Anstieg der atmosphärischen Störungen

bezeichnet den Vorgang, der infolge der besseren Reflexionsmöglichkeit extrem langer Wellen (16 bis 30 Hz) das Störgeräusch oft sprungartig anwachsen läßt. Er wird in Prozent des ungestörten Rauschens angegeben (→ Funkprognosen).

4. SPA (sudden phase anomaly) Phasenanomalie bezeichnet eine plötzliche Änderung von Phase und Amplitude beim Empfang langer und längster Wellen. Sie ist bedingt durch Erniedrigung der effektiven Reflexionshöhe bis zu 15 km. Beträgt die Erniedrigung mehr als 6 km, wird immer auch SWF beobachtet.

5. SFD (sudden frequency deviation) bezeichnet den Vorgang, daß während Sonneneruptionen beim Empfang quarzgesteuerter Kurzwellensender plötzlich Frequenzsprünge bis zu 61 Hz auftreten. Die Erklärung hierfür ist eine plötzliche Erniedrigung der Reflexionshöhe oder Erniedrigung des Brechungsindex im durchlaufenen Ausbreitungsraum durch Ionosationserhöhung im E- und F1-Gebiet, die wahrscheinlich durch kurzwellige Röntgenstrahlung (4—100 Å) ausgelöst wird.

6. SES (sudden enhancement of signalstrenght) bezeichnet den Vorgang plötzlicher Erhöhung der Signalfeldstärke beim Empfang sehr langer Wellen infolge günstiger Reflexionsbedingungen (s. unter 3. SEA).

Wegen der Wichtigkeit für Weltraumfahrt, Weltraumforschung und Funkverkehr registrieren mindestens 100 Observatorien laufend die genannten Störungen (→ Ursigramm).

Literatur → ionosphärische Wellenausbreitung.

Plumbicon. Das P. ist eine Bildaufnahmeröhre vom Photoleitfähigkeitstyp mit Photoschicht aus Bleioxyd (PbO), die auf beiden Seiten mit Sperrschichten für Elektronen bzw. Defektelektronen versehen ist. Aufbau und Wirkungsweise ähnlich → Vidikon. Gegenüber dem Vidikon höhere Empfindlichkeit und geringeres Nachziehen. Bevorzugt in Farbfernsehkameras verwendet.

pneumatische Förderung → Hausrohrpost.

pn-Übergang. Flächenhafter Übergang von einer p- zu einer n-leitenden Zone (→ Bändermodell des Halbleiters) innerhalb ein- und desselben einkristallinen Halbleiter-Körpers. Ein solcher Übergang besitzt Gleichrichter-Eigenschaften.

1. Stromloser Zustand. Im einfachsten Fall (zwar schwer realisierbar, aber für die Anschauung am bequemsten) grenzen ein homogen p-dotierter und ein homogen n-dotierter Bereich aneinander an (abrupter Übergang). Diesen schroffen Übergang zwischen einer Zone mit Akzeptoren und einer Zone mit Donatoren machen die von diesen gelieferten beweglichen Löcher (Defektelektronen) und Elektronen nicht mit. Vielmehr diffundieren infolge der großen Konzentrations-Unterschiede Löcher aus dem p-leitenden in das n-leitende Gebiet und umgekehrt Elektronen aus dem n-leitenden in das p-leitende Gebiet hinüber. Dadurch entsteht (siehe Bild 1) von der Grenzfläche ein Gebiet negativer und rechts ein Gebiet positiver Raumladung, da links die Ladung der Akzeptor-Ionen und rechts die Ladung der Donator-Ionen durch das Abwandern der Löcher bzw. Elektronen (Verarmung an Majoritätsträgern) nicht mehr neutralisiert ist. Das mit den Raumladungen sich innerhalb des als Sperrschicht bezeichneten Raumladungsgebietes aufbauende elektrische Feld ist nun aber so gerichtet, daß es seiner Ursache, nämlich dei Diffusion der Ladungsträger, entgegenwirkt. Somit kommt es nicht etwa zu einem Ausgleich dei Konzentrationen der Elektronen und Löcher, sondern es stellt sich ein Gleichgewichtszustand mit einer Raumladungs- und Potential-Verteilung etwa gemäß Bild 1 ein. Diesen Gleichgewichts-, d. h. stromlosen Zustand des pn-Ü. kann man sich auch dadurch hergestellt denken, daß durch jede zur Grenzfläche zwischen p- und n-Zone senkrechten Ebene in der Raumladungsschicht (Sperrschicht) ein dem Ladungsträger-Gefälle proportionaler Diffusionsstrom (von Löchern in der einen und Elektronen in der anderen

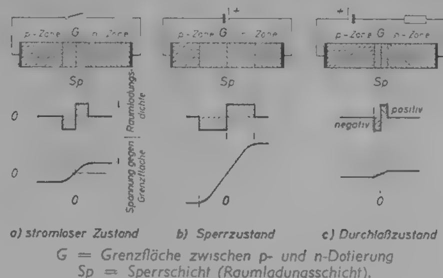


Bild 1. pn-Übergang mit der Sperrschicht, den in der Sperrschicht auftretenden Raumladungen und der Spannungsstufe (Potentialschwelle).

Richtung) und ein gleich großer, aber entgegengerichteter, der Feldstärke jeweils proportionaler, Feldstrom fließen würde (resultierender Gesamtstrom somit an jeder Stelle gleich Null). Infolge der Raumladungen bildet sich also bereits ohne außen angelegte Spannung eine Potentialstufe in der Sperrschicht aus. Die n-leitende Zone besitzt gegenüber der p-leitenden Zone positives Potential. Die Höhe der Potentialstufe wird, da die Raumladungen durch Diffusion der Ladungsträger entstehen, als → Diffusionsspannung (U_D) bezeichnet. Weil die Dichte der Majoritätsträger innerhalb der Sperrschicht kleiner als die der Akzeptoren bzw. Donatoren ist (siehe oben), spricht man auch von einer »Verarmungsschicht«. Beim stromlosen pn-Ü. stellen sich die Konzentrationen der Elektronen und Löcher auch innerhalb der Sperrschicht auf Grund eines thermischen Gleichgewichtes zwischen der Paarerzeugung (von Elektronen und Löchern) und deren Gegenprozeß, der Rekombination, ein und gehorchen dem Massenwirkungsgesetz (→ Bändermodell des Halbleiters).

2. Beanspruchung in Sperrichtung. Der pn-Ü. sperrt, wenn eine Spannung so angelegt wird, daß dadurch das Potential des n-leitenden gegenüber dem

des p-leitenden Gebietes angehoben wird. Die Potentialstufe in der Übergangszone (Sperrschicht), welche ohne äußere Spannung bereits die Höhe U_D besitzt (Bild 1a), erhöht sich dann um die angelegte Spannung U_{Sp} auf den Wert $U_D + U_{Sp}$ (Bild 1b). Die Sperrschicht (Raumladungsschicht) verbreitert sich. Das elektrische Feld ist größer als im stromlosen Zustand, ist aber so gerichtet, daß es nur Minoritätsträger (Elektronen aus dem p- in das n-leitende und Löcher aus dem n- in das p-leitende Gebiet) durch das Übergangsgebiet ziehen kann. Da aber die Konzentration der Minoritätsträger sehr klein (bei mittlerer Stärke der Dotierung bereits um viele Größenordnungen kleiner als die der Majoritätsträger) sind, ist auch der Stromfluß, d. h. der Sperrstrom, sehr klein. Die abfließenden Minoritätsträger werden durch thermische Neuerzeugung (Generation oder Paarerzeugung) von Elektron-Loch-Paaren in und in der Nähe der Sperrschicht (bis zum Abstand einer sog. Diffusionslänge) ersetzt.

Der Sperrstrom ist von der Sperrspannung weitgehend unabhängig, da bei sehr kleiner Spannung bereits alle thermisch erzeugten Minoritätsträger durch das Feld »abgesaugt« werden, bei größerer Spannung aber auch nur die in der Zeiteinheit erzeugten Ladungsträger zur Verfügung stehen und somit den Sättigungswert I_S (s. Bild 2) des Sperrstroms bestimmen.

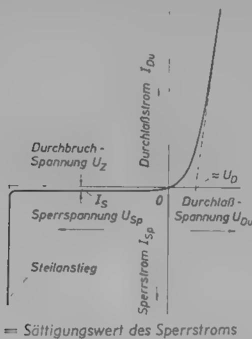


Bild 2. Prinzipieller Verlauf der Strom-Spannungs-Kennlinie eines pn-Übergangs.

Ein solches Sättigungsverhalten zeigen z. B. die Sperrströme von Germanium-pn-Ü. Diejenigen von Silizium-pn-Ü. hingegen werden im wesentlichen durch die auf besondere Rekombinationszentren zurückzuführende erhöhte Generations- und Rekombinationsrate pro Volumeneinheit in der Sperrschicht bestimmt. Mit wachsender Sperrschichtbreite, also mit wachsender Sperrspannung, wächst dementsprechend der Sperrstrom (z. B. vom Bruchteil eines nA auf einige nA).

Da der Sperrstrom durch thermische Paarbildung bedingt ist, nimmt er mit der Sperrschichttemperatur, und zwar innerhalb nicht zu großer Temperaturbereiche näherungsweise exponentiell, zu. Es gilt, wenn keine nennenswerten, an der Kristalloberfläche auftretenden, Leckströme überlagert sind, die Faustregel, daß sich der Sperrstrom bei pn-Ü. in Germanium je 10 Grad Temperaturerhöhung etwa verdoppelt und in Silizium etwa verdreifacht. Andererseits besitzen bei Zimmertemperatur die Sperrströme in Silizium wegen der bedeutend kleineren Intrinsicdichte (→ Bändermodell des Halbleiters) viel kleinere Werte als diejenigen in Germanium (bei Si im Bereich von einigen pA bis zu einigen nA, bei Ge von etwa 1 bis 100 μA). Die beschriebenen Zusammenhänge können dazu benutzt werden, aus dem Sperrstrom die Sperrschichttemperatur zu bestimmen. Für die höchstzulässige Betriebstemperatur von Sperrschichten in Germanium gelten Werte von 70 bis 100° C, für diejenige von Sperrschichten in Silizium 200 bis 250° C. Der Sperrstrom kann auch durch andere Einflüsse erhöht werden, welche in der Lage sind, Ladungsträger-Paare in oder in der Nähe der Sperrschicht zu erzeugen, wie durch Lichteinwirkung (→ Photoeffekt) oder schließlich durch Erhöhung des elektrischen Feldes in der Sperrschicht, also durch Erhöhung der Sperrspannung bis auf einen kritischen Wert (→ Durchbrucheffekte). Während der Sperrstrom zunächst praktisch spannungsabhängig ist, wächst er bei Erreichen eines bestimmten Spannungswertes plötzlich sehr steil an (s. Bild 2). Die Größe der Durchbruchspannung hängt von der Größe und der Verteilung der Störstellenkonzentrationen (Akzeptoren und Donatoren) ab (s. Abschn. 5). Der Sperrstrom kann auch durch Injektion von Minoritätsträgern (Löcher in die n-leitende oder Elektronen in die p-leitende Zone) erhöht werden (s. Abschn. 3 und → Transistor).

3. Beanspruchung in Flußrichtung, pn-Ü. mit hoher bzw. geringer Rekombination. Der pn-Ü. wird in Flußrichtung betrieben, wenn eine Spannung (U_{Du}) so angelegt wird, daß dadurch das Potential des p-leitenden gegenüber dem des n-leitenden Gebietes angehoben wird. Dadurch werden vom p-leitenden Gebiet her die Löcher und vom n-leitenden Gebiet her die Elektronen etwas weiter auf die Grenzfläche zugetrieben, und zwar so weit, bis durch die Verschmälerung der Raumladungsschicht (Sperrschicht) die Raumladungen und damit die Höhe der Potentialstufe (s. Bild 1) um den nötigen Betrag verringert sind: Die Potentialstufe erniedrigt sich bei sehr kleiner Spannung U_{Du} praktisch auf den Wert $U_D - U_{Du}$; bei zunehmender Spannung wird die Potentialstufe weiter abgebaut, aber ein immer größer werdender Anteil der Spannung fällt längs der Bahngebiete im Halbleiter ab. Nach dem Modell der Überlagerung von Diffusions- und Feldstrom (s. Abschn. 1) kommt der Durchlaßstrom folgendermaßen zustande: Das den Diffsionsströmen entgegenwirkende Feld ist kleiner als im Gleichgewichtszustand, d. h. als im stromlosen Fall. Infolgedessen überwiegen die Diffusionsströme die Feldströme. Die Löcher diffundieren vom p-leitenden Gebiet her in die Sperrschicht, die Elektronen von der anderen Seite her aus dem n-leitenden Gebiet. Für den weiteren Verlauf der Ströme ist nun entscheidend, ob es sich um einen pn-Ü. mit hoher oder einen solchen mit geringer Rekombination handelt. Beim Übergang mit hoher Rekombination rekombinieren die von links (s. Bild 1) in die

Sperrschicht hineindiffundierenden Löcher mit den von rechts kommenden Elektronen innerhalb der Sperrschicht. Der Stromfluß besteht links (im p-Gebiet) als reiner Löcherstrom, wird in der Sperrschicht durch den entgegenkommenden Elektronenstrom übernommen und besteht rechts (im n-Gebiet) als Elektronenstrom. Beim Übergang mit geringer Rekombination diffundieren die Löcher bzw. Elektronen fast alle durch die Sperrschicht hindurch und können, wenn ausgedehnte Bahngebiete vorhanden sind, noch weit in diese (die Löcher in das n-leitende und die Elektronen in das p-leitende Gebiet) als Minoritätsträger hineindiffundieren (Diffusionsschwänze). Diese Minoritätsträgerströme fließen, solange die Dichten der Minoritätsträger klein gegen die der Majoritätsträger sind, praktisch nur als Diffusionsströme. Sie kommen durch die Dichtegradienten der Minoritätsträger zustande. Durch Rekombination mit Majoritätsträgern nehmen die Minoritätsträgerströme längs ihres Weges in den Bahngebieten nach und nach ab. Im gleichen Maß müssen die Majoritätsträgerströme, welche die zur Rekombination erforderlichen Ladungsträger zuführen, zunehmen. Im Gegensatz zu den Minoritätsträgerströmen, deren Feldstromanteile wegen der geringen Dichten der Minoritätsträger klein sind, fließen die Majoritätsträgerströme mit ihren großen Ladungsträgerdichten praktisch nur als Feldströme. Die Diffusion von Ladungsträgern in Gebiete hinein, in welchen sie sonst nur in äußerst geringer Dichte vorhanden sind (als Minoritätsträger), bezeichnet man als Injektion. Die mittlere Wegstrecke, welche die diffundierenden Minoritätsträger dabei bis zu ihrer Rekombination zurücklegen (Diffusionslänge), kann sehr viel größer sein als die Breite der Sperrschicht. Bei einem Übergang mit vernachlässigbarer Rekombination innerhalb der Sperrschicht gilt (ohne Berücksichtigung des Widerstandes der Bahngebiete) folgende Kennlinien-Gleichung für die Flußrichtung (Kennlinie des pn-Übergangs, s. Bild 2):

$$I_{\mathrm{Du}} = I_{\mathrm{S}}\left(\mathrm{e}^{\frac{q\,U_{\mathrm{Du}}}{kT}} - 1\right)$$

pn-Ü. mit schwacher Rekombination erhält man, wenn die verwendeten Halbleiter-Einkristalle weitgehend störungsfrei sind. Ein wichtiges Anwendungsbeispiel sind die Übergänge zwischen Emitter- und Basis-Zone beim → Transistor. Hier kommt als Besonderheit noch hinzu, daß eine Zone sehr viel stärker als die andere dotiert wird (stark unsymmetrischer pn-Ü., vergl. Abschn. 5). Die obenerwähnte Injektion von Ladungsträgern erfolgt dann fast nur in der einen Richtung, und zwar injiziert vorwiegend die stark dotierte Zone (Emitter) in die schwach dotierte, also höherohmige Zone (Basis) hinein. Ein Emitter vom p-Typ injiziert also einen Löcherstrom in die Basiszone, welcher fast den gesamten Strom führt, da in umgekehrter Richtung aus der sehr viel schwächer dotierten Basiszone ein nur sehr geringer Elektronenstrom (Rückstrom) in die Emitterzone diffundieren kann (das Verhältnis von Löcherstrom zu Elektronenstrom ist proportional dem Verhältnis der Störstellenkonzentrationen $P:N$). pn-Ü. mit hoher Rekombination erhält man in Kristallen, welche viele rekombinationsfördernde Störungen enthalten. Als sog. Rekombinationszentren wirken insbesondere Fremdatome, welche den Halbleiter zwar nicht dotieren, z. B. Gold-Atome in Silizium (Elektronen-Energieniveau etwa in der Mitte des verbotenen Bandes, → Bändermodell des Halbleiters), die jedoch etwa gleich große Einfangswahrscheinlichkeit für Elektronen und Löcher besitzen. Man spricht in beiden Fällen von Rekombinationszentren. Solche Übergänge in Halbleiter-Kristallen, in welche zusätzliche Fremdatome eingebaut sind, die als Rekombinationszentren wirken, spielen bei Halbleiter-Bauelementen für hohe Frequenzen und hohe Schaltgeschwindigkeiten eine Rolle (Verringerung der Speicherzeiten).

4. Wechselstromverhalten. Ein pn-Ü. verhält sich wechselstrommäßig wie ein frequenzabhängiger reeller Leitwert, dem eine frequenzabhängige Kapazität parallel geschaltet ist. Die Kapazität setzt sich aus zwei Anteilen zusammen, Diffusions- und Sperrschicht-Kapazität, von welchen praktisch nur die erste frequenzabhängig ist. Das für den Fluß der Diffusionsströme (siehe oben) erforderliche Konzentrations-Gefälle der Ladungsträger innerhalb der Sperrschicht und beiderseits in den angrenzenden Gebieten (Diffusionsschwänze) muß bei einer Spannungsänderung durch Diffusion der Ladungsträger auf- bzw. abgebaut werden. Die aus diesen zusätzlichen, der Änderungsgeschwindigkeit der Spannung proportionalen Diffusionsströmen resultierende Kapazität bezeichnet man als Diffusionskapazität. Da bei zunehmender Frequenz die relativ langsame Diffusion der Ladungsträger den schnellen Spannungsänderungen immer weniger zu folgen vermag, fällt die Diffusionskapazität mit steigender Frequenz. Die Sperrschicht-Kapazität beruht auf der Änderung der Sperrschicht-Raumladungen (und damit der Sperrschichtbreite) mit der Spannung. Durch Zu- bzw. Abnahme der Spannung wird die Raumladung durch die vorrückenden bzw. sich zurückziehenden Majoritätsträger verkleinert bzw. vergrößert. Hierbei fließt innerhalb der Sperrschicht ein Verschiebungsstrom und in den Bahngebieten ein Feldstrom. Da diese Vorgänge — verglichen mit der Ladungsträger-Diffusion — in einer sehr kurzen Zeit erfolgen, hängt die Sperrschicht-Kapazität, verglichen mit der Diffusions-Kapazität, praktisch nicht von der Frequenz ab. Die Sperrschicht-Kapazität ist jedoch spannungsabhängig. Eine Zunahme der Spannung bewirkt nämlich eine Verbreiterung der Sperrschicht und (in Analogie zum Plattenkondensator, in dessen Gleichung nur die Dielektrizitäts-Konstante der als frei von beweglichen Ladungsträgern angenommenen Sperrschicht und statt des Plattenabstandes die spannungsabhängige Sperrschichtbreite einzusetzen ist) eine Abnahme der Kapazität. Die Sperrschichtkapazität ist auch von der Dotierung des p- sowie des n-leitenden Gebietes abhängig. Da nämlich die Raumladungsdichte in der Sperrschicht proportional zur Störstellen-Konzentration, d. h. zum Grad der Dotierung ist, bedingt eine starke Dotierung eine

schmale Sperrschicht und damit eine große Kapazität, eine schwache Dotierung das Gegenteilige. In Sperrrichtung überwiegt die Sperrschicht-Kapazität die Diffusions-Kapazität, in Durchlaßrichtung ist die Sperrschicht-Kapazität gegenüber der Diffusions-Kapazität meist vernachlässigbar. Die Diffusionskapazität ist vornehmlich strom-, die Sperrschicht-Kapazität spannungsabhängig. Die Spannungsabhängigkeit der Sperrschicht-Kapazität wird z. B. bei der Kapazitäts-Variations-Diode (→ Varaktor) ausgenutzt.

5. Verschiedene Arten von pn-Ü. Reale pn-Ü. weichen von dem eingangs benutzten Modell des abrupten pn-Ü. dadurch ab, daß der Übergang von p- zu n-Dotierung nicht sprunghaft erfolgt, sondern daß, wenigstens auf einer Seite, die Störstellen-Konzentration nach der Grenzfläche zwischen p- und n-Dotierung hin abfällt, außerdem auch im p-leitenden Gebiet eine Donatoren- und im n-leitenden Gebiet eine Akzeptoren-Konzentration vorliegt, und daß die Grenzfläche dadurch festgelegt ist, daß in ihr die Konzentrationen von Akzeptoren und Donatoren genau gleich groß sind, auf der einen Seite der Grenzfläche aber die Akzeptoren, auf der anderen die Donatoren überwiegen. Akzeptoren und Donatoren heben sich nämlich gewissermaßen in ihrer Wirkung auf und nur der Überschuß der einen oder anderen Art von Störstellen, die sog. Netto-Störstellen-Konzentration, liefert freie Ladungsträger. In der Grenzfläche besitzt also die Netto-Störstellen-Konzentration den Wert Null.

Die meisten pn-Ü. sind sogenannte unsymmetrische Übergänge, d. h., die Dotierung der p-leitenden Zone überwiegt die der n-leitenden oder umgekehrt (häufig um einen Faktor 10^2 bis 10^3, oder noch mehr). Dies ergibt sich aus den Herstellungsverfahren, ist aber auch für viele Anwendungen erforderlich (z. B. Emitter von → Transistor und → Thyristor). Größe und örtlicher Verlauf der Störstellen-Konzentrationen (Störstellenprofile) können teils mit den Herstellungsparametern eingestellt werden, teils sind sie durch Art des gewählten Herstellungsverfahrens und der verwendeten Materialien bereits festgelegt (→ Herstellung von pn-Ü.).

Die Größe der Durchbruchspannung eines pn-Ü. hängt, wie in Abschn. 2 bereits erwähnt, von der Dotierung ab. Durchbrüche (→ Durchbrucheffekte) treten auf, sobald die maximale Feldstärke im pn-Ü. Werte von etwa $10^5 \ldots 10^5$ V cm^{-1} erreicht. Bei einem einfachen pn-Ü. kann eine hohe Durchbruchspannung nur durch genügend schwache Dotierung (wenigstens einer Seite) erzielt werden. Je niedriger nämlich die Störstellen-Konzentrationen sind, um so größer muß — wegen der geringeren Raumladungsdichte (s. Abschn. 1) — die Breite der sich ausbildenden Sperrschicht sein, damit sich die Spannungsstufe der Höhe $U_D + U_{Sp}$ (s. Abschn. 2) aufbaut — und um so geringer ist die in der Sperrschicht auftretende maximale Feldstärke. Schwache Dotierungen liefern aber einen großen Bahnwiderstand und ergeben somit schlechte Durchlaß-Kennlinien. Einen Ausweg bietet hier der pin-Übergang. Bei diesem ist zwischen p- und n-leitendem Gebiet eine eigenleitende (i = intrinsic, → Bändermodell des Halbleiters) Schicht eingebaut. Da diese definitionsgemäß störstellen- und somit auch raumladungsfrei ist, herrscht in ihr eine konstante Feldstärke. Die Gebiete beiderseits der i-Schicht sind stark dotiert. Dadurch sowie durch ihren Abstand infolge der relativ breiten i-Schicht bilden sich seitlich nur sehr schmale Raumladungsschichten aus (im p-leitenden Gebiet negativ, im n-leitenden positiv). Die Breite der i-Schicht ist so groß gewählt, daß dagegen die Breiten der beiden Raumladungsschichten — und nur deren Breiten sind von den Störstellen-Konzentrationen und von der Spannung abhängig — nur wenig ins Gewicht fallen. Der pin-Ü. bietet folgende Vorteile: Die Durchbruchspannung kann sehr große Werte besitzen, da fast die gesamte Sperrspannung in der breiten i-Schicht abfällt und die maximale Feldstärke daher erst bei hoher Spannung den kritischen Wert erreicht. Durch die große und außerdem nur wenig spannungsabhängige Sperrschichtbreite ist die Kapazität klein und wird ebenfalls nur wenig durch die Spannung beeinflußt. Der Widerstand in Flußrichtung aber ist wegen der stark dotierten Bahngebiete gering.

Niedrige Durchbruchspannung kann man umgekehrt dadurch erzielen, daß man beide Seiten eines einfachen pn-Ü. stark dotiert. Dies hat zur Folge, daß eine Sperrschicht von nur geringer Breite aber mit um so höherer Raumladungsdichte und Feldstärke entsteht. Durch genügend starke Dotierung entsteht schließlich ein pn-Ü., der auch im Nullpunkt nicht mehr sperrt. Die Kennlinie eines solchen Übergangs (→ Tunneldiode) besitzt im »Fluß-Bereich« ein Gebiet mit negativem differentiellem Widerstand (Doppelbasisdiode).

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikal. u. techn. Grundlagen, Springer-Verlag, 1963 — K. Seiler, Physik u. Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Dosse, Der Transistor, R. Oldenbourg, München — E. Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag, 1965.

Aulbach

Poissonsche Gleichung. Auch als Raumladungsgleichung bezeichnete partielle Differentialgleichung, welche die Potentialverteilung $\varphi(x, y, z)$ im wirbelfreien elektr. Feld beim Vorhandensein räumlich verteilter Ladungen der Raumladungsdichte ϱ beschreibt. Mit ε als Dielektrizitätskonstante lautet die P. G. in kartesischen Koordinaten

$$\Delta\varphi = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = -\varrho/\varepsilon$$

oder in Zylinderkoordinaten r, α, z

$$\Delta\varphi = \frac{\partial^2\varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\,\frac{\partial\varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\,\frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = -\varrho/\varepsilon\,.$$

Die P. G. ist die Ausgangsgleichung zur Berechnung des Feldverlaufs im Raumladungsgebiet, wie etwa innerhalb von Elektronenröhren oder in Halbleitern.

Eine allgemeine Lösung ohne Berücksichtigung vorliegender Randbedingungen lautet mit dV als Volumenelement

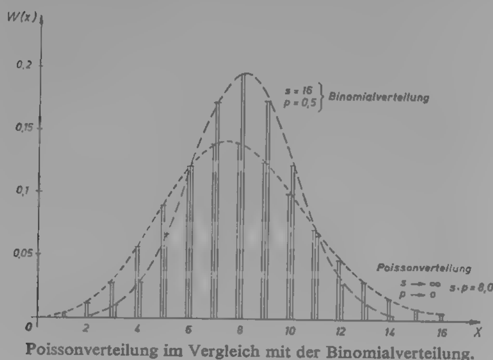
$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \int \varrho \frac{dV}{r} .$$

Sind keine Raumladungen vorhanden ($\varrho = 0$), so wird die P. G. zur Potentialgleichung (Laplacesche Differentialgleichung).

Für das Raumladungsgebiet innerhalb von Elektronenröhren erhält man aus der P. G. als Zusammenhang von Strom I und Spannung U das Raumladungsgesetz $I = a\,U^{3/2}$, worin die Konstante a als Perveanz oder Raumladungskonstante bezeichnet wird und in $A/V^{3/2}$ angegeben wird. a ist von den Systemabmessungen abhängig.

Literatur: K. Küpfmüller, Einführung i. d. Theoret. Elektrotechnik, 8. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1966.

Poissonverteilung. Wahrscheinlichkeitsverteilung für das x-malige Auftreten eines Ereignisses bei einer unendlichen Anzahl s von Versuchen (s. Bild). Die P. ist eine einparametrige diskrete Verteilung. Sie geht



Poissonverteilung im Vergleich mit der Binomialverteilung.

durch folgenden Grenzübergang aus der → Binomialverteilung hervor: $s \to \infty, p \to 0$ und $p \cdot s = A$. In der Verkehrstheorie ist die Wahrscheinlichkeit $W_{P(x)}$, daß von einer sehr großen (unendlichen) Anzahl s von Verkehrsquellen x gleichzeitig belegt sind, poissonverteilt. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Belegungen voneinander unabhängig sind und nicht durch einen Mangel an Wählern oder Abnehmerleitungen gehemmt werden ($N \geq s = \infty$).

$$W_P(x) = \frac{A^x}{x!} \cdot e^{-A} .$$

N: Anzahl der Abnehmerleitungen, $A = s \cdot p$ = Mittelwert der Anzahl gleichzeitig belegter Verkehrsquellen = Verkehrsangebot, p: Wahrscheinlichkeit, daß eine bestimmte Verkehrsquelle belegt ist (Verkehrsangebot einer Quelle). Da diese Wahrscheinlichkeit sehr klein ist, heißt die P. auch die Verteilung der seltenen Ereignisse, die Varianz ist: $D^2(x) = A$.

Poisson-Zahl → Festigkeitslehre.

Pol, Polstelle ist der Argumentwert, für den eine Funktion unendlich wird, i. allg. komplex. Die P. einer Übertragungsfunktion geben die Sperrstellen.

polare Bahn → Satellitenbahn.

polare Vektoren, z. B. Geschwindigkeiten, Kräfte. Die Geschwindigkeit einer Verschiebebewegung wird vollständig gekennzeichnet durch ihren Betrag und die Richtung der Bewegung. Die Geschwindigkeit kann daher durch einen Vektor dargestellt werden, dessen Richtung mit der Richtung der Bewegung übereinstimmt und dessen Betrag gleich ist dem Betrag der Geschwindigkeit (→ Vektoren und Skalare).

Polarimeter → Polarisation.

Polarisation, ein in mehrfacher Bedeutung verwendeter Begriff, der in allen Fällen einen Hinweis auf eine bevorzugte Richtung enthält.

1. Polarisation einer Welle (Schwingung). Bei einer transversalen Schwingung (Welle) schwingt der Schwingungsvektor in einer Ebene normal zur Fortpflanzungsrichtung als Achse in allen radialen Richtungen nach Bild 1. Die Schwingung heißt polarisiert, wenn der Schwingungsvektor nur in einer

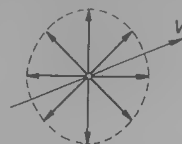


Bild 1. Nichtpolarisierte transversale Schwingung.

ausgezeichneten Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung z. B. (1) oder (2) in Bild 2 schwingt. Die Schwingung (Welle) ist linear polarisiert, wenn die Schwingungs- oder Polarisationsebene (1) und (2) in Bild 2 im Raum feststeht. Dreht sich die P.-Ebene um die Fortpflanzungsrichtung o-v als Achse, wobei die Amplitude A der Schwingung beim Fortschreiten längs der Achse o-v konstant bleibt, so

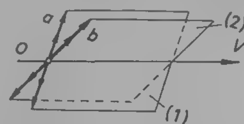


Bild 2. Linear polarisierte Schwingungen a und b mit zugehörigen Polarisationsebenen (1) und (2).

beschreibt der Endpunkt des Schwingungsvektors eine Schraubenlinienbahn, deren Projektion auf die Ebene normal zur Fortpflanzungsrichtung einen Kreis ergibt. Eine solche Schwingung heißt zirkular polarisiert. Beschreibt der Endpunkt des Schwingungsvektors eine elliptische Schraubenlinienbahn, deren Projektion auf die Ebene normal zur Fortpflanzungsrichtung eine Ellipse ist, so heißt die Welle elliptisch polarisiert. Die Erscheinung der P. ist eine kennzeichnende Eigenschaft transversaler Schwingungen.

Bei elektromagnetischen Wellen (Licht) wird eine linear polarisierte Welle auch als ebene Welle bezeichnet. Es schwingt dann z. B. der elektrische Feldvektor $\boldsymbol{E}$ in z-Richtung (zy-Ebene) und der magn. Feldvektor $\boldsymbol{H}$ in der x-Richtung (xy-Ebene), während die Fortpflanzungsrichtung durch die y-Achse gegeben ist. Als P.-Ebene wird die Schwingungsebene des magn. Feldvektors bezeichnet.

2. Erscheinung der elektrischen und magnetischen Polarisation. Unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes kommt es innerhalb eines Nichtleiters (Dielektrikums) zu elastischen Verschiebungen der atomaren Ladungsträger innerhalb der Atome in Form einer Verschiebung des elektrischen Schwerpunkts der Elektronenhülle gegenüber dem positiven Kern. Diese Erscheinung heißt P. des Dielektrikums. Sie hat zur Folge, daß auf den gegenüberliegenden Flächen des Nichtleiters senkrecht zur Feldrichtung elektrische Ladungen, sog. Polarisationsladungen auftreten. Handelt es sich um einen Leiter, der in ein elektrisches Feld gebracht wird, so können die leicht beweglichen Ladungsträger bis zur Leiteroberfläche wandern (Vorgang der Influenz), wo sie Influenzladungen bilden. Allgemein werden demnach auf der Oberfläche eines jeden in ein elektrisches Feld gebrachten Körpers Ladungen auftreten; ein materieller Körper wird im elektrischen Feld polarisiert. Während jedoch Influenzladungen leicht getrennt werden können, z. B. durch Aufteilen des die Ladungen tragenden Leiters im Feld in zwei je eine positive und negative Ladung tragende Hälften, ist eine Trennung von Polarisationsladungen infolge der lediglich innerhalb der Moleküle auftretenden »Ladungsverschiebungen« nicht möglich. Jeder noch so kleine polarisierte Nichtleiter bleibt stets ein elektrischer → Dipol.

Unter den Erscheinungsformen der elektrischen P. können zwei Grenzfälle hervorgehoben werden. Man bezeichnet Stoffe als unpolar oder dielektrisch, wenn ihre Moleküle für sich allein nicht nur elektrisch neutral, sondern auch dipolfrei sind. Erst im elektrischen Feld erhalten sie ein elektrisches Moment durch Verlagerung des elektrischen Schwerpunkts der Elektronenhülle gegenüber dem Atomkern. Die Dielektrizitätskonstante dieser Stoffe ist temperaturunabhängig. Man bezeichnet dagegen Stoffe als polar oder parelektrisch, wenn ihre Moleküle bereits unabhängig von einem äußeren Feld ein elektrisches Moment besitzen, also selbst Dipole sind. Die Summe aller Einzelmomente verschwindet infolge regelloser Orientierung im zeitlichen und räumlichen Mittel. Erst im elektr. Feld erfolgt neben einer »elektrischen Deformation« eine Ausrichtung der einzelnen Dipole, der die molekulare Wärmebewegung entgegenwirkt. (elektrische Polarisation → elektrische Größen). In ähnlicher Weise kann die Erscheinung der magnetischen P. im Magnetfeld erklärt werden. Bei diamagnetischen Stoffen besitzen die Moleküle kein magnetisches Moment, sie erhalten ein solches erst im Magnetfeld durch Induktionswirkung. Die Umlaufbewegungen der Elektronen (Elementarströme) erfolgen bei diamagnetischen Stoffen stets paarweise antiparallel und auch die Spinmomente der paarweise auftretenden Elektronen heben sich im ungestörten Zustand gegenseitig auf. Erst unter der Wirkung eines äußeren Magnetfeldes wird ein zur Feldrichtung antiparalleles magnetisches Moment erzeugt, indem die sich bildenden »Elektronenkreisel« eine Präzessionsbewegung (Larmor-Präzession) um die Feldrichtung ausführen. Wird ein diamagnetischer Stoff in ein Magnetfeld gebracht, so tritt daher innerhalb des Stoffes eine Feldschwächung auf. Die Permeabilität diamagnetischer Stoffe ist temperaturunabhängig. Die Moleküle paramagnetischer Stoffe besitzen bereits ein natürliches magnetisches Moment (polare Stoffe), unabhängig von einem äußeren Feld, hervorgerufen durch den Bahnumlauf der Elektronen und durch den Elektronenspin. Infolge regelloser Orientierung durch die Wärmebewegungen hebt sich die Wirkung der molekularen magnetischen Dipole im örtlichen und zeitlichen Mittel auf. Im Magnetfeld erfolgt dagegen eine der Feldstärke proportionale Ausrichtung der Momentachsen entgegen der molekularen Wärmebewegung. Mit steigender Temperatur sinkt daher auch die Permeabilität. Die atomaren Dipole lassen sich aus den Moleküldaten als ganzzahliges Vielfaches eines Bohrschen Magnetons berechnen. Über ferromagnetische Stoffe → Ferromagnetismus (→ magnetische Feldgrößen).

3. Elektrischer und magnetischer Polarisationsvektor. Wird der von einem elektrischen Feld erfüllte leere Raum durch ein Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ ausgefüllt, so kann man sich den Verschiebungsfluß zusammengesetzt denken aus einem Anteil der Dichte $\varepsilon_0 \boldsymbol{E}$, der bereits im leeren Raum bei der vorherrschenden Feldstärke $\boldsymbol{E}$ vorhanden ist, und einem zweiten Teil der Dichte $\boldsymbol{P}$, entstanden durch die P. des Dielektrikums im elektrischen Feld. Die gesamte Verschiebungsdichte ist dann

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon_0 \boldsymbol{E} + \boldsymbol{P} = \varepsilon_0 \boldsymbol{E}(1 + \xi) = \varepsilon \boldsymbol{E}\,.$$

Die Vektorgröße $\boldsymbol{P}$ mit gleicher Dimension wie die Verschiebungsdichte ist die elektrische P. (→ elektrische Größen)

$$\boldsymbol{P} = \boldsymbol{D} - \varepsilon_0 \boldsymbol{E} = \varepsilon_0 \xi \boldsymbol{E}\,,$$

während

$$\xi = \frac{P}{\varepsilon_0 E} = \varepsilon_r - 1$$

elektrische Suszeptibilität heißt. Da die Basisflächen $\mathrm{d}A$ eines polarisierten Zylinders der Länge l in Richtung der elektr. P. mit dem Volumen $\mathrm{d}V = l\,\mathrm{d}A$ die P.-Ladungen $\pm P\,\mathrm{d}A$ tragen, bildet der Zylinder einen elektrischen Dipol mit dem elektrischen Moment $\mathrm{d}\boldsymbol{m}_e = \boldsymbol{P}\,\mathrm{d}V$. Man kann daher wegen $\boldsymbol{P} = \mathrm{d}\boldsymbol{m}_e/\mathrm{d}V$ den Vektor der elektrischen P. auch als elektrisches Moment der Raumeinheit definieren.

In analoger Weise kann man auch einen Vektor der magnetischen P. definieren, indem man im Magnetfeld innerhalb der magnetisierten Materie mit der Permeabilität $\mu = \mu_0 \mu_r$ für die Induktion (Flußdichte) setzt

$$\boldsymbol{B} = \mu_0 \boldsymbol{H} + \boldsymbol{J} = \mu_0 (\boldsymbol{H} + \boldsymbol{M}) = \mu \boldsymbol{H}\,.$$

Dann ist $\boldsymbol{J}$ die magnetische P. und $\boldsymbol{M}$ der Vektor der Magnetisierung, so daß

$$\frac{\boldsymbol{J}}{\mu_0} = \boldsymbol{M} = \sigma \boldsymbol{H}, \quad \sigma = \mu_r - 1$$

mit σ als magnetische Suszeptibilität. Bei diamagnetischen Stoffen ist σ negativ, bei paramagnetischen Stoffen positiv (→ magnetische Größen).

4. Elektrolytische Polarisation. Auftreten einer Spannung, P.-Spannung genannt, zwischen zwei in einer Flüssigkeit (Elektrolyt) eintauchenden Elektroden, wenn die Grenzflächen zwischen Elektrolyt und Elektrode an beiden Elektroden von verschiedener Beschaffenheit sind. 1762 von Volta entdeckt. Eine elektrolytische P. tritt auch auf, wenn ein Strom über zwei gleich beschaffene Elektroden durch einen Elektrolyt geleitet wird, sobald bei Stromdurchgang an beiden Elektroden infolge Elektrolyse verschiedene Stoffe ausgeschieden werden. Anwendung der elektrolytischen P. bei galvanischen Elementen. Bei Belastung (Stromdurchgang) kann dabei die wirksame EMK infolge elektrolytischer P. beträchtlich absinken. Man verwendet deshalb auch Elektroden in verschiedenen voneinander durch poröse Wände getrennten oder nach spezifischen Gewichten geschichteten Elektrolyten, welche durch chemische Reaktionen die Zusammensetzung des Elektrolyten in der Nähe der Elektroden nach Möglichkeit unverändert halten (→ Normalelement, galvanische Elemente).

5. Polarisation in der Funktechnik. Unter P. versteht man in der Funktechnik die räumliche Orientierung des elektrischen Feldes im Gegensatz zur Optik, wo man sich auf das magnetische Feld bezieht. Man spricht von linearer Polarisation, wenn diese während einer Frequenzperiode unverändert bleibt. Sie kann in bezug auf ihre Lage relativ zum Erdboden vertikal, horizontal oder schräg sein. Zirkular oder elliptisch ist dagegen die Polarisation, wenn sich die Richtung der Feldgröße bei konstanter bzw. veränderlicher Amplitude ändert. Dabei ist der Drehungssinn in der Optik folgendermaßen definiert: Wird die Ellipse bei Richtung der Wellennormale auf den Beobachter zu im Uhrzeigersinn durchlaufen, so ist die Welle rechts-, andernfalls linksdrehend polarisiert. In der Funktechnik wird der Drehsinn teilweise auch auf eine Uhr bezogen, die der Beobachter in Ausbreitungsrichtung betrachtet.

Senderseitig hat man es in der Hand, durch geeignete Antennenwahl vertikal, horizontal oder elliptisch polarisiert abzustrahlen (→ Antennen). Auf dem Wege zwischen Sender und Empfänger kann die Polarisation ähnlich wie in der Optik eine Veränderung erfahren durch

5.1. Reflexionen,

5.2. Sekundärstrahler, besonders in Form von drahtgitterähnlichen Strukturen,

5.3. Doppelbrechung.

Zu 5.1.: Nach den Fresnelschen Formeln ergibt sich das Reflexionsverhältnis in der Einfallsebene und senkrecht hierzu als Funktion des Einfallswinkels und Brechungswinkels. Es bestimmt den Polarisationsgrad nach Amplitude und Phase. Nach dem Brewsterschen Gesetz ist die Strahlung bei dem Polarisationswinkel linear polarisiert (→ Reflexion).

Zu 5.2.: Die in der Optik im Ultrarot gelegentlich verwendeten Drahtgitter lassen nur die zu den Drähten senkrechte Komponente durch. Dasselbe gilt auch in der Funktechnik für entsprechende Leitungsgebilde (Sekundärstrahler), zu denen auch die Bäume eines Waldes gehören. Es tritt hierdurch in der troposphärischen Wellenausbreitung eine Streuung der Energie und eine Drehung der Polarisationsebene ein (→ troposphärische Wellenausbreitung).

Zu 5.3.: Die Polarisationsänderung ergibt sich aus der Dispersion eines doppeltbrechenden Mediums. Unter dem Einfluß des erdmagnetischen Feldes stellt die Ionosphäre ein solches Medium dar (→ ionosphärische Brechung). Beim Austritt aus der Ionosphäre wird im allgemeinen eine elliptische Polarisation beobachtet. Bis zu einem Winkel von etwa 60° zwischen Ausbreitungsrichtung und magnetischen Feldlinien ist bei Frequenzen $> \sim 5$ MHz die Polarisation noch annähernd zirkular. Für Mittelwellen liegt der Bereich etwa bei 30°. Blickt man in Richtung der magnetischen Kraftlinien, ist auf der nördlichen Erdhälfte der ordentliche Strahl linkszirkular, der außerordentliche rechtszirkular polarisiert. Auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt.

Allgemein bezeichnet man in der Funktechnik die Abweichung der Empfangspolarisation von der Sendepolarisation als Depolarisation und die hierdurch auftretenden Verluste als Depolarisationsdämpfung. Die laufende Drehung der Polarisationsebene bzw. Polarisationsellipse führt zum Polarisationsschwund (→ Schwund). Mittels Polarimeter, bestehend aus zwei gekreuzten Rahmen oder Dipolen, kann man bei entsprechender Kopplung der Antennenspannungen die rechts- und linksdrehende Komponente getrennt registrieren. Mittels zwei getrennter Empfänger mit einem gemeinsamen Überlagerer können auch Amplituden- und Phasenmessungen durchgeführt werden, wobei die Projektion der Polarisationsellipse auf den Erdboden gemessen wird (→ Antennen).

Literatur: G. Oberdorfer, Lehrbuch der Elektrotechnik, Bd. I. 6. Aufl. München 1961. → ionosphärische Wellenausbreitung, → Reflexion.

v. Weiss/Beckmann

Polarisationsdiversity → Diversityempfang.

Polarisationsentkopplung → Radiofrequenzraster.

polarisierte Welle → Polarisation.

Polaritätsfälschung ist der Übertragungsfehler, der in der Verfälschung der Polarität eines Telegrafierschrittes besteht.

Polarkappenabsorption auch PCA-Effekt genannt, ist eine → Absorption, deren Stärke und Dauer jenseits der Polarlichtzone mit wachsender Breite zunimmt. Während die Absorptionserscheinungen in der Polarlichtzone beim Auftreten von → Polarlichtstörungen relativ kurz sind (maximal 5 bis 6 Stunden), ist die Dauer der PCA-Effekte sehr viel länger. Diese Erscheinung wird Ionisationseffekten hochenergetischer solarer Protonen (5—300 MeV) zugeschrieben, die bis zu Höhen von 50 km herab eindringen. Die Beobachtungen der PCA-Effekte erfolgen in erster Linie mittels Riometer (→ ionosphärische Absorption). Langjährige Beobachtungen in Verbindung mit Ergebnissen von Ionosonden lassen schließen, daß a) dem PCA-Effekt eine starke Sonneneruption auf der sichtbaren Sonnenscheibe vorausgeht, wobei der Zeitunterschied zwischen der Eruption und dem Eintreten des Effekts Bruchteile einer bis einige Stunden betragen kann, b) ein solcher PCA-Effekt ein bis 10 Tage dauern kann, c) PCA-Effekte nicht mit einem Anwachsen der erdmagnetischen Störungen oder der Polarlichttätigkeit verbunden sind, ausgenommen während ihrer Endphase, wenn ein erdmagnetischer Sturm einsetzt, d) trotz nur weniger Beobachtungsergebnisse im Südpolargebiet vermutet wird, daß diese Effekte in den beiden Polgebieten gleichzeitig auftreten, e) ihre jährliche Häufigkeit und das Jahresmittel der Sonnenfleckenrelativzahl eng korreliert sind, f) Absorptionserscheinungen in Höhen von 50—70 km stattfinden [wie Vergleiche von Absorptionsmessungen auf mehreren Frequenzen und Riometerbeobachtungen auf 50 MHz ergeben haben], g) der PCA-Effekt oft örtlich eng begrenzt in einem Gebiet jenseits der Polarlichtzone beginnt, den Pol ringförmig umschließt, dann die gesamte Polkappe erfaßt und sich in der Endphase in einem oder mehreren schlauchartigen Gebieten auflöst. Starke PCA-Effekte überdecken oft die Polarlichtzone z. T. bis in hohe mittlere Breiten.

Literatur: D. K. Bailey, Polar-cap absorption, Planet. Space Sci. 12, (1964) 495-541. *Eyfrig*

Polarlichtabsorption → Polarlichtstörung, → ionosphärische Absorption.

Polarlichtreflexion → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Polarlichtschicht → Polarlichtstörungen.

Polarlichtstörungen sind Störungen der Ionosphäre und damit der Funkwellenausbreitung, die in enger Beziehung zum Auftreten von Polarlichtern stehen. Die Sonne erzeugt die Ionosphäre durch Wellenstrahlung und zerstört sie von Zeit zu Zeit durch Korpuskelstrahlung, die von Aktivitätszentren der Sonne ausgeht (→ Sonnenaktivität → interplanetarer Raum). Eine energiereichere solare Strahlung bei Eruptionen (30 MeV bis zeitweilig 10 GeV) erzeugt eine starke Absorption in der unteren Ionosphäre innerhalb der Polarkappe (PCA = Polar Cap Absorption) viele Stunden vor Eintreffen der langsameren Plasmawolken (1600 km/sec). (→ Polarkappenabsorption). Bei Verstärkung des solaren Windes gerät die → Magnetosphäre in Schwingungen, die sich in Form von Stoßwellen (hydromagnetische Wellen) auf die Ionosphäre auswirken und diese mit zur Polarlichtzone zunehmender Intensität zerstören. Entsprechend den begleitenden erdmagnetischen Störungen (→ Erdmagnetfeld) entstehen zu Beginn ein west- und in der Hauptphase ein ostwärts gerichtetes Stromsystem, das sich dem Stromsystem der tagesperiodischen Variation des Erdmagnetismus überlagert. Hierdurch wird der Ablauf der Störung bestimmt. In der Beginnphase verlagert sich die starke Absorption von der Polarkappe in die Polarlichtzone, wo die Bremsstrahlung der die Polarlichter erzeugenden Korpuskeln der Plasmawolke zusätzliche Absorption in der unteren Ionosphäre erzeugt (Polarlichtabsorption, black-out's). Der turbulente Störungsablauf ist gekennzeichnet durch die Wanderung von Zonen der F-Schicht mit positiven Phasen (erhöhte Ionisation) und Einbrüchen (verringerte Ionisation). Letztere zeigen sich durch Grenzfrequenzabnahme, steigende F-Schicht-Höhen und Sichtbarwerden von Polarlichtschichten an. Im Funkverkehr wirken sich diese Ionosphärenstürme durch eine Einengung des → Übertragungsfrequenzbereiches (ÜFB) bei gleichzeitiger Feldstärkeverringerung und Zunahme der Schwundfrequenz und -tiefe (flutter-fadings) aus. Die Stärke der Störung wird durch ionosphärische Charakteristiken, u. a. durch Güteziffern der Ausbreitungsbedingungen, ausgedrückt (→ Funkwetter, → Funkprognosen).

Literatur: T. Obayashi, Geomagnetic storms and ionospheric disturbances, J. Radio Res. Lab. 6 (1959), 373 — Y. Hakura, M. Nagai, Synthetic study of severe solar-terrestrial disturbances on February, 9—12, 1958. Journal of the Radio Res. Lab. 11, (1964), 197—250 — B. Beckmann, A. Ochs, Vorhersage der ionosphärischen Kurzwellen-Übertragung, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 20 (1969). *Beckmann*

Polfrequenz ist die zu einer Polstelle gehörige reelle Frequenz (→ Pol).

Polieren. Schleifen der Metalle mit feinen Poliermitteln, wobei auch die feinsten Unebenheiten der Metalle eingeebnet oder niedergedrückt werden und ein spiegelnder Glanz entsteht. Man kann die feinpulverisierten Poliermittel auf dem Metall verreiben oder das zu polierende Werkstück gegen eine schnell kreisende Polierscheibe (Schwabbelscheibe) drücken. Die zum Polieren oft verwendeten Schwabbelscheiben bestehen aus festgewobenen Baumwoll- oder Leinwandstoffen, festen Werkstoffen und weichem Leder, die an ihrer Oberfläche mit einer Polierpaste bestrichen werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Poliermittel. P. dienen zum Polieren von Metallen. Als P. dienen: Wienerkalk, Diamantstaub, Polierrot, Poliergrün, Kieselgur, Holzkohlenpulver, Bimsstein, Schmirgel, Chromoxyd, Natur- und Elektrokorund u. dgl. Für Aluminium eignet sich z. B. eine Paste aus 1 Tl Stearin und 3 bis 4 Tl feiner Tonerde.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polizei-Fernsprechanlagen. Die Polizei gehört zu den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, die an die Betriebssicherheit ihres Fernsprechverkehrs besondere Anforderungen stellen müssen. Die DBP kann die erhöhten Betriebsbedingungen der Polizei jedoch nicht ohne weiteres erfüllen, weil sie ihre der Allgemeinheit dienenden technischen Einrichtungen des öffentlichen Fernsprechnetzes nach wirtschaftlich vertretbaren Gesichtspunkten einrichten und bemessen muß. Den Polizeibehörden wurde daher durch eine Sonderregelung zugestanden, ihre Nebenstellenanlagen über Querverbindungen besonderer Art zu großräumigen und weitverkehrsfähigen Fernsprechsondernetzen zusammenzufassen, in denen die jeweils benötigten Querverbindungen aus einzelnen vermittlungsfähigen Leitungsabschnitten zusammengeschaltet werden. Diese Betriebsfernsprechnetze bestehen je nach Ausdehnung und Umfang aus drei oder zwei Netzebenen. Die hier als »Endvermittlungen« (EndV/NStAnl) bezeichneten Nebenstellenanlagen mit ihren Sprechstellen bilden die unterste Netzebene. Die übergeordneten Netzebenen werden aus »Verteil- und Durchgangsvermittlungen« (VV und DV) und den sie verbindenden Leitungen gebildet. Die VV und DV dienen ausschließlich dem Fernverkehr; an sie sind keine Sprechstellen angeschlossen. Der Aufbau dieses Sondernetzes ist unter »Dämpfungsplan 64 S, Netzübersicht« dargestellt.

Die als EndV/NStAnl eingesetzten Nebenstellenanlagen werden über ihre Regelausstattung hinaus mit zusätzlichen Einrichtungen ergänzt, die folgende besondere Betriebsbedingungen erfüllen müssen:

a) Alle über Querverbindungen selbsttätig aufgebauten Gesprächsverbindungen sollen möglichst immer zum Ziele führen (Abwurfbedingungen im Teilnehmer-Besetztfall). b) Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Abfragestellen der über Querverbindungen verbundenen Nebenstellenanlagen muß möglich sein. c) Die Querverbindungen dürfen in dringenden Fällen von den Nebenstellen aus nicht selbsttätig belegt werden, sondern nur noch den Abfragestellen zugänglich sein. d) Die Querverbindungen müssen im Bedarfsfall bei den Abfragestellen unabhängig von den Innenverbindungswegen der Vermittlungseinrichtungen miteinander verbunden werden. Zu diesem Zweck sind den Abfragestellen besondere Verbindungssätze für Qu zugeordnet. e) Für die Abfragestellen muß eine Aufschalte- und Trennmöglichkeit für bestehende Gesprächsverbindungen vorhanden sein.

Für die EndV/NStAnl wurde daher eine Sondertechnik entwickelt. In den für den Weitverkehr bestimmten VV und DV werden 4-Draht-Fernvermittlungsschränke in F 57-Technik eingesetzt. Sämtliche Leitungen sind dort vierdrähtig (4 Sprechadern und 2 Signaladern) aufgelegt und werden über Schnurpaare vierdrähtig dämpfungsfrei durchgeschaltet (→ Privatfernmeldeanlagen 2.5. und 2.6.) *H. Fischer*

Polizeiruf- und Polizeinotrufanlagen — auch Polizeimeldeanlagen genannt — wurden in früheren Jahren als Schleifensysteme mit eigenem Leitungsnetz ausgeführt. In diesem waren die Melderkontaktsätze in die Ringleitung eingeschleift. Ab 1926 wurden die immer zahlreicher werdenden, ausgedehnten Leitungsnetze des öffentlichen Fernsprechdienstes der Meldungsübertragung dienstbar gemacht. Es entstanden umfangreiche, z. T. kombinierte Anlagen für Polizei und Feuerwehr, die vorwiegend mit Laufwerkmeldern, aber auch mit laufwerkfreien Impulsgebern ausgerüstet waren. Die Verbindungen zwischen den Meldern und der Zentrale waren teils Ringleitungen — mit Sicherheitsschaltung —, teils individuelle Leitungen je Melder. In letzterem Fall wurden schon dem Fernsprechwählverkehr dienende Teilnehmerleitungen zusätzlich zur Melderanschaltung benutzt. Schließlich wurden Ausführungen entwickelt, deren Melder die Fernsprechvermittlungseinrichtungen im Selbstwählbetrieb der Postverwaltung zur Meldungsübertragung benutzten. Sie enthielten ein Laufwerk zur Wahl der Anrufnummer der Polizei, das anschließend die Kennummer der rufenden Stelle abgab. Eine Auslösespule diente zur selbsttätigen Meldungsgabe in Verbindung mit Raumschutzanlagen. In Deutschland kamen zwei Benutzungsmöglichkeiten von Polizeimeldern in Betracht: Hauptmelder auf der Straße, der nur dem Polizeibeamten zugänglich war, und Privatmelder, der an Raumschutzanlagen angeschlossen wurde. Beide Arten wurden in die gleichen Melderschleifen eingeschleift. Im Ausland waren Straßenmelder mit individuellen Leitungen vorgesehen, die vom Publikum benutzt werden konnten. Heute unterscheidet man zwischen Polizeiruf- und Polizeinotruf-Anlagen. Die ersteren verwenden als Meldeeinrichtungen Rufsäulen (→ Polizeirufsäulen), die auf Plätzen aufgestellt werden, und Rufstellen, die zur Befestigung an Hauswänden vorgesehen sind. Rufsäulen und Rufstellen dienen den Polizeibeamten und der Bevölkerung zur Abgabe fernmündlicher Meldungen oder Hilferufe an die nächste Polizeidienststelle. Für die Betriebsweise der Polizeirufanlagen hat die »Technische Kommission der Polizeien der Bundesländer« Richtlinien aufgestellt:

1. Direktverbindung: Rufsäule bzw. Rufstelle wird über einen fest zugeteilten post- oder behördeneigenen Leitungsweg unmittelbar an die Abfragestelle angeschlossen. Schwachstromversorgung zentral über die Abfragestelle.

2. Fernsprech-Nebenstellenanschluß mit ZB-Betrieb: Rufsäule bzw. Rufstelle wird unter Mitbenutzung der vorhandenen Nebenstellenanschlußleitung der Polizeidienststelle für die Dauer des Gespräches an die Abfragestelle angeschlossen. Das Umschalten der Nebenanschlußleitung von der Nebenstellenanlage auf die Abfragestelle geschieht automatisch durch Weichenübertragung. Schwachstromversorgung zentral über die Abfragestelle.

3. Fernsprech-Nebenstellenanschluß mit Wählbetrieb: Rufsäule bzw. Rufstelle wird als außenliegende Nebenstelle an eine behördeneigene Nebenstellenanlage angeschlossen. Die Verbindung wird durch einen Zahlen- und Kennsignalgeber (ZKG) automatisch hergestellt, der anschließend seine Kennung durchgibt. Die Schwachstromversorgung ist örtlich in der Rufsäule bzw. bei der Rufstelle untergebracht.

4. Fernsprech-Hauptanschluß: Rufsäule bzw. Rufstelle wird als Hauptanschluß an das öffentliche Fernsprechnetz angeschlossen. Die Verbindung wird durch den ZKG automatisch aufgebaut, der anschließend seine Kennung durchgibt.

Polizeinotruf-Anlagen haben die gleiche Aufgabe wie die früheren Privatmelder in Verbindung mit Raumschutzanlagen: die Meldungsgabe ohne menschliche Hilfe, bei der die meldende Stelle eindeutig gekennzeichnet wird. Die Raumschutzanlagen müssen — wie die selbsttätigen Feuermeldeanlagen — an Schleifensysteme mit Laufwerkmeldern oder an Radialsysteme mit individueller Teilnehmerkennzeichnung (u. U. durch den ZKG) angeschlossen werden.

Literatur: W. Gorgas, Polizeiruf-, Feuermelde- und Zentraluhrenanlagen im Anschluß an vorhandene Fernsprechleitungen von Selbstanschlußämtern, Siemens, Fortschritte der Fernsprechtechnik (1930) H. 2, S. 3–9 — H. Scherff, Ausnutzung von Fernsprechleitungen für die Feuermeldung, Siemens, Technische Mitteilungen des Fernmeldewerkes, Abt. f. Telegrafengeräte, Dez. 1937, S. 28–33 — H. Goetsch, Kunstschaltungen in der Signaltechnik, Taschenbuch für Fernmeldetechniker, 11. Aufl. 1950, 2. Teil, S. 135–136 — P. Gockel, Öffentliche Feuermeldeanlagen mit Benutzung von Fernsprech-Teilnehmerleitungen, Siemens-Z. 30 (1956) H. 4, S. 193–195 — A. Peuker, Der Zahlen- und Kennsignalgeber in den Polizeirufanlagen, Polizei Technik Verkehr (1963) H. 3, S. 109–112 — K. Müller, Öffentliche Polizeirufanlagen, Felten & Guillaume-Rundschau (1963) H. 51, S. 184–189 — F. Wagner, Kostenlose Notrufe zur Feuerwehr, Fernmelde-Praxis, Bd. 42 (1965) H. 24 — W. Meißner, Der Aufbau von Polizeirufanlagen im Lande Hessen, Polizei Technik Verkehr (1967) Sonderausgabe III, S. 134–138. *Rother*

Polizeirufsäulen und Polizeirufstellen dienen der Bevölkerung zur unentgeltlichen Durchgabe von Notrufen an die Polizei.

P. befinden sich vornehmlich an größeren Plätzen, wichtigen Straßenkreuzungen oder in der Nähe besonderer öffentlicher Gebäude. Sie können: a) als Zusatzeinrichtungen zu einem Hauptanschluß am öffentlichen Fernsprechnetz angeschlossen sein, oder b) als PrivatFMA über besondere Leitungen (z. B. posteigene Stromwege) mit einer Abfragestelle, die sich bei der Polizei befindet, verbunden sein.

Polizeirufstellen befinden sich an der Hauswand von Polizeirevieren oder anderen Polizeidienststellen und sind der Bevölkerung während der dienstfreien Stunden von der Straße her zugänglich. Sie können: a) als private Zusatzeinrichtung zum FeAp einer Nebenstelle der Polizeidienststelle geschaltet sein, wobei der Notruf entweder durch die Abfragestelle bei der Nebenstellenanlage der Polizei oder durch eine nachtgeschaltete Nebenstelle oder, nach Wahl einer entfernten Polizeidienststelle (mittels eines eingebauten automatischen Rufnummerngebers) durch diese abgefragt werden kann, ferner b) als PrivatFMA unter Mitbenutzung einer Nebenanschlußleitung geschaltet sein, wobei während der Abgabe eines Notrufes die Nebenanschlußleitung durch eine vor der NStAnl angeordnete Übertragung selbsttätig auf einen besonderen Abfrageplatz umgeschaltet wird.

Die technischen Einrichtungen bei den Polizeirufsäulen und den Polizeirufstellen bestehen hauptsächlich aus einem Lautfernsprecher zum Führen eines Notrufgespräches, wobei sie je nach Bedarf zusätzlich mit einem automatischen Rufnummerngeber und mit einer Standortkennung ausgerüstet sein können.

Bei der Polizeidienststelle befindet sich ein normaler FeAp und bei automatischer Standortkennung eine zusätzliche Empfangseinrichtung für die Auswertung der Standortkennung. Bei kurzzeitigem Herunterdrücken des Bedienungshebels wird der Anruf einer bestimmten Polizeidienststelle eingeleitet. Bei Polizeirufsäulen und Polizeirufstellen mit automatischem Rufnummerngeber wird dieser hierdurch gleichzeitig angelassen und die auf einer Impulsplatte vorher markierte Rufnummer selbsttätig gewählt. Im Besetztfalle wird die Verbindung ausgelöst und die Wahl bis zu 3mal selbsttätig wiederholt. Bei Polizeirufsäulen und Polizeirufstellen mit selbsttätiger Standortkennung wird nach Meldung der Auswerteeinrichtung bei der angerufenen Polizeidienststelle (kurzer 1860-Hz-Ton) die Standortkennung (1860-Hz-Impulse) durchgegeben.

Ist das Gespräch beendet, so wird nach dem Einhängen des Fernsprechhandapparates bei der Polizeidienststelle ein Dauerton von 1860 Hz gesendet, der bei der Polizeirufsäule oder Polizeirufstelle die Auslösung der Fernsprechverbindung vorbereitet. Nach etwa 14 bis 27 Sekunden wird der Dauerton abgeschaltet und damit die Auslösung der Verbindung bewirkt. Der Lautfernsprecher besitzt einen Sender und einen Empfangsverstärker mit Mikrofon und Lautsprecher, die über eine Gabelschaltung mit der Anschlußleitung verbunden sind.

Bei den Polizeirufsäulen (an Hauptanschlüssen obligatorisch) ist den technischen Einrichtungen ein Fernsprechapparat vorgeschaltet, der nur den Polizeibeamten zugänglich ist und für Dienstgespräche verwendet wird. Zur Kennzeichnung, daß ein Notruf ausgelöst wurde oder zum Herbeiruf eines Polizeibeamten, können auf den Polizeirufsäulen gelbblinkende Rundumleuchten angebracht sein. Die Rundumleuchten werden entweder beim Betätigen der Bedienungshebel eingeschaltet oder bei Polizeirufsäulen an Hauptanschlüssen bei Anwahl durch den Rufstrom in Tätigkeit gesetzt oder bei über besondere Leitungen betriebenen Polizeirufsäulen von den Abfragestellen ferngesteuert. *H. Fischer*

Polschuhe → magnetischer Kreis von Dauermagneten.

Polwechsler werden vorwiegend in → Feld-Vermittlungen anstelle von → Kurbelinduktoren zum Erzeugen von Rufwechselspannung 25 Hz benutzt. Hauptbestandteil ist das in einer Selbstunterbrecherschaltung arbeitende Polwechslerrelais, dessen beschwerter Pendelanker mit einer bestimmten Frequenz schwingt. Von einem Umschaltekontakt wird an die Enden der Primärwicklung eines Ruftransformators, dessen Mitte fest an Spannung liegt, abwechselnd Pluspotential gelegt. In der Sekundärspule entsteht dann eine 25-Hz-Rufwechselspannung. In neueren Vermittlungseinrichtungen ist man bestrebt, Polwechsler durch kleine → Einankerumformer bis herab zu 1 VA, die zugleich ein Hörzeichen 450 Hz erzeugen, abzulösen.

Polyacetale. Polymerisate von Formaldehyd mit höheren Aldehyden. Im Kettenmolekül ist die Atomfolge

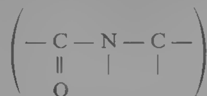


vorhanden. Biegefestigkeit 1000 kp/cm², Zugfestigkeit 700 kp/cm³, Durchschlagsfestigkeit 20 kV/mm, Dielektrizitätskonst. (50 Hz) 3,7, Dichte 1,42 g/cm³. Handelsname Delrin.

Literatur: H. Schmidt in Kunststoffe 1963, S. 690–696.

Polyaddition → Kunststoffe.

Polyamide. Kondensationsprodukte von Diaminen mit Dicarbonsäuren, z. B. Adipinsäure und Hexamethylendiamin, oder auch Kondensationsprodukte von Aminosäuren bzw. deren Lactamen, z. B. Caprolactam. In ihrem chemischen Aufbau und auch in ihren Eigenschaften kommen sie den natürlichen Eiweißstoffen nahe. Sie besitzen einen linearen Kettenaufbau, bei dem Amidgruppen



durch mehr oder weniger lange CH_2-Ketten miteinander verbunden sind. Die P. gehören zu den kristallinen Polymeren. Hohe Festigkeit, Steifigkeit, Härte und Zähigkeit. Gegen Alkalien und organische Lösungsmittel beständig. Verwendung hauptsächlich als Fasermaterial, aber auch als Spritzgußteile und Halbzeugmaterial (Zahnräder, Lager, Laufrollen). Das P. auf Basis Adipinsäure/Hexamethylendiamin ist die Grundlage für die bekannte Nylonfaser, das P. auf Basis von Caprolactam die Basis von Perlon. Unter P. fallen noch weitere Faserbezeichnungen, Durethan, Rilsan, Ultramid usw.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, Dr. K. Stoeckhert, Carl Hanser Verlag, München, 1938 — D. E. Floyd, Polyamide Resins, New York 1959, Reinhold.

Polyäthylen. Du Pont: Alathone, ICI: Alkathene, BASF: Lupolene. Kunststoffe. Polymerisate von Äthylen, durchscheinende bis undurchsichtige, weiße, färbbare Massen von fettig, wachsartigem Griff. Das gewöhnlich wichtigste P. bildet weiße Massen, die bis etwa 115° C erweichen, kältebeständig bis −60° C, hoher elektrischer Widerstand, beständig gegen Säuren, Laugen und Lösungsmittel, bei Zimmertemperatur in allen bisher bekannten Lösungsmitteln unlösbar (→ Isolierhülle, → Isolierstoffe).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polyester → Isolierstoffe.

Polyesterfasern. Synthesefasern, erhalten durch Kondensation von Terepthalsäure und Äthylenglykol. Verspinnen der Schmelze und Verstrecken; beständig gegen Säuren und Sodalösung, unlöslich in den üblichen organischen Lösungsmitteln, färbbar mit einigen Celliton- und Säurefarbstoffen, Palanilfarbstoffen, Polyestren, Resolinfarbstoffen, Setacylfarbstoffen. Zu den P. gehören: Dacron, Delvon, Cobelon, Diolen, Lanon, Tergal, Terital, Terlenka, Enkalene, Terylene, Tetron, Trevira, Vitel.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polyesterharze. (Ungesättigte Polyesterharze, Niederdruckharze, Kontaktharze). Diese neue Kunststoffgruppe erhält man aus abgestimmten Gemischen, die im allgemeinen je eine der folgenden Verbindungen enthalten:

1) Mehrbasische, ungesättigte Carbonsäuren, wie z. B. Maleinsäure, Fumarsäure, Itakonsäure oder deren Anhydride, z. T. auch gesättigte, mehrbasische Säuren, wie z. B. Bernsteinsäure, Adipinsäure, Sebacinsäure, Phthalsäure.

2) Ungesättigte einwertige oder gesättigte zweiwertige Alkohole, wie z. B. Allylalkohol, Glykole oder Polyglykole.

3) Ungesättigte, polymerisierbare Verbindungen, wie z. B. Styrol, Cyclopentadien, Vinylacetat, Cyclohexen oder Methylmethacrylat. Am häufigsten benutzt man monomeres Styrol in Mengen von 20 bis 45%.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polykondensation, Polymerisation → Kunststoffe.

Polynomfilter → Vierpoltheorie 4.5.2.

Polypropylen. Kunststoff, analog Polyäthylen gebildet, gibt Fasern und Folien. P. ist farblos, bis 150° C verwendbar, guter elektrischer Isolator, wasserabweisend, alterungsbeständig, brennbar, schimmelfest, geruch- und geschmackfrei, physiol. unbedenklich, kältefest, sterilisierbar, verklebbar, bedruckbar, schweißfähig. Verwendung: Zu Folien, zur Beschichtung von Papier, Gewebe, Al, zu Rohrleitungen für Gase und Flüssigkeiten, elektrische Isolation, Haushaltsgegenständen, Gerätegehäusen, Milchflaschen; Handelsnamen: Hostalen PPH, Tortulen, Trolen P, Propathene, Moplen.

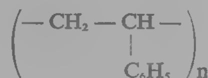
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polystyrol. Polymerisationsprodukt des Styrols





zu



Zählt wegen der sehr guten Verformbarkeit und Formbeständigkeit zu den bedeutendsten → thermoplastischen Werkstoffen. Durch Zusätze und Wahl des Polymerisationsgrades (Molekulargewicht) können die Eigenschaften weitgehend variiert werden. Verarbeitung meist durch Spritzguß bei 130—140° C. Standard-P.: Molekulargewicht 220 bis 250000, hat harte, glänzende Oberfläche, glasklar, Dichte 1,05, brennt stark rußend, wird von aromatischen Kohlenwasserstoffen (Benzol, Benzin) angegriffen. Schlagfestes P. (Kautschukzusatz) ist undurchsichtig, hat hohe Kerb-

schlagzähigkeit (4 bis 15 cm · kp/cm²) und Bruchdehnung (10 bis 50%). Verwendbar für Gehäuse von Elektrogeräten. Styrol-Acrylnitril-Mischpolymerisate sind wärmebeständiger und widerstandsfähiger gegen Lösungsmittel. Verwendbar für Akkumulatorenkästen und Gehäuse für Fernmeldegeräte, sowie für Isolierfolien beim Kabel- und Kondensatorenbau (Styroflex). P. mit niedrigem Molekulargewicht (150000) verwendbar als Isolierlack. P. in Form von → Schaumstoff dient als Wärmeisolation, aber auch als elektrische Isolation, z. B. in Tubenkabeln.

Literatur: Ohlinger, Polystyrol, Berlin 1955, Springer; Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polytetrafluoräthylen → Isolierstoffe.

Polyurethan-Herstellungsverfahren. Wichtigstes Verfahren zur Herstellung einer großen Gruppe von Kunststoffen, Lacken (Desmoden-Desmodurlacke), Schaumstoffen (Moltopren), Klebstoffen (Polystal), Gerbstoffen, trocknenden Ölen usw., das seit 1937 von Otto Bayer und Mitarbeitern ausgearbeitet wurde.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polyvinylacetat. Großtechnisches Polymerisationsprodukt von Vinylacetat; P. erweicht je nach Polymerisationsgrad bei 30 bis 100°C, bei 200°C tritt Zersetzung ein. Verwendung: als Lackrohstoff, zur Herstellung von Klebstoffen, treibstoffesten Schläuchen, Faserleder, Kunstleder, Verpackungsfolien, gespachtelten, fugenlosen Fußbodenbelägen, Kunstfasern, Bodenstrukturverbesserungsmitteln, Sicherheitsgläsern usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Polyvinylchlorid (PVC). (Vinylit, Vinoflex (früher Igelit), Marrinol, Mipolam, P_e — C_e-Faser, Vinifol, Vinidur, Koroseal, Astralon, Decelith, Guttasyn, Geon, Dynagen, Protodur, PVC usw.). Wichtiger Kunststoff, Polymerisationsprodukt aus Vinylchlorid. Reines P. ist glasklar, geruchs- und geschmackfrei, schwer enflammbar (enth. 53 bis 55% Chlor), chem. sehr reaktionsträge, in der Kälte fast unlöslich, in der Wärme löslich in Kohlenwasserstoffen (Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen usw.) Estern, Ketonen usw. P. läßt sich im Temperaturbereich von −10 bis +60°C ohne Schwierigkeit verwenden; oberhalb 70°C erweicht es allmählich, bei 130 bis 140°C kann es beliebig verformt werden (thermoplastischer Kunststoff), kurzfristige Erhitzung auf über 200°C wird ohne Zersetzung vertragen; in der Flamme tritt Verkohlung ein. PVC hat einen Flammpunkt von über 530°C. → Kunststoffe, → Isolierhülle, → Isolierstoffe.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Pool. Der englische Ausdruck »Pool« wird im interkontinentalen halbautomatischen Fernsprechverkehr im Sinne eines Sammelknotenpunktes benutzt. Einige europäischen Länder haben Direktleitungen nach den USA. Im → Überlaufverkehr werden Verkehrsanteile in Verkehrsspitzenzeiten zur → Transitvermittlungsstelle Frankfurt geleitet und dort auf das sog. Pool-Bündel Frankfurt–New York gelenkt. Alle Pool-Partner stellen einige von ihnen gemietete Transatlantikleitungen oder Satellitenkreise für das Pool-Bündel zur Verfügung. Die über das gemeinsame Pool-Bündel abgewickelte Verkehrsmenge wird in Frankfurt nach Ursprüngen erfaßt. Liegt die Verkehrsmenge eines Partners über dem Fassungsvermögen der beigestellten Leitungen, dann zahlt dieser Partner einen Beitrag in die Pool-Ausgleichskasse.

Popoff, Alexander, geb. 4. 3. 1859 in Bogoslowsk (Nordural), gest. 31. 12. 1905 in Petersburg, (Leningrad), erfand 1894 das »Radiometer« zur Wahrnehmung der Hertzschen Wellen, führte am 12. 3. 1896 die erste Radiosendung in der Geschichte durch, indem er bei einem Vortrag vor der Russischen Physik- und Chemie-Gesellschaft die Worte »Heinrich Hertz« über eine Entfernung von 250 m übermittelte und erzielte nach weiteren Versuchen eine Funkfernverbindung über 150 km.

Literatur: Righi, Augusto und Bernhard Dessau: Die Telegraphie ohne Draht, S. 179, 270, 273, 334, 347, 348. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1903. Nesper, Eugen: Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie Bd. 1, S. 32ff., Bd. 2 S. 189ff. Berlin: Julius Springer 1921. Nesper, Eugen: Der Radioamateur, S. 52ff. Berlin: Julius Springer 1925. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens. Telecommunication Pioneers.

Porenhausschwamm, Poria vaporaria, auch unter der lateinischen Bezeichnung Polyporus vaporarius bekannt. Der P. befällt vorwiegend Nadelholz in Gebäuden, im Wald, auf Lagerplätzen und ruft Braunfäule bzw. Destruktionsfäule hervor. Große Zerstörungskraft. Fruchtkörper weiß bis gelblich, selten. Sie liegen dem Holz an, mit senkrechten Röhren durchsetzt (Name!). Das Myzel ist mit dem des Hausschwamms verwechselbar, die Myzelstränge bleiben aber beim P. weiß und elastisch. Temperaturbereich 3°C — 36°C, optimal 25°C — 27°C und 40 — 45% Holzfeuchtigkeit. Vorbeugende und bekämpfende Behandlung: → Hausschwamm. Versuchspilz gemäß DIN 52176, Blatt 1.

Porzellan → Isolierstoffe, Tonwaren.

Positiv-Amplitudenmodulation → Fernsehen 2.

positive Funktion. Gebrochene rationale Funktionen, die auf der reellen Achse reell und in der rechten Halbebene regulär sind und hier einen positiven Realteil haben, heißen positive oder positiv reelle Funktionen. Widerstands- und Leitwertsfunktionen realisierbarer passiver Netzwerke sind stets p. F.
Der p. F. entspricht bei Vierpolen die positive Matrix.

Eine Matrix $(Z) = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{22} \end{pmatrix}$ heißt positiv, wenn für beliebige relle Werte x_1, x_2 der Realteil

$$R_e\{Z_{11} x_1^2 + 2 Z_{12} x_1 x_2 + Z_{22} x_2^2\} \geq 0 \text{ für } \mathrm{Re}\{p\} \geq 0,$$

also für alle Frequenzen p der rechten Halbebene, gilt, wobei das Gleichheitszeichen den Ausnahmefall der semipositiven Matrix darstellt. Die Widerstands- oder Leitwertsmatrix eines jeden passiven Vierpols ist eine positive (oder semipositive) Matrix.

Literatur: W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen, 2. Aufl., Berlin 1954.

positive Phase → Funkprognose, → Übertragungsfrequenzbereich.

Postakademie. Jährlich einmal stattfindende Veranstaltung von 12 Tagen Dauer für Beamte des höheren Dienstes, an der auch Vertreter ausländischer Postverwaltungen teilnehmen. Ermöglicht den Teilnehmern, sich in Vorträgen und Diskussionen mit aktuellen Problemen politischer, gesellschaftlicher, wirtschaftlicher, weltanschaulicher und künstlerischer Art auseinanderzusetzen, um mit den bewegenden Fragen der Zeit verbunden zu bleiben. Die 1950 durch den damaligen Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen, Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Schuberth, ins Leben gerufenen Veranstaltungen der P. finden im Schloß Kleinheubach bei Miltenberg am Main, dem Sitz der Lehrstätte des → Fernmeldeschulamts, statt.

posteigene Nebenstellenanlage → Nebenstellenanlage.

posteigene Stromwege → Dateldienste, → Verordnung über Privatfernmeldeanlagen.

Posthaushaltsbestimmungen (PHB). Für die Haushalts- und Wirtschaftsführung der DBP gelten nach § 35 Postverwaltungsgesetz (PostVwG) grundsätzlich die Vorschriften der Reichshaushaltsordnung (RHO) vom 31. 12. 1922 in der jeweils gültigen Fassung, soweit sich nicht aus dem PostVwG und aus der besonderen Art der Rechnungsführung der DBP Änderungen ergeben. (Nach § 35 (4) PostVwG sind folgende Paragraphen der RHO in geänderter Fassung anzuwenden: § 14, Satz 1; § 30, Abs. 1, Satz 2; §§ 31, 33, 45, 45d; § 50, Abs. 2, § 83, Abs. 1.) Ferner sieht das PostVwG in § 35 (5) vor, daß die für die DBP geltenden Vorschriften der RHO mit den erforderlichen Verwaltungsvorschriften vom Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) im Einvernehmen mit dem Bundesfinanzminister und dem Bundesrechnungshof zu P. zusammengefaßt werden. Sie sind unter Berücksichtigung der §§ 15 bis 22 PostVwG neu zu fassen und sollen nur für den inneren Dienst der DBP gelten, also nur die Bedeutung von Dienstvorschriften haben. Da die vom BPMin nach § 35 (5) PostVwG in Angriff genommene Neufassung der PHB noch nicht erschienen ist, gelten im Rahmen des § 35 PostVwG noch die früheren vom Reichspostminister im Benehmen mit dem Reichsfinanzminister und dem Rechnungshof des Deutschen Reiches zusammengestellten, für den inneren Dienst der DBP und den Verkehr mit dem Rechnungshof bestimmten, durch Amtsblatt-Verfügung Nr. 346 vom 12. 9. 1933 in Kraft gesetzten PHB weiter. Sie sind als Anhang 1 in der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen XI, 2 abgedruckt und wurden im Jahre 1936 als Sonderdruck einschließlich der bis dahin ergangenen Berichtigungen neu herausgegeben. Sie gelten weiter, soweit ihre Bestimmungen mit Sicherheit auch in die neuen PHB übergehen werden. Im übrigen gelten die entsprechenden Bestimmungen des PostVwG.

In den 1933 herausgegebenen, im März 1935 berichtigten und danach neu aufgelegten PHB sind laut Vorbemerkungen die für die Deutsche Reichspost gültigen Bestimmungen der RHO, die haushaltsrechtlichen Bestimmungen des Gesetzes zur Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung vom 27. 2. 1934 und die Bestimmungen der Verordnung über die allgemeinen Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Haushaltsgebarung und Vermögensverwaltung der Deutschen Reichspost vom 6. 4. 1934 zusammengefaßt.

Die PHB weisen einleitend auf die haushaltsrechtliche Sonderstellung und finanzwirtschaftliche Selbständigkeit des Sondervermögens DBP gegenüber dem Bundesvermögen hin. Sie bestimmen, wie der Voranschlag der DBP aufzustellen, auszuführen und seine Durchführung zu überwachen ist. Ferner enthalten sie die Vorschriften für die Kassen- und Buchführung, die Rechnungslegung sowie für die Rechnungsprüfung durch den Bundesrechnungshof. In den PHB besitzen die Dienststellen der DBP einen einheitlichen Dienstbehelf, der ihnen die Anwendung der verschiedenen Vorschriften für die Haushalts- und Wirtschaftsführung wesentlich erleichtert, da ein Zurückgehen auf den Wortlaut der einzelnen Gesetze usw. nur noch auf besondere Fälle beschränkt bleibt.

Literatur: PostVwG vom 24. 7. 1953 mit Begründung dazu, insbesondere zu § 35 — Dr. F. K. Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis —, Kommentar zur Haushaltsordnung (RHO), S. 1158, Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt am Main, 2. Aufl., 1959. — Schwerz, Wegner, Tobergte, Das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen des Bundes (HKR Bund), Erich Schmidt Verlag, Berlin 1962, Anm. 1.3 zu § 1 RHO. — Dr. Oelpke, Gesetzessammlung für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 11 der »Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst«, Damm-Verlag (vorm. E. Herzog und R. Damm), Goslar, Oktober 1955, Anmerkung 43 zu § 35 (5) PostVwG. *Clement*

Postkassen. Die Aufgaben der Kassen als der Dienststellen der DBP, die Einzahlungen anzunehmen, Auszahlungen zu leisten und sie zu buchen haben, ergeben sich aus den §§ 55ff. der → Posthaushaltsbestimmungen (PHB), den einschlägigen Bestimmungen der Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO) vom 20. 5. 1937 und der Allgemeinen Dienstanweisungen für das Post- und Fernmeldewesen (ADA), hier vor allem aus den Abschnitten VII, 3, VIII, 1, XI, 2 und XII, sowie der ergänzenden Verfügung.

Neben der Annahme und Leistung von Zahlungen obliegt den Kassen als wesentliche Aufgabe die Buchführung, deren Zweck es ist, die kassenmäßigen Vorgänge festzuhalten und die Unterlagen für die Abrechnung mit den höheren Kassen und für die → Rechnungslegung zu gewinnen. Einzelheiten über die Tätigkeiten der Kassen siehe unter → Generalpostkasse, → Oberpostkasse und → Hauptkasse. Über die Aufgaben der Kassen im allgemeinen ist Näheres zu finden unter → Kassen- und Rechnungswesen der DBP.

Bei den vielen tausend Amtsstellen der DBP ist eine zentrale Buchung und Belegung aller Einnahmen und Ausgaben nicht gut möglich. Die P. sind daher entsprechend dem organisatorischen Aufbau der DBP in eine Zentralbehörde [Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM)], in Mittelbehörden

[Oberpostdirektionen (OPDn)] und Ortsbehörden (Ämter) gegliedert, und zwar in eine Generalpostkasse (GPK) (beim BPM), in Oberpostkassen (OPKn) (bei den OPDn) und in Hauptkassen (HKn) (bei den Ämtern). Die HK ist ihrem Wesen nach die Buchhaltung des Amtes. Zur Abwicklung ihres Barverkehrs bedient sie sich der Zweig- und Nebenkassen. Rechnunglegende Kassen sind die OPKn und die GPK. Sämtliche P. sind an den Postscheckverkehr angeschlossen. P., die am Zentralbankgiroverkehr teilnehmen, also ein Bankkonto bei der Deutschen Bundesbank oder den Landeszentralbanken unterhalten, werden als Giropostkassen bezeichnet. Die GPK und die OPKn arbeiten grundsätzlich unbar. Für die Zahlung der persönlichen Bezüge können sie Handkassen führen.

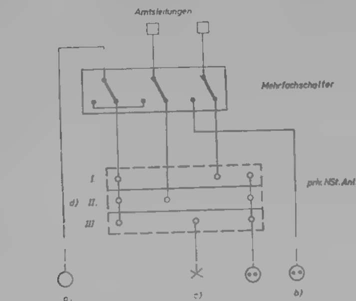
Literatur: ADA XII — Handwörterbuch für das Postwesen.

Clement

Postleitfaden → Schrifttum zur Ausbildung.

Postprüfeinrichtungen. Die P. bestehen aus einem Gerät zum Abtrennen der Anschlußleitung von einer NStAnl (Wechselschalter, Mehrfachschalter, Trennstreifen) sowie ggf. einem Postprüfapparat. Sie gehören, außer dem Prüfapparat selbst, der zutreffendenfalls von Amts wegen angebracht wird, zu den postalischen Zusatzeinrichtungen. Sie haben drei Aufgaben:

1. Es soll mit ihnen eine eindeutige Trennstelle zwischen den posteigenen Leitungen und der privaten Nebenstellenanlage geschaffen werden, um in betrieblicher und rechtlicher Hinsicht (Unterhaltung, Haftung) die Verantwortlichkeit klar gegeneinander abgrenzen zu können. 2. Im Störungsfall sollen die



a) amtsber. Nebenstelle anstelle von Postprüfapparat.
b) priv. Anschlußdose „ „ „
c) nichtamtsber. N.
d) Verbindungen können nur zwischen den Anschlüssen im Feld I oder denen im Feld II bzw. III hergestellt werden.

Postprüfeinrichtungen.

P. ermöglichen, die Ursache der Störung nach der postalischen oder privaten Seite hin einzugrenzen. 3. Für den Fall, daß private Nebenstellenanlagen insgesamt gestört sind, soll mit Hilfe der P. eine Sprechverbindung mit dem Amt aufrechterhalten werden können.

Für die Trennung der posteigenen Leitungen von der privaten Nebenstellenanlage werden bei kleineren Anlagen → Wechselschalter oder → Mehrfachschalter als Postprüfschalter verwendet. Bei Anlagen mit mehr als 5 Leitungen können die Verteiler der Nebenstellenanlage hierfür dann benutzt werden, wenn sie für eine Trennung der Leitungen eingerichtet sind. Andernfalls müssen private Trennstreifen eingeschaltet werden.

Zur Sicherstellung einer Sprechverbindung bei Totalausfall einer Nebenstellenanlage können der Sprechapparat einer Nebenstelle oder eine Anschlußdose über einen der vorgenannten Postprüfschalter unmittelbar mit einer Amtsleitung verbunden werden (s. Bild). Nur wo dies technisch nicht möglich ist (z. B. in Reihenanlagen oder in OB-Netzen), wird ein Postprüfapparat von Amts wegen bereitgestellt.

H. Fischer

Postrechnungslegungsordnung → Rechnungslegung, → Rechnungslegungsordnung für das Reich.

Postreklame → Deutsche Postreklame GmbH.

Posttechnisches Zentralamt (PTZ) besteht seit 1949 in Darmstadt. Seine organisatorische Stellung als → Mittelbehörde entspricht im Behördenaufbau der DBP der des → Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ). Dem PTZ sind zentrale Aufgaben des Postwesens sowie der allgemeinen Verwaltung und der Kraftfahr- und Maschinentechnik für den gesamten Geschäftsbereich der DBP übertragen. Im übrigen gilt das für das FTZ Gesagte.

Das PTZ wird von einem → Präsidenten (Pr) geleitet. Sein ständiger Vertreter ist der Vizepräsident (VPr).

Anfang 1969 wurde das PTZ in 3 Hauptabteilungen umgestaltet:

Hauptabteilung A — Postdienst, Mechanisierung und Automatisierung im Postdienst, Organisation, Personalwirtschaft, Datenverarbeitung — mit den Abteilungen

A 1 — Postdienst —
A 2 — Automatisierung im Briefdienst —
A 3 — Automatisierung des Postscheck- und Postsparkassendienstes —
A 4 — Förder- und Verteilanlagen, Flurförderzeuge, Briefbehälter —
A 5 — Organisation, Personalwirtschaft, Datenverarbeitung —

Hauptabteilung B — Beschaffung, Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen, Betriebswirtschaft, Statistik — mit den Abteilungen

B 1 — Beschaffungswesen (allg.), Preisprüfung, Druckerzeugnisse —
B 2 — Beschaffung, Auslandsdienste —
B 3 — Betriebswirtschaft, Statistik, Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen —

Hauptabteilung C — Kraftfahrtechnik, Posthaustechnik, Postbetriebstechnik — mit den Abteilungen

C 1 — Kraftfahrtechnik —
C 2 — Posthaustechnik —
C 3 — Bahnpostwagen, Büro- und Betriebsmaschinen, Kunststoffe —.

Dem Pr ist das Referat »Beziehungen zur Öffentlichkeit« unmittelbar unterstellt. Dem VPr sind die Abteilungen Vw — Verwaltung, Ausbildung, Öffentlichkeitsarbeit, Film- und Ausstellungswesen — und das Referat »Organisation, Personalbemessung und Dienstpostenbewertung, Sicherungsaufgaben, Liegenschafts- und Bauverwaltung« zugeteilt. *R. Tietz*

Postübergabepunkt → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Postverwaltungsgesetz (PostVwG). Rechtsgrundlage für die Haushalts- und Wirtschaftsführung der DBP ist das »Gesetz über die Verwaltung der Deutschen Bundespost (Postverwaltungsgesetz)« — PostVwG — vom 24. 7. 1953 (BGBl. I S. 676). In § 35 PostVwG wird bestimmt, daß die Vorschriften der → Reichshaushaltsordnung (RHO) vom 31. 12. 1922 in der jeweils geltenden Fassung auch auf die DBP anzuwenden sind mit den Änderungen, die sich aus dem PostVwG und aus der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP ergeben. Ferner ist in § 35 (5) PostVwG gesagt, daß der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) im Einvernehmen mit dem Bundesfinanzminister (BFMin) und dem Bundesrechnungshof (BRH) die für die DBP geltenden Vorschriften der RHO mit den erforderlichen Verwaltungsvorschriften in »Posthaushaltsbestimmungen (PHB)« zusammenfaßt, die nur für den inneren Dienst der DBP und für den Verkehr mit dem BRH gelten. Die PHB sind keine Rechtsverordnungen, sondern Verwaltungsanweisungen im Sinne des Art. 86 GG. Anstelle der bisher gültigen PHB (als Anlage 1 in der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, XI, 2 und als Sonderdruck herausgegeben) aus dem Jahre 1935 in berichtigter Fassung von 1936 ist eine Neufassung in Vorbereitung, die voraussichtlich unter der Bezeichnung »Posthaushaltsordnung (PHO)« herausgegeben wird. Weitere Vorschriften über die Kassen- und Buchführung der DBP werden ebenfalls vom BPMin erlassen, nachdem der BRH gutachtlich gehört worden ist. Die haushaltsrechtliche Sonderstellung und die abweichende Art der Rechnungsführung der DBP, die ihr z. B. nach § 18 PostVwG auferlegen, die Rechnung nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen zu führen, und die in § 19 PostVwG die Aufstellung einer Gewinn- und Verlustrechnung (GVR) und einer Bilanz vorschreiben, hatten zur Folge, daß der BPMin nach Anhörung des BRH anstelle der für die übrigen Bundesbehörden geltenden Reichskassenordnung (RKO) und Rechnungslegungsordnung für das Reich (RRO) eigene Vorschriften für das Kassen- und Rechnungswesen der DBP erlassen hat. Danach gelten für die DBP hauptsächlich die in den ADA, z. B. den Abschnitten VIII, 1, XI, 2 und XII, enthaltenen Bestimmungen und für die Rechnungslegung der DBP die Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO) vom 20. 5. 1937, die vom RH (BRH) im Einvernehmen mit dem früheren RPMin herausgegeben wurde. Sowohl die Bestimmungen der RKO als auch der RRO sind in den für die DBP geltenden Vorschriften (ADA und PRO) im Interesse der Einheitlichkeit der Kassen- und Rechnungsführung weitgehend berücksichtigt worden.

Nach § 3 PostVwG ist das dem Post- und Fernmeldewesen gewidmete und bei seiner Verwaltung erworbene Bundesvermögen als Sondervermögen des Bundes mit eigener Haushalts- und Rechnungsführung von dem übrigen Vermögen des Bundes, seinen Rechten und Verbindlichkeiten getrennt zu halten. Damit knüpft das PostVwG im wesentlichen an die bewährte Regelung des Reichspostfinanzgesetzes (RPFG) vom 18. 3. 1924 (RGBl. I, S. 287) an, durch das die verfassungsrechtliche Stellung der bisherigen Reichs-Post- und -Telegrafenverwaltung (RTV) unter der neuen Bezeichnung »Deutsche Reichspost« eine völlig neue Grundlage erhalten hatte. Die nach § 1 (1) PostVwG bezeichnete »Deutsche Bundespost« ist nach wie vor Teil der Staatsverwaltung und entsprechend dem Art. 87, Abs. 1 GG unmittelbare Bundesverwaltung. Sie wird vom BPMin unter Mitwirkung eines Verwaltungsrats (PVR) nach Maßgabe des PostVwG geleitet. Der BPMin hat die DBP nach den vom Bundeskanzler bestimmten Richtlinien der Regierungspolitik, besonders ihrer Verkehrs-, Wirtschafts-, Finanz- und Sozialpolitik verantwortlich zu verwalten, den Interessen der Deutschen Volkswirtschaft Rechnung zu tragen und die Anlagen der DBP in gutem Zustand zu erhalten. Diese sollen technisch und betrieblich den Anforderungen des Verkehrs entsprechend weiterentwickelt und vervollkommnet werden. Für die Verbindlichkeiten der DBP haftet nur das Sondervermögen; es haftet nicht für die sonstigen Verbindlichkeiten des Bundes. Gegenüber der Bundesrepublik Deutschland ist die DBP rechtlich nicht selbständig. Träger ihrer Rechte und Pflichten ist der Bund, wie früher das Reich. Jedoch braucht dieser nach außen nicht als Träger der Rechte und Pflichten aufzutreten. Vielmehr wird in § 4, Abs. 1, PostVwG bestimmt, daß die DBP im Rechtsverkehr unter ihrem Namen handeln, klagen und verklagt werden kann. Es schien dem Gesetzgeber zweckmäßig, der DBP im Rechtsverkehr eine gewisse Selbständigkeit zu verleihen. Auch wurde die Vertretungsbefugnis der DBP in Ausführung der in § 4, Abs. 2, PostVwG gegebenen Ermächtigung durch die »Verordnung über die Vertretung der DBP« vom 1. 8. 1953 geregelt (BGBl. I, S. 715, und Amtsbl.-Vf. Nr. 496/1953). Darin ist nach Rechtsgeschäften und Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit, der streitigen Zivilgerichtsbarkeit sowie der allgemeinen Verwaltungsgerichtsbarkeit, der Sozialgerichtsbarkeit, der Finanz- und der Strafgerichtsbarkeit unterschieden und im einzelnen festgelegt, von wem die DBP jeweils vertreten wird.

Die Bestimmungen über die Einrichtung, Zusammensetzung und die Aufgaben des »Verwaltungsrats der Deutschen Bundespost (PVR)« sind in den §§ 1 (1) und 5—14 und 34 PostVwG niedergelegt. Übei die allgemeine Zweckbestimmung für den PVR, der in gewissem Umfange für den Bereich der DBP an die Stelle der gesetzgebenden Körperschaften, wie Bundestag und Bundesrat, aber auch der parlamen-

tarischen Ausschüsse getreten ist, sind in den »Begründungen zum PostVwG« (abgedruckt im Archiv für Post- und Fernmeldewesen Nr. 6/1953, S. 442, und in der Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 15 vom 10. 8. 1953, S. 567), insbesondere zu den §§ 1, 2 und 5—14, ausführliche Erläuterungen gegeben. Nach § 15 (1) PostVwG hat die DBP ihren Haushalt so aufzustellen und durchzuführen, daß sie die zur Erfüllung ihrer Aufgaben und Verpflichtungen notwendigen Ausgaben aus ihren Einnahmen bestreiten kann. Zuschüsse aus der Bundeskasse werden nicht geleistet. Das Rechnungsjahr (Rj.) der DBP ist das Kalenderjahr. Für jedes Rj. hat die DBP im Einvernehmen mit dem BFMin einen Voranschlag aufzustellen, in dem alle voraussichtlichen Einnahmen und Ausgaben sowie alle sonstigen Änderungen zu veranschlagen sind, die in dem Vermögen der DBP während des Rj. voraussichtlich eintreten werden. § 35 (2) bestimmt dazu, daß bei der Aufstellung und Durchführung des Voranschlags für die Betriebseinnahmen und -ausgaben die Vorschriften der RHO über den ordentlichen Haushalt und für die Anlageeinnahmen und -ausgaben die über den außerordentlichen Haushalt sinngemäß gelten. Der Voranschlag und etwaige Nachträge dazu werden vom PVR festgestellt (→ Rechtsstellung der DBP).

Literatur: Postverwaltungsgesetz — Vialon, Haushaltsrecht – Haushaltspraxis, 2. Aufl., 1959 — Schwerz, Wegner, Tobergte, Das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen des Bundes (HKR Bund), 1962 — Richard Stücklen, Die Deutsche Bundespost 1957—1964, Reden und Aufsätze, Bd. 10 der Schriftenreihe zur Organisation und Dienstpostenbewertung der Deutschen Bundespost, Josef Keller Verlag, Starnberg 1965 — Meckel/Kronthaler, Das BPM, Athenäum Verlag, Frankfurt am Main und Bonn, 1967.

Clement

Postverwaltungsrat → Postverwaltungsgesetz, Rechtsstellung der DBP.

Potential. Skalare Ortsfunktion $\varphi(x, y, z)$, die im wirbelfreien Feld für jeden Punkt des Raumes angegeben werden kann. Das elektrische P. φ eines Raumpunktes ist gleich der von den Feldkräften geleisteten Arbeit A beim Transport einer Einheitsladung Q vom Bezugspunkt mit dem Bezugs.-P. $\varphi_0 = 0$ zum betrachteten Raumpunkt, bezogen auf diese Ladung, $\varphi = A/Q$. Als Bezugs.-P. wird i. allg. das P. der Erdoberfläche als Äquipotentialfläche oder das P. des unendlich weit entfernten Raumpunktes gewählt. Die Angabe des P. eines Punktes hat somit nur einen Sinn bei Angabe des Bezugspunktes mit $\varphi_0 = 0$. Die P.-Differenz $\varphi_1 - \varphi_2$ zwischen zwei Punkten ist die Spannung zwischen diesen beiden Punkten, so daß das P. eines Raumpunktes die Spannung zwischen diesem Punkt und dem Bezugspunkt angibt. Einheit des elektrischen P. ist das Volt. Mit der elektrischen Feldstärke $\boldsymbol{E}$ ist das elektrische P. durch $\boldsymbol{E} = -\operatorname{grad} \varphi$ verknüpft. Im Wirbelfeld ist die Arbeit zum Transport einer Ladung von einem Punkt zum anderen innerhalb des felderfüllten Raumes vom Weg abhängig. Die Angabe eines eindeutigen skalaren P. ist daher im Wirbelfeld nicht möglich. Im wirbelfreien magnetischen Feld, z. B. im magnetostatischen Feld eines Dauermagneten, kann ein skalares magnetisches P. ψ angegeben werden, das man in Analogie zum elektrischen P. aus der magnetischen Feldstärke $\boldsymbol{H} = -\operatorname{grad} \psi$ erhält und das in Ampere angegeben wird.

Im quellenfreien Wirbelfeld kann ein vektorielles P. als vektorielle Ortsfunktion, das Vektorpotential (V.-P.) $\boldsymbol{A}$, abgeleitet werden. Das magnetische V.-P. erhält man aus der magnetischen Induktion (Flußdichte) $\boldsymbol{B}$ oder bei konstanter Permeabilität μ aus der magnetischen Feldstärke $\boldsymbol{H}$, indem man setzt

$$\boldsymbol{B} = \operatorname{rot} \boldsymbol{A} \quad \text{oder} \quad \boldsymbol{H} = \operatorname{rot} \boldsymbol{A}' = \boldsymbol{B}/\mu \,.$$

Es bestimmt als zum skalaren P. zugeordnete vektorielle Ortsfunktion die elektrische Feldstärke

$$\boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{A}}{\partial t} - \operatorname{grad} \varphi \,.$$

Verschwindet das V.-P. genügend schnell im Unendlichen und ist $\boldsymbol{G}$ die Stromdichte im Feld elektrischer Ströme an der Stelle des Raumelementes $\mathrm{d}V$, so ist im Aufpunkt im Abstand r von $\mathrm{d}V$

$$\boldsymbol{A} = \frac{\mu}{4\pi} \int \frac{\boldsymbol{G}}{r} \, \mathrm{d}V \,.$$

Skalares und vektorielles P. gehorchen der Wellengleichung. Das V.-P. hat zur Berechnung magnetischer Felder von Leitern mit vorgegebenen Strömen sowie bei Problemen der Wellenausbreitung Bedeutung.

Um die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit c) elektromagnetischer Felder zu berücksichtigen, kann das P. im Aufpunkt aus den Feldgrößen in einem Punkt im Abstand r vom Aufpunkt zu der gegenüber der Betrachtungszeit um r/c zurückverlegten Zeit berechnet werden. Ein solches P. heißt retardiertes P.

Literatur: K. Simonyi: Theoretische Elektrotechnik, 2. Aufl. Berlin 1966. A. Sommerfeld: Elektrodynamik, Wiesbaden 1949. A. von Weiss: Übersicht über d. Theoret. Elektrotechnik, Teil I, 3. Aufl. Prien 1965.

v. Weiss

Potential, elektrochemisches. An der Phasengrenze Metall/Elektrolyt stellt sich meist nach einiger Zeit ein bleibender Zustand ein, der bei Metallen in ihrer eigenen Metallsalzlösung zu einem Gleichgewichts-P., bei Metallen in einer korrosiven Umgebung zu einem nicht umkehrbaren Korrosions- bzw. Ruhe-P. führt. Die Messungen des elektrochemischen P. erfolgt gegen eine unpolarisierbare Bezugselektrode, wobei in der Korrosionsschutztechnik die gesättigte Kupfer/Kupfersulfat-Elektrode gebräuchlich ist. Die Eigen-P. üblicher Metalle sind in der Tabelle angegeben. Das P. U eines Metalls in seiner Metallsalzlösung wird durch die Nernst'sche Gleichung angegeben.

$$U = U_0 + \frac{RT}{nF} \ln a = U_0 + 0{,}058 \cdot \lg a$$

In der Gleichung bedeuten: U_0 = Standardpotential, R = Gaskonstante, T = Absolute Temperatur, F = Faradaykonstante, n = Wertigkeit, a = Metallionenaktivität.

Das Standardpotential U_0 wird in einer $a = 1$ aktiven Lösung gegen die Normal-Wasserstoffelektrode bei 25° C gemessen. Die nach abnehmendem Potential

geordneten Standardpotentiale, die der von Volta aufgestellten Ordnung der Metalle entsprechen, werden auch Spannungsreihe der Metalle (siehe Tabelle) genannt. Daneben stehen zum Vergleich Anhaltswerte von Korrosionspotentialen in verschiedenen Elektrolyten, die sogenannte praktische Spannungsreihe der Metalle, praktische und theoretische kathodische Schutzpotentiale. Alle Potentialangaben beziehen sich auf die in der Korrosionsschutztechnik benutzte gesättigte Kupfer/Kupfersulfat-Elektrode. Die praktisch auftretenden Korrosionspotentiale bzw. Ruhepotentiale hängen weitgehend von der Temperatur, der unterschiedlichen Umgebung und ihrer Belüftung ab, so daß sie unter Umständen auch erheblich von der theoretischen Spannungsreihe abweichen können. Aus der Spannungsreihe bzw. dem Standardpotential ist zu erkennen, ob die Metalle edler oder unedler sind. Unedlere Metalle bilden im galvanischen Element (→ Korrosion) gegenüber edleren immer die Anode. Bei negativen Potentialen gegenüber der Normalwasserstoffelektrode (also negativer als —0,31 V/$CuSO_4$) geht das Metall unter Wasserstoffentwicklung in Lösung, bei positiven kann es nur in Anwesenheit von Sauerstoff korrodiert werden. In der Korrosionsmeßtechnik erfolgt die Potentialmessung mit einer über das Kabel auf die Erdoberfläche aufgesetzten gesättigten Kupfer/Kupfersulfatelektrode und einem hochohmigen Spannungsmesser (R_i > 0,1 MΩ) bzw. Röhrenvoltmeter. In dem Meßwert ist meist ein Fehler enthalten, der durch den Spannungsabfall an dem Widerstand des Erdbodens verursacht wird. Dieser ohmsche Spannungsanteil trägt nicht zur kathodischen Schutzwirkung bei. Er kann nach genügend langer Polarisation durch Abschalten des kathodischen Schutzstromes eliminiert werden. Für die Messung der bei der Streustrombeeinflussung meist auftretenden schwankenden Potentiale sind längere Registrierungen erforderlich. Die Eliminierung des ohmschen Spannungsabfalls ist nur bei Abschaltung der Streustromquelle, z. B. der Straßenbahnspeisung (evtl. nachts) möglich. Bitumen-Jute isolierte, stahlarmierte Kabel im Erdboden weisen stets das Potential der Stahlarmierung auf. Erst bei stark korrodierten Stahlarmierungen kann sich evtl. ein Mischpotential zwischen Stahl und Blei einstellen. Bei blanken Bleimantelkabeln in Zementröhren oder bei Berührung mit freiem Kalk liegt das Potentia infolge der starken Alkalität negativer als in belüfteten Böden.

Tabelle. Elektrochemische Potentiale von Metallen in verschiedener Umgebung.

Metall	U_0	U_1	U_2	U_3	U_4
Cu	+0,04	+0,1	—0,16	—0,15	—
Pb	—0,43	—0,5	—0,63	—0,60	—2,1
Fe	—0,75	—0,6	—0,74	—0,85	—
Zn	—1,06	—1,1	—1,26	—1,20	—1,2
Al	—1,97	—1,0	—2,10	ca. —1,1	—1,2
Mg	—2,65	—1,6	—	—	—

U_0 Standardpotential
U_1 Potential im Boden (mit einer Schwankungsbreite von ± 0,1 V)
U_2 theoretisches Schutzpotential
U_3 praktisches Schutzpotential
U_4 negatives Grenzpotential

Alle Potentiale in Volt sind bezogen auf die ges. Cu/$CuSO_4$-Elektrode. P. e. bezogen auf die → Normalwasserstoffelektrode → elektrochemische Spannungsreihe.

Literatur: K. Kaesche, Korrosion der Metalle, Springer-Verlag, Berlin 1966, S. 226/7 — Korrosion 11, Kathodischer Korrosionsschutz, Verlag Chemie, Weinheim 1959. *v. Baeckmann*

Potentialausgleich, -ausgleichsleitung → Blitzschutz, → Erdungswiderstand, → Schutzmaßnahmen.

Potentialmeßkoffer. Der P. dient zur Messung von Potentialen, die erdverlegte Anlagen, z. B. Fernsprechkabel, durch Einwirkung von Streuströmen oder durch Elementbildung gegenüber dem Erdboden annehmen. Die Potentialmessung gibt eine Aussage über die Gefährdung der Anlage durch Korrosion. Die Messung wird mit Hilfe einer nichtpolarisierbaren Kupfer-Kupfersulfat-Elektrode ausgeführt, die senkrecht über der Anlage auf den Erdboden bzw. in den Kabelschacht gesetzt wird.

Der Meßkoffer besteht aus einem hochohmigen Gleichspannungsröhrenvoltmeter mit einem Eingangswiderstand von 2 MOhm und einem Meßbereich von 0 bis 80 Volt, der in 6 Stufen schaltbar ist. Der Nullpunkt ist in weiten Grenzen elektrisch verschiebbar. Zum Registrieren der Meßwerte kann ein netzunabhängiger Linienschreiber angeschlossen werden. Die Stromversorgung kann wahlweise ohne äußere Umschaltung aus einem eingebauten 4,8-Volt-gasdichten Nickel-Cadmium-Sammler (→ Akkumulatoren) oder aus dem Netz erfolgen.

Potentialsteuerung → Stromübergang, → Schutzmaßnahmen.

Potentiometerschreiber. Registriergerät zum Aufzeichnen von Spannungsunterschieden mit Potentiometer-Eingang (→ Dämpfungsschreiber).

Potenzfilter → Vierpoltheorie 4.5.1.

Potenzreihe → Reihenentwicklung.

Poulain-Verfahren → Fußschutzverfahren für Fernmeldemaste.

Poulsen, Valdemar, geb. 23. 11. 1869 zu Kopenhagen, gest. 1942, war von 1893 bis 1899 in der technischen Abteilung der Kopenhagener Telephon Comp. Versuchsingenieur, arbeitete dann mit Professor Pedersen auf dem Gebiete des Funkwesens (Poulsen-Sender), Mitglied vieler wissenschaftlicher und technischer Gesellschaften. Ehrendoktor der Universität in Leipzig.

Literatur: Who is Who in Engineering, New York 1925, S. 1668. Zenneck-Rukop: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, 5. Aufl., S. 260ff., 273ff., 445, 449, 507. Stuttgart: Ferd. Enke 1925. Websters's Biographical Dictionary, H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Technik.

Poulsen-Sender, Funksender, an dessen Schwingungskreis eine gleichstromgespeiste Lichtbogenstrecke mit fallender Strom-Spannungscharakteristik (fallende Kennlinie) liegt, die den Kreis zu ungedämpften Schwingungen anregt.

Literatur: Poulsen, ETZ 28 (1906), S. 1040, 1075.

Poyntingscher Vektor, auch Strahlungsvektor, Vektor der Energieströmung oder Dichte des Leistungsflusses genannt. Aus den Maxwellschen Feldgleichungen als Vektorprodukt aus elektrischer und magnetischer Feldstärke abgeleiteter Vektor $\boldsymbol{S} = \boldsymbol{E} \times \boldsymbol{H}$. Der P. V. steht senkrecht zu der aus den Vektoren $\boldsymbol{E}$ und $\boldsymbol{H}$ gebildeten Fläche (s. Bild) und zeigt an jeder



Poyntingscher Vektor $\boldsymbol{S}$.

Stelle des Raumes in Richtung der Strömung der elektromagnetischen Energie (Ausbreitungsrichtung des Feldes). Sein Betrag ist die Flächendichte der transportierten Leistung (Watt/m²), das ist die in Richtung der Energieströmung transportierte Leistung, bezogen auf eine Fläche senkrecht zur Richtung der Energieströmung (Wellenfläche im Bild). Ändern sich die Feldgrößen zeitlich sinusförmig, so erhält man analog zur komplexen Scheinleistung den komplexen P. V.

$$\underline{\boldsymbol{S}} = \underline{\boldsymbol{E}} \times \underline{\boldsymbol{H}}^* = \frac{1}{2}\left(\underline{\hat{\boldsymbol{E}}} \times \underline{\hat{\boldsymbol{H}}}^*\right),$$

wobei der Stern den konjugiert-komplexen Wert und ^ den Scheitelwert kennzeichnen. Das Hüllenintegral über den P. V.

$$\oint \boldsymbol{S}\, \mathrm{d}\boldsymbol{A} = P_W + \frac{\partial}{\partial t}(W_\mathrm{m} + W_\mathrm{e})$$

ergibt den durch die Oberfläche eines Raumteils hindurchtretenden Leistungsfluß, als Summe aus Wirkleistung und zeitlicher Änderung der magnetischen und elektrischen Energie. Bei zeitlich sinusförmigen Feldgrößen der Kreisfrequenz ω wird

$$\oint \underline{\boldsymbol{S}}\, \mathrm{d}\boldsymbol{A} = P_W + 2\,\mathrm{j}\,\omega\,(W_\mathrm{m} - W_\mathrm{e})\,.$$

Der P. V. zeigt, daß der Transport elektromagnetischer Energie im Dielektrikum erfolgt, das demnach sowohl Sitz wie auch »Leiter« der Energie ist.

Die Angabe eines P. V. hat nur einen Sinn, wenn $\boldsymbol{E}$ und $\boldsymbol{H}$ miteinander verkettet sind, also ein funktioneller Zusammenhang zwischen beiden Feldgrößen besteht, was Voraussetzung für eine Energieströmung ist. In statischen Feldern erfolgt keine Energieströmung, die Angabe eines Vektors der Energieströmung (P. V.) hat daher dort keinen Sinn.

v. Weiss

PPM-Fokussierung → Wanderfeldröhre.

Praktikanten. Zur Förderung des Ingenieurnachwuchses für die Laufbahn des gehobenen fernmeldetechnischen Dienstes nimmt die DBP geeignete Bewerber mit Mittelschul- oder gleichwertiger Schulbildung als Fernmelde-P. an. Sie stehen zur DBP in einem Vertragsverhältnis (Ausbildungsvertrag) und werden nach der Ausbildungsordnung für Fernmelde-P. in Dienststellen der DBP und in Betrieben der Fernmeldeindustrie zwei Jahre praktisch ausgebildet. Nach beendeter Ausbildung werden die Fernmelde-P. zur Aufnahme des Studiums zu einer → Ingenieurakademie der DBP oder, falls diese belegt sind, zu einer anderen staatlichen oder staatlich anerkannten Ingenieurschule entsandt und ggf. in die Maßnahmen zur Studienförderung (Gewährung von → Studienbeihilfen) einbezogen. Im Gegensatz zu den Fernmelde-P. können Hochschul-P. bzw. Ingenieurschul-P. nur einen Teil (höchstens 12 Wochen) der von den Technischen Hochschulen, Ingenieurschulen bzw. Akademien vorgeschriebenen P.-Zeit bei Dienststellen der DBP ableisten. Diese Ausbildung begründet jedoch kein Arbeitsverhältnis zur DBP.

Präsident ist im Bereich der DBP die Amtsbezeichnung für den ständigen Leiter einer → Oberpostdirektion, des → Fernmeldetechnischen Zentralamtes, des → Posttechnischen Zentralamtes und des → Sozialamtes der DBP. Die Leiter der Landespostdirektion Berlin sowie der Bundesdruckerei Berlin führen ebenfalls die Amtsbezeichnung »Präsident«.

Präzisionsoffset → Trägerversatz.

Precision Tracker → Andover.

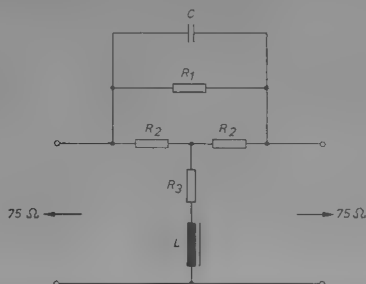
Preemphase (Vorverzerrung). Bei reiner Phasenmodulation sind die Grundgeräusche frequenzunabhängig. Bei Frequenzmodulation (→ Modulation 1.2.) werden die tieferen Frequenzlagen stark bevorzugt, während die höheren benachteiligt werden, wenn der Frequenzhub konstant ist. Phasenmodulatoren lassen sich jedoch für breite Modulationsbänder technisch schlecht realisieren. In der Richtfunktechnik wird daher primär fast stets Frequenzmodulation verwendet. Um den Nachteil der Frequenzmodulation auszugleichen, wird das zu modulierende Signal mit Hilfe einer P. vorverzerrt. Das P.-Netzwerk bewirkt, daß die höheren Frequenzen gegenüber den tieferen in ihrer Amplitude angehoben werden und damit die höheren Frequenzlagen einen höheren Frequenzhub haben als die tieferen. Man kann so über den gesamten Frequenzbereich des Modulationssignals einen konstanten Modulationsindex bzw. Phasenhub erreichen und dadurch auch eine ausgeglichene Grundgeräuschverteilung (→ Richtfunkverbindungen, Gesamtgeräusch).

Nach CCIR ist der Verlauf der P. normiert, und zwar gilt für Fernsprechsysteme die Formel (Empfehlung 275-1):

$$Pr = 5 - 10 \log \left[1 + \frac{6{,}90}{1 + \dfrac{5{,}25}{\left(\dfrac{f_\mathrm{r}}{f} - \dfrac{f}{f_\mathrm{r}}\right)^2}}\right] \mathrm{dB},$$

wobei f_r die Resonanzfrequenz des P.-Netzwerkes bedeutet.

Für Fernsehsysteme ist keine Formel angegeben, sondern ein Netzwerk nach dem Bild und Werte der einzelnen Schaltelemente in Tabellenform (CCIR-Empfehlung 405).



Preemphasennetzwerk für Fernsehrichtfunkübertragungssysteme.

Nach der Demodulation wird das Signal mit Hilfe eines Deemphasennetzwerkes wieder entzerrt, so daß die Amplituden des Signals wieder frequenzunabhängig sind.

Die P. wird in der Drahtnachrichtentechnik angewandt zum Ausgleich der Kabeldämpfung oder zur Erzielung einer gleichmäßigen Rauschverteilung bei Vielkanalsystemen mit Frequenzmodulation.

Preisbildung, Angebots- und Preisprüfung im Beschaffungswesen der DBP. Nach § 26 Posthaushaltsbestimmungen (PHB) sind die Haushaltsmittel wirtschaftlich und sparsam zu verwalten. Dazu gehört, daß bei Verträgen der DBP mit ihren Lieferern und Unternehmern für die zu erbringenden Lieferungen und Leistungen die jeweils günstigsten Preise vereinbart werden. Diese lassen sich, sofern nicht feste Marktpreise bestehen, nur durch den Wettbewerb, d. h. durch die Einholung von Angeboten mehrerer Bieter für den gleichen Liefer- und Leistungsumfang erzielen. Der Wettbewerb kann durch öffentliche oder beschränkte Ausschreibung oder bei freihändiger Vergabe der Aufträge durch Einholung mehrerer, möglichst von mindestens drei Angeboten herbeigeführt werden. Ziel der P. dieser Art ist die Auftragsvergabe zu möglichst günstigen festen Preisen, deren Angemessenheit leicht zu bescheinigen ist. Daneben wird es in vielen Fällen zur Abwendung von Übervorteilungen der öffentlichen Hand im Sinne der sparsamen und wirtschaftlichen Mittelverwaltung nötig sein, Selbstkostenpreise zu vereinbaren, wenn nämlich Liefer- und Leistungsumfang für bestimmte Aufträge noch nicht eindeutig in Angeboten bestimmt werden können. Dies ist z. B. der Fall bei nichtmarktgängigen Leistungen, also Bauvorhaben, deren Umfang noch unbestimmt ist, die aber gleichwohl begonnen werden müssen, die eine umfangreiche und langandauernde Entwicklung einschließen, für die nur ein Auftragnehmer vorhanden ist oder in Frage kommt, so daß ein Wettbewerb ausgeschlossen ist. Gleichwohl muß die Verwaltung (DBP) aus haushaltstechnischen Gründen den aufgrund einer Vorkalkulation zu ermittelnden Schätzpreis erfahren, sich aber gleichzeitig durch Vereinbarung der Selbstkostenpreisabrechnung gegen Übervorteilung schützen. Als angemessen könnte ein solcher Schätzpreis, der im allgemeinen einen Risikozuschlag für Unvorhergesehenes enthält, nicht anerkannt werden. Bei Preisvereinbarungen für öffentliche Aufträge sind die gesetzlichen Bestimmungen zu berücksichtigen. Im wesentlichen sind dies für Aufträge, die nach der Verdingungsordnung für Leistungen — außer den Bauleistungen — (VOL) vergeben werden, »Verordnung PR Nr. 30/53 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen (VPR 30/53)« und ergänzend dazu Runderlaß betreffend Durchführung der VPR 30/53 sowie die »Richtlinien für das Prüfen der Preise bei der DBP im Bereich der VOL (Preisprüfrichtl VOL«), die mit Beilagen, wozu die VPR 30/53 nebst Runderlaß, LSP, Richtl Preisvorbehalt usw. gehören, versehen sind. Die vorgenannten Richtlinien (mit Beilagen) wurden als Anhang 1 in die »Richtlinien der Deutschen Bundespost für das Beschaffen nach der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) (Richtl VOL)« aufgenommen. VPR 30/53 ist für öffentliche Auftraggeber und -nehmer bindend. Ihrem Wesen nach sind die gesetzlichen Bestimmungen Höchstpreisvorschriften. Entsprechend der Grundauffassung unserer Wirtschaftsordnung, welche möglichst ungehinderten Wettbewerb zum Ordnungsprinzip erhebt, ist für Leistungen aufgrund öffentlicher Aufträge bei der Vereinbarung von Preisen grundsätzlich Marktpreisen der Vorrang vor Kostenpreisen zu geben. Marktpreis ist der angemessene, im Verkehr übliche Preis für eine marktgängige Leistung, für den sie auf dem Markt umgesetzt wird. Marktgängig ist eine Leistung, wenn sie von mehreren, unabhängigen, im Wettbewerb miteinander stehenden Unternehmen angeboten wird. Allgemein und stetig angewandte Listenpreise sind Marktpreise, soweit sie den allgemeinen preis- und wettbewerbsrechtlichen Vorschriften Rechnung tragen. In Fällen, in denen Marktregulativ fehlt, besteht das Recht der Vergabe zu Selbstkostenpreisen. Sie dürfen nur vereinbart werden, wenn für verlangte Leistungen keine Preise im Wettbewerb gebildet werden können. Muß Auftrag zu Selbstkostenpreisen vergeben werden, so gelten als Rangfolge der Selbstkostenpreistypen: Selbstkostenfestpreis, Selbstkostenrichtpreis und Selbstkostenerstattungspreis. Aufgrund der VPR 30/53 wurde DBP als öffentlicher Auftraggeber vom Bundesminister für Wirtschaft allgemein ermächtigt, in Betrieben des Auftragnehmers Feststellungen über Angemessenheit von Selbstkosten durchzuführen, wenn eine angemessene und zutreffende P. ohne diese Maßnahmen nicht möglich ist, sowie Art und Umfang der vom Auftragnehmer zu erbringenden Leistung dies rechtfertigen. Feststellung von Selbstkostenpreisen regeln »Leitsätze für die Preisermittlung aufgrund von Selbstkosten (LSP)«. Bei langfristigen Verträgen ist Vereinbarung von Vorbehaltspreisen mitunter unumgänglich. Obwohl unerwünscht, werden sie durch den Grundsatz fester Preise nicht ausgeschlossen. Einzelheiten sind in »Richtlinien für die Vereinbarung von Preisvorbehalten bei Aufträgen der DBP (Richtl Preisvorbehalte)« geregelt. Der

Grundsatz gesetzmäßiger Verwaltung verpflichtet DBP bei der Vergabe öffentlicher Aufträge (das sind Aufträge des Bundes, der Länder, der Gemeinden und der sonstigen juristischen Personen des öffentlichen Rechts) außer den Vorschriften des Preisrechts auch das Wettbewerbsrecht — wie Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) usw. — und das Recht der Wettbewerbsbeschränkungen — wie Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB), auch Kartellgesetz genannt — zu beachten. Unterbieten von Preisen ist z. B. nicht allein deshalb sittenwidrig, weil Unterbietender Selbstkostengrenze unterschreitet. Erkennbare wucherische Preise und Schleuderpreise dürfen nicht anerkannt werden. Schleuderpreis liegt nur vor, wenn Preisunterbietung planmäßig geschieht und alleinigen Zweck hat, Konkurrenzunternehmen zu vernichten.

Zu nicht zugelassenen Wettbewerbsbeschränkungen zählen u. a. Preisbindungen und -absprachen auf Anbieterseite (z. B. Abreden über Abgabe oder Nichtabgabe von Angeboten, zu fordernde Preise, Gewinnaufschläge, Liefer- und Zahlungsbedingungen oder sonstige Vertragsbedingungen) sowie mißbräuchliche Ausnutzung der Marktmacht durch Anbieter oder Nachfrager. Nach dem GWB unterliegen marktbeherrschende Unternehmen der Mißbrauchsaufsicht durch Kartellbehörde. Von Beschaffungs (B.)-Stellen vermutete Absprachen auf der Anbieterseite werden untersucht und erforderlichenfalls vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen der Kartellbehörde mitgeteilt.

Angebotsprüfung erfolgt entweder nur im Wege der Prüfung durch den für B. oder Vergabe zuständigen Beamten (z. B. wenn Verträgen Preisverzeichnisse des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ) bzw. Posttechnischen Zentralamtes (PTZ), Listenpreise mit vom FTZ bzw. PTZ vereinbarten Rabattsätzen, Rahmenverträge oder Markt- bzw. Wettbewerbspreise bis zu einer bestimmten Wertgrenze zugrunde liegen) oder zusätzlich im Wege der Preisprüfung durch Preisprüfer. Zweck der Preisprüfung ist Einhaltung der preisrechtlichen Bestimmungen und Feststellung des jeweils angemessenen Preises. Dadurch soll sichergestellt werden, daß Haushaltsmittel im Sinne der Reichshaushaltsordnung (für DBP gelten die entsprechenden Bestimmungen der Posthaushaltsbestimmungen und der Allgemeinen Dienstanweisungen) verwendet werden. Dem Preisprüfer obliegt Prüfung von Selbstkostenpreisen und — von einer bestimmten Wertgrenze an — von Marktpreisen (reine Marktpreise und abgeleitete Marktpreise im Sinne der VPR 30/53). Preisprüfung bei Marktpreisen beschränkt sich auf Preisvergleich, bei dem der Preisprüfer alle ihm zur Verfügung stehenden Unterlagen, wie Preislisten, vergleichbare Angebote und Erfahrungswerte aufgrund allgemeiner Marktkenntnisse verwertet. Prüfung von Selbstkostenpreisen ist in jedem Fall Kalkulations- und Kostenprüfung.

Für Feststellung von Selbstkostenpreisen sind ausschließlich Preisprüfreferate des FTZ (für den fernmeldetechnischen Bedarf) und des PTZ (für den Postbedarf) zuständig. Darüber hinaus sind sie für Prüfung der Preise in den Fällen von vertraglich vereinbarten Preisprüfrechten im Bereich der VOL, für Preise aus den Verträgen aufgrund der zentralen B. für OPDn und für Preise des für das FTZ/PTZ zu beschaffenden Eigenbedarfs zuständig. Fachreferate des FTZ und des PTZ können in Ausnahmefällen zur Beurteilung der Angemessenheit des jeweiligen Angebotspreises herangezogen werden (Abgabe einer Teilbescheinigung), wenn sie durch zentrale Bearbeitung der in Betracht kommenden Leistungen einen breiteren Überblick als Vergabe- und Preisprüfstellen nicht nur über technische Gegebenheiten, sondern auch über Marktpreislage haben.

Im Rahmen der Angebotsprüfung können OPDn die Preisprüfung, soweit sie nicht von den Zentralämtern wahrzunehmen ist, bestimmten Ämtern allgemein oder für bestimmte Gegenstände und Leistungen übertragen. Für Preisprüfung bei Verträgen mit Preisvorbehalten oder in Fällen nachträglicher Preisänderungen (außer bei Kalkulationsprüfungen) ist aus Gründen einheitlicher Handhabung die jeweilige OPD für Preisprüfung zuständig.

Unterlagen für die Preisprüfung sind die einschlägigen Bestimmungen in den Allgemeinen Dienstanweisungen für das Post- und Fernmeldewesen (ADA), z. B. in ADA IV, 2, § 7, II; ADA VII, 1, §§ 11 und 25; ADA VIII, 1, § 107, VI und ADA XI, 2, § 5, Ziff. 4. Daneben gelten als preisrechtliche Vorschriften die vorerwähnte Vollzugsordnung PR Nr. 30/53 vom 21. 11. 1953 (Bundesanzeiger Nr. 244 vom 18. 12. 1953), die für den Bereich der Verdingungsordnung für Lieferungen und Leistungen (ohne Bauleistungen) (VOL) gilt und der als Anlage die »Leitsätze für die Preisermittlung aufgrund von Selbstkosten« beigegeben sind. Für den Bereich der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) ist die Verordnung PR Nr. 8/55 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen für Bauleistungen vom 19. 12. 1955 (Bundesanzeiger Nr. 249 vom 24. 12. 1955) die Rechtsgrundlage.

Arbeitsunterlage für die zahlreichen besonderen Preisprüfstellen der DBP sind ferner die »Richtlinien für die Angebots- und Preisprüfung bei der Vergabe von Leistungen im Bereich der DBP (Preisprüfrichtlinien)« — Ausgabe 1959 —, abgedruckt als Amtsblatt-Verfügung Nr. 356/1963, S. 555, zu denen inzwischen vom BPM eine Reihe von Berichtigungen und Ergänzungen herausgegeben wurden.

Literatur: Posthaushaltsbestimmungen — Reichshaushaltsordnung — Vialon, Haushaltsrecht und Haushaltspraxis — Ebisch/Gottschalk, Preise und Preisprüfungen bei öffentlichen Aufträgen, Verlag F. Vahlen, Berlin — Meierrose/Wigand, Grundsatzfragen der Vergabe und Preisbildung bei der Deckung des fernmeldetechnischen Bedarfs der DBP, Sonderdruck aus dem Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Verlag für Wissenschaft und Leben, G. Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfr. 1965.

Wigand/Dewitz/Clement

Prellungen sind unerwünschte Erscheinungen bei elektromechanischen → Relais. Der Schließvorgang der Kontakte stellt einen elastischen Stoß dar, die Kontakte federn nach dem ersten Aufprall wieder zurück. Dies kann sich mehrmals wiederholen,

bis die kinetische Energie des Ankers aufgezehrt ist. Der Kontaktkreis wird dadurch nach dem ersten Schließen noch ein- oder mehrmals unterbrochen, bis er endgültig geschlossen bleibt. Diesen Vorgang nennt man »Prellung«. Zur Verminderung der Prellneigung wird z. B. der Anker von Telegrafenrelais dreiteilig ausgeführt, so daß sich zwischen zwei Kontaktfedern eine sog. »Mittelreibfeder« befindet. Beim Aufprall biegt sich diese Ankeranordnung, so daß Kontaktfedern und Mittelreibfeder aneinander reiben, wodurch die kinetische Energie des Ankers schneller aufgezehrt wird. Eine weitere Verbesserung wurde dadurch erzielt, daß die Reibeflächen der Mittelreibfeder mit Teflon beschichtet werden. Teflon besitzt die Eigenschaft, daß der Reibungskoeffizient bei der Reibung mit Metallen mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit zunimmt.

Pressefunkdienst für Seefahrer. Von Funkstellen an Land (z. B. Küstenfunkstellen) zu bestimmten Zeiten auf bestimmten Frequenzen gesendete, meist kurzgefaßte Pressenachrichten für Schiffe auf See. Der P. wird entweder »an Alle« oder nur für Schiffe gesendet, die für die Aufnahme des betreffenden P. eine besondere Lizenz besitzen.

In der BRD verbreitet die Küstenfunkstelle Norddeich Radio (DBP) täglich auf Kurzwellen mittels Morse-Telegrafie Pressenachrichten, die von einer Hamburger Tageszeitung zusammengestellt und vom Verband Deutscher Reeder herausgegeben werden. Zur Aufnahme dieses P. sind nur Seefunkstellen berechtigt, die hierfür eine Empfangserlaubnis der DBP besitzen.

Pressenetz. Presseunternehmen und Unternehmen, die sich mit der Sammlung und Verbreitung von Nachrichten befassen, sind auf die schnelle, sichere und ständige Möglichkeit zur Übermittlung von Informationen über Fernmeldewege angewiesen. Die öffentlichen Fernmeldenetze werden in erheblichem Umfang für die mündliche, fernschriftliche und bildliche Nachrichtenübermittlung beansprucht. Darüber hinaus sind für regelmäßige Aufgaben besondere Netze aus überlassenen Leitungen eingerichtet, wenn viele Nachrichten übermittelt werden müssen oder andere Gründe es erforderlich machen. In vielen Ländern werden der Presse für die Benutzung der Fernmeldedienste Gebührennachlässe gewährt. Die fernschriftliche Übertragung von Nachrichten kommt den Bedürfnissen der Presse besonders entgegen. Eine größere Anzahl von → Fernschreibsondernetzen ist für solche Zwecke eingerichtet. Als Beispiel ist das Fernschreib-(Fs)-Grundnetz der dpa, Redaktionsnetz, wiedergegeben (s. Bild auf der nächsten Seite.)

Neuerdings werden Faksimileübertragungen ganzer Zeitungsseiten durchgeführt, um die an einer Stelle gesetzten und umbrochenen Nachrichten auf rationelle Weise an dezentrale Punkte zu verbreiten. Hierzu werden Breitbandleitungen mit 48 kHz und mehr benötigt. *W. Tietz*

Presser → Dynamikregelung.

Pressetelegramme → Telegrammarten.

Preßbohrgerät → Kabelkanal unter 6.

Preßgas → Isolierstoffe.

Primärelemente → Akkumulatoren, → galvanische Elemente.

primärer Funkdienst → Funkdienst.

Primärfocusantenne → Spiegelantennen.

Primärgruppe (PG), früher auch als Gruppe bezeichnet. Im Frequenzbereich der PG = 60 bis 108 kHz sind 12 Kanäle der Frequenzbreite 3,1 kHz in Kehrlage nebeneinander angeordnet. Die PG in ihrer Basis-Frequenzlage wird als Grund-Primärgruppe bezeichnet (CCITT-Blaubuch G. 211, Fig. 21). Die PG-Verbindung reicht vom Punkt, an dem sie gebildet wird, bis zu dem Punkt, an dem sie aufgelöst wird, und umfaßt beide Übertragungsrichtungen. Durchschaltungen in der Basis-Frequenzlage über PG-Durchschaltefilter (→ Durchschaltetechnik) unterteilen die PG-Verbindung in PG-Abschnitte. PG-Abschnitte liegen zwischen 2 PG-Verteilern (→ TF-Systeme).

Primärgruppen-Umsetzer (PGU). 1. PGU des TF-Systems Z12 (PG-System → Zweidraht-System): Im PGU wird eine PG in die Übertragungslage 6 bis

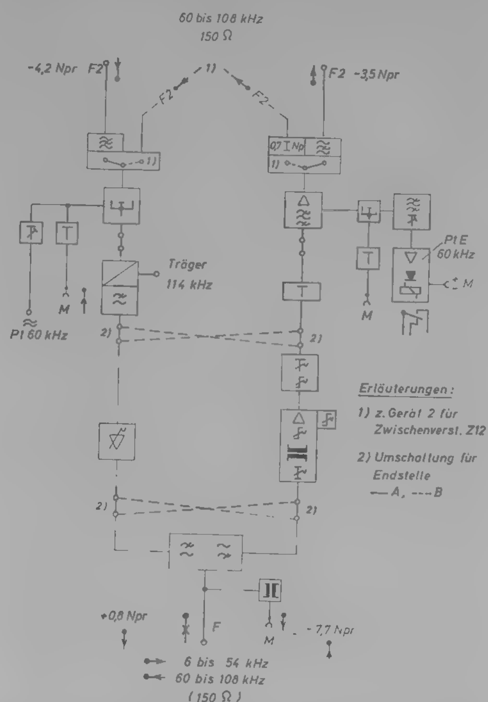
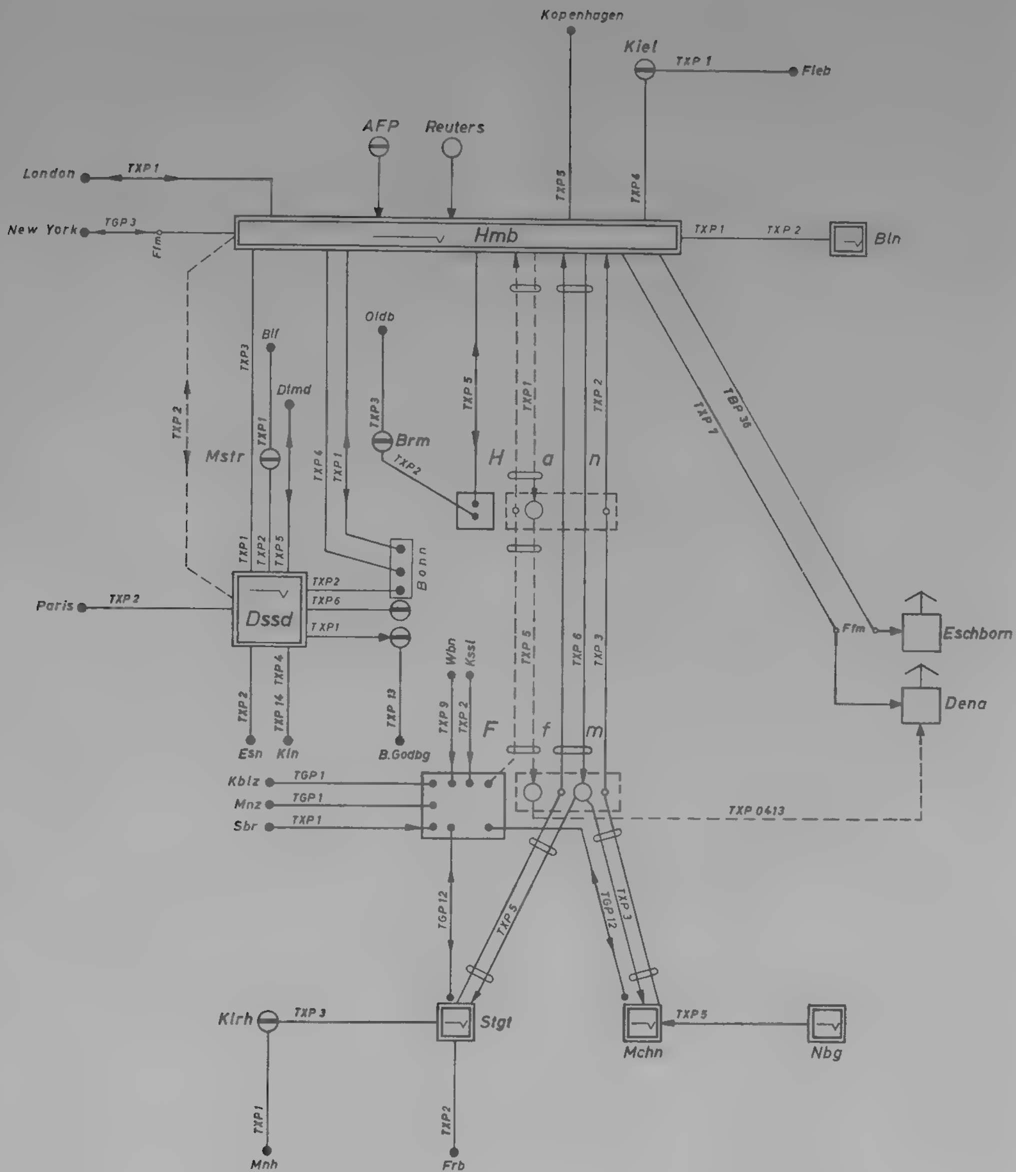


Bild 1. Blockschema der Endstelle Z12.

54 kHz umgesetzt. Der PGU enthält in einer Übertragungsrichtung den Frequenzumsetzer 114 kHz und das Gruppenfilter zur Aussiebung des unteren



B Godbg	Bad Godesberg	Dtmd	Dortmund	Han	Hannover	Kln	Köln	Nbg	Nürnberg
Blf	Bielefeld	Esn	Essen	Hmb	Hamburg	Mnz	Mainz	Oldb	Oldenburg
Bln	Berlin	Ffm	Frankfurt	Klrh	Karlsruhe	Mnh	Mannheim	Sbr	Saarbrücken
Brm	Bremen	Fleb	Flensburg	Kssl	Kassel	Mchn	München	Stgt	Stuttgart
Dssd	Düsseldorf	Frb	Freiburg	Kblz	Koblenz	Mstr	Münster	Wbn	Wiesbaden

Fernschreib-Grundnetz der Deutschen Presseagentur (dpa), Redaktionsnetz (s. Pressenetz S. 1296).

Frequenzbandes, in der Gegenrichtung ein der Umsetzerdämpfung entsprechendes Dämpfungsglied. Im Gerät sind außerdem der Sendeverstärker, der die Leitung entdämpfende Empfangsverstärker und die Richtungsweiche untergebracht. Gruppenumsetzer und Richtungsweiche sind zwischen den Übertragungsrichtungen umschaltbar (siehe Blockschema Bild 1). Durch die Transistorisierung der Geräte (Bauweise 7) können in einem Vertikal-Gerätesatz bis zu 4 steckbare Geräte PGU Z12 untergebracht werden. Jeweils 2 Geräte lassen sich bei Bedarf zu einem Zwischenverstärker Z12 zusammenschalten. Wird ein Gerätesatz in einer Endstelle Z12 in einem KU-Gestell in Bauweise 7 als z.B. 5. oder 10. Einsatz zu den 4 erforderlichen KU-Geräteeinsätzen hinzugefügt (→ Kanalumsetzer, Bild 2a, b),

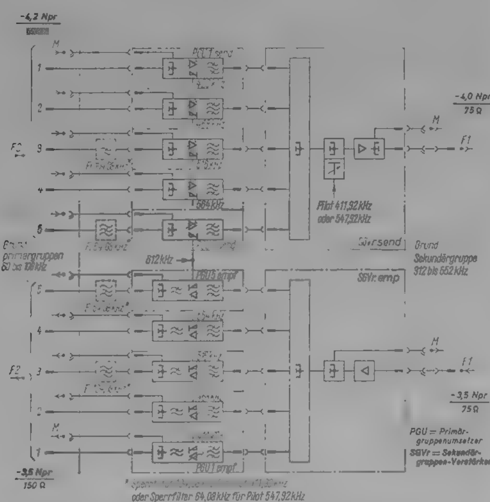


Bild 2a. Blockschaltbild der PG-Endstelle.

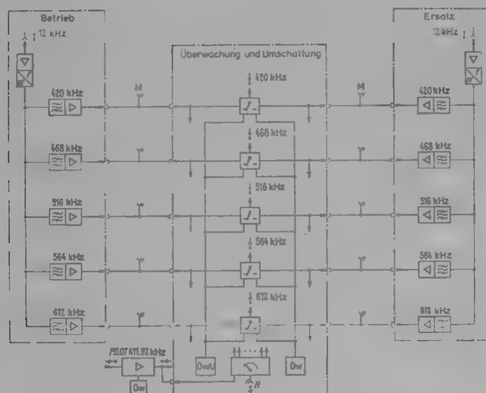


Bild 2b. Blockschaltbild der PG-Trägerversorgung.

muß in einem solchen Fall die Kanal-Trägerversorgung um die Baugruppe »Trägerableitung 114 kHz« erweitert werden (→ Kanalumsetzer, Bild 1a, b).

2. PGU für Sekundärgruppen-Systeme (→ Vierdraht-System): Im PGU werden jeweils 5 Grundprimärgruppen (GPG) in die Frequenzlage der Grundsekundärgruppe (GSG) umgesetzt (→ Sekundärgruppe). Auch hier wurde die Geräteserie in Röhrentechnik (Bauweise 52) durch die Neuentwicklung in Transistortechnik abgelöst. Der Schaltungsaufbau der PGU und der Trägerversorgung (→ Trägererzeugung) sind aus dem Blockschema Bild 2a und 2b ersichtlich. Die von außen zugeführten Frequenzen (Steuerfrequenz 12 kHz und SG-Pilot 411,92 kHz) werden einem zentralen Trägergestell entnommen.

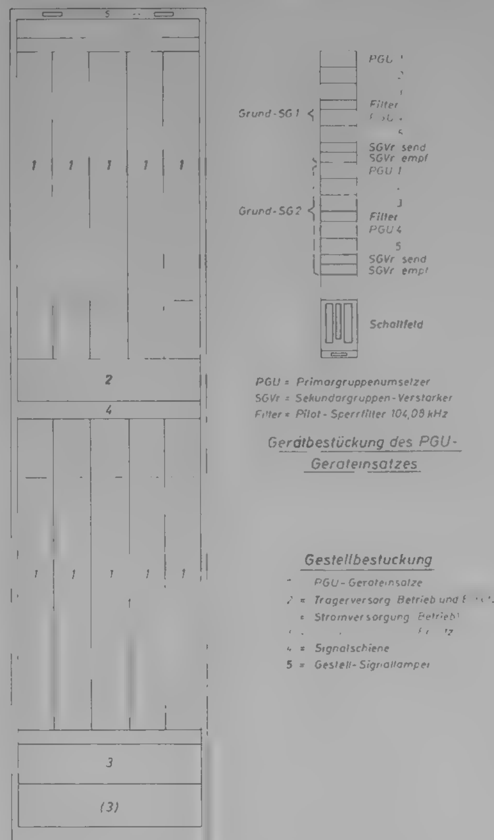


Bild 3. Primärgruppenumsetzergestell 7.

Im PGU 3 sind auf der F2-Seite in Sende- und in Empfangsrichtung je eine Pilotsperre 104,08 kHz vorgesehen, um Beeinflussungen des Pilotpegels in der Übertragungslage der PG 3 der GSG zu vermeiden. Jede PG-Umsetzung der Sende- und der Empfangsrichtung ist zu einer steckbaren Baugruppe

zusammengefaßt. In einer Vertikal-Geräteeinheit werden die Umsetzer-Baugruppen und die Baugruppen des Sende- und des Empfangsverstärkers sowie der Filter für die Bildung von 2 GSG untergebracht. Das PGU-Gestell kann 10 Vertikal-Geräteeinsätze, dazu im Zentralfeld die PG-Trägerversorgung und im unteren Gestellteil die Stromversorgung aufnehmen (Bild 3). *Wichmann*

Primärkreis. Beim Transformator bildet diejenige Spule, die mit dem Generator verbunden ist, zusammen mit diesem den Primärkreis.

Primärstrahler → Antennenelement, → Spiegelantennen.

Prioritätsplatz. Zusatzeinrichtung für Wählanlagen in → Fernschreibsondernetzen. Die Wähltechnik allein ist für die Aufgaben der Sondernetze nicht ausreichend. Z. B. besteht oft die Forderung nach bevorzugter Behandlung besonders eilbedürftiger Nachrichten. Entsprechende Einschaltmöglichkeiten bietet der P. (auch Prioplatz genannt; Prio für Priorität). P. trägt zur optimalen Anpassung an die organisatorischen Gegebenheiten bei. P. wird über einen Prioschaltsatz, einen Prioverbindungssatz und Priowähler an das Wählnetz geschaltet.

private Nebenstellenanlage → Nebenstellenanlage.

Privatfernmeldeanlagen sind Fernmeldeanlagen (FMA), die nicht der DBP, sondern Privaten gehören und von diesen aufgrund einer — auf Gesetz (§ 3 des Fernmeldeanlagengesetzes [FAG]) oder auf einem Verwaltungsakt (§ 2 FAG) beruhenden — Genehmigung errichtet und betrieben werden. Der Gegensatz zur P. ist daher nicht die behördliche, sondern die von der DBP errichtete und betriebene FMA. Das »Bahnselbstanschlußnetz (Basanetz)« der DB gehört ebenso zu den P. wie die Sender der öffentlichen-rechtlichen Rundfunkanstalten. Über P. kann auch öffentlicher Verkehr abgewickelt werden, soweit sie hierfür zugelassen sind (Seefunkstellen auf deutschen Schiffen, Beförderung von Telegrammen von Reisenden über das Basanetz). Nicht zu den P. gehören die von dem Bundesminister der Verteidigung im Rahmen des § 1 Abs. 2 FAG errichteten und betriebenen FMA, da sie Anlagen eines Fernmeldehoheitsträgers sind. Hingegen rechnen die teilnehmereigenen und privaten Nebenstellenanlagen begrifflich zu den P., mögen sie auch — mit Rücksicht auf ihren benutzungsrechtlichen Charakter — ihre Regelung in der FeO gefunden haben.

1. Die Genehmigung kraft Gesetzes. Bei der auf Gesetz beruhenden Genehmigung genügt es, daß die P. bestimmten, gesetzlich festgelegten Erfordernissen entsprechen. Sie können alsdann ohne besondere Genehmigung des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen errichtet und betrieben werden. Auch eine Anmeldepflicht besteht nicht. Die Genehmigung von P. kraft Gesetzes hat vornehmlich ihre Regelung in § 3 FAG gefunden.

1.1. Die nach § 3 FAG genehmigungsfreien P. Nach § 3 FAG können, soweit es sich nicht um Funkanlagen handelt, genehmigungsfrei errichtet und betrieben werden: 1.1.1. FMA, die ausschließlich dem inneren Dienst von Behörden der Länder, der Gemeinden oder Gemeindeverbände sowie von Deichkorporationen, Siel- und Entwässerungsverbänden gewidmet sind (§ 3 Abs. 1 Nr. 1 FAG). Die Gebietskörperschaften (Staat, Gemeinde) sind keine Behörden. Sie bestehen vielmehr aus einer Vielzahl von Behörden, denen die Erfüllung bestimmter Aufgaben zugewiesen ist. Unzulässig ist daher die Errichtung und der Betrieb von sog. »Staatszentralen« in Form von P., die dem Nachrichtenaustausch verschiedener Behörden miteinander dienen sollen. Außerdem müssen die P. ausschließlich für den inneren Dienst der Behörden bestimmt sein, d. h., der darüber abgewickelte Verkehr muß sich auf den dienstlichen Verkehr zwischen den Angehörigen der Behörde beschränken. Verkehr mit dritten Personen und für Dritte ist unzulässig. Auf Behörden des Bundes findet § 3 Abs. 1 Nr. 1 FAG keine Anwendung. Diese sind jedoch den Länder- und Gemeindebehörden durch die vom RPMin erteilte »Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Fernmeldeanlagen des Reiches« vom 30. 4. 1928, die heute noch gilt, bezüglich der Errichtung und dem Betrieb von P. gleichgestellt worden. 1.1.2. FMA, die von Transportanstalten auf ihren Linien ausschließlich zu Zwecken ihres Betriebes oder für die Vermittlung von Nachrichten innerhalb der bisherigen Grenzen benutzt werden (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 FAG). Unter Transportanstalten sind auf kaufmännischer Grundlage betriebene Unternehmen zu verstehen, die aus der Beförderung von Personen oder Gütern ein Gewerbe machen. Wesentliches Merkmal der Transportanstalt ist somit die Beförderung fremder Güter. Als Transportanstalten kommen insbesondere Eisenbahnen in Frage, außerdem Kraftfahr- und Binnenschiffahrtsunternehmen, falls sie einen auf bestimmten Strecken und nach einem festen Fahrplan sich abwickelnden, d. h. anstaltsmäßigen Verkehr betreiben. Ebenso, wie über P. der Behörden nur Nachrichtenverkehr abgewickelt werden darf, der sich auf den »inneren Dienst« bezieht, sind die Transportanstalten lediglich berechtigt, ihre genehmigungsfreien P. »ausschließlich zu Zwecken ihres Betriebes« zu benutzen. Nur »innerhalb der bisherigen Grenzen« kann ausnahmsweise auch ein Nachrichtenverkehr für Dritte über die P. der Transportanstalten abgewickelt werden. Dieser Hinweis bezieht sich auf das »Reglement über die Benutzung der innerhalb des deutschen Reichstelegrafengebiets gelegenen Eisenbahntelegrafen zur Beförderung solcher Telegramme, welche nicht den Eisenbahndienst betreffen« vom 7. 3. 1876 in der Fassung vom 22. 5. 1933. Hiernach können Eisenbahnen auch von Privatpersonen Telegramme zur Beförderung annehmen, und zwar, falls keine Telegrafenanstalt am Ort ist, von sämtlichen Personen, sonst nur von Personen, die mit Zügen ankommen, abreisen oder durchreisen. Für den Fernsprechverkehr Dritter dürfen die Transportanstalten ihre P. nicht zur Verfügung stellen. 1.1.3. Grundstücksanlagen. Auf Grundstücken können genehmigungsfreie P. errichtet und betrieben werden: 1.1.3.1. Uneingeschränkt innerhalb der Grenzen ein und desselben Grundstückes (§ 3 Abs. 1 Nr. 3a, FAG). 1.1.3.2. Zwischen mehreren

einem Eigentümer gehörigen oder zu einem Betrieb vereinigten Grundstücken, die in der Luftlinie nicht mehr als 25 km voneinander entfernt sind, wenn die P. ausschließlich für den der Benutzung der Grundstücke entsprechenden unentgeltlichen Verkehr bestimmt sind (§ 3 Abs. 1 Nr. 3b). Während der Nachrichtenverkehr, der sich innerhalb der Grenzen eines Grundstücks abwickelt, sachlichen Beschränkungen nicht unterliegt, ist das Errichten und Betreiben von P. bei nicht zusammenhängenden Grundstücken nur zulässig, wenn diese entweder demselben Eigentümer gehören, d. h. eine Rechtseinheit bilden, oder zu einem Betrieb miteinander verbunden sind, d. h. eine Wirtschaftseinheit vorliegt. In diesem Fall braucht der Inhaber der P. nicht zugleich Eigentümer der durch die P. verbundenen Grundstücke zu sein. In beiden Fällen muß die Anlage ausschließlich zur Abwicklung des Nachrichtenverkehrs innerhalb des Betriebes benutzt werden, d. h., sie darf nicht anderen Betrieben oder privaten Zwecken Dritter dienen. Auch ist die Erhebung eines Entgelts unzulässig.

1.2. Ergänzung der Bestimmungen des FAG über P. durch die Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV). Für die Grenzen der Genehmigungsfreiheit der in § 3 FAG geregelten P. enthält § 3 PrivFmAnlV einige bedeutsame Hinweise. 1.2.1. P., die über die Bundesgrenzen hinausreichen, bedürfen stets der vorherigen Genehmigung durch die DBP. 1.2.2. P. dürfen mit anderen FMA nicht verbunden werden. Dieses Verbot findet seine Grundlage darin, daß, wie sich aus den Formulierungen in § 3 FAG eindeutig ergibt, genehmigungsfreie P. nur einer sachlich und örtlich beschränkten Nachrichtenübermittlung zu dienen bestimmt sind, d. h. für einen Verkehr mit dritten Personen und für Dritte nicht in Betracht kommen. Die Verbindung von genehmigungsfreien P. mit anderen — genehmigungsfreien oder genehmigungspflichtigen — P. würde diesem Grundsatz zuwiderlaufen und damit das entscheidende Wesensmerkmal der genehmigungsfreien P. beseitigen. 1.2.3. Die Verbindung von P. mit dem öffentlichen Netz steht im Ermessen der DBP. Hiervon hat sie insofern Gebrauch gemacht, als nach § 7 Abs. 2 FeO Nebenstellenanlagen, wenngleich sie Bestandteil des öffentlichen Netzes sind, für den Verkehr ihrer Nebenstellen mit P. durch Abzweigleitungen verbunden werden können, wenn der Inhaber der Nebenstellenanlage nachweist, daß hierfür ein dringendes Bedürfnis besteht. Voraussetzung ist weiterhin, daß die Inhaber beider Anlagen identisch sind, da anderenfalls der Umfang der Sprechmöglichkeit der P. unzulässig erweitert würde. 1.2.4. Die Aufteilung einer P. in mehrere Teile ist für ihre Genehmigungspflicht ohne Bedeutung.

1.3. Überwachungsrecht der DBP. Nach § 6 Abs. 2 FAG unterliegen die genehmigungsfreien P. der Überwachung der DBP daraufhin, ob sich Errichtung und Betrieb innerhalb der gesetzlichen Grenzen halten (→ Fernmeldestrafrecht).

1.4. Rechtsweg. Für die Entscheidung der Frage, ob die Voraussetzungen für die Errichtung und den Betrieb einer genehmigungsfreien P. vorliegen, ist der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet (§ 3 Abs. 3 FAG; → Rechtsweg).

2. Die Genehmigung durch Verwaltungsakt des BPMin. Soweit P. nicht unter § 3 FAG fallen, was vor allem für Funkanlagen und andere FMA, die die 25-km-Grenze überschreiten, zutrifft, bedürfen sie für ihre Errichtung und ihren Betrieb der Genehmigung durch den BPMin (§ 2 Abs. 1 FAG). Die der DBP durch das FAG gebotene Möglichkeit, nicht alle FMA selbst betreiben zu müssen, sondern auch FMA »Privater« zuzulassen, gewährt dem Fernmeldewesen eine große Beweglichkeit. Sie versetzt die DBP in die Lage, der Allgemeinheit den Zugang zu allen technischen Neuerungen auf dem Gebiet des Fernmeldewesens zu eröffnen, ohne zugleich gezwungen zu sein, den Betrieb dieser Anlagen selbst zu übernehmen. Ein Anspruch auf Erteilung einer fernmelderechtlichen Genehmigung besteht nicht. Lediglich Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die die Öffentlichkeit mit Licht und Kraft versorgen, haben für ihre Betriebsfernmeldeanlagen einen Anspruch auf Erteilung einer Genehmigung, falls nicht Betriebsinteressen der DBP entgegenstehen und es sich nicht um Funkanlagen handelt (§ 2 Abs. 2 Satz 2 FAG). Über die Funkamateure → Gesetz über den Amateurfunk. Die fernmelderechtliche Genehmigung ist ein → Verwaltungsakt. Ihr können Auflagen beigefügt werden (§ 2 Abs. 2 Satz 1 FAG). Diese dürfen nicht wesensfremd sein, d. h., sie müssen der Wahrung der Interessen der DBP auf dem Gebiet des Fernmeldewesens dienen. Durch eine Auflage werden auch die für die Genehmigung zu entrichtenden Gebühren festgelegt. Die Zulässigkeit hierfür ergibt sich aus § 9 Abs. 2 FAG. Anders als im → Benutzungsrecht, das für die Gebührenfestsetzung eine Rechtsverordnung verlangt, bildet bei der Genehmigung nach § 2 FAG die dem Verwaltungsakt beigefügte Auflage die Grundlage für den Gebührenanspruch der DBP. Bei der Gebührenfestsetzung können die Gebührenausfälle berücksichtigt werden, die der DBP dadurch erwachsen, daß der Inhaber der P. Fernmeldeverkehr ohne Inanspruchnahme der Einrichtungen der DBP abwickeln kann.

Bei den Verwaltungsakten, durch die eine fernmelderechtliche Genehmigung erteilt wird, unterscheidet man zwischen »Allgemeinen Genehmigungen« und »Einzelgenehmigungen«. Kennzeichen der »Allgemeinen Genehmigung« ist, daß sie sich auf eine Vielzahl von FMA desselben Inhabers bezieht, während von der »Einzelgenehmigung« stets nur eine Anlage, z. B. eine Seefunkstelle, erfaßt wird. An »Allgemeinen Genehmigungen« sind zu nennen:

2.1. Die Bekanntmachung betreffend die Schiffstelegrafie vom 16. 7. 1908 (RG Bl. S. 476), durch die eine allgemeine Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb optischer und akustischer Schiffstelegrafie sowie für den Empfang von Nachrichten durch Unterwasserschallsignale erteilt worden ist. 2.2. Die Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von FMA der Behörden des Reichs (jetzt des Bundes) vom 30. 4. 1928 (vgl. vorstehend unter 1.1.1). 2.3. Die Verleihung über die Errichtung und den Betrieb von Funk-

anlagen für Eisenbahnen des allgemeinen Verkehrs vom 10.1.1927. 2.4. Die auf § 5 FAG beruhenden Bestimmungen über Fernmeldeanlagen auf fremden Schiffen in deutschen Gewässern vom 8. 6. 1931 (Amtsbl. S. 254), die Anordnungen über optische und akustische FMA sowie über den Betrieb von Funkanlagen auf Schiffen nichtdeutscher Nationalität in deutschen Hoheitsgewässern enthält. 2.5. Die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von Funkanlagen der Polizeibehörden der Länder im Bundesgebiet vom 18. 1. 1951 (Amtsbl. S. 76). 2.6. Die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von Funkanlagen der Bundesgrenzschutz- und Polizeibehörden im Bundesgebiet vom 20. 10. 1952 (Amtsbl. 1953 S. 2). 2.7. Die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von Funkanlagen für Zwecke der Flugsicherung im Bundesgebiet vom 8.2.1954 (Amtsbl. S. 169). 2.8. Die Genehmigung zum Errichten und Betreiben von UKW-Sprechfunkanlagen für Zwecke des Luftsicherheitsdienstes vom 10.4.1961 (Amtsbl. S. 413). 2.9. Die Genehmigung zum Errichten und Betreiben von UKW-Rundspruch-Sendern für den Luftschutz-Warndienst vom 10.4.1961 (Amtsbl. S. 414).

Nach § 6 Abs. 1 FAG unterliegen sämtliche Anlagen, die aufgrund einer Genehmigung nach § 2 FAG errichtet sind oder betrieben werden, der Überwachung durch die DBP daraufhin, ob die Genehmigungsbedingungen eingehalten werden (→ Genehmigung von Privatfernmeldeanlagen; → Genehmigungsgebühren für Privatfernmeldeanlagen; → besondere Leistungen der DBP für Privatfernmeldeanlagen; → Änderung und Erweiterung von Privatfernmeldeanlagen; → Auflagen für Privatfernmeldeanlagen; → Pflichten der Inhaber von Privatfernmeldeanlagen; → Überschreiten der Bundesgrenzen durch Privatfernmeldeanlagen; → Verbindung von Privatfernmeldeanlagen mit anderen Fernmeldeanlagen; → Vorschriften über Gebühren für Privatfernmeldeanlagen und der Verjährung). P. der Deutschen Bundesbahn. Wegen des Fernsprechnetzes → »Basa«; bezüglich der übrigen Fernmeldeanlagen → genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen.

P. für Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) sind — soweit sie nicht unter die Genehmigungsfreiheit nach § 3 Abs. 1 Nr. 1 und 3 Fernmeldeanlagengesetz (FAG) fallen — genehmigungspflichtig. Die Genehmigung muß erteilt werden für Fernmeldeanlagen, die den Betriebszwecken solcher EVU dienen, die für die allgemeine Versorgung von Gemeinden oder größerer Gebietsteile bestimmt sind (gemeinnützige EVU), soweit nicht Betriebsinteressen der DBP entgegenstehen (§ 2 Abs. 2 FAG).

Für Privatfernmeldeanlagen gemeinnütziger EVU werden ermäßigte Genehmigungsgebühren erhoben.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 73 ff.

Aubert/Dude

Privatgelände. Die Inanspruchnahme von P. erfolgt:

1. Im Rahmen des Telegrafenwegegesetzes (TWG). Das TWG gewährt der DBP nur in sehr geringem Umfang das Recht, P. zur Führung ihrer Fernmeldelinien in Anspruch zu nehmen. Nach § 12 Abs. 1 TWG ist die DBP lediglich berechtigt, Fernmeldelinien durch den Luftraum über Grundstücken zu führen, die nicht → Verkehrswege im Sinne des TWG sind, soweit dadurch die Benutzung der Grundstücke nicht wesentlich beeinträchtigt wird und unter der Auflage, bei einer später eintretenden Beeinträchtigung die Leitungen auf ihre Kosten zu beseitigen. Bei Beschädigungen des Grundstücks oder seines Zubehörs unterliegt die DBP einer gesteigerten → Haftung.

2. Aufgrund der Grundstückseigentümererklärung (GEE). Der häufigste Fall der Inanspruchnahme von privaten Grundstücken ergibt sich bei der Herstellung von Teilnehmereinrichtungen. Da das TWG — abgesehen von dem unter 1. erwähnten § 12 — die DBP nur berechtigt, öffentliche Verkehrswege zur Unterbringung ihrer Fernmeldelinien zu benutzen, muß bei der Herstellung von Teilnehmereinrichtungen der Grundstückseigentümer der DBP gestatten, FMA auf seinem Grundstück unterzubringen, ehe mit den hierfür erforderlichen Arbeiten begonnen werden kann. Dementsprechend bestimmt § 11 Abs. 2 der Fernsprechordnung (FeO), daß derjenige, der einen Antrag auf Herstellung von Teilnehmereinrichtungen stellt, eine entsprechende Erklärung des Grundstückseigentümers beizubringen hat, deren Wortlaut in der Anl. 1 zur FeO bindend vorgeschrieben ist. Danach erklärt sich der Grundstückseigentümer damit einverstanden, daß die DBP auf seinem Grundstück sowie an und in den darauf befindlichen Gebäuden alle Vorrichtungen (Gestänge, Stützen, Kabel nebst Zubehör usw.) anbringt, die zur Einrichtung von Anschlüssen an ihr Fernmeldenetz auf dem Grundstück und den darauf befindlichen Gebäuden, zur Einführung von Leitungen sowie zur Herstellung, Instandhaltung und Erweiterung ihres Fernmeldenetzes erforderlich sind. Durch die GEE wird somit der DBP nicht nur das Recht eingeräumt, die zur Einrichtung des Anschlusses auf dem Grundstück notwendigen Vorrichtungen anzubringen, sondern ihr darüber hinaus auch die Möglichkeit gegeben, das Grundstück zur Herstellung, Instandhaltung und Erweiterung ihres Fernmeldenetzes ganz allgemein in Anspruch zu nehmen. Hiervon wird allerdings nur zurückhaltend Gebrauch zu machen sein, da die DBP, falls später die GEE gekündigt wird, was allerdings erst nach Aufgabe der Teilnehmereinrichtungen auf dem Grundstück zulässig ist, die Vorrichtungen binnen Jahresfrist auf ihre Kosten entfernen muß.

Der Grundstückseigentümer erhält nach Ausstellung der GEE von der DBP eine »Gegenerklärung«, deren Wortlaut sich in der Anl. 2 zur FeO findet, und in der die DBP sich verpflichtet, das Grundstück und die darauf befindlichen Gebäude auch ohne Nachweis eines Verschuldens wieder in ordnungsmäßigen Zustand zu versetzen, falls es bei Arbeiten, die von der GEE erfaßt werden, zu Beschädigungen gekommen ist (→ Haftung). Nach der Rechtsprechung sind die GEE und die Gegenerklärung als bügerlichrechtlicher Mietvertrag anzusehen, so daß für Streitigkeiten, die daraus erwachsen, der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten gegeben ist.

3. Im Rahmen von Gestattungsverträgen. Im Laufe der Zeit hat sich immer mehr herausgestellt, daß das der DBP durch das TWG gewährte Recht auf Benutzung öffentlicher Verkehrswege nicht ausreicht, um ihren Belangen hinreichend gerecht zu werden. Das immer größer werdende Mißverhältnis zwischen Verkehrsvolumen und Wegekapazität führt in steigendem Maße zu Verbreiterungen der öffentlichen Verkehrswege mit der Folge, daß die DBP gezwungen ist, die am Straßenrand liegenden FMA auf ihre Kosten zu verlegen. Außerdem nehmen die Lasten, die über die Straßen rollen, ständig zu, was sich auf die Erschütterungen, denen der Wegekörper ausgesetzt ist, auswirkt, wodurch wiederum die Zahl der Kabelfehler steigt. Diese Gesichtspunkte haben die DBP veranlaßt, immer mehr dazu überzugehen, Kabel nicht mehr, wie bisher, am Rande der Verkehrswege zu verlegen, sondern sie 5 bis 30 m von der Straße entfernt in Feldern, Wiesen, Gärten usw. unterzubringen. Dieses Verfahren wirkt sich auch insofern vorteilhaft aus, als hierbei moderne Arbeitsgeräte (Grabenbagger, Grabenfräsen usw.) eingesetzt werden können, deren Verwendung auf Straßen wegen der Struktur der Wegebefestigung nicht möglich ist.

Diesen Vorteilen steht als Nachteil gegenüber, daß die DBP mit jedem Grundstückseigentümer, dessen Gelände sie in Anspruch nehmen will, einen besonderen Gestattungsvertrag abschließen muß. Zur Wahrung der Einheitlichkeit ist hierfür ein Mustervertrag ausgearbeitet worden, der u. a. die Zahlung einer einmaligen Entschädigung vorsieht, wobei die Höhe dieses Betrages verschieden ist, je nachdem, ob der Grundstückseigentümer bereit ist, das der DBP gewährte Benutzungsrecht durch Einräumung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit (§ 1090 BGB) dinglich zu sichern oder nicht.

Bei der Auslegung von Fern- und Bezirkskabeln abseits von öffentlichen Wegen sind in der Regel eine Vielzahl von Gestattungsanträgen abzuschließen. Weigert sich nur ein Grundstückseigentümer, kann u. U. die gesamte Planung in Frage gestellt sein. In diesem Fall hat die DBP die Möglichkeit, auf § 32 des Postverwaltungsgesetzes (PVwG) zurückzugreifen, der ihr zur Erfüllung ihrer Aufgaben das Enteignungsrecht zubilligt, wobei die Zulässigkeit der Enteignung im Einzelfall durch die Bundesregierung festgestellt wird. *Aubert*

Privatgespräche sind solche Gespräche, die weder als → Staats-, → Dienst-, → Militär- noch als → Notgespräche anzusprechen sind. Notgespräche können jedoch auch von Privaten angemeldet werden.

Privattelegramme, Annahme durch Stellen der DB. In Zügen oder auf Bahnhöfen können von Reisenden P. aufgegeben werden. Sie werden von den Bahnstellen zur weiteren Übermittlung an Postanstalten übergeben. → Bahntelegraf.

Probensatz → Informationstheorie.

Probeverbindung. Verbindung, die zur Prüfung der Funktion einer Fernmeldeanlage hergestellt wird. Probeverbindungen werden zum Auffinden von Störungen und zur statistischen Ermittlung von Störungshäufigkeiten hergestellt. Aus der Störungshäufigkeit einer Vermittlungsanlage ist zu erkennen, ob die Anlage überholt werden muß oder nicht (→ Folgetestverfahren).

Probeverbindungseinrichtung. Die P. wird vorwiegend zum Ermitteln der Güte von Fernsprechverbindungswegen in Orts-Wählvermittlungsstellen (OVStW) und in der unteren Fernvermittlungsebene (KnotenVStW) verwendet. Sie stellt selbsttätig und ähnlich wie ein Teilnehmer Probeverbindungen zwischen den Eingangs- und den Endschaltgliedern her. Sie prüft zu Beginn den Pegel des → Wähltones, während des Verbindungsaufbaues auf vorzeitige Zählimpulse, zwischen zwei Wahlserien den Scheinwiderstand bei Verbindungen innerhalb einer OVStW, → gassenbesetzt, das Erreichen der gewählten Prüf-Nr., das Senden des Rufwechselstromes, die Teilnehmermeldung, im Ferndienst den Zählbeginn, ein Überschreiten der zulässigen Dämpfung, des zulässigen Geräuschpegels, und des schnellsten Zähltaktes im Ferndienst sowie im Ortsdienst nach Gesprächsende die Aufnahme des Zählimpulses. Die je Prüfung registrierte Anzahl der Störungen und der als »Hemmung« bezeichneten Gassenbesetztfälle gibt im Vergleich zur Gesamtzahl der Probeverbindungen Aufschluß über die Betriebsgüte der VStW oder des Vermittlungsnetzes. Die transportable, über ein → Anschaltenetz in der VStW an die Eingangs- und Endschaltglieder anzuschließende P. besteht aus einem in drei Koffern untergebrachten Hauptgerät, einem Anschaltekoffer für 16 Eingangsschaltglieder und einem Prüf-Nr.-Koffer für 16 Endschaltglieder. Als Eingangsschaltglieder können Vorwähler, Teilnehmerschaltungen, Gruppenwähler oder Zählimpulsgeber herangezogen werden, als Endschaltglieder dienen Leitungswähler.

Der Prüf-Nr.-Koffer hat die Aufgaben, das Aufprüfen des Leitungswählers zu überwachen, die Rufprüfung vorzunehmen, die Meldung des Teilnehmers durch Schleifenschließung darzustellen, einen 800-Hz-Ton für die Dämpfungsprüfung anzulegen und beim Halten einer Verbindung die Prüf-Nr. zu sperren. Störungen und Hemmungen, die bei den zwölf o. a. Prüfungen auftreten, werden am Hauptgerät einzeln angezeigt und — ebenso wie die Gesamtanzahl der Probeverbindungen — mit Zählern registriert. Fehlerhafte Verbindungen können zur Fehlersuche gehalten werden. Im Hauptgerät werden die Prüfnummern, die bis zu zehn Ziffern haben dürfen, in Steckerfeld-Einschüben eingestellt. Die Wählimpulse werden von einem Transistorstromstoßgeber erzeugt. Die Zeiten für Impuls und Pause der Wahlserien und die Zwischenwahlzeit können stufenlos nach Bedarf eingestellt werden. An Drehschalter werden die zugelassenen Dämpfungs- und Störspannungswerte sowie die Meßdauer vorgewählt. Bei internen Probeverbindungen in einer VStW werden die Gerätekoffer im Prüf- und Meßraum aufgestellt. Für einen Teil der Prüfungen werden zwischen Hauptgerät und Prüf-Nr.-Koffer drei Steueradern benötigt, die einen Widerstand bis zu 1000 Ohm haben dürfen. Damit sind

auch Probeverbindungen zwischen entfernten VStW möglich, indem Anschaltekoffer und Hauptgerät in der einen und der über Steueradern angeschlossene Prüf-Nr.-Koffer in der anderen VStW betrieben werden. Es ist auch ein eingeschränkter Prüfablauf ohne Steueradern möglich sowie ein stark eingeschränkter Prüfablauf zu einem Pegel- und Kennzeichensender, z. B. von einer KnotenVStW zu den zugehörigen EndVStW.

Literatur: H. J. Spiegel, F. Wittig: Verkehrsuntersuchungen im Selbstwähl-Ferndienst mit der Probeverbindungseinrichtung und der Verkehrsbeobachtungseinrichtung, Fernmeldepraxis, 11 (1967). *Hartmann*

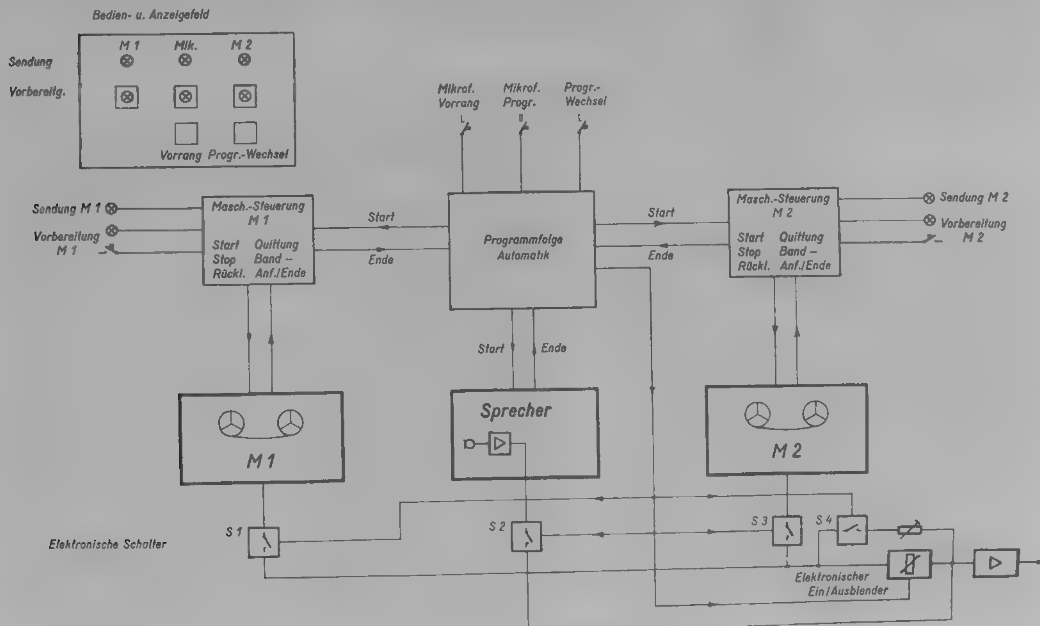
Profillehre für Stöpsel → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel.

Programm-Abwicklung. Die zeitliche P.-A. und die pünktliche Umschaltung der von den Studios gelieferten Programmteile werden in dem sogenannten Hauptschaltraum vorgenommen, falls nicht eine Fernschaltung vom Regieraum (→ Ton-Studiotechnik) aus möglich ist. Der Mehrprogrammbetrieb erfordert eine Vorbereitungsschaltung auf Kreuzschalt- oder Relaisfeldern, die zum Zeitpunkt des Programmwechsels automatisch umschaltet. Für Routinesendungen bietet das Ein-Mann-Studio mit halbautomatischem Betrieb Vorteile dadurch, daß ein Sprecher mit Hilfe eines Ansagemikrofones, eines Bedienpultes mit Einschalttasten, Kontrollelementen, Zeituhr und zweier Tonbandmaschinen das Programm für eine oder auch mehrere Stunden ohne weiteres technisches Personal abwickeln kann. Durch Tastendruck wird nach der Ansage das erste vorbereitete Tonband gestartet, bei dem das Vorspann- und das Nachspannband durch Fotodioden abgetastet werden. Damit wird die Weiterschaltung auf die nächste Programmquelle (Mikrofon oder Band) am Ende des Stückes und gleichzeitig für das abgespielte Band der automatische Rücklauf ausgelöst, aber nur, wenn das Mikrofon nicht eingeschaltet ist. Der Sprecher hat außer der Zwischenabsage nur den Tonbandaustausch vorzunehmen. Er kann aber auch jederzeit in das laufende Band Spracheinblendungen mittels eines elektronischen Schalters mit vorher bestimmter Lautstärke vornehmen, wofür er nur eine Taste zu betätigen braucht, also ohne spezielle technische Kenntnisse (s. Bild). *Hoffmann*

programmgesteuerte Rechenautomaten, Geschichte → Geschichte des Fernmeldewesens.

Programmiersprachen werden unterschieden in maschinen- und problemorientierte Sprachen (→ Maschinensprachen, → ALGOL, → COBOL, → FORTRAN).

Programmierung. Verfahren zur Steuerung von EDV-Anlagen bei der Lösung gestellter Aufgaben. Aufgabe des Programmierers ist es, aus der Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten zwischen der → Software (Programmiersprachen wie → ALGOL, → COBOL, → FORTRAN) und der → Hardware (Konstruktion und Ausstattung der EDV-Anlage) ein



Blockschaltbild eines Ein-Mann-Studios.

optimales, d. h. möglichst kurze Zeit für seinen Ablauf erforderndes Programm aufzustellen (→ elektronische Datenverarbeitung (EDV), Geschichte des Fernmeldewesens unter 6.).

Programmpegel bei Tonleitungen → Tonübertragungsgüte.

Programmzuführungsleitung → Richtfunk-Grundleitung.

Propan. Im Fernmeldebaudienst wird als Flüssiggas zum Betrieb von → Lötgeräten und als Heizgas nur normgerechtes, d. h. zu 96 % chemisch reines P. benutzt. P. ist ein Kohlenwasserstoff (C_3H_8), der sich unter niedrigem Druck verflüssigen läßt. Der Siedepunkt ist bei —43° C. Der Heizwert beträgt 12 040 kcal/kg. Die Zündtemperatur mit Luft liegt bei 510° C. Die Zündgrenze mit Luft liegt bei 2,1 bis 9,5 Volumprozent. P. ist 1,56 mal schwerer als Luft, nicht giftig, aber bei Luftbeimischung sehr explosiv.

Bei P. lassen sich in flüssigem Zustand große Energiemengen unter einem geringen Druck, d. h. in verhältnismäßig dünnwandigen und leichten Stahlflaschen, speichern und transportieren.

Da P. schwerer als Luft ist, sinkt es als Gas zu Boden und breitet sich wie Wasser aus; es füllt alle vertieften Stellen ohne Abflußmöglichkeit (Schächte, Gruben, Keller usw.). Ausgetretenes P. ist durch Entlüften, Absaugen oder ähnliches zu entfernen. In der Nähe von Arbeitsstellen, wo mit Propan gearbeitet wird, darf nicht geraucht werden; andere Zündquellen dürfen nicht in die Nähe von ausgeströmtem P. gebracht werden.



Bild 1. Propankleinstflasche. Füllgewicht 425 g.

Bild 2. Fahrbares Propanumfüllgerät. Füllen der Kleinstflasche.



Bild 3. Propanlötkolbengerät.

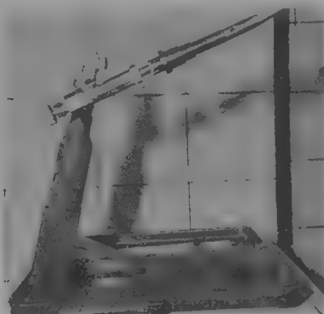


Bild 4. Propan-Kleinstlötkolbengerät. Anheizen oder Abstellen in hochgestellter Halterung.



Bild 5. Propankabellötgerät mit Lötkolben.



Bild 6. Propanschweißgerät.

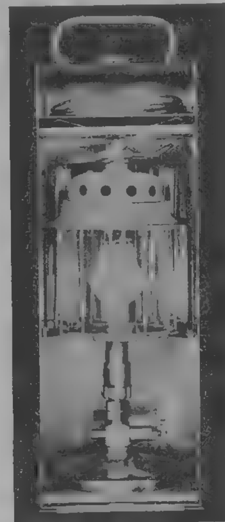
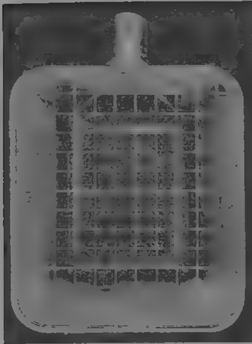
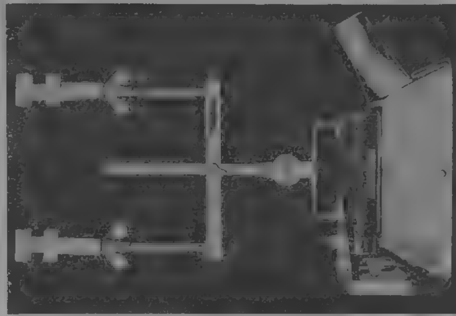
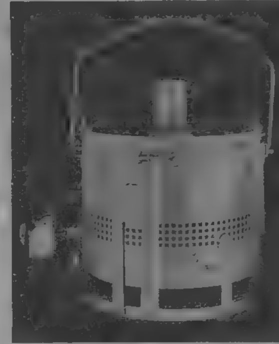


Bild 7. Propanleuchte mit Fuß im Stahlblechkasten.


Bild 8a. Propanheizstrahler.


Bild 8b. Propanheizstrahler mit Halterung.


Bild 9. Propanofen.

Propanflaschen (Bild 1). Der Arbeitsvorrat an Propan wird in Propanflaschen transportiert und gelagert. Das Füllgewicht beträgt 11 bzw. 5 kg, bei Kleinstflaschen 425, 90 oder 42,5 Gramm.

Zur Kennzeichnung sind Propanflaschen außen rot gestrichen.

Das fahrbare Propanumfüllgerät (Bild 2) ist ein Gestell, in dem aus der Vorratsflasche mit 5 oder 11 kg Inhalt leere Propankleinstflaschen unter Verwendung des Umfüllstutzens gefüllt werden können.

Propangeräte. Mit Propangas arbeitende Geräte werden zum Löten, Schweißen, Erwärmen und zur Beleuchtung bei Fernmeldebauarbeiten benutzt. Das Arbeiten mit Propangas erfordert Sicherheitsmaßnahmen.

Propanlötkolbengerät (Bild 3) ist besonders geeignet für kleine Lötungen in Kabelverzweigern usw.

Propankleinstlötkolbengerät (Bild 4) ist für Lötarbeiten an Verzweigungseinrichtungen im Fernsprechentstörungsdienst bestimmt.

Propankabellötgerät (Bild 5) ist zum Löten von Bleimuffen bestimmt. In den Brennergriff mit schwenkbarem Schlauchanschluß können je nach Bedarf Löteinsätze 5, 7 bzw. 9 mm und entsprechende Düsen eingesetzt werden.

Propangroßleistungsbrenner. Als Ergänzung zum Kabellötgerät findet dieser Brenner zum Anwärmen und Löten großer Teile Verwendung. Er besteht aus dem Großleistungsbrennereinsatz und dem Brennergriff.

Mit dem Propanschweißgerät (Bild 6) werden die zum Schweißen erforderlichen Temperaturen durch Verbrennen des Propans mit Sauerstoff erzeugt.

Propanleuchte (Bild 7) ist als Steh- oder Hängeleuchte für den Kabelbau, als Arbeitsplatzbeleuchtung sowie für das Ausleuchten von Schächten gleich gut geeignet.

Propan-Heizstrahler (Bild 8a) ist zum Heizen und Trocknen in Kabelschächten, Bauzelten, im Freigelände usw. universell einsetzbar. Mit seinen Befestigungsvorrichtungen (Bild 8b) wird er an Zeltgestängen, an Schachtleitern, Verstrebungen o. ä. befestigt und kann in beliebiger Richtung verstellt werden, so daß die Strahlung auf den Arbeitsplatz konzentriert wird.

Propanofen (Bild 9) kombiniert Kocher zum Erhitzen der Abbrühmasse, Füllmasse, Vergußmasse usw. und Ofen zum Erwärmen und Trocknen der Kabelschächte.

Der gleiche Zweck — Heizen und Trocknen — wird mit dem Propanheizstrahler besser erreicht.

Propankochergestell. Für das Erwärmen von Vergußmasse usw. steht ein kleines, leichtes Kochergestell für den Fernmeldebau zur Verfügung, in das ein Propanlötbrenner eingehängt wird. *Stegmann*

pro-rata-Angleichung ist die prozentual gleichmäßige Herabsetzung aller → Gebührenanteile einer → Gesamtgebühr für einen teuereren Leitweg auf die Gesamtgebühr des billigsten Leitweges, seltener umgekehrt. Unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. Überseeverkehr) kann sich die p.-r.-A. auch nur auf einzelne Gebührenanteile erstrecken.

Protuberanzen → Sonnenaktivität.

Prozeßrechner dienen der → elektronischen Datenverarbeitung für industrielle Prozesse.

Prüfader. Sie wird neben den Sprechadern in Direktwahlsystemen zur Erkennung der Belegungsfähigkeit eines Schaltgliedes, zur Belegung dieses Schaltgliedes in einer ankommenden nachfolgenden Wahlstufe und zur Besetztkennzeichnung des Vielfachausganges in der abgehenden Wahlstufe benötigt. In den deutschen Systemen wird sie im allgemeinen c-Ader genannt.

Prüfbehörden → Bundesanstalt für Materialprüfung, → Fernmeldetechnisches Zentralamt, → Physikalisch-Technische Bundesanstalt.

Prüfbericht. Im P. wird auf Anforderung durch den Dienststellenleiter das Ergebnis einer Überprüfung von Vermittlungsstellen durch die Aufsichten festgehalten. Der P. soll der Dienststellenleitung Hinweise für einzuleitende Unterhaltungs- und Hochbaumaßnahmen geben und sich auf folgende Punkte erstrecken: Zustand der technischen Einrichtungen

im einzelnen und im ganzen, Zustand der Prüfgeräte und Werkzeuge, Zustand der Stromversorgung, Raumverhältnisse (Fußbodenpflege, Luftverhältnisse, Staubablagerung), Vollständigkeit der Ausrüstung (Zeichnungsunterlagen, Ersatzteile), Einhalten der Sicherheitsmaßnahmen, Arbeitsabwicklung und personelle Verhältnisse.

Prüfbescheinigung → Sicherheitszeugnis.

Prüfbezirk wird für mehrere kleine Vermittlungsstellen (→ Fernsprechunterhaltungsbezirk) dann eingerichtet, wenn das Durchführen der Prüfarbeiten durch den jeweiligen Sprechstellenentstörer wegen der Art und der Vielzahl schwieriger technischer Einrichtungen unzweckmäßig ist. Das Ausführen umfangreicher Prüfarbeiten und das Bedienen schwieriger Prüfgeräte durch ständig mit diesen Aufgaben betraute Kräfte ermöglichen eine sichere, schnelle Arbeitsweise, vermeiden Arbeitsfehler und verringern Aus- und Fortbildungsmaßnahmen. Teure Prüfgeräte können wirtschaftlicher eingesetzt werden. P. bestehen neben den Fernsprechunterhaltungsbezirken alter Art.

Prüfeinrichtung. Unter diesem Sammelbegriff werden alle Einrichtungen in der Vermittlungs- und Übertragungstechnik verstanden, die zum automatischen oder manuellen Prüfen von Wählern, Übertragungen, Baugruppen, Anschlußleitungen, Fernleitungen usw. eingesetzt werden (→ automatische Prüfeinrichtungen).

Prüfeinrichtung in Feuermeldeanlagen dient der Überwachung und Anzeige von Betriebsfällen und Zuständen.

1. Betriebsfälle sind Gefahrenmeldungen, Revisionsgespräche und Störungen. Sie werden optisch und akustisch einzeln angezeigt und sind prüfbar. Die Störungsfälle Drahtbruch, Erdschluß (Bild 1 und 2) und Melderkurzschluß können bei Liniensystemen als Sammelmeldung angezeigt werden. In diesem Fall wird über Wählschalter zur Einzelprüfung der Linien die Störung ausgesucht.

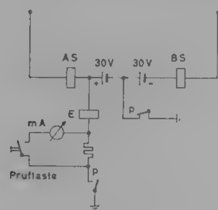


Bild 1. Erdschlußüberwachung Schleifensystem.

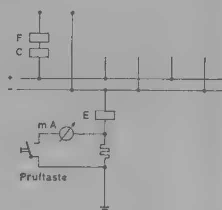
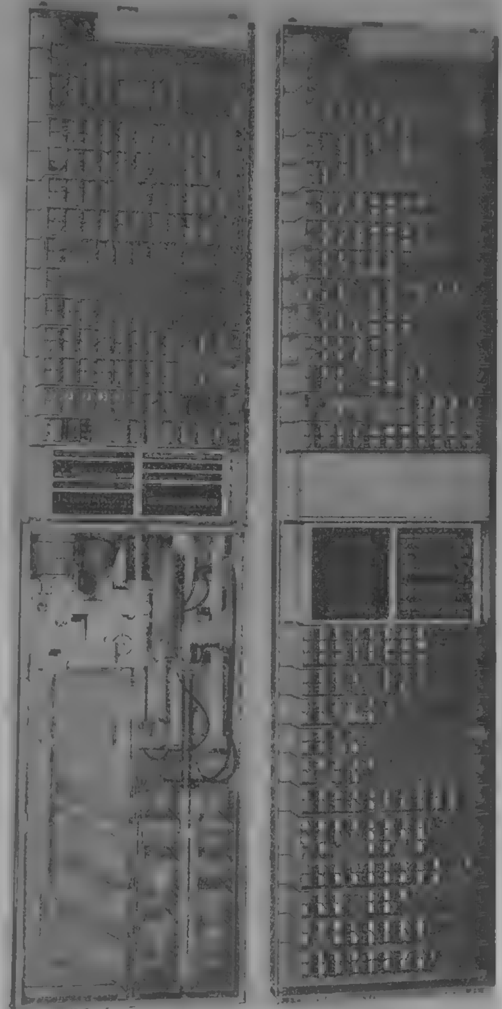


Bild 2. Erdschlußüberwachung Liniensystem.

2. Betriebszustände wie Ruhestrom, Erdstrom und Betriebsspannung je Schleife beim Schleifensystem und Ruhestrom, Erdstrom und Betriebsspannung je Anlage beim Liniensystem sind durch direkte Anzeige jederzeit prüfbar.

Prüfeinrichtung für Leitungen, automatische. Sie dient zur automatischen Prüfung von Leitungen des SWFD. Sie erfüllt neben den erforderlichen Prüfaufgaben auch die für die automatische Prüfung notwendigen Steueraufgaben wie das gezielte Ansteuern der zu prüfenden Leitungen, das Ansteuern und Belegen

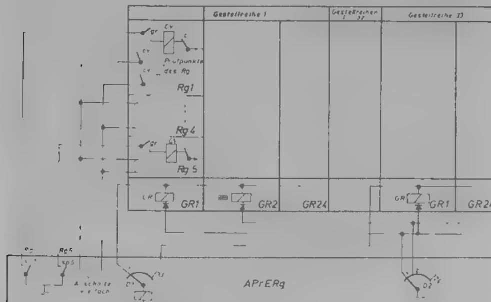


Automatische Prüfeinrichtung für Leitungen.

einer automatischen Prüfübertragung (APrUe) oder eines automatischen Teilnehmers (Aut-Tln) als Prüfhilfe und das Drucken der Fehler. Die Steuerung der P. geschieht mit Hilfe von Lochkarten. Für jede zu prüfende Leitung wird eine Lochkarte (Leitungskarte) erstellt. Sie enthält die Informationen zur Ansteuerung der Leitung (Zugangsnummer) und der

APrUe bzw. des Aut-Tln (Prüfwegnummer) sowie über die Eigenschaften der Leitung in Form einer bestimmten Lochung. Zur Steuerung des zeitlichen Ablaufs der Prüfung kann die Karte auch als Zeitkarte verwendet werden, die den Prüfbeginn und die Prüfdauer für die Prüfung eines Leitungsbündels bestimmt. Die P. beinhaltet das gesamte Prüfprogramm. Durch die Information aus einer Leitungskarte werden jeweils die Prüfgänge des Gesamtprogramms wirksam geschaltet, die für die Prüfung speziell dieser Leitung benötigt werden. Die einzelnen Prüfgänge sind über Tasten ausschaltbar, so daß das Prüfprogramm nach Wunsch auch eingeschränkt werden kann. Bei der Prüfvorbereitung werden die Leitungskarten für die zur Prüfung vorgesehenen Leitungen, nach Leitungsbündeln geordnet, in die P. eingelegt. Den Leitungskarten eines Bündels wird eine Zeitkarte vorgeordnet. Entsprechend deren Lochung beginnt die P. mit der Prüfung des nachgeordneten Bündels zum vorgesehenen Zeitpunkt. Nach dem jeweiligen Ansteuern der Leitung und dem Belegen einer APrUe oder eines Aut-Tln wird jede Leitung mit dem Prüfprogramm geprüft. Am Ende des erfolgreich durchgeführten Prüfprogramms wird die Leitungskarte abgelegt. Ist dagegen die angesteuerte Leitung besetzt oder wird bei einem Prüfgang ein Fehler festgestellt, dann wird die Leitungskarte auf der Rückseite mit einem Druck versehen, aus dem die geprüfte Leitung, die Uhrzeit und der entsprechende Prüfgang hervorgehen. Die Prüfung dieser Leitung wird abgebrochen und die Karte abgelegt. Bei der Ablage werden die Karten bereits vorsortiert, und zwar nach guten, fehlerhaften, besetzten und gesperrten Leitungen. Das Ende der Prüfung eines Bündels wird nach Ablauf der von der Zeitkarte bestimmten Prüfdauer beendet.

Prüfeinrichtung für Register, automatische. Die P. dient zur automatischen Prüfung der KRg und HRg des FwS 62. Es werden die wichtigsten Funktionen der Rg bei Prüfung mit wechselnden Kennzahlen erfaßt sowie der Verbindungsweg zwischen Rg



Automatische Prüfeinrichtung für Register.

und Umw (Ringkabel). Die von den Rg gesendeten Zeichen (z. B. Wählimpulse, Richtungscode) werden im Prüfautomat elektronisch ausgewertet. Die Prüfung selbst wird nach einem besonderen Umwerterprogramm durchgeführt, bei dem der Umw besondere, in sog. Prüfzeilen festgelegte Aussagen gibt. Die P. ist in zwei GR untergebracht, in denen die verschiedenen für den Prüfablauf notwendigen Baugruppen wie Anschaltesteuerung, Prüfsatz, Kennzahlengeber, Druckgerät usw. eingebaut sind. Über zwei 34 teilige Drehwähler mit je 5 Schaltarmen wird ein bestimmter GR angewählt, wobei der eine Drehwähler die Gestellreihe, der andere den GR angibt (s. Bild). Ein in jedem GR vorhandenes Relais kann anziehen und bereitet die Anschaltung des Prüfautomaten an die Prüflinge eines GR vor. Eine gesteuerte Relaiskette in der P. erregt nun die Anschalterelais des gewünschten Rg, die die verschiedenen Prüfpunkte des Rg über das Anschaltevielfach mit der P. verbinden. Das Anschaltenetz der P. ist so ausgelegt, daß es im Höchstfall 33 Gestellreihen zu je 24 GR versorgen kann.

Nach erfolgreicher Belegung des Prüflings sendet die P. die prüfgangabhängige Kennzahl. (Die einzelnen Prüfungen sind in 79 zu- oder abschaltbaren Prüfgänge nenthalten, die mit ganz bestimmten Kennzahlen durchgeführt werden.) Das Rg schaltet sich, wie üblich, an den Umw und nimmt das Ergebnis der Anfrage auf. Darauf fordert das Rg die Nachbildung des RW-ES in der P. an, und die Prüfeinrichtung wertet Prüftakt, Anschaltequittung und Codepotentiale aus. Die vom Rg ausgespeicherten Ziffern werden auf Ziffernwert und Anzahl kontrolliert, während ein elektronischer Zeitprüfteil Impuls-, Pausen- und Periodenlänge abmißt. Das gleiche gilt für die Zoneneinstellimpulse. Sofern Wahlendezeichen erwartet wird, erzeugt es die P. und überprüft die darauffolgende Freischaltung des KRg. In ähnlicher Weise laufen alle Prüfgänge ab. Jeder einwandfreie Prüfgang führt in der P. zu einer »Gutaussage«, die die Weiterschaltung auf den nächsten eingestellten Prüfgang einleitet. Auftretende Fehler unterbrechen die Prüfung und ergeben einen Fehlerdruck (Hellschreiber). Ist ein Prüfling mit dem vorgesehenen Prüfprogramm geprüft, wird automatisch der nächste Prüfling angesteuert und die Prüfung entsprechend fortgesetzt.

Die gesamte Prüfung eines KRg erfordert etwa 8 Minuten, die eines HRg etwa 6 Minuten. *Altehage*

Prüfeinrichtung für den SWFD, automatische. Mit der P. können die Schaltglieder und die abgehenden Leitungen in FernVStW vollautomatisch geprüft werden, und zwar

1. mit der automatischen Prüfeinrichtung für Wähler in FernVStW (APrEF) die Ferngruppenwähler 4Dr und 2Dr (FGW 4Dr und FGW 2Dr), die II. Richtungswähler des Fernwahlsystems 62 (II. RW) und die Gabelübertragungen 4Dr/2Dr (GaUe 4Dr/2Dr),

2. mit der automatischen Prüfeinrichtung für Zählimpulsgeber (APrEZIG) die Zählimpulsgeber (ZIG) zusammen mit den Knotenrichtungswählern (KRW) des Fernwahlsystems 62 sowie die Hauptrichtungswähler (HRW),

3. mit der automatischen Prüfeinrichtung für Register (APrERg) die Register des Fernwahlsystems 62,

4. mit der **automatischen Prüfeinrichtung für Umwerter** (APrEUmw) die Umwerter des Fernwahlsystems 62 und

5. mit der **automatischen Prüfeinrichtung für Leitungen** (APrEL) die in den FernVStW abgehenden Leitungen des SWFD.

Der Einsatz von automatischen Prüfeinrichtungen in FernVStW hängt im Einzelfalle von ihrer Wirtschaftlichkeit ab. Dabei darf der Aufwand für die automatischen Prüfeinrichtungen und die technischen Einrichtungen des zugehörigen Anschalte- oder Zugangsnetzes nicht größer sein als der Aufwand für die entsprechenden manuellen Prüfverfahren. Die automatischen Prüfeinrichtungen bieten jedoch gegenüber den manuellen Prüfungen viele Vorteile. Die Prüfungen können exakter und umfassender durchgeführt werden. Die Fehler werden ausgedruckt. Die Prüfungen können in kurzen Abständen, also viel häufiger durchgeführt werden, so daß fehlerhafte Schaltglieder schneller gefunden werden. Die Prüfungen können in verkehrsschwachen Zeiten (z. B. nachts), d. h. ohne Beeinträchtigung des normalen Fernsprechverkehrs erfolgen. Die P. sind in der Regel wie die vermittlungstechnischen Einrichtungen der FernVStW in Gestellbauweise ausgeführt und fügen sich so organisch in die Vermittlungsstellen ein. Die APrEUmw ist Bestandteil des Umw und mit diesem im gleichen Gestellrahmen untergebracht. P. schalten sich über eigens dafür installierte Anschalte- bzw. Zugangsnetze automatisch an die einzelnen Prüflinge an.

Bei der Steuerung für die Anschaltung und den Prüfablauf muß unterschieden werden zwischen den APrEF, APrEZIG, APrERg, deren Prüfsätze immer gleichartige Schaltglieder mit nur wenig Unterscheidungsmerkmalen prüfen, und der APrEL, die Leitungen mit jeweils individuellen Eigenschaften prüft. Bei den ersteren kann die Steuerung durch ein festes Programm aus dem jeweiligen Prüfsatz erfolgen. Bei den letzten dagegen wird mit Hilfe von Lochkarten als Informationsträger mit den technischen Merkmalen jeder Leitung die Steuerung der APrEL programmiert.
Altehage

Prüfeinrichtung für Umwerter, automatische. Die P. ist für die Routineprüfung der Relaisumwerter vorgesehen.

Die P. schaltet sich ähnlich wie die Register an die Kennzahleingabe- und Aussagevielfache der beiden Umwerter einer Umwertergruppe (z. B. Umw1 und Umw2) an und vergleicht bei gleicher Informationseingabe deren Aussagen.

Die P. läßt auch Handprüfung jedes Umwerters mit Einzeleinstellung der Kennziffern und entsprechender Anzeige der Eingabe und der Aussagen zu.

Die P. ist ein fester Bestandteil des Prüfgestelles des Relaisumwerters. Sie besteht aus 5 Trägern für steckbare Baugruppen, die mit Einschüben bestückt sind, und einem Bedienungsfeld. Dieses enthält Tasten und Schalter zur Durchführung der Prüfung und Lampen zur Anzeige von Prüffunktionen. Eingeschaltet von Hand oder durch eine Schaltuhr, stellt die P. bei der automatischen Prüfung ihre Kennziffermarkierketten in eine Anfangsstellung. Dann prüft sie in gleicher Weise wie die Register auf die Prüfvielfache der beiden Umw und versucht, beide zu belegen.

Sind beide Umw von der APrEUmw belegt, so erfolgt zuerst der Informationsaustausch mit dem Umw1. Der angeschaltete Vergleicher muß also »Differenz« melden, weil nur die erste Aussage vorliegt. Daraufhin kommt nach einer bestimmten Auswertezeit der Informationsaustausch mit Umw2 hinzu. Macht dieser die gleiche Aussage, so muß also die Differenzmeldung verschwinden, das Prüfergebnis ist »gut«. In diesem Falle wird die Prüfung fortgesetzt, d. h. mit der nächsten Kennzahl wird der nächste Prüfgang durchgeführt. Werden während der Prüfung der Umw diese von Registern verkehrsmäßig beansprucht, so gibt die APrEUmw nach Beendigung einer gerade laufenden Prüfanfrage den bzw. beide betroffenen Umw zur Abwicklung des Verkehrs frei. Sie versucht dann nach Ablauf einer bestimmten Zeit, die Prüfung wieder fortzusetzen. Weisen die Aussagen der beiden Umw eine Differenz auf, so wird die Prüfung abgebrochen. Die beiden Umwerter werden freigegeben, jedoch die eingegebene Kennzahl und die Aussagen der beiden Umwerter 1 und 2 gespeichert und auf dem Lampenfeld angezeigt. *Altehage*

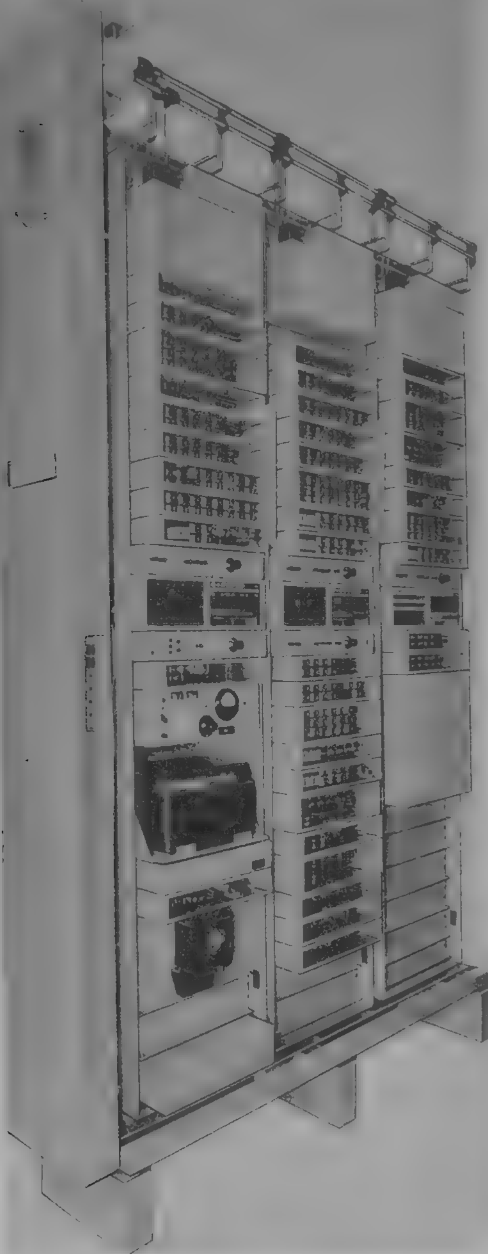
Prüfeinrichtung für Wähler in FernVStW, automatische. Mit der P. können die Ferngruppenwähler 4 Dr und 2 Dr (FGW 4 Dr und FGW 2 Dr) in EMD-Technik, die II. Richtungswähler (II. RW) des Fernwahlsystems 62 und die Gabelübertragungen 4Dr/2Dr (GaUe 4Dr/2Dr) geprüft werden.

Für jede Art oben genannter Schaltglieder ist ein eigener Prüfsatz notwendig. Vorgesehen sind: ein Prüfsatz für 2Dr-GW, ein Prüfsatz für 4Dr-GW, ein Prüfsatz für II. RW und ein Prüfsatz für GaUe 4Dr/2Dr.

In der P. werden die jeweils benötigten Prüfsätze mit den zugehörigen Baugruppen zusammengefaßt. Die Zusammenstellung ist beliebig. Die Prüfsätze einer P. arbeiten unabhängig voneinander. Eine Zusammenfassung der Prüfsätze und der zugehörigen Baugruppen erfolgt lediglich über die gemeinsamen Einrichtungen, also über die Baugruppen, die nur einmal je P. benötigt werden. Die Zusammenstellung einer P. ergibt sich aus den örtlichen Verhältnissen und richtet sich nach den zu prüfenden Schaltgliedern.

Die Anschaltung der Prüfsätze erfolgt über ein Anschaltenetz an die Eingänge der zu prüfenden Schaltglieder. Über die Prüfschritte der Wähler werden die Prüfverbindungen zu den Prüfsätzen zurückgeführt. Bei GaUe 4Dr/2Dr wird die Prüfverbindung über den mit der GaUe fest verbundenen 2Dr-GW zurückgeführt. Für die Anschaltung der P. an die Prüflinge muß jeder Prüflings-Gestellrahmen mit einer Anschaltung, bestehend aus dem II. Anschaltewähler (II. AnW) und den erforderlichen Relais, ausgestattet sein. Die Prüflings-Gestellrahmen werden von den I. AnW, die den Prüfsätzen zugeordnet sind, über jeweils eine Ader belegt. Als I. AnW werden (bis zu

zwei) 6armige, 50teilige Drehwähler eingesetzt, von denen vier Arme mit Prüflings-Gestellrahmen beschaltet werden können. Es können so von einem



Automatische Prüfeinrichtung für Wähler.

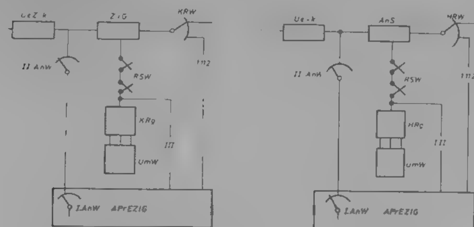
Prüfsatz bis zu 200 bzw. 400 Gestellrahmen angesteuert werden. Jeder dieser Schaltarme wird in einer bestimmten Stellung des Gruppenumschalters (GU) mit dem Prüfsatz verbunden. Die Prüfadern für die Hin- und Rückrichtung sind, ausgehend vom einzelnen Prüfsatz als Prüfvielfach zu allen angeschlossenen Gestellrahmen geführt. Erst nach der Belegung vom I. AnW wird der einzelne Prüflings-Gestellrahmen an das Prüfvielfach angeschaltet. Es ist immer nur ein Gestellrahmen mit dem Prüfvielfach verbunden. Ferner muß sichergestellt sein, daß Widerstand und Dämpfung der einzelnen Adern des Prüfvielfachs die Prüfungen nicht beeinflussen. Da Widerstand und Dämpfung immer endliche Größe haben, wird das Prüfvielfach so ausgelegt, daß sie in ihren Werten gleich sind, unabhängig von der räumlichen Entfernung zwischen Prüfling und Prüfsatz. Dabei müssen jedoch bestimmte Grenzen eingehalten werden. Im Prüfvielfach verlaufen außerdem die Markieradern, über die das Programm der Prüfsätze auf gewisse Besonderheiten des einzelnen Prüflings eingestellt wird. Die Prüfsätze der P. mit ihren zugehörigen Baugruppen erfüllen die Steuer- und Prüfaufgaben. Bei der Vorbereitung für die automatische Prüfung wird mit der GU eines jeden Prüfsatzes die gewünschte Gruppe und an der Schaltuhr die Zeit für Prüfbeginn und Prüfende eingestellt. Nach dem Einschalten der P. durch die Schaltuhr wird die Anschaltesteuerung des einzelnen Prüfsatzes wirksam. Durch Einstellen der I. AnW wird der erste Gestellrahmen der eingestellten Gruppe und durch Einstellen des dadurch belegten II. AnW wird das erste Schaltglied in diesem Gestellrahmen angesteuert. Die Anschaltesteuerung meldet die erfolgte Einstellung der Anschaltewähler an die Prüfablaufsteuerung, die nun in Tätigkeit tritt. Nach Ende der Prüfung des Schaltgliedes schaltet die Anschaltesteuerung zum nächsten Schaltglied weiter. Sind alle Schaltglieder eines Gestellrahmens geprüft, wird zum nächsten Gestellrahmen weitergeschaltet. Die Prüfung wird beendet, wenn das letzte Schaltglied des letzten Gestellrahmens der eingestellten Gruppe geprüft ist oder wenn vorher die Schaltuhr die P. abschaltet.

Neben dem automatischen Herstellen der Prüfverbindung erlaubt die Anschaltesteuerung auch das Herstellen von gezielten Verbindungen, z. B. um ein bestimmtes Schaltglied mit dem Prüfsatz einer P. einer Einzelprüfung zu unterziehen. Die Prüfung eines Schaltgliedes wird von der Prüfablaufsteuerung des Prüfsatzes gesteuert. Das Prüfprogramm ist in einzelne Prüffolgen aufgeteilt, die nacheinander wirksam geschaltet werden. Das Weiterschalten von einer Prüffolge zur nächsten ist immer abhängig vom erfolgreichen Verlauf der gerade wirksamen Prüffolge. Am Ende des erfolgreich durchgeführten Prüfprogramms wird durch die Anschaltesteuerung zum nächsten Schaltglied weitergeschaltet. Wird dagegen bei einer Prüffolge ein Fehler festgestellt oder ist das Schaltglied besetzt, dann wird die Prüfung dieses Schaltgliedes abgebrochen, der Druck veranlaßt und dann erst zum nächsten Schaltglied weitergeschaltet.

Für die Aufzeichnung der Fehler, Besetztfälle usw. ist in der P. ein Hellschreiber vorgesehen. Der

Drucker beinhaltet einen Sender für die Buchstaben A bis G und die Ziffern 1 bis 9 und 0 und einen Empfänger, der es erlaubt, einen Fehlerdruck mit bis zu 12 Stellen aufzuzeichnen. Aufgabe der Drucksteuerung ist es, für jeden Schaltzustand des Prüfsatzes mit den dazugehörigen Baugruppen eine entsprechende Verbindung zwischen Sender und Empfänger des Druckers herzustellen. Im Fehlerfall wird der Drucker eingeschaltet, und der durch die Drucksteuerung fixierte Schaltzustand führt zum Fehlerdruck. Die Schaltglieder werden unter Bedingungen geprüft, die gegenüber dem normalen Betrieb verschärft sind. Im Ablauf des Prüfprogramms werden alle Funktionen durchgespielt, die das Schaltglied erfüllen muß. Dabei erfolgt die Steuerung vom Prüfsatz mit Grenzwerten, und es wird festgestellt, ob Mindestbedingungen erfüllt werden. Dadurch ist sichergestellt, daß bei erfolgreicher Prüfung das Schaltglied unter normalen Betriebsbedingungen einwandfrei arbeitet. *Altehage*

Prüfeinrichtung für Zählimpulsgeber, automatische. Die P. hat die Aufgabe, ZIG mit RW 62 und AnS mit HRW jeweils in Verbindung mit den zugehörigen Rg und ES auf Funktion zu prüfen. Dabei wird auch der Zustand der Verbindungswege zwischen ZIG und KRW sowie ZIG bzw. AnS und eventuell vorgeschalteten Ue-k auf Berührung und Unterbrechung geprüft. Im Rahmen von Dämpfungsmessungen wird das übertragungstechnische Verhalten der Prüflinge bei 800 Hz bewertet (Betriebsdämpfung, Gabelübergangsdämpfung, Größe und Wirksamkeit der Vlg). Da die Prüfung der ZIG/KRW und HRW ohne Mitwirkung des betreffenden Rg nicht möglich ist und auf den Verbindungswegen zwischen individuellem und zentralem Schaltglied ebenfalls Fehler auftreten können, wird das bei einer Prüfung beteiligte Rg im Fehlerfall angegeben. Zum besseren Verständnis der prinzipiellen Prüfschaltung dienen die folgenden Blockschaltbilder:



Automatische Prüfeinrichtung für Zählimpulsgeber.

Die P. ist in zwei GR untergebracht, die die einzelnen für den Prüfablauf notwendigen Baugruppen wie Anschaltesteuerung, Kennzahlengeber, Prüfsätze, Schrittzahlkontrolle usw. enthalten. In VStW mit mehr als zwei verschieden beschalteten RW-Gruppen muß ein dritter GR für den Kennzahlengeber aufgestellt werden. Automatisch oder mit dem Nummernschalter wird über einen I. AnW (Motordrehwähler 50teilig, 6 Schaltarme) in der P. ein bestimmter Prüflings-GR angesteuert und der dort befindliche II. AnW (Motordrehwähler 25teilig, 10 Schaltarme) auf den gewünschten Prüfling eingestellt. Über die Wählerarme sind nun die für die Prüfung erforderlichen Adern zur P. durchgeschaltet, die damit parallel am Eingang des Prüflings liegt. Da vier Schaltarme des I. AnW über besondere Gruppenschalter für die GR-Ansteuerung vorgesehen sind und jeder Schaltarm unter 50 GR wählen kann, lassen sich maximal 2400 ZIG (4 × 50 × 12) anschalten. Entsprechend besteht über den I. AnW für HRW Zugang zu 4 × 50 × 16 = 3200 HRW.

Die P. belegt den Prüfling und sendet die Prüfkennzahl 112 (in ZVStW 01). Der RW wird auf den Prüfschritt eingestellt, und Kontakte von Hilfsrelais schalten die Prüfschrittausgänge zur P. durch. Damit ist der Prüfautomat ein- und ausgangsseitig mit dem Prüfling verbunden und kann so das Verhalten des Prüflings in jeder Phase der Prüfung überwachen. Die einzelnen zu prüfenden Funktionen sind zu sog. Prüfgängen (14 ZIG-, 10 KRW-, 7 HRW-Prüfgänge) zusammengefaßt, die wahlweise zu- oder abschaltbar sind. Je nach den eingestellten Prüfgängen (Prüfprogramm) werden nun bestimmte Schaltvorgänge des Prüflings kontrolliert. Sofern dabei Zeiten bewertet werden müssen (z. B. Zählimpulse), sind elektronische Auswerteschaltungen eingesetzt, die mit den jeweiligen Grenzwerten der zu prüfenden Zeichen arbeiten.

Die eingestellten Prüfgänge laufen vollautomatisch ab. Auftretende Fehler unterbrechen die gerade laufende Prüfung und führen zu einem Fehlerdruck. Als Druckgerät wird der Hellschreiber der APrERg oder der APrEF mitbenutzt, der das fehlerhafte Schaltglied, das beteiligte Rg, den fehlerhaften Prüfgang und etwa mögliche zusätzliche Angaben abdruckt. Der Zeitaufwand für die automatische Prüfung ist gering. So kann beispielsweise ein ZIG in etwas mehr als drei Minuten geprüft werden, wenn man auf die zeitraubende Prüfung der von Minutenkontakten abhängigen Funktionen (z. B. Zeitabschaltung des ZIG) verzichtet. *Altehage*

Prüf- und Rundgänge in Vermittlungsstellen (VSt). Durch P. soll festgestellt werden, ob z. B. Wähler mangelhaft ausgelöst haben, ob Teilnehmeranschlüsse, Wähler und sonstige Schaltglieder durch fehlerhafte Verbindungen unnötig belegt oder fälschlicherweise gesperrt sind. Dadurch soll vermieden werden, daß u. U. nicht ausgelöste Verbindungen den Teilnehmer mit ungerechtfertigten Gebühren belasten, Schaltglieder und Verbindungswege dem Verkehr unnötig entzogen werden und zentrale Einrichtungen nicht einwandfrei arbeiten. P. sind u. a. durchzuführen: in unbesetzten VSt bei jedem Besuch durch eine Prüf- oder Unterhaltungskraft, in zeitweise besetzten VSt bei Dienstbeginn und Dienstende und in ständig besetzten VSt vor Beginn und vor Beendigung des Nachtdienstes sowie nachts zwischen 1 und 3 Uhr.

Durch R. sollen Unzulänglichkeiten in den Wählerräumen abgestellt werden. Es ist z. B. zu achten auf offenstehende Fenster, unverschlossene Türen, nicht weggeräumte Leitern, Werkzeuge, Prüfgeräte, nicht ausgeschaltete Lötkolben, ordnungsgemäßen Betrieb der Be- und Entlüfter, der Luftbe- und -entfeuchter,

Wasserschäden, Brand- und Gasgeruch. R. sind durchzuführen: in unbesetzten VSt gelegentlich der Anwesenheit einer technischen Kraft, sonst vom Betreuer, in zeitweise und ständig besetzten VSt vor Beendigung des Tagesdienstes. In VSt mit Nachtdienst außerdem alle 2 Stunden während der Nacht.

Prüfgerät für Auslandsregister (ARg) gestattet für abgehende → Auslandsregister (ARg-g) des AFwS 64, halbautomatisch die Funktionen der ARg zu überprüfen. Auf einer waagerechten Bedienungsplatte sind Start- und Steuertasten sowie Prüfprogrammdrehschalter untergebracht. Zur Prüfaussage dienen rote (Fehleranzeige) und grüne Lampen (Gutaussage) und weitere, das jeweilige Programm anzeigende Anzeigelampen. Mit zentralen Steckern wird das P. an den entsprechenden Prüfling (ARg) angeschaltet.

Das P. ist in Funktionsgruppen, die in Relaisschienen zusammengefaßt sind, aufgeteilt, und zwar:

Zentrale Steuerung, Zentrale Umwerteranfrage, Prüfung des Ziffernspeichers, Prüfung der Umwerteranfrage, Prüfung der Abschaltefälle, Prüfung der Umwerteraussage, Prüfung des abgehenden MFC-Teils, Prüfung des ankommenden MFC-Teils, Prüfung der 2 FC-Schiene, Prüfung der MFC-Empfänger (mit zentralem Prüfsender), Meßgerät zur Pegel-, Zeit- und Widerstandsmessung.

Sind alle Programmschalter in Ruhestellung (Stellung 0) und die Starttaste wird betätigt, durchläuft das P. nacheinander alle Programmschritte, beginnend mit der Prüfung des Ziffernspeichers. Bei Fehlern leuchtet die rote Lampe auf und der Programmablauf wird gestoppt. Zur Identifizierung des Fehlers sind die Programmschalter auf den Programmschritt einzustellen, der die rote Lampe gebracht hat. Die Schalterstellung zeigt dann die Art des Fehlers an (Fehlerkatalog mit Schlüsselzahlen).

Das Ende des gesamten Prüfablaufs kann akustisch angezeigt werden. *Weingartz*

Prüfgerät für Auslandsrichtungskoppler. Die Einstellvorgänge des → Auslandsrichtungskopplers (ARKpl) werden vom → Auslandsumwerter/ → Auslandsmarkierer selbsttätig überwacht. Das P. beschränkt sich deshalb auf die Prüfung der Funktionen der Koppelpunkte. Alle Koppelpunkte des ARKpl mit Eingängen, Zwischenleitungen und Ausgängen werden auf Nebenschlüsse und Durchgang überprüft. Dazu sind im P. zwei elektronische Baugruppen (Schaltverstärker) vorgesehen, die, in einer Brückenschaltung eingefügt, den Widerstandswert der angeschalteten Verbindung durch den ARKpl messen.

Die Prüfung läuft automatisch ab. Die Grundeinstellung wird mit Tasten und Drehschaltern vorgenommen. Die Ergebnisanzeige erfolgt mit Lampen.

Prüfgerät für Auslandszählimpulsgeber und Auslandsanschaltesatz gestattet, nach Drücken der Starttaste, vollautomatisch die Funktionsabläufe (Prüfprogramme) von → Auslandszählimpulsgeber (AZIG) und → Auslandsanschaltesätze (AAnS) zu überprüfen. Zu diesem Zwecke wird während des Prüfvorganges der Anlaßkreis zum → Auslandsregister (über RSW) aufgetrennt, so daß das P., das in einem fahrbaren Blechgehäuse untergebracht ist, selbst Teilfunktionen von abgehenden Auslandsregistern (ARg-g), → Auslandsrichtungskopplern und kommender Leitungsübertragung ausführen muß.

Die Ankopplung an den Prüfling (AZIG oder AAnS) erfolgt mittels Prüf- und Brückensteckern. Das Bedienungsfeld vom P. ist mit Tasten (Start- und Steuertasten), Drehschaltern (Einstellung der Prüfprogramme) sowie zahlreichen Anzeigelampen (Programm- und Ergebnisanzeige) ausgerüstet.

Mit dem P. können Funktionsprüfungen und Betriebsmessungen am AZIG bzw. AAnS durchgeführt werden, und zwar:

1. Funktionsprüfungen wie Belegung und Abschaltung, Ansprechen der Relais, Impulsgabe zum ARg-g, Aufnahme von Impuls- und Zustandsleitungskennzeichen, Aufnahme von Zeittakten und Senden der periodischen Zählimpulse.

2. Betriebsmessungen wie Messen der Durchgangsdämpfung bei 800 Hz in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, Widerstandsmessung und Messen der Rückwärtszeichen mit Hilfe des Impulszeitmessers.

Wenn alle Drehschalter sich in Nullstellung befinden, durchläuft das P. nach Drücken der Starttaste alle Prüfprogramme. Diese Prüfung endet mit dem Aufleuchten der grünen Lampe. Wird während der Prüfung ein Fehler festgestellt, wird der Ablauf stillgesetzt und die rote Lampe eingeschaltet. Zur Identifizierung des Fehlers wird nun mit den Drehschaltern der Programmschritt abgesucht, der die rote Lampe zum Aufleuchten gebracht hat. Die Schalterstellung zeigt dann die Fehlerart an (Fehlerkatalog).

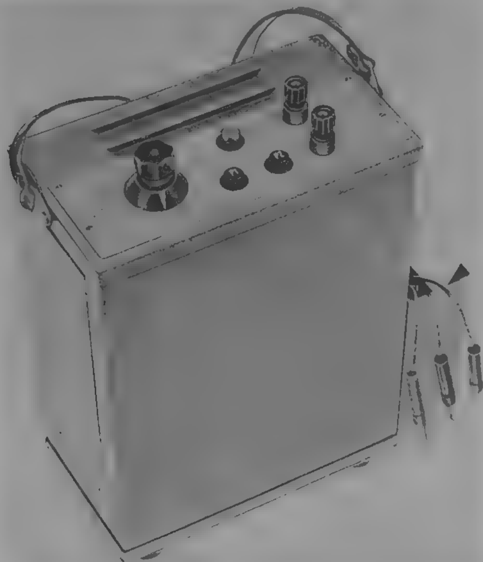
Weingartz

Prüfgerät für Auslandszonenkoppler. Das P. überprüft die Zoneneinstellungen der → Auslandszonenkoppler (AZoKpl) und die Abtaststromkreise der Gesprächszeitmesser. Die Anschaltung erfolgt an den → Auslandszählimpulsgeber (AZIG) bzw. → Auslandsanschaltesatz (AAnS), der dem betreffenden AZoKpl zugeordnet ist. Auf dem Bedienungsfeld sind Start- und Steuertasten sowie ein Fehleranzeigelampenfeld untergebracht. Die Prüfvorgänge laufen nach dem Drücken der Starttaste vollautomatisch ab.

Über das Zonenringkabel werden nacheinander alle Zonenkombinationen durch Einschalten von Relais in AZoKpl nachgebildet. Über die Zonenkontakte und die zum P. verlaufenden Aussageadern werden im P. Empfangsrelais zum Anzug gebracht, die die gesendeten mit den empfangenen Zonenaussagen vergleichen. Ist das Ergebnis der Zonenprüfung positiv ausgefallen, schaltet das P. automatisch zur nächsten Zonenprüfung weiter. Wenn dagegen eine Zone über- oder unterbestimmt ist, wird das Fehlerergebnis nicht sofort angezeigt, weil ein gerade anstehender Zeittakt mit Pluspotential den Fehler vortäuschen kann. Bleibt es auch nach der Verzögerungszeit bei der Fehleraussage, dann unterbricht das P. die Prüfung und zeigt auf dem Lampenfeld den Fehler an.

Prüfgerät für Baugruppen und Ringkabel wird zur Kontrollierung der Ringkabel auf Nebenschlüsse und Unterbrechungen sowie zur Überprüfung der elektronischen Einschübe (Baugruppen) verwendet. Steckerleisten und Verdrahtung, die zur Baugruppe führen, können geprüft werden. Dazu kann jeder Steckerpunkt mit einem Drehschalter an ein hochohmiges Widerstandsmeßgerät (~ 50 kOhm) angelegt werden, mit dem man die Werte der Signale mißt, die der Baugruppe zugeführt werden. Gleichzeitig wird das richtige Arbeiten der Baugruppe überprüft. Die Einstellung des P. wird mit Drehschaltern vorgenommen.

Prüfgerät für Fernmeldeschutzschalter (Prüfgerät 84). Mit P. können → Fernmeldeschutzschalter mit magnetischer und thermisch-magnetischer Auslösung auf ihre Betriebsfähigkeit hin geprüft werden. Es wird angezeigt, ob Fernmeldeschutzschalter bei vorgegebenem Prüfstrom innerhalb der vorgeschriebenen Zeit auslösen. Das P. arbeitet ohne Zusatzspannung. Es wird beim Prüfen in Reihe mit dem Schutzschalter wie ein Verbraucher angeschaltet.



Prüfgerät für Fernmeldeschutzschalter (Prüfgerät 84).

Die wichtigsten Bausteine des P. sind ein Stromversorgungsteil, der eine von der Belastung unabhängige konstante Arbeitsspannung liefert, ein Zeitgenerator, der die unterschiedlichen Auslösezeiten erzeugt, eine Belastungsanschaltung mit den verschiedenen Belastungswiderständen und eine Auswerteschaltung. — Zu dem im Bild dargestellten P. gehören zwei einadrige lose Schnüre, die das P. mit einem Erdpunkt und mit der Prüfbuchse des Schutzschalters (→ Fernmeldeschutzschalter) verbinden. Mit einem drehbaren Stufenschalter (25 Stellungen) wird P. auf die Art des Schutzschalters und den Nennstrom eingestellt (grüner Bereich: magnetische Auslösung, 0,1 bis 4,0 A; roter Bereich: thermisch-magnetische Auslösung, 0,1 bis 3,0 A). Zugleich werden mit dem Stufenschalter Belastung und Auslösezeit vorgegeben. Die Auslösezeit beträgt im grünen Bereich nur wenige Millisekunden, im roten Bereich etwa 40 Sekunden. Der Prüfvorgang wird mit dem Drücken der Prüftaste P1 (Magnettaste) eingeleitet. Die vorher leuchtende Prüflampe erlischt. Das ist ein Zeichen dafür, daß die Zeitschaltung des P. wirksam geworden ist. Sobald der Schutzschalter auslöst, springt auch die Prüftaste zurück. Die Prüflampe bleibt dunkel als Anzeige dafür, daß der Schutzschalter einwandfrei angesprochen hat. Bei fehlerhaften Schutzschaltern leuchtet die Prüflampe nach dem Zurückspringen der Prüftaste erneut.

Schutzschalter älterer Bauart können ebenfalls mit P. geprüft werden. Zu diesem Zweck sind eine zusätzliche einadrige Schnur und Prüftaste (P2) sowie am Stufenschalter ein blauer Bereich vorgesehen.

Literatur: F. Franzen und H. Vogel, Schutzschalter zum Absichern von Einzelstromkreisen in Nachrichtenanlagen. Siemens-Zeitschrift, Bd. 32 (1958), Heft 2, S. 88. *Gänsler*

Prüfgerät für Fernschränke F 57 → Fernschrankprüfgerät F 57.

Prüfgerät für 2 FI-Übertragungen. Das P. dient der Funktionsprüfung von Leitungsübertragungen (Ue), die 2 Frequenz-Impulswahllinienkennzeichen auswerten. Zum Anschalten an die zu prüfenden Einrichtungen hat das P. fest angeschlossene Stecker- und Stöpselschnüre sowie 2 ansteckbare Prüfschnüre. Das P. enthält einen elektronischen Impulszeitmesser, einen Stromstoßschreiber mit 2 Schreibsystemen einschl. Pegelmesser (+ 2 Np ... — 4 Np) und eine Gleich- und Wechselstrommeßeinrichtung.

Folgende Prüf- und Meßmöglichkeiten können durchgeführt werden:

beim Ton-Empfänger: Messen der Heizspannung, der Anoden- und Relaisströme und Messen von Impulsverzerrungen (Impulsschreiber);

bei der 2 FIUe-g: Belegen der Übertragung, Anschalten des Prüfgerätes, Prüfen der Ton-Frequenz-Sendeeinrichtung, Hörzeichen und Pegelmessung, Prüfen der Relaiszeiten durch Eingabe von tonfrequenten Schaltzeichen in die Ue (Abruf-, Wahlende-, Beginn- und Schlußzeichen), Prüfen der gesamten Arbeitsweise, Durchspiel einer Belegung mit Wahl, Abhören der Hörzeichen;

bei der 2 FIUe-k, wie bei Ue-g, unter Einbeziehung der H1/H2 Impulskorrektur.

Prüfgerät für Klinkenübertragungen F 57 → Klinkenübertragungsprüfgerät F 57.

Prüfgeräte für den SWFD. Zur Funktions- und Verbindungswegeprüfung im SWFD werden die bisher nur handbedienten Prüfgeräte in zunehmendem Maße durch automatische Prüfeinrichtungen, insbesondere bei den Funktionsprüfungen, ersetzt werden.

Prüfgeräte (P) werden in zwei verschiedenen Ausführungen gebaut:

1. P mit pultförmigem Gehäuse, die auf ein Fahrgestell für P aufgesetzt werden (Bild 1), und 2. P in Schrankbauweise (Bild 2).

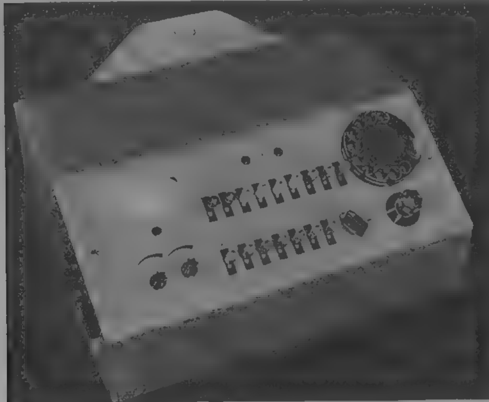


Bild 1. Pultgerät.

Welche der beiden Gehäuseformen im Einzelfall verwendet wird, hängt weitgehend vom Umfang der jeweiligen Prüfgeräteschaltung und damit von den im Gehäuse unterzubringenden Bauteilen ab. Jedes Prüfgerät enthält neben diesen Bauteilen ein schräg gestelltes Bedienungsfeld, in dem die Bedienungselemente (Schalter, Tasten, Nummernschalter) sowie die Anzeigemittel, wie Lampen und Zähler, untergebracht sind. Mit mehradrigen Prüfschnüren, die entweder fest, z. B. P Nr. 44, oder über Steckerleisten an das P angeschaltet sind, wird das Gerät mit dem jeweiligen Prüfling (Meßfeld, Prüfklinken, +/—-Klinke) verbunden. In Zusammenarbeit zwischen P und Prüfling lassen sich nun die einzelnen Schaltvorgänge jedes Prüflings nachbilden. Das P ersetzt dabei weitgehend die für jedes Schaltglied notwendigen Umweltbedingungen, d. h. die Schaltglieder, mit denen es im Betrieb zusammenarbeitet.

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die wichtigsten im SWFD verwendeten P:

1. P Nr. 39 zur Prüfung der VZ, ZIG, ZIGV. Das in Schrankform aufgebaute Gerät enthält einen Zahlengeber mit drei verschiedenen Impuls/Pausenverhältnissen, eine Abzählkette für ausgespeicherte Wählimpulse, eine Prüfschaltung für Impulswiederholer sowie die für die Nachbildung von Schaltkennzeichen erforderlichen Einrichtungen. Zur genauen Messung der von den Prüflingen gesendeten Zeichen (z. B. Richtungsimpulse) sind Anschaltebuchsen für Zeitmeßgeräte vorhanden.

ZIG und ZIGV können zur Prüfung von den zugehörigen Verbindungswegen durch Ziehen der Meßfeldstecker getrennt und direkt mit dem P verbunden werden. Lediglich die Zusammenarbeit mit den zentralen Schaltgliedern wie VZ und KRg/Umw bleibt dabei erhalten. Das P verhält sich, je nach Bedienung, wie eine Ue-g, ein GW oder OFLW. Gleiches gilt bei der Prüfung der VZ, wobei das P außer dem ZIG die folgenden Ausgangsschaltglieder nachbilden muß. An ZIG und ZIGV lassen sich zusätzlich Probeverbindungen durchführen. Das P wird parallel an den Eingang des Prüflings angeschaltet und muß sich teilnehmergleich verhalten, d. h. jegliche Eingriffe in den Verbindungsaufbau, wie Senden von Rückwärtszeichen durch das P, sind nicht möglich.



Bild 2. Schrankgerät.

2. P Nr. 60 zur Prüfung der Rg des FwS 62. Ähnlich dem P Nr. 39 enthält das schrankförmig

aufgebaute P Nr. 60 einen Zahlengeber mit drei verschiedenen Impuls/Pausenverhältnissen, eine Abzählkette für ausgespeicherte Wählimpulse und eine Prüfschaltung für die Rufnummernspeicher der KRg. Da beim Prüfen der Rg das P den RW mit ES ersetzen muß, nehmen Code-Aufnahmerelais den vom Rg gesendeten Richtungs-Code auf. Außerdem erzeugt das P die im Normalbetrieb vom ES dem Rg übermittelten Zeichen sowie Rückimpulse (z. B. Wahlende-, Beginnzeichen) mit den jeweiligen kritischen Grenzwerten. Durch weitere Prüfungen lassen sich die Kontakte am Eingabevielfach (Ringkabel) zum Umw und die Abschaltadern kontrollieren. Darüber hinaus kann festgestellt werden, ob der Umw bei zwei gleichzeitig anfragenden Registern fälschlich eine Aussage gibt.

3. P Nr. 59 zur Prüfung der RW 62 und deren ES. Das in einem pultförmigen Gehäuse untergebrachte Gerät enthält zur Erfüllung seiner Aufgaben Teile einer Rg-Eingangsschaltung sowie eine RW-Nachbildung. Bei der Prüfung werden die RW in der Regel ohne Mitwirkung eines Rg eingestellt. Dazu dient der Code-Sendeschalter, mit dem jede der 14 vorgesehenen Code-Kombinationen gesendet werden kann. Nur RW mit AnS lassen sich unter Beteiligung des HRg mit dem P-Nummernschalter einstellen. Neben der richtigen Wählereinstellung auf dem Prüfschritt wird die Wählerarmdurchschaltung, das Verhalten des Wählers im Durchdrehfall und die richtige Beschaltung der Markier- und Durchdrehschritte geprüft. Außerdem kann vom P aus eine Verbindung aufgebaut werden. Wird der RW-ES geprüft, so ersetzt das P das Rg und den RW. Es wird die jedem einzelnen Richtungscode entsprechende Markierung kontrolliert, ebenso die Funktion des ES im Durchdreh- und Überlauffall bzw. sein Verhalten bei gleichzeitiger Anfrage von zwei Rg.

4. P Nr. 53 zur Verbindungswegeprüfung an 4Dr-EMD-Wählern. Das P Nr. 53 ist in ein pultförmiges Gehäuse eingebaut. Es wird in erster Linie zur Verbindungswegeprüfung an 4Dr-EMD-Wählern verwendet. Außerdem dient es zur Prüfung von ESK-RMW (Funktions- und Verbindungswegeprüfung) sowie zur Prüfung der Markier- und Durchdrehschritte an RW 54 4Dr. Mit dem P lassen sich die Wähler auf beliebige Schritte steuern, wobei eine gezielte Steuerung mit Hilfe des Nummernschalters möglich ist. Auf dem gerade eingestellten Schritt kann das an den einzelnen Adern liegende Potential mit dem eingebauten Meßinstrument kontrolliert werden. Zur übertragungstechnischen Prüfung der Sprechadern sind 800-Hz-Sender und ein 800-Hz-Empfänger eingebaut. Verbindungsaufbau ist sowohl über den gerade angeschalteten Verbindungsweg als auch über Prüfnummer oder BetrV möglich.

5. P Nr. 68 bzw. Nr. 68/1 zur Berührungsprüfung der über RSW geführten Verbindungswege. Verbindungswege mit max. 8 Einzeladern (z. B. FernVStW) werden mit dem P Nr. 68, solche mit max. 17 Einzeladern (z. B. AVStW) mit dem P Nr. 68/1 geprüft. Beide Geräte unterscheiden sich nur geringfügig voneinander. Die Berührungsprüfung der einzelnen Adern läuft vollautomatisch ab, d. h., der Prüfer hat lediglich das P anzuschalten, die Prüfung einzuleiten und das Ergebnis abzulesen. Das P bewertet jede Ader mit Hilfe einer eingebauten Brückenschaltung auf das richtige Potential. Im Fehlerfall kann die im Lampenfeld des P als fehlerhaft angezeigte Ader mit dem eingebauten Meßinstrument gemessen werden. Die Prüfung des gesamten Verbindungsweges zwischen individuellem (GJ) und zentralem Schaltglied (GZ) zerfällt in drei Abschnitte: Ausgang GJ zum Eingang RSW, Zwischenleitung zwischen A- und B-Stufe des RSW und Ausgang RSW zum Eingang GZ. Demzufolge ist das PrGt mit unterschiedlichen Prüfschnüren an das GJ, den RSW oder das GZ anzuschalten. Durch 30teilige Schaltstecker, sog. Adapter, wird das P entsprechend der jeweils vom Prüfling zu erwartenden Adernwiderstände angepaßt. Zur Prüfung der potentialfreien Zwischenleitungen im RSW ist bei der Prüfung jede Ader mit Prüfpotential zu versehen. Dieses Potential (Minus über 200 kΩ) wird über sog. Potentialstecker zugeführt, mit denen die auf Steckerleisten im RSW endenden Zwischenleitungen abzustecken sind.

6. P Nr. 52 zur Prüfung von Leitungen des SWFD (siehe Prüfung der Leitungen des SWFD). Es wird als steuerndes Prüfgerät für die Prüfung von Leitungen mit einer automatischen Prüfübertragung (APrUe) oder einem automatischen Teilnehmer (AutTln) als Gegenstelle vorwiegend dort eingesetzt, wo aus wirtschaftlichen Gründen keine automatische Prüfeinrichtung für Leitungen (APrEL) zum Einsatz kommt.

Der pultförmige, fahrbare Schrank beinhaltet als wesentliche Bauteile: den Pegelsender, den Pegelmesser, den Hörverstärker mit Lautsprecher, ein Zeitmeßteil und einen Nummernschalter.

Das P wird an die abgehende Wählübertragung (Ue-g) der zu prüfenden Leitung angeschaltet und durch Umlegen bestimmter Hebelschalter auf die Eigenschaften der Leitung eingestellt. Mit Hilfe des Nummernschalters wird in der Gegenstelle eine Prüfhilfe angesteuert und, bei Prüfung zusammen mit einer APrUe, vor jedem Prüfgang die Prüfgangziffer gesendet. Zur Prüfung der Vorwärtsrichtung werden ggf. weiter Ziffern, Zeichen und Pegel gesendet, die von der APrUe ausgewertet werden. Die Gut- oder Fehler-Rückmeldungen von der APrUe werden am Prüfgerät optisch angezeigt. Die von der APrUe bzw. vom AutTln im Zusammenwirken mit dem Leitungswähler gesendeten Zeichen und Pegel zur Prüfung der Rückwärtsrichtung werden mit einem Instrument am P Nr. 52 gemessen. Das P erlaubt im wesentlichen die Durchführung aller Prüfgänge wie die APrEl. Ausgenommen sind lediglich spezielle Tonwahlprüfgänge.

7. P Nr. 44. Es dient zum Prüfen der Einrichtungen für Tonwahl 3000 (2280) Hz und der Wählübertragungen. Das Gerät besteht aus einem pultförmigen fahrbaren Schrank. Als wesentliche Bauteile sind in dem Gerät untergebracht: Eine Tonfrequenzsendeeinrichtung mit einstellbarem Sendepegel in Verbindung mit der Stromversorgung 3000 (2280) Hz und

800 Hz der VStW, eine Gleichstrom-Sendeeinrichtung, eine Wechselstrom-Sendeinrichtung, ein Impulsgeber mit einstellbaren Impulszeiten, ein Wechselstrom-Empfangsrelais für 25 und 50 Hz, ein Gleichstromempfangsrelais, ein Impulszeitmesser mit einer Braunschen Röhre, ein Impulsschreiber mit zwei Schreibsystemen, eine Gleich- und Wechselstrommeßeinrichtung, ein Pegelmesser und ein Nummernschalter.

Mit dem P können alle für die Funktionsprüfungen von Wählübertragungen notwendigen Schaltkennzeichen und Pegel gesendet und geprüft werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Anoden- und Relaisströme der Tonwahlempfänger und die Anodenströme der Stromversorgungen 3000 (2280) Hz, Anoden- und Heizspannungen, Wechselspannungen und Wechselströme der 25/50-Hz-Zeichengabe usw. zu messen. Das P Nr. 44 hat außerdem eine Sprech-, Mithör- und Wähleinrichtung mit vierdrähtiger und zweidrähtiger Anschaltemöglichkeit und ein Prüfnummernfernsprecher mit Schnarre als Anruforgan.

8. P Nr. 40 zur Prüfung von Ue. Es dient der Funktionsprüfung von Wählübertragungen, ausgenommen von Tonwahlübertragungen. Das Gerät, das in einem pultförmigen Gehäuse untergebracht ist, enthält im wesentlichen folgende Bauteile: einen Impulsgeber für Einzelimpulse von 20 bis 1200 ms; einen Wechselstromimpulsempfänger zur Aufnahme von 25/50-Hz-Zeichen bei Wechselstromübertragungen; einen 800-Hz-Generator mit einem Sendepegel von 0 N und einen 800-Hz-Empfänger für Dämpfungsprüfungen; ein Meßinstrument mit Skalen für Zeitmessungen von Impulsen zwischen 10 und 2000 ms, Gleichstrommessungen bis zu 100 mA und 800-Hz-Pegelanzeige von −3 N bis +2,1 N und einen Nummernschalter. Über Buchsen können außerdem Zusatzgeräte, z. B. ein Stromstoßschreiber, an das Prüfgerät angeschlossen werden. Mit dem P können Sprechverbindungen von abgehenden Übertragungen aus über die Prüfnummernklinke eines Gestellrahmens oder eine Betriebsvermittlung aufgebaut werden. Mit dem P Nr. 40 wurde durch eine raumsparende Konstruktion und den Verzicht auf die Prüfung von Tonwahlleitungen ein leicht transportables P für Wählübertragungen geschaffen, daß im Gegensatz zum P Nr. 44 vor allem auch in kleineren VStW für regelmäßige Prüfungen eingesetzt werden kann.

9. P Nr. 48. Das P dient der Funktionsprüfung von Gruppenwählern (GW), Mischwählern 54 (MW 54), Richtungswählern 54 (RW 54), Umsteuerwählern 54 (UW 54), Zugangswählern (ZuW) und Prüfsuchwählern (PrSW) in FernVStW mit Zwei- und Vierdrahttechnik. Das Prüfgerät ist in ein pultförmiges Gehäuse eingebaut und enthält im wesentlichen folgende Bauteile: ein Meßinstrument für Widerstandsmessungen mit den Meßbereichen 0 bis 50 und 0 bis 500 kOhm, Lampen zur Prüfung der Schaltarme auf niederohmige Durchschaltung, niederohmige Spannungs- und Erdschlüsse sowie Vertauschungen, einen Nummernschalter, einen Impulsgeber für die Einstellung der Wählerrelais im Richtungswähler und eine Prüfunterdrückungsschaltung. Mit dem P Nr. 48 kann von jedem zu prüfenden Wähler aus, mit Ausnahme von den ZuW und PrSW, eine Sprechverbindung aufgebaut werden. *Altehage*

Prüfgerät für TAT-Anschaltesatz und TAT-Übertragung dient zur Überprüfung der Betriebsfunktionen von → TAT-Anschaltesätzen und → TAT-Übertragungen. Das Bedienungsfeld besteht aus Funktionstasten und Schaltern (Dreh- und Kippschalter) sowie einigen Meßanordnungen. Zum Anschalten des P. an den Prüfling sind Stecker- (30teilige Z-Stecker, über deren Adern die zur Messung benötigten Frequenzen 800, 2040, 2400 und 2600 Hz sowie die TAT-Anschaltesatznachbildung des P. angeschaltet werden) und Stöpselschnüre vorhanden, die fest mit dem P. verbunden sind. Mit dem P. können Prüfverbindungen sowohl innerhalb der VSt als auch über TAT-Leitungen aufgebaut werden.

Das P. enthält einen elektronischen Impulszeitmesser (Telegrafieverzerrungsmesser), einen Impulsschreiber und Impulsgeber (Telegrafenrelais), einen Pegelmesser (Meßbereich: + 1 Np bis − 4 Np) und eine Gleich- und Wechselstrommeßanordnung.

Folgende Prüfungen lassen sich durchführen:
beim TAT-Anschaltesatz die Registrieranschaltung, die Umsteuerung und Belegung, die Besetztrückmeldung, das Durchschalten des II. Sprechweges und die Kennung, bei der TAT-Übertragung die Prüfungen für abgehende Belegung, das Belegen (mit und ohne Zeitabmessung), die Belegungsquittung, das Beginn-, Schluß-, Besetzt- und das Eintretezeichen, ferner das Auslösen und die Auslösequittung.

Die Prüfungen bei ankommender Belegung erstrecken sich auf das Belegen, die Belegungsquittung, das Register-Freischaltekennzeichen, das Rückwärts- und das Eintretezeichen sowie das Auslösen und die Auslösequittung.

Bei beiden Übertragungen können noch folgende Größen gemessen werden: die Dämpfung der beiden Sprechwege (mit und ohne → Verlängerungsleitung), das Ansprechen der Tonempfänger bei verschiedenen Pegeln und die Relaiszeiten. *Weingartz*

Prüfgerät für TAT-Register. Das P. dient der Überprüfung der Registerfunktionen von abgehenden und kommenden → TAT-Registern (TAT-Rg). Zur Bedienung sind auf einer leicht abgeschrägten Bedienungsplatte Tasten (Start- und Steuertasten), Drehschalter (Einstellung des Prüfprogramms) und Anzeige- und Auswertelampen untergebracht. Für Pegel- und Zeitmessungen wird ein gemeinsames Zeigerinstrument benutzt. Die Anschaltung des P. an den Prüfling (TAT-Rg-g oder TATRg-k) erfolgt über 30teilige Stecker, an denen auch eine → Auslandsumwerter-Nachbildung angeschaltet ist, da während der Prüfung die → Auslandsregister (ARg) gesperrt sind.

Das P. steuert alle Prüfprogramme automatisch. Jeder Prüfvorgang wird durch Einstellen einer oder mehrerer Drehschalter sowie durch Drücken einer Programm- und Starttaste eingeleitet. Das Prüfergebnis wird durch eine rote (Fehleranzeige) oder eine grüne (Gutaussage) Lampe angezeigt.

Zur Vereinfachung der Prüftechnik werden mit dem P. nur die Gleichstromfunktionen der → Register kontrolliert. Für die in einem ARg vorhandenen Tonempfänger sind daher eigene Prüfverfahren vorgesehen. Bei den einzelnen TAT-Rg werden von dem P. geprüft beim TAT-Rg-g die Speicherstellen (Speicherrelais 0–XI), die Umcodierung, die Zeitüberwachung, das Einschieben der Sprachkennziffer, die Freischaltefälle, die Zeitmessung (Pause zwischen Zeichen KP und 1. Impuls), die Sendeschaltung und der Pegel der angeschalteten Frequenzen, beim TAT-k die Speicherstellen, die Umcodierung MFC (—) 2 FC, die AUmw-Abfrage und die AUmw-Eingabe, das Freischalten des TAT-Rg-k, die Impuls- und Pausenzeiten (z. B. Freiwahlzeit mit Impulslänge bei Impulswahl) und die Kontrolle der Sendepegel.
Weingartz

Prüfgerät 41/41a, 57, 62. Das P. 41/41a wird zum regelmäßigen Prüfen der 16-kHz-Versorgung in Vermittlungsstellen, für das Einrichten von Gebührenanzeigern bei Sprechstellen, zum Suchen von Fehlern in der 16-kHz-Versorgung und zum Eingrenzen von Leitungsfehlern verwendet, indem mit Hilfe des P. der 800-Hz-Ton des Pegelzählimpulssenders (PZIS) für beliebig lange Zeit auf die Anschlußleitung gesendet wird. Wenn möglich, soll sich der Entstörer für Leitungsstörungen den 800-Hz-Ton aber vom → Prüftisch aus auf die Anschlußleitung geben lassen. Außerdem können mit dem P. Tonwahlfrequenzen gemessen werden. Für das transportable P. gibt es eine Tragetasche aus Leder mit Umhängeriemen. Zum Zubehör zählen zwei Prüfschnüre Nr. 98 und zwei Schnellklemmen. Oberhalb des Zeigerfeldes befinden sich Buchsen zum Anschließen der Anschlußleitung und zum bedarfsweisen Anklemmen des abgeschalteten Fernsprechapparates oder eines Prüfhandapparates. Das Anzeigefeld enthält drei Skalen, und zwar die obere mit einer Meßeinteilung von —2 N bis +3,2 N, an der die angelegte Spannung als absoluter Spannungspegel abgelesen werden kann, und zwei weitere zum Feststellen der bei dieser Spannung aufgenommenen Leistung in mW. Hierbei ist die mittlere Skala mit einem Meßbereich von 0,1 mW bis 2000 mW auf einen Abschlußwiderstand von 200 Ohm (Kabel) und die untere Skala mit dem Meßbereich 0,05 mW auf einen solchen von 600 Ohm (Freileitung) geeicht. Auf den beiden für Leistungsmessungen vorgesehenen Skalen sind für die vier z. Z. gebräuchlichen Gebührenanzeiger farbige Markierungsstriche zur Kennzeichnung der Sollarbeitsbereiche angebracht. Mit einem Stufenschalter können die Bereiche für die 16-kHz-Messung an Frei- und Kabelleitungen sowie für 800-Hz-Messungen bei direktem oder parallelem Anschluß eingestellt werden. Mit dem Nummernschalter werden Gesprächsverbindungen aufgebaut und der PZIS angewählt. Beim Drücken einer Taste während des Ablaufes des Nummernschalters gibt dieser bei der Wahl einer »0« 12 Impulse ab, die für die Freigabe der Zählimpulse vom PZIS aus erforderlich sind. Zur Ausschaltung störender Geräuschspannungen ist für die 16-kHz-Messung ein Bandpaß eingebaut, dessen selektiver Bereich 16 kHz ± 300 Hz beträgt. Der breitbandige Bereich reicht von 300 Hz bis 200 kHz. Er ist für Sprach- und Tonfrequenzmessungen vorgesehen. Das P. enthält ein Diodenvoltmeter, das durch den Einbau einer Kompensationsschaltung stark temperaturunempfindlich ist. Bei der hochohmigen Anschaltung (Parallel-) beträgt der Scheineingangswiderstand 5 kOhm oder mehr, bei der direkten Anschaltung 200 bzw. 600 Ohm. Da das Instrument zu träge ist, um beim Empfang der normalen Zählimpulse den jeweiligen Meßwert in der richtigen Höhe anzuzeigen, muß der PZIS in Anspruch genommen werden, der nach Freischaltung der Zählimpulsabgabe den ersten Zählimpuls in einer Länge von 2 bis 3 sek aussendet.

Das P. Nr. 41a besitzt statt eines Zeigers eine Blinkanzeige, mit deren Hilfe durch Betätigen eines Spannungsteilers der Eingangspegel ermittelt wird. Es kann auch dort eingesetzt werden, wo der anzuwählende PZIS nicht galvanisch mit dem I. Gruppenwähler verbunden ist. Der breitbandige Meßbereich reicht von 400 Hz bis 16 kHz. Im übrigen gleicht die Arbeitsweise der des P. Nr. 41. P. Nr. 57 dient zum Prüfen der Betriebsfähigkeit von Fernsprechanschlüssen und besonderen Leitungen. In der Regel werden Prüfungen von der zentralen Fernsprechentstörungsstelle aus über das → Wählprüfnetz vorgenommen. Bei Ausfall des Wählprüfnetzes, nach Dienstschluß und in besonders gelagerten Fällen sind Prüfungen örtlich von der Vermittlungsstelle aus vorzunehmen. P. können sowohl an → Prüfgruppenwählern als auch an der senkrechten oder der waagerechten Seite des Hauptverteilers angeschaltet werden, wenn die Prüfklinkensätze für die Versorgung mit dem 25-Hz-Rufstrom und mit dem ±-Potential vorhanden sind. Das pultartige P. wird auf einem Fahrgestell befestigt. Zu beiden Seiten des Gehäuses befinden sich Buchsen zum Anschluß eines Stromstoßschreibers, die Klinke für das Sprechzeug, zwei Messerleisten zum Anschluß der 5- und der 8 adrigen Prüfschnüre sowie die beiden Buchsen für Dämpfungsmessungen (Senden des 800-Hz-Pegeltones oder Anschluß des P. Nr 41). Auf der Deckfläche sind neben dem Nummernschalter und dem Widerstandsmesser, der zwei Meßbereiche hat, die erforderlichen Schalter, Tasten und Lampen untergebracht. Mit dem P. können Leitungen auf Isolations- und Schleifenwiderstand, auf Unterbrechung, auf Erdschluß und Fremdstrom, auf die Funktionsfähigkeit des 1-μF-Kondensators des Sprechapparates und das Anschlußorgan auf die Betriebsfähigkeit geprüft werden. Der Zustand des zu prüfenden Nummernschalters wird durch Zuschaltung eines Stromstoßschreibers ermittelt. Durch Drücken einer Ruftaste kann ein 25-Hz-Rufstrom ausgesendet werden. Ein Wechselstromwecker im Gerät ermöglicht den Anruf von der Sprechstelle aus. Für Dämpfungsmessungen und Prüfungen der Gebührenimpulsgabe wird ein Pegelzählimpulssender angewählt, wobei mit Hilfe einer Taste vom Nummernschalter die erforderlichen 12 Impulse abgegeben werden können. Besondere Schaltungen gestatten ferner, Gemeinschaftsanschlüsse zu prüfen, die für Nebenstellenanlagen benötigte Speisung zu liefern und nach Bedarf kurzzeitige Erdimpulse an die a- oder b-Ader einer Nebenstellenleitung zu legen.

Außerdem kann zum Eingrenzen eines Leitungsfehlers ein 800-Hz-Ton auf die gestörte Leitung gegeben werden.

P. Nr. 62 wird als Prüfsender für Gebührenanzeiger (GbA) verwendet, wobei am jeweiligen Aufstellungsort festgestellt wird, ob der GbA innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte betriebssicher arbeitet. Messungen sind sowohl vor der Inbetriebnahme eines GbA als auch im Störungsfall bei der Sprechstelle auszuführen. Die Inanspruchnahme des Betriebspersonals in der Vermittlungsstelle zur Ablesung des Anfangs- und Endzählerstandes sowie das Anwählen des Pegelzählimpulssenders oder der Aufbau von Probegesprächen wegen des Empfanges von 16-kHz-Impulsen können durch den Einsatz des P. auf Ausnahmen beschränkt bleiben. Somit entfallen im wesentlichen das Ausfertigen und Bearbeiten von Rückrechnungszetteln, wodurch beim automatischen Erstellen der Gebührenrechnungen erhebliche Mehrarbeiten vermieden werden. Ferner werden die Anschlußleitungen für die Messungen gar nicht oder nur kurzfristig benötigt, so daß der Sprechverkehr kaum beeinträchtigt wird. Das P. wird mit zwei Prüfschnüren, Schnellklemmen und Krokodilklemmen geliefert. Zwei Buchsen dienen dem Anschluß des jeweils zu prüfenden GbA und bei Bedarf zusätzlich des P. Nr. 41. Unterhalb der Buchsen befindet sich ein Kontrollzähler, der die von dem Sender abgegebenen 16-kHz-Impulse anzeigt. Durch Vergleich der am P. abgelesenen Impulse mit den am angeschlossenen GbA angezeigten wird festgestellt, ob dieser richtig arbeitet. Im Mittelfeld befinden sich zwei Schalter und eine Druck-Drehtaste zur Anpassung an den zu prüfenden GbA-Typ. Mit ihm können der Scheineingangswiderstand (600 Ohm für GbA »Freileitung« und 200 Ohm für alle übrigen Arten) sowie das jedem Gerät entsprechende Verhältnis von Impulslänge und Pausezeit (150 zu 500 msek oder 70 zu 1000 msek) eingestellt werden. In den für die Versorgung von Transistor-GbA vorgesehenen Stellungen 5 bis 7 wird zusätzlich zum 16-kHz-Impuls eine Gleichspannung von etwa 7,2 V ausgesandt, während das Gerät in den übrigen Schalterstellungen durch einen Kondensator gegen Fremd-Gleichspannungen abgeriegelt ist. Der Sendepegel läßt sich stufenlos einstellen. Durch Drücken einer Druck-Drehtaste wird bei eingeschaltetem Gerät ein 16-kHz-Impuls gesendet. Wird die Taste dagegen gedrückt und zusätzlich gedreht, sendet das Gerät einen Dauerimpuls aus, wenn der Schalter »Dauer« eingestellt ist, und Impulsserien, wenn er sich in den übrigen Stellungen befindet. Eine aus Nickel-Cadmium-Zellen bestehende Batterie liefert die zum Senden und zur Eigenversorgung benötigte Spannung von etwa 7,2 V. Die 16-kHz-Impulse werden mittels eines bistabilen Multivibrators erzeugt und über eine Oszillatorstufe induktiv ausgekoppelt. Mit einem stufenlos regelbaren Widerstand ist die Höhe des Pegels einstellbar. Umschaltbare Kombinationen aus Widerständen und Kondensatoren gestatten das Einstellen des gewünschten Impuls-Pause-Verhältnisses. *Harbarth*

Prüfgerät 82 → Fernschrankprüfgerät F 57.

Prüfgerät 83 → Klinkenübertragungsprüfgerät F 57.

Prüfgerät 84 → Prüfgerät für Fernmeldeschutzschalter.

Prüfgestell, einfacher Gestellaufbau mit Vorrichtungen zum Prüfen von Baugruppen (Wähler, Übertragungen) oder ganzen Einrichtungen (kleine Nebenstellenanlagen, Gemeinschaftsumschalter, Wählsterneinrichtungen oder Münzfernsprecher).

Bei Einrichtungen in Einschubtechnik ermöglicht das P., auch Adapter genannt, ein Prüfen oder Fehlersuchen an den Einschüben unter betriebsgerechten Bedingungen außerhalb der Einrichtung oder des Gerätes. Der Einschub bleibt hierbei über eine Verbinderleiste und ein Verbindungskabel mit den übrigen Anlageteilen unmittelbar betriebsmäßig verbunden.

Prüfgruppenwähler sind ein Teil des Gleichstromwählprüfnetzes und sind immer einer Ortsvermittlungsstelle fest zugeordnet. Über diese P. werden die gewünschten Tausender- und Hundertergruppen angewählt. Die P. steuern mit einer Ziffer die Hundertergruppe und mit zwei Ziffern die Tausender- und die Hundertergruppe an. Aus schaltungstechnischen Forderungen sind die P. den vorhandenen Wählsystemen anzupassen.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 26.

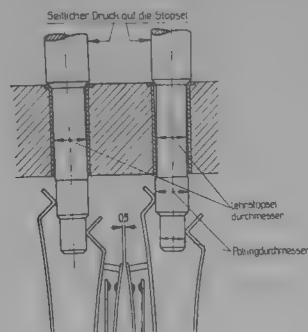
Prüfhandapparat für Entstörer wird hauptsächlich von den Fernsprechentstörern zum Eingrenzen von Fehlern, aber auch von Kräften des Fernmeldebaues zum Prüfen des Anschlußnetzes benutzt. Er unterscheidet sich in seinem schaltungstechnischen Aufbau gegenüber dem Prüfhandapparat für Vermittlungsstellen dadurch, daß er zusätzlich auf der Rückseite seines Handapparatkörpers einen klein gehaltenen Nummernschalter besitzt, mit dem Gesprächsverbindungen aufgebaut werden können. Neben diesem ist ein Schalter zum Ein- oder Ausschalten des P. angebracht. Eine dreiadrige, an den Enden mit Steckern versehene Prüfschnur gestattet auch den Aufbau einer Verbindung von Nebenstellen oder deren Anschlußleitungen aus. Hierfür ist die dritte Ader über eine seitlich am P. befindliche Drucktaste geführt, bei deren Betätigung an die jeweils erforderliche Sprechader Erdimpulse gegeben werden können, wenn die dritte Ader geerdet ist. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigung und Feuchtigkeit ist der P. mit einer dicken Gummischutzhülle überzogen (→ Handapparat).

Prüfklinke. Mit P. werden die Klinke K bzw. KI und KII der Wähler, Zählimpulsgeber (ZIG) und Wählübertragungen (Ue) in FernVStW bezeichnet. Sie befinden sich schaltungsmäßig bei Wählern und ZIG am Eingang, bei Ue jeweils an der Amtsseite jedes Schaltgliedes und dienen zur Anschaltung von Prüfgeräten. Parallel von den jeweiligen Aus- bzw. Eingängen der Schaltglieder werden die Sprech- und

Signaladern auf die Klinke K bei zweidrähtiger Führung oder auf die Klinken KI und KII bei vierdrähtiger Führung herausgeführt.

Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel dienen zur mechanischen Prüfung von Stöpsel-Klinken-Verbindungen. Insbesondere ist zu unterscheiden zwischen Lehrdornen für Klinkenhülsen, Tiefenmaßen für Klinkenstreifen, Lehrstöpsel für Klinkenstreifen und Profillehren für Stöpsel.

Lehrdorne für Klinkenhülsen dienen zum Prüfen der Maßhaltigkeit von Klinkenhülsen. Es ist zwischen dem Abnahmelehrdorn und dem Lehrdorn für Betriebsabnutzung zu unterscheiden. Die Gutseite des Abnahmelehrdorns muß sich bei neuen Klinken noch saugend einführen lassen. Die Ausschußseite des Abnahmelehrdorns darf bei neuen Klinken nur anschnäbeln, sie darf nicht hineingehen. Der Lehrdorn für Betriebsabnutzung darf bei den Klinken nur anschnäbeln, er darf nicht hineingehen. Klinken, in die sich der Lehrdorn leicht einführen läßt, müssen ausgewechselt werden. — Tiefenmaße für Klinkenstreifen werden zum Messen der Abstände von der Kopfleiste zu den Auflageschneiden der Klinkenfedern verwendet (Klinkenlehre). – Die Prüfung mit Lehrstöpseln soll gewährleisten, daß beim Einführen des Stöpsels keine unzulässigen Berührungen zwischen den Klinkenfedern auftreten und sich auch die Federn benachbarter Klinken infolge Auslenkung nicht berühren (s. Bild). Außerdem darf beim



Lehrdorn für Klinkenhülsen.

Prüfen mit einem Minuslehrstöpsel, wenn dieser in extremer Schräglage zur Achse der Klinkenhülse steht, die Spitze des Lehrstöpsels hinter keine der Klinkenfedern haken. — Mit Profillehren wird das Gesamtprofil des Kontaktteiles von Stöpseln geprüft (Stöpsellehre). Besonders soll im Betrieb festgestellt werden können, ob Stöpsel infolge zu starken Abriebs der Kontakt- und Isolierringe ausgeschieden werden müssen.

Literatur: DIN 41015, DIN 41698. *Gänsler*

Prüfleitungen sind Verbindungsleitungen zwischen der die Prüfung oder Messung ausführenden Stelle und der zu prüfenden Einrichtung. P. werden innerhalb der Vermittlungsstelle (VSt) von den einzelnen Wählern, Gruppen oder Bündeln nach einem Prüf- und Meßgestell geführt und dort für Untersuchungen an Prüf- und Meßeinrichtungen nach Bedarf angeschaltet. Außerdem werden P. auch nach anderen VSt geschaltet, damit die gleichen Untersuchungen auf räumlich entfernt liegende VSt ausgedehnt oder mit ihrer Hilfe Anschlußleitungen sowie Sprechstellen anderer VSt-Bereiche vom → Prüfplatz der Fernsprechentstörungsstelle aus auf ihre Betriebsfähigkeit geprüft werden können.

Prüfnummer. In Wählsystemen mit Hebdrehwählern werden für die Funktionsprüfungen dieser Wähler Prüfnummern geschaltet. Für jedes LW-Hdt. wird ein Ausgang, in der Regel die Nr. 99 vorgesehen. In den I. VW-, I. GW- und II. GW-GR ist eine Prüfnummer vielfachgeschaltet. In großen OVSt werden, um gleichzeitig mehrere Prüfungen zu ermöglichen, mehrere Prüfnummern geschaltet.

Prüfplatz. Am P. der → Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) werden die zum Störungseingrenzen, Prüfen, Abnahmeprüfen und Kontrollieren der Betriebsfähigkeit entstörter Einrichtungen notwendigen Arbeiten mit Hilfe der → Prüftische, der → Allplätze u. U. der Prüfschränke 29 erledigt und die Karteiunterlagen ergänzt. Wenn Fernsprechanschlüsse wegen zu großer Entfernung oder Starkstrombeeinflussung nicht über das → Gleichstrom-Wählprüfnetz geprüft werden können, ist hierfür ein ferngesteuerter P. einzusetzen. Die Prüfungen können notfalls auch mit dem → Prüfgerät 57 durchgeführt werden. Bei kleineren FeESt werden an Allplätzen sämtliche für die → Störungsermittlung anfallenden Tätigkeiten erledigt. Besteht die P.-Gruppe aus mehr als drei Prüftischen, wird an jedem Platz ein Teilgebiet (Störungsprüfen, Meßhilfegeben, Abnahmeprüfen oder Leiten) bearbeitet. In größeren FeESt ist eine besondere Platzgruppe für die mit dem Leiten der Entstörer beauftragten Kräfte einzurichten. Die Störungs-P. und die Leitplätze werden hierbei mit den Störungsannahmeplätzen durch → Abwurfleitungen verbunden, um Anrufe, die von der → Störungsannahme nicht oder nur unvollkommen beantwortet werden können, an die zuständige Platzgruppe weiterleiten zu können. Die P. werden entsprechend den ihnen zugeteilten Aufgaben wie folgt gegliedert:

Der Störungs-P. bearbeitet Störungsmeldungen und Prüfungen bei fernmündlichen Nachfragen aus dem eigenen Bereich, die von der Störungsannahme nicht abschließend bearbeitet werden können. Über Abwurfleitungen zugeteilte Aufträge werden sogleich ausgeführt. Die P.-Kraft wertet die Angaben des Störungszettels und die auf der Störungskarte vorhandenen Vermerke aus, um einen Anhaltspunkt über die Art und Lage des vermuteten Fehlers zu bekommen. Danach schaltet sie sich unter Zuhilfenahme des Wählprüfnetzes auf den gewünschten Fernsprechanschluß auf und führt die erforderlichen Prüfungen und Messungen aus. Ergibt die Prüfung, daß ein Fehler in der Anschlußleitung oder Sprechstelleneinrichtung vorliegt, werden die Störungsunterlagen zum Leitplatz weitergegeben, andernfalls

werden sie der Karteikraft zurückgereicht. Liegt dagegen ein Fehler in den technischen Einrichtungen der Vermittlungsstelle (VSt) vor, wird die zuständige Kraft der VSt mit der weiteren Eingrenzung des Fehlers und seiner Beseitigung beauftragt.

Der Meßplatz gibt dem Entstörer und den mit dem Unterhalten und Errichten von Teilnehmer- und → Vorfeldeinrichtungen beauftragten Kräften meßtechnische Hilfe, sofern der automatische P. diesen nicht ausreichende Ergebnisse liefert. Ferner prüft er die Betriebsfähigkeit der Adern instand gesetzter Kabel oder auf Veranlassung des Leitplatzes auch von Fernsprechanschlüssen, die der Entstörer als in Ordnung befindlich zurückgemeldet hat.

Der Abnahme-P. wird vom Sprechstelleneinrichter in Anspruch genommen. Geprüft werden errichtete oder geänderte Teilnehmereinrichtungen und neu geschaltete oder in ihrer Führung geänderte, in Betrieb befindliche Leitungen im Anschlußnetz. Die Prüfung erstreckt sich auf das Feststellen, ob die elektrischen Grenzwerte eingehalten werden, und auf das Ermitteln der elektrischen Kennwerte. Werden keine die Betriebsfähigkeit beeinträchtigende Unstimmigkeiten ermittelt, wird die Einrichtung bzw. Leitung in Betrieb genommen. Mit der Prüfung von Sprechstellen ist zugleich der Bestandsvergleich zu verbinden.

Die Leitplatztätigkeiten werden in kleineren FeESt an Prüftischen miterledigt. Für größere FeESt werden besondere Leittische (abgeänderte Störungsannahmetische) beschafft. Der → Leitplatz regelt und überwacht den Entstörereinsatz. Er vergibt die Arbeiten anhand der Störungsunterlagen und aufgrund von Fristenplänen, Terminzetteln usw..

P., automatischer, kann nur in Verbindung mit dem → Wählprüfnetz eingesetzt werden. Er soll die manuell bedienten Prüfplätze der → Fernsprechentstörungsstelle dadurch entlasten, daß die → Entstörer und Sprechstelleneinrichter Prüfungen selbst ausführen. Hierfür wird der P. von der Sprechstelle aus durch Wahl einer Kennummer belegt und anschließend die Rufnummer der Sprechstelle gewählt, bei der sich der Anrufer befindet. Der P. steuert dabei über das Wählprüfnetz die Sprechstelle an. Bei der nachfolgenden automatischen Prüfung wird der → Isolationswiderstand der Adern untereinander, einzeln gegen Erde und auf das Vorhandensein einer Fremdspannung geprüft. Anschließend sendet der P. den Rufstrom aus, bis der Handapparat abgenommen wird. Dann sendet er, weil er nur eine Gut- oder Schlechtaussage liefern kann, den 800-Hz-Dauerton bei gutem und den 450-Hz-Aufton bei schlechtem Prüfergebnis. Der Prüfende kann anschließend durch Blasen in die Sprechkapsel eine Dämpfungsprüfung und auch eine → Nummernschalterprüfung durchführen, wobei ihm die Ergebnisse ebenfalls durch die Gut- oder Schlechtaussage mitgeteilt werden. Nach jeder Schlechtaussage schaltet der P. die Prüfverbindung nach dem manuellen Prüfplatz durch, falls der Prüfende nicht vorher durch das Auflegen des Handapparates die Verbindung ausgelöst hat. Der Abwurf ist nicht möglich bei P., die im Bereich eines ferngesteuerten Prüfplatzes aufgestellt sind. Die Prüfung kann nach jeder Aussage durch Auflegen des Handapparates abgebrochen werden.

P., ferngesteuerter, ist vorzusehen, wenn bestimmte Teile des Gebietes einer → Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) wegen Überschreitung des höchstzulässigen Schleifenwiderstandes, übermäßiger Starkstrombeeinflussung oder abgeriegelter Leitungen von dem → Gleichstrom-Wählprüfnetz nicht mehr erfaßt werden. Der P. wird in einer zentral gelegenen Vermittlungsstelle (VSt) errrichtet. An ihn können sowohl Sprechstellen der eigenen VSt als auch solche aus anderen Ortsnetzen angeschlossen werden. Für die in dem Bereich des P. tätigen Entstörer ist daneben ein automatischer Prüfplatz einzurichten. Das Weiterschalten der vom Entstörer über diesen aufgebauten und von ihm als nicht betriebsfähig gemessenen Prüfverbindung nach den manuell bedienten P. der FeESt ist hierbei nicht möglich. Der manuelle Prüfplatz erreicht den P. über → Fernprüfübertragungen, und zwar über abgeriegelte Leitungen. Im allgemeinen wird die Schaltung so ausgeführt, daß Fernsprechbetriebsleitungen mitbenutzt werden. Nach Wahl der gewünschten Rufnummer vom manuellen P. aus erhält der P. die Prüfbefehle in Form verschlüsselter ein- bis dreistelliger Kennzahlen. Er sendet die Ergebnisse als Frequenzcode an den manuellen P. zurück. Ein → Empfangsumsetzer formt hier die gesendeten Frequenzen in entsprechende Gleichspannungen um, so daß die Meßergebnisse an dem Meßinstrument abgelesen werden können.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B (1968) Nr. 1 u. 4.

Harbarth

Prüfprogramm. Es ist die Summe der Prüfungen, die von automatischen Prüfeinrichtungen in einer festgelegten Reihenfolge ausgeführt werden. Das Prüfprogramm muß dabei auf die individuellen Erfordernisse der zu prüfenden Schaltglieder zugeschnitten sein. (→ automatische Prüfeinrichtungen 55 und → 50.)

Prüfsatz. Der Prüfsatz ist ein Bestandteil der zentralen Einrichtungen der automatischen Prüfeinrichtungen. In ihm sind alle Steuer-, Prüf- und Meßeinrichtungen für die zu prüfende Schaltgliedgattung zusammengefaßt.

Prüfschnur. Sie dient zur Anschaltung von manuell bedienten Prüfgeräten oder von halbautomatischen Prüfeinrichtungen an das Prüfobjekt.

Prüfschritt. Er ist ein Wählerausgang, der für die Funktionsprüfungen der Wähler geschaltet ist. Zum erstenmal konsequent in den EMD-Orts- und Fernwahlsystemen durchgeführt. Die Prüfschritte sind in diesen Systemen nicht anderweitig ausgenutzt. Je Schaltarmsatz der Wähler ist ein Prüfschritt vorgesehen. Die Schritte werden für die automatische wie auch manuelle Prüfung verwendet. Sie sind in den Wählergestellrahmen auf ZB 08 Klinken geführt. In HDW-Systemen werden Prüfschritte im Zusammenhang mit der automatischen Prüfeinrichtung 50 verwendet.

Prüfstumpf. Kann in einer neuen Kabelstrecke ein Zwischenstück noch nicht ausgelegt werden und sollen die Lötstellen in der folgenden Strecke schon gefertigt werden, so ist als Notbehelf für das Prüfen der Kabeladern ein P. zu fertigen, damit die Zusammengehörigkeit der Einzeladern jedes Adernpaares geprüft werden kann.

Das Kabelende muß so lang sein, daß später der P. abgeschnitten werden kann und noch genügend Vorrat für die spätere Spleißstelle vorhanden ist. Die Adern in jeder Lage werden so gekürzt, daß die inneren Lagen jeweils 5 cm länger sind als die Adern in der nächsten nach außen folgenden Lage. Die a- und b-Adern jedes Adernpaares werden miteinander zur Schleife verwürgt und durch eine Isolierhülse geschützt. Gegen das Eindringen von Feuchtigkeit wird der P. mit einem trockenen Nesselband umwickelt und mit einer gut zu verstreichenden Dichtungsbinde verschlossen (→ Kabelmontage).

Prüfsuchwähler. Die P. werden im Prüfnetz für Leitungen eingesetzt (→ Prüfung der Leitungen des SWFD). Sie dienen zur Anschaltung einer automatischen Prüfübertragung (APrUe) oder eines Meßplatzes an das ankommende Ende einer zu prüfenden oder zu messenden SWFD-Leitung. P. kommen in FernVStW immer dann zum Einsatz, wenn mehr als eine APrUe pro Gruppe vorhanden ist und ein Meßplatz erreicht werden soll. Konstruktiv wird zwischen P. 2Dr und P. 4Dr unterschieden. P. 2Dr dienen zur Herstellung einer Verbindung zwischen einer Leitung mit 2Dr-Kopfwähler und einer APrUe 2Dr; P. 4Dr dienen zur Herstellung einer Verbindung zwischen einer Leitung mit 4Dr-Kopfwähler und einer APrUe 4Dr. Die Kopfwähler (EMD-Wähler) von SWFD-Leitungen werden beim Aufbau einer Prüfverbindung vom steuernden Gerät in der Gegenstelle mit 11 oder 12 Wählimpulsen, Hauptrichtungswähler mit den Ziffern 1-1-2, auf Prüfschritt gesteuert. Im Gestellrahmen dieser Wähler wird eine Anschaltung belegt. Diese veranlaßt das Anlaufen eines freien P. Er sucht unter den 110 Wähler-Gestellrahmen, mit denen sein Vielfach beschaltet ist, den Gestellrahmen, dessen Anschaltung das Anlaufen des P. veranlaßt hat, prüft dort auf und schaltet zur APrUe durch. Wenn alle APrUe einer Gruppe belegt sind, wird — falls vorhanden — eine blindautomatische Prüfübertragung (BlindAPrUe) belegt. Soll die Verbindung zu einem Meßplatz umgelenkt werden, dann muß die steuernde Stelle am abgehenden Ende der Leitung der APrUe bzw. BlindAPrUe eine bestimmte Ziffer senden. Die APrUe oder BlindAPrUe veranlaßt daraufhin, daß der P. einer Meßleitung anläuft. Dieser sucht die zur APrUe bestehende Verbindung, prüft auf, trennt die Verbindung zur APrUe auf und schaltet zum Meßleitungsverteiler durch. *Altehage*

Prüftisch. Der P. ist der Arbeitsplatz der → Prüfplätze und mit allen Prüfmitteln und Anruforganen ausgerüstet, die zu den Messungen und Prüfungen für die Störungseingrenzung, Fehlerermittlung und Fehlerbeseitigung in der Fernsprechentstörung erforderlich sind. Als Prüfmittel sind im P. ein 3,8 Hz Generator, ein → Fremdspannungs-, ein → Kapazitäts-, ein → Widerstands- und ein → Erdwiderstandsprüfer sowie ein → Wahlimpulsregenerator und ein → Empfangsumsetzer eingebaut. Alle Meßwerte werden auf einem gemeinsamen Anzeigeinstrument angezeigt. Ein Netzgerät liefert die erforderlichen Gleichspannungen von 10 bis 100 Volt.

Die Anschaltung der Prüfmittel erfolgt über Tasten, wobei mit Magnettasten eine falsche Zusammenschaltung der Prüfmittel vermieden wird.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B. Heft 1/68, S. 19—24.

Prüfübertragung, automatische. Die P. sind Prüfhilfen für die Prüfung von Leitungen des SWFD. Sie bilden den Abschluß einer von der automatischen Prüfeinrichtung für Leitungen (APrEL), dem Prüfgerät Nr. 52 oder dem Fernwahlprüfplatz aufgebauten Prüfverbindung. Außerdem haben sie die Aufgabe, Prüfverbindungen zum Meßplatz umzusteuern. Je nachdem, ob eine Leitung vierdrähtig oder zweidrähtig in der ankommenden VStW endet, wird eine P. 4Dr oder eine P. 2Dr erreicht. P. werden in allen FernVStW eingesetzt. Für jeweils bis zu 110 Gruppenwähler-Gestellrahmen, in denen Kopfwähler von Leitungen untergebracht sind, werden bis zu drei P. zu einer P.-Gruppe zusammengefaßt. Ein P.-Gestellrahmen kann drei P. aufnehmen. Nach dem Belegen einer P. über eine zu prüfende Leitung sendet sie Belegungsquittung und teilt so dem steuernden Gerät am abgehenden Ende der Leitung ihre Prüfbereitschaft mit. Die Steuerbefehle erhält die P. dann von dem steuernden Gerät mit den Prüfgangziffern, die in Form von Wählzeichen über die Leitung geschickt werden. Nach dem Empfang jeder Prüfgangziffer werden in der P. die jeweiligen Funktionsgruppen für Empfang und Sendung wirksam geschaltet. Die P. wertet die in Vorwärtsrichtung über die Leitung gesendeten Zeichen und Pegel aus und prüft sie auf Einhaltung bestimmter Grenzen. Entsprechend dem Ergebnis sendet sie nach jeder Auswertung Gut- oder Fehlermeldung über die Leitung zurück. Für die Prüfung der Rückwärtsrichtung sendet die P. Zeichen und Pegel mit Grenzwerten an das steuernde Gerät am abgehenden Ende der Leitung (vgl. auch → automatische Prüfübertragung). *Altehage*

Prüfung der Leitungen des SWFD. Die Leitungsprüfung im SWFD erfaßt Fernleitungsabschnitte, die im Verbindungsaufbau hinter den Einrichtungen für Leitweglenkung und Gebührenerfassung liegen. (Endvermittlungsleitungen für abgehenden SWFD-Verkehr (El-g) sind von der hier beschriebenen Leitungsprüfung ausgenommen.) Es sind einerseits die Prüfung steuernde Geräte, andererseits passive Prüfhilfen notwendig. Die Steuerung der Prüfung einer Leitung erfolgt mit der automatischen Prüfeinrichtung für Leitungen (APrEL), dem Prüfgerät Nr. 52 oder dem Fernwahlprüfplatz (FwPrPl).

Am ankommenden Leitungsende wird in FernVStW eine automatische Prüfübertragung 4Dr (APrUe 4Dr) oder eine automatische Prüfübertragung 2Dr

(APrUe 2Dr), in EVStW ein automatischer Teilnehmer für dringende Signale (AutTln) angeschaltet (Bild 1). Aus wirtschaftlichen Gründen kann eine APrEL erst in VStW mit mehr als 400 abgehenden Leitungen des SWFD eingesetzt werden. In kleineren

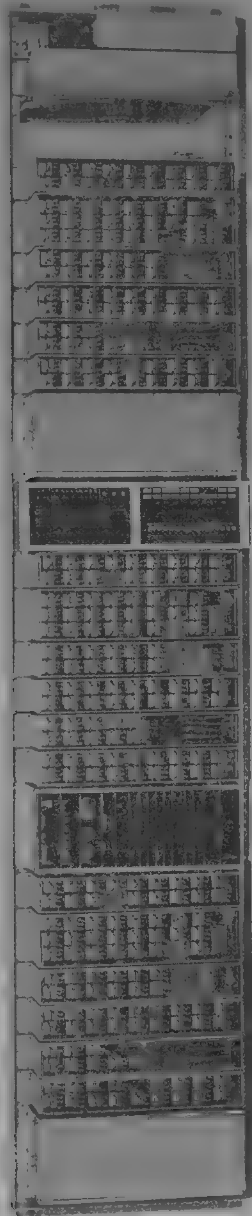


Bild 1. Gestellrahmen mit 3 APRUe 4 Dr.

FernVStW wird manuell mit dem Prüfgerät Nr. 52 geprüft, jedoch wird die Prüfung ohne Mitwirkung einer zweiten Kraft in der Gegenstelle möglich, da in jeder FernVStW APrUe und in jeder EVStW AutTln erreicht werden können. Der FwPrPl kommt nur in großen FernVStW zum Einsatz. Die Ansteuerung der zu prüfenden Leitungen von der APrEL und vom FwPrPl aus und das Anschalten einer APrUe an das ankommende Ende der Leitung in der Gegenstelle erfolgt über ein eigenes Prüfnetz (Bild 2). Das Prüfnetz wird daneben auch für Zwecke des Übertragungsbetriebes benutzt. Vom Meßplatz 62 einer Fernleitungsstelle kann über eine zu messende Leitung der Meßplatz einer fernen Fernleitungsstelle angesteuert werden. Durch Wahl der Zugangsnummer wird von der APrEL oder dem FwPrPl aus die zu prüfende Leitung, vom Meßplatz aus eine zu messende Leitung über → Zugangswähler (ZuW) gezielt angesteuert. Über jede I. ZuW-Gruppe können bis zu 2000 abgehende Leitungen erreicht werden. In der Regel wird für jeweils 2000 abgehende Leitungen des SWFD einer FernVStW eine APrEL eingesetzt und eine eigene I. ZuW-Gruppe gebildet. Vom FwPrPl aus und über die Wartewege der Meßplätze können alle abgehenden Leitungen einer FernVStW angesteuert werden, da hierfür bei mehr als 2000 zu prüfenden Leitungen eine weitere Wahlstufe, die Gruppenzugangswahlstufe, vorgesehen wird. Das Prüfgerät Nr. 52 wird unmittelbar an die abgehenden Übertragungen (Ue-g) angeschaltet. Nach Belegen der Leitung über ZuW oder vom Prüfgerät Nr. 52 wird durch Wahl der Prüfweg-Nummer eine APrUe oder ein AutTln angesteuert. Normalerweise werden die APrUe an den die Leitungen abschließenden Wahlstufen über → Prüfsuchwähler (PrSW) oder Koppelrelais angeschaltet. Nur wenn dies nicht möglich ist — wenn z. B. als Kopfwähler Hebdrehwähler eingesetzt sind, bei denen kein freier Höhenschritt zur Verfügung steht — werden die APrUe über die Dekade 9 der Betriebsgruppenwähler erreicht. Je nachdem, ob die Leitungen am ankommenden Ende mit 4Dr- oder 2Dr-Wählern abgeschlossen sind, werden APrUe 4Dr oder APrUe 2Dr angeschaltet. Zur Prüfung der El-k werden in den EVStW über Leitungswähler die AutTln für dringende Signale angewählt.

Zur Ansteuerung der APrUe in der FernVStW wird im allgemeinen der Kopfwähler (EMD-Wähler) durch Wahl der Ziffern 11, 12 oder 1–1–2 auf Prüfschritt eingestellt. Die Verbindung zwischen Prüfschritt und APrUe wird in kleinen VStW mit nur einer APrUe pro Gruppe über Koppelrelais hergestellt. Werden mehr als eine APrUe pro Gruppe benötigt und ist daneben die Umsteuerung zum Meßplatz erforderlich, dann erfolgt die Durchschaltung zur APrUe immer über PrSW. Nach Aufprüfen des Kopfwählers auf den Prüfschritt wird, veranlaßt durch den Zusatz im Gestellrahmen dieser Wahlstufe, ein PrSW angelassen, der zu einer freien APrUe durchschaltet. Durch Nachwahl einer Umsteuerziffer kann die Verbindung zu den Meßplätzen 62 der Fernleitungsstelle gelenkt werden. Die »Blindautomatische Prüfübertragung« (BlindAPrUe) ist ein vereinfachter Relaissatz, der für

die Prüfung nicht geeignet ist. Sie bietet die Möglichkeit, eine Verbindung auch dann noch zu den Meßplätzen umzusteuern, wenn alle APrUe einer Gruppe belegt sind. Ein Koppelfeld — der → Meßleitungsverteiler — ist als Verbindungsglied zwischen den Meßplätzen und dem Prüfnetz für Leitungen angeordnet. Das Prüfnetz für Leitungen muß so ausgelegt sein, daß die Prüfergebnisse dadurch nicht beeinflußt werden. Es dürfen deshalb vorgegebene Leitungslängen innerhalb des Prüfnetzes nicht überschritten werden. Die zu prüfenden Leitungen haben unterschiedliche Eigenschaften. Es müssen deshalb die die Prüfung steuernden Einrichtungen und Geräte vor Prüfung jeder Leitung auf deren Eigenschaften eingestellt werden. Entsprechend dieser Einstellung wird die Leitung dann mit dem Prüfprogramm geprüft.

Prüfung von Privatfernmeldeanlagen. Die DBP hat nach § 6 Fernmeldeanlagengesetz (FAG) das Recht, sowohl genehmigungspflichtige als auch genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen zu überprüfen.

Die Überprüfung genehmigungsfreier Fernmeldeanlagen erstreckt sich darauf, daß Errichtung und Betrieb der Anlagen sich innerhalb der gesetzlichen Grenzen des § 3 Abs. 1 FAG halten.

Genehmigungspflichtige Fernmeldeanlagen sind daraufhin zu überwachen, daß sie den Auflagen für genehmigungspflichtige Fernmeldeanlagen (Genehmigungsbedingungen) entsprechen.

Prüfungen in FernVStW. Die technischen Einrichtungen in FernVStW, wie Schaltglieder, Verbindungswege, Leitungen usw. müssen regelmäßig geprüft

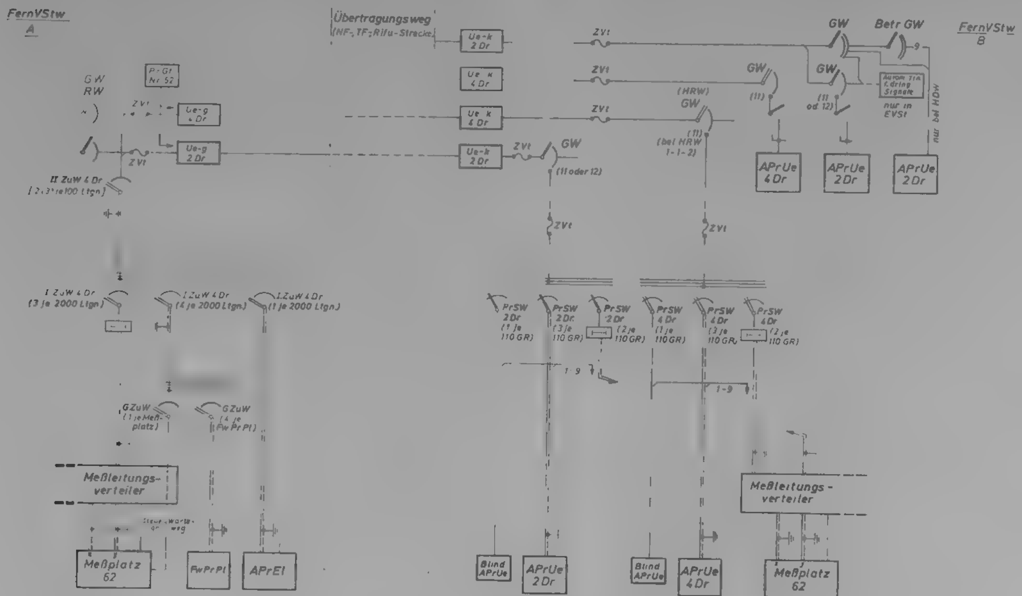


Bild 2. Prüfnetz für Leitungen des Selbstwählferndienstes.

Das Prüfprogramm ist in einzelne Prüfgänge unterteilt. Jedem Prüfgang ist eine bestimmte Prüfgangziffer zugeordnet. Bei der Prüfung zusammen mit einer APrUe wird vor jedem Prüfgang die Prüfgangziffer gesendet, die die APrUe auf den jeweiligen Prüfgang einstellt und die dazu benötigten Funktionsgruppen für Empfang und Sendung wirksam schaltet. Das Prüfprogramm umfaßt alle vermittlungstechnischen Funktionen der Leitungen des SWFD. Dazu bilden die Prüfeinrichtungen und Prüfgeräte die Signalgabe der betreffenden VStW im Durchgangs- und Endverkehr unter Grenzbedingungen nach und kontrollieren den vorgeschriebenen Funktionsablauf. Außerdem werden die Leitungen auf Einhaltung der übertragungstechnischen Bedingungen bei 800 Hz geprüft.

Altehage

werden. Dabei sollen Fehler in diesen Einrichtungen ermittelt werden, die zwischenzeitlich z. B. durch Störungssignale oder Störungsmeldungen erkannt worden sind. Die Prüfungen werden entweder manuell mit → Prüfgeräten oder neuerdings vollautomatisch mit automatischen → Prüfeinrichtungen, durchgeführt. Beim Prüfen wird festgestellt, ob die Schaltglieder in ihren einzelnen Funktionen innerhalb vorgegebener Grenzen arbeiten. Es erfolgt also eine Unterscheidung nach gut oder fehlerhaft. Üblicherweise wird ein erkannter Fehler und die Angaben über das Schaltglied mit einem Fehlerdrucker festgehalten.

Prüfungsausschüsse werden von den → Prüfungsbehörden gebildet. Sie bestehen aus einem Vor-

sitzenden und je nach Prüfung aus 2 oder 3 weiteren Mitgliedern. Alle Mitglieder werden von den Präsidenten der Prüfungsbehörden (für die Prüfungen für den höheren Dienst durch den Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen) ernannt und müssen nach ihrer Persönlichkeit und aufgrund ihrer Erfahrungen fähig sein, vielseitig und praxisnah zu prüfen und die Leistungen gerecht zu beurteilen. Sie sind in ihrer Prüfungstätigkeit unabhängig und deshalb an Weisungen nicht gebunden. Mitglieder von P., die nebenamtlich prüfen und deren Zeitaufwand hierfür nicht durch Freizeit abgegolten werden kann, erhalten eine Vergütung. Hauptamtliche Prüfungstätigkeit wird einer Lehrtätigkeit gleichgestellt (→ Lehrentschädigung).

Prüfungsbehörden sind Behörden, die für die Abnahme von Prüfungen (Laufbahn-, Aufstiegs- und Fernmeldehandwerkerprüfungen) zuständig sind. P. sind die OPDn, das Posttechnische Zentralamt, das Fernmeldetechnische Zentralamt und das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen. Einzelheiten sind in den Prüfungsordnungen enthalten. Die P. bilden → Prüfungsausschüsse, bestimmen die Prüfungstage und veranlassen, daß den Prüflingen das Ergebnis der Prüfung schriftlich mitgeteilt wird.

Prüfungsordnungen. Für die Abnahme der Laufbahnprüfungen, der Aufstiegsprüfungen und der Prüfungen für Fernmeldehandwerker (→ Fernmeldelehrlinge) hat das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen — soweit es sich um Beamtenprüfungen handelt, unter Mitwirkung des Bundespersonalausschusses — P. erlassen. Die grundsätzlichen Bestimmungen sind in der Allgemeinen P. enthalten. Sie werden für die einzelnen Laufbahnen durch besondere P. (z. B. P. für den höheren fernmeldetechnischen Dienst) ergänzt.

Prüfungswesen. Prüfungen haben den Zweck, festzustellen, ob die Prüflinge befähigt sind, die Dienstgeschäfte im Eingangsamt ihrer Laufbahn ordnungsgemäß wahrzunehmen und ob sie das hierfür erforderliche Fachwissen und Fachkönnen besitzen. Sie werden in der Regel am Sitz der → Prüfungsbehörde nach den Bestimmungen der Prüfungsordnung durchgeführt. Schwerbeschädigten werden dabei bestimmte Erleichterungen gewährt. Die Prüfungen sind nicht öffentlich. Nach dem Personalvertretungsgesetz (§ 57) ist einem Mitglied der zuständigen Personalvertretung die Anwesenheit gestattet. Im übrigen regelt die Allgemeine Prüfungsordnung, wer als Zuhörer anwesend sein darf. Der Prüfungsstoff ist auf Prüfungsfächer, die wiederum aus mehreren Teilen (schriftlicher, praktischer und mündlicher Teil) bestehen können, aufgeteilt. In einigen Prüfungen (z. B. für den gehobenen fernmeldetechnischen Dienst) wird außerdem eine häusliche Prüfungsarbeit gefordert. Die Leistungen in den einzelnen Prüfungsteilen werden nach einem sechsstufigen Notensystem bewertet. Aus den Einzelnoten werden für jedes Prüfungsfach Fachnoten gebildet, die die Leistungsfähigkeit und das fachliche Können des Prüflings ausdrücken und keine Durchschnittsberechnung sein sollen. Bei einigen Prüfungen ist ein Ausgleich mangelhafter Fachnoten bei besseren Leistungen in anderen Fächern möglich. Aus den Fachnoten und ggf. der Note der häuslichen Prüfungsarbeit wird das Gesamtergebnis der Prüfung gebildet. Eine nichtbestandene Prüfung darf im allgemeinen einmal wiederholt werden. Die Wiederholungsfrist wird vom Prüfungsausschuß festgesetzt. Die Zeit des → Vorbereitungsdienstes bzw. der → Einführung wird entsprechend verlängert. Ein Beamter im Vorbereitungsdienst, der die Prüfung auch in der Wiederholung nicht besteht, scheidet aus dem Beamtenverhältnis aus. *Kaiser*

Prüfunterdrückung. Die Schaltung gestattet die gezielte Ansteuerung von Prüfschritten durch zu prüfende Wähler. Mit ihrer Hilfe wird erreicht, daß der Wähler in der Freiwahl über freie Ausgänge hinwegläuft und auf den Prüfschritt aufprüft. In der Regel besteht die Prüfunterdrückungsschaltung aus einer Kondensator-Relais-Kombination. Über einen Ruhekontakt des Relais wird das Prüfrelais des zu steuernden Wählers kurzgeschlossen und am Ansprechen gehindert. Kondensator und Relais sind in Reihe geschaltet, wobei je ein Anschluß am Prüfarm des Wählers und am Prüfschritt des Vielfachs angeschaltet ist. Erreicht der Schaltarm den Prüfschritt, so spricht in der Kreisprüfung über den aufgeladenen Kondensator das Relais an und hebt mit seinem Ruhekontakt den Kurzschluß des Prüfrelais auf, welches über den am Prüfschritt gleichfalls angeschalteten Aufprüfstromkreis anspricht und den Wähler stillsetzt.

Prüfvorschrift. Als Anweisung für die Bedienung von Prüfgeräten, vor allem für die regelmäßigen Prüfungen durch technisch nicht vorgebildete Kräfte, werden Prüfvorschriften (PV) erstellt und als FTZ-Normen herausgegeben. Jede P. beschreibt die gesamte oder teilweise, in sich aber abgeschlossene Prüfung eines Schaltgliedes mit einem bestimmten Prüfgerät. Ihr Inhalt ist in die nachfolgend beschriebenen vier Hauptpunkte gegliedert. Unter der »Vorbemerkung« wird beschrieben, wo die Prüfung durchzuführen ist, z. B. nur am ersten oder an allen Schaltgliedern eines Gestellrahmens, und es werden Hinweise auf die P. gegeben, z. B. auf örtlich notwendige Ergänzungen. Alle für die Prüfung notwendigen Prüfgeräte, Prüfschnüre usw. werden unter dem Punkt »Prüfmittel« aufgezählt. Der Punkt »Vorbereitung« gibt Auskunft über alle vorbereitend notwendigen Verrichtungen, wie z. B. Anschließen des Prüfgerätes an die +/—-Klinke des Gestellrahmens oder Eichen eines Instrumentes. Unter dem Hauptpunkt »Prüfung« sind in Form einer Tabelle die einzelnen Prüffolgen mit den notwendigen Schalter- und Tastenbetätigungen und den dadurch sich ergebenden Lampen- und Instrumentenanzeigen der Reihe nach dargestellt, und zwar in der Regel vom Belegen eines Schaltgliedes bis zum Auslösen nach der vollständigen Prüfung.

Prüfvorschriften für Vermittlungsstellen (VSt) werden für das manuelle Einzelprüfen in VSt benötigt. Sie gewährleisten eine einheitliche, gleichmäßige und

weitgehend fehlerfreie Prüfung aller Schaltglieder. Die P. werden als Normen herausgegeben und tragen im Kopf die Bezeichnung der zu prüfenden technischen Einrichtung und die Nr. der P. Beispiel: Kurzprüfung der I. Gruppenwähler (GW) 57 vz mit dem Prüfgerät Nr. 34/1 Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ) 134 4 Prüfvorschriften (PV) 2321. Ein Vermerk gibt Hinweise für die Anwendung. Ferner sind die erforderlichen Prüfmittel (Prüfgeräte, Zusatzgeräte, Prüfschnüre, Prüf- und Verbindungsstecker) angegeben. Die einzelnen Unterpositionen teilen die P. in entsprechende Prüffolgen ein. Die Erklärungen dienen zur Vereinfachung der in den P. verwendeten Symbole für das Betätigen der Hebelumschalter und Tasten, für Lampenanzeigen und das Wahrnehmen der Hörtöne. Die vierstellige PV-Nr. (z. B. 2321) dient der maschinellen Auswertung der Informationen. Es bedeuten: 1. Ziffer: PV-Gruppe 1–0, 2. u. 3. Ziffer: Nummer der P. in der Gruppe (01–99), 4. Ziffer: Nummer der Ausgabe der P. Das Gruppenverzeichnis der P. ist das gleiche wie in den Normen für technisches Überprüfen (→ Überprüfen, technisches).

Prüfzeilen. Zur automatischen Prüfung der Rg des FwS 62 mit der APrERg steht im Umwerter ein besonderes, in 20 sogenannten P. enthaltenes Prüfprogramm zur Verfügung. Dieses Programm ist in allen FernVStW nahezu gleich, so daß die Mehrzahl der für die Prüfung der Rg erforderlichen Kennzahlen unverändert festliegt. Die Umschaltung der Umwerteraussage auf Prüfverkehr erfolgt automatisch bei der Anfrage eines von der APrERg belegten Rg.

Prüfzeilenverfahren → Fernsehübertragungsgüte.

Prüfzeitbegrenzung. Unter Prüfzeitbegrenzung wird in den HDW-Systemen S 40 und 50 eine Schaltungsanordnung im Prüfstromkreis der I. und II. GW verstanden, die in der Freiwahl die Anbietzeit des Prüfrelais an das nachfolgende Schaltglied zur Vermeidung von Doppelverbindungen auf einen Wert begrenzt, der dicht über der Ansprechzeit des Prüfrelais liegt. Die Schaltung ist in der Regel eine Kontaktkombination zwischen einem Kontakt des Drehmagneten und einem Kontakt des Steuerrelais.

Pseudoeinheiten sind Hinweiswörter, die bei Verhältnisgrößen und logarithmierten Verhältnisgrößen sowie Zählgrößen als Hinweis auf die Größenart oder das benutzte Logarithmensystem verwendet werden, z. B. Radiant, Grad, Prozent, Neper, Dezibel, Umdrehungen, Perioden u. dgl. Die wirkliche Einheit ist stets die Zahl 1 oder eine dimensionslose Zahl $2\pi/360$, 1/100 u. dgl. Die P. können bei der Umrechnung gleichartiger Größen (Winkel, Dämpfungsmaße) wie Einheiten behandelt werden ($1° = 2\pi/360$ rad, 1 Np = 8,686 dB), dürfen aber nicht wie wirkliche Einheiten in Größengleichungen eingesetzt werden.

Psophometer → Geräuschspannung, → Geräuschspannungsmesser, → Tonübertragungsgüte.

psophometrische EMK, Spannung → Geräuschspannung.

Psychrometer → Luftfeuchtemeßgeräte, → Troposphäre.

Pufferbetrieb → Gleichstromversorgung.

Pufferregister → Matrizenspeicher.

Pulpmaschine → Isolierung von Kupferleitern.

Puls ist eine gleichmäßige Folge gleicher → Impulse (unmodulierter Puls). Ein modulierter P. ist ein P., bei dem Größe, Lage oder Dauer der Impulse durch eine Signalfunktion verändert werden, → Modulation 2.

Pulscodemodulation-(PCM)-Systeme → PCM-Übertragungssysteme.

Puls-Doppler-Radar → Radaranlagen.

Pulsfrequenz (Impulsfolgefrequenz). Kehrwert des zeitlichen Abstandes zweier Pulse. Einheit Hertz 1 Hz $= 1\,s^{-1}$.

Pulsgenerator (Impulsgenerator). Elektr. Gerät zur Erzeugung von Strom- oder Spannungsstößen für akustische oder übertragungstechnische Zwecke. Der einfachste P. ist ein mech. bewegter Kontakt, der periodisch eine Stromquelle an einen Verbraucher schaltet. P. mit mech. bewegten Kontakten werden vorwiegend zur Erzeugung von Rechteckstromstößen im Nf-Bereich verwendet. In P. für höhere → Pulsfrequenzen werden als Schalter Thyratrons, Elektronenröhren, Transistoren oder Halbleiterdioden verwendet, die zum Teil direkt in ein koaxiales Leitungssystem eingebaut werden, um Störungen durch Über- bzw. Ausschwingen zu vermeiden. Die mit Hilfe solcher Generatoren erzeugten Impulse weisen die Form eines Rechtecks, Dreiecks, Sägezahnes, einer getasteten Sinusschwingung oder eines Kosinusimpulses auf, wobei Pulsfrequenz, Breite, Höhe und Flankensteilheit veränderbar sein können. Für bestimmte Meßaufgaben werden Doppelpuls-Generatoren angewendet, die periodisch zwei gleiche Impulse in einem zueinander wählbaren Abstand liefern.

Die Impulserzeugung kann durch Verformen einer Sinusschwingung, durch verschiedene Arten von Kippgeneratoren (Sperrschwinger, Multivibrator, Phantastron- oder Transistorschaltung) oder mit Hilfe von Laufzeitketten (Leitungen) erfolgen.

Das Frequenzspektrum der ausgesendeten Pulse ist durch die Impulsform und die Pulsfrequenz gekennzeichnet. Die Frequenz der Grundschwingung ist durch die Pulsfrequenz gegeben, die Amplituden der Oberschwingungen können mit Hilfe der Fourieranalyse gemäß der Impulsform berechnet werden. Allgemein erhält man mit kurzer Anstiegszeit ein breites Frequenzspektrum. Der zur Beschreibung des Frequenzspektrums eines Impulses übliche Begriff der Punktfrequenz gibt diejenige Frequenz an, bei der die Amplitude der entsprechenden Harmonischen noch die Hälfte des Wertes der Grundschwingung beträgt.

P. werden zur Untersuchung des Einschwingverhaltens elektr. Übertragungseinrichtungen sowie zur Ermittlung von Reflexionsstellen in elektr. Leitungen eingesetzt. Zur Nachrichtenübermittlung werden modulierbare P. verwendet Pulsmodulation. *Schlosser*

pulsierender Strom ist ein periodisch verlaufender Wechselstrom.

Pulskompressionstechnik → Radaranlagen.

Pumpenergie → Laser und Maser, → parametrischer Verstärker.

Pumpensumpf → Kabelkanal unter 15.

Punktschweißen → Elektroden-Punktschweißen. → Schweißen.

Punkt-zu-Punktverbindung ist eine zwischen zwei Punkten fest geschaltete Leitung für die Übermittlung von Nachrichten. Vor Einführung der Wähltechnik fast ausschließliche Art der Verbindungen im Telegrammnetz. Gegenwärtig nur geringe Zahl solcher Telegrafenverbindungen. In Fernschreibsondernetzen sind P. noch häufig anzutreffen.

Pupin, Michael, geb. 1858 in Idvor (Banat), gest. 12. 3. 1935 in New York, Serbe; seine wissenschaftlichen Verdienste liegen auf dem Gebiet der elektrischen Abstimmungserscheinungen, der Röntgenstrahlen und der Leitungstheorie. Aus der theoretischen Berechnung der Fortpflanzung elektrischer Wellen leitete er für Sprechstromkreise die punktförmige Einfügung von Selbstinduktion ab, um der energieschwächenden Leitungskapazität entgegenzuwirken (Bespulung von Kabeln durch »Pupinspulen«; »Pupinisierung«, → Geschichte des Fernmeldewesens 2.1.6.).

Literatur: Mitteilungen aus der Firma Siemens u. Halske. Wietlisbach: Handb. d. Telephonie. TFT 1935 H. 4, S. 98/99. Who was who. Telecommunication Pioneers.

Pupinfreileitungen, oberirdische Fernmeldeleitungen mit punktförmig verteilter Zusatzinduktivität in Form von Pupinspulen. Die Spulen für P. wurden für jede Doppelleitung in einem besonderen → Pupin-Freileitungsapparat am Gestänge untergebracht. Die Einschaltestellen dieser Apparate, die Pupinspulenpunkte, hatten bei der DRP in der Regel einen Abstand von 5 km von den Endämtern und einen gegenseitigen Abstand von 10 km. Bei Bemessung der Abstände waren auch die Eigenschaften der Leitung, z. B. streckenweise Kabelführung, zu berücksichtigen. Die Zahl der Spulen mußte der dem 10. Teil der Leitungslänge am nächsten liegenden ganzen Zahl entsprechen. Zum Beispiel waren für 368 km Leitung zwischen 2 Betriebsämtern 37 Spulenpunkte im gegenseitigen Abstand von $\frac{368}{37} = 9{,}946$ km nebst anschließenden Endabschnitten von 4,973 km erforderlich. Traf der Pupinspulenpunkt nicht mit einem Stützpunkt zusammen, so wurden die Spulen an dem der berechneten Stelle am nächsten liegenden Gestänge eingebaut. Falls genaue Einhaltung der Spulenabstände nicht möglich war, wurde eine Abweichung vom Regelabstand bis zu 200 m zugelassen. Viererspulen für den Viererbetrieb wurden bei der DRP von den Stammspulen getrennt an besonderen — den nächsten — Gestängen angebracht, weil der Einbau an demselben Gestänge schwierig war. Über den Abstand der Spulenpunkte wurde für jede Leitung ein Pupinisierungsplan, in den alle Spulenpunkte und Entfernungen eingetragen wurden, aufgestellt. P. waren wesentlich störungsanfälliger als unter gleichen Bedingungen verlaufende oberirdische Leitungen ohne Pupinspulen, auch war die Dauer der Störungen größer. Mit der Einrichtung von Verstärkerämtern waren Pupinspulen entbehrlich geworden. Bei der DRP wurden daher die Pupinspulen aus oberirdischen Leitungen ausgebaut.
Knebel

Pupin-Freileitungsapparat wird heute bei der DBP nicht mehr verwendet; er bestand aus einem Metallgehäuse (verzinktes Eisen) mit einer Pupindoppelspule, 2 Blitzschutzvorrichtungen und 4 Einführungsisolatoren. Die Blitzschutzvorrichtungen waren als Nebenanschluß zu den beiden Wicklungen der Spule im Inneren des Apparates geschaltet und enthielten innen je eine Blitzschutzpatrone. P. für Freileitungen von 3 und 4 mm Durchmesser waren 23 bzw. 26 kg schwer; P. und Leitung wurden durch verzinnte Anschlußdrähte verbunden. Die Patronen wurden jährlich mindestens einmal und nach jeder größeren Gewitterperiode untersucht.

Pupinisierung, Pupinverfahren. Unter P. versteht man den Einbau konzentrierter Spulen (→ Pupinspule) in bestimmten regelmäßigen Abständen in die Adern einer Fernsprechleitung zum Zwecke der Dämpfungsverminderung. Da die Dämpfung einer gleichmäßigen Leitung mit den Leitungsdaten R, G, L, C bei kleinen Verlusten in erster Näherung $\alpha = \frac{R}{2Z_0} + \frac{GZ_0}{2}$ mit $Z_0 = \sqrt{L/C}$ ist (→ Leitungstheorie 1.3.2), kann die Dämpfung durch Vergrößern der Induktivität erniedrigt werden, solange die Widerstandsdämpfung (1. Glied) überwiegt. Als Mittel zur Induktivitätserhöhung wurde bereits von Heaviside 1893 sowohl

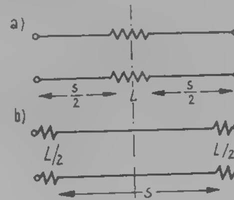


Bild 1. Formen eines Spulenfeldes.

die gleichmäßige → Belastung der Leitung mit einem ferromagnetischen Material (→ Krarupverfahren) als auch der Einbau konzentrierter Spulen vorgeschlagen. Die praktische Ausführung der Spulenleitungen wurde 1900 von Pupin eingeleitet. Die Pupinleitung besteht aus einzelnen, unter sich gleichen Abschnitten aus einer Spule und einem Leitungsabschnitt der Länge *s*.

Die Stelle einer Spule heißt **Pupinspulenpunkt**, die Länge vom Leitungsanfang bis zur ersten Spule **Anlauflänge**, ein einzelner Abschnitt **Spulenfeld**.

Für die theoretische Untersuchung denkt man sich ein Spulenfeld durch Schnitte in der Mitte der Leitung (Pupinisierungsplan deutscher Art, Bild 1a) oder durch Schnitte in der Mitte der Spulen (Pupinisierungsplan amerikanischer Art, Bild 1b) begrenzt.

1. **Angenäherte Theorie der Pupinleitung.** Man erhält eine das wesentliche Verhalten kennzeichnende und auch quantitativ meist ausreichende Näherung, wenn man jedes Spulenfeld als einen → Vierpol mit konzentrierten Elementen und die gesamte Leitung als einen N-gliedrigen → Kettenleiter mit gleichen Gliedern auffaßt. Sind R_p, L_p, G_p, C_p Widerstand, Induktivität, gegenseitige Ableitung und Kapazität einer Spule, R_s, L_s, G_s, C_s die entsprechenden Werte für den Leitungsabschnitt der Länge s, so werden die komplexen Reihenwiderstände und Querableitungen eines Spulenfeldes

$$\begin{aligned} \underline{R} &= R + j\omega L = R_p + R_s + j\omega (L_p + L_s), \\ \underline{G} &= G + j\omega C = G_p + G_s + j\omega (C_p + C_s). \end{aligned} \quad (1)$$

Da in $\underline{R}$ der induktive Spulenwiderstand, in $\underline{G}$ der kapazitive Leitungsleitwert überwiegt, ist der Ersatzvierpol für Bild 1a eine π-Schaltung von der in Bild 2 gezeichneten Form. Der zweite Kirchhoffsche Satz liefert

$$U_1 = U_2 + \underline{R}(I_2 + I') = U_2\left(1 + \frac{\underline{R}\,\underline{G}}{2}\right) + I_2\underline{R}. \quad (2)$$

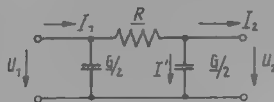


Bild 2. Ersatzvierpol von Bild 1a.

Nach → Vierpoltheorie 1.1 — Gl. (1c) mit (24) — gelten nun für einen symmetrischen Vierpol die allgemeinen Vierpolgleichungen

$$\begin{aligned} U_1 &= U_2 \cosh g + Z I_2 \sinh g \\ I_1 &= \frac{1}{Z} U_2 \sinh g + I_2 \cosh g. \end{aligned} \quad (3)$$

Darin ist Z der Wellenwiderstand und $g = a + jb$ das Wellenübertragungsmaß, das Dämpfung und Phasendrehung des Vierpols bei Abschluß mit dem Wellenwiderstand gibt. Vergleich von (2) und (3) liefert

$$\cosh g = 1 + \frac{1}{2}\underline{R}\,\underline{G},\; Z \sinh g = \underline{R}, \quad (4)$$

daraus

$$Z^2 = Z_\pi^2 = \frac{\underline{R}^2}{\cosh^2 g - 1} = \frac{\underline{R}/\underline{G}}{1 + \frac{1}{4}\underline{R}\,\underline{G}}. \quad (4a)$$

Der Ersatzvierpol von Bild 1b (T-Schaltung) liefert dasselbe g, aber einen Wellenwiderstand

$$Z_T^2 = \frac{\underline{R}}{\underline{G}}\left(1 + \frac{1}{4}\underline{R}\,\underline{G}\right). \quad (4b)$$

Vernachlässigt man zunächst die Verluste ($R = G = 0$), so ist $\underline{R}\,\underline{G} = -\omega^2 LC$ und mithin

$$\cosh g = \cosh(a + jb) = \cosh a \cos b + j \sinh a \sin b = 1 - \frac{1}{2}\omega^2 LC = A. \quad (5)$$

Da A reell, muß entweder $\sinh a$ und damit die Dämpfung $a = 0$ oder $\sin b = 0$ sein. Im Fall $a = 0$ (**Durchlaßbereich**) wird $\cos b = A$, nur möglich für $|A| \leqq 1$, also für

$$\omega < \frac{2}{\sqrt{LC}} = \omega_g. \quad (6)$$

Mit $\frac{\omega}{\omega_g} = \omega\frac{\sqrt{LC}}{2} = \eta$ wird $\cos b = 1 - 2\eta^2$ oder

$$\sin b/2 = \omega/\omega_g = \eta. \quad (6a)$$

b wächst mit wachsendem ω von 0 bis π, Bild 3.

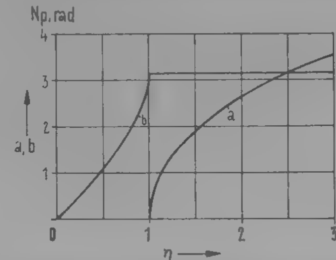


Bild 3. Dämpfungs- und Phasenverlauf einer verlustlosen Spulenleitung.

Im Fall $\sin b = 0$ wird $b = \pi$, $\cosh a = -A = |A|$, die Dämpfung steigt mit wachsendem ω stark an, Bild 3. Die Pupinleitung läßt daher die hohen Frequenzen nicht durch, sie besitzt im Gegensatz zur gleichmäßigen Leitung eine **Grenzfrequenz** ω_g, die gleich der Eigenfrequenz des Schwingungskreises von Bild 2 ist. Für eine Kette von N Spulenfeldern tritt in Gl. (3) Ng an die Stelle von g, die Dämpfung wird Na, die Phasendrehung Nb.

Der Wellenwiderstand wird nach (4a, 4b) für $R = G = 0$ mit Einführung von η und $Z_0 = \sqrt{L/C}$

$$\begin{aligned} Z\pi &= Z_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \eta^2}}, \\ Z_T &= Z_0 \cdot \sqrt{1 - \eta^2}, \end{aligned} \quad (7)$$

Bild 4.

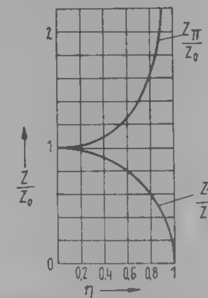


Bild 4. Wellenwiderstand der Spulenleitung (ohne Verluste).

Durch Division der beiden Gleichungen (3) erhält man den Eingangswiderstand der Leitung. Er wird am Eingang eines Spulenfeldes nach Bild 1 bei Abschluß mit dem Wellenwiderstand ($U_2 = ZI_2$) gleich Z ($Z\pi$ bzw. Z_T), schwankt bei Fehlanpassung um Z und nähert sich bei großer Dämpfung (langer Leitung) Z, → Leitungstheorie 1.4. Beginnt die Leitung nach Bild 1a nicht genau mit der Mitte des Spulenfeldes, so wird der Eingangswiderstand näherungsweise

$$W_1 = \frac{Z_0}{\sqrt{1-\eta^2} - 2j\eta \frac{\Delta C}{C}}, \quad (8)$$

wobei ΔC die Kapazitätsdifferenz zwischen dem halben Spulenfeld und der wirklichen Anlauflänge ist.

Für Kurzschluß ($U_2 = 0$) wird der Eingangswiderstand einer N-gliedrigen Kette am Anfang des Spulenfeldes nach (3) $Z \tanh Ng$, für Leerlauf ($I_2 = 0$) $Z \coth Ng$. Da im Durchlaßbereich $g = jb$ ist, wird der Eingangswiderstand 0 für $\sin Nb$ bzw. $\cos Nb = 0$, also wegen $\sin b/2 = \eta$, $b = 2 \arcsin \eta$ für $2N \arcsin \eta = k\pi$ bzw. $\frac{2k+1}{2}\pi$ ($k = 0, \ldots N-1$), grafische Lösung Bild 5. Da sich bei einem Eingangs-

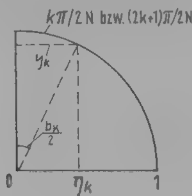


Bild 5. Eigenfrequenzen der verlustlosen Spulenleitung.

widerstand Null Schwingungen ohne Energiezufuhr aufrechterhalten (→ Eigenschwingungen), geben die Lösungen η_k die Eigenfrequenzen der kurzgeschlossenen bzw. leerlaufenden Pupinleitung. Eine N-gliedrige Pupinleitung hat N Eigenfrequenzen im Durchlaßbereich.

Mit Berücksichtigung der Verluste bleibt als wesentliche Änderung der bisherigen Ergebnisse eine Dämpfung im Durchlaßbereich bestehen. Mit $\underline{R} = R + j\omega L$, $\underline{G} = G + j\omega C$ wird nach (4) mit $\eta = \frac{\omega\sqrt{LC}}{2}$, $Z_0 = \sqrt{L/C}$ und Vernachlässigung von RG als klein höherer Ordnung

$$\cosh g = 1 - 2\eta^2 + j\eta\left(\frac{R}{Z_0} + GZ_0\right) = A + jB. \quad (9)$$

Die Zerlegung von $\cosh g$ entsprechend (5) liefert zwei Gleichungen $\cosh a \cos b = A$, $\sinh a \sin b = B$, die für $\sinh a$ und $\sin b$ zwei biquadratische Gleichungen mit der Lösung $\sin b = \frac{C}{k}$, $\sinh a \approx a = \frac{kB}{C}$ mit

$$C = \sqrt{1 - A^2 - B^2}, \quad k^2 = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + 4B^2/C^4}}$$

ergeben.

Außer in unmittelbarer Nähe der Grenzfrequenz und für nicht zu kleine η wird wegen des kleinen B-Wertes $C \approx \sqrt{1-A^2} = 2\eta\sqrt{1-\eta^2}$, $k \approx 1$ und damit die Dämpfung im Hauptdurchlaßbereich

$$a \approx \frac{1}{\sqrt{1-\eta^2}}\left(\frac{R}{2Z_0} + \frac{GZ_0}{2}\right) \approx \frac{a_0}{\sqrt{1-\eta^2}}. \quad (10)$$

Für die Grenzfrequenz selbst wird angenähert $\alpha \approx \sqrt{R/Z_0 + GZ_0}$. Für kleine Werte von η wird $C^2 = 4\eta^2(1 - a_0^2)$, $k^2 = C^2/B$ und mithin

$$a \approx b \approx \sqrt{B} = \sqrt{2\eta a_0} = \sqrt{\frac{\omega CR}{2} + \frac{\omega GL}{2}}. \quad (10a)$$

2. Strenge Theorie der Pupinleitung. Die strenge Theorie liefert im wesentlichen nur eine Verbesserung der Dämpfungsgleichung, während die übrigen Daten praktisch unverändert bleiben. Wir berechnen daher nur das Übertragungsmaß $g = a + jb$. In der strengen Theorie der Pupinleitung müssen anstelle der Rechnung mit konzentrierten Elementen für die 3 Teile in Bild 1 die Leitungsgleichungen angesetzt werden. Für jeden Teil gelten zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen Gleichungen der Form (3), wobei $g = \gamma l = \sqrt{\underline{R}'\underline{G}'}$ das Übertragungsmaß des Leitungsabschnitts der Länge s oder $s/2$ oder der Spule und $Z = \sqrt{\underline{R}'/\underline{G}'}$ der zugehörige Wellenwiderstand ist. $\underline{R}'$ und $\underline{G}'$ sind dabei die Gesamtwerte des betreffenden Teils. Da die Ausgangsgrößen eines Abschnitts die Eingangsgrößen des nächsten sind, erhält man durch Einsetzen und einfache Umformungen der Hyperbelfunktionen für die Pupinleitung Gleichungen der Form (3) mit

$$\cosh g = \cosh g_s \cdot \cosh g_p + \frac{1}{2}\left(\frac{Z_s}{Z_p} + \frac{Z_p}{Z_s}\right) \cdot \sinh g_s \cdot \sinh g_p. \quad (11)$$

Vernachlässigt man G_p und C_p der Spule, so wird $g_p = 0$, $Z_p \sinh g_p = Z_p G_p = \underline{R}_p$, also

$$\cosh g = \cosh g_s + \frac{1}{2}\frac{\underline{R}_p}{Z_s}\sinh g_s = A + jB. \quad (12)$$

Wegen der kleinen Leitungsinduktivität gegenüber der Spuleninduktivität ist g_s im Durchlaßbereich $\ll 1$. Ersetzt man daher $\cosh g_s$ und $\sinh g_s$ durch die beiden ersten Reihenglieder, so wird unter Berücksichtigung der praktisch erfüllten Beziehungen $R_p \ll R_s$, $L_s \ll L_p$,

$$A + jB \approx 1 - 2\eta^2 + j\eta\left(\frac{R}{Z_0} + GZ_0\right) - j\,\frac{2}{3}\,\eta^3\,\frac{R_s}{Z_0},$$

woraus entsprechend der Ableitung von (10) mit $k \approx 1$ die verbesserte, zuerst von Pleijel angegebene Dämpfungsformel

$$a \approx \frac{1}{\sqrt{1-\eta^2}}\left(\frac{R_p - 2/3\,\eta^2 R_s}{2Z_0} + \frac{GZ_0}{2}\right) \quad (13)$$

folgt.

Wegen des Faktors $1/\sqrt{1-\eta^2}$ in (10) oder (13) steigt die Dämpfung in der Nähe der Grenzfrequenz stark an, so daß praktisch nur ein Bereich bis etwa $0{,}7\,\omega_g$ (3-dB-Anstieg) ausgenutzt wird, vor allem auch wegen der Änderung des Wellenwiderstandes und der mit wachsender Frequenz größer werdenden, durch die unvermeidlichen Herstellungsungenauigkeiten der einzelnen Spulenfelder infolge der Echowirkungen hervorgerufenen Schwankungen des Wellen- und Eingangswiderstandes, vgl. stochastisch inhomogene Leitungen, Leitungstheorie 3.2. Zur Kleinhaltung dieser Wirkungen müssen enge Toleranzen für die Gleichmäßigkeit der Spulenfelder eingehalten oder durch einen Ausgleich nachträglich hergestellt werden. Je kleiner L_p (schwache Pupinisierung), umso höher ist die Grenzfrequenz, umso größer also auch der nutzbare Bereich. Durch passende Wahl von Spuleninduktivität und Spulenabstand lassen sich gewünschte Übertragungseigenschaften in weiten Grenzen realisieren. Es gibt daher eine Vielzahl von Bespulungssystemen. Für die heute fast nur noch auf Kabelleitungen für den Niederfrequenzbereich eingesetzte Bespulung ist in Deutschland ein Spulenabstand von 1,7 km und eine Spuleninduktivität von 80 mH eingeführt, im Ausland werden überwiegend 1,83 km und 88 mH verwendet.

3. Abhängigkeiten der Leitungseigenschaften von der Stromstärke. 3.1. Abhängigkeit der Dämpfung von der Stromstärke. Der Wirkwiderstand R_p der Pupinspulen hängt wegen der Hysteresis im Kernmaterial von der Stromstärke ab und steigt annähernd proportional mit I: $R_p = R_{p_0} + hI$.

Die dadurch entstehende Stromabhängigkeit der Dämpfung läßt sich folgendermaßen berücksichtigen. Man nimmt zunächst an, daß die Stromstärke so klein ist, daß $R_p = R_{p_0}$, und berechnet hiermit die Leitungsdämpfung a je Spulenfeld nach Gl. (10) bzw. (13). Die Grunddämpfung für N Spulenfelder wird Na. Für die Berechnung des Dämpfungszuwachses nimmt man nun eine Stromverteilung an, wie sie mit der Dämpfung a zustande käme. Für jedes Spulenfeld ergibt sich dann ein Zusatzwiderstand hI_n mit exponentiell abnehmenden $I_n = I_0 e^{-na}$ und damit nach (10) eine Zusatzdämpfung $hI_n/2\,Z_0\sqrt{1-\eta^2}$. Die Summe der Zusatzdämpfungen aller N Felder ergibt nach der Summenformel der geometrischen Reihe mit $a \ll 1$ die Näherungsformel

$$a_z = \frac{hI_0\,(1-e^{-Na})}{2\,Z_0 a_0} \tag{14}$$

und als Gesamtdämpfung für N Glieder $a_N = Na + a_z$. Der Dämpfungszuwachs wird für lange Leitungen bei kleiner Ableitung G angenähert gleich dem Verhältnis von Hysteresewiderstand einer Spule am Anfang der Leitung zum Spulenfeldwiderstand. 3.2. Nichtlineare Verzerrungen. Durch die Hysteresekurve entstehen beim Anlegen einer sinusförmigen Spannung an den Anfang einer Spulenleitung Oberwellen, von denen die dritte Oberwelle am stärksten ist. Man kann sie folgendermaßen berechnen: Schickt man durch eine Pupinspule einen sinusförmigen Strom $i_n = |I_n| \sin(\omega t - \varphi)$, so enthält die Klemmenspannung eine dritte Oberwelle, die mit einer von der Hysteresiskurve abhängigen Konstanten h gegeben ist durch $u_n = 0{,}6\,h\,|I_n|^2 \sin(3\,\omega t - 3\,\varphi)$. Die Beziehung ist streng, wenn man die Hysteresiskurve des Kernmaterials nach Rayleigh durch zwei Parabelstücke ersetzen kann. Da eine sinusförmige Spannung mit der Amplitude U_1 bei Anpassung im n-ten Spulenfeld einen Grundwellenstrom $I_n = \frac{U_1}{Z} e^{-\gamma 1 (n-1/2)}$ erzeugt, wobei $\gamma_1 = \alpha_1 + j\beta_1$ die Fortpflanzungskonstante für die Grundwelle ist, hat die durch diesen Strom hervorgerufene dritte Oberwelle die Amplitude

$$|U_n| = 0{,}6\,h\,|U_1/Z|^2 \cdot e^{(-2\alpha_1-\beta_1)(n-1/2)}.$$

Die Spannungen U_n pflanzen sich nach beiden Seiten der Leitung fort und bewirken am Leitungsende einer N-gliedrigen Spulenleitung eine Klirrspannung dritter Ordnung $U_3 = \sum \frac{1}{2}\,U_n\,e^{-\gamma_3(N-n)}$, wobei $\gamma_3 = \alpha_3 + j\beta_3$ die Fortpflanzungskonstante für die dreifache Grundfrequenz ist. Näherungsweise kann für Frequenzen, die nicht zu nahe an der Grenzfrequenz liegen, $\alpha_3 = \alpha_1$, $\beta_3 = 3\,\beta_1$ gesetzt werden. Dann liefert die Summe mit der Summenformel der geometrischen Reihe und $\alpha_1 \ll 1$

$$|U_3| = 0{,}3\,h\left|\frac{U_1}{Z}\right|^2 \cdot \frac{e^{-N\alpha_1}}{\alpha_1}\,(1-e^{-N\alpha_1}), \tag{15}$$

nach Division durch die Grundspannung $U_1 e^{-N\alpha_1}$) den zugehörigen Klirrfaktor. 3.3. Flattereffekt. Eine dritte, durch die Nichtlinearität der Pupinspulen hervorgerufene Erscheinung ist der sogenannte Flattereffekt, die Beeinflussung der Sprachübertragung durch eine Unterlagerungstelegrafie auf der gleichen Leitung. Durch die Telegrafieströme werden die Eisenkerne ummagnetisiert, wodurch sich im gleichen Takt die Übertragungseigenschaften für die Sprechströme ändern, so daß die Fernsprechströme im Rhythmus der Telegrafiezeichen flattern. Es ist notwendig, die Telegrafieströme zu begrenzen, bei den modernen Eisenpulverkernspulen ist der Flattereffekt dann unmerklich gering. 4. Ausgleichsvorgänge. Allgemeines → Ausgleichsvorgang. Die Ausgleichsvorgänge auf Pupinleitungen sind zuerst von J. Carson und F. Breisig theoretisch genauer untersucht worden. Für einen unendlich langen Kettenleiter aus gleichen Gliedern nach Bild 2 ergibt sich durch Anwendung der → Laplace-Transformation bzw. der Heavisideschen Formel beim plötzlichen Anlegen einer Gleichspannung U_0 zur Zeit $t = 0$ an den Leitungsanfang für den Strom im n-ten Spulenfeld

$$I_n = U_0\sqrt{\frac{C}{L}}\,e^{-T}\int_0^T J_{2n}\left(\frac{q}{\alpha_0}\right) J_0\left(j\sqrt{T^2-q^2}\right) dq, \tag{16}$$

wenn, was i. allg. zulässig ist, die Ableitung G vernachlässigt wird. In (16) ist dann $\alpha_0 = \frac{R}{2\,Z_0}$ die Dämpfung eines Spulenfeldes, $T = \frac{R}{2L}$ t ein Maß für

die Zeit und J_0 und J_{2n} die Besselschen Funktionen der Ordnung 0 und 2 n. Gl. (16) ist näherungsweise anwendbar bei Pupinleitungen endlicher Länge, die mit ihrem Wellenwiderstand belastet sind. Bild 6 zeigt als Beispiel den nach (16) berechneten Stromverlauf für n = 100 Spulenfelder und der Dämpfung α_0 = 0,0265 Np/Glied. Theoretisch setzt der Endstrom bereits nach einer sehr kurzen Zeit ein, die der Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit entspricht, praktisch aber erst nach einer Laufzeit $t_0 = N\sqrt{LC}$ ($= 2\,N/\omega_g$), die gleich der Laufzeit einer verlustlosen homogenen Leitung mit gleicher Gesamtinduktivität und -kapazität ist. An die Laufzeit schließt sich nach Bild 6 eine Einschwingzeit an, in der der Strom pendelnd seinem Endwert zustrebt. Dabei steigt die augenblickliche Frequenz dieser Pendelungen von

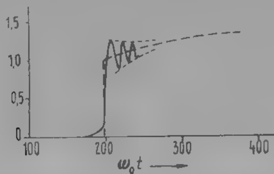


Bild 6. Einschwingvorgang einer Pupinleitung (aus HwF 1929).

kleinen Werten im Lauf der Zeit bis zur Grenzfrequenz an, wobei die Amplitude der Schwingungen immer kleiner wird. Die Einschwingzeit wächst mit der Leitungslänge. Ein ungefähres Maß ergibt sich folgendermaßen: Bei einem frequenzproportionalen Phasengang wäre die Phasenlaufzeit aller in dem Signal enthaltenen Frequenzen gleich groß und dadurch ein beliebiger Verlauf der Eingangsspannung nach der Zeit t_0 am Leitungsende verzerrungsfrei vorhanden, → Wellenausbreitung auf Leitungen. Bei einem abweichenden Phasengang $\varphi = \varphi(\omega)$ sind die Laufzeiten der einzelnen Frequenzen verschieden, eine schmale Frequenzgruppe an der Stelle ω hat eine → Gruppenlaufzeit $t_g = d\varphi/d\omega$. Der Unterschied gegen die minimale Gruppenlaufzeit $t_g - t_{g\,min}$ gibt die Einschwingzeit für Wechselströme der Frequenz ω an, vorausgesetzt, daß die Phasenzerrung überwiegt.

Für die Pupinleitung folgt durch Differentiation von Gl. (6a) $t_g = t_0/\sqrt{1-\eta^2}$, so daß die Einschwingzeit der Frequenz ω angenähert

$$\tau = t_0\left(\frac{1}{\sqrt{1-\eta^2}} - 1\right) \tag{17}$$

wird. In t_g ist die Phasenverzerrung, die bei tiefen Frequenzen nach Gl. (10a) infolge des endlichen Leitungswiderstandes auftritt, nicht berücksichtigt. Der wirklich vorhandene Phasenwinkel weicht dadurch und infolge der Beiträge der Verstärker, Übertrager und sonstigen Hilfsapparate besonders bei niedrigen Frequenzen von dem theoretischen Wert ab, vgl. Bild 7 für eine stark belastete Leitung von 1000 km Länge (älteres deutsches Normalkabel mit 1,4 mm Leiterdurchmesser, L_p = 190 mH, C = 35,5 µF/km, s = 2 km). Für eine Frequenz f = 2000 Hz erhält man eine Einschwingzeit von etwa 87 – 62 = 25 ms. Eine schwächere Pupinisierung verkürzt die Einschwingzeit nach Gl. (17) für nicht zu hohe Frequenzen angenähert umgekehrt zur dritten Potenz der

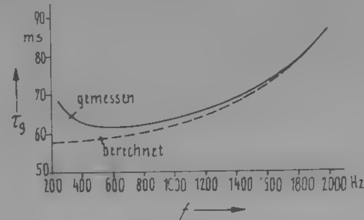


Bild 7. Gruppenlaufzeit einer Pupinleitung (älteres Normalkabel) (HwF 1929).

Grenzfrequenz. In der Einschwingzeit treffen beim Anlagen einer Sinusspannung zuerst Wechselströme tieferer Frequenz ein, deren Amplituden und Frequenzen mit der Zeit mehr oder weniger schnell zunehmen, bis die eigentliche Frequenz eintrifft, Bild 8.

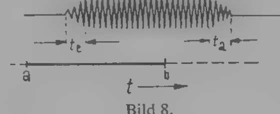


Bild 8.
Ein- und Ausschwingen einer Wechselspannung der Dauer ab.

Weitere Folgen der Einschwingzeit sind u. a., daß bei der Summe von zwei Wechselströmen die höhere Frequenz wegen der größeren Gruppenlaufzeit später eintrifft und beim Ausschalten länger anhält, ein Eingangsimpuls auseinander gezogen wird, kurze Laute höherer Frequenz schlechter wiedergegeben werden usw. Einschwingzeiten für die höchste zu übertragende Frequenz von 30 ms wirken bereits störend, man ist bestrebt, die Einschwingzeit auf 10 ms zu beschränken.

Literatur: F. Breisig, Theoretische Telegrafie, 2. Aufl., Braunschweig 1924 — J. Wallot, Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, 5. Aufl., Berlin 1948 — K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, 2. Aufl., Stuttgart 1952. *Zuhrt*

Pupinseekabel → Seekabelaufbau und Seekabelnetz.

Pupinspule. Das Pupinverfahren hat die Aufgabe, Induktivitäten in bestimmten Abständen (z. B. 1700 m oder 1830 m) in die Kabelsprechkreise einzuschalten. Kerne aus verlustarmen weichmagnetischen Werkstoffen und in einer nach außen streufeldarmen Bauweise, d. h. in der Form von Ringkernen oder Schalenkernen (Topfkernen) ergeben bei geringstem Kupferaufwand für die Wicklung Pupinspulen kleiner Abmessungen und geringen Nebensprechens. Bespult wurden anfangs nur die Stammkreise mit Hilfe der Stammspulen. Die auf den

Spulenkern aufgebrachte Wicklung muß gleichmäßig auf die beiden Zweige des Sprechkreises aufgeteilt werden, damit eine gute Symmetrie, z. B. zur Vermeidung von Geräuschspannungen bei Fremdbeeinflussung, erreicht wird (Bild 1).

Später wurden zusätzlich auch die Viererkreise (Phantomkreise) der Dieselhorst-Martin-Verseilung mit Viererausnutzung (DM)- oder Sternvierer bespult. Dadurch wurden bei Stamm- und Viererspulen höhere Symmetriedämpfungen als bei den

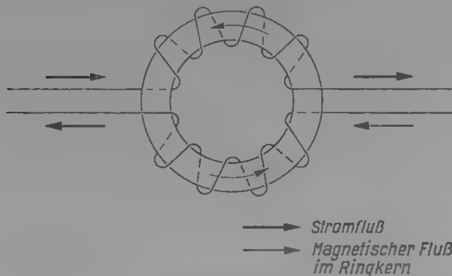


Bild 1. Schema einer Pupinspule für Stammbespulung.

Stammspulen erforderlich. Die Spulen für Stamm- und Viererkreise werden zu einem Spulensatz zusammengefaßt, der anfangs nach Ebeling (1908) aus 4 Spulen (Vierspulensatz mit 2 Stamm- und 2 Viererspulen) und später aus 3 Spulen (Dreispulensatz mit 2 Stammspulen und 1 Viererspule) bestand (Bild 2).

Die Teilwicklungen der Stammspulen und der Viererspule müssen genau aufgebracht werden, damit sich bei Betrieb auf den Stammkreisen die magnetischen Felder im Kern der Viererspule, bei Betrieb im Viererkreis die magnetischen Felder in den Kernen der Stammspulen vollständig aufheben.

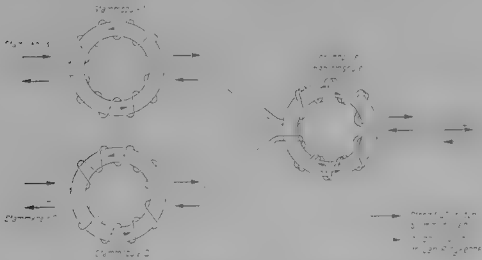


Bild 2. Schema eines Dreispulensatzes.

Die beiden Wicklungshälften einer Stammspule sind so geschaltet, daß sich ihre magnetischen Felder im Kern für den Stammkreis addieren, für den Viererkreis aber aufheben. Ähnlich sollen die Wicklungen der Viererspule im Viererkreis, nicht jedoch in den Stammkreisen wirksam sein. Die beiden Wicklungshälften der Stammspulen sollen in ihrer Wirkung gleich sein, damit keine sogenannte »Restinduktivität« der Stammspule im Viererkreis wirksam bleibt. Seit etwa 1957 werden symmetrische Spulensätze angewendet. Dabei sind die Wicklungen der Stammspulen in 2 Hälften aufgeteilt, zwischen die die Viererspule geschaltet wird. Folge: Die Vierpoleigenschaften des Spulensatzes sind von beiden Seiten gesehen gleich. (Wichtig für die Nachbildfähigkeit der Pupinleitungen bei Gabelschaltungen: Bild 3).

Von 1926 bis 1928 Entwicklung von Zwergspulen. Diese mit einer vereinfachten Wicklung versehenen Stammspulen mit geringeren Abmessungen dienten der Bespulung von Ortsverbindungskabeln ohne Viererausnutzung. Die infolge geringerer Abmessungen der Kerne erhöhten Widerstände der Zwergspulen (dünnere Wickeldrähte) werden durch das Nichtvorhandensein der Widerstände der Viererspulen ausgeglichen. Zwergspulen ermöglichen kleinere Spulenkästen (wichtig für günstige Raumausnutzung der Kabelschächte in Städten). Spulenkasten mit Zwergspulen (seit 1954 mit Ferritschalenkernen) werden heute für die Bespulung von Ortsverbindungskabeln verwendet. Für die Fertigung der Ringspulen wurden besondere Ringwickelmaschinen entwickelt, welche die verschachtelten Wicklungen der

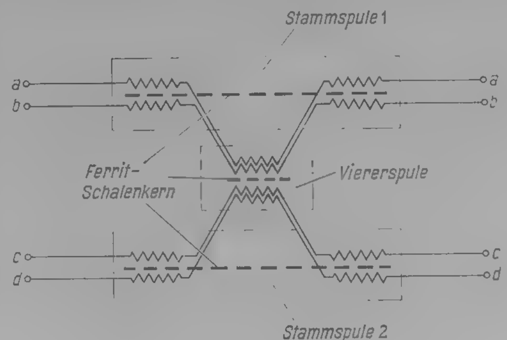


Bild 3. Symmetrischer Spulensatz.

Stamm- und Viererspulen genau aufbrachten. Als Werkstoff für die Ringkerne wurden anfangs dünne voneinander isolierte Scheiben aus Eisensiliziumblech (Blechkerne) benutzt. Durch Ummagnetisierung der Bleche entstanden hohe Wirbelstromverluste der Spulen, die den Vorteil der Bespulung teilweise aufhoben. Eine Verbesserung wurde durch Drahtkerne erzielt, die aus Eisensiliziumdrähten von etwa 0,1 mm Durchmesser gefertigt waren. Die Spulen auf Drahtkernen hatten noch einen Nachteil. Wenn ein Gleichstrom sie durchfloß, fiel durch die Magnetisierung des Kernes die Permeabilität und damit die Induktivität der Spule bis zu 30% ab. In den USA veranlaßte der Mangel an den vor dem ersten Weltkrieg aus Deutschland bezogenen Drähten etwa 1917 die Entwicklung der Massekerne. Das sind Ringkerne, bestehend aus gemahlenem Eisenpulver, dessen Einzelteilchen durch zwischengelagerte Isolierstoffe voneinander getrennt sind. Diese »Masse« wird unter hohem Druck zu Ringkernhälften gepreßt. Die Isolierung der Eisen-

teilchen schaltet kleine Zwischenräume (Luftspalte) in den magnetischen Kreis (sogenannte Scherung). Dadurch wird die Stabilität der Induktivität der P. bei Magnetisierung des Kernes durch Gleichstrom verbessert. Temperatur- und Langzeiteinflüsse werden vermindert. Durch starke Unterteilung und Isolierung der Eisenteilchen tritt eine Verringerung der Wirbelstromverluste im Kern ein. Infolge der Scherung erfolgt eine Abnahme der Hysterese- und Nachwirkungsverluste der P. Die Einschaltung der P. in die Kabelsprechkreise ergibt eine erhebliche Verringerung der Leitungsdämpfung. Der Gleichstromwiderstand der Spulenwicklungen und der frequenzabhängige Verlustwiderstand der Spulen erhöhen dagegen die Leitungsdämpfung. Daher wurden Bemühungen unternommen, die wirksame Permeabilität der Massekerne zu erhöhen und gleichzeitig die Kernverluste herabzusetzen. Jordan zeigte die Aufteilung der Verlustwiderstände in Wirbelstromverlustwiderstand (proportional dem Quadrat der Frequenz), Hystereseverlustwiderstand (proportional der Frequenz und der Stromstärke) und Nachwirkungsverlustwiderstand (proportional der Frequenz) (Jordansche Konstanten). In Deutschland wurden nach dem ersten Weltkrieg zuerst Kerne aus gemahlenem Eisen, ab etwa 1928 aus elektrolytisch gewonnenem Karbonyleisen, das in kleinen, leichter isolierbaren Kugeln anfällt, hergestellt. Spulen mit Karbonyleisenkernen waren kleiner als Spulen mit Blech- oder Drahtkernen und hatten niedrigere Verluste. In den USA ab 1928 Entwicklung des

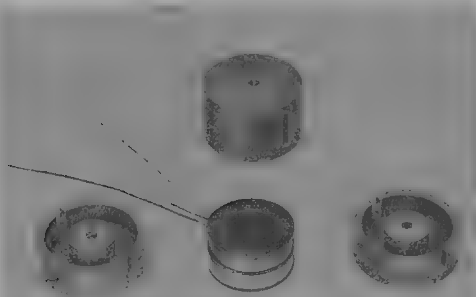
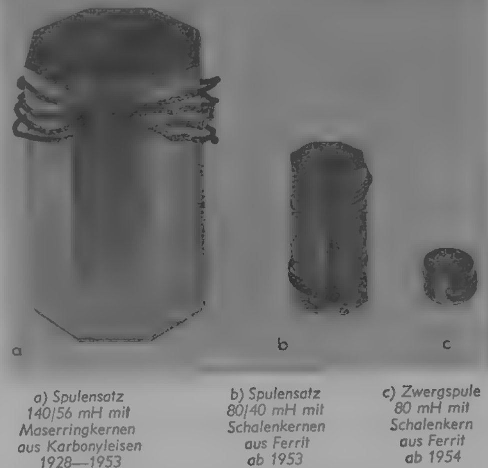


Bild 4. Ferritschalen und Spulenkörper mit Wicklung.

Permalloy (Eisen-Nickel-Legierung) und später des Molybdänpermalloy als Werkstoff für Ringkerne mit doppelt so hoher wirksamer Permeabilität der Kerne (etwa 100 bis 120) wie bei den Kernen aus Karbonyleisen (etwa 50 bis 60). Von 1930 bis 1935 in Deutschland Entwicklung von Ringkernen aus Eisen-Nickel-Kupfer-Legierungen mit geringerem Anteil an Nickel; und zwar als Masse-, Blech- und Bandkern (Isoperm und Siemaperm). Sie hatten eine große magnetische Stabilität und wurden bei Kabeln entlang elektrifizierter Bahnen verwendet. Devisenschwierigkeiten veranlaßten ab 1935 die Aufgabe der Eisen-Nickel-Kupfer-Ringkerne. In Deutschland wurde bis 1953 Karbonyleisen verwendet. Ab 1950 erfolgte der kurzzeitige Einsatz von Ringkernen mit Eisen-Aluminium-Silizium-Legierung (wirksame Permeabilität der Kerne rd. 80). Die Erprobung von Ferriten vor dem zweiten Weltkrieg ergab zu hohe Hystereseverluste. Entwicklung von geeigneten Ferriten für Pupinspulen durch J. L. Snoek, Niederlande, während des zweiten Weltkrieges. Ferrite sind Mischkristalle aus Eisenoxyd und einem oder mehreren Metalloxyden. Für Pupinkerne wird Manganzinkferrit verwendet. Ferrite haben eine hohe Permeabilität bei hohem spezifischem Widerstand. Damit fällt der Wirbelstromverlustwiderstand praktisch fort. Bei Manganzinkferrit ergibt sich als zusätzlicher Vorteil eine besondere Hysteresearmut.



a) Spulensatz 140/56 mH mit Maserringkernen aus Karbonyleisen 1928—1953

b) Spulensatz 80/40 mH mit Schalenkernen aus Ferrit ab 1953

c) Zwergspule 80 mH mit Schalenkern aus Ferrit ab 1954

Bild 5. Vergleich von Pupinspulen mit verschiedenen Kernen.

Daher wird Ferrit seit 1953 als Kernwerkstoff für P. verwendet. Bei der Fertigung der Ferritkerne werden die in reiner Form erforderlichen Rohstoffe Eisenoxyd (Fe_2O_3) und z. B. Zinkoxyd (ZnO), Mangankarbonat ($MnCO_3$) zusammengemischt. Sie werden brikettiert und bei etwa 1000° C vorgebrannt. Das Brenngut wird gebrochen und in Mühlen feingemahlen ($< 10\ \mu m$). Unter Zusatz von wasserlöslichen Bindemitteln wird das Pulver zu verpreßbarem Granulat geformt. Das Granulat wird in Hartmetallmatrizen für Pupinkerne zu Halbschalen gepreßt. Diese werden in elektrisch beheizten Durchschuböfen bei hohen Temperaturen gesintert. Dadurch erfolgt eine Verdichtung der Preßlinge. Die Flächen auf der offenen Seite der Schalenkerne werden geschliffen und teilweise geläppt. Mit Hilfe von Prüfspulen wird eine Messung der magnetischen Eigenschaften vorgenommen (Bild 4, 5).

Durch genauesten Schliff der zusammenzuklebenden Schalenkerne wird der Streufluß an der Trennfläche vermieden. Beim Innenzylinder der Schalenkerne

(Butzen) läßt sich ein Luftspalt anbringen. Durch die Scherung wird die Stabilität der Kerne bei Magnetisierung und Verringerung des Hysterese- und des Nachwirkungsverlustes erreicht. Die Schalenkerne sind so gleichmäßig, daß zwei beliebige Kernhälften durch Spezialkleber verbunden werden können. Die Induktivität der Spulen kann durch Abgleichschrauben auf den Sollwert abgeglichen werden. Im Gegensatz zu der schwierig auszuführenden Wicklung von Ringkernen können Scheibenwicklungen für Ferritkerne auf normalen Wickelmaschinen gefertigt werden. Die Unterteilung der Wicklung erfolgt derart, daß die magnetische Symmetrie der Spulenwicklung möglichst hoch ist. Kupferlackdrähte werden auf Kunststoff-Spulenkörper mit normalen Wickelmaschinen aufgewickelt. Nach vorläufiger Prüfung der Spulen im Schalenkern werden der Einbau des Spulenkörpers und das Verkleben der beiden Schalen mit Spezialkleber vorgenommen. Trocknung und Tränkung mit Isoliermasse nach dem Einbau in die Spulenbehälter beeinflussen die magnetischen Werte des Kernes unwesentlich. Spulen bzw. Spulensätze wurden ursprünglich in metallene Kappen (Metallbecher) eingebaut, neuerdings erfolgt eine Vereinfachung der Schirmung.

P. mit Ferritkernen besitzen infolge ihrer höheren wirksamen Permeabilität je nach Typ etwa 25 % bis 15 % des Volumens und Gewichtes der Pupinspulen auf Karbonyleisenkernen. Die Induktivität wird mit der gleichen Toleranz eingehalten. Die Verlust- und Wirkwiderstände sind geringer. Die Nebensprechdämpfungen sind gleich oder höher. Trotz erheblicher Verringerung der Abmessungen sind Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit ausreichend. Die Erfahrungen der DBP in den letzten 15 Jahren mit Spulenkästen bei Verwendung von Ferritkernen sind günstig. Alle maßgebenden elektrischen Eigenschaften der P. werden mit geringen Toleranzen eingehalten. Daher können Pupinspulenkästen ohne Ausgleich elektrischer Eigenschaften auf der Strecke in die Kabel eingebaut werden.

Literatur: K. Dohmen, Das Pupinsystem in deutscher Anwendung, herausgegeben von der Deutschen Fernkabelgesellschaft, Mai 1950 — W. J. Shackelton und I. G. Barber, Compressed Powdered Permalloy, Manufacture and Magnetic Properties, Journal of American Institute of Electrical Engineers, Vol. 47, 1928, S. 437-440 — Jordan, Volk und Goldschmidt, Pupinspulen mit Kernen aus Isopermblech oder -band, Europäischer Fernsprechdienst (1933) H. 31 — M. Kersten, Spulen mit Massekernen, ETZ (1937) 58. S. 1335 und S. 1364 — V. E. Logg und F. B. Giron, Compressed Powdered Molybdenum Permalloy for High Quality Inductance Coils, The Bell System Technical Journal, Vol. 19 (1940) S. 395-406 — J. L. Snoek, New Developments in Ferromagnetic Materials, Elsevier publishing Company Inc., Amsterdam, 1. Ausg. 1945, 2. Ausg. 1949 — H. Hering und F. Leichsenring, Neuzeitliche Pupinspulen mit Siferrit-Schalenkernen, Siemens 27 (1953) H. 3, S. 124 — Thomas Shaw, The Evolution of Inductive Loading for Bell System Telephone Facilities, The Bell System Technical Journal, 30 [1]J Jan. 1951) S. 149-203 — A. Pierrot, Bobines

Pupin à noyaux de ferrite, Câbles et Transmission, Bd. 10 Nr. 3 (Juli 1956) S. 215-244 — R. Belus, G. Cagnat, A. Pierrot, Rose Roch und F. Bory, Les Bobines de Charge, Câbles et Transmission, [1]J. 15 (Okt. 1961) S. 319-339 — F. Berlinghoff, Ferrocube-Bauelemente für die Nachrichtentechnik, Valvo Keramische Bauelemente für Elektronik und Magnetik, erschienen 1965 — L. Heistermann, Sintern von Pulveragglomeraten, Valvo Keramische Bauelemente für Elektronik und Magnetik, erschienen 1965.

Leichsenring

Pupinspulenbehälter. 1. Pupinspulenkasten (Bild 1) besteht aus Innen- (1) und Außenkasten (2).

Innenkasten (1) aus Messingblech enthält im unteren Teil Pupinspulen (3), im oberen Teil (4) Spleißraum zur Aufnahme der Verbindungsstellen der Spulenzuleitungen mit den Kabeladern. Im Spleißraum sind auch Spleißstellen nichtpupinisierter Paare untergebracht. Zwischenboden (5) mit Innenkasten

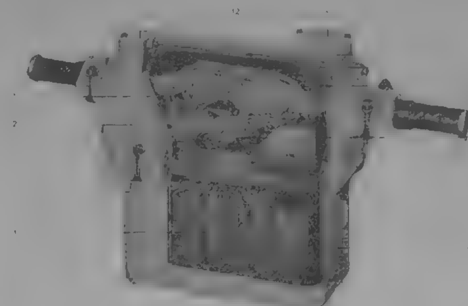


Bild 1. Pupinspulenkasten.

dicht verlötet schließt unteren Teil des Innenkastens ab, damit etwaige in das Kabel eingedrungene Feuchtigkeit nicht zu den Pupinspulen gelangt. Zum gleichen Zweck ist dieser Teil des Innenkastens bis Zwischenboden im Vakuum dicht mit zähbleibender Isoliermasse gefüllt. Mittlerer Teil des Zwischenbodens ist erhöht und trägt das Zählbrett (6).



Bild 2. Druckgasdichte Pupinspulenmuffe.

Zählbrett ist eine Isolierstoffplatte mit Bohrungen zur übersichtlichen Durchführung der ankommenden und abgehenden Spulenzuleitungen in den Spleißraum. Bohrungen beider Richtungen voneinander getrennt und entsprechend der Lage der zugehörigen Kabelviererseile im Kabelquerschnitt auf dem Zählbrett »U«-förmig angeordnet. Dadurch Möglichkeit eines leichten Spleißens, wie bei Verbindungsmuffen üblich, gegeben. Oberer Teil des Innenkastens ver-

schlossen mit Messinghaube (7), die nach Abschluß der Spleißarbeiten mit Kasten verlötet wird. Am Innenkasten und Haube geteilte Lötstutzen zum Einlöten der Metallkabelmäntel.

Außenkasten (2) aus Gußeisen besteht aus Kasten (9), Haube (10) und Kabelschellen (11). Kabelschellen werden erst nach Herstellen der Lötplomben zwischen Kabelmantel und Lötstutzen des Innenkastens an die Haube des Außenkastens festgeschraubt, womit die Kabel mechanisch festgelegt sind.

Schwarze Vergußmasse füllt den Raum zwischen Innen- und Außenkasten aus. In der Fabrik wird die Masse bis zur Höhe des gußeisernen Kastens eingebracht; am Montageort nach Abschluß der Lötarbeiten wird der verbleibende Raum durch die zwei mit kleinen Deckeln (12) verschlossenen Eingußöffnungen ausgefüllt.

2. Druckgasdichte Pupinspulenmuffe (Bild 2) besteht aus Muffengehäuse (1) und (2), dem Muffengestell (3) und der Schutzhaube (4).

Muffengehäuse aus feuerverzinntem Messingblech besteht aus Unterteil (1), Oberteil (2) und Spulenhalterung (5), welche im Unterteil festgeschraubt ist. Unter- und Oberteil sind Ziehteile kreisförmigen Querschnitts mit zu Flanschen (6) abgewinkelten Rändern. Flansch des Unterteils läuft in Lötrinne aus, in die abgewinkelter Flansch des Oberteils hineinragt.

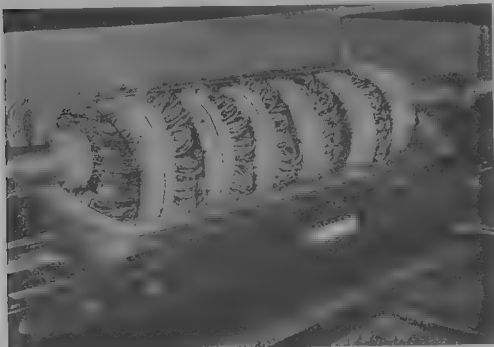


Bild 3.
Spleiß eines 1000 paarigen Kabels mit 630 bespulten Aderpaaren.

Deshalb können beide Muffenhälften gut und leicht miteinander verlötet werden. Im Flansch des Unterteils sind Schraubenbolzen (7) dicht eingesetzt die, durch Bohrungen im Flansch des aufgesetzten Oberteils hindurchragen. Ober- und Unterteil werden mit Hutmuttern (8) fest miteinander verschraubt. Da zur Überwachung des Kabels dieses selbst und sämtliche in seinem Zuge verlegten Garnituren mit Druckgas angefüllt sind, muß die Verschraubung die auf die Muffe und deren Lötnaht durch das Druckgas ausgeübten mechanischen Kräfte aufnehmen. Die Spulenhalterung (5) im Unterteil ist aus Stahlblech gefertigt. An ihrer Unterseite sind die Pupinspulen angebracht, deren Zuleitungen durch Isolierstoffleisten (9) in beiden Längsseiten der Spulenhalterung in der Reihenfolge der zugehörigen Kabelviererseile nach oben hindurchgeführt sind. Die eine Längsseite enthält die Zuleitungen für das ankommende und die andere Längsseite die für das abgehende Kabel. Dadurch ist das Spleißen der Zuleitungen mit den Kabeladern leicht und der Spleiß übersichtlich wie bei einer Verbindungsmuffe. Die Bezeichnungen der bespulten Kabelpaare befinden sich auf den Rändern der Längsseiten. Sie sind gut erkennbar und werden auch



Bild 4. Muffe auf Verlängerungsschienen.

bei den größten Spleißen nicht verdeckt, wie aus dem Bild 3 zu erkennen ist, das den Spleiß eines 1000 paarigen Kabels mit 630 bespulten Aderpaaren zeigt. Die Mitte der Spulenhalterung ist in der Kabelrichtung vertieft, zur Aufnahme des Spleißes der durchgehenden nichtpupinisierten Aderpaare.

Auf dem Muffengestell (3) ist das Muffengehäuse (1 und 2) befestigt. Das Gestell besteht aus feuerverzinktem Flach- und Profileisen und hat für die Verlegung der Muffe im Erdreich zwischen den

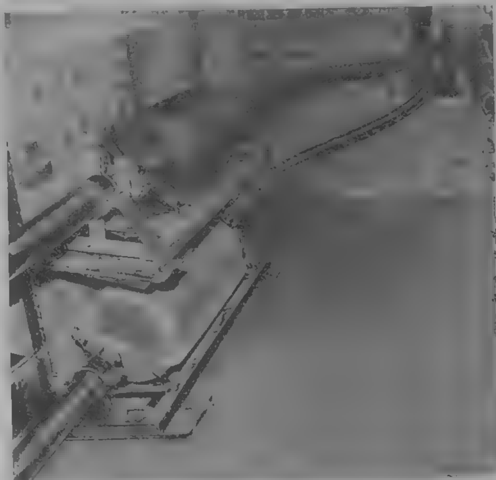


Bild 5. Pupinspulenmuffen im Schacht.

Längsschienen ein Bodenblech (10). Dadurch wird guter Stand bei geringer Bodenbelastung erreicht. Bei Schachteinbau entfällt das Bodenblech. Die Längsschienen können mit Verlängerungsschienen (11) (s. Bild 4) versehen werden, um die verschiedenen Muffengrößen I, II, III und IV in den Schächten auf die Kabelhalter legen zu können. Das im Vergleich zu den Pupinspulenkästen wesentlich kleinere Gewicht der Pupinspulenmuffen gestattet ihre Verlegung auf

den Kabelhaltern. Die Pupinspulenmuffen können deshalb wie Verbindungsmuffen im Zuge des Kabels und auch mehrfach übereinander im Schacht angeordnet werden (s. Bild 5). Mit ihnen kann deshalb der Schachtraum besser ausgenutzt werden.

Die Schutzhaube (4) aus glasfaserverstärktem Polyester wird bei der Verlegung der Muffe im Erdreich verwendet und dient zum Schutz der Muffe gegen Beschädigungen (Bild 6). Sie wird über die Muffe gestülpt und mit dem Gestell verschraubt. Sie ist so stabil, daß der Raum zwischen Muffe und Haube nicht mit Masse vergossen zu werden braucht.



Bild 6. Schutzhaube einer Pupinspulenmuffe.

3. Spulenblock, Zusammenfassung mehrerer Pupinspulen (z. B. 6 Stammspulen) in Gießharz. Aus dem Gießharz ragen Löthaken heraus zum Anlöten der Spulenzuführungen. Einzelspulen können auch in Kunststoffbecher mit Gießharz eingegossen werden

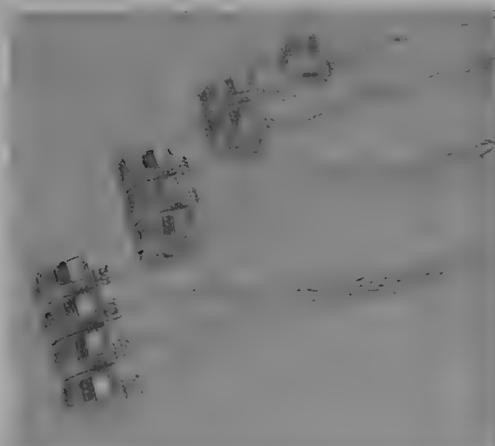


Bild 7. Spulenblock.

und mit Führungen in ihren Breitseiten in den benötigten Stückzahlen zu Spulenblöcken zusammengefaßt werden (Bild 7). Solche Spulenblöcke werden in gewöhnliche Verbindungsmuffen untergebracht (Bild 8).

4. Stumpfkabel-Pupinspulenkasten. Bei diesem Spulenkastentyp, auch Mannlochtyp (manhole-type) genannt, der sich insbesondere in den USA und in Japan durchgesetzt hat, werden Stumpfkabel in viereckige oder runde Stahlblechgehäuse eingeführt und mit den darin befindlichen Spulen verbunden. Bei kleiner Spulenzahl wird 1 Stumpfkabel, bei großer Spulenzahl werden 2 Stumpfkabel für Ein- und Ausgang verwendet. Am Montageort werden die Stumpfkabel mit den Hauptkabeln verspleißt.

5. Seekabel-Spulenmuffen. Bei den Pupinseekabeln entstand die Aufgabe, die Pupinspulen in langgestreckten Seekabel-Spulenmuffen bereits in der Fabrik in die Kabel einzuspleißen dergestalt, daß die Spulenmuffen sowie das Kabel als flexible Gebilde bei der Legung des Seekabels ohne Schwierigkeit über die Legerolle des Verlegeschiffes ausgelegt werden konnten. Der zylinderförmige Teil des Spulenstückes

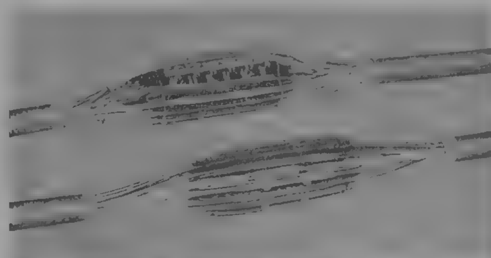


Bild 8. Spulenblock in Verbindungsmuffe.

hat naturgemäß einen größeren Durchmesser als das Kabel. Er ist von einem Bleirohr umgeben. Die Kabelmäntel werden mit diesem Bleirohr durch konische Bleiübergangsstücke durch Schweißung verbunden. Über die Übergangsstücke und den zylindrischen Teil folgen Schutzhüllen. Die Runddrahtbewehrung der angrenzenden Kabel wird über das Spulenstück von beiden Seiten bis auf die weitergehende Kabellänge geführt und — sofern der Spulenstückdurchmesser zu groß ist — durch zusätzliche Runddrähte ergänzt. Die Bewehrungsdrähte werden durch Drahtbunde so festgelegt, daß sie über den konischen Übergangsstücken und der Spulenmuffe ein tragendes Gewölbe und damit einen vollkommenen mechanischen Schutz der Seekabelmuffe bilden. Dabei bleibt aber das Seekabelspulenstück so flexibel, daß es über die Bremsrolle und die Verlegerolle laufen kann. Die Zugfestigkeit der Seekabelspulenmuffe hat mindestens den gleichen Wert wie die angrenzenden Kabel. Über der Bewehrung folgt eine äußere Schutzhülle aus Schiemannsgarn. *Wolff*

Pupinspulenpunkt → Pupinisierung.

PVC → Polyvinylchlorid.

PVC-Hart-Rohre → Kabelkanal unter 4.

Pylonantenne → Schlitzstrahler.

Q

Quadrantantenne → Rundstrahler.

Quadraturverzerrungen → Fernsehsignal-Verzerrungen.

Quantenwirkungsgrad → Photodiode.

Quantile → Dynamik.

Quantisierung nennt man in der PCM-Übertragungstechnik die Zuordnung eines analogen Abtastwertes (→ Abtastung) eines beliebigen, z. B. Sprachsignals, zu einer bestimmten Amplitudenstufe. Hierzu teilt man den gesamten Aussteuerbereich dieses Signals in eine bestimmte Anzahl von Amplitudenstufen auf. Für die Fernsprechübertragung von Sprachsignalen wählt man meist $2^7 = 128$ bzw. $2^8 = 256$ Amplitudenstufen. Die Abtastwerte des abgetasteten Signals können innerhalb des Aussteuerbereichs jeden beliebigen Wert annehmen; dieser Vielzahl verschiedener Abtastwerte steht aber nur eine beschränkte Anzahl von Amplitudenstufen gegenüber. Man erkennt, daß für alle Abtastwerte, die innerhalb des Bereichs einer Amplitudenstufe liegen, unabhängig vom genauen Abtastwert immer nur der dieser Amplitudenstufe zugeordnete Wert existiert; für mehrere Abtastwerte gibt es also nur einen »quantisierten« Abtastwert, nämlich den der zugehörigen Amplitudenstufe. Zwischen dem Abtastwert eines Signals und einer quantisierten Darstellung besteht also innerhalb der zugeordneten Amplitudenstufe eine Abweichung, die maximal halb so groß wie der Bereich einer Amplitudenstufe sein kann. Diese macht sich bei der Rückwandlung der quantisierten Darstellung in den Abtastwert bzw. in das Ausgangssignal durch eine Verzerrung (Quantisierungsverzerrung) bemerkbar. Praktisch äußert sich dies durch ein hörbares Störgeräusch. Die Bezeichnung »Geräusch« ist hier nicht ganz zutreffend, auch die Verwendung des Wortes »Quantisierungsgeräusch« statt Quantisierungsverzerrung, wie man es häufig findet, gibt den Sachverhalt falsch wieder. Die Quantisierungsverzerrung ist eher mit einem nichtharmonischen Klirren (weißes Rauschen) zu vergleichen. Angestrebt wird, die Quantisierungsverzerrung im Interesse einer guten Übertragungsqualität genügend klein zu halten. Dies kann dadurch erreicht werden, daß man die Zahl der Amplitudenstufen entsprechend der gewünschten Verringerung der Quantisierungsverzerrungen erhöht.

Je kleiner damit der einer Amplitudenstufe zugeordnete Bereich wird, desto genauer kann man »quantisieren«, d. h. die Abtastwerte den einzelnen Amplitudenstufen zuordnen.

Ein weiteres Verfahren zur Verringerung der Quantisierungsverzerrungen bzw. ihrer Auswirkungen läßt sich bei verschiedenen Signalen, z. B. auch bei Sprachsignalen, dadurch finden, daß man eine nichtlineare Stufung der Skala der Amplitudenstufe vorsieht (Kompandierung).

Da es sich bei dem beschriebenen Vorgang um eine Quantisierung der Abtastwerte hinsichtlich ihrer Amplituden handelt, spricht man auch von Amplitudenquantisierung, im Unterschied zur Zeitquantisierung → Abtastung.

Erwähnt sei noch, daß Amplitudenquantisierung und Codierung in praktisch ausgeführten PCM-Übertragungssystemen oft in den gleichen Baugruppen ausgeführt werden und daher schaltungs- sowie funktionsmäßig kaum voneinander zu trennen sind. So ist es erklärlich, daß man häufig für den gleichen Sachverhalt verschiedene Bezeichnungen findet. Für die Kennlinie der nichtlinearen Verteilung der Amplitudenstufen findet man z. B. die Bezeichnung »Quantisierungskennlinie, Kompandierungskennlinie (Kompandierung), Codierungskennlinie (→ Coder)«. Alle diese Bezeichnungen besagen jedoch das gleiche, nämlich die einem meist logarithmischen Gesetz entsprechende nichtlineare Zuordnung der Amplitudenstufen innerhalb des Aussteuerbereichs zu den Abtastwerten eines Signals. *Irmer*

Quartärgruppe (QG) »B«. »B« ist deutsches Unterscheidungs-Kennzeichen gegenüber der aus 3 Tertiärgruppen gebildeten Grund-Quartärgruppe (GQG) = 8516 bis 12 388 kHz. Im Frequenzbereich der QG »B« = 312 bis 4028 kHz sind 15 Sekundärgruppen (= 900 Kanäle) nebeneinander angeordnet; sie entsprechen der Übertragungs-Frequenzlage der SG 2 bis 16 des Systems V 960 (→ Vierdraht-TF-System). Die QG »B« wird in ihrer Basis-Frequenzlage (CCITT-Blaubuch, G. 333, Fig. 63) als Grund-Quartärgruppe bezeichnet. Die QG-Verbindung reicht von dem Punkt, an dem sie gebildet wird, bis zu dem Punkt, an dem sie aufgelöst wird, und umfaßt beide Übertragungsrichtungen. Durchschaltungen in der Basis-Frequenzlage oder auch in der Übertragungs-Frequenzlage (z. B. QG B1, B2 oder B3 des Systems V 2700, → Durchschaltetechnik) unterteilen die QG-Verbindung in QG-Abschnitte.

Quarz → Isolierstoffe.

Quarzfrequenzmarkengeber → Funkstörmeßgeräte.

Quarzoszillator → Normalfrequenz.

quasioptische Sicht → Streckenprofil.

Quecksilber, Hg Atomgewicht 200,61, ϱ 13,546, Fp −38,83° C, Kp. 357° C. Qu. ist das einzige, bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall. Es ist glänzend silberweiß. Seine Dämpfe können akute oder chronische Vergiftungserscheinungen hervorrufen. Vorkommen: gelegentlich gediegen, meist als Zinnober HgS. Gewinnung: durch Rösten des Minerals im Luftstrom, mit Eisenfeilspänen oder gebranntem Kalk und Verdichtung der abziehenden Qu.-Dämpfe. Qu. dient zum Füllen von Luftpumpen, Qu.-Dampflampen, zur Betätigung von → Gleichrichtern und als Kontaktmaterial (Quecksilberkontakte, Thermometer).

Quecksilberstrahlunterbrecher → Turbowechselrichter.

Quelle im Vektorfeld ist ein Raumpunkt oder ein Gebiet, in dem die Divergenz des Feldvektors einen positiven Wert hat. An einer solchen Stelle entspringen Feldlinien, die an den Senken (negative Quellen) wieder münden. Senken sind somit Punkte, in denen die Divergenz des Feldvektors einen negativen Wert hat. Hat das Feld eines Vektors Quellen und Senken, so beschreibt dieser Vektor ein Quellenfeld. Ein solches Feld ist z. B. das elektrostatische Feld, in dem die Feldlinien an den positiven Ladungen als Quellen entspringen und an den negativen Ladungen als Senken wieder münden. Hat das Feld eines Vektors weder Quellen noch Senken, so ist das Feld quellenfrei. Ein quellenfreies Feld beschreibt z. B. der Vektor der magnetischen Induktion (Flußdichte) $\boldsymbol{B}$, für den stets $\operatorname{div} \boldsymbol{B} = 0$. In einem quellenfreien Feld haben die Feldlinien weder Anfang noch Ende, sondern verlaufen in sich geschlossen, wie die B-Linien im magnetischen Feld. → Divergenz; → Vektorrechnung II b. Q., diskrete → Informationstheorie. Q., kontinuierliche → Informationstheorie.

Quellenspannung, Quellenstrom → Zweipol, elektrischer.

Queraufbau von Rifu-Anlagen → Richtfunkanlagen.

Querdrossel → Spannungskonstanthalter.

Querkabel → Ortsnetzaufbau.

Querleitungsbündel. Bündel, das zwei Vermittlungsstellen direkt, d. h. ohne Zwischenschaltung einer Wahlstufe miteinander verbindet. Querleitungsbündel werden meist so betrieben, daß ein Teil des angebotenen Verkehrs auf ein Überlaufbündel überfließt.

Querpolarisation → Richtcharakteristik.

Querschwingungen → Windlast.

Querstrahler. Querstrahler sind Antennen oder Antennengruppen, die vornehmlich quer zu ihrer Hauptausdehnung strahlen, wobei die Hauptstrahlrichtung in den meisten Fällen senkrecht zur Hauptausdehnung steht. Dazu gehören insbesondere kontinuierliche Gebilde wie → Flächenstrahler (Hornstrahler, Spiegelantennen, Linsenantennen) und die aus diskreten Elementen zusammengesetzten → Gruppenstrahler. Diese Elemente können Elementarstrahler oder auch Antennen mit schärferer Bündelung sein. *Koch*

Querverbindungen. Qu sind unmittelbare Fernsprechleitungen zwischen den Hauptstellen von Nebenstellenanlagen. Ausnahmsweise kann eine Qu jedoch auch auf eine Zweitnebenstellenanlage geschaltet werden. Sie gehören zu den Teilnehmereinrichtungen und wie diese zum öffentlichen Fernsprechnetz. Sie sind zu unterscheiden von den Abzweigleitungen (Abzw.), die Verbindungsleitungen von NStAnl zu Privatfernmeldeanlagen sind. Man unterscheidet zwischen RegelQu und AusnahmeQu. Bei ersteren liegen die Hauptstellen der so verbundenen NStAnl im Anschlußbereich desselben Ortsnetzes. Über die Qu kann der Sprechverkehr sämtlicher amtsberechtigter und nichtamtsberechtigter Nebenstellen der NStAnl abgewickelt werden. Besonders wenn der Sprechverkehr zwischen den Benutzern der NStAnl rege ist, bieten RegelQu den Vorteil der schnellen, die Vermittlungsstellen des öffentlichen Fernsprechdienstes umgehenden Verbindung, durch die auch der Zielbereich der nichtamtsberechtigten N erweitert wird. Neben den Mietgebühren für die im öffentlichen Netz geführten Leitungen werden für das Umgehen der von der DBP für die Allgemeinheit bereitzuhaltenden Orts- bzw. Fernvermittlungsstellen Gesprächsausfallgebühren erhoben. Bei Ausnahmequ liegen die Hauptstellen der durch sie verbundenen NStAnl im Anschlußbereich verschiedener Ortsnetze. Die Ausfallgebühren für AusnahmeQu sind nach Entfernungen gestaffelt.

Qu zwischen NStAnl, deren Hauptstellen auf demselben Grundstück liegen, können privat, teilnehmer- oder posteigen sein, wenn wenigstens eine der NStAnl entsprechender Art ist. Liegen die NStAnl auf verschiedenen Grundstücken, werden sie in der Regel von der DBP als Mietleitungen zur Verfügung gestellt. Qu können bei der Vermittlungseinrichtung der NStAnl z. B. auf Anschlußorgane für Amtsleitungen, oder auf solche für amts-, halbamts- und nichtamtsberechtigte Nebenstellen geschaltet werden, außerdem sind Sonderschaltungen mittels Querleitungsübertragungen (QuUe) möglich. Je nach den bestehenden Bedürfnissen kann also die Weitervermittlung von Qu in der ankommenden Richtung an die Abfragestelle gebunden sein; sie kann aber auch selbsttätig mittels Durchwahl erfolgen, wobei das Erreichen der Amtsleitungen bei AusnahmeQu verhindert sein muß. Das Verbinden von RegelQu ist zulässig, wenn wenigstens 2 der NStAnl demselben Inhaber gehören.

Amtsverbindungen, die bei einer NStAnl ankommen, dürfen zu der anderen NStAnl, wenn die technischen Voraussetzungen gegeben sind, über RegelQu, nicht jedoch über AusnahmeQu, weitervermittelt werden und umgekehrt. Bei solchen NStAnl kann auch über die RegelQu eine Amtsverbindung in abgehender Richtung über die andere NStAnl aufgebaut werden. Stets unzulässig ist bei NStAnl das Verbinden einer Amtsleitung über Qu mit einer anderen Amtsleitung.

Bei Durchwahlanlagen muß das Erreichen der Nebenstellen der Gegenanlage für den ankommenden Durchwahlverkehr technisch verhindert sein. Die hierfür zu Grunde liegenden Gesichtspunkte sind übertragungstechnischer Art.

Zur technischen Schaltung von Q. werden bei den NStAnl jeweils Anschlußorgane für Amtsleitungen oder Nebenstellen herangezogen. Bei der Zusammenschaltung von Regel-Q. dürfen Höchstwerte der Sende- und Empfangsbezugsdämpfung nicht überschritten werden, die Zeichengabe zum Amt muß gesichert sein. Näheres siehe technische Verwaltungsanweisungen zu Teil I Abschnitt B der Fernsprechordnung (→ Querverbindungsverkehr). *Breidt*

Querverbindungsverkehr bei Fernsprech-Nebenstellenanlagen. → Querverbindungen zwischen zwei → Nebenstellenanlagen sind im allgemeinen auf beiden

Seiten an die → Hauptstelle einer Nebenstellenanlage herangeführt. Sie können nichtamtsberechtigt und — soweit im Einzelfall zulässig — auch amtsberechtigt sein.

Querverbindungen können jedoch auch auf der einen Seite an die Hauptstelle einer Nebenstellenanlage und auf der anderen Seite an die Zweitnebenstellenanlage einer anderen Nebenstellenanlage angeschlossen sein. Dabei ist das Zusammenschalten mit den zur Hauptanlage führenden Nebenanschlußleitungen nur ausnahmsweise mit Zustimmung der OPD zulässig. Bei Wähl-Unteranlagen müssen die Querverbindungen nichtamtsberechtigt sein, oder sie verbinden auf beiden Seiten die Zweitnebenstellenanlage desselben Inhabers für den unmittelbaren Verkehr der Sprechstellen der beiden Zweitnebenstellenanlagen. Die Zweitnebenstellenanlagen können sowohl an eine als auch an verschiedene Hauptanlagen angeschlossen sein.

Die besonderen technischen Maßnahmen und Einrichtungen für die Anschaltung von Querverbindungen an eine Nebenstellenanlage zählen zur Ergänzungsausstattung. Darunter fallen auch Maßnahmen für die Leitweglenkung im Querverbindungsverkehr, z. B. Umsteuervorgänge oder Wiederholung, Unterdrückung und Umwertung von Wählimpulsen. Für die Abwicklung des Verkehrs zwischen den verbundenen Anlagen gibt es folgende Betriebsweisen:

a) Hausverkehr von den Nebenstellen der einen zu den Nebenstellen der anderen Anlage ohne und unter Mitwirken der → Abfragestelle einer oder beider Anlagen. b) Weitervermitteln ankommender Amtsverbindungen: Von der angerufenen Anlage über die Abfragestelle der Gegenanlage zu den Nebenstellen der Gegenanlage, wobei die übergeleitete Amtsverbindung einer Amtsverbindung der eigenen Anlage entspricht oder bei großen Wähl-Nebenstellenanlagen über für den Amtsverkehr einfach gerichtet betriebene Leitungen von der Abfragestelle der angerufenen Anlage ohne Mitwirken der Abfragestelle der Gegenanlage zu den Sprechstellen der Gegenanlage, wobei die übergeleitete Amtsverbindung über die Abfragestelle der angerufenen Anlage geführt ist. c) Bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl ist die Durchwahlmöglichkeit über Querverbindungen nur zur Abfragestelle der Gegenanlage und nicht zu den Nebenstellen der Gegenanlage vorgesehen. d) Das selbsttätige Herstellen von abgehenden Amtsverbindungen über Querverbindungen ist nicht erlaubt und muß technisch verhindert werden.

Posteigene Leitungen können für Querverbindungen nur in 2adriger Führung, für Ausnahmequerverbindungen auch in 4adriger Führung, zu einem oder zu beiden Endpunkten beantragt werden. Eine Mitbenutzung der Querverbindungen für andere Zwecke ist nur mit Zustimmung des BPM zulässig.

Für das Zusammenschalten von Querverbindungen mit Hauptanschlußleitungen, anderen Querverbindungen und Abzweigleitungen gelten für den jeweiligen Einzelfall besondere Vorschriften. Dabei gilt allgemein, daß:

1. Regelquerverbindungen mit Hauptanschlußleitungen zusammengeschaltet werden dürfen, wenn die schaltungstechnischen und übertragungstechnischen Vorschriften eingehalten werden,

2. das Zusammenschalten von Ausnahmequerverbindungen mit Hauptanschlußleitungen unzulässig ist und technisch verhindert werden muß,

3. Querverbindungen nur zusammengeschaltet werden dürfen, wenn die verbundenen Anlagen demselben Inhaber gehören, bzw. bei Ausnahmequerverbindungen nur bei dringendem Bedürfnis.

Das technische Verhindern unzulässiger Zusammenschaltungen kann oft schon dadurch erreicht werden, daß die Querverbindungen an Anschlußorgane in der Art wie für Amtsleitungen oder wie halbamts- oder nichtamtsberechtigte Nebenstellen geschaltet werden. Ist eine Verhinderung unzulässiger Verbindungen in dieser Weise nicht möglich, so sind besondere Schaltungsmaßnahmen zu treffen. *Paul*

Querweg, Leitungsbündel, das zwei Fernvermittlungsstellen abseits vom Regel- oder Kennzahlweg miteinander verbindet. Ein Q. beginnt an der Richtungswahlstufe einer Knoten- oder Hauptvermittlungsstelle und mündet in der Fernvermittlungsstelle am Ziel in den weiterführenden Teil des absteigenden Kennzahlweges ein. Q. sind in hierarchisch gegliederten Netzen zur Verkürzung der Wege und zur Verringerung der Zahl der Verbindungsabschnitte eingerichtet. Man findet sie in allen größeren vollautomatisierten Fernsprechnetzen der Welt. Auch im → Leitwegplan, internationalen, sind Q. (Direktwege) vorgesehen. Ihre Leitungsbündel bestehen oft aus nur wenigen Leitungen. Um sie trotzdem hoch auszulasten, werden die Leitungsbündel so betrieben, daß der Überlaufverkehr auf den Kennzahlweg oder ein anderes Bündel überfließt. Im Netz des Selbstwählferndienstes ist die Anzahl der Q. größer als die der Kennzahlwege. Entsprechend fließt der größte Teil des Fernverkehrs über Q. ab.

Quetschen. Vorwiegend angewendet bei Quetschkabelschuhen für lötfreie Verbindungen. In der neuen DIN 46234 wurden die Hülseninnendurchmesser so vergrößert, daß alle gebräuchlichen Leiter gleichen Querschnitts, ob mehr-, viel-, fein- oder feinstdrähtig, in einem Kabelschuh gleicher Normengröße hineinpassen. Die Maße der Hülseninnendurchmesser sind auf reine Erfahrungswerte aufgebaut. → Verbindungstechnik, lötfreie.

Literatur: DIN 46234/1968.

Quirlantenne → Rundstrahler.

Quittungsgabe. Empfangsbestätigung bei der Übermittlung digitaler Nachrichten, z. B. im Telegrammdienst (bei Telegrammen des Geldverkehrs, Vorrangtelegrammen), im Telexdienst und auch bei Fernschreiben in Sondernetzen. Quittung kann durch einfache Bestätigung, Wiederholen einzelner Nachrichtenteile oder ganzer Nachrichten, durch Auslösen von Signalen oder von → Kennungsgebern und durch vereinbarte Zeichen gegeben werden.

Quittungszeichen → Leitungszeichen.

R

Radaranlagen dienen zur Beobachtung von Erdzielen, Seezielen und besonders Luftzielen mit Standorten auf der Erde, in Fahrzeugen, in Schiffen und Flugzeugen (Bordradar) (→ Funkortung, → Radarziele). An Bord von Fahrzeugen und Schiffen oft als »true motion radar« zur Kollisionsverhütung. Gelegentlich auch als Radarhöhenmesser in Luftfahrzeugen. Man unterscheidet je nach Betriebsart Geräte zur »Rundumsicht« (sog. Übersichts- oder Akquisitionsradare) und zur »Zielverfolgung« von Einzel- und Mehrfachobjekten (sog. Tracking Radare). (→ Entfernungstor). Je nach Verwendungszweck liefern die Geräte unmittelbar Informationen über Radarziele nach Azimut (bei CW-Betrieb (CW = Continous Wave)); Azimut und Schrägentfernung (bei Pulsbetrieb und CW-FM); Azimut, Elevation und Schrägentfernung (Pulsbetrieb, CW-FM) und bei CW- bzw. CW-FM-Radaren zusätzlich noch die Radialkomponente der Zielgeschwindigkeit bezüglich Radarstandort. Eine Variante der CW- bzw. CW-FM-Radare und eine Kombination mit Pulsradaren stellen die Puls-Doppler-Radare dar. Letztere haben Vorteile gegenüber anderen Verfahren insbesondere bei Radarortung von tieffliegenden Zielen und infolge Reichweitenvergrößerung bei gleicher mittlerer Sendeleistung. Letztere Eigenschaft läßt Pulsdoppler-Verfahren zur Satelliten-Beobachtung besonders geeignet erscheinen. Zur Verbesserung der Entfernungsauflösung (die kurze Pulsdauer erfordert) und Erhöhung der Reichweite durch Vergrößerung der mittleren Sendeleistung (average power) bei konstanter Puls-Spitzenleistung (aus technologischen Gründen) wird die Chirp-Radartechnik oder Pulskompressionstechnik angewendet. Hierzu wird z. B. das Sendesignal (vorzugsweise linear) frequenzmoduliert. Das empfangene Signal wird durch ein dispersives Filter geleitet, innerhalb dessen die Durchlaufzeit eine Funktion der Frequenz ist. Die empfangene anteilige Energie des langen Sendeimpulses ist nach Durchlaufen des Puls-Kompressionsfilters auf einen kürzeren Impuls zusammengedrängt, der wie üblich ausgewertet werden kann. Transponder (bzw. Responder) sind Geräte vorzugsweise in oder an Radarzielen (speziell Flugzeugen). Ein Transponder sendet bei Ansprache durch ein abfragendes Radar (auf festgelegter Frequenz) ein meist kodiertes Antwortsignal (gleichfalls auf festgelegter Frequenz, jedoch etwas verschieden von der Radar-Arbeitsfrequenz), das auf dem Bildschirm des abfragenden Radars dargestellt werden kann. (Sekundärradar). Phased-Array-Radare benutzen eine aus zahlreichen Einzelstrahlern gebildete Sende- und/oder Empfangsantenne, bei denen Anordnung, Speisung und Anzahl der Einzelstrahler die Antennen-Strahlungscharakteristik bestimmen. Durch zwar gleichfrequente Erregung jedes Einzelstrahlers, aber individuell phasenverschobene Einspeisung kann die Abstrahlcharakteristik der Gesamt-Antenne (des »Array«) verändert werden. Bei Aufteilung der Einzelstrahler auf Zeilen und Spalten eines flächenhaften Antennengebildes kann die Strahlrichtung z. B. in Azimut und Elevation variiert werden.

Vorteil gegenüber mechanisch schwenkbaren Richtantennen ist die sehr schnell mögliche elektronisch steuerbare Strahlschwenkung. Mit Hilfe von Methoden der elektronischen Datenverarbeitung ist die gleichzeitige Verfolgung mehrerer konkreter Einzelradarziele in verschiedenen Richtungen bei genügend schnellem Abtastzyklus realisierbar. Üblich sind sowohl zentrale wie auch dezentralisierte Leistungserzeugung auf der Senderseite.

3-D-Radare sind Übersichtsradargeräte, die Radarziele wie üblich nach Azimut und Schrägentfernung vermessen, zusätzlich jedoch noch den Elevationswinkel der Ziele zu bestimmen gestatten. Wege hierzu sind mehrere im Elevationswinkel gestaffelte Richtantennen oder bei mechanischer Drehbewegung der Antenne (zwecks Abtastung im Azimut) zusätzliche elektronisch gesteuerte Strahlschwenkung zur Abtastung in der Elevation. *Rehbock*

Radarformel (Reichweite). Unter Verzicht auf die Ableitung der Radar-Gleichungen sei eine für die Praxis sehr einfache Beziehung angegeben. Die mit einer Radaranlage erzielbare größte Reichweite ist

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{N_s \cdot A^2 \cdot \sigma}{N_{e_{\min}} \cdot 4 \cdot \pi \cdot \lambda^2}} = \sqrt[4]{\frac{N_s}{N_{e_{\min}}} \cdot \frac{A_s \cdot A_e \cdot \sigma}{4 \cdot \pi \cdot \lambda^2}} \,.$$

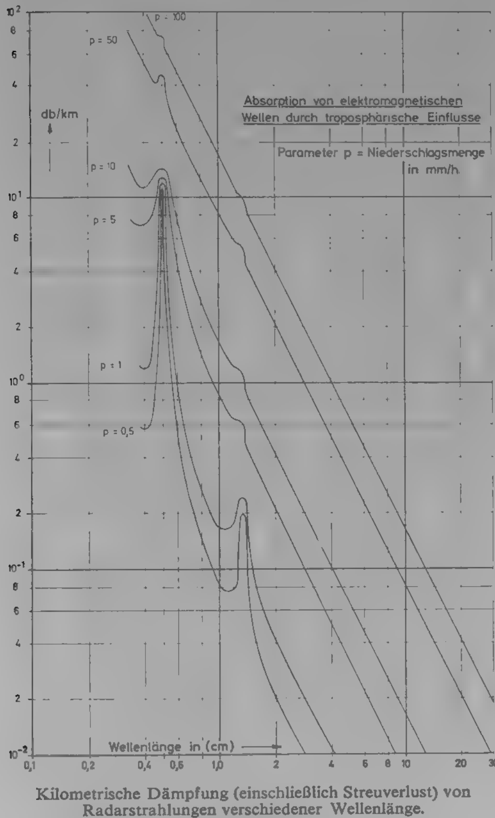
Darin bedeuten:

N_s = Sendeleistung eines Radarsenders, A = Effektive Antennenfläche für gemeinsame Sende- und Empfangsantenne, A_s = Effektive Antennenfläche der Sende-Antenne, A_e = Effektive Antennenfläche der Empfangs-Antenne, σ = Effektiver Radar-Rückstreuquerschnitt des Radarziels, λ = Betriebswellenlänge des Radars, $N_{e_{\min}}$ = Kleinste detektierbare Empfangsleistung am Radarempfänger.

Radarmeteorologie → Radiometeorologie.

Radarwellen-Ausbreitung. Für Radargeräte werden heute vorwiegend Wellenlängen in dm-, cm- und mm-Wellenbereich benutzt, also Frequenzen von etwa 400 MHz bis über 50 000 MHz und höher. Die Aussendung und der Empfang werden mit Hilfe von → Richtantennen gebündelt. Analog zum sichtbaren Licht treten Erscheinungen der Beugung und Brechung durch Inhomogenitäten auf dem Ausbreitungsweg auf. Durch Änderung der Luftdichte mit der Höhe ergibt sich ein senkrechter Gradient der Dielektrizitätskonstanten und damit eine schwache Beugung der Radarstrahlrichtung in Richtung der Erdkrümmung. In unteren atmosphärischen Schichten besonders durch Niederschlagspartikel wie Regen, Schnee und Nebel frequenzabhängige Absorption und Streuung der Strahlungsenergie. Selektive Absorptionsmaxima bei $\lambda = 1{,}35$ cm (= 22 200 MHz) durch Wasserdampf und bei $\lambda = 0{,}5$ cm (= 60 000 MHz) durch Sauerstoff. Da die in der Praxis benützten Radarfrequenzen oberhalb der Plasmafrequenzen der

Ionosphäre liegen, durchdringen sie die Ionosphäre mit frequenzabhängiger (doppelter) Brechung und nur relativ geringer Absorption (etwa um 1dB bei senkrechter Durchstrahlung). Infolge des Faraday-Effekts (bedingt durch die zumindest teilweise ionisierten Gasbestandteile in Gegenwart eines (Erd-)Magnetfeldes) wird die Schwingungsebene der Wellen, d. h. die Polarisationsebene gedreht. Wegen der Niederschlagsabsorption und der dadurch bedingten Maskierung von Radarzielen werden kürzere Wellen mit dem besseren Auflösungsvermögen vom Detail nur für kürzere Entfernungen benutzt. Beispiel: Flughafen-Rollfeld-Überwachung von etwa 2–3 km Nutzreichweite bei $\lambda = 0{,}8$ cm.



Kilometrische Dämpfung (einschließlich Streuverlust) von Radarstrahlungen verschiedener Wellenlänge.

Für Nutzreichweiten bis 30 und fast bis 100 km werden Wellenlängen etwa von 3–6 cm; für Nutzreichweiten > 100 km bis > 1000 km Wellenlängen von 10 cm–22 cm und sogar bis > 50 cm benützt. Das Bild zeigt die kilometrische Dämpfung einschließlich Streuverlust der Radarstrahlung als Funktion der Wellenlänge; als Parameter ist die stündliche Niederschlagsmenge bezogen auf Regen gewählt (→ Wellenausbreitung). *Rehbock*

Radarziele (Detektionswahrscheinlichkeit). Bei schwachen Rückstreusignalen und demzufolge verrauschten Radarempfangssignalen besteht das Problem der Radarziel-Erkennung. Durch die Festlegung eines bestimmten Signalpegels innerhalb eines verrauschten Empfangssignals kann für die Pegelüberschreitungen durch Rauschspitzen eine »Falschalarm-Rate« als Funktion der Zeit vorgegeben werden. Da nun ein Radarziel durch seine Bewegung und vielgestaltige Oberfläche in den Rückstreueigenschaften für Radarwellen starke Amplitudenschwankungen zeigt (Glitzer- oder Glint-Effekt) wird das Problem der Detektion erschwert. Durch den Abtastvorgang bei bewegter Radarsende- und Empfangsantenne mit gegebener Richtcharakteristik entsteht ein zusätzliches Zeit- und Amplitudenproblem. Mathematische bzw. physikalische Theorien zum Problem der D. wurden seit etwa 1943 entwickelt.

Radio. Zusatz hinter den Namen von Küstenfunkstellen (z. B. Norddeich Radio).

Radioastronomie. R. ist die Wissenschaft, die sich in Weiterentwicklung der klassischen optischen Astronomie mit astronomischen Untersuchungen außerhalb des optischen Frequenzbereiches befaßt. Neben dem »optischen Fenster« existiert für Frequenzen zwischen etwa 10 MHz und 30 GHz noch das sogenannte »Radiofenster« in der Atmosphäre, durch das die kosmische Radiostrahlung in diesem Frequenzbereich zur Erde gelangen kann. Die Untersuchungen dieser Strahlung und die daraus möglichen Rückschlüsse auf die als Strahlungsquelle auftretenden kosmischen Objekte sind Aufgabe der Radioastronomie. Sie wurde eingeleitet von Janski, der Anfang der dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts starke Kurzwellenstrahlung aus dem Gebiet des Milchstraßenkerns beobachtete. Bis heute hat die R., die unser Weltbild wesentlich erweitern und korrigieren konnte, bereits mehr Kenntnisse vermittelt als die optische Astronomie in den vergangenen Jahrhunderten (→ Astronomiefunkdienst).

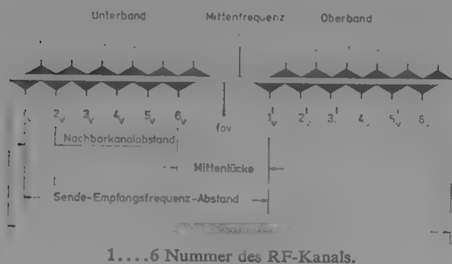
Literatur: I. S. Shkloysky, Cosmic Radio Waves, 1960 Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Radiofenster → Radioastronomie.

Radiofrequenzraster ist die systematische Anordnung der zu einem Richtfunk-Gerätetyp gehörenden Trägerfrequenzen innerhalb eines Radiofrequenzbandes (Bild 1; → Richtfunk-Frequenzbereich). Trägerfrequenz + Seitenbänder = RF-Kanal.

Einem Raster sollen alle Sendefrequenzen einer Richtfunkstelle (RifuSt) der einen Bandhälfte, alle Empfangsfrequenzen derselben Richtfunkstelle der anderen Bandhälfte angehören. Planungen mit Ober-Unterbandwechsel → Richtfunkfrequenzplanung.

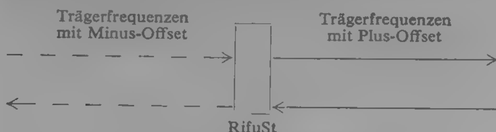
Die Aussendungen der Nachbarkanäle sind meist durch verschiedene Polarisationen entkoppelt. Ebenfalls verschieden polarisiert sind die Träger der Sende- und Empfangsrichtungen einer RifuSt (Polarisationsentkopplung).



1....6 Nummer des RF-Kanals.

Bild 1. Radiofrequenzband.

Bei Verwendung von Antennen unzureichender Rückendämpfung Offset (→ Trägerversatz) der Sende- oder Empfangsfrequenzen



Offset = 1,5faches der obersten Basisbandfrequenz bis 1/4 des Nachbarkanalabstandes

Bild 2. Gebräuchlichste Form des Offsets.

Versetzte Raster, auch Zwischenraster oder Staggerraster genannt (s. Kanäle 1_v ... 6_v im Bild 1), werden zum Betrieb zweier Funkfelder mit für Gleichkanalbetrieb nicht ausreichender Entkopplung eingesetzt. *Gierz*

Radiohorizont → Brechung, troposphärische, → Wellenausbreitung, troposphärische.

Radiointerferometer → Radioteleskope.

Radioklimatologie → Radiometeorologie.

Radiometeorologie. Wissenschaft, die sich mit den Wirkungen der nichtionisierten Schichten der Atmosphäre, insbesondere der → Troposphäre, auf die el. magn. Wellenausbreitung befaßt. Zur R. werden häufig auch die → atmosphärischen Störungen (atmospherics) und die Verwendung der Funktechnik bei der Übermittlung meteorologischer Meßwerte (Radiosonde) gerechnet. Der für die → troposphärische Wellenausbreitung entscheidende Teil der R. beschäftigt sich mit der Struktur der Brechzahl in der Troposphäre. Diese Struktur besteht in einer im Mittel stets vorhandenen Abnahme der Brechzahl n bzw. des Brechwerts N mit wachsender Höhe. Mit dünner werdender Luft nähert sich die Brechzahl ihrem Vakuumwert 1. Die Radiosonden-Daten der Wetterdienste leisten wertvolle Dienste bei der Erforschung dieser mittleren Struktur. Mit den weltweiten Ergebnissen dieses Zweiges der R. beschäftigt sich die Radioklimatologie. Radioklimatologische Daten und Weltkarten werden vom CCIR veröffentlicht. (→ troposphärische Brechung.)

Dieser mittleren Struktur sind im Einzelfall horizontal sehr ausgedehnte Schichten mit stark abweichenden N-Gradienten überlagert. Gelegentlich nimmt der modifizierte Brechwert M in einer dünnen Schicht ab anstatt zu (M-Inversion). Das ist nur möglich, wenn eine starke Temperaturinversion mit einem entsprechend starken Rückgang der Feuchte gekoppelt ist. Die verhältnismäßig trägen Radiosonden der Wetterdienste liefern bei solchen Effekten erhebliche Fehler, so daß Spezialsonden mit besonders trägheitsarmen Meßinstrumenten eingesetzt werden müssen. Ein geeignetes Meßgerät ist in diesem Fall das Mikrowellenrefraktometer, das zudem den Vorteil hat, direkt Brechwerte zu liefern. Es beruht auf der Abhängigkeit der Eigenfrequenz eines → Hohlraumresonators von der Dielektrizitätskonstanten $\varepsilon = n^2$ der Gasfüllung. Der Vergleich der Resonanzfrequenzen eines abgeschlossenen und eines von der Außenluft dauernd durchflossenen Hohlraumresonators liefert den Brechwert der Luft.

Neben den groben Schichtungseffekten wird noch eine kleinräumige, völlig unregelmäßige und fast isotrope Inhomogenität des Brechwerts beobachtet, die aus der Schichtung durch turbulente Vermischung entsteht. Sie ist die Ursache der → troposphärischen Streuausbreitung im dm- und cm-Wellenbereich. Das Mikrowellenrefraktometer hat sich bei der Erforschung dieser Inhomogenität als sehr nützlich erwiesen. Es wird an Türmen und an Flugzeugen eingesetzt.

Es hat sich gezeigt, daß auch die Streuausbreitung selbst mit Erfolg zur Erforschung dieser Feinstruktur eingesetzt werden kann, und zwar sowohl auf einer Scatterstrecke (Vorwärtsstreuung) als auch durch Messung der Rückstreuung mit Hilfe eines vertikal strahlenden Radars (Troposonde).

Das Wetterradar, aus dem sich ein neuer Forschungszweig, die Radar-Meteorologie entwickelt hat, gehört zu den radiometeorologischen Meßgeräten. Es beruht auf der Rückstreuung der Radarwellen an Regentropfen und kann um so kleinere Tropfen orten, je höher seine Frequenz ist. Das Wetterradar wird von den Wetterdiensten zur Früherkennung von Schauer- und Gewitterfronten eingesetzt. *Fehlhaber*

Radiosonde ist ein Instrument der meteorologischen Meßtechnik, das an einem mit bestimmter Wasserstoffmenge gefüllten Ballon aufgelassen, Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit, u. U. auch andere Größen mißt (Strahlung, Ozongehalt u. a.) und die Meßdaten mit Hilfe eines Senders zum Boden gibt. Die R. hat die früher verwendeten Methoden für Messungen in der freien Atmosphäre (Fesselballone, Drachen, Flugzeuge) weitgehend ersetzt. Sie ist eine Fortentwicklung der alten Methode der Sondierballone, bei der die Meßwerte eines Meteorographen erst nach dem Wiederauffinden des Instruments ausgewertet werden konnten. R. erreichen heute Höhen von über 40 km.

Sowohl für die meteorologischen Messungen als auch für die Übermittlung der Daten sind die verschiedensten Verfahren vorgeschlagen worden und in Gebrauch. Die ganze Methode ist noch neu

— die ersten Anfänge gehen auf das Jahr 1927 zurück — und deshalb noch in voller Entwicklung.

Je nach den Sendern wechseln die Empfangseinrichtungen. Will man auch den Wind in den höheren Luftschichten erfassen (Rawin-Messungen), so muß man die R. mit Radargeräten oder Radiotheodoliten verfolgen, wobei eine Station genügt, weil die Höhe des Ballons aus den gleichzeitigen Luftdruck- und Temperaturangaben berechnet werden kann. Die moderne Radiosonden-Technik arbeitet mit Auswertgeräten, die die Rechenarbeiten automatisch leisten (→ Radiometeorologie, → Troposphäre).

Literatur: Weickmann u. Keil, Über Radiosondenkonstruktionen, Berlin 1937/1939 — W. Hesse, Handbuch der Aerologie, Leipzig 1961.

Keil

Radioteleskope. R. sind — den Fernrohren bzw. Teleskopen der optischen Astronomie entsprechend — spezielle, z. T. sehr große Empfangsantennen für die kosmische Radiostrahlung (→ Radioastronomie). Das sind — wenn nur geringe Richtwirkung erforderlich ist — im unteren Frequenzbereich Anordnungen von Dipol- oder Wendelantennen, für

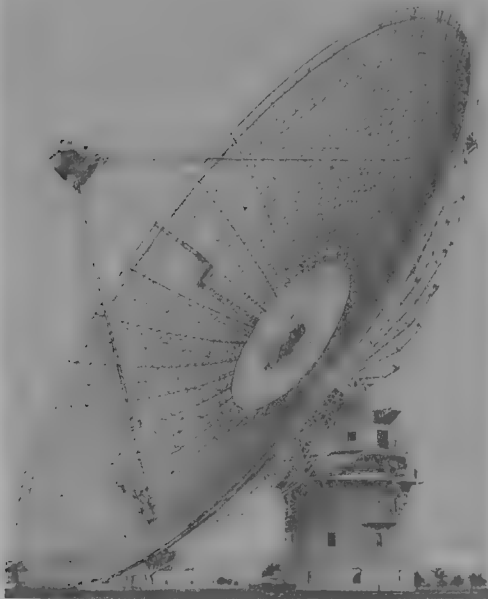


Bild 1. Radioteleskop von Parkes, Australien.
Durchmesser des Parabolreflektors: 64 m, Auflösungsvermögen: 0,23° bei 21 cm Wellenlänge.

schärfere Bündelung große, z. T. übergroße → Spiegelantennen (Bild 1). Die größte, vollbewegliche Parabolantenne ist z. Z. die von Jodrell Bank in England (Durchmesser D = 75 m, Auflösungsvermögen $\approx 70\ \lambda/D = 0{,}2°$ bei Wellenlänge $\lambda = 21$ cm). In der Bundesrepublik wird für die Sternwarte Bonn z. Z. eine vollbewegliche Parabolantenne mit 100 m Durchmesser gebaut. Die größte feststehende Spiegelantenne mit einem sphärischen Reflektor von 300 m Durchmesser steht in Aracibo (Puerto Rico); Auflösungsvermögen = 0,16° bei $\lambda = 70$ cm.

Ein Bild von der Leistungsfähigkeit solcher Großantennen gibt ihre Empfindlichkeit, die es erlaubt, noch Signale der 21 cm Wasserstofflinie von



Bild 2.
Radiointerferometer, Michelson-Stellarinterferometer (Prinzip).

10^{-25} Watt/Hz zu untersuchen (entspricht der Leistung von 1 Quant pro Sekunde auf 10 m² Antennenfläche).

Das für Radiowellen beachtliche Auflösungsvermögen dieser großen Instrumente (für Lichtwellen ist das der Teleskope um viele Zehnerpotenzen größer, z. B. bei dem 5-m-Teleskop auf dem Mount Palomar 0,021 Bogensekunde bei 6.10^{14} Hz) wird noch übertroffen durch das der Radiointerferometer. Eine aus

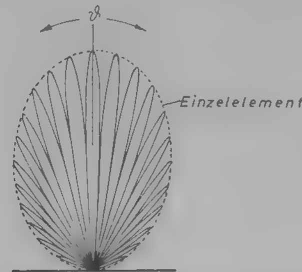


Bild 3. Richtdiagramm eines 2-Elemente-Interferometers.

2 oder mehreren Einzelantennen bestehende Empfangsanlage, bei der durch Interferenz der von den einzelnen Elementen empfangenen Signale eine Richtwirkung erzielt wird, nennt man Radiointerferometer, in Analogie zum Michelson-Stellarinterferometer der Optik (Bild 2). Die beim 2-Elemente-Interferometer auftretende Mehrdeutigkeit (Bild 3) wird beim Vielelemente-

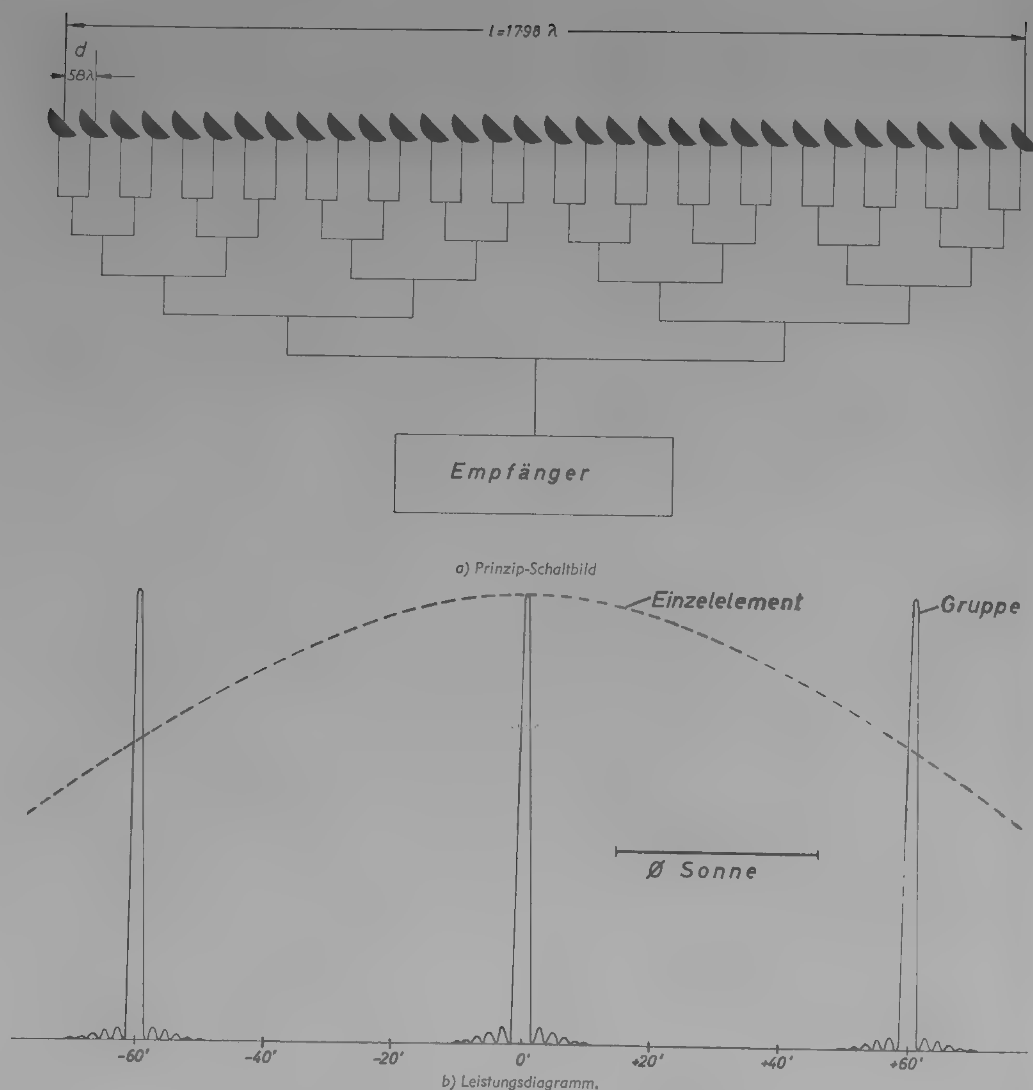


Bild 4. 32-Elemente-Interferometer (Fleurs) Australien.

Interferometer (Bild 4a u. 4b) verringert, beim Compound-Interferometer sogar ganz vermieden. Das Auflösungsvermögen ($\approx 51\ \lambda/Nd$ für $N \geqq 4$; N Zahl und d Abstand der Elemente) einer der größten solcher Anlagen in Fleurs (Australien), die aus 32 Parabolantennen von 6 m Durchmesser besteht, beträgt etwa 1,5 Bogenminuten bei $\lambda = 21$ cm. Die → Radioastronomie, für die bereits vor etwa 20 Jahren Parabolantennen von etwa 20 m Durchmesser entwickelt wurden, ist somit Wegbereiter für den Bau von Großantennen für die Funktechnik im allgemeinen und insbesondere für die Nachrichtenübertragung über Erdsatelliten und den Weltraumfunk zu Radiosonden außerhalb der Erdsphäre. Sie ist mit ihren großen Antennen auch heute noch richtungweisend für den Weltraumfunk der Zukunft.

Literatur: P. G. Mezger, Radioastronomische Meßmethoden. NTZ, Heft 12 (1960), S. 579–591 — J. H. Oort, Les Grands Radiotelescopes Modernes. Journal des Telecomunications, Vol. 30, No. 10, Octobre 1963, S. 313–320.

Koch

Radom. Ein R. (Kunstwort aus Radar und Dom, Kuppel über Radaranlagen) dient zum Schutz für Antennenanlagen gegen äußere Einflüsse. Die Materialien und der Aufbau des R. müssen so gewählt werden, daß Rückwirkungen auf das Strahlungsdiagramm der Antenne in einem möglichst großen Frequenzbereich sehr gering sind. Durchlaßdämpfung und Reflexionsdämpfung sollen klein sein. Dem Vorteil des R. als Witterungsschutz steht als wesentlicher Nachteil gegenüber, daß bei Regen zusätzliche elektrische Verluste auftreten, da je nach Stärke und Verteilung der Wassermengen auf der Oberfläche des R. die Rauschbeiträge durch dielektrische Verluste und Reflexion sich erhöhen. Verwendet werden zwei Ausführungsformen:

Das luftgestützte R., das sind kuppelförmige Hüllen aus flexiblem Kunststoff (etwa 1–2 mm Dicke), die durch Überdruck im Innenraum aufgeblasen und gehalten werden.

Das selbsttragende R., das sind Kuppeln, die durch ein starres, selbsttragendes Strebensystem gehalten werden (Strebenradom). Die Flächen zwischen den Streben sind mit dünnen (etwa 0,5 bis 1 mm) Kunststoffplatten abgedeckt.

Rahmen nennt man in der Pulsmodulationstechnik die Gesamtheit aller, zu einem Abtastzyklus gehörenden Abtastwerte mehrerer zeitmultiplex auftretender Signale. Geht man bei der → Abtastung von der Frequenz in den Zeitbereich über, indem man zu einer gegebenen Abtastfrequenz f_0 ihren Kehrwert $\frac{1}{f_0}$ bildet, so erhält man einen Zahlenwert mit der Dimension der Zeit. Beim Fernsprechkanal hat man z. B. $f_0 = 8$ kHz; hieraus $\frac{1}{f_0} = 125\ \mu\text{sec}$, d. h. bei der Abtastung eines Fernsprechkanals mit 8 kHz tritt alle 125 µsec ein Abtastwert (Amplitudenprobe) auf. In dem verbleibenden Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden, um 125 µsec gegeneinander verschobenen Abtastwerten können nun die Abtastwerte anderer Fernsprechkanäle zeitmultiplex eingeschachtelt werden. Alle Abtastwerte, die in diesem Zeitraum zwischen den beiden, zum gleichen abgetasteten Signal gehörigen und um 125 µsec gegeneinander versetzten Abtastwerten gehören, bilden den (Puls-) R. Dieser Ausdruck wird auch für die codierten quantisierten Abtastwerte in der PCM-Übertragungstechnik (→ Quantisierung, → Codierung) verwendet. Hier gibt man häufig die Zahl der Codezeichen pro Rahmen an. Für ein PCM-Übertragungssystem mit z. B. 24 Zeitkanälen mit je 8 Codezeichen erhält man durch Multiplikation dieser Zahlen 192 Codezeichen pro Rahmen, d. h. jeweils nach 192 Codezeichen beginnt ein neuer Abtast-, Quantisierungs- und Codierungszyklus.

Durch Änderung der Abtastfrequenz läßt sich der Zeitraum zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Abtastwerten eines Signals variieren. Während man beim Sprachsignal jedoch praktisch an die Abtastfrequenz von 8 kHz gebunden ist (→ Abtastung), kann man für die Abtastung vermittlungstechnischer Kennzeichen auf Grund ihrer geringen Änderungsgeschwindigkeit (→ Kennzeichenübertragung) die Abtastfrequenz z. B. für die auf einer Signalader angelieferten vermittlungstechnischen Kennzeichen erniedrigen, oder, was auf dasselbe hinausläuft, mit der gleichen Abtastfrequenz wie für Sprachübertragung mehrere Signaladern in der gleichen Zeiteinheit abtasten. Man gelangt auf diese Weise zur Vielfachrahmenbildung, die in → PCM-Übertragungssystemen für die Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen (auch teilweise der → Synchronisation) allgemein angewendet wird. *Irmer*

Rahmenantenne ist eine Antenne, die aus einer oder mehreren angenähert in der gleichen Ebene liegenden Drahtwindungen besteht oder aus Einzelelementen so zusammengesetzt ist, daß die für die Strahlung wirksamen Ströme im wesentlichen ringförmig verlaufen. Im allgemeinsten Fall ist die R. eine flache Spule von beliebiger Querschnittsform. Üblicherweise ist ihre Gesamtdrahtlänge klein gegenüber der Wellenlänge, so daß sich längs des Leiters eine im wesentlichen gleichmäßige Stromverteilung ergibt.

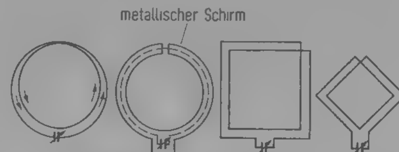
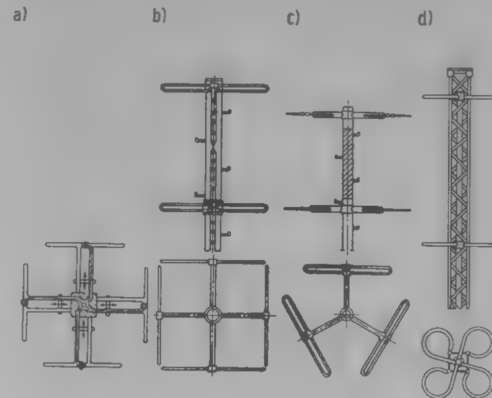


Bild 1. Grundformen der Rahmenantenne (Meinke/Gundlach).



a) (Kruckenkreuzantenne) bzw. b) quadratische Form, c) dreieckige Form, d) Kleeblattantenne

Bild 2. Ringantennen aus Einzelelementen. (Meinke/Gundlach).

In Bild 1 sind einige Grundformen der R. dargestellt. Besteht die Rahmenantenne nur aus einer Windung, so wird sie auch als Ringantenne bezeichnet.

Wegen ihres sehr schlechten Wirkungsgrades wird die gewöhnliche R. praktisch nur als Empfangsantenne verwendet. Unter den erweiterten Begriff der Ringantenne fallen auch die Anordnungen aus ringförmig verteilten, in der gleichen Ebene liegenden Einzelstrahlern (Bild 2). Bei diesen Antennen ist der Ringumfang in der Größenordnung der Wellenlänge. Die Quadratantenne ist eine symmetrische Antenne aus vier je eine viertel oder halbe Wellenlänge langen geraden Leitern, die längs den Seiten eines Quadrates angeordnet sind. Der Alford-Rahmen besteht aus vier isolierten, eine halbe Wellenlänge langen Leitern, die in einer Horizontalebene quadratisch angeordnet sind und symmetrisch an zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken des Quadrates gespeist werden. Ein Quadrat aus vier Halbwellendipolen, die vom Mittelpunkt des Quadrates aus über Symmetrierschleifen gespeist werden, wird auch als Kruckenkreuzantenne bezeichnet.

Die Kleeblattantenne ist aus drei oder vier gleichen einfachen Ringantennen aufgebaut, die in einer Horizontalebene radialsymmetrisch um eine Vertikalachse angeordnet und gleichphasig gespeist sind, so daß die Gesamtanordnung die Wirkung eines einzelnen größeren Ringes hat. *Laub*

Rahmenpeiler → Funkortung.

Raisting. Erdefunkstelle der Deutschen Bundespost bei Raisting/Obb. (Bild 1). Technische Ausrüstung: Eine ortsfeste radomgeschützte Parabolantenne (Durchmesser 25 m, Cassegrain-Prinzip, Gewinn: 61 dB bei 6 GHz, 58 dB bei 4 GHz). Eigennachführung, Programm- und Handsteuerung, 2 kW Wanderfeldröhren, Sender, parametrischer Vorverstärker (Bild 2, Bild 3).



Bild 1. Erdefunkstelle Raisting.



Bild 2. Antenne der Erdefunkstelle Raisting.

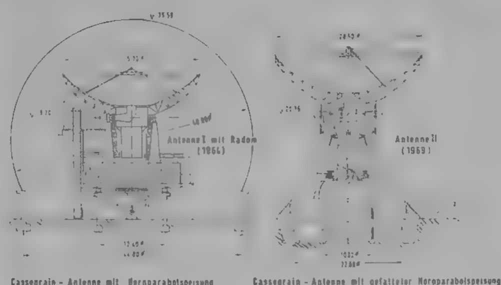


Bild 3. Antenne I und II der Erdefunkstelle Raisting.

Zweite freistehende Parabolantenne (Durchmesser 28,5 m, Cassegrain-Prinzip, Gewinn: 61,5 dB bei 6 GHz, 59 dB bei 4 GHz), Eigennachführung, Programm- und Handsteuerung, 3 kW Wanderfeldröhren, parametrische Vorverstärker (Bild 3). *Mathée*

Ramsauereffekt. Als R. wird die von Ramsauer beobachtete periodische Schwankung der Elektronendurchlässigkeit von Materie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Elektronen bezeichnet. Der R. lieferte einen ersten Hinweis auf die Wellennatur von Elektronen.

Randaussendung ist eine Aussendung, deren Frequenzspektrum über die Grenzen des für die Aussendung der Nachricht, des Signals, das einen bestimmten Frequenzbasisbereich umfaßt, erforderlichen Frequenzbereiches hinausreicht. Die Überschreitung des erforderlichen Frequenzbereiches ist meist eine Folge von Signalverzerrungen, die die Erzeugung von Schwingungen höherer Frequenz, Oberschwingungen, Kombinationsfrequenzen usw. zur Folge haben. Wird z. B. ein Sender mit einem verzerrten Signal moduliert, so erzeugen die Oberschwingungen des Signals Seitenfrequenzen, die für die Übertragung des reinen Signals nicht erforderlich sind. Die mit den Oberschwingungen zusammenhängenden R. sind bis auf bestimmte Reste zu unterdrücken.

Literatur: CCIR-Empfehlung 328 der XI. Vollversammlung Oslo 1966, Genf 1967.

Randschicht → Metall-Halbleiterkontakte.

Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen des handvermittelten Ferndienstes.

		Gebühr
1.	Notgespräche	einfach
	Staatsgespräche mit absolutem Vorrang	zehnfach
	Militärgespräche mit absolutem Vorrang	zehnfach
2.	Blitz-Staatsgespräche	zehnfach
	Blitz-Militärgespräche	zehnfach
3.	Dringende Staatsgespräche	zweifach
	Dringende Militärgespräche	zweifach
	Dringende Dienstgespräche	keine
4.	Private Blitzgespräche	zehnfach
5.	Dringende Privatgespräche	zweifach
6.	Gewöhnliche Staatsgespräche	einfach
	Gewöhnliche Militärgespräche	einfach
7.	Gewöhnliche Dienstgespräche	keine
	Gewöhnliche Privatgespräche	einfach

Berechnung der Vorranggespräche → Vorranggespräche. Auslandsgespräche, ausgenommen die des Grenzfernsprechverkehrs, haben Vorrang vor Inlandsgesprächen gleicher Dringlichkeitsstufe. Wenn in Besetztfällen im Selbstwählferndienst Gespräche handvermittelt hergestellt werden, gilt: Die Dringlichkeitsstufen 1—3 behalten ihren Vorrang; die Dringlichkeitsstufen 4—7 werden nicht anerkannt. Im Auslandsferndienst gilt:

	Gebühr
Notgespräche	einfach
Blitz-Dienstgespräche	keine
Blitz-Staatsgespräche	dreifach
Blitz-Privatgespräche	dreifach
Dringende Staatsgespräche	zweifach
Dringende Dienstgespräche	keine
Dringende Privatgespräche	zweifach
Staatsgespräche mit ausdrücklich verlangtem Vorrang	einfach
Staatsgespräche ohne Vorrang	einfach
Gewöhnliche Privatgespräche	einfach
Gewöhnliche Dienstgespräche	keine.

Wenn im Auslandsferndienst dringende Staats- und Blitzgespräche nicht zugelassen sind (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst), gilt:

Notgespräche	einfach
Dienstgespräche	keine
Staatsgespräche mit Vorrang	einfach
Staatsgespräche ohne Vorrang	einfach
Gewöhnliche Privatgespräche	einfach
Gewöhnliche Dienstgespräche	einfach.

→ Reihenfolge der Gesprächsverbindungen.

Trommer

Rangierdrähte → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Rangierfunk → Eisenbahnfunkdienst.

Rangierprüfeinrichtung → Abfrage- und Prüfeinrichtung zum Schaltverteiler.

Rangierstellwerk → Stellwerk.

Rangierstraße → Bahnhof, → Gleisbildstellwerk.

Rangierzettelblattschreiber sind Blattschreiber mit geringfügig geänderter Tastatur und schmälerem Papier. R. sind auf Rangierbahnhöfen in Ringleitungen zusammengeschaltet und dienen zur Übermittlung der Rangierzettel an die am Rangierablauf beteiligten Stellen. Sie haben keine Verbindung zum Fernschreibwählnetz. Auf dem Rangierzettel ist für jeden Wagen des zu rangierenden Zuges das Gleis angegeben, in das der Wagen zu rangieren ist.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1967.

Raster, versetzter → Radiofrequenzraster.

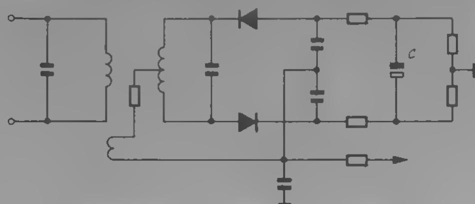
Rasterempfänger → Festfrequenz-Empfänger, mit z. B. 25 kHz, 1 kHz, 100 Hz oder 10 Hz Abstand der umschaltbaren Empfangskanäle; außer als selbständige Empfänger auch in kombinierten Sende-Empfangsgeräten (→ Transceiver) üblich. Im KW-Bereich von 1,5 ... 30 MHz sind Geräte mit bis zu 285 000 möglichen Kanälen (100-Hz-Raster) üblich. Zukünftige → Großstations-Empfänger brauchen ein 10-Hz-Raster wegen der WT-Kanäle mit kleinem Frequenzhub. R. bereiten vorzugsweise alle Empfangskanäle aus der Frequenz eines einzigen frequenzstabilen Quarzoszillators auf.

Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Rasterverzerrung → Ablenktechnik.

Ratiodetektor (Verhältnisgleichrichter) dient zur Demodulation von frequenzmodulierten Schwingungen. Der R. wandelt die Frequenzmodulation in niederfrequente Signale um und wirkt zugleich als Amplitudenbegrenzer. Wegen dieser Vorteile gegenüber anderen Diskriminatoren wird er häufig in → UKW-Empfängern eingesetzt. Seine Merkmale sind nach der im Bild gezeigten Prinzipschaltung die in Gleichtakt geschalteten Dioden und der verhältnismäßig große

Kondensator C von etwa 5 μF, der sich auf einen durch die Trägeramplitude bestimmten Wert auflädt und die Dioden vorspannt. Die niederfrequente Wechselspannung, die sich aus der Differenzspannung der von den Dioden gelieferten Augenblickspannungen bildet, wird zwischen Mittelanzapfung der Sekundärseite des Bandfilters und des Masseanschlusses abgenommen. Die amplitudenbegrenzende Wirkung erklärt sich dadurch, daß die Vorspannung der Dioden durch die Ladespannung des Kondensators C einer



Prinzipschaltbild des symmetrischen Ratiodetektors.

Änderung der HF-Amplitude am Bandfilter entgegenwirkt. Bei Amplitudenzunahme der Hochfrequenz bedämpfen die Dioden der Abstimmkreise stärker als bei Amplitudenabnahme. Diese Be- und Entdämpfung wirkt einer Amplitudenmodulation des Trägers entgegen, so daß Empfangsstörungen keine oder nur geringe Schwankungen der Niederfrequenz hervorrufen können.

Literatur: A. Nowak, F. Schilling, Empfangstechnik frequenzmodulierter Sendungen, Hannover 1955 — F. Weitzsch, Theorie des Ratiodetektors. Valvo Berichte 2 (1956) Heft 5, Telefunken Laborbuch, München 1958.

Franke

Rationalisierung ist allgemein: vernunftgemäße Gestaltung. In der Betriebswirtschaft bedeutet R. systematische Analyse von Betriebsabläufen zur Ermittlung der zweckmäßigsten Gestaltung, Ersetzen herkömmlicher Verfahren durch optimierte Verfahren. Dazu werden Methoden der → Arbeitsuntersuchungen angewandt. R. erreicht durch technische und organisatorische Verbesserungen: Beseitigen von Verlustquellen, Steigerung von Ertrag, Leistung und Qualität, Senkung von Kosten, Bestgestaltung von Arbeitsabläufen und Arbeitsbedingungen. Technische R. ist meist mit hohem Grad an Arbeitsteilung und Mechanisierung bis hin zur → Automation verbunden. Als Voraussetzung und als Hilfsmittel werden Typisierung, Normung, statistische Prüfverfahren usw. angewandt. R. im Bereich der Organisation und Verwaltung bedient sich der Mittel moderner Bürotechnik und Datenverarbeitung. Das Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) unterstützt Rationalisierungsmaßnahmen durch Beratung, Veröffentlichung und Zusammenarbeit mit dem Deutschen Normenausschuß (DNA), dem Verband für Arbeitsstudien (REFA), dem Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung (AWV) usw.

Literatur: E. Hotz und F. Reuter, Handbuch der Rationalisierung.

Rauchmelder → Meldungsgeber.

Raumakustik ist die Lehre von Schallerscheinungen in Räumen. Die geometrische Raumakustik beschäftigt sich mit der Ausbreitung von Schallwellen, entsprechend den Gesetzen der geometrischen Optik. Die statistische Raumakustik untersucht die Verteilung der Schallenergie in dem gesamten Raum. Dieser Vorgang ist sehr von der Form und Schallabsorption der Wandflächen und somit auch von der → Nachhallzeit abhängig. Bei der wellentheoretischen Raumakustik wird der Raum als schwingendes Kontinuum aufgefaßt. Seine Eigenfrequenzen f werden untersucht. Sie errechnen sich z. B. für einen Raum mit den Seiten a, b und c, die senkrecht aufeinander stehen, zu

$$f = \frac{c}{2}\sqrt{\left(\frac{n_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{n_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{n_c}{c}\right)^2}\ \ldots \text{Hz}\,.$$

$$n = 0, 1, 2 \ldots$$

Literatur: L. Cremer, Geometrische Raumakustik, statistische Raumakustik, wissenschaftliche Grundlagen der Raumakustik. Hirzel-Verlag, Leipzig, Stuttgart (1948, 1950, 1961).

Raumanforderungen F. Die R. für den Aufbau von fernmeldetechnischen Einrichtungen in Bauwerken sind nicht nur von der Menge der unterzubringenden Technik und dem zu ihrem Betrieb benötigten Personal abhängig. Sie werden zudem wesentlich von den Abmessungen und der gegenseitigen Zuordnung der bereitgestellten Räume bestimmt. Bei der DBP wurden deshalb der jeweils einzuplanenden Technik und deren betrieblichen Forderungen angepaßte Bauwerke für Wählvermittlungsstellen, Funkstellen und Verstärkerstellen entwickelt.

Wählvermittlungsstellen	Typenhäuser Fe Normengebäude FeN
Funkstellen	Typengebäude Fu Fernmeldetürme FMT
Verstärkerstellen	Typengebäude Vr

Die der Planung von typisierten Bauwerken der Fernmeldetechnik zugrunde gelegten R. wie Gebäude- und Raumabmessungen, die hochbauliche Ausführung bezüglich des Wärmedurchlaßwiderstandes der Außenwände und der → Deckentragfähigkeit und die haustechnische Ausstattung (Elektroinstallation, Beleuchtung, Heizung und Luftbehandlungsgeräte) sind bei anders gestalteten Bauwerken als Mindestanforderungen der Fernmeldetechnik zu berücksichtigen.

Raumdiversity → Diversityempfang.

Raumintegral → Integral 4.

Raumladung. Verteilung von elektrischen Ladungen im Raume. In kontinuierlichen Bereichen läßt sich eine elektrische Raumladungsdichte angeben. Zwischen dem elektrischen Potential $U\,(x, y, z)$ und der Raumladungsdichte $\varrho\,(x, y, z)$ besteht der als → Poissonsche Gleichung bekannte Zusammenhang:

$$\varrho = \varepsilon \operatorname{divgrad} U;\ U = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\int\frac{\varrho\,\mathrm{d}\tau}{r}\,,$$

wobei ε die Dielektrizitätskonstante, $d\tau = dx\,dy\,dz$ das Volumenelement des Raumes und r den Abstand zwischen $d\tau$ und dem Aufpunkt bedeutet, für den U berechnet wird.

Eine Raumladungsschicht bildet sich z. B. zwischen Gitter und Kathode einer Röhrentriode aus, insbesondere bei negativer Gittervorspannung. Die Raumladungswirkung besteht einmal in der Behinderung des Austretens weiterer Elektronen aus der Glühkathode, zum anderen in der Ausbildung einer Ladungsreserve, die bei positiv werdender Gittervorspannung den fast geradlinigen Verlauf der Röhrenkennlinie im aussteuerbaren Bereich verursacht (→ pn-Übergang).

Raumladungsdichte → Raumladung.

Raumladungsgesetz → Glimmentladung, → Raumladungsstrom.

raumladungsgesteuerte Vakuumröhre → Elektronenröhre.

Raumladungsgitter → Mehrgitterröhre.

Raumladungsgleichung, -konstante → Poissonsche Gleichung, → Raumladung, → Raumladungsstrom.

Raumladungsschicht → Raumladung.

Raumladungssteuerung. Die gittergesteuerte Vakuumröhre und die Vakuumdiode sind raumladungsgesteuerte Röhren, für deren Wirkungsweise die Steuerung eines → Raumladungsstromes durch Elektrodenspannungsänderungen notwendig ist. Die R. ist die Erzeugung einer Dichtemodulation durch zeitliches Ändern des negativen → Austrittspotentialminimums vor einer Kathode oder des negativen Potentialminimums einer virtuellen Kathode mit Hilfe der Spannungsänderung einer oder mehrerer Elektroden. Zur Berechnung der R. einer gittergesteuerten Röhre wird häufig als Ersatz für diese eine äquivalente Diode eingeführt. Sie besteht aus der Kathode der gegebenen Röhre und einer vorzugsweise am Platz des Steuergitters der gegebenen Röhre gedachten Anode, deren wirksame Spannung so gewählt ist, daß der Diodenstrom bei Annahme der Anfangsgeschwindigkeit Null mit dem Kathodenstrom der gegebenen Röhre übereinstimmt. Die an der Äquivalentdiode wirksame Spannung heißt Äquivalentspannung. Die Äquivalentspannung ist eng mit der Steuerspannung verbunden, die die Summe aus der Steuergitterspannung und dem Produkt aus der Spannung und dem Durchgriff der Anode ist. Hierbei ist bereits die innere Zusatzspannung zu berücksichtigen. Man gewinnt sie durch den gedachten Übergang des Anodendurchgriffs gegen Null als Differenz zwischen der Äquivalentspannung und der Gitterspannung für diesen Sonderfall. Damit berücksichtigt die innere Zusatzspannung in erster Linie die Anfangsgeschwindigkeit der Elektronen und die Kontaktspannung (→ Austrittspotentialminium). Die Anfangsgeschwindigkeit ruft bei der tatsächlichen Röhre ein negatives Austrittspotential hervor, das bei der äquivalenten Diode ebenso wie die Kontaktspannung nicht mehr vorausgesetzt wird.

Der nach diesen Festlegungen noch verbleibende Unterschied zwischen Äquivalent- und Steuerspannung einer Triode entsteht durch die inhomogene Einwirkung des Gitters auf die Kathode infolge des extrem stark inhomogenen Potentials in der Gitterebene. Als Maß dieser Abweichung wird die Steuerschärfe einer Triode eingeführt, die der Quotient aus der Äquivalentspannung und der Steuerspannung ist. Bei kleinen Gitterkathodenabständen muß man eine bis auf den Wert 0,3 abgesunkene Steuerschärfe in Kauf nehmen.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg/New York 1965/66 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main 1955 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.

Schnitger

Raumladungsstrom. Der im Raumladungszustand fließende Konvektionsstrom heißt R.. Das diesem Zustand entsprechende Gebiet eines Kennlinienfeldes ist das Raumladungsgebiet (→ Emissionskennlinie). Der Raumladungszustand ist durch eine Potentialverteilung im Entladungsraum vor der Kathode festgelegt, bei der alle nicht umkehrenden Elektronen dort ein negatives → Austrittspotentialminimum durchlaufen. Die Größe U_m des Austrittspotentialminimums und sein Abstand d_m von der Kathode sind durch die Gleichungen

$$U_m/U_T = -\ln I_s/I_A$$

$$d_m = 0{,}15 \cdot T^{3/4} \cdot j_A \quad (\text{Näherung für } I_s \geqq 32\, I_A)$$

gegeben, für d_m in mm, Kathodentemperatur T in 1000°K, Stromdichte j_A in mA/cm² · U_T Temperaturspannung (→ thermische Elektronenemission), I_s feldfreier thermischer Emissionsstrom (→ Emissionskennlinie), I_A Anodenstrom. Das Austrittspotentialminimum stellt sich immer gerade so ein, daß der Teil des feldfreien Emissionsstromes, der den nach dem Raumladungsgesetz zulässigen R. übersteigt, zur Kathode zurückkehrt. Hierauf beruht die → Raumladungssteuerung. Bei ihr wird eine Strommodulation durch Steuerung des Raumladungszustandes mit Hilfe der Spannungsänderung einer oder mehrerer Elektroden erzeugt. Mit einem negativ vorgespannten Steuergitter dicht vor einer Kathode läßt sich so besonders wirkungsvoll steuern, weil eine derartige Steuerung in erster Näherung keine Leistung benötigt. Für die Austrittsgeschwindigkeit Null der Elektronen lautet das Raumladungsgesetz (Integration der Poissonschen Gleichung) für eine Diode

$$I_A = K \cdot U_A^{3/2};$$

K Konstante, U_A wirksame Anodenspannung. Es ist außer für Dioden auch für Mehrelektroden-Röhren gültig, wenn alle Elektrodenspannungen proportional zur Anodenspannung geändert werden. K ist das Produkt aus der Raumladungskonstante

$K_B = 2{,}33 \cdot 10^{-6}$ A/V$^{3/2}$ und einem von der Geometrie abhängigen Zahlenfaktor G. $G = F/d^2$ für planparallele Dioden mit der Kathodenfläche F und dem Abstand d und $G = 2\pi \cdot l/r_a$ für konzentrische Zylinderdioden mit der axialen Länge l und dem Radius r_a des Anodenzylinders (Voraussetzung: Kathodenradius kleiner als $r_a/10$). Das Raumladungsgesetz hat ganz allgemein für jede Ladungsträgerströmung Bedeutung. K heißt dann Perveanz und ist in einem Röhrensystem der Quotient aus dem mittleren Konvektionsstrom und der Quadratwurzel entweder der 3. Potenz derjenigen Spannung, die der mittleren kinetischen Energie der Ladungsträger in dem gegebenen Querschnitt entspricht, oder aus der 3. Potenz einer Elektrodenspannung. Für eine Diode ist K daher die Diodenperveanz und für einen Elektronenstrahl die Strahlperveanz. Durch das Raumladungsgesetz ist die Steilheit einer Röhre begrenzt. Man bezeichnet als Steilheitskonstante den Quotienten aus der Neigung der Stromspannungskennlinie und der 3. Wurzel des Kathodenstromes einer Diode. Bei Trioden und Mehrgitterröhren wird sie als Steilheitskonstante der äquivalenten Diode (→ Raumladungssteuerung) definiert.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main 1955 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.
Schnitger

Raumladungswelle → Klystron.

Raumladungswirkung → Raumladung.

Raumladungszone → Metall-Halbleiterkontakte, → pn-Übergang.

Raumschutzanlagen. Elektrische R. melden selbsttätig das unbefugte Eindringen in die durch sie gesicherten Räume bzw. den Versuch zur Entfernung geschützter Gegenstände. Je nach Größe und Art der zu schützenden Objekte werden verschiedene Arten des Raumschutzes eingesetzt.

Kontakt-R. bestehen aus Kontakteinrichtungen als Geber, die an den zu sichernden Objekten angebracht werden, und aus einer Zentrale als Empfänger. Geber und Empfänger sind durch Leitungen miteinander verbunden. Sie werden durch Ruhestrom auf Drahtbruch und Kurzschluß überwacht. Bei unberechtigtem Eingriff wird Alarm ausgelöst. Als Geber werden verwendet: Tür- und Fensterkontakte, Fadenzugschalter, Vibrationskontakte, Druckknopf- und Fußschalter, Geheimschalter und Schaltschloß, Tresorpendel, Kontaktmatten u. a. Als Empfänger dienen Zentraleinrichtungen mit Differentialschaltung, mit Brückenschaltung oder mit Wechselstrom-Schleifenüberwachung. Sie verhindert das Außerbetriebsetzen der Zentrale durch Ersatzschaltungen. Die größeren Zentralen können für den Anschluß an vorhandene Polizei-Notrufanlagen eingerichtet werden. Zur Sicherung bewegbarer Gegenstände, insbesondere von Kunstgegenständen, wird das Objektsicherungsgerät eingesetzt, das aus zwei Magnetschaltern mit Schutzgaskontakten besteht. Der eine ist im Ruhezustand durch die Einwirkung des Magneten geschlossen und löst bei Entfernen des Magneten Alarm aus. Der andere reagiert, wenn durch Annäherung eines Ersatzmagneten der erste Schalter unwirksam gemacht werden soll. Als Zentrale kann die Gleichstrom-Brückenschaltung benutzt werden. Größere Objekte werden z. B. durch die Feld-R. gesichert. Es werden zwischen Elektroden konstante elektrische Felder erzeugt, deren Feldstärke beim Eindringen einer Person oder eines Gegenstandes verändert wird. Die Änderung löst in einer zentralen Einrichtung — dem »Raumwächter« — Alarm aus, der automatisch oder manuell über eine Polizeirufanlage an die zuständige Polizeidienststelle weitergeleitet wird. Feld-R. werden auch im Freien eingesetzt.

Geräuschmelderanlagen. Ein anderes Verfahren stellen die Geräuschmelde-Einrichtungen dar. Es werden stark vergrößerte Mikrofone benutzt (1935), um Raumgeräusche aufzunehmen. Bei Überschreiten einer Mindeststärke wird in der zentralen Stelle Alarm ausgelöst. Die G. wurden bei Banken und Sparkassen verwendet. Zur Übertragung der Alarmmeldung von den Nebenstellen und Depositenkassen dienten die Anschlußleitungen der Fernsprechnebenstellen. Nach Alarmauslösung konnte auf Abhören geschaltet werden, um die Alarmursache zu ermitteln. Eine verkleinerte, verbesserte Ausführung stellt der neue Körperschallmelder dar, der ein piezokeramisches Körperschallmikrofon enthält. An ihn können bis zu vier Zusatzmikrofone angeschlossen werden. Optische R. In den Jahren 1933 bis 1938 wurden auch optische R. eingesetzt. Durch geeignete Filter wurde nur infrarotes Licht ausgesandt. Der unsichtbare Lichtstrahl wurde rhythmisch unterbrochen, so daß der Empfänger Wechselspannung vorgegebener Frequenz empfing. Durch Anordnung von Umlenkspiegeln wurde ein guter Schutz auch größerer Räume erzielt.

Literatur: H. Goetsch, Elektrische Kassensicherungsgeräte, Taschenbuch für Fernmeldetechniker, 4. Aufl. 1929, S. 110–113 — H. Goetsch, Elektrische Raumschutz- und Kassensicherungsanlagen, Taschenbuch für Fernmeldetechniker 11. Aufl. 1950, S. 101–111 — S. Wirén, Raumschutz mit elektromagnetischen Feldern, Siemens-Z. 35 (1961), H. 1, S. 36–39 — J. Schöne, Elektrodenanordnungen bei Feldraumschutzanlagen, Siemens-Z. 36 (1962), H. 4, S. 302–304 — Biederstedt, Raumschutz von heute, Elektrojahr (1961), S. 112–115 — Stoewer, Elektrische Sicherheitsanlagen für Geldinstitute, Elektrowelt Nr. 7 (1958), S. 115–117.
Rother

Raumwellen → elektromagnetische Welle, → Wellenausbreitung, ionosphärische.

Raumwinkel, äquivalenter → Antennengewinn.

Rauschband, -paß, -sperre, Rauschbelastung → Rauschklirrmeßverfahren.

Rauschbezugstemperatur → Empfindlichkeit.

Rauschen ist ein Geräusch, das durch die Überlagerung einer großen Anzahl von Elementarstörungen gebildet wird, die zeitlich nach dem Zufall auftreten. Der zeitliche Ablauf ist unbestimmt. Aufgrund der Elektronentheorie der elektrischen Leitfähigkeit kann man sich diese Elementarstörungen als Bewegungsunregelmäßig-

keiten der Vielzahl von Elektronen vorstellen, welche den elektrischen Strom bilden. Dessen Schwankungen werden bei etwa 10^8facher Verstärkung als Rauschen akustisch wahrgenommen. Gemessen werden können nur statistische Werte: 1. Mittelwerte von $u, u^2, \ldots,$ also der Veränderlichen und ihrer Potenzen, über längere Zeiten (Zeitmittel) oder von den Werten einer größeren Anzahl verschiedener Kurven (Scharmittel). Sind die Werte (wie meist) unabhängig vom Zeitpunkt der Messung, heißt der Vorgang stationär, sind beide Werte gleich, ergodisch. 2. Wahrscheinlichkeiten dafür, daß der Augenblickswert zwischen u und $u + du$ liegt. 3. Wahrscheinlichkeiten dafür, daß $u \leq U$ oder $u \geq U$ ist (Unterschreitungs- oder Überschreitungswahrscheinlichkeiten), die zugehörigen Kurven F(U) heißen Summenhäufigkeits- oder Verteilungskurven. Die Spannung eines R. unterliegt der Gaußschen oder Normalverteilung: Wahrscheinlichkeit $p(u)$ dafür, daß u zwischen u und $u + du$ ist

$$p(u)du = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(u-\bar{u})^2}{\sigma^2}\right),$$

die Wahrscheinlichkeit $P(u)$ dafür, daß $u \leq U$ ist

$$P(u \leqq U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(U-\bar{u})/\sigma} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt.$$

In den Gleichungen ist u der Augenblickswert, $\bar{u}$ der Mittelwert der verrauschten Spannung, $\sigma^2 = \overline{(u-\bar{u})^2} = u_{\text{eff}}^2 - \bar{u}^2$, für reines Rauschen $\bar{u} = 0$. Das Integral gehört zu den tabulierten Fehlerintegralen.

Die Leistungsdichten $w(f)$ einer Rauschspannung können, z. B. bei einer → Preemphasis, beliebig frequenzabhängig sein. Ein R. heißt weißes Rauschen, wenn $w(f)$ in dem in Betracht kommenden Frequenzbereich konstant ist. Für das Rauschen eines ohmschen Widerstandes R (thermisches Widerstandsrauschen) gilt

$$w(f) = \frac{hf}{kT}\left[\exp\left(\frac{hf}{kT}\right) - 1\right]^{-1} \cdot 4\,kT \approx 4\,kT$$

($h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Ws² Planckkonstante, $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Ws/°K Boltzmannkonstante, T absolute Temperatur). Die Näherung gilt praktisch für alle in der Fernmeldetechnik vorkommenden Frequenzen.

Der konstanten Leistungsdichte $w(f) = 4\,kT$ entspricht in einem Band Δf eine effektive Rauschspannung $U_0^2 = 4\,kTR\Delta f$ und als Ersatzbild eines rauschenden Widerstandes ein rauschloser Widerstand R in Reihe mit dieser Leerlaufspannung oder eine Ableitung $G = 1/R$ mit einer Einströmung $I_0^2 = 4\,kTG\Delta f$. Die von einem rauschenden Widerstand bei Anpassung an einen angeschlossenen (rauschlosen) Empfänger abgebbare, also verfügbare Rauschleistung ist daher $P_R = kT\Delta f$, Gesamtrauschzahl. Ähnliche Ersatzbilder gelten für rauschende Vierpole, s. Literatur (→ Antennentemperatur).

Literatur: Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Berlin 1962.
Zuhrt

Rauschen von Halbleitern und Halbleiterbauelementen (HL u. HLB). Das R. von HLB setzt sich zusammen: aus dem R. des HL-Grundmaterials und der HL-Oberfläche, aus dem R. an den Kontakten und pn-Übergängen und aus dem R., das durch den speziellen Aufbau des HLB bestimmt ist (Leckrauschen u. a.).

1. Rauschen im HL-Grundmaterial und an der HL-Oberfläche. 1.1. Thermisches (NYQUIST-) Rauschen tritt in jedem Leiter auf. Das mittlere Schwankungsquadrat des thermischen Rauschstromes im Frequenzbereich Δf ist (→ Rauschen):

$$\overline{\Delta I_{th}^2} = \frac{4\,kT}{R}\Delta f \qquad k = \text{Boltzmann-Faktor}, \; T = \text{abs. Temp.}$$

1.2. Stromrauschen (Stromverteilungsrauschen) tritt in jedem Leiter unter dem Einfluß eines elektrischen Stromes I auf. Das mittlere Schwankungsquadrat ist

$$\overline{\Delta I_{St}^2} = \frac{I^2}{n^2}\,\overline{\Delta n^2}$$

und verschwindet mit dem Strom I. Es entsteht durch Schwankungen Δn der Ladungsträgerkonzentration n. Die Schwankungen haben verschiedene Ursachen: Die Generation von Ladungsträgern aus Störstellen in das Leitungs- bzw. Valenzband und die Rekombination von Ladungsträgern untereinander (Elektron-Loch-Rek.) und mit Störstellen (typischer HL-Effekt). Das Aus- und Eintreten von Ladungsträgern an den Kontakten (Schrotrauschen — engl.: shot noise). Diese Ursache ruft auch einen Teil des Rauschens von Dioden und Transistoren hervor. Eine Reihe von Mechanismen, die z. T. noch ungeklärt sind, die zu einer $1/f$-Abhängigkeit des Rauschfaktors führen (Funkelrauschen). Die durch Oberflächeneinflüsse hervorgerufenen Schwankungserscheinungen haben einen großen Einfluß auf das $1/f$-Rauschen von HLB.

2. Rauschen in pn-Übergängen und HL-Dioden. 2.1. Das Generations- und Rekombinationsrauschen ist verstärkt, da bei Strombelastung im pn-Übergang und in den anschließenden Bahngebieten eine gegenüber einem homogenen HL verstärkte Rekombination entsteht. 2.2. Das Durchbruchsrauschen tritt bei Belastung eines pn-Übergangs in Sperrichtung auf. Es entsteht durch die Generation von Ladungsträgern unter dem Einfluß des bei Sperrbelastung hohen Feldes im pn-Übergang. 2.3. Das Schrotrauschen hat neben den in 1.2. erwähnten Ursachen (Kontaktrauschen) drei weitere durch den pn-Übergang bedingte Ursachen. Ein Elektron, das vom n- bis p-Gebiet eintritt, erzeugt einen Stromimpuls.

Da diese Übertritte ungeordnet und zufällig sind, tragen sie zum Rauschen bei. Ein Elektron, das vom n- ins p-Gebiet eintritt und wieder ins n-Gebiet zurückkehrt, erzeugt zwei Stromimpulse entgegengesetzter Polarität und mit einem zeitlichen Abstand, der die Kompensation der beiden Impulse verhindert. Ein Elektron, das vom p-Gebiet ins n-Gebiet eintritt, erzeugt einen Stromimpuls, dessen Polarität der Polarität des Impulses eines Elektrons, das vom n- ins p-Gebiet eintritt, entgegengesetzt ist. Die gleichen Betrachtungen gelten sinngemäß für Löcher. 2.4. Das

Funkelrauschen (1/*f*-Rauschen). Das Funkelrauschen in pn-Übergängen hat zwei Ursachen: Die Rekombination von Ladungsträgern an den HL-Oberflächen. An HL-Oberflächen befinden sich i. a. zwei Typen von Oberflächenzuständen: schnelle und langsame Zustände. Die Minoritäten rekombinieren mit den schnellen, die Majoritäten mit den langsamen Zuständen. Die wechselnde Besetzung der langsamen Zustände verändert die Leitfähigkeit des Grundmaterials und ist damit Ursache für einen Teil des 1/*f*-Rauschens des HL-Grundmaterials. Die in den schnellen Zuständen »verschwindenden« Minoritäten beeinflussen den (von Minoritäten getragenen) Strom durch den pn-Übergang und damit ebenfalls das Rauschen. Die Leckströme. An den Oberflächen der HLB, besonders dort, wo ein pn-Übergang an die Oberfläche stößt, entstehen Nebenschlüsse, deren Leitfähigkeit und Rauschen mit steigender Spannung (besonders bei Sperrspannung) stark zunimmt. Das Funkelrauschen wird wesentlich durch die Oberfläche bestimmt, deren Eigenschaften sich aus den Einflüssen der umgebenden Atmosphäre ergeben. Eine geeignete Behandlung der Oberfläche (z. B. → Planartechnik, Planartransistor) kann das Funkelrauschen gegenüber dem Rauschen aus anderen Ursachen vernachlässigbar machen.

3. Rauschen in Transistoren. Zu den unter 1. und 2. aufgeführten Rauschursachen kommen in Transistoren einige weitere Ursachen. Der Anteil der verschiedenen Rauschquellen am Gesamtrauschen richtet sich nach dem Transistortyp (Flächentransistor mit Minoritäten, Feldeffekttransistor mit Majoritäten als Stromträgern, Art der Oberflächenbehandlung). 3.1. Flächentransistoren. Die Rauschquellen im Flächentransistor sind: a) Das Schrotrauschen. Zu den unter 2.3. aufgezählten Ursachen des Schrotrauschens kommen zwei weitere: 1. Ladungsträger (Minoritäten i. d. Basis), die vom Emitter über die Basis in den Kollektor gelangen, und 2. Minoritäten, die in der Basis erzeugt werden und zum Kollektor gelangen, erzeugen Stromimpulse, die zum Rauschen einen Beitrag liefern. b) Das Funkelrauschen, das die gleichen Ursachen wie in der Diode (s. 2.4.) hat. Das Rauschen im Flächentransistor ist im wesentlichen ein Rauschen der Minoritätsladungsträger. 3.2. Feldeffekttransistoren. Das Rauschen ist durch die Majoritätsträger bedingt. Den Hauptanteil liefert das thermische Rauschen (s. 1.1.) des Ausgangswiderstandes. 3.3. Rauschfaktor *F*. Zur Kennzeichnung der Rauscheigenschaften eines Transistors dient (für eine bestimmte Frequenz und einen bestimmten Arbeitspunkt) der Rauschfaktor *F* (→ Rauschzahl):

$$F = \frac{\text{Eingangsstörabstand}}{\text{Ausgangsstörabstand}} = \frac{N_1/n_1}{N_2/n_2}.$$

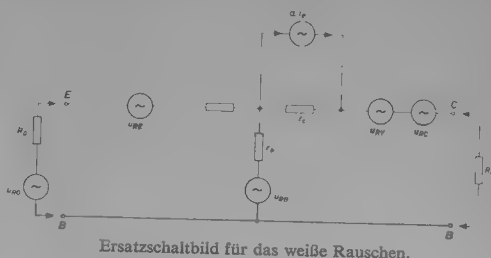
(N_1 = Eingangsnutzsignal, n_1 = Eingangsstörsignal, N_2 = Ausgangsnutzsignal = $N_1 \cdot v$, v = Verstärkung, $n_2 = (n_1 + n_z)v$; n_z = Zusatzrauschen des Transistors) Damit wird

$$F = \frac{n_1 + n_z}{n_1} = \frac{\text{Rauschleistung am Ausgang}}{\text{Rauschleistung am Eingang}}.$$

Häufig wird die Rauschzahl in dB angegeben. Hier gilt wie üblich

$$F/\text{dB} = 20 \log F.$$

Das Experiment ergibt folgende Abhängigkeit des Rauschfaktors *F* von der Frequenz und vom Strom: Bei niedrigen Frequenzen herrscht das 1/*f*-Rauschen vor, das nach 2.4. weitgehend unterdrückt werden kann. Über einen weiten Bereich beobachtet man »weißes« Rauschen und danach wieder eine Zunahme von *F*, im wesentlichen bedingt durch die Abnahme der Signalverstärkung, wodurch die am Ausgang des Transistors lokalisierten Rauschquellen (1.2.) stärker zur Geltung kommen. Für das weiße Rauschen kann ein Ersatzschaltbild (s. Bild)



Ersatzschaltbild für das weiße Rauschen.

angegeben und aus ihm der Rauschfaktor *F* berechnet werden. Das Ersatzschaltbild umfaßt 4 Rauschspannungsquellen, deren mittleres Rauschspannungsquadrat aus den Transistordaten berechnet werden kann. u_{RE} ist die durch die Trägerdiffusion (2.3.) bedingte Rauschspannung des Emitters. Es gilt

$$\overline{u^2_{RE}} = 2\,kT\Delta f r_e,$$

u_{RC} ist die durch Feldionisation (2.2.) und Leckströme (2.4.) hervorgerufene Rauschspannung des Kollektors:

$$\overline{u^2_{RC}} = 2\,e\,\Delta f\,I_{CBO}\,r^2_e,$$

u_{RV} ist die durch das Stromrauschen bedingte Rauschspannung:

$$\overline{u^2_{RV}} = 2\,e\,\Delta f\,I_E\,\alpha_0\,(1 - \alpha_0)\,r^2_c,$$

u_{RB} ist die thermische Rauschspannung des Basisbahnwiderstandes r_b:

$$\overline{u^2_{RB}} = 4\,kT\Delta f r_b.$$

Daraus folgt für den Rauschfaktor *F* im Bereich des weißen Rauschens

$$F = \frac{1}{R_0}\left\{R_0 + r_b + \frac{r_e}{2} + \frac{(R_0 + r_b + r_e)^2}{2\,r_e\,\alpha_0}\left[\frac{I_{CBO}}{I_E} + \alpha_0\,(1 - \alpha_0)\right]\right\}.$$

Der Rauschfaktor *F* durchläuft in Abhängigkeit sowohl vom Emitterstrom I_E wie vom Generatorwiderstand R_0 ein Minimum, so daß Verstärker mit minimalem weißen Rauschen dimensioniert werden können.

Literatur: Van der Ziel, Fluctuation Phenomena in Semiconductors, Butterworths, London, 1959.

Heime

Rauschfaktor → Rauschen von Halbleitern 3.3.

Rauschgenerator. Generator, der ein nur statistisch beschreibbares Signal abgibt. Dieses wird durch die Verteilungsfunktion der Momentanwerte sowie durch die im Signal enthaltenen Frequenzen beschrieben. Rauschgeneratoren im engeren Sinn liefern »weißes« Rauschen, bei dem alle Frequenzen innerhalb des Arbeitsbereiches gleich stark vertreten sind (»weiß« in Analogie zum sichtbaren Licht) und dessen Momentanwerte der Gaußschen Normalverteilung gehorchen.

Als Rauschquellen werden verwendet: 1. Widerstände, die gegebenenfalls erhitzt werden und damit eine zwar kleine, aber exakt definierte Leistung abgeben können. 2. Rauschdioden, das sind Hochvakuumdioden mit Metallkatode, deren verfügbare Rauschleistung im Sättigungsgebiet proportional zum Diodengleichstrom ist und deshalb sehr einfach gemessen werden kann. Die Verwendung ist infolge endlicher Elektronenlaufzeit auf Frequenzen bis etwa 300 MHz beschränkt. 3. Gasentladungen (Plasma); die Rauschleistung ist durch die »Elektronentemperatur« des Gases gegeben und liegt in der Größenordnung 10 000 bis 20 000°K. Die R. nach diesem Prinzip werden in der Mikrowellentechnik bis zu höchsten Frequenzen eingesetzt. 4. Halbleiter, insbesondere Dioden und Zenerdioden. Letztere geben aufgrund von Mikroplasmaentladungen relativ hohe Rauschleistung ab, sind aber nicht sehr stabil; Verwendung bis einige 100 MHz. In der Regel sind die natürlichen Rauschleistungen zu klein und müssen im Breitbandverstärker verstärkt und gegebenenfalls gefiltert werden.

Anwendung: Für die Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern (Bestimmung der Rauschzahl) eignen sich R. mit kleiner, definierter Leistung. Die Eichung des R. wird dann üblicherweise in $k\,T_0$ vorgenommen.

Größere Leistungen werden in der Akustik, insbesondere der Bauakustik, benötigt. Wertvoll ist bei solchen Untersuchungen ein $1/\sqrt{f}$-Frequenzgang des Rauschens. Dadurch fallen gleich große Leistungen in relativ gleiche Frequenzintervalle (Oktave, Terz). In der Regelungstechnik, bei der Korrelationsanalyse, zur Untersuchung von Schwingungsvorgängen (Simulation von Fahrbahnstößen, Lautsprecherprüfung) werden ebenfalls R. eingesetzt. Schließlich benötigt die Übertragungstechnik R. zur definierten Nachbildung eines ganzen Basisbandes oder auch eines Einzelsprechers, wobei Bewertungsfilter die Frequenzverteilung der Sprache annähern. Die Audiologie benötigt ebenfalls Generatoren als Standardquelle für entsprechende Untersuchungen.

Eine Sonderstellung nehmen Generatoren ein, die eine nicht periodische Folge von Impulsen gleicher oder verschieden gestufter Amplitude abgeben (Markoff-Generatoren). Die Impulse können beliebige Längen besitzen oder aber nur ein Vielfaches einer bestimmten Zeit T, also T, $2\,T$, $3\,T$ usw. Auch kann anstelle der statistischen Impulsfolge eine Folge mit genügend langer Periode treten, die sich in Schieberegistern einfach gewinnen läßt. Solche »pseudostatistischen« Signale sind einerseits determiniert, andererseits lassen sich mit ihnen praktisch alle Untersuchungen, die ein statistisches Signal erfordern, ausführen. (→Rauschpegelsender; →Rauschklirrmessung).

Literatur: H. Schneider, Ein Niederfrequenz-Rauschspannungs-Meßsender. Funk u. Ton 5 (1951), S. 337—343 — H. Johnson und K. H. Deremer, Gaseous Discharge Super-High-Frequency Noise Source. Proc. IRE (1951), S. 908—913 — H. Melchior und M. J. O. Strutt, Messung und Deutung extrem hoher Rauschtemperaturen von Siliziumdioden im Durchlaßbereich. Z. f. Naturforschung 19a (1964), S. 563—572 — H. Schäfer, Erzeugung einer willkürlichen Binärfolge mit integrierten Schaltkreisen. Int. Elektr. Rundschau 21 (1967), S. 139—142. *Schuon*

Rauschklirrmeßplatz. Meßplatz für → Rauschklirrmessungen, bestehend aus dem Sendeteil mit → Rauschpegelsender und Bandsperrenfilter und dem Empfangsteil mit → Rauschpegelmesser (meist mit Selektiv- und Breitband-Empfänger) sowie den dem Selektiv-Empfänger vorgeschalteten Bandpaßfiltern (Vorfilter), die den Selektiv-Empfänger vor Übersteuerung durch Signale außerhalb seines Empfangsbandes schützen.

Es gibt R., die für Messungen an Kabel- und Richtfunksystemen geeignet sind und dementsprechend für den Frequenzbereich der dort üblichen → Basisbänder ausgelegt sind (6 kHz ... 12,4 MHz/60 MHz). Die Meßfrequenzen (= Bandmitten der Sperren und Vorfilter) sind durch CCIR-Empfehlungen festgelegt.

Verschiedene Ausführungen von R. sind gebräuchlich, die dem jeweiligen Meßzweck angepaßt sind. Es gibt R., die zur Messung des Signal-Geräuschabstandes (absolute Messung) oder nur zum Messen des Rauschleistungsabstandes (relative Messung) oder aber zur Dauerüberwachung von Funkstrecken bestimmt sind bzw. für alle drei Meßmethoden vorgesehen sind. Andere R. sind für Messungen an den einzelnen Sprachkanälen bestimmt und haben deshalb einen Frequenzbereich von 300 Hz ... 3400 Hz.

Literatur: CCIR, Grünbuch (Oslo 1966), Vol. IV, Part 1. Rec. 398-1 und Rec. 399-1 — Gorgio de Lotto, Apparecchiatura per misure d'intermodulazione su ponti radio pluricanali. Alta Frequenza 25 (1956), S. 411—435 — M. Niedereder, Ein Rauschklirr-Meßplatz für Vielkanal-Fernsprechsysteme. Siemens-Z. 36 (1962), S. 170—175 — D. Buhtz und K. Pfeiffer, Ein neuer Rauschklirr-Meßplatz für Vielkanal-Fernsprechsysteme. Siemens-Z. 40 (1966), S. 553—557 — A. Socolovsky, White Noise Loading Tests Multiplex Telephone Channels. EDN (1964), August, S. 78—80. *Schuon*

Rauschklirrmessung, -meßverfahren. Verfahren für die drahtgebundene und drahtlose Übertragungstechnik (z. B. Fernsprechübertragung), mit dem die Qualität des Systems bei Mehrkanalübertragung bestimmt werden kann. Gemessen wird die Geräuschleistung in einem nicht benutzten Gesprächskanal. Die Ursachen für das Geräusch sind 1. das thermische Rauschen der Wirkwiderstände und aktiven Schaltungen im Übertragungsweg, aber auch atmosphärisches und kosmisches Rauschen bei Funkübertragung. Diese Störungen können unter dem Begriff »Grundgeräusch« zusammengefaßt werden, da sie ständig — mehr oder weniger stark — vorhanden sind. Demgegenüber hängt 2. das »Intermodulationsgeräusch« von der Belegung des Übertragungssystemes ab. Bei hoher Belastung entstehen an den immer vorhandenen Nichtlinearitäten (Verstärker, Modulatoren usw.) aus den angelegten Frequenzen

Misch- und Klirrprodukte, also neue Frequenzen, die in einem unbenutzten Kanal als Störgeräusch gemessen werden können.

Praktisch werden zwei Verfahren angewandt:

a) Außerbandmessung (hauptsächlich bei in Dienst-Betrieb befindlichen Richtfunkanlagen) zur Betriebsüberwachung (Bild 1).

Gemessen wird das Geräusch in einem Kanal oder zwei Kanälen, die dicht oberhalb oder unterhalb des → Basisbandes liegen. Um ausschließlich auf der Übertragungsstrecke, also erst im Prüfling X entstehende Geräusche zu messen, müssen vor den Prüfling Bandsperrfilter geschaltet werden, die die betreffenden Meßkanäle am Prüflings-Eingang von

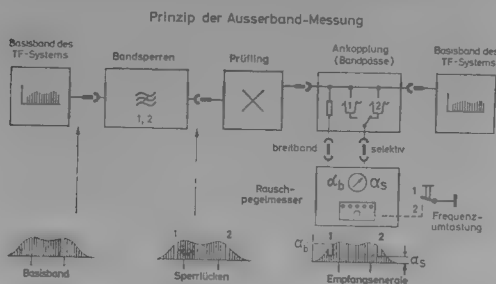


Bild 1.

vorhandenen Störungen befreien. Als Empfänger dient ein → Rauschpegelmesser, der über Weichen oder Entkopplungsschaltungen an das System angeschlossen ist und gewöhnlich aus einem hochempfindlichen selektiven Pegelmesser und einem weniger empfindlichen Breitband-Pegelmesser besteht. Mit letzterem wird die Gesamt-Belegung des Basisbandes gemessen, von der das Intermodulationsgeräusch abhängt. Die Außerbandmessung erfordert einen eichbaren Empfänger. Angezeigt wird die Geräuschleistung in pW oder dBm; werden diese Leistungen auf den Kanalpegel bezogen, in pWO oder dBmO.

Häufig wird eine gehörrichtige (psophometrische) Bewertung des Meßergebnisses vorgezogen, die Einheiten lauten dann pWOp bzw. dBmOp. Die gehörrichtige Bewertung berücksichtigt die geringere Empfindlichkeit des Ohres für hohe und tiefe Frequenzen innerhalb des Sprachkanals. Das Ohr empfindet also ein im Kanal gleichmäßig verteiltes Geräusch schwächer als z. B. einen 1000-Hz-Sinuston gleicher Leistung. Der Unterschied beträgt je nach Festlegung (Bewertungskurve) zwei bis drei dB. Die Außerbandmessung ermöglicht die Dauerüberwachung von Anlagen, insbesondere wenn die Geräuschleistungen registriert werden (Schreiber, Klassiergeräte mit Zähler usw.). Zur Außerbandmessung ist auch die Dauerregistrierung des Geräusches in gesprächsfreien Lücken des Basisbandes zu rechnen.

b) Innerbandmessung (Übertragungssystem außer Dienstbetrieb) (Bild 2). Die fehlende Belastung des Systems am Eingang des Prüflings durch die Basisbandleistung wird jetzt durch die Leistung eines Rauschpegelsenders ersetzt, der innerhalb des Basisbandfrequenzbereiches gleichmäßig verteiltes, sogenanntes → weißes Rauschen abgibt. Die Verteilung der Momentanwerte gehorcht der Gauss'schen Normalverteilung. Unter diesen Bedingungen simuliert das Rauschsignal weitgehend das mit Gesprächen belegte Basisband. Mehrere (meist 3) nachgeschaltete Bandsperrfilter sorgen dafür, daß in die Meßkanäle, die nun innerhalb des Basisbandes liegen, kein Rauschen eindringt. Aus der Frequenzabhängigkeit der empfangenen Geräuschleistung lassen sich Schlüsse auf die Entstehungsursachen und eventuelle Fehleinstellungen des Systems ziehen. Die Abhängigkeit des Geräusches von der Systembelastung, also vom zugeführten Rauschpegel, gibt Auskunft über den Anteil des Grundgeräusches und des zusätzlichen Intermodulationsgeräusches sowie über die Ordnung der Misch- oder Klirrprodukte. In der Praxis haben sich zwei Meßarten durchgesetzt: Bei der Messung des Signal-Geräuschabstandes wird die Geräuschleistung auf den Kanalpegel bezogen und in pWO oder dBmO angegeben. (Ein Geräusch von −80 dBm ≙ 10 pW wird bei einem Kanalpegel von −20 dBm als −60 dBmO ≙ 1000 pWO abgelesen).

Der Empfänger muß also absolut eichbar sein und Rechenhilfen bieten, die den Kanalpegel am Meßpunkt berücksichtigen. Damit können Rauschleistungen, die an verschiedenen Orten gemessen werden, addiert werden, um ihre Gesamtwirkung am Übertragungsende vorauszusagen.

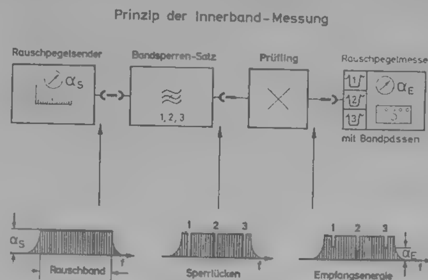


Bild 2.

Vergleicht man dagegen das mit Sperrfilter gemessene Geräusch mit dem Geräusch, das sich ohne Sperrfilter am Meßort ergibt, so erhält man den Rauschleistungsabstand (Noise Power Ratio, NPR). Diese Größe kann auch ohne geeichten Empfänger gemessen werden, ist aber ohne zusätzliche Umrechnungen nicht sehr aussagekräftig. Vorteilhaft ist aber, daß nicht auf einen theoretischen Kanalpegel bezogen wird — (der tatsächliche kann davon abweichen) — sondern auf das wirklich übertragene Geräusch, das zu dem tatsächlichen Kanalpegel in bestimmtem Verhältnis steht. Sofern also mit größeren Schwankungen des Kanalpegels gerechnet werden muß, ist die »NPR-Messung« vorteilhafter, allerdings eignet sie sich nicht zur Dauerüberwachung (Außerbandmessung) und erfordert Zugang zu den Sperr-

filtern, die überbrückbar sein müssen. Die Rauschklirrmessung hat durch die Empfehlungen des CCIR/CCITT eine Standardisierung erfahren.

Abwandlungen der klassischen Rauschklirrmessung werden bei der Prüfung von Kanalumsetzern angewandt, z. B. werden bei insgesamt 12 Kanälen 11 beliebige Kanäle mit nicht kohärentem Rauschen gespeist und im 12. Kanal das Intermodulationsgeräusch gemessen. Bei der PCM-Übertragungstechnik ist geplant, den unteren Teil des Sprachbandes eines Kanals (etwa 300 bis 500 Hz) mit Rauschen zu belasten und am Empfangsort im restlichen Teil (600 ... 3400 Hz) das Geräusch zu messen, das jetzt hauptsächlich als Quantisierungsgeräusch auftritt.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die R. ist die wichtigste Systemmessung in der Richtfunktechnik. Da bei allen Vielkanalsystemen kein einfacher Zusammenhang zwischen den Verzerrungen einer Sinusspannung und den Klirrgeräuschen, die ein Vielkanalsignal erzeugt, besteht, lassen Messungen mit Sinusspannungen nur näherungsweise eine Beurteilung der Systemeigenschaften zu. Dagegen sind direkte und unzweideutige Messungen mit einer Rauschbelastung möglich. Dabei wird auf den Systemeingang weißes Rauschen von der Bandbreite und der Leistung gegeben, wie sie den im praktischen Betrieb vorkommenden Belastungen entsprechen. Dabei gilt für Systeme mit mehr als $N = 240$ Fernsprechkanälen ein äquivalenter Rauschpegel von

$$P_R = (-15 + 10 \log N) \text{ dBmO}$$

und für Systeme mit weniger als 240 Fernsprechkanälen

$$P_R = (-1 + 4 \log N) \text{ dBmO.}$$

Dieser Wert ist bezogen auf den relativen Pegel 0 der Systeme. Das Schema der Messung zeigt das Bild. Aus dem Rauschband werden durch Bandsperren nacheinander schmale Bänder am unteren und oberen Ende sowie in der Mitte des Basisbandes herausgefiltert. Die Mittenfrequenzen der Meßkanäle und deren Breite sind in CCIR-Empfehlungen definiert. Die derartig hergestellten Lücken im Rauschsignal müssen so schmal sein, daß die Gesamtenergie der Belegung dadurch nicht geändert wird. Nach dem Durchgang durch das zu messende System durchläuft das Signal einen Bandpaß, der die gleichen Frequenzen hat wie die Bandsperren und der nur die Energie innerhalb dieser Lücken durchläßt. Gemessen wird einmal ohne Rauschbelastung des Systems und dann bei Belastung. Die Differenz der Geräuschleistungen bei beiden Messungen ist ein direktes Maß für das Intermodulationsgeräusch (→ Richtfunkverbindungen), das die Nichtlinearitäten verursachen. Der Meßwert ohne Belastung stellt das belegungsunabhängige Grundgeräusch dar (Gesamtgeräusch bei → Richtfunkverbindungen). Die Geräuschwerte werden gewöhnlich in pW (das ist der 10^9-te Teil des Signalmeßpegels), psophometrisch bewertet, für einen Fernsprechkanal angegeben. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen einer Innerband- und einer Außerbandmessung. Die Außerbandmeßkanäle haben den Zweck, daß auch während des Betriebes die Streckengeräusche gemessen und überwacht werden können.

Das R. ist zweifellos die zutreffendste Prüfung eines Richtfunksystems, weil alle Geräuscharten ohne Einschränkung erfaßt werden. Allerdings gestattet diese Messung durch ihre integrale Anzeige nicht mehr, die Ursachen und Herkunft der Geräusche zu erkennen.

Literatur: R. White and J. S. Whyte, Equipment for Measurement of Inter-Channel Crosstalk and Noise on Broadband Multi-Channel Telephone Systems. Post Office Electr. Engeneers Journal 10 (1955) p. 127 — G. Schrödter, Geräuschbeiträge in Vielkanal-Richtfunkstrecken mit FM-Modulation. Der Fernmeldeingenieur 3 (1956) H. 10 — H. G. Meyer, Messung und Registrierung von Störgeräuschen in Richtfunkgrundleitungen. Fernmeldepraxis 39 (1962) H. 15 — K. König, Erfahrung bei der Messung und Registrierung von Störgeräuschen in Richtfunkgrundleitungen FM 960. Fernmeldepraxis 54 (1968), H. 13 — F. Coenning u. J. Sommer, Meßgeräte zum Messen von Übertragungsverzerrungen an Nachrichtensystemen. Postleitfaden Meßtechnik, 2. Teilband, S. 727–735, R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Berlin–Hamburg — CCIR, Grünbuch, Oslo 1966, Vol. IV, Part 1 Rec. 398-1 u. Rec. 399-1, S. 73–78 — CCITT, Blaubuch, Genf 1964, Vol. III, Rec. 228. — D. Buhtz, K. Pfeiffer, Ein neuer Rauschklirrmeßplatz für Vielkanal-Fernsprechsysteme, Siemens-Z. 40 (1966), S. 553–557.

Schuon/Kern

Rauschleistung. Aus der effektiven Rauschspannung U_o bzw. dem effektiven Rauschstrom I_o (→ Rauschen) errechnet sich die *effektive Rauschseistung* P_o zu:

$$P_o = U_o^2/R = I_o^2 R = 4kT\Delta f,$$

wobei R der ohmsche Widerstand, k die Boltzmannsche Konstante, T die absolute Temperatur und Δf die Breite des Frequenzbandes ist.

Charakteristisch für die effektive Rauschleistung ist, daß sie sich als unabhängig vom ohmschen Widerstand erweist. Dies entspricht der Erfahrung, daß die Rauschleistung noch andere Ursachen als das Widerstandsrauschen haben kann, z. B. das *Röhrenrauschen*. Dieses beruht auf dem *Schrot-Effekt*, der in Schwankungen der Geschwindigkeit der freien Elektronen im Vakuum besteht und der → Verstärkung eine obere Grenze setzt.

Rauschpegel → Rauschklirrmeßverfahren.

Rauschpegelmesser. Hochempfindlicher, selektiver Überlagerungs-Empfänger mit einer effektiven Empfangs-Bandbreite von etwa 1 bis 3 kHz zur Messung der Geräuschleistung in einem durch Filter ausgesparten Kanal des Basisbandes einer Trägerfrequenz-Übertragungsanlage. Die Geräuschleistung wird entweder absolut in pW und dBm oder, bezogen auf den Kanalpegel (Bandbreite 3100 Hz), in pWO bzw. dBmO (bezogen auf einen Punkt mit dem relativen Pegel 0) angegeben. Meistens wird das Ergebnis gehörrichtig (psophometrisch) bewertet angezeigt (pWOp bzw. dBmOp). Der Empfänger besitzt daher neben dem Empfindlichkeitsschalter elektrische oder mechanische Rechenhilfen zur verschiedenen Bewertung des Meßergebnisses.

Der R. kann auf fest vorprogrammierte Empfangsfrequenzen abgestimmt werden. Eine bequeme, möglichst automatische Umschaltung zwischen diesen Meßfrequenzen ist wünschenswert und ermöglicht Dauerregistrierungen. Dazu dienen auch Anschlüsse für Schreiber oder Registriergeräte.

Die hohe Empfindlichkeit des R. (bis unter −120 dBm ≙ 0,001 pW ≙ 0,3 μV an 75 Ω und bei 1,5 kHz Bandbreite) kann nur ausgenutzt werden, wenn dem Empfänger, jeweils zur Meßfrequenz passend, feste Bandpässe als Vorfilter vorgeschaltet werden, die die neben der Meßlücke liegenden Geräuschanteile unterdrücken (diese liegen in der Größenordnung des Kanalpegels!) und so eine Übersteuerung des Empfängers verhindern.

Häufig ist mit dem selektiven Pegelmesser ein Breitbandpegelmesser kombiniert, der zur Messung des Summenpegels im Basisband dient (→ Rauschklirrmeßplatz; → Rauschklirrmessung).

Literatur: CCIR, Grünbuch (Oslo 1966), Vol. IV, Part 1. Rec. 398-1 und Rec. 399-1. *Schuon*

Rauschpegelsender. Sender, der in gewissen, einstellbaren Frequenzbereichen weißes Rauschen mit Gaußscher Normalverteilung der Momentanwerte abgibt. Die Rauschbänder entsprechen den gebräuchlichen Basisbändern der Trägerfrequenztechnik. Die maximal abgebbare Leistung liegt zwischen +10 bis +20 dBm (10 ... 100 mW), dabei muß aber noch eine zusätzliche Aussteuerungsreserve der Endstufe des R. von wenigstens 12 dB gewährleistet sein, um die hohen Spitzen in der Ausgangsspannung zu übertragen, die erst eine Intermodulation im Prüfling verursachen. Eine völlige Senderaustastung erlaubt eine rasche Kontrolle des im Prüfling entstehenden Grundgeräusches. Im R. sind meist auch die für die Messung notwendigen Bandsperren (austauschbar) eingebaut. Oft enthält der R. zusätzlich einen Sinusgenerator, so daß ein Prüfling auch mit Sinusspannungen durchgemessen werden kann (Kontrolle des Kanalpegels). (→ Rauschgenerator; → Rauschklirrmeßplatz; → Rauschklirrmessung.)

Literatur: CCIR, Grünbuch (Oslo 1966), Vol. IV, Part 1. Rec. 398-1 und Rec. 399-1.

Rauschspitzenverfahren → Seekabelverstärker.

Rauschtemperatur → kosmische Radiostrahlung.

Rauschzahl, (Spektralrauschzahl). Bezieht man sämtliche in einem Empfänger wirksamen Rauschleistungen auf die Eingangsklemmen des Empfängers (wobei z. B. die Rauschleistung einer Mischstufe unter Berücksichtigung der Vorverstärkung umzurechnen ist), so kann man die gesamte Rauschleistung pro Hz Bandbreite als Vielfache von kT_0 ($k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Ws/°K Boltzmannsche Konstante, $kT_0 = 4 \cdot 10^{-21}$ W für $T_0 = 290$ °K Rausch-Bezugstemperatur) angeben: $P_R = F \cdot kT_0$. F ist die R., theoretische Grenze bei normaler Temperatur $F = 1$ (→ Rauschen), in der Praxis $F = 4$ ohne besondere Schwierigkeiten erreichbar, im Mikrowellenbereich $F = 7$ bis 20. Bei sehr tiefen Temperaturen (tiefgekühlte → Maser und → parametrische Verstärker) arbeitet man besser mit der zusätzlichen R. $F_Z = F - 1$; F_Z ist dann kleiner als 1, z. B. $F = 0{,}17$ entsprechend $T_Z = 50$°K; wichtig für Satellitenempfang (→ Empfindlichkeit, → Rauschen von Halbleitern).

Literatur: DIN-Norm 44400 Bl. 6.

Raute → Sendernetzplanung.

Rayleigh, John, William, geb. 12. 11. 1842 in Langford Grove, Naldon, Essex, gest. 30. 6. 1919. Seit 1879 Professor der Physik an der Universität Cambridge. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Akustik. Die Ergebnisse seiner Forschung legte er in seinem Hauptwerk »The theory of sound«, das seit 1877 in mehreren Auflagen erschien, nieder. Von 1905–1908 war er Präsident der Royal Society. 1904 erhielt er den Nobelpreis.

Rayleigh-Abstand → Antennen.

Rayleighsche Scheibe, ein Meßgerät zur Messung der Schallschnelle. Lord Rayleigh fand, daß eine kleine sehr dünne Scheibe, die drehbar an einem sehr dünnen Faden aufgehängt wird, bei Auftreffen von Schall sich senkrecht zur Schallausbreitungsrichtung einstellen möchte. Der Drehwinkel zwischen Scheibennormale und Schallausbreitungsrichtung ist ein Maß für die Schnelle (→ Schallmessung).

RC-Schaltungen sind Schaltungen, die nur Widerstände und Kapazitäten enthalten.

RCT-Schaltungen sind Schaltungen, die ohmsche Widerstände, Kapazitäten und Transistoren enthalten. Sie stehen im Stadium der Entwicklung und werden in Zukunft in vielen Fällen Schaltungen mit Spulen ersetzen.

RCT-Telegramme → Telegrammarten.

Reaktanz → Wechselstromgrößen.

Reaktanzverstärker → parametrischer Verstärker.

Real-time-Verfahren (Echtzeit-Verfahren) → Datenfernverarbeitung.

Rechenregeln der Schaltalgebra. Grundsätzlich gelten in der → Schaltalgebra die gleichen Regeln wie in der normalen Algebra, mit der Einschränkung, daß Variable und Konstante nur die Werte 0 und 1 annehmen können. Die Multiplikation bzw. Addition der normalen Algebra ist vergleichbar der Konjunktion bzw. Disjunktion der Schaltalgebra.

Folgende Regeln gelten für Kombinationen aus → Funktionen der Schaltalgebra, ihren Negationen und den Konstanten:

a) Disjunktion einer Funktion mit sich selbst:
$f(x) \vee f(x) \ldots \vee f(x) = f(x)$

b) Disjunktion einer Funktion mit ihrer Negation:
$f(x) \vee \overline{f(x)} = 1$

c) Disjunktion einer Funktion mit 0:
$f(x) \vee 0 = f(x)$

d) Disjunktion einer Funktion mit 1:
$f(x) \vee 1 = 1$

e) Konjunktion einer Funktion mit sich selbst:
$f(x) \cdot f(x) \ldots f(x) = f(x)$

f) Konjunktion einer Funktion mit ihrer Negation:

$f(x) \cdot \overline{f(x)} = 0$

g) Konjunktion einer Funktion mit 0:

$f(x) \cdot 0 = 0$

h) Konjunktion einer Funktion mit 1:

$f(x) \cdot 1 = f(x)$

Die aus der normalen Algebra bekannten Rechengesetze gelten, mit einer Erweiterung beim distributiven Gesetz, auch hier.

a) das kommutative Gesetz

Das kommutative Gesetz besagt, daß bei Multiplikation und Addition die Reihenfolge der Faktoren bzw. Summanden ohne Einfluß auf das Rechenergebnis ist.

Disjunktion:

$x_1 \vee x_2 = x_2 \vee x_1$

bzw. allgemein:

$f_1(x) \vee f_2(x) = f_2(x) \vee f_1(x)$

Konjunktion:

$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$

bzw.

$f_1(x) \cdot f_2(x) = f_2(x) \cdot f_1(x)$

b) das assoziative Gesetz

Das assoziative Gesetz regelt die Verwendung von Klammern, d. h. die Zusammenfassung von mehreren Variablen oder Funktionen zu einer Gruppe. Es ist:

$a(b \cdot c) = (a \cdot b)c = a \cdot b \cdot c$ (Multiplikation)

entsprechend in der Schaltalgebra:

$x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3) = (x_1 \cdot x_2) \cdot x_3 = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ (Konjunktion)

und

$a + (b+c) = (a+b) + c = a + b + c$ (Addition)

bzw.

$x_1 \vee (x_2 \vee x_3) = (x_1 \vee x_2) \vee x_3 = x_1 \vee x_2 \vee x_3$ (Disjunktion)

c) das distributive Gesetz

Das distributive Gesetz regelt die Verwendung von Klammern bei gemischten Rechenoperationen. Es lautet:

$a \cdot (b+c) = a \cdot b + a \cdot c$ (Multiplikation und Addition)

bzw.

$x_1 \cdot (x_2 \vee x_3) = (x_1 \cdot x_2) \vee (x_1 \cdot x_3)$ (Konjunktion und Disjunktion).

Wie das Multiplikationszeichen dem Additionszeichen übergeordnet ist, pflegt man vereinbarungsgemäß formal das UND-Symbol dem ODER-Symbol überzuordnen. (Trotzdem sind Konjunktion und Disjunktion völlig gleichwertig.) Dies führt zu einer vereinfachten Schreibweise der letzten Gleichung:

$x_1 \cdot (x_2 \vee x_3) = x_1 \cdot x_2 \vee x_1 \cdot x_3 .$

Die Umkehrung des distributiven Gesetzes ist in der normalen Algebra nicht gültig:

$a + (b \cdot c) \neq (a+b) \cdot (a+c).$

Hingegen ist sie für die Schaltalgebra gültig:

$x_1 \vee (x_2 \cdot x_3) = (x_1 \vee x_2) \cdot (x_1 \vee x_3).$

Dies ist bei manchen → logischen Schaltungen eine nützliche Ergänzung.

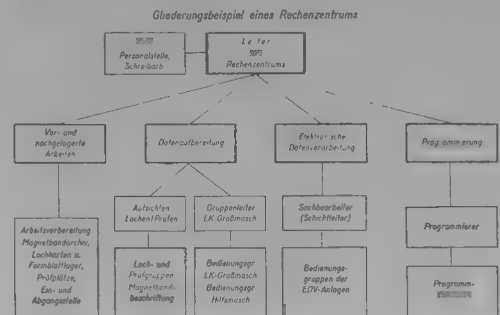
Literatur: Caldwell, S. H.: Der logische Entwurf von Schaltkreisen, R. Oldenbourg, München und Wien 1964. *Hanke*

Rechenzentrum. Anordnung einer oder mehrerer Datenverarbeitungsanlagen und ergänzender Einrichtungen an einem Ort.

Das R. kann einem oder mehreren Zwecken dienen. Wenn Verarbeitung als Dienstleistung für Dritte vorgenommen wird, spricht man von Service-R. Wenn Fernmeldewege angeschlossen sind, dient das R. der → Datenfernverarbeitung.

Im Bereich der DBP sind bei mehreren OPDn und bei den Zentralämtern R. vorhanden. Es werden immer mehr Aufgabengebiete durch Datenverarbeitung oder Datenfernverarbeitung erledigt, und die R. werden größer und zahlreicher.

Gliederungsbeispiel eines Rechenzentrums



Neue elektronische Vermittlungen sind rechnergesteuert. Jede Vermittlungsstelle ist dann in gewissem Sinne ein R. Ebenso wie Vermittlungsstellen untereinander verbunden sind, müssen diese mit R. verbunden sein, welche die Verwaltungsaufgaben (z. B. die Teilnehmerdienste) übernehmen und die R. wiederum miteinander. Man spricht von Verbundnetzen von R.

Die vorstehende Übersicht stellt die Gliederung eines R. dar (→ Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst). *W. Tietz*

Rechnung und Bezahlung bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP. Über erbrachte Leistung hat Auftragnehmer für Empfangs-Stelle (St) — oder in besonderen Fällen für im Auftrag angegebene rechnungsempfangende Dienststelle — eine R. auszustellen, die vertraglichen Vereinbarungen entsprechen muß. Beförderungskosten (mit erläuternden Angaben) sind, sofern sie nicht mit dem Preis abgegolten werden, in R. gesondert aufzuführen und, wenn Nachprüfung in anderer Weise nicht möglich

ist, durch Unterlagen nachzuweisen. Bei Änderungen in R. müssen ursprüngliche Angaben lesbar bleiben und dürfen nicht überklebt, übermalt oder ausgeschabt werden. R. kann vor Erfüllung der Leistung nur bezahlt werden, wenn derartige Zahlungsbedingungen vereinbart worden sind. Grundsätzlich erfolgt Bezahlung erst, wenn Gesamtleistung voll erbracht ist. In Aufträgen über vertretbare Gegenstände werden einzelne Positionen oder Teilmengen häufig als selbständige Teilleistungen (Teile einer Gesamtleistung, die für sich und ohne noch ausstehende Teile der Gesamtleistung verwendbar sind) vereinbart, die nach Abnahme bei Empfangs-St. anhand von Teil-R. bezahlt werden können. Von Auftragnehmern vorgelegte R. müssen für endgültige Verbuchung und Anweisung bearbeitet und mit den für R.-Belege vorgeschriebenen Angaben und Vermerken versehen werden. Sofern R.-Feststeller nicht in der Lage ist, bestimmte Bescheinigungen abzugeben, müssen diese von anderen Bediensteten, die sachlich dazu in der Lage sind, vorgenommen werden (Teilbescheinigungen). Erfordert Prüfung eines R.-Beleges besondere Fachkenntnisse, so geht sachlicher Feststellung fachtechnische voraus. Nach Prüfung und Feststellung werden Belege mit Kassenanweisung (schriftliche Anweisung, Zahlung zu leisten) versehen und nach Vollzug der zuständigen Kasse zur Zahlung zugeleitet. Zahlungen, die nach bestimmtem Stand der Auftragabwicklung bzw. nach Fertigstellung von Teilen eines Auftrages gewährt werden, sind Abschlagsauszahlungen (A.). Hierzu gehören nicht Zahlung für selbständige Teilleistung im Rahmen eines größeren Auftrages und eine auf Antrag des Auftragnehmers und aufgrund einer Teil-R. geleistete Zahlung für nicht vereinbarte Teilleistung, die von DBP in Gebrauch genommen wird, bevor die Gesamtleistung erbracht worden ist. A. werden erst getätigt, wenn DBP möglicherweise nicht selbständig verwertbare Teilleistung im entsprechenden Wert erhalten hat bzw. Übertragung des mittelbaren Besitzes durchgeführt worden ist (Übereignung). Sie dürfen nur bis zu einer mit Sicherheit vertretbaren Höhe geleistet werden.

Vorauszahlung (V.) ist Anzahlung auf eine in Auftrag gegebene Leistung vor Empfang der Gegenleistung. V. soll in der Regel als besonderes Rechtsgeschäft behandelt werden und Höhe von $33^1/_3$ v.H., höchstens 50 v.H. des Lieferwertes nicht überschreiten. Gewährung ist abhängig von Sicherheitsleistung (Bürgschaft einer Bank, eines Versicherungsunternehmens, Verpfändung von Wertpapieren, sicherungsweise Abtretung einer Grundschuld oder Hypothek) und Zinszahlung oder entsprechendem Preisnachlaß bzw. Berücksichtigung bei Preisbildung.

A. und V. dürfen nur vereinbart werden, soweit dies im allgemeinen Verkehr üblich oder durch besondere Umstände gerechtfertigt ist. Weitere innerbetriebliche Anweisungen (auch für Bauleistungen) enthalten »Richtlinien über Abschlagsauszahlungen und Vorauszahlungen für Lieferungen und Leistungen im Bereich der DBP (RichtlAuV)«. Im Sinne dieser Richtlinien und zur Verwaltungsvereinfachung sind für Lieferungen bei Bauvorhaben, die nach den »Besonderen Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Fernmeldeanlagen« vergeben werden, vereinfachte Abrechnungsverfahren (von einem bestimmten Gesamtwert ab V.) nach Vereinbarung mit dem als Auftragnehmer in Frage kommenden Firmenkreis eingeführt. Hierbei können V. bis zu 95 v.H. des Lieferwertes gezahlt werden. DBP zahlt in der Regel bargeldlos, nur in Ausnahmefällen wird auf Verlangen des Anspruchsberechtigten Bezahlung in bar geleistet. Da R. bei der Verwaltung mit ihren vielseitigen ordnungs- und kassentechnischen Sicherheitsvorschriften normalerweise nicht kurzfristig bis zur Kassenanweisung bearbeitet werden können, ist Zahlungsfrist nach den »Ergänzenden Bedingungen der Deutschen Bundespost« allgemein auf einen Monat festgelegt. Sie beginnt mit dem Tage des Einganges der R., jedoch nicht vor dem Tage des Einganges der Leistung bei der Empfangs-St.. Leistet Auftragnehmer vor dem vereinbarten Liefertermin, so beginnen Zahlungs- und Skontofrist nicht vor dem Tage, an dem R. nach dem Vertrage frühestens hätte eingehen dürfen, es sei denn, daß Leistung vorzeitig verwendet wird. Eine unter einem Monat liegende Zahlungsfrist von R.-Beträgen wird angenommen bzw. vereinbart, wenn Frist für Bearbeiten der R. noch annehmbar ist, und die infolge der besonderen Behandlung aufkommenden Verwaltungskosten den durch das Skonto (mindestens 0,5 v.H.) gewonnenen Betrag nicht übersteigen, so daß für DBP noch Vorteile (auch unter Berücksichtigung des Zinsverlustes) zu erwarten sind. Die rechnungsbearbeitenden und -anweisenden Dienststellen sind verpflichtet, Skonto-R. bevorzugt zu bearbeiten und Skontogewährungen zu nutzen.

Nach vertraglichen Vereinbarungen sind etwaige Überzahlungen, die bei R.-Prüfung durch Aufsichts- oder besondere Prüfungsinstanzen (wie Prüf-Stn, Bundesrechnungshof) festgestellt werden, vom Auftragnehmer unverzüglich zurückzuerstatten.

Nach schriftlicher Zustimmung der zuständigen OPD bzw. des Fernmeldetechnischen Zentralamtes oder Posttechnischen Zentralamtes kann Auftragnehmer Forderung gegen DBP an einen Dritten (z. B. Vorlieferant, Bank) abtreten.

Zahlungen einschließlich V. und A. können um Forderungsbeträge der DBP gegen Auftragnehmer auch dann gekürzt werden, wenn diese nicht durch gleiches Vertragsverhältnis begründet sind. *Wigand/Dewitz*

Rechnungsführung bei der DBP. Für ihre Haushaltsführung und die Durchführung ihrer Investitionspläne ist die DBP in starkem Maße auf die Hereinnahme von Fremdmitteln auf dem Kapitalmarkt angewiesen. Im Interesse einer ordnungsgemäßen Wirtschaftsführung muß sie jedoch, bevor sie neue finanzielle Lasten übernimmt, ihren finanziellen Stand jederzeit mit Sicherheit feststellen können. Dazu bedarf sie einer zuverlässigen R., die nach § 18 (1) Postverwaltungsgesetz (PostVwG) nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen zu gestalten ist. Die Rechnung über die Haushaltseinnahmen und -ausgaben wird

bei der DBP während des Rechnungsjahres durch die Kassenbücher geführt. Diese heißen, wenn sie in Urschrift zur Rechnungslegung benutzt werden, Rechnungslegungsbücher und stellen die allmählich entstehende Rechnung dar. Dabei ist unter Rechnung im engeren Sinne die Zusammenstellung der Ergebnisse der Rechnungslegungsbücher und der Abschluß zu verstehen.

Die R. der DBP ist ihrer Art nach kameralistisch geblieben, weil sie das Arbeiten mit den Begriffen Einnahme und Ausgabe nicht aufgegeben und am Nachweis zwischen dem Soll und dem Ist sowie an der Übertragbarkeit von Resten und Vorgriffen festgehalten hat. Sie hat auch alle sonstigen Vorzüge der kameralistischen Buchführung voll aufrechterhalten. In dieser Beziehung werden Vorschriften der Reichshaushaltsordnung nicht verletzt. Trotzdem haben die Gedanken, die der kaufmännischen doppelten Buchführung zugrunde liegen, beim Übergang zur gehobenen Kameralistik so verwertet werden können, daß die jetzige Rechnungsführung der DBP in einwandfreier Weise die Rechnungsergebnisse als Unterlagen für die nach § 19 (1) PostVwG aufzustellenden Gewinn- und Verlustrechnungen und die Bilanzen liefert.

Literatur: PostVwG und Begründung dazu (§ 18) — Handwörterbuch für das Postwesen, 2. Aufl., 1953 — Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis, 2. Aufl., 1959, S. 948, und § 85, Anm. zu Ziff. 11 — K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, 1959, S. 9 u. 11. *Clement*

Rechnungshof → Bundesrechnungshof.

Rechnungslegung. In § 66 der Posthaushaltsbestimmung (PHB) ist vorgeschrieben, daß die Kassen, das sind die Dienststellen der DBP, die Einzahlungen annehmen und Auszahlungen leisten und sie buchen, für jedes Jahr Rechnung zu legen haben. Dies geschieht durch Aufstellung von Kassenrechnungen (oder mit Zustimmung des Bundesrechnungshofes (BRH) nach § 81 PHB durch Vorlage der Kassenbücher), in denen auf der Grundlage der Kassenbuchführung die Haushaltseinnahmen und -ausgaben der DBP in der durch den Voranschlag gegebenen Ordnung nachzuweisen sind. Die Kassenrechnungen müssen sowohl in ihren einzelnen Ansätzen wie in der Summe mit dem beim Jahresabschluß festgestellten Ergebnis der Kassenbücher übereinstimmen.

Der Begriff »Kassenrechnungen« entstammt der Reichshaushaltsordnung §§ 66 und 107 (1) 1. und findet demgemäß auch in der → Rechnungslegungsordnung für das Reich (RRO) vom 3. 7. 1929 in § 7 Anwendung. Darunter sind zu verstehen die Kasseneinzelrechnungen (Jahres- und Sondereinzelrechnungen) für die Einzel-R. und die von den höheren Kassen des Bundes von der Oberkasse an aufwärts für die Zwecke der Gesamtrechnungslegung aufzustellenden Oberrechnungen, Zentralrechnungen und die Hauptrechnung.

Für die DBP gelten nach § 66 (3), letzter Satz, die Vorschriften des Bundes für die R., also der RRO, nicht. Vielmehr gilt für die R. bei der DBP die vom Bundesrechnungshof (BRH) im Einvernehmen mit dem Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) herausgegebene Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO) vom 20. 5. 1937. Sie findet sich als Anhang 1 in der Allgemeinen Dienstanweisung (ADA) XII. Danach sind bei der DBP als Kassenrechnungen anzusehen die Oberrechnungen der Oberpostkassen (OPKn) und die vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen aufzustellende Gesamtrechnung der DBP, die lückenlos die Ergebnisse der Oberrechnungen der OPKn und der Generalpostkasse (GPK) nach der Ordnung des Voranschlags nachzuweisen hat und der Zentralrechnung bei den Bundesbehörden entspricht. Nach § 6 PRO ist es Aufgabe der R.,

a) die Haushaltseinnahmen und -ausgaben zum Zweck der Rechnungsprüfung im einzelnen darzustellen (Einzelrechnungslegung) und b) den Nachweis zu führen, daß die in der Jahresrechnung (Gesamtrechnung) der DBP (s. § 72 PHB) aufgeführten Beträge in Einnahme und Ausgabe mit der Gesamtsumme der durch die Einzelrechnungslegung nachgewiesenen Beträge und der der Prüfung des BRH nicht unterliegenden Haushaltsausgaben übereinstimmen (Gesamtrechnungslegung).

Darüber hinaus bestimmt die PRO, über welche Haushaltseinnahmen und -ausgaben Rechnung zu legen ist, und daß insbesondere mit der R. der Nachweis der beim Jahresabschluß noch nicht abgewickelten Vorschüsse und Verwahrungen zu verbinden ist. Die PRO schreibt außerdem die Form der R. vor und bestimmt, wie der Nachweis der Haushaltseinnahmen und -ausgaben durch die Einzelrechnungslegung und die Gesamtrechnungslegung zu erbringen ist. Weitere Bestimmungen über die R. der DBP sind in der ADA XII (Dienstanweisung für die Oberpostkassen), Teil VIII, §§ 95—106 enthalten. Sie besagen z. B. in § 96, daß es Aufgabe der OPK ist, a) die Haushaltseinnahmen und -ausgaben für die Rechnungsprüfung im einzelnen darzustellen (Einzelrechnungslegung), b) die gesamten Haushaltseinnahmen und -ausgaben des OPD-Bezirks bei den einzelnen Verbuchungsstellen nachzuweisen (Gesamtrechnungslegung), c) den Nachweis zu führen, daß die Ausgaben des Bezirks sich in den Grenzen der durch den Kassenanschlag und durch besondere Verfügungen zugewiesenen Mittel gehalten haben.

Dem Ziel der R., einen zuverlässigen und übersichtlichen Vergleich des Rechnungsergebnisses mit dem Voranschlag und gleichzeitig die Prüfung zu ermöglichen, ob die ausführende Verwaltung die Ansätze des Voranschlags eingehalten hat, wird die kameralistische Buchführung der DBP weitgehend gerecht. Sie ermöglicht dem BRH, zu prüfen, ob die Einnahmen richtig erhoben wurden, ob die Ausgaben der Sache nach erforderlich waren, ob die Haushaltsvorschriften und die Bestimmungen über das Kassen- und Rechnungswesen nicht verletzt worden und die Grundsätze der wirtschaftlichen und sparsamen Haushaltsführung beachtet worden sind. *Clement*

Rechnungslegungsordnung für das Reich (RRO). Die aufgrund des § 66 Abs. 3, Satz 3 der → Reichshaushaltsordnung (RHO) vom Bundesrechnungshof (BRH) im Einvernehmen mit der Reichsregierung erlassene RRO vom 3. 7. 1929 regelt über die in der RHO §§ 66ff. schon enthaltenen Vorschriften über die Rechnungslegung hinaus in allgemeinen Bestimmungen den Geltungsbereich der RRO, den Gegenstand, die Rechnungslegungszeitabschnitte, die Aufgabe und die Form der Rechnungslegung. Sie bringt sodann Vorschriften über die Einzelrechnungslegung, die Einrichtung und Feststellung der Rechnungsbelege, über die Gesamtrechnungslegung (Oberrechnungen, Zentralrechnungen, Hauptrechnung) und gemeinsame Bestimmungen für die Einzel- und Gesamtrechnungslegung. So regelt sie z. B., wie über die Haushaltseinnahmen und -ausgaben Rechnung zu legen ist, wie die Rechnungslegungsbücher (Titelbücher usw.) eingerichtet sein müssen, welche Erfordernisse an die Belege zu stellen sind und wie und in welchem Umfange sie festzustellen und zu ordnen sind. Die RRO ist auf den Bestimmungen der → Reichskassenordnung (RKO) und den → Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) aufgebaut. Die RRO gilt ebenso, wie die RKO nicht für die DBP. An ihre Stelle ist die ebenfalls vom BRH erlassene Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO) vom 20. 5. 1937 getreten, die im Einvernehmen mit dem Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen herausgegeben wurde und, soweit es die Sonderverhältnisse der DBP gestatten, den Bestimmungen der RRO weitgehend angepaßt ist. Diese Vorschriften sind im wesentlichen in die Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) der DBP aufgenommen worden (ADA VIII, 1; XI, 2 und XII). *Clement*

Rechnungsliste → Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst.

Rechnungsnachweisungen (RN). Jede Stelle, die einen Kassenanschlag erhalten hat, stellt eine Kassenrechnung auf, durch die Mehr- oder Minderausgaben gegenüber dem Soll des Kassenanschlags erkennbar werden. Die Zusammenfassung aller Kassenrechnungen ergibt die Gesamtrechnung, die in der Jahresnachweisung dem Voranschlag gegenüberzustellen ist. Die Kassenrechnungen setzen sich aus RN zusammen, von denen jede eine bestimmte Gruppe von Ausgabetiteln umfaßt. Daneben gehört zur Kassenrechnung die Oberrechnung, die auch die Einnahmen umschließt. Diese Rechnungen werden von den rechnungslegenden Stellen mit allen Belegen dem Bundesrechnungshof (BRH) vorgelegt. Die RN über die Haushaltseinnahmen und -ausgaben sind von den rechnunglegenden Kassen für die Einzelrechnungslegung nach der in der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) XII § 37 bzw. Postrechnungslegungsordnung (PRO) § 10 festgelegten Gliederung der Titelbücher und in der dem Voranschlag entsprechenden Ordnung aufzustellen. Alle Einnahmen und Ausgaben entnehmen die RN mithin den Titelbüchern. Den RN sind bei der Vorlage von den OPDn an den BRH u. a. die Rechnungslegungsbücher (Titelbücher, Einnahmelisten, Amtskosten- und Ausgabennachweisungen usw.) und die Belege für die Kassenbuchungen als Rechnungsteile beizufügen.

Literatur: ADA XII § 97ff. — Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost, § 24 — K. Schubel, Die Rechnungsführung der Deutschen Bundespost, 1959, S. 71. *Clement*

Rechnungsnummer → Fernmelderechnungsdienst.

Rechnungsprüfung → Bundesrechnungshof.

Recht auf Benutzung des Telegrammdienstes → Telegrammdienst.

Rechte und Pflichten des Personals → Bundesbeamtengesetz, → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost, → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Rechteckigkeitsverhältnis → Speicherelemente, magnetische.

Rechteckwellengenerator. Der R. ist ein Meßgenerator, der eine rechteckförmige Spannung verschieden einstellbarer Frequenz f und Amplitude $\mathfrak{U}$ abgibt. Meist ist die Dauer der positiven und negativen Halbwelle einer Periode gleich, oft aber auch einstellbar (Bild 1).

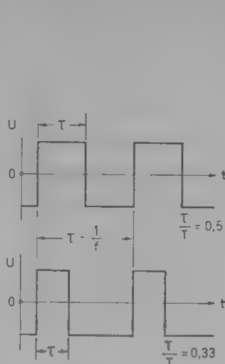


Bild 1. Verschiedenes Tastverhältnis τ/T.

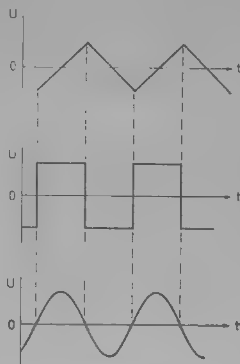


Bild 2. Verschiedene Kurvenformen.

Der Frequenzbereich eines derartigen R. entspricht denen der üblichen Sinusgeneratoren und kann je nach Fabrikat zwischen etwa 0,01 Hz (1 Hz) ... 1 MHz (10 MHz) in dekadischen Bereichen und innerhalb dieser Bereiche stetig variiert werden. Die Frequenzunsicherheit derartiger R. liegt bei einigen Prozent.

Bei Frequenzwechsel soll die Spannungsamplitude nicht überschwingen. Die Flankensteilheit guter R. liegt zwischen 50 ns/V bis $\leqq$ 10 ns/V, bei Ausgangsspannungen zwischen 1 V_{SS} und 10 V_{SS}.

R. werden zum Prüfen und Messen der Eigenschaften elektrischer und magnetischer Schaltelemente sowie elektronischer Baugruppen und Funktionseinheiten, wie z. B. Verstärker, benutzt. Die Rechteckspannung

ist ein Breitband-Sinusfrequenz-Gemisch mit gegenseitig fester Phasenlage der einzelnen Sinus-Teilspannungen. Mit einer solchen Spannung am Eingang eines Breitbandverstärkers kann der Amplituden- und Phasengang sehr einfach dadurch geprüft werden, daß der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung des Prüflings mit einem → Elektronenstrahl-Oszillographen beobachtet bzw. ausgewertet wird.

R. werden oft so ausgeführt, daß sie neben der rechteckförmigen Spannung auch periodische Wechselspannungen anderer wählbarer Kurvenform erzeugen, wie z. B. mit dreieck-, rechteck- und sinusförmigem Verlauf (Bild 2; Funktionsgenerator). *Sommer*

Rechteckzeichen sind im weiteren Sinne Telegrafierzeichen mit → Harttastung, im engeren Sinne Telegrafiersignale mit periodisch wechselndem Kennzustand und Harttastung, auch »Rechteckwechsel« genannt.

R. sind eine Folge von Einheitssprüngen. Sie können deshalb mit Hilfe des Fourier-Integrals mathematisch dargestellt werden. Rechteckwechsel lassen sich durch eine Fourier-Reihe darstellen.

Literatur: Schiweck, Telegrafenübertragungstechnik, 1954, S. 83 — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 53 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 37.

Rechtsstellung der DBP. Die DBP ist bundeseigene Verwaltung mit eigenem Verwaltungsunterbau (§ 1 Abs. 1 des Postverwaltungsgesetzes (PostVerwG), Art. 87 GG). Sie ist — im Gegensatz zur Deutschen Bundesbahn — keine Anstalt, da sie einer Aufsicht durch andere Bundesorgane nicht unterliegt. Die DBP ist auch kein Gewerbebetrieb oder kaufmännisches Unternehmen. Sie übt vielmehr hoheitliche Tätigkeit in Form der sogen. »schlichten Hoheitsverwaltung« aus. Der gesamte Fernmeldedienst ist daher als Ausübung öffentlicher Gewalt anzusehen, ein Umstand, der bei der → Haftung der DBP eine nicht unerhebliche Rolle spielt. Die gesetzliche Grundlage für die Verwaltung des Post- und Fernmeldewesens bildet das »Gesetz über die Verwaltung der Deutschen Bundespost (Postverwaltungsgesetz)« vom 24. 7. 1953 (BGBl. I S. 676 = BGBl. III 900-1), das das Gesetz zur Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung vom 28. 2. 1934 (RGBl. I S. 130), soweit es sich mit der Rechtsstellung der Post befaßte, abgelöst hat. Das PostVerwG knüpft an das im Jahre 1934 außer Kraft getretene Reichspostfinanzgesetz vom 18. 3. 1924 (RGBl. I S. 287) an.

Nach dem PostVerwG wird die Verwaltung des Post- und Fernmeldewesens der BRD vom BPMin unter Mitwirkung eines Verwaltungsrates geleitet. Der BPMin nimmt die öffentlichen Rechte und Pflichten des Bundes auf dem Gebiet des Post- und Fernmeldewesens wahr und ist dafür verantwortlich, daß die DBP nach den Grundsätzen der Politik der BRD, insbesondere der Verkehrs-, Wirtschafts- und Sozialpolitik verwaltet wird.

Von besonderer Bedeutung für die Stellung der DBP ist § 3 PostVerwG, der bestimmt, daß das dem Post- und Fernmeldewesen gewidmete und bei seiner Verwaltung erworbene Bundesvermögen als Sondervermögen des Bundes mit eigener Haushalts- und Rechnungsführung von dem übrigen Vermögen des Bundes, seinen Rechten und Verbindlichkeiten, getrennt zu halten ist (Sondervermögen »Deutsche Bundespost«). Für die Verpflichtungen der DBP haftet nur das Sondervermögen, das wiederum nicht für die sonstigen Verbindlichkeiten des Bundes in Anspruch genommen werden kann. Nach dem »Gesetz über die vermögensrechtlichen Verhältnisse der Deutschen Bundespost« vom 21. 5. 1953 (BGBl. I S. 225 = BGBl. III 900-2) gehören mit Wirkung vom 24. 5. 1949 zum Sondervermögen der DBP auch das Eigentum und alle sonstigen Vermögensrechte des früheren Deutschen Reiches, die seinerzeit Bestandteile des Sondervermögens »Deutsche Reichspost« waren, sowie alle Vermögensrechte, die nach dem 8. 5. 1945 entweder aus Mitteln jenes Vermögens erworben oder ausschließlich dem Post- und Fernmeldebetrieb der Deutschen Post gewidmet worden sind. Die Stellung der DBP im Rechtsverkehr ist in § 4 PostVerwG geregelt. Danach kann die DBP, wenngleich sie nur Teil der Bundesverwaltung ist, unter ihrem Namen handeln, klagen und verklagt werden. Einzelheiten über die gesetzliche Vertretung der DBP finden sich in der auf § 4 Abs. 2 PostVerwG beruhenden »Verordnung über die Vertretung der Deutschen Bundespost« vom 1. 8. 1953 (BGBl. I S. 715 = BGBl. III 900-1-1) in der Fassung der VOn vom 5. 5. 1960 (BGBl. I S. 304) und vom 24. 10. 1968 (BGBl. I S. 1133).

Der zweite Abschnitt des PostVerwG (§§ 5 bis 14) befaßt sich mit dem Verwaltungsrat, der aus 24 von der Bundesregierung für die Dauer einer Wahlperiode des Bundestages ernannten Mitgliedern besteht und zwar aus Vertretern des Bundestages, des Bundesrates, der Gesamtwirtschaft, des Personals und je einem Sachverständigen auf dem Gebiet des Nachrichten- und des Finanzwesens. Der Verwaltungsrat ist dem BPMin nicht über-, sondern nebengeordnet. Ihm obliegen vor allem folgende Aufgaben: 1. die Feststellung des Voranschlages einschließlich etwaiger Nachträge und die zugehörige Entlastung, 2. die Genehmigung des Jahresabschlusses unter gleichzeitiger Beschlußfassung über die Verwendung eines Gewinnes oder die Deckung eines Verlustes, 3. die Festsetzung der Bedingungen für die Benutzung der Einrichtungen des Post- und Fernmeldewesens einschließlich der Gebührenbemessung (→ Benutzungsrecht), 4. die Zustimmung zur Übernahme neuer, bzw. zur Änderung oder Aufgabe bestehender Dienstzweige sowie zur Durchführung grundlegender Neuerungen oder Änderungen technischer Anlagen.

Der dritte Abschnitt des PostVerwG (§§ 15 bis 22) hat das Haushalts- und Finanzwesen zum Gegenstand. Der DBP wird die Pflicht auferlegt, ihren Haushalt so aufzustellen, daß sie die zur Erfüllung ihrer Aufgaben und Verpflichtungen notwendigen Ausgaben aus ihren Einnahmen bestreiten kann, wobei noch ausdrücklich darauf hingewiesen wird, daß Zuschüsse aus der Bundeskasse nicht geleistet werden (§ 15 Abs. 1). Hieraus und aus der Tatsache, daß das Post- und Fernmeldewesen finanziell eine Einheit darstellen,

ergibt sich die, auch von der Rechtsprechung anerkannte Zulässigkeit, die Überschüsse von Dienstzweigen, die mit Gewinn arbeiten, zur Deckung der Mindereinnahmen bei defizitären Dienstzweigen zu verwenden.

Besondere Bedeutung kommt weiterhin § 21 PostVerwG zu, der sich mit der Ablieferung der DBP an den Bund befaßt und diese auf 6²/₃% der jährlichen Betriebsroheinnahmen festsetzt. Da hierin eine wesentliche Ursache für die zunehmende Verschuldung der DBP liegt, ist in jüngster Vergangenheit die Ablieferungspflicht zugunsten der DBP modifiziert worden. Nach § 16 des Haushaltsgesetzes 1967 vom 4. 7. 1967 ist der Bundesminister der Finanzen ermächtigt worden, die Ablieferung, soweit sie über eine Verzinsung des Eigenkapitals der DBP mit 7% jährlich hinausgeht, mit der Maßgabe zu erlassen, daß die DBP den erlassenen Teilbetrag zur Verstärkung ihres Eigenkapitals verwendet. Durch Art. 15 des Finanzänderungsgesetzes vom 21. 12. 1967 ist allerdings im Rahmen der mittelfristigen Finanzplanung die Höhe der Ablieferung gegenüber 1967 wiederum erhöht worden, indem die DBP nunmehr außer den Zinsen für ihr Eigenkapital noch zusätzlich 300 Mill. DM an den Bund abführen muß.

Der vierte Abschnitt des PostVerwG endlich enthält Sonderbestimmungen, die sich vornehmlich mit dem Personal- und Sozialwesen befassen (§§ 23 bis 28). Das Verhältnis zu den Ländern hat § 29 zum Gegenstand, der diesen bei der Besetzung der Präsidentenstellen ein Mitwirkungsrecht und bei der Errichtung, Verlegung, Aufhebung oder wesentlichen Änderung eines Zentralamtes (Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ), Posttechnisches Zentralamt (PTZ), Sozialamt, Ingenieurakademien), einer OPD oder Postscheckamtes ein Anhörungsrecht zubilligt.

Literatur: Kämmerer, Grundfragen des Postverfassungsrechts, ArchivPF 1958, S. 20 — ders., Die Rechtsnatur der Bundespost, ArchivPF 1966, S. 555 — Neuburger, 10 Jahre Verwaltungsrat der DBP 1954—1964, ArchivPF 1965, S. 613 — Steinmetz, Die staats- und verwaltungsrechtliche Stellung der DBP, Jahrbuch des Postwesens 1955/56, S. 18 — ders., Das Postverwaltungsgesetz in der Praxis, Jahrbuch des Postwesens 1956/57, S. 9 — ders., Die Deutsche Bundespost, ArchivPF 1960, S. 57 — ders., Bundespostminister oder Generalpostmeister? ArchivPF 1967, S. 1

Aubert

Rechtssystem → Koordinatensystem.

Rechtsweg. Im Hinblick darauf, daß das Fernmelderecht dem öffentlichen Recht angehört, ist für die sich daraus ergebenden Streitigkeiten, soweit sie nicht verfassungsrechtlicher Art sind, grundsätzlich der Rechtsweg vor den Verwaltungsgerichten gegeben (§ 40 Abs. 1 Satz 1 der Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO)). Das gilt auch für die Pflicht zur Zahlung fernmelderechtlicher Benutzungs- und Genehmigungsgebühren, da die Vorschrift des § 9 Abs. 1 Satz 2 des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG), durch die hierfür der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten eröffnet worden war, nach der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) vom 16. 2. 1968 »durch Art. 19 Abs. 4 Satz 1 GG ihres Zweckes entkleidet, sinnlos und damit obsolet geworden ist«.

Kraft besonderer Zuweisung sind die ordentlichen Gerichte jedoch weiterhin in folgenden Fällen zuständig:

1. Zur Entscheidung der Frage, ob die Voraussetzungen für das genehmigungsfreie Errichten und Betreiben → privater Fernmeldeanlagen (FMA) im Rahmen des § 3 FAG gegeben sind (§ 3 Abs. 3 FAG).

2. Für Streitigkeiten auf dem Gebiet des → Kollisionsrechts im Rahmen des § 23 FAG (§ 24 FAG).

3. Für die Geltendmachung von Ersatzansprüchen aus dem TWG (§ 13 Abs. 4 TWG).

Außerdem ist nach § 40 Abs. 2 VwGO der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten für alle Streitigkeiten eröffnet, die sich aus der → Haftung der DBP gegenüber den Benutzern ergeben (§ 41 der Fernsprechordnung (FeO) u. a.), da es sich insoweit um Schadensersatzansprüche aus der Verletzung öffentlich-rechtlicher Pflichten handelt. Hingegen gehören die auf § 12 Abs. 6 FeO beruhenden Ersatzansprüche der DBP gegen den Fernsprech- und Fernschreibteilnehmer (→ Schutz der FMA) vor die Verwaltungsgerichte.

Aubert

Recorder → Farbröhrchenschreiber.

Redoxpotential → Bodenaggressivität.

Reduktionsfaktor. Elektromagnetische Felder können in Leitungen und Geräten Störspannungen induzieren. Durch Schirmen der Leitungen und Geräte kann die Beeinflussung auf ein zulässiges Maß reduziert werden. Man definiert diese Eigenschaft der Schirme durch den Reduktionsfaktor k. Er ist ein Maß für die Verminderung der Beeinflussungsspannung durch den Einfluß des Schirms; k ist daher immer eine Zahl ≤ 1.

Der Ausdruck $\ln \frac{1}{k}$ gibt die Schirmdämpfung des Kabelmantels bzw. des Gerätegehäuses wieder.

Die Reduktionswirkung eines Schirmes beruht darauf, daß im Schirm unter dem Einfluß des elektromagnetischen Feldes ein Kurzschlußstrom fließt, der ein Gegenfeld erzeugt und dadurch die Energie des störenden Feldes vermindert.

Bei einem beidseitig geerdeten Kabelschirm fließt dieser Kurzschlußstrom über den verlustfrei gedachten Erdkreis. Der Reduktionsfaktor ergibt sich zu

$$k = \frac{R_k}{R_m + j\omega L_a}.$$

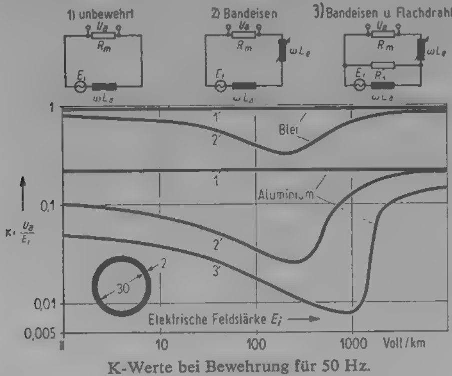
Dabei ist R_m der auf die Längeneinheit bezogene Widerstand des Kabelmantels, R_k der bezogene Kopplungswiderstand des Mantels, wobei bei tiefen Frequenzen und einfachen Schirmen in der Regel $R_m = R_k$ ist, und L_a die bezogene Induktivität des Erdkreises, die bei tiefen Frequenzen durch Bewehren des Mantels mit Bandstahl noch um einen Faktor 3 bis 5 erhöht werden kann ($L_e \approx 3 \rightarrow 5 \times L_a$).

Man erreicht bei technischen Frequenzen etwa folgende Werte:

Reduktionsfaktoren für verschiedene Werte des Mantelwiderstandes R_m und für mit Stahlband bewehrten Mantel

Frequenz	Werte von R_m		Mit Stahlband bewehrter Mantel
Hz	1 Ω/km	0,1 Ω/km	30 ⌀ 1,5 Al 2 × 0,8 Fe
$16^2/_3$	1	0,45	0,6 — 0,1
50	0,85	0,16	0,3 — 0,04
800	0,1	0,01	$8 \cdot 10^{-3}$

Der Reduktionsfaktor eines Kabels kann mit einem Meßaufbau nach VDE 0472, § 507a, an Kabelproben von einem Meter Länge gemessen werden. Er hängt bei bandstahlarmierten Kabeln von der Amplitude der induzierten Feldstärke ab. Zweischichtige Mäntel mit dazwischenliegender magnetischer Belastung (Bandstahl) haben besonders kleine Reduktionsfaktoren, wie die Kurve 3 im Bild zeigt.



K-Werte bei Bewehrung für 50 Hz.

Bei hohen Frequenzen wird der Ausdruck für den Reduktionsfaktor eines Leitungsschirmes

$$k = \frac{R_k}{\omega L_a} = \frac{2\pi R_k}{\omega \cdot \mu_0 \ln \frac{r_a}{r_0}},$$

wobei r_0 der äußere Radius des Schirmes und r_a der Abstand von der flächenförmig gedachten Rückleitung ist. Liegt das Kabel in Erde, so ist für r_a die äquivalente Leitschicht des Erdreiches δ einzusetzen. Für eine Frequenz von 100 kHz hat bei gut leitendem Erdboden δ einen Wert von 16 m. Man erreicht bei nahtlosen Leitungsschirmen und hohen Frequenzen sehr kleine Werte von k.

Ein ähnlicher Ausdruck für den Reduktionsfaktor gilt für mit Metallblech oder Gewebe ausgekleidete Räume und für Gehäuse aus Metall, deren Schirmdämpfung man aus dem bezogenen Wert des Kopplungswiderstandes R_k dann zu

$$a_s = \ln \frac{1}{k} = \ln \frac{\omega \cdot \mu_0}{4\pi \cdot R_k}$$

errechnen kann. Ein Schirm in Form eines Rohres mit 8 m ⌀ und 0,1 mm Cu-Blech hat danach, solange $R_k = R_m$ ist, eine Schirmdämpfung a_s:

$a_s =$ 60 dB bei 10 kHz
$a_s =$ 80 dB bei 100 kHz
$a_s =$ 100 dB bei 1000 kHz

Bei 10 MHz wird $R_k < R_m$ und $a_s = 140$ dB.

Praktisch spielen für die Schirmdämpfung von Gerätegehäusen und Räumen bei hohen Frequenzen der Einfluß der Kontaktgabe von Deckeln, die Anschlußart von Leitungsschirmen sowie die Verdrosselung von eingeführten Leitungen die entscheidende Rolle (→ Kabelmantel, → Kompensation durch geerdete Leiter).

Literatur: W. Wild, Die Beeinflussung von Breitbandkabeln durch Hochfrequenzsender. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 48 (1936), S. 239—249 — J. Deutsch und O. Zinke, Abschirmung von Meßräumen und Meßgeräten gegen elektromagnetische Felder. Frequenz 7 (1953), S. 94—101 — P. Simon, Reduktion der Starkstrom-Einwirkungen auf Nachrichtenkabel mit verschiedenartigen Mänteln. Frequenz 9 (1955), S. 333 bis 338 — H. Kaden, Wirbelströme und Schirmung in der Nachrichtentechnik. 2. Auflage. Berlin: Springer 1959 — E. Schulz, Der Reduktionsfaktor von Schirmen. Frequenz 21 (1967), S. 292—300.

Schulz

Reduktionsfaktormeßgerät → Kompensation durch geerdete Leiter.

Reduktionstransformator → Kompensation durch geerdete Leiter, → Schutzmaßnahmen.

Reduktoranlagen. Aufgabe dieser Fernschreibvermittlungseinrichtungen ist die Zusammenfassung vieler Außenstellen auf wenige Empfangsapparate der Zentrale zum Zwecke der Apparateeinsparung. In einem Reduktornetz ist im Gegensatz zum → Konzentratornetz zweiseitiger Verbindungsaufbau möglich. Das Prinzip, Nachrichten von vielen Teilnehmerstellen auf wenig Leitungen oder Empfänger zusammenzufassen bzw. Nachrichten von wenig Sendern auf viele Teilnehmer oder Empfangsstellen zu verteilen, ist im praktischen Betrieb überall da von Bedeutung, wo Informationen von zahlreichen Unterwerken in der Zentrale des Hauptwerkes ausgewertet bzw. zentrale Anweisungen an jene Unterwerke gleichzeitig gegeben werden sollen.

Redundanz. Unter R. (→ Informationstheorie) versteht man den bei einer Informationsübertragung über das unbedingt erforderliche Maß übertragenen Anteil von Informationen. Hierzu gehören z. B. Wiederholungen, Verweise, nicht-optimale Codierung, Schreibweisen mit mehr Buchstaben als erforderlich sind. Zwar belastet die R. den Übertragungsprozeß mit Informationsanteilen, die keine zusätzliche Information enthalten, aber sie macht ihn dadurch weniger störanfällig, weil die gleiche Information wiederholt auftritt. Aus diesen Gründen ist z. B. im 7er-Code des Fernschreibalphabets zur Fehlererkennung künstlich eine Redundanz eingebaut: im Code für jeden Buchstaben kommen 3 Binärentscheidungen Z und 4 Binärentscheidungen A vor (vgl. Codetabelle in → ARQ-MUX-System, → Codeprüfung).

Reedrelais → Relais unter 4.1.1.10.

REFA (Verband für Arbeitsstudien — REFA e.V.) → Arbeitsuntersuchungen.

Referat 1. Organisationseinheit beim Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen sowie bei den Mittelbehörden der DBP. Ein R. wird vom Referenten

geleitet und umfaßt bei systematischer Aufgabenzuteilung in der Regel 5 bis 7 Sachbereiche (→ Sachbearbeiter). Mehrere R. werden zu einer → Abteilung zusammengefaßt. Bei den Zentralämtern werden in großen Referaten zur Unterstützung des Referenten Hilfsreferenten verwendet. Sie haben den Referenten für einen bestimmten Bereich die eingehende Sachverhaltsanalyse abzunehmen. Der Referent kann sich dann auf die Beurteilung aus der Gesamtsicht beschränken. Referenten und Hilfsreferenten sind Beamte der Laufbahnen des höheren Dienstes.

2. Bericht, Gutachten.

Reflektomat/Reflektograph. Meßeinrichtung zur automatischen bzw. manuellen, vom Übertragungsmaß unabhängigen, Aufzeichnung der Reflexionsstellen von Kabeln nach dem Impulsechoverfahren → Impulsmeßverfahren.

Reflektometer. Unter R. versteht man eine Meßanordnung von zwei → Richtungskopplern, die als Meßantennen mit ausgesprochen einseitiger Richtwirkung funktionieren. Sie gestatten die hin- und rücklaufende Welle in einer HF-Energieleitung getrennt voneinander nach Amplitude und Phase zu messen. Die R. werden z. B. im Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Bereich zur Messung von hohen Durchgangsleistungen in HF-Energieleitungen und zur Messung von Impedanzen verwendet. Sie lassen sich auch zur Bestimmung der unerwünschten HF-Oberwellenleistungen von Sendern an einer künstlichen Antenne unter Benutzung eines HF-Analysiergerätes oder eines selektiven HF-Pegelmessers heranziehen.

Literatur: J. Großkopf, Das Reflektometer als Meßinstrument im Kurzwellenbereich, Fernmeldetechn. Z. (1952) Heft 7, S. 307–313 — Meinke/Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, S. 1575.

Reflektor → Antennenelement, → Reflexklystron, → Spiegelantennen.

Reflektorwand → Dipolantenne.

Reflexion elektromagnetischer Wellen tritt auf an der Grenzfläche zwischen zwei Medien mit verschiedener Dielektrizitätszahl (ε_{r1}, ε_{r2}) und/oder Leitfähigkeit (σ_1, σ_2). (Es wird hier angenommen, daß die Permeabilitätszahlen $\mu_{r1} = \mu_{r2} = 1$ sind.) Der komplexe R.s-Koeffizient (bzw. -Faktor) ϱ ist das Verhältnis der Feldstärken (Amplitude und Phase) nach und vor der R. (E_r, H_r bzw. E_e, H_e). Im Fall einer ebenen Welle, die unter dem Einfallswinkel α an einer ebenen Grenzfläche reflektiert wird, gelten die Fresnelschen Formeln:

1. für horizontale Polarisation (H-Vektoren in der Einfallsebene):

$$\varrho_h = \frac{E_r}{E_e} = \frac{\sqrt{\eta_1}\cos\alpha - \sqrt{\eta_2 - \eta_1 \sin^2\alpha}}{\sqrt{\eta_1}\cos\alpha + \sqrt{\eta_2 - \eta_1 \sin^2\alpha}}.$$

2. für vertikale Polarisation (E-Vektoren in der Einfallsebene):

$$\varrho_v = \frac{H_r}{H_e} = \frac{\eta_2\sqrt{\eta_1}\cos\alpha - \eta_1\sqrt{\eta_2 - \eta_1 \sin^2\alpha}}{\eta_2\sqrt{\eta_1}\cos\alpha + \eta_1\sqrt{\eta_2 - \eta_1 \sin^2\alpha}}.$$

Darin sind ε_r und σ zur komplexen Dielektrizitätszahl η zusammengefaßt, die von der Frequenz f abhängt:

$$\eta = \varepsilon_r - j\,\frac{\sigma}{2\pi f \varepsilon_0}.$$

Der nicht reflektierte Anteil der Strahlung dringt in das 2. Medium ein und unterliegt der → Brechung. Bei streifendem Einfall ($\alpha \to 90°$) wird immer

$$\varrho_h = \varrho_v = -1.$$

$|\varrho_v|$ hat ein Minimum beim Brewster-Winkel

$$\alpha_B = \mathrm{Re}\left(\arctan\sqrt{\eta_2/\eta_1}\right);$$

die Phase von ϱ_v ändert sich in der Umgebung von α_B sehr rasch. Wenn das 1. Medium Luft ist ($\eta_1 = 1$) und im 2. Medium (z. B. Erdboden) Im (η_2) vernachlässigbar ist (σ klein und/oder f groß), wird

$$\alpha_B = \arctan\sqrt{\varepsilon_2} \quad \text{und} \quad \varrho_v(\alpha_B) \approx 0.$$

Für horizontale Polarisation gibt es keinen Brewster-Winkel.

Bei R. an gekrümmten Grenzflächen erhält man Fokussierung (Strahlenkonvergenz) oder Defokussierung (Divergenz). An dünnen Schichten (Dicke $< \lambda$) erfolgt nur partielle R. Schichtungen in der Troposphäre und Ionosphäre haben keine scharfen Grenzflächen und müssen daher anders behandelt werden (→ troposphärische R., → ionosphärische Brechung). Bei rauhen Grenzflächen tritt neben der R. Streuung auf.

Auf einer Metallwand verschwindet hingegen die elektrische Komponente einer senkrecht auftreffenden ebenen elektromagnetischen Welle fast, während die auftreffende Leistung nahezu vollständig reflektiert wird. Vollständige Absorption in einem Medium (2) kann nur durch Kombination aus mehreren Schichten erreicht werden. Die erste Schicht reflektiert teilweise und die in Schicht (2) eindringende gebrochene Welle wird dann an einer weiteren Schicht so reflektiert und gebrochen, daß sie bei Wiedereintritt in Medium (1) die ursprünglich reflektierte Welle auslöscht. Jeder Funkmeßimpuls wird daher im ersten Augenblick reflektiert. Über R. von Wellen auf Leitungen → Leitungstheorie 1.1. Wellenausbreitung auf Leitungen, → Anpassung von Scheinwiderständen, → Welligkeit.

Literatur: W. O. Schumann: Elektrische Wellen, Verlag Carl Hauser, München 1948 — A. Sommerfeld, Vorlesungen über theoretische Physik, Bd. IV Optik, 2. Aufl. Akad. Verlagsges. Geest u. Portig, Leipzig 1959 — S. Flügge, Lehrbuch der theoretischen Physik, Bd. III Klassische Physik II: Das Maxwellsche Feld, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1961 — R. V. Langmuir: Electromagnetic Fields and Waves, McGraw Hill Book Comp. New York, Toronto, London 1961 — S. A. Schelkunoff, Electromagnetic Waves, D. van Nostrand Comp. Toronto, New York, London 1964.

A. Ochs/v. Weiss

Reflexionsdämpfung → Anpassung von Scheinwiderständen.

Reflexionsfaktormessung. Reflexionen im Zuge einer Nachrichten-Übertragungsstrecke führen zu Leistungsverlusten und Einbußen an Übertragungsqualität. Um Freizügigkeit beim Zusammenschalten von Zwei- und Mehrpolen, wie Sender, Empfänger, Leitungen

und Filter, zu erhalten, gibt man ihnen gleichen Wellenwiderstand. Abweichungen vom genormten Wellenwiderstand werden als → Reflexionsfaktoren oder -dämpfungen gemessen. Hierzu dienen → Richtungskoppler und Reflexionsfaktor-Meßbrücken. Die Bandbreite von Richtungskopplern liegt im allgemeinen bei nur einer Oktave. Sie werden hauptsächlich für Messungen im Mikrowellenbereich verwendet. Mit Reflexionsfaktor-Meßbrücken können relativ große Frequenzbereiche bis zu einigen Dekaden erfaßt werden. Sie werden vorzugsweise in tiefen Frequenzlagen, etwa unterhalb 1 GHz eingesetzt. Bild 1 zeigt eine Reflexionsfaktor-Meßbrücke mit Zubehör.



Bild 1. Reflexionsfaktor-Meßbrücke mit Zubehör für den Frequenzbereich 1 bis 100 MHz.

Obwohl der Reflexionsfaktor eine komplexe Größe ist, interessiert vornehmlich nur dessen Betrag. Das liegt daran, daß dessen Phase sich mit der Länge vorgeschalteter Leitungen und der Frequenz schnell verändert. Man könnte daher nur selten einen praktischen Nutzen aus der Kenntnis der Phasenlage ziehen. Tatsächlich wird auch von den meisten Reflexionsfaktor-Meßgeräten nur der Betrag des Reflexionsfaktors angezeigt.

In den Bildern 2 und 3 sind zwei Reflexionsfaktor-Meßplätze — einmal mit Richtungskoppler und dann mit Reflexionsfaktor-Meßbrücke — dargestellt. Meist werden diese Plätze im zeitsparenden Wobbelverfahren mit Darstellung des Reflexionsfaktors über der Frequenz auf dem Schirm eines Bildgerätes eingesetzt. Die Eichung erfolgt mit einem definierten Reflexionsnormal. Der kleinste meßbare Reflexionsfaktor wird durch den Eigenfehler von Richtungskoppler (Richtfähigkeit) und Reflexionsfaktor-Meßbrücke (Brückensymmetrie) mit Normal-Widerstand (Eigenreflexionsfaktor) begrenzt. Spürbare Meßfehler können insbesondere bei schmalbandigen Meßobjekten (Filter) auftreten, wenn der Empfänger breitbandig ist und

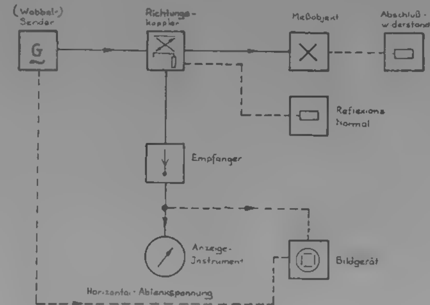


Bild 2. Reflexionsfaktor-Meßplatz mit Richtungskoppler.

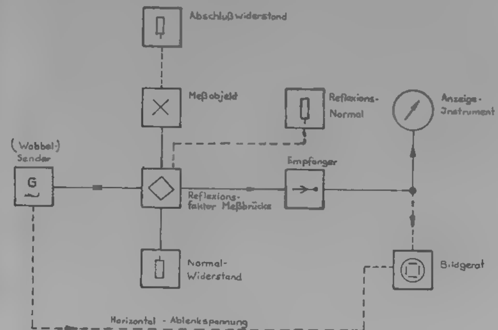


Bild 3. Reflexionsfaktor-Meßplatz mit Reflexionsfaktor-Meßbrücke.

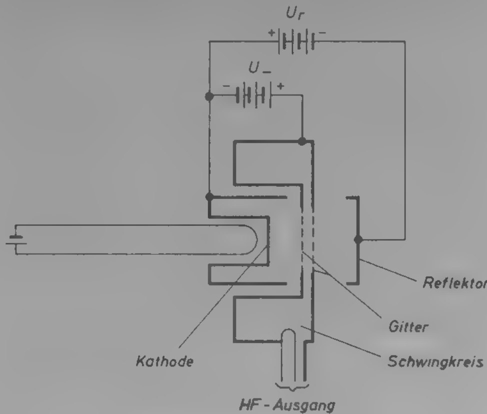
der Sender oder auch das Meßobjekt Oberwellen abgeben. Abhilfe schafft ein selektiver Empfänger. Moderne Meßplätze erlauben auch im Wobbelbetrieb selektiven Überlagerungsempfang. *Bidlingmaier*

Reflexionskoeffizient → Reflexion.

Reflexionsvermögen → Wellenausbreitung, troposphärische.

Reflexklystron ist eine Einkreistriftröhre (→ Laufzeitröhre) mit nur einem Wechselwirkungsraum und mit Elektronenumkehr im Triftraum (s. Bild). Der Triftraum befindet sich hierzu zwischen dem Hohlraumresonator und einem Reflektor, der die Umkehr der Richtung der Elektronenströmung und damit den Wiedereintritt des Elektronenstrahles in den Hohlraumresonator bewirkt. Trotz der Gleichfeldstärke im Triftraum und der Elektronenumkehr verläuft die Ballung (→ Laufzeitröhre) in diesem Triftraum in Abhängigkeit vom Laufwinkel genauso wie im Triftraum eines → Klystrons ohne Elektronenumkehr. Wenn der Hohlraumresonator schwingt, besitzt der wiedereintretende Elektronenstrahl eine Wechselstromkomponente, so daß der Resonator

nicht nur als Steuerkammer, sondern auch als Auskoppelkammer wirkt. Durch die Reflektorspannung kann der Laufwinkel in weiten Grenzen geändert werden und damit die Phase des wiedereintretenden Elektronenwechselstromes. Mit der Reflektorspannung wird demnach der am Resonatorspalt vorhandene elektronische Leitwert der Elektronenströmung nach Phase und Amplitude leistungslos geändert. Die Bereiche mit einem negativen elektronischen Wirkleitwert ergeben die Schwingbereiche eines R. Innerhalb eines einzelnen Bereichs gehorcht die Frequenz als Funktion der Reflektorspannung einem Tangensgesetz. Die Wendetangente macht das R. für die Frequenzmodulation sehr geeignet. Die Richtfunktechnik war in den letzten beiden Jahrzehnten daher ein sehr bedeutendes Anwendungsgebiet für das R.



Schema des Reflexklystrons.

Der elektronische Abstimmbereich des R. beträgt etwa 1 v.H. Im Interesse geringer Verzerrungen wird jedoch nur etwa ein Bereich von 1 v. T. für die Frequenzmodulation ausgenutzt. Durch mechanische Abstimmung des Hohlraumresonators kann die Frequenz um etwa 10 v.H. geändert werden. In jedem Schwingbereich tritt das Maximum der Leistung etwa bei dem Laufwinkel (→ Laufzeitröhre) $(n + 3/4) \cdot 2\pi$ ein, bei dem der elektronische Leitwert gerade reell ist. Durch die ganze Zahl n wird der Schwingbereich gekennzeichnet. Die gleichzeitige Erfüllung der Amplituden- und Phasenbedingung verhindert, für die Hochfrequenzwechselspannung am Spalt den Wert für den größtmöglichen elektronischen Wirkungsgrad zu wählen. Der elektronische Wirkungsgrad kann daher theoretisch maximal die Werte $0{,}4 / (n + 3/4)$ annehmen. Resonatorverluste und vorzeitig aus dem Elektronenstrahl ausscheidende Elektronen erfordern die nochmalige Multiplikation mit dem Faktor 0,4, um aus dem maximalen elektronischen Wirkungsgrad den maximalen Nutzwirkungsgrad zu errechnen. Da ferner der Elektronenstrahl nach dem zweiten Durchlaufen des Wechselwirkungsraumes vom Hohlraumresonator aufgefangen werden muß, ist auch die beherrschbare Strahlleistung relativ klein. Wegen der begrenzten Leistung wird das R. nur in bescheidenem Umfang unmittelbar als frequenzmodulierende Senderöhre im cm-Wellenbereich mit einigen Watt Ausgangsleistung benutzt. Die kleinste Wellenlänge, die bisher mit R. erreicht wurde, beträgt 1,5 mm. Für derartig hohe Frequenzen muß die Schwingbereichnummer meist größer als 10 sein, damit der elektronische Leitwert noch so groß bleibt, daß er die Größenordnung des Verlustleitwertes des Resonanzkreises, der mit wachsender Frequenz rasch steigt, erreicht. Bei dem 1,5 mm-Klystron hatte n den Wert 11, weshalb von vorherein kein höherer Wirkungsgrad als 1,5 v. H. zu erwarten war. Die erreichte Ausgangsleistung von 25 mW entsprach sogar nur einem Wirkungsgrad von 0,7 v. H.

Literatur: A. H. W. Beck, Velocity-modulated thermionic tubes, University Press, Cambridge 1948 — J. J. Hamilton, Reflex klystrons, Chapman and Hall, London 1958 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verlag Technik, Berlin/München 1957 — G. D. Sims, Microwave tubes and semiconductor devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — R. Warnecke, Les Tubes électroniques à commande par modulation des vitesse, Gauthier-Villars, Paris 1951.

Schnitger

Regelausstattung ist ein Begriff der Ausstattungsvorschriften für → Nebenstellenanlagen (NStAnl). Die Vorschriften über die R. (s. Beil. 5 zur Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen VI, 3 A) enthalten, welche Leistungen (Leistungsmerkmale) die verschiedenen Arten der NStAnl erfüllen müssen. So sind für mittlere Wähleranlagen mit Amtswahl u. a. folgende Leistungsmerkmale der R. vorgeschrieben:

Innenverbindungen vollselbsttätig; Rückfragemöglichkeit bei Amtsgesprächen für die Nebenstelle nach der Abfragestelle und den anderen Nebenstellen; für jede Amtsleitung Einzelnachtschaltung zu einer Nebenstelle.

Die Art der technischen Ausführung ist in den Ausstattungsvorschriften nicht vorgeschrieben, so daß es jeder Herstellerfirma überlassen bleibt, die von ihr entwickelte Schaltungstechnik zu verwenden. Bei der Festlegung der Leistungsmerkmale berücksichtigt die DBP weitgehend die Belange der Teilnehmer und die Anregungen und Vorschläge der Fernmeldeindustrie. Sonderwünsche, die über die Regelausstattung der Anlagen hinausgehen, können i. allg. als → Ergänzungsausstattung gegen besondere Gebühren erfüllt werden.

Regelgeschwindigkeit. Die R. beschreibt das Regelverhalten von Regelverstärkern (Presser, Dehner, Dynamikregelung, Volumenregler, Geräuschminderer). Ein am Verstärkereingang plötzlich auftretender Spannungssprung erzeugt an seinem Ausgang zunächst einen Spannungssprung gleicher Pegeldifferenz und Richtung. Mit einsetzender Regelung nähert sich die nach dem Sprung aufgetretene Ausgangsspannung dem der geänderten Eingangsspannung entsprechenden Ruhewert auf der statischen Kennlinie, der nach beendeter Regelung — theoretisch nach unendlich langer Zeit — erreicht würde. Die R. ist als Verstärkungsänderung je Zeiteinheit definiert; sie erreicht zur Zeit des Sprunges ($t = 0$) einen Höchstwert und fällt danach monoton gegen Null ab; sie ist ferner zu jeder Zeit um so größer, je höher der relative Spannungssprung (S) am Regler-

eingang und je kleiner die Zeitkonstanten (τ) der im Regelungsweg enthaltenen RC-Glieder sind. Diesen Einflüssen überlagern sich schließlich solche durch Kennlinien steuerbarer Dämpfungsglieder und sonstiger Schaltungsteile (dadurch wird das Verhältnis (n) der Ausgangs- zur Eingangsdynamik bestimmt). Insgesamt ist also die R. eine Funktion der Größen t, S, τ und n, wobei die Funktionsgestalt von der Schaltung des betr. Regelverstärkers abhängt. — Es liegt nahe, die Wirkungsweise eines Regelverstärkers nicht durch momentane, sondern durch mittlere R. zu beschreiben, die sich bei einem definierten Eingangssprung, im Verlauf definierter Zeiten nach dessen Auftreten, ergeben; in Gerätedaten sind stattdessen meist die Begriffe Ansprech- und Nachwirkzeit (attack- bzw. recovery time) üblich. Zum Beispiel ist bei Pressern (s. CCITT-Empfehlung G 162, Blaubuch, 1965) die Ansprechzeit (Nachwirkzeit) bei positivem (negativem) Eingangspegelsprung von 12 dB als diejenige Zeit festgelegt, in der die Ausgangsspannung auf das 1,5-(0,75-) fache des Ruhewertes abfällt (ansteigt); die mittlere R. während der Ansprech- bzw. Nachwirkzeit können daraus leicht berechnet werden. — R. für das Hoch- bzw. Abwärtsregeln der Verstärkung sind i. allg. unterschiedlich: Bei Regelverstärkern mit einer Presserkennlinie wird schneller ab- als aufwärts geregelt, bei solchen mit einer Dehnerkennlinie dagegen umgekehrt. *Schurig*

Regelgröße in Stromversorgungsanlagen ist die elektrische Größe, die durch eine → Regelung in St. verändert werden soll. Jeder Regler kann nur die Größe regeln, die er unmittelbar mißt. Andere Größen müssen durch Meßumformer in die für den Regler geeignete Größe umgeformt werden. Man unterscheidet

1. Istwert der R. ist der Wert, den diese Größe tatsächlich hat.

2. Sollwert der R. ist der Wert, den diese Größe unter festgelegten Bedingungen haben soll. Er kann unveränderlich oder nach einem Zeitplan veränderlich sein oder von anderen Größen abhängen.

Regelhauptanschluß → Hauptanschluß.

Regelleistung. Die von einer Vermittlungskraft in einer Stunde bei normaler Leistungsfähigkeit zu erledigende Arbeitsmenge (ausgedrückt in Fernverkehrseinheiten (FVE)) wird Regelleistung genannt. Die R. beträgt 20 FVE/Std. Sie ergibt sich zwangsläufig aus der Definition der FVE:

1 FVE entspricht 3 min, also können in 1 Stunde

20 FVE $\left(\frac{60}{3}\right)$ geleistet werden.

Extreme Verkehrsspitzen in den Hauptverkehrsstunden (HVStd) erschweren die Dienstplangestaltung beträchtlich und zwingen u. U. zu ungünstigen Dienstschichten. Es ist deshalb gestattet, während der HVStd von der R. um 15 v. H. nach oben abzuweichen, das entspricht einer Leistung von 23 FVE. Die größere Auslastung verursacht keine Überbeanspruchung der Kräfte und wird außerdem von diesen trotz der Mehrleistung lieber in Kauf genommen als geteilte Dienstschichten.

Regelmischungsplan ist ein Mischungsplan, der in einer bestimmten Wahlstufe bei vielen Vermittlungsstellen verwendet werden kann. Die betreffenden Wahlstufen haben in allen Vermittlungsstellen eine ähnliche Gruppierung der Ein- und Ausgänge. Für sie wurden deshalb schon frühzeitig einheitliche R. hergestellt. R. bestehen für folgende Wahlstufen:

Vorwahl- und Anrufsucherstufen, letzte Gruppenwählerstufen sowie zweistufige Suchwähleranordnungen zwischen Zählimpulsgebern und K-Registern bzw. Anschaltesätzen und H-Registern. Ein R. ist nur für eine bestimmte Anzahl von Zubringern und Abnehmern geeignet. Es gibt daher insbesondere für die Vorwahl und Anrufsucherstufen eine große Anzahl von verschiedenen R. Sie sind so ausgearbeitet, daß bei Erweiterungen — insbesondere der Anzahl der Zubringerteilgruppen — die bestehende Mischung so wenig wie möglich geändert werden muß.

Regeln für die alphabetische Ordnung (ABC-Regeln) sind als DIN 5007 in das Deutsche Normenwerk aufgenommen worden und werden vom Fachnormenausschuß Bürowesen im Deutschen Normenausschuß bearbeitet und herausgegeben. Die Regeln bringen in die alphabetischen Ordnungsweisen der Schriftgutablagen (Registraturen), der Namens-, Orts- und Straßenverzeichnisse sowie Adreßbücher Klarheit und Übersichtlichkeit. Ihre einheitliche Anwendung spart beim Einordnen, Nachschlagen und Aufsuchen von Namen Sucharbeit und Zeit. Verwaltungen, Handel und Industrie verfahren einheitlich nach diesen Regeln. Für die Einordnung der Einträge in den Nachschlagewerken des Fernmeldewesens, wie amtliche → Fernsprechbücher, → amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer, örtliche Fernsprechbücher, Branchen-Fernsprechbücher usw. sind die ABC-Regeln der DIN 5007 verbindlich.

Regelung in Stromversorgungsanlagen ist ein Vorgang, bei dem z. B. eine elektrische Größe, die → Regelgröße in St., fortlaufend als Istwert erfaßt wird und durch Vergleich mit einer anderen Größe — der Sollgröße — an diese angeglichen wird. Es sind also zwei Vorgänge zu verwirklichen: Vergleichen und Stellen. Der hierzu notwendige Wirkungsablauf vollzieht sich in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis. Der Regelkreis besteht aus der Regelstrecke und dem Regler. Die Regelstrecke ist der Bereich der Anlage, in welchem eine Größe durch die R. beeinflußt wird. Das beeinflussende Glied innerhalb der Regelstrecke wird Stellglied genannt. Es wird durch die Stellgröße Y vom Regler her beeinflußt. Der Regler enthält alle Einrichtungen, die erforderlich sind, um aus der Regelgröße X durch Vergleich mit der Führungsgröße W die Stellgröße Y zu erzeugen. Nach dem Einstellverhalten der Regler unterscheidet man folgende Reglerarten:

1. P-Regler (von proportional wirkendem Regler). Beim P-Regler ist jedem Wert der Regelgröße ein bestimmter Wert der Stellgröße zugeordnet.

2. I-Regler (aus integral wirkendem Regler). Beim I-Regler ist jedem Wert der Regelgröße eine

bestimmte Änderungsgeschwindigkeit der Stellgröße zugeordnet.

3. PI-Regler (aus proportional-integral wirkendem Regler). Die Stellgröße setzt sich zusammen aus einem der Regelgröße proportionalen Anteil und einem weiteren Anteil, dessen Änderungsgeschwindigkeit wie beim I-Regler der Regelgröße proportional ist.

4. PD-, ID- und PID-Regler (Zusatzbuchstabe D). Die Regler haben einen zusätzlichen Stellgrößenanteil, der dem Differentialquotienten der Regelgröße entspricht. Dieser Anteil bewirkt einen Vorhalt des Reglers, der es gestattet, Totzeiten in der Regelstrecke zu kompensieren.

5. PZ-, IZ- und PIZ-Regler (Zusatzbuchstabe Z). Bei den Reglern wird zusätzlich der Sollwert von einer Störgröße her gesteuert (Störgrößenaufschaltung). Hierdurch kann der Einfluß dieser Störgröße weitgehend vermindert werden.

Bei den nichtstetigen Reglern ist der Zweipunktregler die häufigste Ausführungsform. Bei diesem sind nur zwei Werte für die Stellgröße möglich. Im Regelkreis stellt sich die Stellgröße abwechselnd auf den einen oder den anderen Wert ein. Hierdurch wird das Stellglied stark vereinfacht. Es braucht nur noch Schaltverhalten aufzuweisen. *Vetter*

Regelverstärker → Tonempfänger.

Regenerator → Leitungsregenerativverstärker.

Regieraum → Programm-Abwicklung, → Ton-Studiotechnik.

Regionen der Frequenzzuteilung → Frequenz.

Register. Mit R. werden in der Vermittlungstechnik solche Schaltglieder bezeichnet, die wichtige Funktionen für den Verbindungsaufbau erhalten und aus wirtschaftlichen Gründen zentralisiert angeordnet werden. Sie werden über Registeranschaltekoppler (Relaissuchwähler, RSW) mit dem Leitungsschaltglied (z. B. ZIG, AnS) verbunden. R. erfüllen eine Vielzahl vermittlungstechnischer Aufgaben; die wichtigsten davon sind die Speicherung der von der davorliegenden VSt übertragenen Wählzeichen, die Steuerung der Durchschaltung in der eigenen FernVSt, die Überwachung des richtigen, systemgerechten Schaltkennzeichenaustausches während des weiteren Verbindungsaufbaus (solange ein R. diese Aufgaben übernimmt) und die Vorbereitung der Gebührenerfassung (→ Knotenregister). Die unveränderlichen Angaben über die Zonen und die verkehrsabhängigen Angaben über den Leitweg erfragt sich ein R. für den Inlands-SWFD an einem überzentralen Umwerter. Bei anderen Lösungen werden Zonen- und Leitwegangaben unter Umgehung des R. direkt zum Leitungsschaltglied bzw. zum Markierer gegeben. Bei der funktionalen und schaltungsmäßigen Auslegung der R. wird in der Regel angestrebt, Aufwendungen von den Leitungsschaltgliedern in das R. und darüber hinaus vom R. in den Umwerter zu verlagern.

Bei der DBP sind für die unterschiedlichen Einsatzfälle für Inlands- und Auslandswahl mehrere Typen von R. im Einsatz. Im → Fernwählsystem 62 sind das die R. für Knotenvermittlungsstellen (→ Knotenregister 62, KRg 62) und die R. für Hauptvermittlungsstellen (→ Hauptregister 62, HRg 62). Es ist beabsichtigt, Knotenregister 68 (als Ersatz für Verzoner) und Knotenregister 69 (als Weiterentwicklung des KRg 62) in raumsparender Bauweise und mit gasgeschützten Relais einzusetzen. In FernVStHand F 62 (Wählerfernamt) werden Fernregister und Ortsregister benötigt. Für den SWFD nach dem Ausland befinden sich in ZVSt (und in GrenzHVSt) R. für den Auslandsverkehr (→ Auslandsregister 64, ARg 64). Für internationale Leitungen mit speziellen Zeichengabeverfahren gibt es darüber hinaus Sondertypen (z. B. TAT-Register, Register für Zweifrequenzcodewahl). *Altehage*

Register TW 39 → Richtungswähler TW 39.

Registerzeichen sind vermittlungstechnische, elektrische Zeichen, welche die Information über das Ziel einer aufzubauenden Fernsprechverbindung und für die Leitweglenkung erforderliche Zusatzinformation übermitteln. Ferner gehören dazu systemabhängige Zeichen, die gewisse Funktionen beim Zeichenaustausch haben und dessen ordnungsgemäße, systemgerechte Abwicklung ermöglichen.

Die Bezeichnung R. weist darauf hin, daß diese Zeichen zwischen → Registern ausgetauscht werden. Wegen der erforderlichen, größeren Zeichenkapazität und zwecks sicherer und schneller Übermittlung der R. werden sie meist in codierter Form übertragen, die von der Form der → Leitungszeichen desselben Zeichengabesystems abweicht. Systeme dieser Art werden als Codewahl-Systeme bezeichnet. In Vermittlungssystemen ohne Register und in Zeichengabesystemen mit einheitlicher Zeichenform (z. B. Systeme mit reiner Impulszeichengabe) werden R. und Leitungszeichen unter dem Begriff → Schaltkennzeichen zusammengefaßt.

Unter Berücksichtigung der international genormten Zeichengabesysteme sind folgende Zeichenarten gebräuchlich:

1. R. in Vorwärtsrichtung: Ziffernzeichen für die Übermittlung der vom rufenden Teilnehmer oder von der Vermittlungskraft für abgehenden Verkehr gewählten Ziffern (1 ... 0) der → internationalen Rufnummer (Wählinformation) sowie der → Sprachkennziffer bzw. → Verkehrsunterscheidungsziffer. In weiterem Sinne gehören dazu die über die Reihe 1 ... 0 hinausgehenden → Platzcodes (11, 12) und die Verkehrsunterscheidungsziffer für Prüfverbindungen (13).

Durch Ziffernzeichen wird, soweit im System vorgesehen, auch die Identifizierung des Ursprungs einer Verbindung für Zwecke der Leitweglenkung dargestellt, indem auf ein entsprechendes Abrufzeichen z. B. aus der abgehenden internationalen Vermittlung die Ziffern der eigenen → Länderkennzahl und, falls erforderlich, der eigenen → Ortskennzahl übertragen werden. Ähnlich kann auch ein rufender Teilnehmer z. B. für zentrale Gebührenerfassung durch Übermittlung seiner Rufnummer identifiziert werden.

Die Identifizierungszeichen besonderer Bedeutung werden zur Identifizierung der Art des rufenden Teilnehmers (z. B. normaler Teilnehmer, Teilnehmer mit Vorrang, Datenteilnehmer) für Zwecke der Leitweglenkung gesendet.

Das Nummernendezeichen wird im Anschluß an die letzte Ziffer gesendet, wenn in der abgehenden Vermittlung feststeht, daß keine weitere Ziffer folgt. Bei halbautomatisch aufgebauten Verbindungen wird das Ende der Zifferneingabe durch ein von der Vermittlungskraft gegebenes, örtliches Nummernendezeichen gekennzeichnet, das bei vollautomatischen Verbindungen vom Teilnehmer nicht dargestellt werden kann. Ein abgehendes internationales Register muß den Zustand »Nummernende« für solche Verbindungen aus folgenden Kriterien ableiten:

- Empfang der bekannten festen Stellenzahl der internationalen Rufnummern des Ziellandes (nur möglich bei Feststellennumerierung).
- Empfang der für ein Zielland geltenden maximalen Stellenzahl.
- Zeitbedingung nach Empfang einer Mindestanzahl von Ziffern (minimale Stellenzahl der internationalen Rufnummer des Ziellandes oder gemäß Weltnumerierungsplan) für Pausen zwischen Ziffernempfang.

Die KP-Zeichen werden im CCITT-Zeichengabesystem Nr. 5 vor der Zifferninformation übertragen und kennzeichnen als KP1 eine im Bereich der belegten Vermittlung endende Verbindung, als KP2 eine Durchgangsverbindung. Zeichen mit ähnlicher Bedeutung sind auch im Europäischen MFC-System vorgesehen.

2. R. in Rückwärtsrichtung

sind nicht in allen Zeichengabesystemen vorgesehen.

Gebräuchlich sind aber:

Abrufzeichen für Zifferninformation, wodurch die Sendung bestimmter Ziffern oder Zifferngruppen aus einem davorliegenden Register veranlaßt wird. Ein Abrufzeichen kann gleichzeitig Quittung für eine vorangegangene Ziffernsendung sein. Die Abrufzeichen können die Ziffernsendung beginnend an einer bestimmten Stelle fordern (z. B. »sende erste Ziffer der internationalen Rufnummer«, »sende Sprach- oder Verkehrsunterscheidungsziffer«) oder die Aussendung bezogen auf die zuletzt empfangene Ziffer (z. B. »sende nächste Ziffer«, »sende die restlichen Ziffern«) und dabei auch eine Wiederholung veranlassen (z. B. »sende vorletzte Ziffer«).

Abrufzeichen für Identifizierung des Ursprungs oder der Art des rufenden Teilnehmers.

Besetztzeichen zur Kennzeichnung von Gassenbesetztfällen und teilweise auch Teilnehmerbesetztfällen. Diese Zeichen können auch bei Leitungszeichen vorgesehen sein.

Das Nummernquittungszeichen zeigt der abgehenden Vermittlung an, daß das ankommende Register alle für einen vollständigen Verbindungsaufbau benötigten Ziffern empfangen hat, und leitet damit die Freischaltung des abgehenden Registers ein. Kriterien für seine Aussendung sind:

Der Empfang eines Nummernendezeichens (s. 1.) in Vorwärtsrichtung und

der Empfang der im Zielland einheitlich geltenden Stellenzahl (Feststellennumerierung).

Wenn diese Kriterien nicht anwendbar sind, dann:

- der Empfang der im Zielland geltenden maximalen Stellenzahl oder der für den Zielbereich erforderlichen Stellenzahl,
- der Empfang eines → Wahlendezeichens oder elektrischen Freizeichens aus dem nationalen Netz des Ziellandes,
- Zeitbedingung für Pausen zwischen Ziffernempfang,

Neuere Zeichengabesysteme sehen wesentlich erweiterte Registerzeichen vor, die für zusätzliche Leistungsmerkmale erforderlich werden. Dazu gehören u. a. Zeichen für Ein- bzw. Ausschalten von Echosperren, Information über übertragungstechnische Merkmale von Verbindungsabschnitten (Laufzeit, TASI, Satellitenabschnitt), Aussagen über den gerufenen Teilnehmeranschluß. *Hoffmann*

Registriereinrichtung → Überwachungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Registrieren. Aufzeichnen oder Zählen von meß- oder zählbaren Größen. Die Begriffe Registrieren und Messen werden in der Verkehrsmeßtechnik z. T. gleichbedeutend verwendet.

Registrierstrom. Strom, aus dessen Stärke die Zahl der augenblicklich belegten Leitungen oder Schaltglieder erkennbar ist. Ein belegtes Schaltglied trägt 30 mA zum Gesamtstrom bei. Die Stärke des R. kann mit einem → Erlangmeter oder → Digizet gemessen werden oder mit einem Schreibstrommesser gemessen und als zeitlich Veränderliche aufgezeichnet werden.

Registrierstromkreise sind einadrige Leitungen für den Registrierstrom von Wählern und Übertragungen in Vermittlungsstellen. Die Registrierleitungen sind von einem Buchsenfeld netzartig zu allen Wählern und Übertragungen verlegt. An dem Buchsenfeld werden die zu messenden Schaltglieder bündelweise zusammengeschaltet, so daß die Verkehrsbelastung jedes Leitungsbündels oder jeder Wählergruppe für sich von einem Erlangmeter gemessen werden kann. R. müssen bei Erweiterungen und Änderungen von Vermittlungsstellen gleichfalls geändert werden. R. dieser Art sind nicht mehr nötig in Vermittlungsstellen, in denen ein wesentlich einfacheres Anschaltenetz für die Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung besteht (→ Abtastung).

Registrierzonenkoppler. Um für statistische Zwecke die Anzahl der Auslandsgespräche und Belegungen, die Gesprächs- und Belegungsdauer, getrennt und aufgegliedert nach Zielbereichen erfassen zu können, werden in der Auslandsvermittlungsstelle Registrierzonenkoppler (RegZoKpl) eingesetzt. Diese sind

ebenso wie der → Auslandszonenkoppler (AZoKpl) für max. 100 Zonenschritte ausgelegt, haben jedoch für die Gesprächs- und Belegungszählung je ein gesondertes Registriervielfach. Für die Registrierung kann man sich auf die Anschaltung einiger weniger → Auslandszählimpulsgeber oder → Auslandsanschaltesätze (bzw. auf die dazugehörenden AZoKpl) beschränken. Deshalb enthält jeder Gestellrahmen mit 30 AZoKpl nur ein RegZoKpl, der beliebig auf einen AZoKpl fest rangiert werden kann.

Reglement über die Benutzung der Eisenbahntelegrafen zur Beförderung von Telegrammen, die nicht den Eisenbahndienst betreffen → Private Fernmeldeanlagen 1.1.2.

reguläre Ausbreitungswege → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Reibelaut → Frikativlaute.

Reibelot → Metallisierungslot.

Reibung → Statik.

Reibungskupplung. Mechanische Vorrichtung zur Verbindung der Funktionswelle(n) einer Start-Stop-Fernschreibmaschine mit der ständig umlaufenden Antriebswelle des Motors. Funktionswellen sind Sender- und Empfängerwelle der Fernschreibmaschine. R. sind stärkster Beanspruchung unterworfen, weil Kupplungsstöße bzw. Dauerbelastung Betriebsruhezustand auftreten. Wegen der endlichen Kupplungszeit der R. ($\sim 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ s) tritt Einengung des Empfangsspielraums auf sowie eine Verzerrung des Startschrittes (3 ... 5%). Das elastische Material der R. besteht aus hochwertigem Filz. Die Filzscheibenkupplung bedarf sorgfältiger Pflege (Ölung), um sie bei bester Wirksamkeit zu erhalten; denn infolge der Schleuderwirkung wird das Öl aus dem Filz herausgedrängt, so daß die inneren Filzteile leicht trocken und wegen der großen Reibungswärme verbrannt werden. Die Metallteile bestehen aus bestem, gehärtetem Stahl. Kupplungskraft muß so groß sein, daß vorerwähnte Stöße sicher überwunden und Kupplungszeit klein gehalten werden können.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Reichshaushaltsordnung (RHO). Rechtsgrundlage der Haushalts- und Wirtschaftsführung der DBP ist das »Gesetz über die Verwaltung der Deutschen Bundespost« (Postverwaltungsgesetz) (PostVwG) vom 24. 7. 1953 (BGBl. I S. 676), das der haushaltsrechtlichen Sonderstellung der DBP Rechnung tragend in § 35 (1) bestimmt, daß die Vorschriften der RHO vom 31. 12. 1922 (Reichsgesetzblatt 1923 II S. 17) in der jeweils geltenden Fassung auch auf die DBP anzuwenden sind mit den Änderungen, die sich aus diesem Gesetz und aus der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP ergeben. Auch in § 35 (2) ist zur Anwendbarkeit der RHO noch bestimmt, daß bei der Aufstellung und Durchführung des Voranschlags für die Betriebseinnahmen und -ausgaben die Vorschriften der RHO über den ordentlichen Haushalt und für die Anlageeinnahmen und -ausgaben die über den außerordentlichen Haushalt sinngemäß gelten. Nach § 35 (5) PostVwG faßt der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen (BPMin) die für die DBP geltenden Vorschriften der RHO mit den erforderlichen Verwaltungsvorschriften im Einvernehmen mit dem Bundesfinanzminister (BFMin) und dem Bundesrechnungshof in → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) zusammen, die nur für den inneren Dienst der DBP und den Verkehr mit dem BRH gelten. Daneben gelten als weitere Vorschriften für die Kassen- und Buchführung der DBP die der Reichskassenordnung (RKO) und der → Rechnungslegungsordnung für das Reich (RRO) des Bundes entsprechenden und diesen weitgehend angepaßten Bestimmungen der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) bzw. der Rechnungslegungsordnung für die Deutsche Reichspost (PRO), die den besonderen Verhältnissen und der besonderen Rechnungsführung der DBP Rechnung tragen. Für die Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes ist neben dem Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) die RHO maßgebend. Sie enthält die Vorschriften, nach denen die Einnahmen und Ausgaben vor Beginn eines Rechnungsjahres (Rj.) im Haushaltsplan veranschlagt werden müssen, nach welchen Regeln im Laufe des Rj. nach Maßgabe des Haushaltsplanes zu wirtschaften ist und wie nach Ablauf des Rj. Rechnung zu legen und die Rechnung zu prüfen ist. Die wesentlichsten dieser Bestimmungen der RHO sind auch in die PHB eingegangen.

Die RHO wurde seit 1922 mehrfach geändert und erweitert. Einen erheblichen Ausbau erfuhr sie durch den Erlaß der Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) vom 11. 2. 1929, die hauptsächlich die Vorschriften über die Veranschlagung und Bewirtschaftung der Haushaltsmittel ergänzten. Aufgrund des § 55 RHO wurde ferner die RKO vom 6. 8. 1927 erlassen, in der die allgemeinen Grundsätze für eine einheitliche Handhabung der Kassen- und Buchführung im gesamten Reichsgebiet niedergelegt wurden. Nach der Vorschrift des § 66 (3), letzter Satz RHO hat schließlich der BRH ergänzende Bestimmungen für die Rechnungslegung in Gestalt der oben erwähnten RRO vom 3. 7. 1929 herausgegeben. Die RHO ist in folgende Abschnitte eingeteilt:

I. Aufstellung des Haushaltsplans,
II. Ausführung des Haushaltsplans,
III. Kassen- und Buchführung und Rechnungslegung,
IV. Rechnungsprüfung,
IVa. Prüfung von Unternehmen mit eigener Rechtspersönlichkeit,
V. Der Rechnungshof (RH),
VI. Schlußbestimmungen.

Der Haushaltsplan (dem bei der DBP der Voranschlag entspricht) besteht aus einem Gesamtplan und Einzelplänen, die die Einnahmen und Ausgaben jedes einzelnen Verwaltungszweiges für das Rj. enthalten (§ 5 RHO). Der Entwurf zum Haushaltsplan wird aufgrund der Anmeldungen (Voranschläge) der einzelnen Ressortminister (§ 29 RHO) vom BFMin unter

eigener Verantwortung aufgestellt und, bevor er an das Parlament weitergeleitet wird, von der Bundesregierung festgestellt. Der Haushaltsplan ist dem Bundesrat und dem Bundestag vor Beginn des neuen Rj. vorzulegen. Darin sind die voraussichtlichen Ausgaben für das nächste Rj. den voraussichtlich verfügbaren Mitteln in ausgeglichener Form gegenüberzustellen. Vom Bundesrat und vom Bundestag wird der Haushaltsplan, auch Budget oder Etat genannt, nach der Beratung im Haushaltsausschuß des Bundestages gemäß Art. 110 (2) GG durch ein Gesetz, das Haushaltsgesetz, festgestellt. Dem Haushaltsgesetz ist nur der Gesamtplan des Haushaltsplanes beigefügt. Es wird nach seiner Feststellung in Teil II des Bundesgesetzblattes verkündet. *Clement*

Reichskassenordnung (RKO). In der RKO vom 6. 8. 1927 (in der Fassung der Vollzugsordnung zur Änderung der RKO vom 8. 1. 1931) sind die in § 55 der → Reichshaushaltsordnung (RHO) angekündigten allgemeinen Grundsätze für die Kassen- und Buchführung, wie sie einheitlich für die gesamte Reichs-(Bundes-)verwaltung gelten sollen, niedergelegt worden. Die RKO umfaßt über die in Teil III der RHO enthaltenen Bestimmungen über die Kassen- und Buchführung und Rechnungslegung hinaus neben den vorerwähnten allgemeinen und einheitlich anzuwendenden Grundsätzen in 3 Büchern Bestimmungen über die Einrichtung der Kassen (Aufbau und innere Einrichtung der Kassen und Vornahme der Zahlungen), die Buchführung in den Kassen (Arten der Bücher, ihre Führung sowie Abrechnung) und schließlich die Kassenprüfungen.

Für die DBP, die nach § 35 (5) Postverwaltungsgesetz (PostVwG) eigene Vorschriften für die Kassen- und Buchführung der DBP erläßt, gilt die RKO nicht. Vor allem in der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) Abschnitt VIII, 1 — Kassen- und Rechnungswesen bei den Ämtern — und Abschnitt XII — Dienstanweisung für die Oberpostkassen — hat die DBP für ihre Dienststellen Bestimmungen erlassen, die jedoch im Interesse der Einheitlichkeit des Kassenwesens den Bestimmungen der RKO weitgehend angepaßt sind. Für den inneren Dienst im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) und bei der Generalpostkasse (GPK) hat das BPM die Haushalts- und Kassenbestimmungen für das BPM (HKB) herausgegeben, die ergänzende Bestimmungen für das BPM zu den ADA XI, 2 und XII enthalten. Soweit diese Bestimmungen die Kassen- und Buchführung, die Rechnungslegung und Rechnungsprüfung betreffen, wurden sie im Benehmen mit dem Bundesrechnungshof (BRH) aufgestellt. Sie regeln die Aufgaben und Zuständigkeiten innerhalb der Mittelverwaltung, die Genehmigung von Ausgaben, den Abschluß von Verträgen und die Kassen- und Buchführung. Außerdem bestimmen die HKB, wie nach den Posthaushaltsbestimmungen die Rechnungslegung, die Aufstellung der Jahresrechnung der DBP und die Rechnungsprüfung durchzuführen und die Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung im BPM aufzustellen sind. *Clement*

Reichspostdirektion → Oberpostdirektion.

Reichspostfinanzgesetz → Postverwaltungsgesetz.

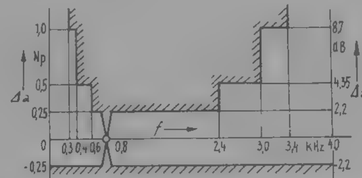
Reichspostminister → Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen.

Reichspostministerium siehe »Reichspostministerium« im Handwörterbuch für das Postwesen, Ausg. 1970.

Reichspostoberdirektion der Britischen Besatzungszone siehe »Reichspostoberdirektion« im Handwörterbuch für das Postwesen, Ausg. 1970.

Reichspostzentralamt → Fernmeldetechnisches Zentralamt.

Reichweite von Fernsprechleitungen. Die R. hängt von den Ansprüchen ab, die an die Übertragungsgüte gestellt werden. Vor Einführung der Verstärkung war sie von der zugelassenen Dämpfung abhängig. Mit Verstärkern darf die Restdämpfung gewisse Ungleichmäßigkeiten, die vom CCITT festgelegt sind, s. Bild, nicht überschreiten und muß einen genügenden Abstand (0,4 Np) von der Pfeifgrenze der



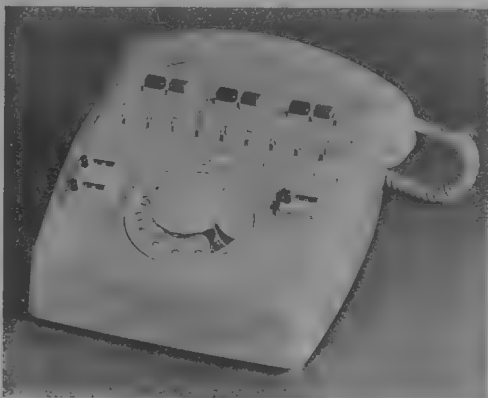
Zulässige Grenzen für die Änderung der Restdämpfung (CCITT-Empf. G. 132).

→ Verstärker haben. Eine Begrenzung der Reichweite durch die Dämpfung ist mit Verstärkern praktisch nicht vorhanden, wie die interkontinentalen Verbindungen und die Verbindungen über Satelliten zeigen. Es stören Ungleichmäßigkeiten der Restdämpfung oder (bei den Satelliten) zu lange Laufzeiten.

Reifholz → Kernholz.

Reihenanlagen. Während bei handbedienten und Wähl-Nebenstellenanlagen die Amtsleitungen nur zur Hauptstelle geführt sind und dort mit den Nebenanschlußleitungen verbunden werden, sind bei Reihenanlagen die Amtsleitungen über sämtliche Reihenstellen geführt. Eine von diesen, im allgemeinen die letzte, wird durch Anbringen des Amtsrufes Hauptstelle (HR), die anderen werden Nebenstellen (NR). Die HR kann daher die Amtsanrufe entgegennehmen und die jeweiligen NR durch Zuruf oder interne Verständigungsleitungen auffordern, durch Drücken der Amtstaste die Amtsleitung sich selbst zuzuschalten. Die technischen Möglichkeiten, die durch R. geboten werden, haben jedoch zur Folge, daß zwischen HR und NR sehr viele Sprech- und Signaladern geführt werden müssen. Das Führen des hochpaarigen Innenkabels von Apparat zu Apparat schränkt daher die Verwendung der R. vorzugsweise auf benachbarte Räume ein. Man unterscheidet:

1. Reihenanlagen einfacher Art zu 1 Amtsleitung. Sie werden in der Ausführung 1/2, d. h. mit 1 Amtsleitung, 1 Hauptstelle und bis zu 2 Nebenstellen, und in der Ausführung 1/5, d. h. mit 1 Amtsleitung, 1 Hauptstelle und bis zu 5 Nebenstellen, geliefert. Hierbei durchläuft eine gemeinsame Verständigungsleitung alle Apparate. Jede Reihenstelle kann jede andere Sprechstelle einzeln rufen, die Interngespräche sind aber nur über die gemeinsame Verständigungsleitung (Innenverbindungsleitung) möglich. Die Benutzer der R. einfacher Art können daher hierüber gemeinsame Besprechungen führen, andererseits aber das Mithören interner Gespräche durch die nicht betroffenen Reihenstellen nicht verhindern. Die Belegung der Amtsleitung durch eine Reihenstelle ist bei allen anderen Reihenstellen durch Schauzeichen angezeigt. Rückfragen über die Innenverbindungsleitung kann der ferne Teilnehmer nicht mithören. Die NR können auch halbamtsberechtigt geschaltet werden, indem bei solchen Apparaten der Nummernschalter unwirksam gemacht wird. Unter den weiteren Möglichkeiten, die durch die Ergänzungsausstattung der R. geboten werden, ist die Anschließung wenigstens 1 Außennebenstelle oft wichtig. Die Einrichtung zur



Hauptstellenapparat einer Reihenanlage.

Anpassung einer Außennebenstelle (WRan 1/1) ermöglicht der Außennebenstelle mit der Amtsleitung sowohl ankommend wie abgehend über die 2adrige Nebenstellenleitung eine Verbindungsmöglichkeit. Ankommend durch Vermittlung der HR, abgehend selbsttätig. Die HR vermittelt auch den Internverkehr von der Außennebenstelle zu den NR. Während die NR die Außennebenstelle unmittelbar erreichen und auch Amtsverbindungen an sie weitergeben können.

2. Reihenanlagen mit Linientasten. Sie werden in der Ausführung 2/5; 2/10; 3/10; 4/10 geliefert. Die größte Ausführung hat also 4 Amtsleitungen und besteht neben der Hauptstelle aus 10 NR. Abweichend von dem Verfahren bei R. einfacher Art ist jede NR mit jeder anderen über eine eigene Innenverbindungsleitung verbunden, über die durch Drücken der Linientaste gerufen und gesprochen werden kann. Es können also mehrere Innenverbindungen nebeneinander hergestellt werden. Andererseits schließt die Schaltung nicht aus, daß auf eine bestehende Innenverbindung zum Führen eines gemeinsamen Gespräches sich auch weitere NR aufschalten können. Der Belegtzustand einer Amtsleitung ist durch Schauzeichen gekennzeichnet. Wie bei den R. einfacher Art kann sich die HR und jede NR an jede freie Amtsleitung unmittelbar anschalten. Die ankommenden Amtsrufe gehen bei der HR ein und werden von dort der NR angekündigt, die sich die Amtsverbindung unmittelbar selbst zuschaltet.

Die R. nach 2. haben Makelmöglichkeit (→ Makeln). Nicht mehr benötigte Amtsverbindungen können dabei jederzeit ausgelöst werden. Jede Amtsleitung kann mit einem Gesprächszähler ausgerüstet werden, die bei der Ausführung 2/5 in ein besonderes Kästchen, bei der Ausführung 2/10 allgemein im Sprechapparat der Hauptstelle eingebaut werden. Bei den Ausführungen zu 3 und 4 Amtsltg. gibt es Modelle, bei denen sie im Sprechapparat der HR oder NR eingebaut werden, andernfalls sind besondere Kästchen hierfür erforderlich. Die R. bieten in der Regelausstattung u. a. die Rückfragemöglichkeit für jede ein Amtsgespräch führende NR ohne Mithörmöglichkeit des fernen Tln und Übernahmemöglichkeit des Amtsgespräches durch andere NR, ferner das Einrichten halbamtsberechtigter NR durch Unwirksammachen des NrS. Die Stromversorgung der R. geschieht heute allgemein aus dem Wechselstromnetz über ein Gleichrichtergerät. Bei Ausfall des Netzes werden sowohl der Amtsanruf als auch die Sprechmöglichkeit über eine Amtsleitung gewährleistet. In der Ergänzungsausstattung für R. nach 2. ist ebenfalls eine Einrichtung zur Anpassung von bis zu 2 Außennebenstellen und 2 Amtsleitungen (WRan 2/2) vorgesehen, deren Betriebsweise von der unter 1. angegebenen nur insofern abweicht, als Amtsverbindungen von NR nur durch Vermittlung der HR an die Außennebenstelle weitergegeben werden können. Für berechtigte NR kann eine Einrichtung zum Mithören und Mitsprechen bei den Amtsverbindungen aller Sprechstellen eingebaut werden. Jede NR, auch eine der Außennebenstelle, kann von der Hauptstelle als Nachtstelle geschaltet werden. *H. Fischer*

Reihenbildkamera → Mikrofilm für Fernsprechauskunftszwecke.

Reihenentwicklung 1. Grundbegriffe: Unter einer Reihe versteht man einen Ausdruck der Form

$$g_0 + g_1 + g_2 + \cdots + g_n = \sum_{i=0}^{n} g_i ,$$

wobei n endlich oder unendlich sein kann. Man unterscheidet Potenzreihen und trigonometrische Reihen, je nachdem ob die Glieder der Reihe Vielfache von Potenzen derselben Basis (also $g_i = a_i \cdot z^i$) oder irgendwelche trigonometrische Ausdrücke sind.

Für die mathematische Physik ist es wichtig, eine gegebene Funktion $f(x)$ in Form einer Reihe darstellen zu können. Oft ist eine solche »Reihen-

entwicklung« nur für einen gewissen Bereich von x, den »Konvergenzbereich«, möglich. So läßt sich z. B. die Funktion

$$f(x) = \frac{1}{1-x}$$

nur für $|x| < 1$ in die Reihe

(1)

$$f(x) = \frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \cdots = \sum_{i=0}^{\infty} x^i$$

entwickeln; nur für $|x| < 1$ »konvergiert« die Reihe, für $|x| \geqslant 1$ »divergiert« sie, d. h. ihr Summenwert ist nicht endlich.

Für reelle Funktionen von einer Veränderlichen sind die Entwicklungen in eine spezielle Potenzreihe, die Taylorreihe und in eine spezielle trigonometrische Reihe, die Fourierreihe, von besonderer Bedeutung.

2. Taylorreihe. Die reelle Funktion $f(x)$ sei in der Umgebung der Stelle $x = a$ beliebig oft differenzierbar. Dann lautet die Taylorentwicklung

$$f(x) = f(a) + f'(a) \cdot (x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \cdots$$

$$\cdots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n + \cdots$$

$$f(x) = f(a) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{f^{(\nu)}(a)}{i!} \cdot (x-a)^\nu$$

(2) Beispiel:

$$f(x) = e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \cdots (a = 0).$$

Ist die Funktion $f(x)$ $n+1$mal differenzierbar, dann sind die ersten $n+1$ Glieder der T. definiert. Man kann $f(x)$ dann darstellen als Summe aus dem »Taylorpolynom« n-ten Grades und einem Restglied R_n

$$f(x) = f(a) + \sum_{\nu=1}^{n} \frac{f^{(\nu)}(a)}{\nu!} \cdot (x-a)^\nu + R_n,$$

wobei

$$R_n = \frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!}(x-a)^{(n+1)}$$

und ξ ein Zwischenwert zwischen a und x ist. Es ist $R_n = 0$ für ganze rationale Funktionen n-ten Grades. Nichtrationale Funktionen werden durch das Taylorpolynom (= eine ganze rationale Funktion n-ten Grades) approximiert. Das Restglied R_n gibt die Größe des Fehlers an, der bei der Approximation der nichtrationalen Funktion durch das rationale Taylorpolynom entsteht. Beispiel: $f(x) = e^x$, gesucht ist $f(1)$. Es ist

(3)

$$f(1) = e = 1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \cdots + \frac{1}{7!} + \frac{e^\xi}{8!},$$

wobei $0 \leq \xi < 1$, also

$$e^\xi < 3 \text{ und } R_7 = \frac{e^\xi}{8!} < \frac{3}{40320} < 0{,}0001.$$

Das ergibt $e = 2{,}7182 \pm 0{,}0001$.

Taylorreihe für komplexe Funktionen → komplexe Rechnung.

3. Fourierreihe. $f(x)$ sei eine periodische Funktion mit der Periode p, d. h. es sei $f(x+p) = f(x)$ für jedes x. Wir setzen außerdem voraus, daß $f(x)$ überall endlich und in einem Bereich der Größe p nur endlich oft unstetig sei und auch nur eine begrenzte Zahl von Extremwerten (Maxima und Minima) aufweise. Diese Einschränkungen lassen der Funktion noch sehr weitgehende Freiheit; z. B. kann sie in verschiedenen Teilbereichen durch verschiedene Gesetze bestimmt sein. Dann ist es möglich, $f(x)$ als Übereinanderlagerung von Sinusschwingungen zusammengesetzt anzusehen, wie die folgende Darstellung durch eine Fourierreihe zeigt:

$$f(x) = \frac{1}{2}a_0 +$$

$$+ a_1 \cos\frac{2\pi x}{p} + a_2 \cos 2\frac{2\pi x}{p} + a_3 \cos 3\frac{2\pi x}{p} + \cdots$$

$$+ b_1 \sin\frac{2\pi x}{p} + b_2 \sin 2\frac{2\pi x}{p} + b_3 \sin 3\frac{2\pi x}{p} + \cdots$$

Diese Reihe ist gleichmäßig konvergent in jedem Intervall, in dem $f(x)$ stetig ist. Ist $f(x)$ an der Stelle x_0 in der Weise unstetig, daß $f(x_0) = h$ oder k wird, je nachdem ob man sich dem Wert x_0 von größeren oder kleineren Werten her nähert, so hat die Reihe an der Stelle x_0 den Wert $\frac{h+k}{2}$.

Um die Koeffizienten dieser Reihe zu bestimmen, multipliziert man mit $\frac{\sin}{\cos} n \frac{2\pi x}{p}$ und integriert über eine Periode. Aufgrund der Identitäten

$$\int_0^{2\pi} \sin mx \cos nx\,dx = 0, \qquad (m, n \text{ ganzzahlig}),$$

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \cos mx \cos nx\,dx$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \sin mx \sin nx\,dx \begin{cases} = 0 \ (m \neq n) \\ = 1 \ (m = n \neq 0) \end{cases}$$

ergeben sich dann die Koeffizienten a_n und b_n der Reihe, die sog. Fourierkoeffizienten, nach folgenden Formeln:

$$a_n = \frac{2}{p}\int_0^p f(x) \cos n\frac{2\pi x}{p}\,dx, \quad n = 0, 1, 2, \ldots$$

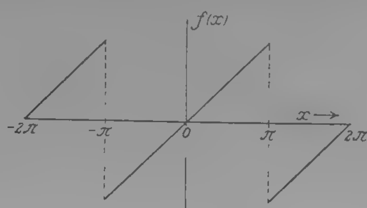
$$b_n = \frac{2}{p}\int_0^p f(x) \sin n\frac{2\pi x}{p}\,dx, \quad n = 1, 2, \ldots$$

Ist $f(x)$ eine gerade Funktion [also $f(x) = f(-x)$], so verschwinden alle b_n; umgekehrt verschwinden alle a_n bei ungeraden Funktionen.

Als Beispiel geben wir die Reihenentwicklung der im Bild gezeichneten Funktion an, welche die Periode 2π hat und im Bereich $(-\pi, +\pi)$ definiert ist durch $f(x) = x$. Man findet

$$f(x) = 2\left(\frac{\sin x}{1} - \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} - + \cdots\right).$$

Ist $f(x)$ zwar nicht periodisch, aber nur innerhalb eines endlichen Bereiches von x definiert, so kann man die gleiche Entwicklung anwenden, indem man annimmt, daß sich $f(x)$ außerhalb dieses Bereiches



periodisch fortsetze. Man kann auch zu einer in einem unendlichen Bereich definierten Funktion übergehen, dann wird aus der Reihe das sog. Fourierintegral, das die gegebene Funktion als Übereinanderlagerung von Sinusschwingungen aller Frequenzen darstellt.

Daß man willkürliche Funktionen als Übereinanderlagerung von Sinusschwingungen darstellen kann, ist übrigens keine auszeichnende Eigenschaft der Sinusfunktion. Das gleiche gilt für große Klassen von anderen Funktionen.

Die praktische Bedeutung der Fourierschen Reihen liegt darin, daß es mit ihrer Hilfe möglich ist, verwickelte Vorgänge in einfache Teilvorgänge, nämlich harmonische Schwingungen, zu zerlegen. Auf diese Weise zerlegt man z. B. die Spannungskurve von Dynamos in die Grund- und die Reihe der Oberschwingungen. Ferner beruht auf der Möglichkeit dieser Entwicklung die Auffassung der Telefonströme als zusammengesetzt aus einer Reihe von Sinusströmen verschiedener Frequenzen, oder die analoge Begriffsbildung der Telegrafie (die Telegrafierfrequenz).

Will man diese Zerlegung (sog. harmonische Analyse) an einer durch einen Oszillographen festgestellten Kurve einer Schwingung ausführen, so berechnet man die Integralausdrücke für die Fourierkoeffizienten angenähert, indem man sie durch Summen ersetzt. Dazu teilt man die Periode in r (gewöhnlich wählt man $r = 24$) Teile, und schreibt z. B

$$\frac{p}{r}\sum_{s=1}^{r} f\left(\frac{p}{r}s\right)\sin n\frac{2\pi s}{r}$$

statt

$$\int_0^p f(x)\sin n\frac{2\pi x}{p}\,dx\,.$$

Da man die Faktoren $\sin n\frac{2\pi s}{r}$ und $\cos n\frac{2\pi s}{r}$ für ein bestimmtes r ein für allemal ausrechnen kann, läßt sich die Rechnung völlig schematisieren, wofür zahlreiche Verfahren vorliegen.

Es gibt aber auch mechanische Einrichtungen, sog. harmonische Analysatoren, die die Zerlegung ausführen. In diesem Falle muß die Funktion $f(x)$ gezeichnet vorliegen; man folgt ihr mit einem Fahrstift und am Ende der Bewegung erscheinen (ähnlich wie beim → Planimeter) die Werte der Fourierkoeffizienten an einem Zählrädchen.

Neuerdings sind auch elektrische Verfahren angegeben worden, die z. B. darauf beruhen, daß die in einem periodischen elektrischen Strome vorhandenen Frequenzen abgestimmte Kreise erregen, so daß die in den einzelnen Resonanzkreisen fließenden Ströme ein Maß für die Stärke der betreffenden Komponenten in der zu untersuchenden Stromkurve darstellen.

Literatur: Sauer, Ingenieurmathematik, Bd. I, 1959 — K. Knopp, Theorie und Anwendung der unendlichen Reihen, 5. Aufl. 1964.

Gerber

Reihenfolge der Gesprächsverbindungen. Im Fernsprechinlandsdienst werden die Gespräche in der Regel im → Vorwärtsaufbau unmittelbar im Anschluß an die Anmeldung (→ Anmelden der Gespräche) hergestellt. Müssen im Ausnahmefall die Gesprächsanmeldungen, z. B. wegen Leitungsstörungen, von besonders dazu bestimmten A/D-Plätzen (→ Fernplatzarten) im → Rückwärtsaufbau hergestellt werden, werden sie nach Vorrangstufen (→ Vorranggespräche) geordnet und innerhalb der einzelnen Vorrangstufen nach der → Anmeldezeit hergestellt. Die Anmeldezeit ist auch bei den Gesprächsanmeldungen maßgebend, die aus irgendwelchen Gründen von anderen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung zur Ausführung übernommen wurden. Weiteres → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen.

Reihenresonanz → Resonanz.

Reihenschlußmotor. Bei dem R. ist die Feldwicklung mit der Ankerwicklung in Reihe geschaltet. Als Anlaßwiderstand ist beim R. ein regelbarer Widerstand der Anker- und Feldwicklung vorgeschaltet. Der R. verändert seine Drehzahl sehr stark in Abhängigkeit von der Belastung. Das Drehmoment steigt mit fallender Drehzahl an. Bei der DBP werden R. wegen ihres hohen Anzugsmoments als Fahrmotore in Elektrofahrzeugen verwendet.

Reihenschwingungskreis oder **Serienschwingungskreis.** Er wird im Schaltbild dargestellt durch die Serienschaltung einer Kapazität C, einer Selbstinduktivität L und eines Widerstandes R. Liegt der Serienschwingungskreis an einer zeitlich sinusförmig verlaufenden Klemmenspannung mit der Kreisfrequenz ω, so ist sein Scheinwiderstand $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$, sein Blindwiderstand $X = \omega L - 1/\omega C$, der Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung $\varphi = \operatorname{arc}\tan X/R$. Der Fall $X = 0$, daher $\varphi = 0$, wird als Resonanzfall, die Kreisfrequenz $\omega_r = 1/\sqrt{LC}$ als Resonanz-Kreisfrequenz bezeichnet. Ist der Serien-

schwingungskreis geschlossen (sich selbst überlassen) und ist er schwingungsfähig, was unter der Bedingung

$$\frac{R}{2L} < \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

der Fall ist, so haben die exponentiell abklingenden (»gedämpften«) Schwingungen des Stromes und jeder Teilspannung die Eigen-Kreisfrequenz

$$\omega_e = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} < \omega_r .$$

Reihentelegrafenapparat. R. ist ein Apparatsystem, bei dem auf jeder Leitungsseite nur ein Sender oder ein Empfänger arbeitet; Gegensatz: Mehrfachtelegrafenapparat. Bedeutendster Vertreter unter dieser Apparatart ist der → Siemens-Schnelltelegraf. Weiter ist zu nennen der Murray-Reihentelegraf (→ HwF 1929).

Reinigen von Kontakten. Die Reinigung und Beseitigung von Fremdkörpern (Staubpartikel) auf dem Kontakt. Vorgeschrieben sind Reinigungsstäbchen, überzogen mit Leinenschlauch oder Sämischleder, bzw. Corund-Papier der Körnung 700. siehe Zeichnung FTZ 556 442 3 Wz, Ausgabe 2.

Reinigen (Oberfläche). Entfernen von unerwünschten Schichten oder Verunreinigungen von der Metalloberfläche, wie Entzundern, Entrosten, Reinigungsstrahlen, Entfetten, Beizen, Dekapieren, Flammstrahlen, Blankglühen usw.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965

Reinigung der Fernsprechapparate. Der Teilnehmer hat aufgrund der Fernsprechordnung die ihm überlassene Sprechstelleneinrichtung pfleglich zu behandeln. Bei stärkerer Verschmutzung können die äußeren Teile des Fernsprechapparates (FeAp) von ihm mit handelsüblichen, die Kunststoffteile nicht angreifenden, flüssigen Reinigungsmitteln gesäubert werden. Dem Teilnehmer bleibt es überlassen, in besonders gelagerten Fällen den FeAp äußerlich mit keimtötenden Mitteln zu behandeln. Die R. der Öffentlichen Sprechstellen (ÖSpSt) (ausgenommen solche bei gemeindlichen ÖSpSt und bei Privaten) ist eine Angelegenheit des jeweiligen Fernmeldeamts (FA). Befinden sich die Einrichtungen in Räumen der Postämter oder Amtsstellen, übernehmen letztere die Säuberung. Für die Fälle, bei denen sich die ÖSpSt auf Straßen und Plätzen sowie in öffentlichen Gebäuden befinden, schließt das FA mit R.-Firmen oder Einzelpersonen R.-Verträge ab. Die R. ist mindestens einmal wöchentlich auszuführen. Sie umfaßt neben der R. der Zellen und Häuschen auch das Säubern der Gehäuseoberfläche des FeAp bzw. Münzfernsprechers einschließlich des Handapparates. Zusätzlich sind die Handapparate — und hier im besonderen die Einsprachen — anläßlich des Auswechselns der Geldbehälter und der damit gekoppelten Betriebsfähigkeitsprüfung mit einem geeigneten Mittel zu desinfizieren. Handapparate stark benutzter ÖSpSt sollten bei Verwendung von Sagrotan, Lysoform oder anderer Desinfektionsmittel, die eine ähnliche bakterizide Wirkung aufweisen, zweimal wöchentlich, alle übrigen SpSt wöchentlich einmal behandelt werden. Bei Benutzung neuerer, über einen größeren Zeitraum wirksam bleibender und zahlreiche Bakterienarten erfassender Desinfektionsmittel sind die Behandlungsfristen entsprechend festzulegen. Die Desinfektion der Handapparate ist, wie die Gutachten hygienisch-bakteriologischer Institute ausweisen, nicht zwingend erforderlich, weil an der Einsprache des Handapparates kurz nach Führung eines Gespräches keinesfalls mehr Bakterien als an Türgriffen, Geländern u. ä. Gegenständen von öffentlichen Gebäuden und Verkehrsmitteln festgestellt wurden. Bei Verwendung eines bakterizid wirkenden Kunststoffes, wie es bisher an den Handapparaten der Fall war, werden zudem einige Bakterienarten in etlichen Minuten weitgehend vernichtet. Etwa drei Jahrzehnte lang wurden die Handapparate aus einem phenolharzhaltigen Preßstoff gefertigt, bei dem ständig stattfindende geringe Phenolausscheidungen das im vorstehenden Absatz genannte bakterizide Verhalten hervorriefen. Nachdem dann für die Fertigung der Handapparate zunächst thermoplastische Kunststoffe benutzt wurden, die gegenüber Bakterien ein neutrales Verhalten aufweisen, wird jetzt angestrebt, den Kunststoffen durch Zusätze ein möglichst breit wirkendes bakterizides Verhalten zu verleihen. Aus hygienischen Gründen wird von der Desinfizierung der Handapparate der ÖSpSt nicht Abstand genommen. *Harbarth*

Reinigungsstäbchen werden zum Reinigen der Relaiskontakte von Schrittschaltwerken usw. benutzt. Sie bestehen aus einem Holz- bzw. Kunststoffstab, der an beiden Enden auf etwa 0,1 cm abgeflacht und mit Reinigungswerkstoff beschichtet ist. Es sind mit Sämischleder (Rehleder als Rohstoff), Korundpapier (Körnung 400 oder 700) oder mit Leinen bezogene R. im Gebrauch. Sind Kontaktflächen stark angerauht oder mit einer festen Fremdschicht überzogen, wird zu deren Beseitigung ein R. mit feinkörnigem Korundpapier benutzt. Stark angegriffene Kontakte können zuvor mit grobem Korundpapier bearbeitet werden. Zur Nachreinigung von mit Korundpapier bearbeiteten Kontakten oder wenn nur eine leichte Verschmutzung vorliegt, werden sämischlederbezogene R. benutzt. R. mit Leinen werden dann gegenüber solchen mit Sämischleder bevorzugt, wenn eine pulverartige, nichtschmierende Verschmutzung vorliegt. Durch die Bearbeitung der Kontakte mit R. kann an deren Oberfläche eine Politurbildung hervorgerufen werden, die gelegentlich zu hohen Übergangswiderständen führt. Deshalb sollten nach jeder Reinigung die Berührungsflächen der Kontakte vorbeugend mit einem Kontaktreiniger behandelt werden, weil hierdurch die Politurbildung mit seinem nahezu glatten Stahlblättchen durch vorsichtiges mehrmaliges Einschieben zwischen die Kontakte beseitigt und etwa noch verbliebene Fremdkörper entfernt werden können.

Reinigungsstrahlen. Säubern der Oberfläche durch Strahlen z. B. Vorbereitung für eine Weiterverarbeitung oder eine nachfolgende mechanische, chemische oder sonstige Behandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Reis, Johann, Philipp, geb. 7. 1. 1834 zu Gelnhausen, gest. 14. 1. 1874 zu Friedrichsdorf (Taunus); Lehrer für Physik und Mathematik, erfand das Reis'sche Telefon, das er bereits am 26. Oktober 1861 im Rahmen eines Vortrags vor dem Physikalischen Verein in Frankfurt vorführte. Er wird daher mit Recht als der Erfinder des Telefons bezeichnet, was meist zugunsten von → Bell bestritten wird, der jedoch erst im Jahre 1876 sein diesbezügliches Patent in Amerika anmeldete. Das Reis'sche Telefon hat aber, wenn auch noch nicht vollkommen, bereits 15 Jahre früher die Sprache übertragen. Ein seiner Erfindung sachlich voll gerecht werdendes literarisches Denkmal ist das Buch des Engländers Silvanus P. Thomson: »Philipp Reis the inventor of the telephone«, London 1883 (→ Geschichte des Fernmeldewesens 2.1.1.).

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 28. Leipzig: Duncker & Humblot. »Die Geschichte und Entwicklung des elektrischen Fernsprechwesens«, ohne Verfasserangabe. Berlin: Julius Springer 1880. Jahresbericht d. Physik. Vereins 1860/61. Dt. Verk. Zg. 1895, S. 242. Arch. Post Telegr. 1876, Nr. 20, S. 618ff. Z. d. deutsch-österr. Telegr.-Vereins Bd. 9 (1862), S. 125. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil, S. 452ff. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1909. Kohlfürst u. Zetsche: Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke S. 86ff. Berlin: Julius Springer 1881. La Cour u. Appel, deutsch von G. Siebert: Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung S. 448ff. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1905. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 164ff., 172ff, 185. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Rotth, August: Das Telephon und sein Werden. Berlin: Julius Springer 1927. ETZ 1927, H. 26, S. 905ff. Kursusheft der siebenten post- und telegraphenwissenschaftlichen Woche, herausgegeben von der Verwaltungsakademie Berlin, S. 20ff. Berlin: Trowitzsch und Sohn 1927. Feyerabend, E., 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland S. 10ff. Berlin: herausgegeben vom Reichspostministerium 1927. TFT 1934, H. 1, S. 15/16. C. Matschoß: Männer der Technik.

Feiertag

Reisekosten → Bundesreisekostengesetz.

Reißlänge → Seekabelaufbau.

Reißlast → Seekabellegung und -instandsetzung.

Rekombination → Bändermodell des Halbleiters, → Gasentladung, → Ionosphäre.

Relais der Fernmeldetechnik.

Übersicht

1. Allgemeines
1.1. Definition des Begriffes »Relais«
2. Relaisarten
2.1. elektromagnetische Relais, Definition des Begriffes (s. a. 4.1.)
2.2. elektrothermische Relais, Definition des Begriffes (s. a. 4.2.)
3. Einteilung elektromagnetischer Relais
3.1. monostabile Relais
3.1.1. monostabile neutrale Relais (s. a. 4.1.1.)
3.1.2. monostabile gepolte Relais (s. a. 4.1.2.)
3.1.3. monostabile gepolte Relais mit magnetischer Vorspannung (s. a. 4.1.3.)
3.1.4. Wechselstromrelais (s. a. 4.1.4.)
3.2. bistabile Relais
3.2.1. bistabile neutrale Relais (s. a. 4.1.5.)
3.2.2. bistabile gepolte Relais (s. a. 4.1.6.)
3.2.3. bistabile gepolte Relais mit magnetischer Vorspannung (s. a. 4.1.7.)
3.2.4. Remanenzrelais (s. a. 4.1.8.)
3.3 Resonanzrelais (s. a. 4.1.9.)
4. Bauformen von Relais und physikalische Vorgänge
4.1. elektromagnetische Relais (s. a. 2.1.)
4.1.1. monostabile neutrale Relais (s. a. 3.1.1.)
4.1.1.1. Grundaufbau
4.1.1.2. elektromagnetische Vorgänge in Relais
4.1.1.3. Ansprech- und Abfallverzögerung
4.1.1.4. Rundrelais
4.1.1.4.1. Achsankerrelais
4.1.1.4.2. Schneidankerrelais
4.1.1.4.3. Stumpfankerrelais
4.1.1.5. Flachrelais
4.1.1.6. Ovalrelais
4.1.1.7. Drahtfederrelais
4.1.1.8. Edelmetall-Schnellkontakt-Relais (ESK-Relais)
4.1.1.9. Kleinrelais (Kammrelais), (s. a. 4.1.2.1. und 4.1.6.2.)
4.1.1.10. Relais mit geschützten Kontakten (Reedrelais)
4.1.1.11. Quecksilberrelais
4.1.2. monostabile gepolte Relais (s. a. 3.1.2.)
4.1.2.1. Kleinrelais (Mini- und Zwergpolrelais), (s. a. 4.1.1.8. und 4.1.6.2.)
4.1.3. monostabile gepolte Relais mit magnetischer Vorspannung (s. a. 3.1.3.)
4.1.4. Wechselstromrelais (s. a. 3.1.4.)
4.1.4.1. Schwirrelais
4.1.4.2. Wechselstromphasenrelais
4.1.5. bistabile neutrale Relais (s. a. 3.2.1.)
4.1.5.1. Verklinkrelais
4.1.5.2. Relais mit Umkehrfedersatz
4.1.6. bistabile gepolte Relais (s. a. 3.2.2.)
4.1.6.1. Telegrafenrelais
4.1.6.2. Kleinrelais (Mini- und Zwergpolrelais), (s. a. 4.1.1.8. und 4.1.2.1.)
4.1.7. bistabile gepolte Relais mit magnetischer Vorspannung (s. a. 3.2.3.)
4.1.7.1. bistabiles gepoltes Koppelrelais mit Schutzgaskontakt in Metallgehäuse
4.1.8. bistabile Remanenzrelais (s. a. 3.2.4.)
4.1.8.1. Haftrelais
4.1.8.2. Ferreedrelais
4.1.9. Resonanzrelais (s. a. 3.3.)
4.2. elektrothermische Relais (s. a. 2.2.)
4.2.1. Thermorelais mit schleichender Kontaktgabe
4.2.2. Thermorelais mit Springkontakt
4.3. Sonderformen von Relais
4.3.1. Relais für Koppelfelder (Relaiswähler)
4.3.2. Zählmagnete
4.4. elektronische Schalter
5. Relaiskontakte

1. Allgemeines. Das R. bleibt auch im Zeitalter der Elektronik eines der wichtigsten Schaltelemente der Fernmeldetechnik. Es dient als Bindeglied, wo es gilt, von einem steuernden Primärkreis aus galvanisch getrennte, gesteuerte Sekundärstromkreise zu beeinflussen. Gerade die elektrische Trennung der primären und sekundären Stromkreise ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber Festkörper-Schaltelementen; ferner die Möglichkeit, mehrere primäre und sekundäre Schaltkreise wirksam werden zu

lassen. Die sekundären Stromkreise werden meist durch eine elektromagnetische Kraft beeinflußt. Es werden aber auch andere Vorgänge, z. B. elektrothermische, zur Beeinflussung der Sekundärkreise herangezogen.

1.1. Definition des Begriffes »Relais«: Elektromechanisches Bauelement mit Wicklungen, Relaiskontakten und in der Regel zwei, in Sonderfällen maximal drei definierten Schaltstellungen, deren wesentliches Merkmal die Fähigkeit ist, mit Hilfe des Stromes elektrische Stromkreise zu schließen und zu öffnen und damit Informationen miteinander zu verknüpfen und ggf. auszuwerten. Die Größe der benötigten Leistungen spielt dabei eine untergeordnete Rolle, wenn man auch bemüht ist, sie möglichst klein zu halten. Elektromagnetisch betätigte Schalter (Schütze), deren Merkmal es ist, mit relativ kleiner Leistung im Steuerstromkreis das Verrichten von Arbeit in einen anderen Stromkreis einzuleiten oder zu beenden, werden nicht als Relais bezeichnet; ebenso Baugruppen, Apparate u. dgl., auch wenn sie als wesentliches Bauelement ein R. enthalten. Dasselbe gilt für rein elektronische Baugruppen und Kombinationen elektronischer Schaltungen mit R., welche in verschiedenen Anwendungsbereichen als »elektronische R.« bezeichnet werden.

2. Relaisarten. Dem physikalischen Grundprinzip nach gibt es elektromagnetische und elektrothermische R. (s. Tabelle).

2.1. Elektromagnetische R. arbeiten aufgrund der magnetischen Kraftwirkung des elektrischen Stromes.

2.2. Elektrothermische R. arbeiten aufgrund der Wärmewirkung des elektrischen Stromes.

3. Einteilung elektromagnetischer R. Hierzu gehören der Arbeitsweise nach monostabile, bistabile und Resonanz-R.:

3.1. Monostabile R. fallen nach Abschalten des Erregerstromes in ihre Ruhestellung zurück. Der Erregung nach gehören zu den monostabilen R.: Monostabile neutrale R., monostabile gepolte R., monostabile gepolte R. mit magnetischer Vorspannung und Wechselstromrelais.

3.1.1. Monostabile neutrale R. arbeiten unabhängig von der Richtung des Erregerstromes.

3.1.2. Monostabile gepolte R. nehmen bei einem Erregerstrom bestimmter Richtung ihre Arbeitslage ein und behalten diese auch bei Übererregung bei. Sie haben gepolte Magnetsysteme mit je einem Arbeitsluftspalt für jede Bewegungsrichtung.

3.1.3. Monostabile gepolte R. mit magnetischer Vorspannung nehmen bei einem Erregerstrom bestimmter Richtung ihre Arbeitsstellung ein und können bei Übererregung in die Ruhelage zurückkehren. Sie haben ein gepoltes Magnetsystem mit nur einem Arbeitsluftspalt.

Physikalisches Grundprinzip	*Arbeitsweise*	*Erregungsart*	*Beispiel*
Elektromagnetische Relais	*monostabil*	*neutral*	*Rund-Flach-Kamm-Oval-Reedrelais, ESK-Relais, Quecksilberrelais, Drahtfederrelais*
		gepolt	*Telegrafenrelais mit einseitiger Ruhelage, Mittelstellungsrelais (1 Ruhelage 2 Arbeitslagen). Minipol-Zwergpol-Relais, Quecksilberrelais*
		gepolt mit magnetischer Vorspannung	*Reed-Ruhekontaktrelais*
		Wechselstromrelais	*Schwirrelais, Wechselstromphasenrelais*
	bistabil	*neutral*	*Stromstoßrelais, Relais mit Umkehrfedersatz, Verklinkrelais*
		gepolt	*Telegrafenrelais mit 2 stabilen Ruhelagen, Minipol-Zwergpol-Relais*
		gepolt mit magnetischer Vorspannung	*Reed-Haftrelais, Koppel-Kipprelais (Stahl)*
		Remanenzrelais	*Haftrelais, Ferreedrelais*
	Resonanzrelais		
	Sonderformen		*Ordinatenhaftschalter (OHS) Relaiswähler Crossbar-, Kreuzschienen- oder Koordinatenschalter, Zählmagnete*
Elektrothermische Relais	*mit schleichender Kontaktgabe*		*Thermorelais oder Hitzdrahtrelais bzw. Hitzdrahtfedersatz*
	mit Springkontakt		
Elektronische Schalter			*Modulatoren monost. u. bist. Kippstufen (Flip-Flop) Elektr. Telegraf-Signalübertr. (ETS)*

Tabelle Relaisarten.

3.1.4. Wechselstromrelais sind monostabile R., die auf Wechselstrom ansprechen. Bei diesem wirken mindestens zwei gegeneinander phasenverschobene Teilflüsse auf den Anker ein. Die Phasenverschiebung kann durch Kurzschlußring, Kurzschlußwicklung oder Kondensator erfolgen. Gleichstromrelais mit vorgeschaltetem Gleichrichter werden nicht als Wechselstromrelais bezeichnet.

3.2. Bistabile R. verbleiben nach Abschalten des Erregerstromes in der zuletzt erreichten Schaltstellung. Der Erregung nach gehören zu den bistabilen R.: bistabile neutrale R., bistabile gepolte R., bistabile gepolte R. mit magnetischer Vorspannung und Remanenzrelais.

3.2.1. Bistabile neutrale R. behalten in beiden Schaltstellungen die stabile Lage durch mechanische Mittel bei.

3.2.2. Bistabile gepolte R. nehmen bei einem Erregerstrom bestimmter Richtung die eine und bei einem Erregerstrom entgegengesetzter Richtung die andere Schaltstellung ein und behalten jede Schaltstellung auch bei Übererregung bei. Sie haben gepolte Magnetsysteme mit je einem Arbeitsluftspalt für jede Bewegungsrichtung.

3.2.3. Bistabile gepolte R. mit magnetischer Vorspannung nehmen bei einem Erregerstrom bestimmter Richtung die eine und bei einem Erregerstrom entgegengesetzter Richtung die andere Schaltstellung ein und können bei Übererregung von einer erreichten Schaltstellung in die andere Schaltstellung zurückfallen. Sie haben ein gepoltes Magnetsystem mit nur einem Arbeitsluftspalt.

3.2.4. Remanenzrelais sind bistabile R., die bei einem Erregerstrom beliebiger Richtung eine Schaltstellung einnehmen, in dieser durch die Remanenz im Eisenkreis gehalten werden und durch einen begrenzten Erregerstrom entgegengesetzter Richtung (Entmagnetisierung) die andere Schaltstellung einnehmen.

3.3. Resonanzrelais sprechen nur auf einen Wechselstrom bestimmter Frequenz an.

4. Bauformen von R. und physikalische Vorgänge. Die zahlreichen Bauformen der R. unterscheiden sich nach dem Anwendungsgebiet innerhalb der Fernmeldetechnik, aber auch nach Größe, Kontaktzahl und Magnetkreis. Die Art des Einbaues in Schienen, Rahmen oder Gestelle sowie die Verdrahtungsweise (abgebundene isolierte Drähte oder gedruckte Schaltung) bestimmen die Lage der Anschlußpunkte und damit die Form der Erregerwicklungen und Kontaktfedern.

In der Fernsprechtechnik liegt seit mehr als 80 Jahren das wichtigste Anwendungsgebiet des R. zuerst in der Handvermittlungstechnik und später in der Wählvermittlungstechnik, wo es in vielen modernen Systemen selbst den Wähler ersetzt. Es muß für die Massenherstellung geeignet sein und während der Lebensdauer einer Fernsprecheinrichtung zuverlässig arbeiten, ohne seine Betriebsmerkmale (Empfindlichkeit, Sicherheit, Schaltzeit u.ä.) wesentlich zu verändern. Der Einsatz in großen Stückzahlen fordert raumsparende Konstruktionen, die Zusammenarbeit mit elektronischen Elementen, neuerdings auch kürzere Schaltzeiten, z.B. 1 statt 10 Millisekunden. An folgenden Beispielen werden die wichtigsten Bauformen der R. beschrieben.

4.1. Elektromagnetische R.

4.1.1. Monostabile neutrale R.

4.1.1.1. R. dieser Art haben folgenden Grundaufbau (Bild 1). Eine im steuernden Stromkreis liegende Erregerwicklung 10 (Relaisspule) zur Erzeugung des Magnetfeldes umschließt einen Weicheisenkern 8,

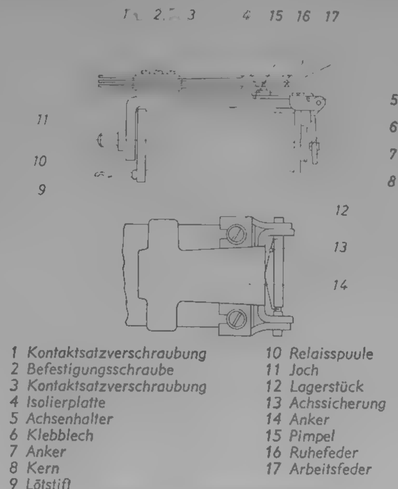


Bild 1. Achsankerrelais.

der mit dem sog. Joch 11 (außerhalb der Wicklungen liegendes Flußführungsteil, das die Verbindung zwischen Kern und Anker 7 u. 14 herstellt) und mit dem beweglichen Anker 7. u. 14 den eisernen Magnetkreis bildet. Dieser — nur durch den Arbeitsluftspalt (Abstand zwischen Anker und Kern) unterbrochen — liefert die Zugkraft für den Anker. Wenn im primären Stromkreis ein genügend großer Strom, der Ansprechstrom, fließt, entsteht im Magnetkreis die Ansprecherregung, die zum Ansprechen des Ankers führt. Durch die Ankerbewegung werden die Relaiskontakte, welche die sekundären Stromkreise steuern, betätigt. Die Strecke im Arbeitsluftspalt zwischen Anker bzw. Klebblech 6 und Kern, über die sich der Anker bei Betätigung des R. bewegt, nennt man Ankerhub. Federhub nennt man den Weg, über den das Kontaktstück der Arbeitsfeder beim Übergang des R. von der Ruhestellung in die Arbeitsstellung bis zur Kontaktgabe bewegt wird. Die Kontaktstücke oder -niete oder bestimmte Stellen der Kontaktfedern, die häufig zum Zweck einwandfreier Kontaktgabe besonders behandelt sind, stellen im geschlossenen Zustand des Kontakts die galvanische Verbindung durch Berühren her. Der Kontaktabstand als Abstand zwischen den Kontaktstücken eines Schließers (Arbeitskontakt) in Ruhestellung des R. bzw. eines Öffners in Arbeitsstellung

des R. ist im Ruhezustand kleiner als der Federhub, denn die vom Anker nicht direkt bewegten Ruhefedern werden beim Schließen des Kontaktes, nachdem sie von den vom Anker bewegten Arbeitsfedern berührt worden sind, von diesen noch etwas mitgenommen (Mitgang des Kontaktes). Die Kontakte unterliegen beim Mitgang einer gewissen Reibung. Der Reibweg ist der Weg, um welchen sich die Kontaktstücke der Kontaktfedern während des Mitganges gegeneinander verschieben. Die zum Umlegen des Ankers notwendige steuernde Erregung, ausgedrückt in Amperewindungen (Strom × Windungszahl der Erregerwicklung), bestimmt die Empfindlichkeit des R. Die Schaltzeit (Ansprechzeit beim Einschalten und Abfallzeit beim Ausschalten oder Kurzschließen) des R., meist in Millisekunden angegeben, ist die Zeit vom Einschalten bzw. Ausschalten des steuernden Erregerstroms bis zum ersten Betätigen des gesteuerten Stromkreises. Prellen des Ankers beim Anschlagen kann für eine bestimmte Zeit zum Prellen der Kontakte führen, so daß die Kontakte wegen der durch Funkenbildung entstehenden Materialwanderung vorzeitig unbrauchbar werden. Prellzeit ist die Zeit vom ersten bis zum letzten Schließen bzw. Öffnen eines Relaiskontaktes beim Ansprechen oder Abfallen des R.

4.1.1.2. Elektromagnetische Vorgänge in R. Legt man an den primären Relaisstromkreis mit dem Widerstand R die Gleichspannung U, so schwingt der Strom i wegen der Induktivität L der Erregerwicklung etwa nach einer e-Funktion ein (Bild 2a). Der zeitliche Verlauf des Stromes bestimmt den Anstieg der Zugkraft, damit die Schaltzeit des R.

$$i = J(1 - e^{-t/T}), \text{ mit } T = L/R \text{ und } J = U/R.$$

T nennt man die Zeitkonstante des Erregerkreises, J den Endwert des Erregerstromes. Schließt man, um den Anker zum Abfallen zu bringen, den Erregerkreis kurz, so ergibt sich ein Ausschwingen des Kurzschlußstromes i_k nach der e-Funktion

$$i_k = J\,e^{-t/T}.$$

Die Induktivität $L = w^2/R_m$ (w = Anzahl der Windungen der Erregerwicklung, R_m = magnetischer Widerstand des Magnetkreises) ist während der Ankerbewegung keine Konstante, da sich der magnetische Widerstand des Luftspaltes $R_{m0} = l_0/(\mu_0 \cdot F)$ (l_0 = Länge des Weges der Feldlinie in der Luft, μ_0 = Permeabilität der Luft $= 4\pi \cdot 10^{-9}\,\Omega$ s/cm, F = Übertrittsfläche der Feldlinien) wegen der Verkürzung von l_0 beim Ankeransprechen stark vermindert und R_{m0} etwa 90% von R_m darstellt. Der Strom I in der Erregerwicklung erzeugt eine Erregung (Durchflutung) $\Theta = Iw$ und diese einen magnetischen Fluß $\Phi = \Theta/R_m$. Die auf den Anker wirkende Zugkraft

$$P = \frac{\Phi^2}{2\,\mu_0 F} = \frac{(Iw)^2\,\mu_0 F}{2 \cdot l_0^2}.$$

$$\left(\text{Umrechnungsfaktor: } 9{,}81 \cdot 10^{-5}\,\frac{\text{Ws}}{\text{cm}} = 1\,p\right),$$

ist einerseits proportional dem Quadrat der Erregung und damit proportional dem Quadrat des Erregerstromes (die Stromrichtung spielt also keine Rolle) und andererseits umgekehrt proportional dem Quadrat der Länge l_0. Daraus ergibt sich, daß die zum Halten des Ankers erforderliche Erregung, die Halteerregung, kleiner ist als die Ansprecherregung; und ebenfalls ist der Haltestrom kleiner als der Ansprechstrom. Die Erregung und der Strom, die mit Sicherheit zum Abfallen des Ankers führen, nennt man Abfallerregung und Abfallstrom. Eine Erregung und einen Strom, die mit Sicherheit nicht zum Ansprechen des Ankers reichen, nennt man Fehlerregung und Fehlstrom. Bei der Bemessung von Strömen für die Relaisbetätigung arbeitet man mit Stromsicherheiten (Verhältnis zwischen dem Betriebswert und dem Kennwert des Erregerstromes), und so spricht man von Fehl-, Ansprech-, Halte- und Abfallstromsicherheiten. Die Fehlstromsicherheit

$$Si_{fe} = \frac{J_{fe}}{J_b}$$

ist das Verhältnis von Fehlstrom zum Betriebsstrom.

Die Ansprechstromsicherheit

$$Si_{an} = \frac{J_b}{J_{an}}$$

ist das Verhältnis des Betriebsstromes zum Ansprechstrom.

Die Haltestromsicherheit

$$Si_{ha} = \frac{J_b}{J_{ha}}$$

ist das Verhältnis des Betriebsstromes zum Haltestrom.

Die Abfallstromsicherheit

$$Si_{ab} = \frac{J_{ab}}{J_b}$$

ist das Verhältnis von Abfallstrom zum Betriebsstrom.

Fehl-, Ansprech-, Halte- und Abfallstrom sind abhängig von der Kraft, welche die Kontaktfedern in der Arbeitsstellung auf den Anker ausüben.

Beim Ansprechen des Ankers beschleunigt die Zugkraft den Anker, und der sich bewegende Anker erzeugt im Erregerkreis eine elektromotorische Kraft (EMK), die der Erregerspannung entgegengesetzt ist. Deshalb »knickt« der ansteigende Strom während der Ankerbewegung etwas ein (Ankerrückwirkung). Bild 2a zeigt typische Stromkurven beim Einschalten des Erregerkreises. Man nennt die Zeit bis zum Punkt A die Vorerregungszeit, die Zeit bis zum Punkt B die Schaltzeit. Zur Berechnung der erforderlichen Zugkraft des Ankers sind die Kraft-Weg-Charakteristiken der verschiedenen Relaisarten eine wichtige Unterlage. Als Beispiel zeigt Bild 2b die Charakteristik eines Schließers (Arbeitskontakt). Derartige Charakteristiken müssen für jede Relais- und Federkonstruktion neu aufgestellt werden. Der Schließer hat je Kontaktfeder eine Stützbeilage, auf der die betreffende Kontaktfeder mit 5 p aufliegt.

Der Ankerhub soll 1 mm betragen, der Kontaktabstand 0,5 mm. Auf seinem Weg aus der Ruhelage in die Arbeitslage berührt der Anker nach 0,2 mm den Pimpel und muß nun die Auflagekraft (5 p) der Arbeitsfeder überwinden. Mit zunehmender Biegung der Arbeitsfeder wird ihre Federkraft größer. Nach einem Weg von 0,7 mm wird die Ruhefeder erreicht. Es wird deren Auflagekraft überwunden und dann die Ruhefeder noch 0,3 mm

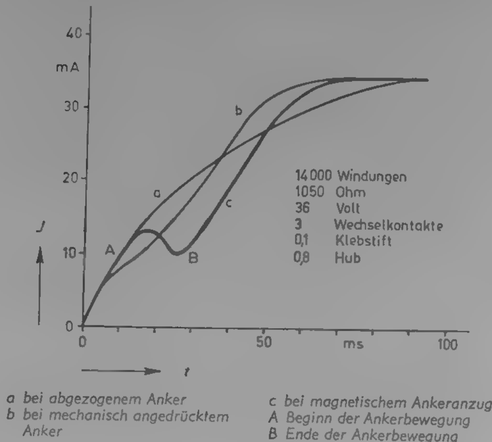


Bild 2a. Stromkurven eines Relais.

mitgenommen, bis der Anker anschlägt. Bei konstanter Erregung ist die Kraft P proportional $1/l_0^2$. Bei einem Trennblech von 0,3 mm ergibt sich theoretisch die in Bild 33 angegebene Kraftkurve P, die stets über der Lastkurve verlaufen muß.

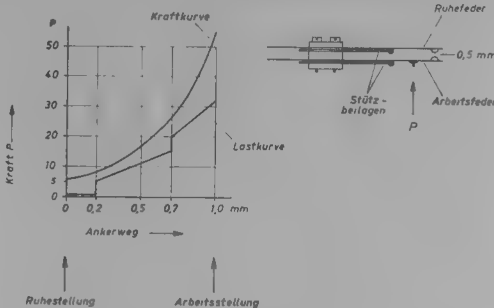


Bild 2b. Kraft- und Lastverlauf beim Betätigen eines Arbeitskontaktes (konstante Erregung).

4.1.1.3. Ansprech- und Abfallverzögerung. Die Ansprechverzögerung, die seltener verwendet wird als die Abfallverzögerung, dient meist zum Schutz gegen kurze Störimpulse, z. B. bei der Aushängeüberwachung oder in Anlaßkreisen von Anrufsuchern. Sie bleibt unter 100 ms, meist sogar unter 50 ms. Um sie zu erreichen, gibt man mit Hilfe eines zweiten Erregerkreises eine kurze oder eine dauernde Gegenerregung bestimmter Größe. Die bekannteste Verzögerung ergibt sich durch ein Kupferrohr um den Weicheisenkern, in dem Wirbelströme erzeugt werden, oder durch eine Dämpfungswicklung. Man kann dem Primärkreis des R. auch einfache Laufzeitglieder vorschalten. Die Abfallverzögerung erreicht man durch künstlich verlangsamtes Abklingen des Erregerstromes oder durch Erhalten der Erregung über eine gewisse Zeit mittels eines zweiten kurzgeschlossenen Erregerkreises. Durch das o. a. Kupferrohr um den Weicheisenkern kann man bis zu 500 ms und mit Kondensatoren parallel zur Erregerwicklung bis zu 1000 ms Verzögerung erzielen. Große Verzögerungszeiten streuen abhängig von Spannungsschwankungen und Alterung. Mit → Thyratron und → Transistor, die man mit Kondensatoren und Widerständen zu Verzögerungsanordnungen und dem R. zusammen vorschaltet, erhält man noch größere und genauere Verzögerungen.

4.1.1.4. Rundrelais. Die Einfachheit der Herstellung einer runden Erregerwicklung legt einen runden Relaiskern nahe, aber Joch und Kontaktfedersatz, zu dem mehrere (zuweilen bis zu 15) Kontaktfedern zusammengefaßt werden, ergeben für viele Anwendungen einen ungünstig hohen Aufbau. Deshalb wurden schon ab 1925 auch Flachrelais eingeführt (s. unter 4.1.1.5.).

4.1.1.4.1. Achsankerrelais. Bild 1 zeigt ein früher viel verwendetes Rundrelais, das sog. Achsankerrelais. Auf einem Kern 8 sitzt die Erregerwicklung 10 (Relaisspule). Über Joch 11 und Winkelanker 7 und 14 schließt sich der magnetische Eisenkreis. Der Kern ist dem Anker gegenüber zu einer Polscheibe erweitert, weil die Zugkraft der Übertrittsfläche für die magnetischen Feldlinien proportional ist. Mit dem Klebblech 6 oder einer Stellschraube (Trennstift) wird bei angezogenem Anker ein Verlustluftspalt eingestellt, um ein Kleben des Ankers, das bei direktem Anliegen des Ankers aufträte, zu vermeiden. Der Anker ist mit einer Achse im Joch bei 5 drehbar gelagert. Kupferbleche 13 halten die Achse (Achssicherung). Der obere Arm des Ankers wird beim Ansprechen um etwa einen Millimeter nach oben geschwenkt und betätigt mit eingesetzten isolierenden Pimpeln 15 die Kontaktfeder 17 des Kontaktfedersatzes. Drei solcher Sätze mit bis zu 5 Federn schraubt man bei 2 mit isolierten Zwischenlagen auf das Joch. Die Anschlußlötösen für die Kontaktfedern und die 5 bis 6 Lötstifte 9 für 1 bis 3 Erregerwicklungen liegen dort, wo das R. mit einer Schraube, die auf dem verlängerten Kern sitzt, auf einer Befestigungsschiene gehalten wird. Kontakte und Ankerbewegung sind von vorn, im Bild 1 von rechts, zu beobachten. In den Jahren 1908 bis 1925 dienten Achsankerrelais zur Übertragung der Wählimpulse (Stromstoßübertragung).

4.1.1.4.2. Schneidankerrelais. Für einfachere Schaltaufgaben wurde später das Schneidankerrelais (Bild 3) geschaffen. Dieses montierte man auch in seitlicher Lage und stellte so die Kontaktfedern hochkant. Der Staub konnte sich daher nicht auf

den Kontakten ablagern, sondern fiel im wesentlichen vorbei. Die Verbreiterung des Jochendes zu einer schneideförmigen Ankerlagerung ergibt eine große Übertrittsfläche für die magnetischen Feldlinien.

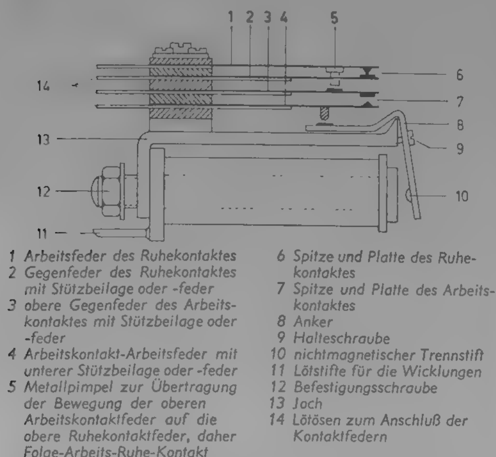


Bild 3. Aufbau des senkrecht gelagerten Schneidankerrelais.

4.1.1.4.3. Stumpfankerrelais hat keine Schneide. Der Anker ist stumpf auf das Jochende aufgesetzt, so daß sich die Herstellung vereinfacht (s. unter 4.1.1.5. und Bild 5).

4.1.1.5. Flachrelais werden meist in Seitenlage montiert. Obwohl von gleicher Leistung, Breite und Tiefe wie die Rundrelais, ergibt sich bei ihnen eine Einsparung an Höhe von 40 bis 50% durch Flachkern und -wicklung, besonders aber durch gedrängten Aufbau des Kontaktsatzes. Das Siemens-Flachrelais (Bild 4a und 4b), das noch heute in großem

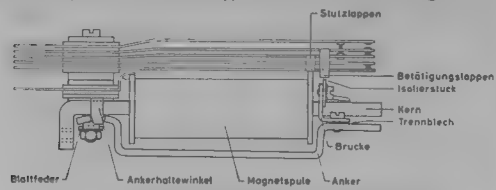


Bild 4a. Seitenansicht des Siemens-Flachrelais.

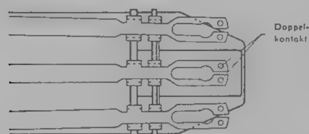


Bild 4b. Doppelkontakt des Siemens-Flachrelais mit Fenster.

Umfang verwendet wird, hat einen Jochanker. Man nutzt so den Streufluß aus, der sich stets zwischen Joch und Kern im Bereich der Erregerwicklung entwickelt. Statt des Trennstiftes wird ein Trennblech verwendet. Die Kontaktfedern haben Stützlappen anstatt der sonst verwendeten Pimpel. Die Ruhefedern stützen sich auf den Spulenrand aus Pertinax, die Arbeitsfedern auf ein Isolierstück, das auf dem Jochanker sitzt. Die Zwangsführung der Kontaktfederspitzen vermindert Prellungen. Das R. besitzt zur sicheren Kontaktgabe Doppelkontakte mit Fenster.

4.1.1.6. Das Ovalrelais von Telefonbau und Normalzeit (Bild 5) hat einen ovalen Kern und einen Stumpfanker. Die Kontaktfedern mit ihren ebenfalls zwangsläufig geführten Kontaktspitzen, die als Doppelkontakte ausgebildet sind, ruhen auf Stützböcken, die durch Fenster in den Kontaktfedern hindurchgreifen.

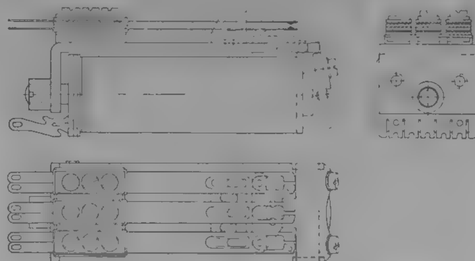


Bild 5. Ovalrelais von Telefonbau und Normalzeit mit Doppelkontakten und Stützböcken.

Ein sehr guter Eisenschließungskreis und Durchschnittszeiten im Anzug und Abfall zwischen 5 und 8 Millisekunden zeichnen das Relais aus. Es ist daher für die Amts- und Nebenstellentechnik sehr geeignet.

4.1.1.7. Drahtfederrelais (Flachrelais mit Drahtfederkontakten von SEL). Wenn statt der Kontaktstücke in Blattfedern »Federdrähte« mit aufgeschweißten oder aufgepreßten Edelmetallauflagen verwendet werden, läßt sich eine noch gedrängtere Kontaktanordnung als bei Flachrelais erzielen. Bei der automatischen Verarbeitung werden die von Rollen ablaufenden Drähte entsprechend gebogen, damit vorgespannt und schichtweise mit Isolierpreßstücken zusammengefaßt. Doppelkontakte bestehen aus zwei Drähten, die völlig frei voneinander beweglich sind. Die Ruhe- und Arbeitsfedern werden

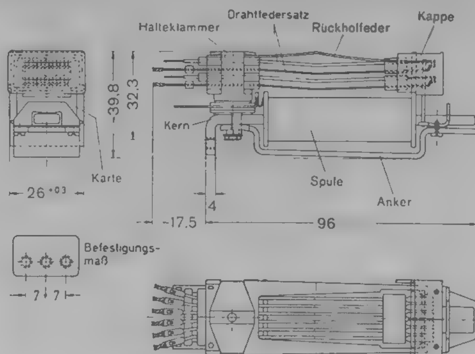


Bild 6a. Flachrelais von Standard Elektrik Lorenz (SEL) mit Drahtfederkontakten.

vorn abgestützt und bei der Ankerbewegung mittels eines Steges geführt. Mit dem Eisenkreis des Flachrelais hat Standard Elektrik Lorenz das in Bild 6a und 6b gezeigte Drahtfederrelais gebaut, das zwei Reihen von je sechs Doppelkontakten schalten kann.

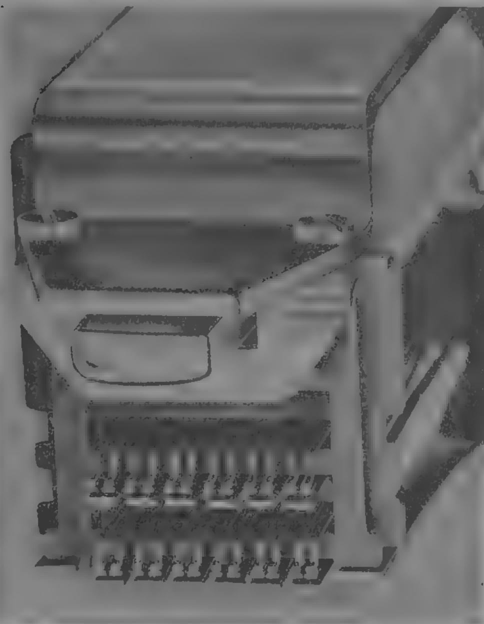


Bild 6 b.
Flachrelais mit Drahtfederkontakten von SEL von vorn gesehen.

Stärker als in Deutschland sind die Drahtfederrelais in der amerikanischen und schwedischen Fernmeldetechnik verwendet worden.

4.1.1.8. Edelmetall-Schnellkontaktrelais (ESK-Relais) von Siemens. Wenn die Kontaktfeder aus magnetischem Material hergestellt wird, kann sie zugleich als (Kontakt-)Anker dienen. Man erhält so

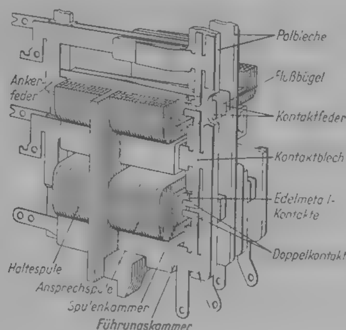


Bild 7. Aufbauschema eines ESK-Relaisstreifens; ein Streifen umfaßt fünf einzelne Relais.

billige, raumsparende und schnellschaltende Relais (1 statt 10 ms), die sich für den Masseneinsatz in → Koppelfeldern besonders eignen. Für den Aufbau von Fernsprech-Wählvermittlungsstellen hat das ESK-Relais von Siemens große Bedeutung gewonnen. Da es in der Regel im Koppelfeld mit einseitiger Vielfachschaltung der Kontaktausgänge (Kontaktvielfach) benutzt wird, sind fünf R. zu einem Streifen zusammengebaut. Bild 7 zeigt den konstruktiven Aufbau von 2 R. Es sind stets Doppelkontakte vorgesehen, die durch Anordnung eines magnetischen festen Flußbügels parallel zum beweglichen Kontaktanker am Luftspalt gleiche Kräfte erhalten wie die Kontakte anderer R. Dieses R. kann gegenüber dem Flachrelais als Miniaturrelais bezeichnet werden. Folgende Tabelle zeigt in Verhältniszahlen die Eigenschaft eines ESK-Relais gegenüber einem Flachrelais (4.1.1.5.).

Relais	Gewicht des Ankers	Ansprechzeit	Kinetische Energie des Ankers beim Auftreffen	Wirksames Ankergewicht	Anzahl der Kontakte
Flachrelais	1	1	1	1	6
ESK-Relais	1/100	1/10	1/25	1/250	20—30

Durch eine geschickte Flußführung wird eine hohe Kontaktkraft von 20—25 p erreicht (Bild 8, Flußüberlagerung beim ESK-Relais). Auf der linken Seite des Bildes ist der Flußverlauf zu erkennen,

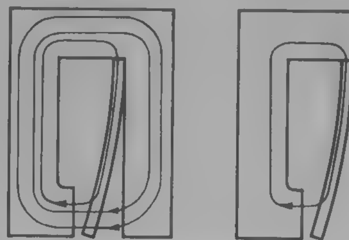


Bild 8. Flußüberlagerung beim ESK-Relais.

wie er bei fast allen monostabilen neutralen R. verläuft. Der Gesamtfluß durchsetzt den Kern, das Joch, den Anker und den Arbeitsluftspalt. Auf der rechten Seite des Bildes überlagert sich im Arbeitsluftspalt der Fluß, der im Anker herangeführt wird, mit dem Fluß, der im Flußbügel seinen Weg nimmt.

Flußbügel Anker Polblech

Φ_F Φ_A F_F F_A

$$F_A = C \cdot (\Phi_A + \Phi_F)^2$$

$$F_F = C \cdot \Phi_F^2$$

$$F_R = F_A - F_F = C \cdot (\Phi_A^2 + 2\Phi_A \cdot \Phi_F)$$

$$F_R / F_{A_0} = \frac{\Phi_A^2 + 2\Phi_A \cdot \Phi_F}{\Phi_A^2} = 1 + 2\,\frac{\Phi_F}{\Phi_A}$$

Bild 9. Krafterhöhung durch Flußüberlagerung beim ESK-Relais.

Im Gegensatz zum Anker ist dieser Flußbügel in angesprochenem Zustand noch nicht gesättigt. Die Auswirkung der Flußüberlagerung im Arbeitsluftspalt ist im Bild 9, Krafterhöhung durch Flußüberlagerung beim ESK-Relais, dargestellt. Der Fluß, der aus dem Flußbügel austritt, den Anker durchsetzt und dann in das Polblech eintritt, ist mit Φ_F bezeichnet. Der Fluß, der den Anker in Längsrichtung durchsetzt, um dann in den Arbeitsluftspalt abzubiegen, wird Φ_A genannt. Da die Anzugskräfte im Luftspalt proportional dem Quadrat des magnetischen Induktionsflusses sind, greift zunächst eine nach rechts gerichtete Kraft $F_A = C \cdot (\Phi_A + \Phi_F)^2$ an. Gleichzeitig wirkt aber auf den Anker eine nach links gerichtete Kraft $F_F = C \cdot \Phi_F^2$. Die resultierende Kraft wird

$$F_R = F_A - F_F = C \cdot (\Phi_A^2 + 2\,\Phi_A \cdot \Phi_F)$$

genannt. Bildet man das Verhältnis dieser resultierenden Kraft zu derjenigen, die sich ohne Flußbügel nur durch den Ankerfluß ergibt, so erhält man den Faktor, um den sich die Anzugskraft durch die Flußüberlagerung erhöht.

$$\frac{F_R}{F_{A_0}} = \frac{\Phi_A^2 + 2\,\Phi_A \cdot \Phi_F}{\Phi_A^2} = 1 + 2\,\frac{\Phi_F}{\Phi_A}\,.$$

Selbst wenn der Fluß im Flußbügel nur halb so groß ist wie der Ankerfluß, bedeutet das eine Verdoppelung der Zugkraft.

$$\frac{F_R}{F_{A_0}} = 1 + 2 \cdot 0{,}5 = 2\,, \quad F_R = 2\,F_{A_0}\,.$$

Unter Berücksichtigung der wirklichen Magnetflüsse in Abhängigkeit von der Erregung des R. ergibt sich durch die Flußüberlagerung im Arbeitsluftspalt eine Verbesserung der resultierenden Kraft um den Faktor 2,5.

4.1.1.9. Kleinrelais (Kammrelais) von Zettler. Die mit elektronischen Bauelementen ermöglichte Verkleinerung aller Baugruppen hat auch zur Konstruktion von Klein- und Miniaturrelais geführt (Bild 10). Um bei der geringen Baulänge einen günstigen Hebelarm zur Kontaktbetätigung zu erzielen und andererseits die Kontaktfedern nicht zu kurz werden zu lassen, ist hier der Anker unter den Lötanschlüssen der Kontakte angeordnet, also auf der anderen Seite der Erregerwicklung als sonst bei Rundrelais üblich. Noch kleinere R. führt man meist als monostabil gepolte oder bistabil gepolte R. aus (s. auch 4.1.2.1.).

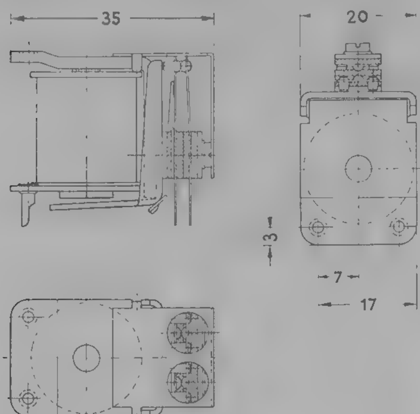


Bild 10. Abmessungen und konstruktiver Aufbau des Kleinrelais von Zettler.

4.1.1.10. R. mit geschützten Kontakten (Reedrelais). Eine Umwälzung in der Relaistechnik brachte das aus den USA kommende sog. Reedrelais. Die magnetischen Kontaktfedern (engl.: reeds) sind in mit Schutzgas (z. B. Wasserstoff oder Stickstoff) gefüllte Röhrchen, meist aus Glas, so eingeschmolzen, daß z. B. bei einem Arbeitskontakt von jedem Ende eine Feder in das Röhrchen hineinragt und daß sich die Federn in der Mitte des Röhrchens



Bild 11.
Grundsätzlicher Aufbau eines Schutzgas-Arbeitskontaktes.

mit einem Abstand von etwa 0,1 bis 0,2 mm ungefähr 4 bis 5 mm überlappen (Bild 11). Durch Einschmelzen einer dritten unmagnetischen Kontaktfeder ist die Herstellung eines Umschaltekontaktes möglich (Bild 12). Unter Verzicht auf Zugänglichkeit und Sichtbarkeit werden bis zu 8 Glasröhrchen ins

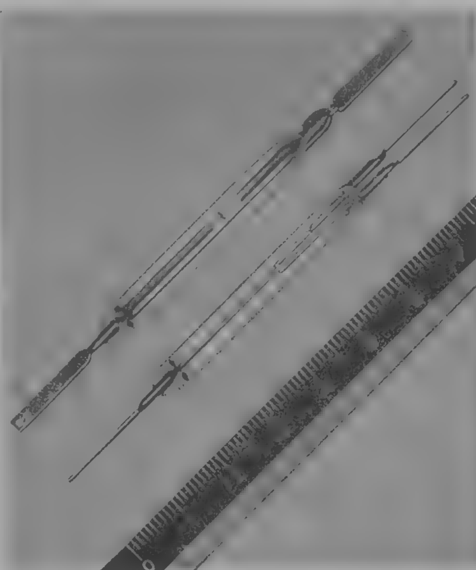


Bild 12. Schutzgas-Umschaltekontakt von Siemens & Halske.

Innere einer Erregerwicklung gelegt; den magnetischen Eisenkreis schließen die außen die Erregerwicklung umgreifenden Joche (Bild 13). Wenn in

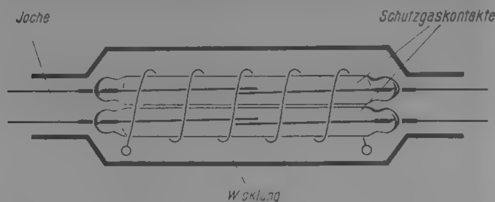


Bild 13. Grundsätzlicher Aufbau eines Schutzgaskontaktrelais mit im Innern der Spule liegenden Schutzgaskontakten.

der Erregerwicklung genügend Strom fließt, werden die beiden Federn, deren Berührungsstellen mit einer Edelmetallauflage von z. B. Gold, Palladium oder Rhodium versehen sind, durch das magnetische Feld gegeneinandergedrückt. Die Schaltzeiten liegen im Anzug bei 1 bis 5 Millisekunden (ms), im Abfall unter 1 ms. In Dauerversuchen sind bis zu 10^9 zuverlässige Schaltungen erreicht worden.

Seit 1955 werden Reedrelais und -kontakte (Arbeits-, Ruhe- und Umschaltekontakte) auch von deutschen Firmen gebaut. SEL nennt diese Kontakte Herkon (hermetisch abgeschlossene Kontakte), Siemens Schutzgaskontakte (SGS) und Telefonbau und Normalzeit Flachschutz- oder Flachreedkontakte (FRK). Bei der Deutschen Bundespost

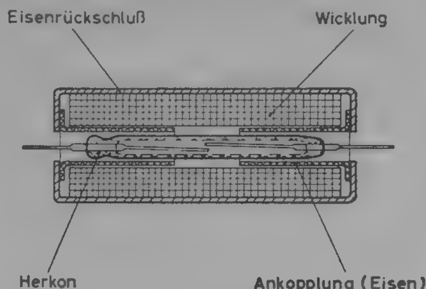


Bild 14. Schema eines Herkonrelais im Schnitt.

führen die R. den Namen R. mit geschützten Kontakten. Bild 14 zeigt ein Herkonrelais im Schnitt. Die Möglichkeit des Einschmelzens mehrerer Kontakte nebeneinander in einem Glaskörper und entsprechende Relaisbauarten (Multireedrelais von Telefonbau und Normalzeit) zeigen die Bilder 15 und 16. Eine flache Form eines geschützten Kontaktes (Flachschutz- oder Flachreedkontakt) ist von Telefonbau und Normalzeit entwickelt worden (Bild 17 a und 17 b). Die Arbeitsfeder ist durch ein mäanderförmiges Zwischenstück in der Hochkantebene leicht beweglich und entlastet die Einschmelzstelle. Die Federn sind in flachen statt in runden Glasröhrchen untergebracht, wodurch eine Platzersparnis von mehr als 50% erreicht worden ist. Verschiedene Formen dieser Kontakte und R. zeigen die Bilder 17 bis 19.



Bild 15. Multireedkontakt mit 4 Arbeitskontakten von Telefonbau und Normalzeit.

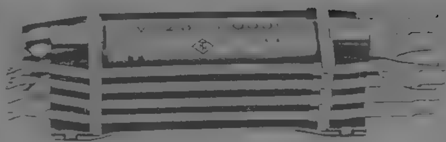




Bild 16.
Multireedrelais für Koppelfelder von Telefonbau und Normalzeit.



Bild 17 a.
Flachreedarbeitskontakt von Telefonbau und Normalzeit.

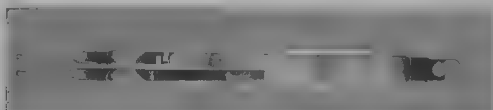


Bild 17 b.
Flachreed-Umschaltekontakt von Telefonbau und Normalzeit.

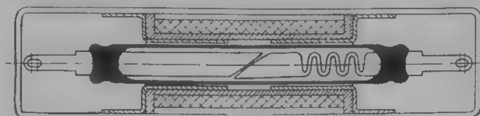


Bild 18. Querschnitt durch einen Flachschutzkontakt mit Erregerspule von Telefonbau und Normalzeit.

Reedrelais mit Ruhekontakten können verschiedene Ausführungen haben:

1. Der Ruhekontakt ist ein einseitig genutzter Umschaltekontakt, bei dem die Umschaltefeder in der Ruhestellung eine unmagnetische Gegenfeder berührt. Diese Ausführung wird jedoch seltener

angewandt, da die beiden Federn wegen der unterschiedlichen Materialien verschiedene Ausdehnungskoeffizienten haben und somit die Güte der Einschmelzstelle stark beeinträchtigen.

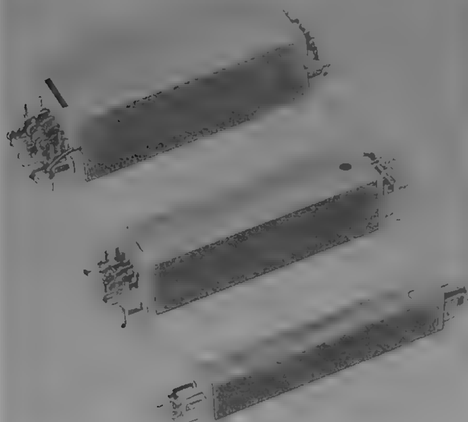


Bild 19. Flachreedrelais mit 1 und mehreren Kontakten von Telefonbau und Normalzeit.

2. Der Ruhekontakt ist ein einseitig genutzter Umschaltekontakt, bei dem die Umschaltefeder und die Feder der Arbeitsseite vergrößerte Kontaktflächen haben. Alle drei Federn bestehen aus dem gleichen Material. Durch die vergrößerte wirksame Kontaktfläche wird bei einer Ansprecherregung die Anzugskraft größer als die zwischen Umschaltefeder und Ruhefeder. Die Umschaltefeder schaltet zur Arbeitsfeder um und öffnet den Ruhekontakt.

3. Im Ruhezustand wird der Arbeitskontakt durch einen Dauermagneten geschlossen gehalten. Wird in der Wicklung durch einen Erregerstrom eine Gegenerregung erzeugt, öffnet der Kontakt. Ein R. dieser Ausführung wird als monostabiles gepoltes R. mit magnetischer Vorspannung bezeichnet.

Zur Schaffung von → Magnetfeldkopplern für das Sprechwegenetz moderner Vermittlungen werden R. mit geschützten Kontakten auch in die Kreuzungspunkte von Zeilen- und Spaltenwicklungen eingesetzt.

4.1.1.11. Quecksilberrelais zeichnen sich durch hohe Schaltzahlen bei großer Kontaktbelastung aus. Der Durchgangswiderstand bleibt bei einer maximalen Änderung von ± 2 mΩ während der ganzen Lebensdauer konstant, da bei jeder Kontaktbetätigung durch eine Quecksilberbenetzung der Kontakte die Kontaktoberflächen erneuert werden. Die Kontakte haben aufgrund des zwischen den Kontaktflächen liegenden Quecksilberpolsters keine Prellungen. Für fast alle Lastfälle erhalten die Kontakte als Kontaktschutz eine Funkenlöschung, z. B. eine Serienschaltung von Kondensator und Widerstand parallel zum Kontakt. Diese schützt die Kontakte bei hohen Lasten vor Kontaktschäden (Materialwanderung) und bei nachgeschalteten Relaisspulen auch gegen Überspannungen (s. unter 5. und Bild 36). Das Bild 20 zeigt ein Quecksilberfilmkontakt-Element. In der Kapsel ist der aus Nickel-Eisen bestehende Anker zusammen mit einem Federsystem am unteren Ende der Glaskapsel eingeschmolzen. Am oberen Ende des Ankers sind Platinkontakte mit einer aus parallelen Drähten bestehenden Halteanordnung befestigt. Die Drähte vervollständigen den Kapillarweg vom Quecksilbersumpf zu den Kontakten. Vier Platinkontakte, getragen von den zugehörigen Anschlußstiften, sind

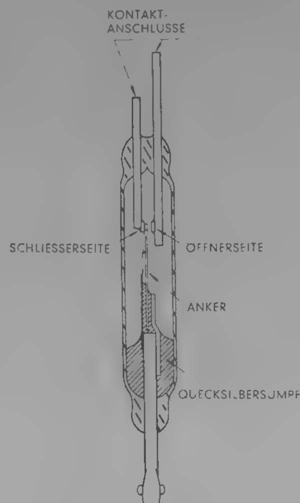


Bild 20. Quecksilberrelais der Firma Clare Elektronic.

am oberen Ende der Kapsel eingeschmolzen. Die Ruhelage des Ankers wird durch die Ankerfeder bestimmt. Dabei liegt der Anker auf der Seite mit den kürzeren Anschlußstiften auf. Außer diesem monostabilen neutralen Quecksilberrelais gibt es noch monostabile gepolte und bistabile Quecksilberrelais.

4.1.2. Monostabil gepolte R.

4.1.2.1. Kleinrelais (Mini- und Zwergpolrelais). Monostabile neutrale R. lassen sich nur bis zu einem gewissen Grade verkleinern, da man bei kleinen R., bezogen auf das Volumen, mehr Leistung aufwenden muß als bei großen. Wegen der erforderlichen Abführung der Wärme ist das schwierig. Daher macht man sich bei der Miniaturisierung der R. die größere Empfindlichkeit gepolter R. zunutze. Bild 21 zeigt ein Mini- und ein Zwergpolrelais. Diese R., die es auch bistabil gibt, werden dort eingesetzt, wo eine nicht so hohe Präzision gefordert wird wie von einem Telegrafenrelais.

4.1.3. Monostabile gepolte R. mit magnetischer Vorspannung sind R. mit geschützten Kontakten (Reed-Ruhekontakt-R.). Beschreibung s. unter 4.1.1.10. Absatz 3.

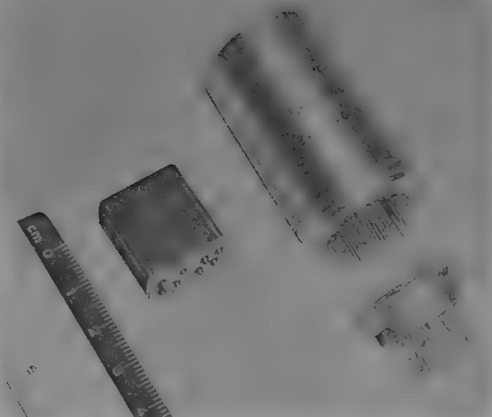


Bild 21. Minirelais (links) und Zwergpolrelais.



Bild 22 b. Keilrelais von Siemens.

4.1.4. Wechselstromrelais sollen auf Wechselstrom ansprechen wie die bisher beschriebenen auf Gleichstrom. Folgende Prinzipien werden angewendet:

4.1.4.1. Schwirrelais dienen der Umsetzung von Wechselstromimpulsen in Gleichstromimpulse durch ein Hilfsrelais (Bild 22a). Bei Erregung des Relais J

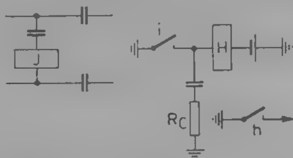


Bild 22a. Schwirrelais mit kondensatorverzögertem Hilfsrelais.

mit Wechselstrom entsteht durch Kontakt i ein intermittierender Kontaktschluß. Dieser steuert ein durch Kondensator und Widerstand R_C gering verzögertes Hilfsrelais H, dessen Kontakt h einen Gleichstromimpuls weitergibt.

4.1.4.2. Wechselstromphasenrelais, in ursprünglicher Form von Prof. Hebel für Wechselstromfernwahl entwickelt, haben entweder zwei Eisenkreise und zwei Erregerwicklungen, wobei der Strom durch die eine Wicklung mit Hilfe eines Kondensators um 90° in der Phase verschoben ist, so daß die auf den Anker wirkende Zugkraft konstant ist, oder einen Eisenkreis, der an der Polfläche (gegenüber dem Anker) aufgeschlitzt ist. Auf der einen Hälfte sitzt eine Kurzschlußwicklung (Kupferrohr). Die in den beiden Hälften der Polfläche fließenden magnetischen Flüsse sind zwar nahezu um 90° phasenverschoben, aber ihre Amplituden sind nicht gleich. Die verbleibende pulsierende Komponente kommt nicht zur Wirkung, wenn man die Kontaktbewegung senkrecht zur Ankerbewegung anordnet wie beim Keilrelais von Siemens (Bild 22 b).

4.1.5. Bistabile neutrale R.

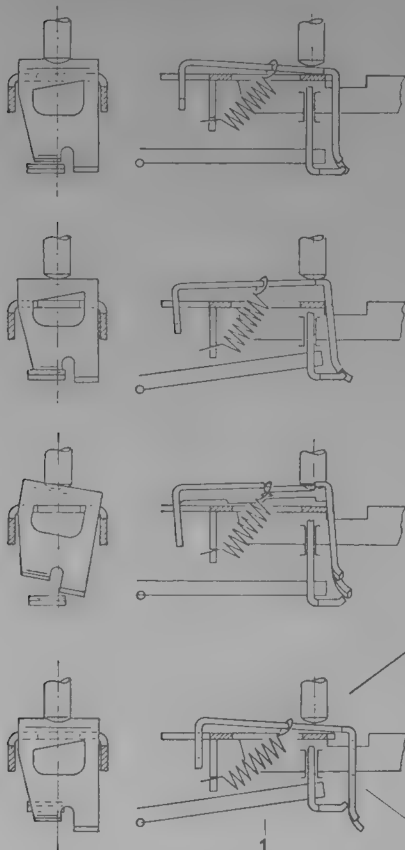
Die bisher unter 4.1.1. bis 4.1.4.2. beschriebenen Relais halten ihre Kontakte in der Arbeitslage, solange im Erregerkreis der nötige Erregerstrom fließt. Wird dieser abgeschaltet, so kehren die Kontakte in die Ruhelage zurück, weil der Anker abfällt. Entweder um Strom zu sparen, wenn die Arbeitslage der Kontakte längere Zeit bestehen bleiben muß, oder um zum Schalten von R. Impulse verwenden zu können, wie dies in der neueren Vermittlungstechnik immer häufiger vorkommt, verwendet man selbsthaltende R. oder Kontakte, die nach dem Abschalten des Erregerstromes ihre Kontakte so lange in der Arbeitslage halten, bis ein Gegenbefehl kommt. Es kann z. B. folgendes Prinzip angewandt werden: Um ein R. in seiner Arbeitslage zu halten, benötigt man nur ein Fünftel bis ein Drittel desjenigen Erregerstromes, der zum Anziehen des Ankers erforderlich war. Daher wird durch einen Arbeitskontakt des R. ein stromsparender Haltestromkreis geschlossen und der erste Stromkreis unterbrochen. Das R. kehrt erst dann in die Ruhelage zurück, wenn der Haltestromkreis unterbrochen wird.

Neben dieser elektrischen Schaltmaßnahme, Relais in der Arbeitslage zu halten, gibt es noch mechanische (vgl. 4.1.5.1., 4.1.5.2.) und magnetische (vgl. 4.1.6., 4.1.7.) Maßnahmen.

4.1.5.1. Verklinkrelais sind Nachbarrelais mit gegenseitiger Beeinflussung, die mit einem Ansatzstück des Ankers in den Weg des Nachbarankers eingreifen, um beispielsweise diesen am Ansprechen oder am Abfallen zu hindern.

4.1.5.2. R. mit Umkehrfedersatz. Beim R. mit Umkehrfedersatz (Bild 23) übernimmt nach dem ersten Abfallen des Ankers eine rein mechanische Anordnung das Halten der Federsätze. Diese Anordnung ist ein Zwischenglied, das sich zwischen Anker und Federsatz verriegelt. Beim zweiten An-

ziehen des Ankers wird das Zwischenglied wieder entriegelt, so daß beim zweiten Abfallen des Ankers auch die Kontakte wieder in Ruhestellung gehen können. Durch dieses Spiel werden die Kontakte des R. abwechselnd geschlossen und geöffnet, wenn der Erregerstrom aufeinanderfolgend mit gleicher oder wechselnder Polarität fließt.



1 Anker 2 Zwischenglied 3 Kontaktpimpel

Bild 23. Umkehrfedersatz von Siemens & Halske.

4.1.6. Bistabile gepolte R. reagieren je nach Richtung des Stromes, der durch die Erregerwicklung fließt, verschieden, während monostabile R. ihren Anker anziehen, unabhängig davon, ob der Strom in der einen oder in der anderen Richtung durch die Erregerwicklung fließt. Dieses Verhalten der bistabilen gepolten R. wird dadurch erreicht, daß man auf den Anker zwei magnetische Flüsse einwirken läßt, nämlich einen Fluß Φ_0, der von einem Dauermagneten herrührt, und einem Steuerfluß Φ_s, der von der Erregerwicklung erzeugt wird. Bild 24 zeigt in einer Prinzipdarstellung das Zusammenwirken dieser beiden Flüsse bei einem bistabilen R. (Die beiden toten Luftspalte TL haben nur zu verhindern, daß der Steuerfluß über den Dauermagnetkreis abfließt.) Der Arbeitsluftspalt wird durch den Anker ungleich geteilt. Im Bild 24 hat z. B. der linke Teil einen kleineren magnetischen

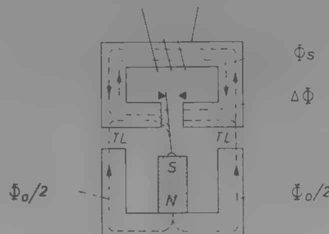


Bild 24. Bistabiles gepoltes Relais.

Widerstand als der rechte. Vom Dauerfluß des Dauermagneten muß daher links ein größerer Teil fließen als rechts. So entsteht der Ausgleichsfluß $\Delta\Phi$. Die auf den Anker wirkende Kraft P ist (wenn man den magnetischen Widerstand der Eisenwege gegenüber dem des Luftspalts vernachlässigt) nach Abschnitt 4.1.1.2.:

$$P = \frac{(\Phi_0/2 + \Delta\Phi - \Phi_s)^2 - (\Phi_2/2 - \Delta\Phi + \Phi_s)^2}{2\,\mu_0 F}$$
$$= \frac{\Phi_0(\Delta\Phi - \Phi_s)}{\mu_0 F}.$$

Zum Umlegen des Ankers bedarf es also nur eines Steuerflusses, der um wenig größer als $\Delta\Phi$ ist. $\Delta\Phi$ kann man klein halten, daher benötigen derartige R. nur sehr kleine Ansprechströme. Ist der Steuerfluß null, so wird der Anker durch den Dauerfluß gehalten: $P = \Phi_0\,\Delta\Phi/\mu_0 F$. Um große Ruhekraft zu erhalten, macht man Φ_0 groß. Ein Steuerfluß in derselben Richtung wie $\Delta\Phi$ (im Gegensatz zu Bild 24) ändert die Lage des Ankers nicht (Stromrichtungsabhängigkeit).

4.1.6.1. Telegrafenrelais. Am häufigsten findet man bistabile gepolte R. als Telegrafenrelais (Bild 25), so als Sende- und als Empfangsrelais an beiden Enden eines Fernschreibübertragungsweges innerhalb eines Ortes. Sie dienen beispielsweise dazu, die durch die Leitung gedämpften Gleichstrom-Signale aufzunehmen und im gleichen Rhythmus (ohne Verzerrung des binären Signals) und ohne Prellungen mit höherer Spannung weiterzugeben. Man erwartet von einem Telegrafenrelais neben der hohen Empfindlichkeit und Prellfreiheit eine kurze Umschlagszeit sowie genaue Einstellmöglichkeit des Kontaktes hinsichtlich Kontakthub und gleicher Empfindlichkeit für beide bistabile Ruhelagen (Neutralität).

4.1.6.2. Kleinrelais (Mini- und Zwergpolrelais) s. unter 4.1.2.1.

4.1.7. Bistabile gepolte Relais mit magnetischer Vorspannung.

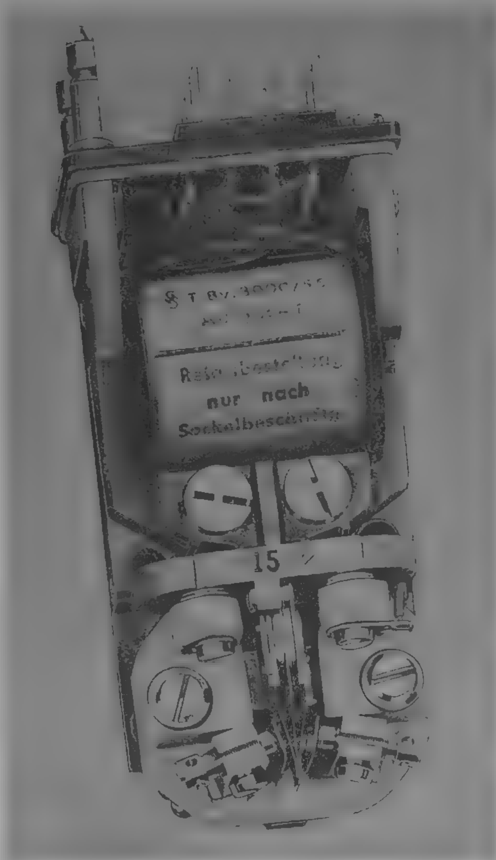


Bild 25. Telegrafenrelais von Siemens.

4.1.7.1. Bistabiles gepoltes Koppelrelais mit Schutzgaskontakt in Metallgehäuse (Stahl).

Mit einem besonders kleinen Schutzgaskontakt in Metallgehäuse von Siemens von nur 1,6 cm³ Rauminhalt lassen sich außer ungepolten auch bistabile gepolte Miniaturrelais bauen, die sich zum Aufbau von Koppelfeldern eignen. Bilder 26a und 26b zeigen ein solches R. als Ansicht und im Schnitt. Aus 4 weiteren Magnet-Flußbildern (Bilder 27a bis d) ist die Arbeitsweise dieses bistabilen gepolten R. mit magnetischer Vorspannung zu erkennen. Bild 27a stellt den Magnetfluß des Dauermagneten bei offenem Kontakt und nicht erregter Spule dar. Die Ankerplättchen werden durch Federkraft gegen den Anschlag im Metallgehäuse gedrückt. Der Permanentfluß des Dauermagneten, aufgeteilt in den Hauptfluß über den Nebenschlußbügel und den durch den Arbeitsluftspalt geschwächten Fluß über die Kontaktstelle, reicht nicht aus, den Kontakt aus seiner Ruhelage zu bewegen. Bild 27b zeigt den Magnetfluß der Erregerspule und des Dauermagneten beim Schließen des Kontaktes durch Erregen der Spule. Wird die Spule durch einen Impuls im entsprechenden Sinne erregt, ändert sich das System der magnetischen Flüsse. Im Luftspalt verstärkt

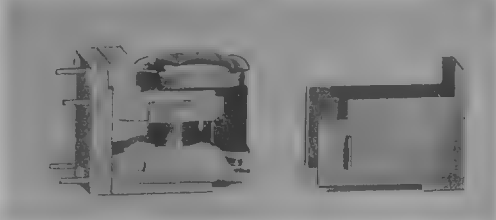


Bild 26a. Ansicht eines bistabilen gepolten Koppelrelais mit Schutzgaskontakt im Metallgehäuse.

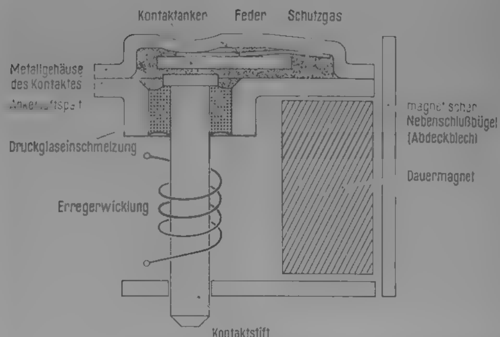


Bild 26b. Bistabiles gepoltes Koppelrelais mit Schutzgaskontakt im Metallgehäuse.

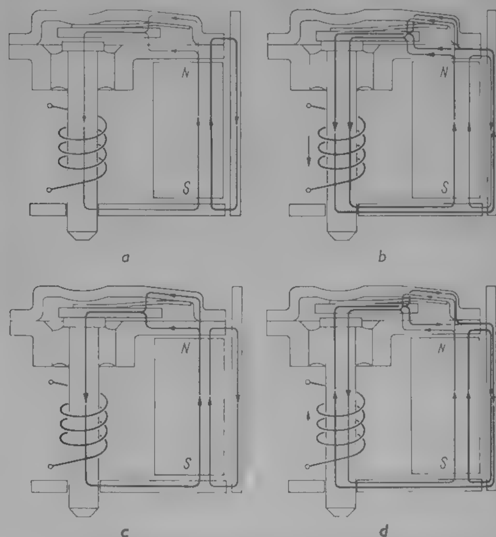


Bild 27. Bistabiles gepoltes Relais mit magnetischer Vorspannung und Schutzgaskontakt in Metallgehäuse, Flußbilder.

der induzierte Fluß den Permanentfluß; im Nebenschlußbügel wirkt er ihm entgegen und verdrängt ihn in den über die Kontaktstelle verlaufenden Magnetkreis. Diese Verstärkung des Arbeitsflusses reicht aus, die Federkraft zu überwinden und die Ankerplättchen bis zum Gegenkontakt anzuziehen. Im Bild 27 c erkennt man den Magnetfluß des Dauermagneten beim geschlossenen Kontakt und nicht erregter Spule. Wird die Erregerspule am Ende des Impulses wieder stromlos, bleibt der Kontakt dennoch geschlossen. Über die Ankerplättchen und die Kontaktstelle fließt weiterhin der größte Teil des Permanentflusses, weil der geschlossene Luftspalt einen verkleinerten magnetischen Widerstand bietet. Der jetzt wirkende Fluß genügt, den Kontakt geschlossenzuhalten — selbst bei erheblichen Erschütterungen des R. Bild 27 d gibt den Magnetfluß der Erregerspule und des Dauermagneten beim Öffnen des Kontaktes durch entgegengesetztes Erregen der Spule wieder. Der Gegenimpuls erzeugt ein Magnetfeld, das dem Permanentfluß über die Kontaktstelle entgegenwirkt, dem Fluß im Nebenschlußbügel jedoch überlagert wird. Die Flußschwächung an der Kontaktstelle vermindert die Anzugskraft der Ankerplättchen so stark, daß die Federkraft überwiegt und der Kontakt öffnet. Ansprechzeit 0,6 Millisekunden (ms), Abwerfzeit 0,2 ms.

4.1.8. Bistabile Remanenzrelais.

4.1.8.1. Haftrelais von AEG-Telefunken (Bilder 28 a u. 28 b). Magnetisch haftend wird ein R. schon

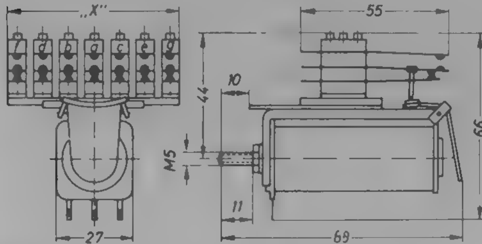


Bild 28 a. Schema eines Haftrelais von AEG-Telefunken mit 7 Wechslern (Umschaltekontaken).

durch Begünstigung der Remanenz, durch Beseitigung des restlichen Arbeitsluftspalts (Abstand zwischen Anker und Kern) im angezogenen Zustand (»Kleben« des Ankers), durch Einsatz magnetischen Materials statt des unmagnetischen beim Trennblech, besonders aber durch Einsetzen eines kleinen Dauermagneten in den Anker. Zum Abwurf des R. dient ein Gegenerregungsstoß, der nach Energie und Dauer so bemessen sein muß, daß es nicht zu einer Neuerregung im Gegensinne kommt. Mit Dauermagneten kann man Haltekräfte von mehr als 700 p erzielen. Durch das Haftrelais ist es möglich geworden, Haltestromkreise ohne Erregerstrom zu halten und damit eine unerwünschte Erwärmung der R. zu vermeiden. Das Haftrelais findet u.a. bei → Wählsternschaltern und → Zweieranschlüssen Verwendung.

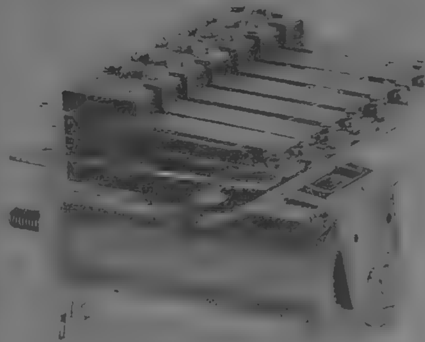


Bild 28 b. Haftrelais der AEG-Telefunken mit 7 Wechslern.

4.1.8.2. Ferreedrelais, von der Bell-Gesellschaft New York entwickelt, ist ein bistabiles Relais mit Schutzgaskontakten, bei dem der Übergang von dem einen in den anderen stationären Schaltzustand durch Ummagnetisieren eines Magneten, z.B. eines Ferritstabes mit rechteckiger Magnetisierungsschleife, herbeigeführt wird, Durch dieses Funktionsprinzip unterscheidet sich das Ferreed von einer weiteren bistabilen Relaisbauform, dem oben unter 4.1.8.1. beschriebenen Haftrelais, das durch die konstante Magnetisierung seines Magneten gekennzeichnet ist. Die Ummagnetisierung des Magneten verleiht dem Ferreed eine hohe Betriebssicherheit und bietet grundsätzlich die Möglichkeit, ein Ferreed mit Impulsen von weniger als 5 Mikrosekunden anzusteuern, die also kürzer sind als die Schaltzeit von etwa 1 bis 3 Millisekunden der in dem Ferreed eingebauten Kontakte. Als Beispiel zeigen die Bilder 29 a und b das Schema einer Bauform der Firma Telefonbau und Normalzeit mit Mehrfachkontakten und der Bezeichnung Multireedkontakt-Ferreed (MRK-Ferreed). Es besteht im wesentlichen aus einem stabförmigen Vicalloy-Magneten, je einer Erregerspule pro Magnethälfte und dem Multireedkontakt (Bild 29 a). Ein Teil des bei gleichsinniger Längsmagneti-

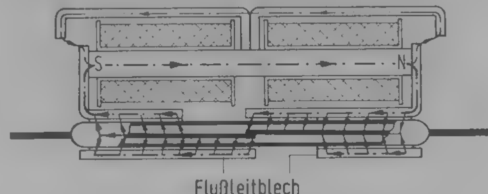


Bild 29 a. Schema eines Multireedkontakt-Ferreed von Telefonbau und Normalzeit, Kontakt geschlossen.

sierung beider Magnethälften vorhandenen Remanenzflusses verläuft über die Kontaktfedern des Multireedkontaktes; die von dem Teilfluß ausgeübte Kraftwirkung betätigt die Kontakte und hält sie im

geschlossenen Zustand. Die Ankopplung des Multireedkontaktes an den Magneten wird durch Flußleitbleche erreicht. Durch impulsweises Erregen einer der beiden Spulen läßt sich die Magnetisierung der jeweiligen Magnethälfte umpolen (Bild 29b). Bei

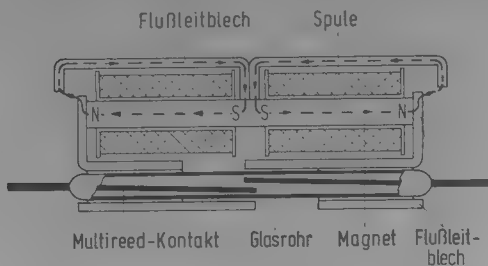


Bild 29b. Schema eines Multireedkontakt-Ferreed von Telefonbau und Normalzeit, Kontakt offen.

entgegengesetzter Magnetisierungsrichtung beider Magnethälften schließen sich deren Remanenzflüsse über die Mitte des Magneten. Der Multireedkontakt ist dabei flußfrei, so daß er sich im nichtbetätigten Zustand befindet. Zur Betätigung des Kontaktes wird eine Spule impulsweise so angesteuert, daß beide Magnethälften die gleiche Magnetisierungsrichtung aufweisen und der oben beschriebene Flußverlauf entsteht. Bild 29c zeigt einen MRK-Ferreedkoppler 10×10; er enthält 100 Koppelpunkte für vieradrige Durchschaltung.

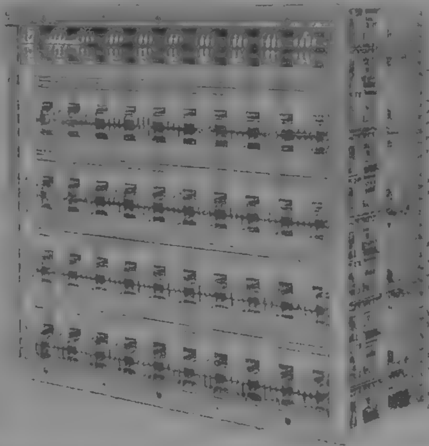
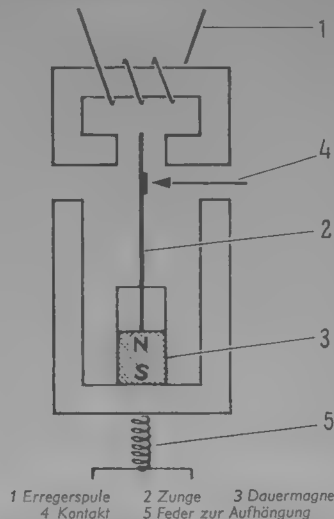


Bild 29c.
Multireedkontakt-Ferreedkoppler von Telefonbau und Normalzeit.

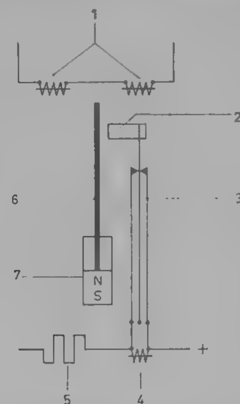
4.1.9. Resonanzrelais sprechen nur durch einen Wechselstrom bestimmter Frequenz an. Der prinzipielle Aufbau (Bild 30) ähnelt stark demjenigen der Telegrafenrelais; nur ist die Kontaktfeder aus Federstahl, die gleichzeitig Anker ist, nicht drehbar gelagert, sondern fest eingespannt. Ihre Länge l bestimmt die Resonanzfrequenz $f_0 \sim 1/l^2$. Wenn die Frequenz des Wechselstromes etwa gleich der Resonanzfrequenz ist, beginnt die Kontaktfeder zu schwingen und schließt — ähnlich wie beim Schwirrrelais (s. 4.1.4.1.) — intermittierend den Kontakt, dem ein abfallverzögertes Hilfsrelais nachgeschaltet



1 Erregerspule 2 Zunge 3 Dauermagnet
4 Kontakt 5 Feder zur Aufhängung

Bild 30. Schematische Darstellung des Einzungen-Resonanzrelais von Siemens & Halske.

ist, das ein dem Wechselstromsignal entsprechendes Gleichstromsignal weitergibt. Es kann auch der Kurzschlußkreis eines Hilfsrelais durch das Schwingen der Zunge geöffnet werden, so daß das Hilfsrelais ansprechen kann (Bild 31). Ein derartiges Schwingsystem besitzt eine Dämpfungscharakteristik



1 Spulen des Resonanzrelais
2 Stützfeder mit Anschlagpimpel
3 Gegenfedern
4 Gleichstromhilfsrelais
5 Vorschaltewiderstand
6 Resonanzanker
7 Dauermagnet

Bild 31. Steuerung eines Hilfsrelais durch den schwirrenden Anker eines Resonanzrelais.

wie ein einkreisiges elektrisches Filter mit Frequenzbandbreiten von nur einigen Hz, d.h. hohe Trennschärfe. Als Folge davon ergibt sich eine große Einschwingzeit von etwa 500 Millisekunden. Es lassen sich auch Resonanzrelais mit einer Dämpfungscharakteristik wie diejenige zweikreisiger elektrischer Filter bauen.

4.2. Elektrothermische Relais. Bild 32 zeigt ein Thermo- oder Hitzdrahtrelais, auch Thermokontakt genannt. Das Thermorelais wird häufig in elektrischen Schaltungen verwendet, in welchen lange Schaltzeiten

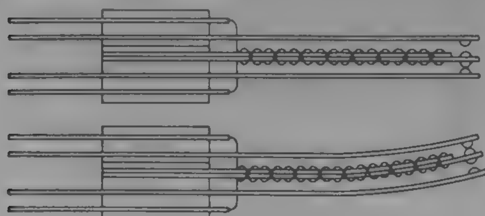


Bild 32. Thermo- oder Hitzdrahtrelais.

gefordert werden. Als bewegliches Element dient ein Bimetallstreifen mit Heizwicklung, der sich bei Stromfluß durch die Wicklung unter dem Einfluß der Wärme biegt und dadurch Kontakte betätigt.

4.2.1. Thermorelais mit schleichender Kontaktgabe ist ein Thermorelais, bei dem die Kontaktbewegung dem zeitlichen Verlauf der Erwärmung bzw. Abkühlung folgt. Dieses Thermorelais ermöglicht beim Ansprechen und beim Abfallen (Abkühlen) Verzögerungen bis zu 1 Minute. Bei mehrmals aufeinanderfolgender Betätigung ergeben sich große Streuungen bei der Verzögerung, wenn eine nicht völlige Abkühlung des Bimetallstreifens sichergestellt ist. Thermorelais können auch wie Kontakte auf R. aufgesetzt werden. Das langsame Öffnen des Kontaktes zerstört diesen jedoch auf die Dauer durch Funkenbildung. Aus diesem Grund wird dem Thermorelais mit schleichender Kontaktgabe oft ein R. mit niedriger Ansprechleistung nachgeschaltet, oder aber man verwendet Thermorelais mit Springkontakten.

4.2.2. Thermorelais mit Springkontakten gestatten nach Erreichen einer bestimmten Temperatur durch Auslenkung des Bimetallstreifens das sprunghafte Öffnen oder Schließen von Kontakten. Diese sogenannten Springkontakte vermindern den Kontaktverschleiß im Gegensatz zum Thermorelais mit schleichender Kontaktgabe.

4.3. Sonderformen von R.

4.3.1. Relais für Koppelfelder (Relaiswähler). Im Abschnitt 4.1.1.7. bei den ESK-R. und im Abschnitt 4.1.1.9. bei den R. mit geschützten Kontakten ist darauf hingewiesen worden, daß diese R. auch anstelle von Wählern verwendet und dann in Gruppen zu → Koppelfeldern zusammengefaßt werden (ESK-, Herkon-, FRK-, SGS-Koppelfelder, Magnetfeldkoppler). In diesen Fällen ordnet man die R. in senkrecht zueinander stehenden Reihen und Spalten an und kann so nach Koordinaten steuern (→ Kreuzschienen- oder Koordinatenschalter in den USA, Crossbarschalter genannt, und Ordinatenhaftschalter → Wählsternschalter 53).

4.3.2. Zählmagnete anstelle schrittgeschalteter Drehwähler zum Zwecke der Speicherung und Markierung haben eine relaisähnliche Magnetkreiskonstruktion mit einer Anzugs- und Abwurfwicklung

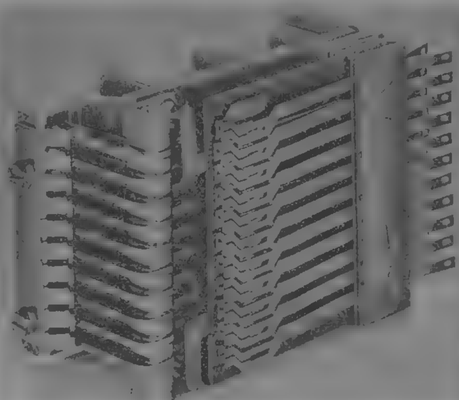
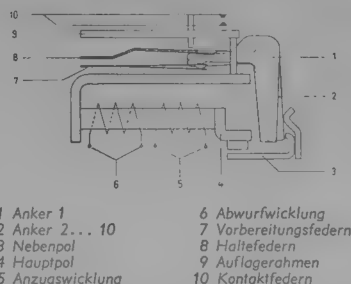
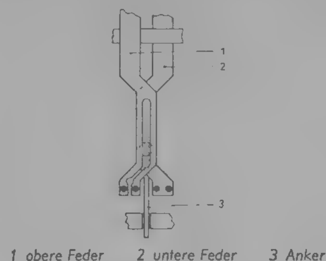


Bild 33 a. Zählmagnet von SEL, Vorderansicht.



1 Anker 1
2 Anker 2... 10
3 Nebenpol
4 Hauptpol
5 Anzugswicklung
6 Abwurfwicklung
7 Vorbereitungsfedern
8 Haltefedern
9 Auflagerahmen
10 Kontaktfedern

Bild 33 b. Schematische Darstellung des ZM 53 in Seitenansicht.



1 obere Feder 2 untere Feder 3 Anker

Bild 33 c.
Schematische Darstellung des Federsatzes und seiner Betätigung.

und zehn parallel liegenden Haftankern (Bild 33a bis 33c). Die Anker werden durch Impulse betätigt, die auf die Anzugswicklung gegeben werden. Beim Anziehen des ersten Ankers wird der zweite freigegeben. Dieser gibt wiederum beim Anziehen den

dritten frei usw. Jeder Anker betätigt einen Federsatz, so daß man nach dem letzten Impuls das Zählergebnis abfragen kann. Durch eine magnetische Gegenerregung über die Abwurfwicklung können in jeder beliebigen Zählstellung gleichzeitig alle Anker und Federsätze in die Ausgangsstellung gebracht werden.

4.4. Elektronische Schalter sind zuweilen Modulatoren, im allgemeinen aber monostabile und bistabile Kippstufen, die — ähnlich wie die elektromagnetischen Relais — mittels eines Primärkreises einen Sekundärkreis steuern. Sie sind aus Transistoren, Widerständen und Kondensatoren aufgebaut und können mit Dioden zu Verknüpfungsschaltungen (DIN 41 859) ergänzt werden. Diese elektronischen Schalter können in der Regel sehr viel schneller schalten als elektromagnetische R. Für manche Anwendungen wichtigster Nachteil ist, daß, ausgenommen bei Verwendung von Feldeffekttransistoren (→ Transistoren), Primär- und Sekundärkreis nicht galvanisch getrennt sind und daß, z. B. im Koppelfeld, die durch den Kontakt entstehende Dämpfung zu groß ist. Bei der Gleichstromtelegrafie mußten bisher für die Fernschreibsignale höchstens 50 Zustandsänderungen je Sekunde übertragen werden. Für die Datenfernübertragung verlangt man dagegen je Sekunde die Übertragung von z. B. 2400 Änderungen. Mechanische Telegrafenrelais sind hierfür ungeeignet und mußten daher durch elektronische Schalter ersetzt werden. Die wichtigsten Forderungen an diese Einrichtung waren: galvanische Trennung von Primär- und Sekundärkreis, kleiner Abschlußwiderstand für die Leitung, hohe Symmetrie und große Empfindlichkeit des Empfängers. Der elektronische Telegrafie-Signalübertrager (ETS) von Siemens arbeitet nach dem in Bild 34 dargestellten Prinzip:

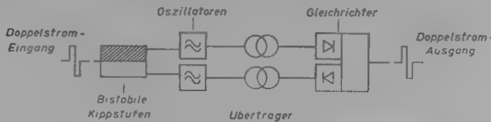


Bild 34. Schema eines elektronischen Telegrafie-Signalübertragers (ETS) von Siemens.

Die Eingangssignale steuern über eine bistabile Kippstufe von zwei Oszillatoren jeweils den einen »auf« und den anderen »zu«. Im offenen Zustand senden die Oszillatoren eine Wechselspannung mit einer Frequenz von etwa 100 kHz über je einen Übertrager auf je einen Gleichrichter. Die Übertrager trennen galvanisch den Eingangskreis vom Ausgangskreis. Die gleichgerichteten Wechselspannungen bilden hintereinandergeschaltet das Doppelstrom-Ausgangssignal.

5. Relaiskontakte haben die Aufgabe, einen sekundären Stromkreis zu schalten. Sie bestehen im einfachsten Fall aus zwei Kontaktfedern, einer Ruhefeder und einer Arbeitsfeder. Die Ruhefeder wird durch den Anker nicht unmittelbar bewegt, die Arbeitsfeder dagegen wird gegen die Ruhefeder bewegt entweder durch den Relaisanker über einen Pimpel, eine Stütze oder einen Steg aus Isolierstoff oder aber durch den magnetischen Fluß direkt. Man unterscheidet nach DIN 41 020 u. a. folgende Kontaktarten:

Schließer (Kennzahl 1), Relaiskontakt, der in Ruhestellung des R. offen ist und beim Übergang des R. in die Arbeitsstellung schließt. Frühere Bezeichnung Arbeitskontakt (a).

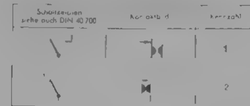
Öffner (Kennzahl 2), Relaiskontakt, der in Ruhestellung des R. geschlossen ist und beim Übergang des R. in die Arbeitsstellung öffnet. Frühere Bezeichnung Ruhekontakt (r).

Wechsler (Kennzahl 21), Verbundkontakt, dessen besonderes Merkmal es ist, beim Übergang des R. von der Ruhestellung in die Arbeitsstellung vor dem Schließen zu öffnen. Frühere Bezeichnung Umschaltekontakt (u).

Folgewechsler (Kennzahl 32), Verbundkontakt, dessen besonderes Merkmal es ist, beim Übergang des R. von der Ruhestellung in die Arbeitsstellung vor dem Öffnen zu schließen. Frühere Bezeichnung Folgeumschaltekontakt (fu).

Mehrere Kontaktfedern werden nach Bedarf zu Kontaktfedersätzen zusammengefaßt.

Grundfedersätze



Verbundfedersätze entstehen durch Zusammenfassen von Grundfedersätzen.

Gebräuchliche Verbundfedersätze

Schaltzeichen siehe auch DIN 40 700	Kontaktbild	Kennzahl	Schaltzeichen siehe auch DIN 40 700	Kontaktbild	Kennzahl
		11			22
		21			211
		221			2211
		12			121
		212			1211
		2212			221211
		2121			212121
		32			132
		232			0

Weitere Kontaktfedersätze sind im DIN 41 020 festgelegt.

Bild 35. Kontaktarten und Kontaktfedersätze nach DIN 41 020.

Bild 35 zeigt einige Kontaktfedersätze nach DIN 41 020. In besonderen Fällen gibt es auch hiervon

abweichende Kontaktformen, so besteht beispielsweise beim Reedrelais der Schließer aus zwei Arbeitsfedern, und beim Telegrafenrelais finden sich Anschläge statt der Ruhefedern. Die Stellen der Kontaktfedern, die durch Berührung die galvanische Verbindung herstellen sollen, sind bei den gasgeschützten Kontakten mit Gold, Palladium oder Rhodium überzogen. Offene Kontakte enthalten Niete als Kontaktstücke. Diese hatten früher die Form einer Spitze als Pluspol und einer Platte als Minuspol. U. a. mit Rücksicht auf einfachere Pflege werden sie jetzt für beide Pole in Ballenform mit elliptisch abgeflachter Kuppe hergestellt. Als Werkstoff der Kontaktstücke sind nur edle Metalle und Edelmetallegierungen brauchbar. Ihre Auswahl muß je nach dem Anwendungsbereich getroffen werden und ist u. a. von mechanischen, elektrischen und chemischen Bedingungen und von der verlangten Schaltzahl abhängig. In der Fernmeldetechnik haben sich Legierungen des Silbers mit Nickel, Gold und vor allem Palladium bewährt. Bei Kontakten, über die Sprechströme fließen, empfiehlt sich zur Vermeidung von Widerstandserhöhungen durch isolierende Anlauf- oder Adsorptionsschichten die Frittung, d.h. Überlagerung einer gerade ausreichenden Gleichspannung, die dünne Anlaufschichten durchschlägt. Wo eine Frittung nicht möglich ist, kann man Gold-Nickel- oder andere Goldlegierungen als → Kontaktwerkstoff verwenden. Für größere Schaltspannungen eignen sich Wolfram oder eine Legierung aus Wolfram und Platin oder aus Platin und Iridium. Die gute Kontaktgabe ist außer vom Kontaktwerkstoff noch von anderen Faktoren abhängig. Man verlangt beispielsweise, daß der Durchgangswiderstand möglichst klein und möglichst konstant bleibt. Um das zu erreichen, läßt man z.B. beim Schließen des Kontaktes die Ruhefeder von der Arbeitsfeder nach der Berührung noch etwas mitnehmen und erreicht so ein Reiben des Kontaktes, wodurch Fremdschichten mechanisch zerstört werden können. Erhöhung der Kontaktkraft, mit der die Kontaktstücke aneinandergepreßt werden, wirkt ebenfalls widerstandsvermindernd. Je nach Werkstoff wählt man Kräfte zwischen 1 und 100 p. Bei geschützten Kontakten kommt man mit kleinen Kräften aus, da die Bildung von Fremdschichten auf den Kontaktstücken oder -stellen stark eingeschränkt ist. Zur Verminderung des Durchgangswiderstandes, vor allem bei staubiger Umgebung, verwendet man vorwiegend Doppelkontakte, bei denen die Kontaktfedern 2 Kontaktstücke tragen oder bei denen 2 unabhängige Kontaktfedern mit je einem Kontaktstück verwendet werden, wobei es wichtig ist, daß die Träger der Kontaktstücke möglichst unabhängig voneinander sind und die Kontakte möglichst gleichzeitig öffnen und schließen. Bilder 4b und 5 zeigen Doppelkontakte, bei denen die Kontaktfeder vorn aufgeschlitzt ist. Relaiskontakte werden heute unter Kappen angeordnet oder in Schränke eingebaut, so daß sie vor Staub weitgehend geschützt sind. Kontakte, die in Koppelfeldern Sprechstromkreise schalten, umgibt man mit einem Schutzgas innerhalb eines hermetisch dichten Glas- oder Metallgehäuses (s. 4.1.1.10., Relais mit geschützten Kontakten). Ferner vermeidet man soweit wie möglich die Erschütterung von Kontakten, denn durch diese schwankt die Kontaktkraft. Wenn gleichzeitig Gleichstrom, Speise- oder Frittstrom über die Kontakte fließt, entstehen Leitungsgeräusche (Mikrofoneffekt). Periodische Erschütterungen nahe der Eigenfrequenz der Kontaktfedern steigern diese Erscheinung. Zur Unterdrückung von Eigenschwingungen beim Schließen des Kontaktes, durch die Prellungen erzeugt werden, sieht man Gegenfedern oder Stützbeilagen (Bild 2b) vor oder führt die Federenden zwangsläufig mit Stützböcken oder Schaltstegen. Beim Telegrafenrelais müssen die Prellungen ganz vermieden werden, weil der Kontakt bei 50 Baud im ungünstigsten Falle nur 20 ms in einem Zustand verharrt und diese Zeit genau eingehalten werden muß. Daher bildet man den Anker, wie Bild 25 zeigt, aus drei Federn. Die beiden äußeren Federn, die Kontaktstücke tragen, reiben nach dem Anschlag auf der mittleren Feder, wodurch die Wucht des Anpralls gedämpft und eine Prellung verhindert wird. Während des Öffnens und Schließens insbesondere von belasteten Kontakten treten an den Kontaktstellen Erscheinungen in Form von Schmelzbrücken, Glimmentladungen und Lichtbögen auf, die durch Materialwanderung eine Schädigung der Kontaktoberflächen hervorrufen und bis zur Unbrauchbarkeit der Kontakte führen können. Zum Schutz gegen diese Auswirkungen, die besonders an den induktiv belasteten Kontakten während des Öffnens entstehen, verwendet man verschiedene Schaltungen als Funkenlöschung. Wichtig ist hierbei, daß die Lichtbogen-Grenzspannung möglichst nicht überschritten wird, die u. a. vom Kontaktmaterial, Kontaktabstand, Gasdruck der umgebenden Atmosphäre und vom Schaltstrom abhängig ist. Eine oft verwendete Schaltung zeigt Bild 36. Parallel zum Kontakt s ist über einen

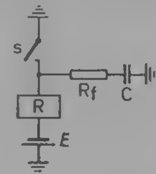


Bild 36. Funkenlöschung.

Schutzwiderstand R_f der Kondensator C geschaltet, der sich beim Öffnen des Kontaktes auflädt. Bei richtiger Bemessung bewirkt er, daß die durch die Induktivität L des R. R beim Abschalten des Stromes entstehende Spannung am Kontakt nicht zu groß wird. Für den Fall, daß die Spannung am Kontakt s nicht größer sein soll als die Batteriespannung E, gilt nach Hebel die Bedingung

$$\frac{C \cdot R^2}{L} = 1 .$$

Kontakte werden bei der Herstellung genau eingestellt (justiert). Im Betrieb müssen sie später

u. U. nachjustiert werden, wozu → Kontaktfederwaage, Meßbleche, Justierzange u. dgl. erforderlich sind. Das ist heute bei der Vielzahl der R. und vor allem auch wegen der Miniaturisierung kaum noch durchzuführen. Man beschränkt diese Arbeit auf unumgängliche Fälle, z. B. bei Telegrafenrelais, verlangt aber in zunehmendem Maße wartungsfreie Relaiskontakte.

Literatur: Bücher: M. Hebel und W. Vollmeyer, Das Fernmelderelais, München, R. Oldenburg Verlag 1961 (2. Auflage) — M. Hebel, Handbuch für den Selbstwählfernverkehr, Stuttgart, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung 1962 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, (2. Auflage) Kapitel 3.1., Springer-Verlag 1967, Berlin–Heidelberg–New York — D. Keil, Werkstoffe für elektrische Kontakte, Springer-Verlag 1960, Berlin–Göttingen–Heidelberg — R. Holm, Electric Contacts, Springer-Verlag 1967, Berlin–Heidelberg–New York — Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch IV B, Fernmeldetechnik, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin–München, 1962 — Zeitschriften, Broschüren und Normen: A. Feiner und R. L. Peek, Das Ferreed-Relais, Nachrichtentechnische Z. 17 (1964) S. 438 — K. Fischer und J. Liegsalz, Magnetkern-Transistor-Relais-Baustein, eine neue Funktionseinheit für die Vermittlungstechnik, Informationen Fernsprechvermittlungstechnik (1965) S. 101 bis 107 — E. Gärtner und H. Ringler, Haftrelais und Ferreeds mit FSK, Nachrichtentechnische Z. 18 (1965) S. 193 — M. Hebel, Zehn Jahre Entwicklung elektronischer Vermittlungseinrichtungen, Elektrotechnische Z. 15 (1963) S. 25 bis 28, 57 bis 62, 82 bis 87 — K. Hanisch, Über die Miniaturisierung von Relais, Zettler-Mitteilungen 22 (1968) S. 18 bis 25 — W. H. C. Higgins, Stand der elektronischen Vermittlungstechnik in den Vereinigten Staaten von Amerika, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1964, S. 352 bis 414 — H. Rensch, Koppelelemente und Relais mit miniaturisierten Schutzrohrkontakten, Elektrisches Nachrichtenwesen 42 (1967) S. 21 bis 28 — Telefunken, Der Ordinaten-Haftschalter, Prospekt AW/WB 599 a FG — G. Best, H. Thurau, Relais der Nachrichtentechnik, Elektronorm 8/68 — L. Borchert, K. L. Rau, A. Stocker, Einflüsse elektrischer Leitungen auf die Ausschaltvorgänge und die Lebensdauer von Kontakten bei induktiver Belastung, Frequenz 21 (1967) 3, S. 95 bis 98 — L. Borchert, K. L. Rau, Die verschiedenen Frittarten und die Grundlagen zu ihrer Beurteilung, NTZ 14 (1961), S. 555 bis 559 — L. Borchert, K. L. Rau, Vergleichende Untersuchungen verschiedener Frittarten, NTZ 15 (1962), S. 119 bis 124 — H. Höft, Fragen der Zuverlässigkeit von elektrischen Kontakten, Nachrichtentechnik 17 (1967) 5, S. 200 bis 204 — C. Huber, K. L. Rau, Prellerscheinungen an Schutzgaskontakten, Frequenz 20 (1966) H. 3, S. 92 bis 99 — H. Isert, Ursachen der Zerstörung von Schutzrohrkontakten beim Schalten induktiver Lastkreise ohne Funkenlöschung, Nachrichtentechnische Z. 20 (1967) 2, S. 106 bis 110 — A. Keil, Der elektrische Kontakt als Gegenstand der Forschung und eines internationalen Erfahrungsaustausches, Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins 55 (1964), S. 51 bis 58 — A. Keil, Kontaktprobleme bei schwierigen Betriebsbedingungen, Die elektrische Ausrüstung, Nr. 2, April 1965, S. 33 — H. Rensch, Eigenschaften und Anwendung von Schutzrohrkontakten, VDI-Berichte 92 (1966), S. 63 bis 70 — H. Stocker, Die Kontaktstelle des Schutzrohrkontaktes und ihr Verhalten bei der mechanischen und elektrischen Belastung durch den Schaltvorgang, I und II, Fernmeldeingenieur 20 (1966), S. 11 und 12 — G. Voelkerling, Zur Berechnung von Kontaktfedern der Feinwerktechnik, Technica 15 (1966) 16, S. 1479 bis 1482 — H. R. Warsewa, Schaubild zur Berechnung einfacher Blattfedern, Z. Konstruktion 10 (1958) 12, S. 492 — W. Merl, Der elektrische Kontakt, Pforzheim, Dürrwächter 1959 — Edelmetall-Taschenbuch Degussa, Frankfurt a.M. 1967 — Doduco-Information, Pforzheim, Dürrwächter-Doduco KG — FTZ-Vornorm 211 AN 2, Relais, Begriffe, Ausgabe Juni 1968.

Hebel/Vollmeyer/Thurau/Arlt

Relais für Koppelfelder → Relais unter 4.3.1.

Relaismischwähler sind schaltungstechnisch einstufige Mischkoppler, die dazu dienen, in Bündel mit geringer → Erreichbarkeit diese zu erhöhen und damit die Bündelleistung zu steigern. Sie können z. B. dann noch wirtschaftlich eingesetzt werden, wenn eine Erreichbarkeit $k = 10$ auf $k_{eff} = 20$ verändert werden soll. Bei der DBP sind sie für folgende Anwendungsfälle vorgesehen:

1. Zur Zusammenfassung von mehreren kleinen Leitungsbündeln (z. B. El-g) zu einem höher ausnutzbaren gemeinsamen Leitungsbündel (vor ZIG). Die Zahl der Ausgänge (A) des R. beträgt 20. 2. Zur Erhöhung der Erreichbarkeit von Abnehmerbündeln an Wahlstufen (mit rückwärtiger Sperrung: Abschaltesteuerung). Dieser R. besitzt 6 Ausgänge (A). 3. Zwischen TATAnS und TATUe-g/k (AVSt), wobei die Zahl der Ausgänge (A) möglichst der Zahl der Leitungen des Bündels entsprechen sollte.

R. werden zweidrähtig mit drei Durchschalteadern und vierdrähtig mit 7 bzw. 8 Durchschalteadern ausgeführt.

Die bei der DBP eingeführten R. der Einheitsausführung haben als Koppelelemente ESK-Relais. Relais mit gasgeschützten Kontakten (Schutzrohrkontakt-Relais) werden ebenfalls verwendet; bei neueren Lösungen werden solche Kontakte bevorzugt.

Die für die Auswahl einer freien abgehenden Leitung erforderlichen Schaltmittel werden nur für den kurzen Einstellvorgang benötigt und können daher in zentralen Einstellsätzen (ES) zusammengefaßt werden. Die ES werden über Relais an die anfordernden RMW angeschaltet. Die abgehenden Leitungen werden gleichzeitig geprüft und die erste freie Leitung durchgeschaltet. Der Funktionsablauf wird durch Kontrollrelais überwacht, die Doppelverbindungen und Blockaden der ES in Störungsfällen verhindern.

Altehage/Remer

Relais, neutrales → Signalrelais, → Relais 2.

Relaisprüfer → Kathodenstrahl-Relaisprüfer.

Relaisstelle. Zwischen den Endstellen einer → Richtfunkgrundleitung (Rifu-Grltg) besteht in den meisten Fällen keine optische Sicht (→ Streckenprofil). Es sind R., d. h. Zwischenstellen, notwendig. Die einzelnen benachbarten R. einer Rifu-Grundleitung bzw. Rifu-Verbindung müssen quasioptische Sicht besitzen, damit ein → Funkfeld eingerichtet werden kann.

Die aktive R. mit Frequenzwechsel (→ Frequenzplanung) dient zur Entdämpfung und Verstärkung des Nachrichteninhaltes einer Rifu-Grundleitung innerhalb eines Modulationsabschnittes.

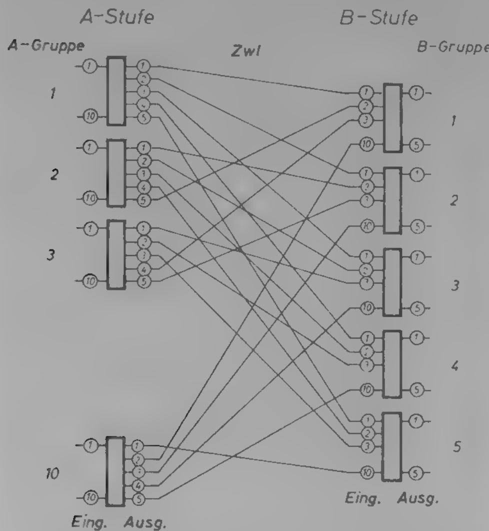
Die passive R. wird zwischen zwei aktiven R. oder Endstellen angeordnet und dient zur Umgehung von Hindernissen ohne Verstärkung und Frequenzwechsel. Bei der passiven R. erfolgt eine Umlenkung des Funkstrahls. Sie kann auf 2 Arten erfolgen, durch Umlenkung durch zwei hintereinandergeschaltete Antennen oder durch Umlenkung durch eine ebene Metallfläche, einem Reflektor.

Durch solche Umlenkanordnungen wird die Verbindung zwischen den beiden dazugehörigen aktiven R. bzw. Endstellen in 2 Funkfelder aufgeteilt. Welche Umlenkung im einzelnen Falle anzuwenden ist, ist vom Umlenkwinkel und von der Entfernung zu den aktiven Stellen abhängig.

Die technischen Einrichtungen für eine R. bzw. Zwischenstelle sind in den → Funkübertragungsstellen untergebracht; siehe auch → Richtfunkverbindungen.

Relaissuchwähler sind → Koppelanordnungen, über die zentrale Schaltglieder (→ Register) für die Zeit des Verbindungsaufbaus an die leitungsgebundenen Schaltglieder (z. B. Zählimpulsgeber, Anschaltesätze) angeschaltet werden. Die Gruppierung hängt einmal allgemein von der Größe des verwendeten Bauteils (Relais) ab, zum anderen vom Einsatzfall, d. h. wieviel Prozent zentrale Schaltglieder erforderlich sind. Angestrebt werden möglichst viele Eingänge pro Gestellrahmen. Bei der DBP eingesetzte R. in der Einheitsausführung enthalten ESK-Relais und haben in der Regel 100 bis 120 Eingänge.

Je nach dem Verhältnis der Zahl der Eingänge zu der Zahl der Ausgänge sind die R. ein- oder mehrstufig ausgebildet. Bei der Gruppierung 100/5 wird z. B. eine einstufige Anordnung bevorzugt. Für die Anwendung in der KV-Technik 62 wurde eine zwei-



Zwischenleitungsanordnung in einem Relaissuchwähler.

stufige Anordnung 120:50:25 gewählt, für die HV-Technik 62 die Anordnung 100:30:15. Es werden in einem R. maximal 10 A-Stufen mit 12 (bzw. 10) Eingängen und 5 (bzw. 3) Ausgängen mit 5 (bzw. 3) B-Stufen mit 10 Eingängen und 5 Ausgängen zu einer Zwischenleitungsanordnung mit 50 (bzw. 30) Zwischenleitungen zusammengefaßt. Für den R. für die KV-Technik ergeben sich somit insgesamt 850 Koppelpunkte, für den der HV-Technik 450 Koppelpunkte. Eine Zwischenleitungsanordnung ermöglicht folglich in erheblichem Umfang eine Einsparung von Koppelpunkten gegenüber vergleichbaren einstufigen Anordnungen.

Die Zahl der Durchschalteadern ist unterschiedlich für die verschiedenen Einsatzfälle. In der Regel werden 8 Adern benötigt; in Einsatzfällen mit einer Schnellwahl über die Sprechadern (gehend und/oder kommend) müssen auch diese zum Register durchverbunden werden, so daß bis zu 17 Adern vorkommen. Die inneren Verluste eines R. und damit seine Leistungsfähigkeit hängen ab bei einstufiger Anordnung unmittelbar von der Zahl der je Eingang erreichbaren Ausgänge, also von der Zahl der Koppelpunkte, und bei zwei- oder mehrstufiger Ausführung von der Zahl der Zwischenleitungen und der davon abhängigen effektiven Erreichbarkeit, die wiederum verkehrsabhängig ist (s. Bild).

R. können dezentrale Steuerungen z. B. je Stufe haben. Für mehrstufige R. werden jedoch zentrale (elektronische) bevorzugt. Die Durchschaltezeiten müssen außerordentlich klein gehalten werden, damit bei zufälligen Häufungen von Durchschalteanforderungen keine Verluste durch verspätete Registeranschaltung auftreten können (→ Suchwähler).

Altehage

RELAY. Bezeichnung für zwei aktive Fernmeldeversuchssatelliten (→ Fernmeldesatellit) der → NASA. Mit dem Projekt R. sollten Technologie und Möglichkeiten der Nachrichtenübertragung über Satelliten erforscht werden. Daneben dienten diese Satelliten auch für Strahlungsexperimente. Start 13. 12. 62 bzw. 21. 1. 64.



Fernmeldesatellit RELAY 2.

Literatur: P. Cherecwich, First design details ... project Relay communication satellite. Electronics 35 (1962), Nr. 40, S. 46–48.

Remanenz, magnetische → Hystereseschleife.

Reparaturkabel, -verstärker → Seekabelverstärker.

Reportageeinrichtungen. Für Tonaufnahmen außerhalb des Funkhauses bestehen folgende Möglichkeiten:

1. Der Reporter nimmt mit seinem Handmikrofon eine aktuelle Szene als Tages- oder Sportereignis auf sein tragbares Tonbandgerät, eventuell synchron zu einer Filmaufnahme eines Bildreporters, auf. Das Tonband wird in das Funkhaus gebracht und im Rahmen einer geeigneten Sendung abgespielt.

2. Ein Aufnahmeteam überträgt mittels mehrerer Mikrofone und unter Verwendung eines tragbaren Mischpultkoffers stationär über eine Postleitung eine Live-Sendung in das Funkhaus zur sofortigen Weitergabe an den Sender oder läßt sie für einen späteren Zeitpunkt im Tonträgerraum aufzeichnen.

3. Ein klimatisierter → Übertragungswagen (Ü-Wagen) wird am Aufnahmeort eingesetzt. Er besitzt einen Tonregieraum, einen Tonträgerraum mit einer oder mehreren Tonbandmaschinen und eventuell die Fahrerkabine als Sprecherraum. Die Regie wird in diesem Fall mit Hilfe einer Kommando- oder Wechselsprechanlage vom Ü-Wagen aus geführt.

Die im Ü-Wagen fertig »geschnittene« Sendung wird über Postleitungen oder Richtstrahler zum Funkhaus oder zur nächsten Einspeisestelle der Richtstrahlerkette weitergegeben.

Zur größeren Beweglichkeit der Sprecher und Berichterstatter wird ein drahtloses Mikrofon, das eine funkmäßige Überbrückung über mehrere hundert Meter gestattet, verwendet. Ähnliche Einrichtungen werden auch zur gleichzeitigen Übermittlung von Ton und Bild bei Fernsehaufnahmen benutzt.

Bei Messen, Ausstellungen und Eurovisionssendungen, die Sportereignisse betreffen, werden Ü-Wagenzüge, bestehend aus Regie-, Technik- und MAZ-Wagen (zur *M*agnetton-*A*ufzeichnung von Bild und Ton) verwendet, die ein vollständiges Programm ohne Zwischenschaltung eines Funkhauses an die Sendezentrale liefern können.

Literatur: H. Petzoldt, Elektroakustik, Bd. 1-4, Fachbuchverlag Leipzig 1951-57 — W. Reichardt, Grundlagen der Elektroakustik, 3. Aufl., Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1960 — C. Rint, Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd. 2 (Elektroakustik), Verlag für Radio-, Foto-, Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde 1963 — J. Webers, Tonstudiotechnik, Franzis-Verlag, München 1968 — K. Weisse, Leitfaden der Raumakustik für Architekten, Verlag des Druckhauses Tempelhof, Berlin 1949 — H. Bartels, Grundlagen der Verstärkertechnik, Hirzel-Verlag 1942 — W. Schlechtweg, Stereophone Schallaufnahmen. Elektrotechn. Z. (1958) Heft 6, S. 240 — K. Bertram, Aufnahmetechnik für kompatible Stereophonie, radio mentor, 24 (1958) Heft 9, S. 592 — K. Bertram und H. Petzold, Stereo-Richtungsmischer, Funk-Techn. 14 (1959) Heft 13, S. 459 — W. Kuhl, Über die akustischen und technischen Eigenschaften der Nachhallplatte, Rundfunktechn. Mitt. 2 (1958), Heft 3, S. 111 — H. Petzoldt, Die gerätetechnische Ausstattung von Studioanlagen. Kinotechnik 1959, Heft 4, S. 178.

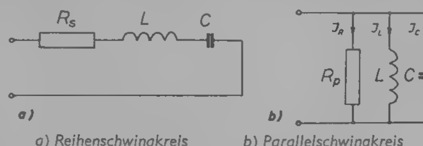
Hoffmann

Reserveleitung ist eine auf Antrag wichtiger Bedarfsträger für die schnelle Inbetriebnahme fest vorbereitete Fernmeldeleitung, die dem Benutzer im Bedarfsfall auf besondere Anforderung zur Verfügung gestellt wird. Das Benutzen einer R. zu anderen Zeiten ist technisch, z. B. durch Schalter, verhindert. Im allgemeinen wird eine R. von Endstelle zu Endstelle vorbereitet und bereitgestellt. Unter bestimmten Bedingungen können andere Leitungen (Ltgn) oder Teile davon mitbenutzt werden. Im Aufruffall, d. h. bei einer Inbetriebnahme der R., gehen mitbenutzte Ltgn außer Betrieb. Da die R. nicht ständig in Betrieb ist, muß sie außer bei der Bereitstellung in regelmäßigen Abständen, z. B. jährlich, durch eine Probeinbetriebnahme geprüft werden. R. sind kein Ersatz für gestörte Ltgn. Zu diesem Zweck werden → Ersatzleitungen vorbereitet und geschaltet.

Residuum. Entwickelt man eine Funktion $f(z)$ der komplexen Variablen z um einen Pol z_ν in eine → Laurentsche Reihe $f(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n (z - z_\nu)^n$, so ist der Koeffizient a_{-1} des Gliedes $(z - z_\nu)^{-1}$ das R. Das Umlaufsintegral von $f(z)$ um den Pol wird $2\pi j$ mal dem R.

Resonanz. Zustand maximaler Mitschwingungsweite (Amplitude) eines schwingungsfähigen Systems, das mit einem als Erregersystem dienenden System infolge Kopplung mitschwingt. Das Erregersystem (Erregerquelle) hat dabei lediglich die Verlustleistungen aufzubringen, während die Hauptschwingungen der Energie durch abwechselndes periodisches Laden und Entladen zweier verschiedener als Energiespeicher dienender Gebilde zustande kommen (z. B. Spule und Kondensator). Die Schwingungen im Zustand der R. heißen R.-Schwingungen, ihre Frequenz ist die R.-Frequenz, die i. allg. von der Eigenfrequenz des Systems verschieden ist und nur bei hinreichend kleiner Dämpfung fast genau mit dieser übereinstimmt.

Einen elektrischen R.-Kreis bildet jedes elektrische Netzwerk (Schwingungskreis), im einfachsten Fall als Zweipol, enthaltend eine Spule der Induktivität L und einen Kondensator der Kapazität C. Der Zustand der R. ist dadurch gekennzeichnet, daß sich induktiver und kapazitiver Blindwiderstand gegenseitig kompensieren, so daß der Scheinwiderstand $\underline{Z}$ bzw. Scheinleitwert $\underline{Y}$ reell werden, was Phasengleichheit von Strom und Spannung an den Eingangsklemmen bedeutet. Sind L und C in Reihe geschaltet (Bild 1a),



a) Reihenschwingkreis *b) Parallelschwingkreis*

Bild 1. Elektrischer Schwingungskreis.

so spricht man im Fall der R. von Reihen- oder Serien-R., sind L und C parallel geschaltet (Bild 1b), von Parallel-R. In beiden Fällen ist in Bild 1 die R.-Frequenz $\omega = \omega_r = 2\pi f_r = 1/\sqrt{LC}$ und bei hinreichend kleiner Abweichung der Frequenz ω von ω_r

$$v = \frac{\omega}{\omega_r} - \frac{\omega_r}{\omega} \approx 2\,\frac{\omega - \omega_r}{\omega_r}$$

die Verstimmung des R.-Kreises. Bei Reihen-R. können die Spannungen U_L und U_c an den Blindwiderständen sehr große Werte annehmen. Die Reihenresonanz wird daher auch als Spannungs-R. bezeichnet.

In Bild 1a ist bei R.

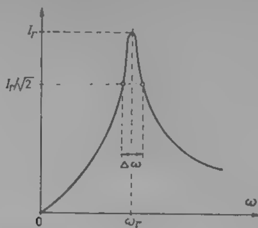
$$U_L = U_c = \frac{U}{R_S} \sqrt{\frac{L}{C}} = U Q_S,$$

wobei Q_S die R.-Güte oder R.-Schärfe des Reihenkreises ist, welche die R.-Überhöhung $U_L/U = U_c/U$ angibt. Bei Parallel.-R. nimmt i. a. der Gesamtstrom $I = I_r$ und damit der Scheinleitwert $Y = Y_r$ einen kleinen Wert an. In Bild 1b ist bei R. $I_r = I_R$ ein Minimum, während die Ströme durch die Blindwiderstände mit Q_P als R.-Güte des Parallelkreises große Werte

$$I_L = I_C = U \sqrt{\frac{C}{L}} = I_R Q_P$$

annehmen können. Die Parallel-R. wird daher auch als Strom-R. bezeichnet.

Die R.-Breite oder Bandbreite Δf bzw. $\Delta\omega$ kann den R.-Kurven entnommen werden. Nach Bild 2 ist es



ω_r *Resonanzfrequenz* $\Delta\omega$ *Resonanzbreite (Bandbreite)*

Bild 2. Resonanzkurve des Stromes bei Reihenresonanz.

bei Reihen-R. das von den Werten $(I_r/\sqrt{2})_{U=\text{const}}$ bzw. $Z_r\sqrt{2} = R\sqrt{2}$ begrenzte Frequenzband, das bei Parallel-R. durch die Werte $(I_r\sqrt{2})_{U=\text{const}}$ bzw. $Y_r\sqrt{2}$ begrenzt ist. Für die R.-Güte gilt dabei allgemein

$$Q_S \approx \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \approx Q_P.$$

Einen Sonderfall der Parallel-R. bildet die Widerstands-R., die in einem Parallelschwingkreis nach Bild 3 bei gleichen Widerständen $R = \sqrt{L/C}$ auftritt.



Bild 3. Parallelschwingkreis für Widerstandsresonanz.

Es ist dann $J_c = j\omega\sqrt{LC}\, J_L$ und für alle Frequenzen der Scheinwiderstand $Z = R$.

Literatur: J. Kammerloher: Hochfrequenztechnik I, 6. Aufl. Füssen 1957. A. von Weiss: Allgemeine Elektrotechnik, 4. Aufl. Prien 1966.

v. Weiss

Resonanzbreite, -frequenz → Resonanz.

Resonanzfrequenzmesser → Frequenzmessungen.

Resonanzkreis, -kurve → Resonanz.

Resonanz-Rückwärtswellenröhre → Rückwärtswellenröhre.

Resonanzschwingungen → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Resonanzüberhöhung → Resonanz.

Resonanzwiderstand ist der Widerstand eines Resonanzkreises im Resonanzfall, z. B. → Reihenschwingungskreis.

Responder → Radaranlagen.

Restdämpfung → Reichweite von Fernsprechleitungen, → Dämpfungsmaß.

Restdämpfungsschwankungen, -toleranzschema → Reichweite von Fernsprechleitungen.

Restschuld. Jede → Buchungsstelle für Fernmeldegebühren stellt jeweils zum Monatsletzten ihre Hauptzusammenstellung der Fernsprecheinnahmen auf. In den Teil A werden alle Soll-Einnahmen aufgenommen. Dieser Soll-Einnahme ist als Ist-Einnahme die Endsumme aus dem Einnahmebuch über Fernmeldegebühren gegenüberzustellen und die verbleibende (Differenz als) R. zu ermitteln. Die R. entsteht dadurch, daß alle Teilnehmer, die die Fernmelderechnung im letzten Monatsdrittel zugestellt bekommen, diese erst im folgenden Monat begleichen müssen. Im folgenden Monat wird die R. den Soll-Einnahmen zugesetzt, ehe die Ist-Einnahmen zur neuen R-Ermittlung gegengerechnet werden.

Restseitenbandmodulation → Modulation 1.1.3.

Reststörspannung → Entkopplung.

Reusenantenne, -dipol → Breitbandantenne.

Revier- und Hafenfunkdienst → Seefunkdienst, beweglicher.

Reziprozitätsgesetz. Das R. entspricht dem Umkehrungssatz der → Vierpoltheorie, wenn man z. B. die Anordnung Sendeantenne—Empfangsantenne als einen belasteten Vierpol betrachtet (→ Antennen).

RF → Wellenbereiche.

RF-Band, gerichtet → Richtfunk-Grundleitung.

RF-Kanal → Radiofrequenzraster.

R-Gespräche sind Gespräche, bei denen die für das Gespräch entstehenden Gebühren der verlangten Teilnehmersprechstelle mit ihrer Zustimmung angerechnet werden. Der bei dem verlangten Anschluß sich Meldende muß sich sofort entscheiden, ob er das R. annehmen will oder nicht. R. können als gewöhnliche, dringende Privatgespräche und als Blitzgespräche geführt werden. Auch → V- und → XP-Gespräche können mit einer R-Anmeldung verbunden werden. Im Auslandsferndienst sind RXP-Gespräche jedoch nicht zugelassen. Eine

nachträgliche Umwandlung eines schon geführten Gesprächs in ein R. ist nicht zulässig; ebenso sind R. nicht von öffentlichen Münzfernsprechern zugelassen. In Sprechbeziehungen, in denen der Selbstwählferndienst eingeführt ist, sind R. unzulässig. Die → Vermittlungskraft muß den Anmelder bei der Anmeldung darauf hinweisen, daß er die R-Gebühr selbst zahlen muß, wenn der Verlangte die Gebührenzahlung ablehnt. Der Verlangte kann bei der Übernahme der Gebühr die → Gebührenansage verlangen. Das Gesprächsblatt zu einem R. wird besonders kenntlich gemacht. Aus ihm ist klar ersichtlich, ob das R. angenommen wurde oder nicht. Für R. beträgt die Zuschlaggebühr ein Drittel der Gebühr für ein gewöhnliches → Dreiminutengespräch; jedoch ist eine Mindestgebühr festgesetzt. Die Zuschlaggebühr wird nur einmal angesetzt, also nicht z. B. die V-Gebühr und die R-Gebühr. Mit welchen Ländern im Auslandsferndienst R. zugelassen sind, → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst (bilaterale Abkommen; Deviseneinflüsse, ggf. bestehende Währungsgefälle usw. haben hierbei einen Einfluß). *Trommer*

Rheinfunkdienst → Internationaler Rheinfunkdienst.

Rheinlandkabel → Fernkabel bis 1945.

Rhombusantenne ist die im Kurzwellenbereich gebräuchlichste Richtantennenform für Weitverkehr. Sie besteht aus vier rautenförmig angeordneten horizontalen → Langdrahtantennen, deren symmetrisch zu den Normalebenen der Drahtachsen gefiederte → Richtcharakteristiken durch entsprechende Wahl der azimutalen Öffnungswinkel derart zueinander orientiert werden, daß die resultierende Hauptstrahlung in der Vertikalebene der großen Rhombusachse liegt. Die Einspeisung der R. erfolgt symmetrisch an einer ihrer Spitzen; am entgegengesetzten Ende wird in der Regel ein Belastungswiderstand (Schluckwiderstand) angeschlossen, um fortschreitende Wellen, d. h. eine einseitige Richtwirkung, zu erzwingen. Aufgrund ihrer Drahtführung und in Verbindung mit ihrem elektrischen Spiegelbild am Erdboden erscheinen die Rhombusseiten als vertikale Paralleldrahtleitungen und zugleich als in ihrer Mitte aufgespreizte horizontale Doppelleitungen. Aus diesem Grunde zeigt der wirksame Horizontal-Wellenwiderstand eine bemerkenswerte Unabhängigkeit von der Rhombusbreite, so daß sowohl die erforderliche Größe des Abschlußwiderstandes als auch der Rhombusanpassungswert nur zwischen etwa 500 und etwa 800 Ohm variieren. Die bei richtiger Endbelastung erreichbare Breitbandigkeit des Eingangsscheinwiderstandes ist der wesentlichste Vorzug von Senderhomben. Allerdings werden, je nach der Antennenlänge, etwa 20 bis 60% der zugeführten Senderleistung im Schluckwiderstand vernichtet (Schluckleistung), so daß bei mehr als 500 W anstelle konzentrierter Widerstände symmetrische Schluckleitungen aus witterungsbeständigem Widerstandsdraht verwendet werden müssen; zur Vermeidung innerer Reflexionen werden diese bis zu mehreren hundert Meter Länge in Richtung der großen Rhombusachse bodennahe ausgespannt. Auch die Rhombusausführung erfährt für höhere Belastbarkeiten gewisse Normabweichungen, indem jeweils zwei bis drei an den seitlichen Haltemasten vertikal gespreizte Antennendrähte verspannt werden, wodurch zugleich eine weitere Homogenisierung des System-Wellenwiderstandes stattfindet (Spreizrhombus). — Die funkbetriebliche Verwendbarkeit einer vorgegebenen R. ist i. allg. erheblich schmalbandiger (maximaler Frequenzumfang etwa 1:2,5) als ihr Anpassungswert, weil die Optimalwinkel des Vertikaldiagramms nur in begrenztem Umfange mit den jeweiligen ionosphärischen Erfordernissen übereinstimmen. Durch Zusammenschaltung zweier über- oder hintereinanderliegender Rhomben und Einfügen veränderbarer Phasendrehglieder sind gewisse Diagrammkorrekturen möglich (steuerbare R., s. auch → Richtantenne). Dieses Verfahren wurde mit 6 bis 18 hintereinander aufgestellten Rhomben und entsprechend vielen elektronisch gesteuerten Phasenkorrektoren (MUSA-Anlage = Multiple Unit Steerable Antenna-Anlage) bis zur vollautomatischen Winkeldiversity verfeinert. — Der einzige, insbesondere auf der Empfangsseite wirksame Nachteil der R. resultiert aus ihrer azimutabhängigen Aufnahmefähigkeit für sowohl horizontal als auch vertikalpolarisierte Fremdstrahlungen; die hohe Empfindlichkeit moderner Empfangsanlagen läßt bereits azimutfremdes atmosphärisches Rauschen störend wirksam werden. Verbesserungen in dieser Hinsicht sind durch Zusammenschalten zweier nebeneinanderstehender Rhomben möglich und üblich (Doppelrhombusantenne).

Literatur: E. Bruce, A. C. Beck, L. R. Lowry, Horizontal rhombic antennas; Proc. I.R.E. 23 (1935), S. 24 — H. T. Friis, C. B. Feldmann, A multiple unit steerable antenna for short wave reception; Proc. I.R.E. 25 (1937), S. 841 — J. Großkopf, Über den Scheinwiderstand gespreizter Doppelleitungen; TFT 28 (1939), S. 8 — J. Großkopf, Rhombusantennen; ETZ 64 (1943), S. 415 — P. Kotowski, E. Schüttlöffel, G. Vogt, Kurzwellen-Anlage mit steuerbarer Richtcharakteristik und ihre Anwendung zur Messung von Einfallswinkeln; A.E.Ü. 4 (1950), S. 247 — H. Zuhrt, Strahlungswiderstand und Gewinn von Rhombusantennen mit angenäherter Berücksichtigung der Strahlungsdämpfung; A.E.Ü. 9 (1955), S. 255 — H. Bohnenstengel, W. Kronjäger, K. Vogt, Die horizontalen Richtdiagramme von Rhombusempfangsantennen bei Kurzwellenübertragungswegen; NTZ 11 (1958), S. 605 — H. Meinke u. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik; Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer 1962; Rhombusantennen: S. 553, Vielfach-Rhombusantennen: S. 563.

Bohnenstengel

Rhometall. Legierung aus 36% Ni, 64% Fe oder 40 bis 45% Ni, 45,5 bis 51,5% Fe, 5% Cr, 3% Si, etwas Cu wird als hochpermeable Legierung in der Nachrichtentechnik verwendet.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

rhythmische Sendung ist eine Telegrafiesendung mit → isochroner Tastung.

RIAS → Rundfunkorganisation.

Richardson-Konstante → Metall-Halbleiterkontakte.

Richtantenne. R. ist entsprechend der DIN-Norm 45 030 Blatt 2 eine Antenne, die bei der Ausstrahlung oder dem Empfang eine oder mehrere Richtungen bevorzugt. Danach stellen der einfache Elementardipol

oder der $\lambda/2$-Dipol bereits R. dar. Nur der fiktive Kugelstrahler fällt nicht unter den Begriff R. Im Sprachgebrauch der Praxis versteht man jedoch unter R. eine Antenne mit einer wesentlich schärferen Richtwirkung als die der Dipolantenne.

Richtcharakteristik. Die R. einer Antenne im allgemeinen Sinne gibt die Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung bezüglich Amplitude, Phase und Polarisation der in konstantem Abstand erzeugten elektrischen oder magnetischen Feldstärke

$$\vec{\underline{E}}(\varphi, \vartheta), \vec{\underline{H}}(\varphi, \vartheta)$$

in Abhängigkeit von der durch die Winkel φ, ϑ gekennzeichneten Richtung an. Entsprechend der Unterteilung in Nahfeldgebiet und Fernfeldgebiet (→ Antennen) unterscheidet man die Nahfeld(richt)charakteristik und die Fernfeld(richt)charakteristik. Im Nahfeldgebiet ist die Winkelabhängigkeit des Feldes eine Funktion der Entfernung, im Fernfeldgebiet dagegen nicht. Im allgemeinen wird jedoch unter R. die Fernfeldcharakteristik verstanden, und zwar anstelle der absoluten die auf einen bestimmten Wert bezogene relative R. Meist ist dieser Bezugswert der sich bei Änderung von φ und ϑ ergebende Maximalwert $E_{\max} = \left(\sqrt{\vec{\underline{E}} \cdot \vec{\underline{E}}^*}\right)_{\max}$:

$$\vec{\underline{C}}(\varphi, \vartheta) = \frac{\vec{\underline{E}}(\varphi, \vartheta)}{E_{\max}}.$$

Aus dieser allgemeinen Form der relativen R. lassen sich spezielle relative R. herleiten, die die Richtungsabhängigkeit der Amplitude, der Phase oder der Polarisation der Feldstärke oder ihrer Komponenten beschreiben; z. B. benötigt man in der Praxis vor allem die Amplitudencharakteristiken zweier orthogonal linear oder zirkular polarisierter Komponenten $E_1(\varphi, \vartheta)$, $E_2(\varphi, \vartheta)$:

$$C_1(\varphi, \vartheta) = \frac{E_1(\varphi, \vartheta)}{E_{1\,\max}}\,; \quad C_2(\varphi, \vartheta) = \frac{E_2(\varphi, \vartheta)}{E_{2\,\max}}.$$

Eine besondere Bedeutung hat die relative R.

$$C(\varphi, \vartheta) = \left|\vec{\underline{C}}(\varphi, \vartheta) \cdot \vec{\underline{C}}^*(\varphi, \vartheta)\right| = \frac{\sqrt{E_1^2(\varphi, \vartheta) + E_2^2(\varphi, \vartheta)}}{\left(\sqrt{E_1^2 + E_2^2}\right)_{\max}},$$

deren Quadrat die Richtungsabhängigkeit der auf ihren Maximalwert bezogenen Strahlstärke $\Phi(\varphi, \vartheta)$ darstellt. Hierbei sind $E_1(\varphi, \vartheta)$ und $E_2(\varphi, \vartheta)$ orthogonale Komponenten der elektrischen Feldstärke. Für lineare und zirkulare Polarisation wird

$$C(\varphi, \vartheta) = \frac{E(\varphi, \vartheta)}{E_{\max}}.$$

Entsprechende Beziehungen gelten für die magnetische Feldstärke.

Für den Empfangsfall stellt die Fernfeldcharakteristik die Winkelabhängigkeit der von der Antenne aus einer ebenen Welle aufgenommenen Empfangsspannung dar. Um dabei $C(\varphi, \vartheta)$, die allgemeine R., zu erhalten, müßte die Polarisation der ebenen Welle bei jeder Stellung der Antenne die gleiche sein wie die der Strahlung, die die Antenne im Sendefall in der betreffenden Richtung erzeugen würde. In der Praxis wird jedoch bei linearer oder zirkularer Polarisation der ebenen Welle die Richtcharakteristik $C_1(\varphi, \vartheta)$ bzw. $C_2(\varphi, \vartheta)$ der jeweils zugehörigen Komponente gemessen.

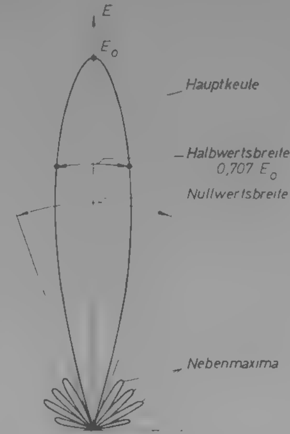


Bild 1.
Richtdiagramm im linearen Feldstärkemaßstab; Polarkoordinaten.

Als Rundstrahlcharakteristik bezeichnet man eine zu einer Achse der Antenne im wesentlichen rotationssymmetrische R. Die zeichnerische Darstellung eines Schnittes durch die Richtcharakteristik nennt man das Richtdiagramm (Bild 1 u. 2).

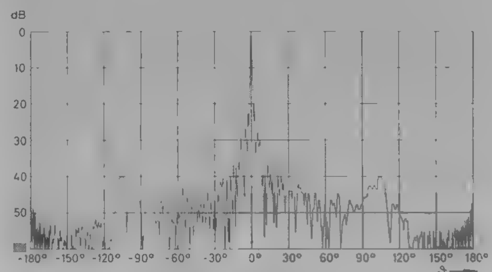


Bild 2. Richtdiagramm (kartesische Koordinaten) einer Parabolspiegelantenne ($\varnothing = 40{,}8\ \lambda$) in der elektrischen Ebene.

Als Vertikal- bzw. Horizontaldiagramm bezeichnet man die zeichnerische Darstellung der Winkelabhängigkeit der Feldstärke oder der Feldstärkekomponenten in einer Vertikalebene (senkrecht zur Erdoberfläche) bzw. in der Horizontalebene.

Die zeichnerische Darstellung der Abhängigkeit der Feldstärke oder der Feldstärkekomponenten vom Azimut in einer Kegelfläche, in der das Strahlungsmaximum und in deren Spitze die Antenne liegt, wird als Azimutaldiagramm bezeichnet.

In dem Niveauliniendiagramm werden durch entsprechende Kurven die Punkte gleicher Feldstärke

oder Intensität in einem kartesischen Koordinatensystem mit den Richtungswinkeln φ, ϑ als kartesische Koordinaten oder in einem Polarkoordinatensystem mit φ als Polarwinkel und $\frac{a\pi}{\lambda} \sin\vartheta$ als Radius gekennzeichnet (Bild 3).

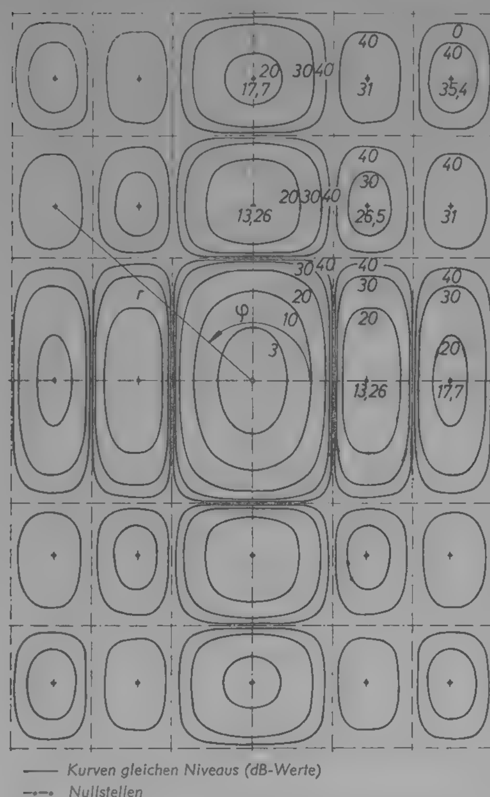


Bild 3. Niveauliniendiagramm der Beugungscharakteristik einer homogenen belegten rechteckigen Apertur; $a:b = 3:2$; Polarwinkel $= \sphericalangle\, \varphi$ der Richtcharakteristik, Abstand vom Mittelpunkt

$$r = \frac{a\pi}{\lambda} \sin\vartheta.$$

Die durch die Hauptstrahlrichtung und den elektrischen bzw. den magnetischen Feldvektor gebildete Ebene nennt man die elektrische bzw. magnetische Ebene. Entsprechend ist das *E*- bzw. *H*-Diagramm die zeichnerische Darstellung der Richtcharakteristik einer in der elektrischen bzw. magnetischen Ebene linear polarisierten Antenne.

Um die Richtcharakteristik einer aus mehreren gleichartigen und gleichorientierten Einzelstrahlern zusammengesetzten Antenne (Gruppenstrahler) zu erhalten, muß man die Richtcharakteristik eines Einzelstrahlers mit einem Faktor, nämlich dem Gruppenfaktor oder der Gruppencharakteristik, multiplizieren.

Eine Richtcharakteristik kann aus einem oder mehreren Hauptmaxima (Hauptkeulen) und mehreren, meist sogar einer großen Anzahl von Nebenmaxima (Nebenzipfel) bestehen. Der Halbwertswinkel ist der Winkel zwischen der Richtung des Strahlungsmaximums und der Richtung, in der die Strahlungsdichte (→ Antennen, allgemeine Grundlagen) auf die Hälfte der maximalen zurückgeht. Der Winkelbereich, innerhalb dessen die Strahlungsdichte auf nicht mehr als die Hälfte der maximalen Strahlungsdichte herabsinkt, ist die Halbwertsbreite oder 3 dB-Breite. Bei symmetrischer Hauptkeule ist sie gleich dem doppelten Halbwertswinkel.

Analog bezeichnet man den Winkel zwischen der Richtung des Strahlungsmaximums und der 1. Nullstelle als Nullwertswinkel bzw. den Winkelbereich zwischen den 1. Nullstellen zu beiden Seiten der Hauptkeule als Nullwertsbreite.

Als Nebenzipfeldämpfung bezeichnet man das in dB ausgedrückte Verhältnis der von der Antenne in der Hauptrichtung erzeugten Strahlungsdichte oder der von ihr aufgenommenen Empfangsleistung zu der Strahlungsdichte oder Empfangsleistung in der Richtung des größten Nebenzipfels in dem Winkelbereich außerhalb der Halbwertsbreite.

Dagegen ist die Winkeldämpfung das in dB ausgedrückte Verhältnis der von der Antenne in der Hauptrichtung erzeugten Strahlungsdichte oder der von ihr aufgenommenen Empfangsleistung zu der Strahlungsdichte oder der Empfangsleistung in einem bestimmten Winkel zur Hauptrichtung. Die Winkeldämpfung im Bereich zwischen 90° und 270° (Hauptstrahlrichtung liegt bei 0°) oder in einem anzugebenden Teil dieses Bereiches nennt man Rückdämpfung. Das Verhältnis der Strahlungsdichte in Hauptstrahlrichtung und in der dazu entgegengesetzten Richtung nennt man das Vor-Rückwärtsverhältnis.

Die von einer Antenne abgestrahlte elektromagnetische Welle ist linear, zirkular oder im allgemeinen Fall elliptisch polarisiert. Die auf der Gegenstation erwünschte Polarisationsart — z. B. linear vertikal oder zirkular rechtsdrehend — nennt man die Hauptpolarisation. Den außerdem in der Strahlung enthaltenen unerwünschten Anteil der anderen Komponente — im obigen Beispiel linear horizontal bzw. zirkular linksdrehend — bezeichnet man als Fehlpolarisation. (In der Literatur findet sich dafür sehr oft auch der Ausdruck Kreuz- oder Querpolarisation, der analog zu dem amerikanischen Begriff cross polarization gebildet ist. Sinngemäß kann man ihn aber nur auf eine lineare Fehlpolarisationskomponente bei linearer Hauptpolarisation anwenden.) Die Richtdiagramme für die verschiedenen Komponenten nennt man entsprechend Hauptpolarisationsdiagramm bzw. Fehl- oder Kreuzpolarisationsdiagramm.

Bei einer konphasen Strom- bzw. Feldverteilung auf dem Strahler bzw. in der Apertur der Antennen treten theoretisch exakte Nullstellen zwischen den einzelnen Maxima auf. Praktisch sind die Nullstellen wegen

unvermeidbarer Abweichungen von den idealen Verhältnissen jedoch mehr oder weniger aufgefüllt. Bei manchen Antennen, z. B. bei den speziell gespeisten Gruppenstrahlern für Fernsehsender, strebt man sogar eine Nullstellenauffüllung an, um den Versorgungsbereich gleichmäßiger auszuleuchten (angenähertes Kosekansdiagramm → Spiegelantennen). Das wird durch die sog. Diagrammsynthese erreicht. Diagrammsynthese ist das Verfahren, Richtcharakteristiken von bestimmten vorgegebenen Eigenschaften (Form und Breite der Hauptkeule, Lage und Größe der Nebenmaxima) durch die Überlagerung einfacher Charakteristiken diskreter oder kontinuierlich angeordneter Strahlerelemente anzunähern. Dabei ist es das Ziel, den Aufbau der Antenne zu bestimmen aufgrund theoretischer Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen der gewünschten Charakteristik und der räumlichen Anordnung sowie der Erregung der Strahlerelemente bezüglich Amplitude und Phase (→ Funkortung). *Koch*

Richtdorn für KKF-Verlegung → Kabelkanal unter 2.

Richtfaktor → Antennengewinn.

Richtfunk ist eine Kurzbezeichnung für Funkverbindungen des festen Funkdienstes mit Frequenzen oberhalb 30 MHz, bei dem stark bündelnde Antennen verwendet werden (→ Richtantennen).

Zur Überbrückung größerer Entfernungen werden oft mehrere → Funkfelder eingesetzt, d. h., die zu übertragende Information wird von → Relaisfunkstellen aufgenommen und nach entsprechender Verstärkung — meist auf einer benachbarten Frequenz wieder ausgesendet, wobei die Entfernung zwischen den einzelnen Richtfunkstellen in der Regel auf Sichtweite von Antenne zu Antenne beschränkt ist. Das sind in der Praxis Entfernungen bis maximal 100 km, im Durchschnitt 50 km. Eine Ausnahme bilden sog. Überhorizontverbindungen (z. B. → Scatter-Verbindungen) (→ Richtfunklinie). Dabei kann die Information unmittelbar auf dem Hochfrequenzband oder auf einem Zwischenfrequenzband bzw. nach vollständiger Demodulation auf dem Basisfrequenzband verstärkt werden. Die Aufgaben des R. sind nahezu die gleichen wie die des Kabels, nämlich die Übertragung von Fernsprechen (bis zu 1800 Kanälen), von Fernsehen, von Rundfunkprogrammen, von Telegraphiezeichen und neuerdings von Daten digitaler Form. Je nach Art des zu übertragenden Signals ergeben sich verschiedene Anforderungen an den R. (→ Richtfunksystem). Bei Benutzung dieser Übertragungstechnik können die für die Kabeltechnik geltenden Empfehlungen des CCITT eingehalten werden. Sie wird daher auch als Hertzsches Kabel (im Französischen »cable hertziens«) bezeichnet. Die Trägerfrequenzen des R. liegen zwischen etwa 30 MHz und 14 GHz. Für breitbandige R.-Verbindungen werden vorzugsweise Frequenzen über 1 GHz verwendet. Die wichtigsten Richtfunkfrequenzbereiche liegen bei 2, 4, 6, 7 und 11 GHz für den kommerziellen Dienst. Diese Bereichsaufteilung wird in Funkverwaltungskonferenzen festgelegt. Für die Feinaufteilung der Bänder bestehen Empfehlungen des CCIR. Die Entwicklung des R. begann 1939, als zwischen St. Margrets Bay bei Dover und Calais eine 40-km-Verbindung in Betrieb genommen wurde, die bei 1,7 GHz mit 1 W Sendeleistung arbeitete. In Deutschland wurden bei Lorenz (Gerät »Stuttgart«) und Telefunken (Gerät »Michael«) seit 1935 verschiedene 500-MHz-Einkanalgeräte entwickelt und ab 1937 serienmäßig gebaut. 1967 waren in der Bundesrepublik Deutschland etwa 34000 km Richtfunkleitungen zur Übertragung von 960 Fernsprechkanälen oder von Fernsehkanälen in Betrieb.

Literatur: Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Grundlagen und Technik, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1966 — H. Carl, Richtfunkverbindungen, SEL-Fachbuchreihe, Berliner Union-Verlag, Stuttgart 1964 — G. Megla, Nachrichtenübertragung mittels sehr hoher Frequenzen, Fachbuchverlag Leipzig 1954. *Kern*

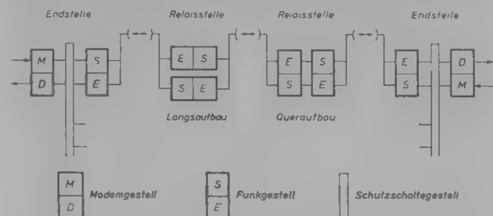
Richtfunkanlagen. Die richtfunktechnischen Einrichtungen für die → Richtfunk-Grundleitungen wie alle Einrichtungen zum Betreiben des → Richtfunknetzes sind in den → Funkübertragungsstellen aufgebaut.

Die Antennen (A.) werden auf den A.-Plattformen am A.-Stützpunkt oder A.-Träger oder vorgesehenen A.-Stellplätzen und die Funkgeräte und Zusatzgeräte bzw. -einrichtungen in den Betriebsräumen aufgestellt. Die Stromversorgungsanlagen einschl. der → Netzersatzanlagen sind in besonderen Betriebsräumen im Maschinengebäude untergebracht.

Die A. können mit Funkgeräten für verschiedene RF-Bänder bzw. RF-Kanäle innerhalb eines Frequenzbereiches beschaltet werden. Man unterscheidet die Exclusivbeschaltung, d.h. mehrere Sender oder Empfänger werden auf eine A. geschaltet, und die Simultanbeschaltung, d. h. Sender und Empfänger werden an einer gemeinsamen A. betrieben. Für eine Rifu-Grundleitung mit zwei Übertragungsrichtungen sind bei der Exclusivbeschaltung je Strahlrichtung zwei A. und bei der Simultanbeschaltung nur eine A. erforderlich.

Die Funkgeräte werden mit der A. durch einen Energieleiter verbunden.

Rifu-Energieleiter sind Hohlleiter oder Koaxialkabel. Die Hohlleiterführung soll möglichst kurz sein, wenig Krümmungen und Winkel aufweisen.



Aufbau einer Richtfunk-Grundleitung.

Die → Rifu-Geräte, Funk- und Modemgerät, sind genormt und im Gruppenrahmen untergebracht. Entsprechend der Anordnung von Sender und Empfänger in einer Rifu-Grundleitung wird zwischen Quer- oder Längsaufbau unterschieden (s. Bild).

Die notwendigen Kanal- oder Frequenzweichen → Weichen bzw. Weichenanordnungen sind ebenfalls in den Gruppenrahmen enthalten.

Da die meisten Funkübertragungsstellen nur zeitweise mit Personal besetzt sind, werden die Funkanlagen mit entsprechenden Schalteinrichtungen versehen. Die Bedienung und Überwachung erfolgt dann über eine Fernwirkeinrichtung. *Gierz*

Richtfunk-Frequenzbereich. Teil der Trägerfrequenzen oberhalb 300 MHz, der nach dem Frequenzbereichs-Aufteilungsplan (Art. 5 der Vollzugsordnung für den Funkdienst) für den »Festen Funkdienst« zugeteilt wurde.

Innerhalb des Bereichs sind Teilbereiche oder Radiofrequenzbänder (→ Radiofrequenzraster) vorhanden. Mitbenutzung des Bereichs durch → »Beweglichen Funkdienst« und → »Satelliten-Fernmeldedienst«, selten auch durch andere Funkdienste. Daher → Richtfunk-Frequenzplanung notwendig, um gegenseitige störende Beeinflussungen zu vermeiden.

Richtfunk-Frequenzplanung. Die R.-F. hat die Aufgabe, einen Betriebskanal oder eine Gruppe von Betriebskanälen für ein → Funkfeld aus einem → Radiofrequenzraster so festzulegen, daß eine Beeinflussung anderer Funkfelder desselben → Richtfunknetzes zumutbare Grenzen nicht überschreitet und → schädliche Störungen durch Sender oder auf Empfänger fremder Funknetze vermieden werden. In erster Annäherung wird angenommen, daß die Frequenzen der Richtfunknetze mit Fernsprechen belegt sind.

Beim Richtfunk muß das → Gesamtgeräusch einer Verbindung begrenzt bleiben.

Es ist für Verbindungen des öffentlichen Dienstes der zulässige Höchstwert nach der CCIR-Empfehlung 395-1, Oslo 1966, von der Länge der Verbindung abhängig (→ Richtfunk-Netzplanung).

Für die Verbindungen des nichtöffentlichen Dienstes dagegen ist der zulässige Höchstwert unabhängig von der Länge. Die Leistung des Gesamtgeräusches darf am Ende der Leitung, bezogen auf einen 4 kHz breiten TF-Kanal, 10 000 pW_0 nicht überschreiten.

Die Summe der Störleistungen aus gerätebedingten Geräuschen und Einstreuungen fremder Sender (Ausnahme s. u.) darf die zulässige Gesamtgeräuschleistung nicht überschreiten. Bei der Entwicklung der Richtfunkgeräte müssen bei der Summe der Geräusche Anteile für Einstreuungen fremder Sender berücksichtigt werden. Dies geschieht bei neueren Richtfunksystemen, die ab 1967 bei der DBP eingeführt wurden, in Form eines Stundenmittelwertes. Bei Schwund im Nutzfunkfeld oder bei Überreichweiten im Störfunkfeld können zu kleineren Zeitwahrscheinlichkeiten höhere Störleistungen durch Einstreuungen fremder Sender auftreten. Sie sollen gegenüber den Minutenmittelwerten der Gesamtgeräusche gem. CCIR-Empfehlung 395-1, Oslo 1966, vernachlässigbar sein.

Dagegen sind erhöhte Störleistungen durch Einstreuungen bei Störungen durch Satellitenfernmeldesysteme gem. CCIR-Empfehlung 375-1, Oslo 1966, zulässig:

$P_N = 1000\ pW_0$, geräuschbewertet als Stundenmittelwert und als Minutenmittelwert für weniger als 20% der Zeit eines beliebigen Monats.

$P_N = 50\,000\ pW_0$, geräuschbewertet als Minutenmittelwert für weniger als 0,01% der Zeit eines beliebigen Monats.

Die Leistung eines Störgeräusches wird auf den relativen Pegel 0 dB bezogen. Sie kann daher auch durch den Störabstand im TF-Kanal $\left(\frac{S}{N}\right)$ = signal to noise dargestellt werden. Der Störabstand ist abhängig vom Leistungsverhältnis der radiofrequenten Nutz- zur Störleistung $\left(\frac{C}{N}\right)$ = channel to noise — am Eingang des beeinflußten Empfängers. $\left(\frac{C}{N}\right)$ wird auch RF-Entkopplung genannt.

Die erforderliche RF-Entkopplung ist bei Richtfunksystemen mit Frequenzmodulation sowohl von dem erwarteten Störabstand als auch von der Differenz der Trägerfrequenzen von Nutz- und Störsignal abhängig. Bei den folgenden Betrachtungen sind die tatsächlichen Trägerfrequenzen unter Berücksichtigung der Frequenztoleranzen einzusetzen.

Bei Frequenzdifferenzen, kleiner als die niedrigste Basisbandfrequenz, spricht man bei Beeinflussungen durch einen Sender des gleichen Netzes von Rauschstörungen, da sich nur die beiden mit Rauschbelegung angenommenen Seitenbänder überlappen. Hier beträgt

$$\left(\frac{S}{N}\right) = \left(\frac{C}{N}\right) + 22\ \text{dB}\,.$$

Innerhalb eines Richtfunknetzes ist diese Störart die anzustrebende Normalform, da die gegenseitigen Beeinflussungen am geringsten sind. Sie bedingt, daß die Toleranz der Sendefrequenzen eng sein muß. Zur Untersuchung eines Richtfunknetzes sind bei Gleichkanalbetrieb für jeden Störfall folgende RF-Entkopplungen als erste Annäherung anzusetzen:

Für Netze des öffentlichen Dienstes: 65–70 dB
Für Netze des nichtöffentlichen Dienstes: 50 dB.

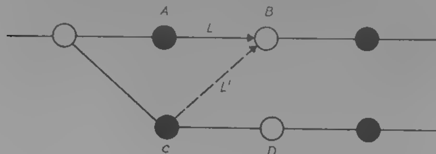
Liegt die Differenz der Trägerfrequenzen vom Nutz- und Störsignal innerhalb des Frequenzbereiches des zu übertragenden Basisbandes des Nutzsignals, so tritt eine → Trägerstörung auf.

Bei der Richtfunkfrequenzplanung ist dies die Normalform für Störuntersuchungen mit fremden Systemen, z. B. bei der Frequenzkoordinierung zwischen Richtfunk und Satelliten-Fernmeldedienst.

Ist die Differenz der Trägerfrequenzen von Nutz- und Störsignal größer als die oberste Basisbandfrequenz, so überlappen sich nur noch die Modulationsprodukte eines Seitenbandes. Da in den Modulationsprodukten höherer Ordnung geringere Leistungen enthalten sind, sinkt die erforderliche RF-Entkopplung gegenüber dem Gleichkanalbetrieb. Sie ist systemabhängig. Bei

einer Frequenzdifferenz gleich dem halben RF-Nachbarkanalabstand beträgt die erforderliche RF-Entkopplung etwa 35 ... 50 dB, wobei der Wert 50 dB meist durch die Funktion der Signal- und Ersatzschalteinrichtungen bedingt ist (Betrieb mit versetzten Rastern). Bei Nachbarkanalbetrieb beträgt die erforderliche RF-Entkopplung meist 25 dB; sie wird bei Parallelführung der Frequenzen meist durch Polarisationsentkopplung der Aussendungen erzielt.

Frequenzplanung innerhalb eines Richtfunknetzes. Errechnen der RF-Entkopplung.



AB = Nutzfunkfeld, CD = störendes Funkfeld, CB = Störfunkfeld.
Bild 1.

Sie wird aufgebracht durch:

1. die Leistungsentkopplung A_N
Hierunter wird die Differenz der Strahlungsleistungen (in dB über 1 W oder 1 mW, dbW oder dBm) von Nutz- oder Störsendern verstanden

$$A_N = P_A - P_C .$$

A_N ist bei überschläglichen Berechnungen vernachlässigbar.

2. Die Winkelentkopplung A_W
Sie ist die Summe der Winkeldämpfung a_W der Antennen beim Nutzempfänger (Winkel ABC) und beim Störsender (Winkel BCD). Die Winkeldämpfung ist ein Konstruktionsmerkmal der Antennen.

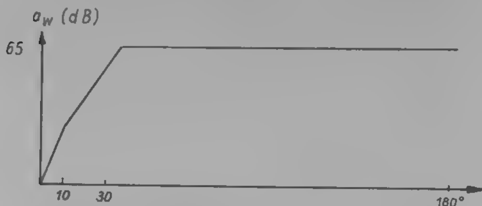


Bild 2. Winkeldämpfung der Antennen a_W (idealisiert).

Hierbei wird angenommen, daß der Erreger der Antenne und das Feld des Signals gleichpolarisiert sind.

Bei Kreuzpolarisation ist die Winkeldämpfung bei Verdrehungswinkel kleiner 0,5° etwa 25 dB, bei Verdrehungswinkeln größer 0,5° sind zu den Werten der vorstehenden Kurve 5–10 dB hinzuzuzählen.

3. Die Längenentkopplung A_L
Sie entsteht dadurch, daß die Feldstärke jedes Signals mit der Länge des Funkfeldes abnimmt.

$$A_L = 20 \cdot \log \frac{L'}{L} .$$

4. Die Sichtentkopplung A_S
Ein Hindernis im Funkfeld bringt eine Zusatzdämpfung der Ausbreitung.

$$A_S = a_z' - a_z .$$

Die Zusatzdämpfung zur → Grundübertragungsdämpfung a_z' (im Störfunkfeld) bzw. a_z (im Nutzfunkfeld) ist bei etwa 25 dB aus dem Geländeschnitt des Funkfeldes abschätzbar. Darüber hinaus kann bei einem Gelände im Funkfeld, das als eben angenommen werden kann, die Zusatzdämpfung aus dem CCIR-Bericht 243 entnommen werden.

Frequenzplanung für Sternpunkte eines Netzes.

In Senderichtung vom Stern ausgehend ist das Nutzfeld gleich dem Störfunkfeld, in Empfangsrichtung sind unterschiedliche Längen zu beachten. Bei Sternpunkten ist die RF-Entkopplung im wesentlichen durch die Winkeldämpfung der Antennen aufzubringen, letztere bestimmt den Grenzwinkel für Gleichkanalbetrieb, bei kleineren Winkeln ist der Einsatz des versetzten Rasters (→ Radiofrequenzraster) möglich.

Bei einfachen Antennen ist die Winkeldämpfung auch in ihrem Rücken für einen Gleichkanalbetrieb nicht ausreichend. Hier ist Frequenzoffset mit einer Frequenzdifferenz zwischen Nutz- und Störsignal größer als die oberste Basisbandfrequenz, meist halber Nachbarkanalabstand gebräuchlich (→ Radiofrequenzraster). Erforderliche RF-Entkopplung in öffentlichen Netzen ist durch die Überwachung des Pilotausfalls bei Unterbrechungen bestimmt.

$$\left(\frac{C}{N}\right) \geqq 50 \text{ dB} .$$

Frequenzplanung einer neuen Verbindung.

Die Gesamtgeräuschleistungen einschließlich der Einstreuungen sind über alle Funkfelder einer Grundleitung zu addieren. Gleichzeitig muß geprüft werden, ob die Grenzen der Minutenmittelwerte eingehalten werden. Es ist zu untersuchen, ob die vorhandenen Funkfelder durch die neue Verbindung gestört werden. Ist dies der Fall, so sind die über ein gestörtes Funkfeld geführten Verbindungen wie neue Verbindungen zu behandeln.

In Sonderfällen ist ein Ober- Unterbandwechsel in einer RifuSt notwendig. Zur Berechnung des kleinstmöglichen Frequenzabstandes zwischen Sende- und Empfangsfrequenz muß die Störempfindlichkeitskurve des Empfängers und die Koppeldämpfung zwischen Sende- und Empfangsantennen bekannt sein.

Gegenseitige Beeinflussung mit fremden Systemen.

1. Terrestrische Funkstellen.

Das Verhältnis $\left(\frac{C}{N}\right)$ am Eingang des gestörten Empfängers ist nach den Angaben in Punkt 6 und, da es sich zumeist um → Trägerstörungen handelt, der Störabstand im Basisband $\left(\frac{S}{N}\right)$ nach den unter diesem

Stichwort angegebenen Unterlagen zu berechnen. Die sich hieraus ergebenden Störleistungen am relativen Pegel 0 sind mit den zulässigen Werten des Gesamtgeräusches zu vergleichen.

2. Richtfunk und Weltraumfunkstelle des Satellitenfernmeldedienstes beeinflussen sich gegenseitig, wenn das Azimut der Strahlrichtung der Rifu-Antennen auf den Standort eines Synchronsatelliten in der Nähe des Horizonts zeigt. (Siehe CCIR-Empfehlung 406-1, Oslo 1966 und CCIR-Bericht 393, Oslo 1966.) Diese Azimutbereiche sind zu vermeiden. Wenn dies nicht möglich ist, ist mit Störungen im 4-GHz-Richtfunkempfang zu rechnen, und bei 6-GHz-Anlagen ist es notwendig, die Sendeleistung herabzusetzen.

Bei allen innerhalb der Koordinierungsentfernung einer Richtfunk- oder Erdefunkstelle des Satelliten-Fernmeldedienstes arbeitenden RifuSt ist zu prüfen, ob gegenseitige Beeinflussungen möglich sind.

Die Koordinierungsentfernung innerhalb eines Richtfunknetzes mit Frequenzen > 1,7 GHz (Rauschstörungen) soll, unter der Annahme, daß eine Richtfunkstelle dieses Netzes nicht am Rande der Alpen oder am Rande der Mittelgebirgsschwelle liegt und der Winkel BCD = 0° (Bild 1) ist, bei einem Winkel ABC (Bild 1) 0°–15° 300 km, bei einem Winkel ABC zwischen 15° bis 180° 150 km betragen.

Die Koordinierungsentfernung zwischen Richtfunkstellen und Erdefunkstellen des Satelliten-Fernmeldedienstes ist abhängig von Azimut und Elevation der Antenne der Erdefunkstelle, Abschirmfaktor des Geländes in der Nachbarschaft der Erdefunkstelle und Kanalzahl im Satelliten-Fernmeldedienst. (Siehe CCIR-Bericht 382, Oslo 1966.) Die Frequenzplanung für bewegbare Richtfunkverbindungen (z. B. für Reportageeinsätze) wird nach den Gepflogenheiten des beweglichen Funkdienstes durchgeführt. Die Frequenzzuteilung erfolgt für Rauten (→ Sendernetzplanung) als Teile der BRD. *Gierz*

Richtfunkgerät → Richtfunksystem.

Richtfunkgrundleitung (RifuGrLtg). Sie ist der Richtfunkübertragungsweg zwischen zwei ortsfesten Stellen. Die R.-G. setzt sich aus mindestens einem → Funkfeld, in den meisten Fällen aus mehreren Funkfeldern zusammen. Jeder Betriebsleitung in Breitbandtechnik, mit der normal die Übertragung durchgeführt wird, ist im allgemeinen ein Schutzkanal zugeordnet. Dieser kann aus einem oder mehreren Schutzabschnitten bestehen. Er dient hauptsächlich dazu, kurzzeitige Störungen auf der Betriebsleitung zu unterbinden. Der Schutzabschnitt wird meist für mehrere Betriebsleitungen bereitgehalten. Die Umschaltung erfolgt automatisch oder durch Hand (Schutzschalttechnik), bei Breitband-Rifu-Systemen (→ Richtfunk-System) meistens in der Zwischenfrequenz mit ZF-Umschalteinrichtungen, die in ZF-Umschaltegestellen untergebracht sind.

Bei R.-G. in Schmalbandtechnik wird den Betriebsleitungen eine Ersatzleitung zugeordnet. Die Umschaltung erfolgt im Basisband.

Die R.-G. sind 4-Draht-Stromkreise. Sie beginnen und enden in der Basisbandlage bei der → Funkübertragungsstelle. Da die Funkübertragungsstellen in vielen Fällen von den TF-Verstärkerstellen abgesetzt sind, erfolgt die Weiterschaltung des Basisbandes der R.-G. auf dem Kabelwege.

Für Fernsehen für die Übertragung von Bild und Ton werden die R.-G. meistens nur in einer Verkehrsrichtung betrieben.

Deshalb werden die Richtfunkanlagen für ein gerichtetes RF-Band nur für eine Richtung ausgebaut. Die Übertragung des Tons von Fernsehprogrammen kann im Bedarfsfall auch über Kabelleitungen erfolgen. Je nach Verwendungszweck werden R.-G. unterschieden in Programmzuführungsleitungen, das sind Leitungen vom Knotenpunkt bei der Funkübertragungsstelle beim Fernsehhauptstudio zum Sternpunkt Frankfurt am Main (→ Richtfunk-Netz), in Verteilleitungen, das sind Leitungen vom Sternpunkt zu den Knotenstellen, und in Austauschleitungen, die dem allgemeinen Fernsehprogrammaustausch dienen.

Die Zuführung der Bild- und Ton-Modulation zu den Fernsehsendern erfolgt über das Modulationsleitungsnetz.

Die R.-G. für die Programmzuführung, -verteilung und den -austausch beginnen und enden in der Regel an den Knotenstellen in der Zwischenfrequenzlage am ZF-Schaltverteiler. Die Zusammenschaltung von Fernsehleitungen erfolgt aus übertragungstechnischen Gründen in der ZF-Ebene am ZF-Schaltverteiler. *Gierz*

Richtfunklinie ist die über Richtfunk (Rifu) hergestellte Verbindung mit einem oder mehreren → Richtfunksystemen über ein oder mehrere → Funkfelder.

Nach den Arten werden unterschieden:

Sichtverbindungen, das sind Rifu-Linien, bei denen alle Funkfelder mindestens eine ungestörte Sichtlinie zwischen den Antennen besitzen.

Überhorizontverbindungen, das sind Rifu-Verbindungen mit einem Funkfeld, bei dem die Sichtlinie, meist durch die Erdüberhöhung, nicht hindernisfrei ist. Energieübertragung meist durch Brechung (→ Wellenausbreitung).

Scatterverbindungen, das sind Überhorizontverbindungen bei der die Energieübertragung nicht durch Brechung, sondern durch Vorwärts- oder Rückwärtsstreuung erfolgt (→ Wellenausbreitung).

Richtfunkmeßgerätetechnik. Abgesehen von den zahlreichen während der Entwicklungszeit eines neuen Richtfunksystems durchzuführenden Messungen sind bei der Typenprüfung eines Systems und der Abnahme von Betriebslinien Messungen erforderlich, die Aussagen über das Qualitäts- und Stabilitätsverhalten zulassen. Außerdem sollen die Messungen Aufschluß über die Reserven der Systeme geben, die für extreme Übertragungsbedingungen erforderlich sind (z. B. Überbelegung, extreme Temperaturverhältnisse, Netzschwankungen, Schwunde usw.). In

Richtfunksystemen gibt es Bausteine in mindestens drei verschiedenen Frequenzbereichen, nämlich im Basisband- (BF), im Zwischenfrequenz- (ZF) und im radiofrequenten (RF) Bereich. Für jeden dieser Bereiche gibt es eigene Meßgeräte und -verfahren. Die wichtigsten Richtfunksystem-Messungen erfolgen grundsätzlich im Basisbandbereich, da sie hier über eine gesamte Richtfunkverbindung Aufschluß geben können. Das wichtigste Verfahren ist das → Rauschklirrmeßverfahren. Der Frequenzgang des Dämpfungsmaßes wird in der Basisbandebene mit einem TF-Pegel-Meßplatz, bestehend aus Pegelsender und -empfänger, geprüft. Alle aktiven BF-Schaltungseinheiten müssen extrem klirrarm sein. Zu dieser Untersuchung ist ein Verzerrungs- oder Linearitätsmeßgerät geeignet. Es erlaubt die Messung der Steilheit oder Linearität der Modulations- bzw. Aussteuerkennlinie des Richtfunksystems. Auf den Eingang des Richtfunksystems wird dabei die Summe eines Tones mit niedriger Frequenz (»Wobbel- oder Abtastfrequenz«) und großer Spannung und eines Tones mit wesentlich höherer Frequenz (»Spaltfrequenz«) und sehr kleiner Spannung gegeben. Am Ausgang der zu messenden Strecke wird die niedrige Frequenz ausgesiebt und die Amplitudenmodulation der Spaltfrequenz mit Grund- und Oberwellen der Wobbelfrequenz gemessen. Das Ergebnis ist ein Differenzquotient, bei hinreichend niedriger Spaltfrequenzspannung praktisch der Differentialquotient der Aussteuerkennlinie, dessen Verlauf auf einem Braunschen Rohr sichtbar gemacht wird. Das gleiche Gerät zur Steilheitsmessung wird auch zur Laufzeitmessung benutzt. Im Empfangsgerät wird dabei ein um 45° gedrehter Vektor zum ursprünglichen Spannungsvektor zugesetzt. Die Amplitudenschwankungen des resultierenden Summenvektors enthalten damit die Phasenschwankungen des gemessenen Systems. Als Ergänzung der Linearitätsmessung sind Oberwellen- bzw. Zweitonmessungen üblich, jedoch gewöhnlich nur zur Bestätigung der Linearitätsmessung. Eine weitere wichtige Betriebsmessung ist die Hubmessung. Eine sehr empfindliche Methode ist die sog. Besselmethode. Hierbei wird der Träger zu Null gemacht, indem man ihn mit einer bestimmten Frequenz f moduliert; für den Modulationsindex muß dann gelten

$$\eta = \frac{\Delta F}{f} = 2{,}4048.$$

Mit diesem Wert wird die erste Nullstelle der Bessel-Funktion nullter Ordnung erreicht. Bei dieser Methode wird die Trägerspannung in der Zwischenfrequenz selektiv gemessen. Der eingestellte Frequenzhub, der proportional dem Pegel des Modulationssignals ist, läßt sich dann mit dem Soll-Frequenzhub vergleichen. Eine andere speziell für den Betrieb gedachte Methode benutzt die Zwischenfrequenzspannung, die in einem Hubmeßzusatz mit einer Meßspannung verglichen wird; ein elektronischer Schalter gibt wechselweise die beiden Spannungen auf einen Meßmodulator, dessen Ausgangsspannung an einem Oszillographen sichtbar gemacht wird. Dabei sieht man in der einen Stellung des Schalters den zeitlichen Hubverlauf, in der anderen eine horizontale gerade Linie, deren Höhenlage durch Verändern der Vergleichsfrequenz verschiebbar ist. Bei geeigneter Zeitablenkung sind Hubverlauf und Eichfrequenz gleichzeitig übereinander sichtbar.

Für die RF-Ebene bestehen speziell für die Richtfunksysteme keine besonderen Meßverfahren, sondern es werden die üblichen Verfahren der → Mikrowellenmeßtechnik benutzt, wie z. B. Leistungsmessung, Rauschzahlmessung, Anpassungs- bzw. Reflexionsfaktormessung usw.

Literatur: H. Hartbaum, Messung von Übertragungsverzerrungen an Richtfunkgeräten mit Frequenzmodulation, A.E.Ü. 11 (1957), S. 239 ff. — G. Schrödter, Geräuschbeiträge in Vielkanal-Richtfunksystemen mit Frequenzmodulation, Fernmelde-Ing. 10 (1956), Heft 3.

Kern

Richtfunknetz. Die R.-N. dienen dem Fernsprechen, Fernsehen und Sonderzwecken. Die verschiedenen R. setzen sich aus den → Richtfunk-Grundleitungen und den dazugehörigen Schutzabschnitten zusammen.

Das R. für Fernsprechen ist Teil des Fernsprechnetzes. Nach seiner Verwendung besteht ein R. für den Fernsprechweitverkehr und ein R. für den → Bezirksverkehr. Alle über Richtfunk (Rifu) geschalteten Sprechleitungen sind → Fernleitungen. Das R. für Fernsprechen ist ein vermaschtes Netz. Dagegen ist das R. für Fernsehen für den Programmaustausch im wesentlichen ein Sternnetz. Die Übertragungen erfolgen durchwegs in einer Verkehrsrichtung und zwar von den Knotenpunkten nach einem Sternpunkt bzw. vom Sternpunkt nach den Knotenpunkten. Sternpunkt ist in der Bundesrepublik Deutschland Frankfurt am Main. Für die Zuführung der Modulation zu den Fernsehsendern dienen von den Knotenpunkten aus Modulationsnetze, die ebenfalls nur in einer Verkehrsrichtung betrieben werden.

Zu den R. für Sonderzwecke zählen Netze für die Verkehrsüberwachung, Radarbildübertragung, Fernsteuerzwecke usw.

Die Netzstruktur wird bestimmt vom Bedarf, der → Verkehrsbeziehungen, den topographischen und geographischen Verhältnissen. Die kleinste Einheit in der Netzstruktur ist das → Funkfeld.

Mehrere aneinandergereihte Funkfelder ergeben eine → Richtfunk-Linie, deren geographische Führung Richtfunk-Trasse genannt wird. Innerhalb einer Richtfunk-Linie können eine oder mehrere → Richtfunkgrundleitungen für verschiedene Verwendungszwecke und für Rifu-Verbindungen unterschiedlicher Verkehrsbeziehungen betrieben werden. Die Grundleitungen werden mit Anlagen der → Richtfunksysteme aufgebaut.

Netzknoten in R. entstehen, wo Rifu-Linien sich kreuzen.

Um bei der Mannigfaltigkeit des R. eine Übersicht zu erhalten, besteht ein Netzplan für Rifu. Entsprechend dem Verwendungszweck gibt es verschiedene Arten von Netzplänen: Ein geographischer Netzplan, ein Netzplan, der die Verkehrsbeziehungen enthält, ein Netzplan, aus dem die Belegung der

RF-Bänder zu ersehen ist, usw. Unerläßlich ist auch eine Frequenzkarte, insbesondere für die Planung von Rifu-Grundleitungen. Die Frequenzkarte muß alle benutzbaren Frequenzen und die noch verfügbaren enthalten. Die Frequenzkarte ist nach einer winkeltreuen Karte anzufertigen.

Richtfunknetzplanung (Rifu-Netzplanung).

Für die Verkehrsbeziehungen unterschiedlicher Arten ist unter Berücksichtigung der topographischen und geographischen Gegebenheiten und unter Einsatz der → Richtfunksysteme ein zweckmäßiges Netz bereitzustellen, in dem eine angemessene Güte der Verkehrsbeziehungen mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand sichergestellt wird.

Unter Güte der Verkehrsbeziehungen wird Betriebssicherheit und Übertragungsgüte verstanden.

Betriebssicherheit wird erreicht durch Ersatzleitungen (→ Richtfunk-Grundleitung), Ersatzgeräte und durch Mehrwegeführung.

Für die Übertragungsgüte im öffentlichen Netz sollen die CCIR-Empfehlungen für wirkliche Kreise eingehalten werden.

Für die Übertragungsgüte sind neben Pegel und Laufzeit und deren Verzerrungen die Geräusche maßgebend.

Gesamtgeräuschleistung für wirkliche Kreise für Fernsprechübertragungen hauptsächlich CCIR-Empfehlung 395-1, Oslo 1966, anzuwenden.

Hierin sind für Richtfunklinien mit Frequenzmultiplex und Fernsprechverbindungen, die in ihrem Aufbau wesentlich vom → Hypothetischen Bezugskreis abweichen, folgende höchstzulässige Gesamtgeräuschleistungen am Ende der → Richtfunk-Grundleitungen angegeben.

1. für Längen L (km) der Grundleitungen zwischen 50 und 840 km

$3 \cdot L + 200$ pW	als Mittelwert in jeder beliebigen Stunde
$3 \cdot L + 200$ pW	als Minutenmittelwert in mehr als 20% der Zeit eines beliebigen Monats
47 500	als Minutenmittelwert in mehr als $\frac{L}{2500} \cdot 0{,}1\,\%$ der Zeit eines beliebigen Monats

2. für Längen L (km) der Grundleitungen zwischen 840 und 1670 km

$3 \cdot L + 400$ pW	als Mittelwert in jeder beliebigen Stunde
$3 \cdot L + 400$ pW	als Minutenmittelwert in mehr als 20% der Zeit eines beliebigen Monats
47 500	als Minutenmittelwert in mehr als $\frac{L}{2500} \cdot 0{,}1\,\%$ der Zeit eines beliebigen Monats

3. für Längen L (km) der Grundleitungen zwischen 1670 und 2500 km

$3 \cdot L + 600$ pW	als Mittelwert in jeder beliebigen Stunde
$3 \cdot L + 600$ pW	als Minutenmittelwert in mehr als 20% der Zeit eines beliebigen Monats
47 500	als Minutenmittelwert in mehr als $\frac{L}{2500} \cdot 0{,}1\,\%$ der Zeit eines beliebigen Monats

Rifu-Netzplanung wird aufgeteilt in Rifu-Streckenplanung, → Rifu-Frequenzplanung und Planung der → Funkübertragungsstellen.

Rifu-Streckenplanung hat zum Hauptziel, nach Ermittlung des → Streckenprofils die Höhe der Antennenträger festzulegen. Mit Hilfe der Geländeschnitte wird untersucht, ob genügend Bodenfreiheit der Fresnelzone zur Erdoberfläche bzw. zur Bebauung vorhanden ist. Jedes → Funkfeld ist zu untersuchen, die → Übertragungsdämpfung ist zu errechnen, wobei besonders die durch Hindernisse bedingte Geländedämpfung auch in der Zeitwahrscheinlichkeit abzuschätzen ist. Auf die Möglichkeit der Mehrwegeausbreitung ist zu achten. Den Normalfall bei der Streckenplanung bildet die Einrichtung einer Sichtverbindung (→ Richtfunklinie).

Wegen der Überreichweiten (→ Richtfunk-Frequenzplanung) ist auf Zickzackführung der Rifu-Trassen (→ Richtfunk-Netz) zu achten. *Gierz*

Richtfunkpilot → Richtfunksystem.

Richtfunksystem. Unter R. versteht man die Gesamtheit der elektrischen, physikalischen und konstruktiven Eigenschaften eines Gerätes zur Funkübertragung von Nachrichten im Mikrowellenbereich. Die Art des Systems wird in erster Linie bestimmt durch den Verwendungszweck, die gestellten Qualitätsanforderungen und das verwendete Modulationsverfahren. Nach dem Verwendungszweck unterscheidet man R. zur Übertragung von Fernsprechkanälen, von Fernsehen und von Rundfunkprogrammen. Bei den Modulationsarten überwiegt weitgehend die Frequenzmodulation (→ Modulation 1.2.) einige R. arbeiten mit Einseitenband-Amplitudenmodulation und einige ältere R. noch mit Puls-Phasenmodulation. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten R.. Dabei geben die ersten Buchstaben die Modulationsart, die folgenden Ziffern die Anzahl der Fernsprechkanäle und die Ziffer hinter dem Schrägstrich den Radio-Frequenzbereich an:

1. FM 12/400	5. FM 120/7000
2. PPM 60/2000	6. FM 960-TV/1900
3. FM 120/2000	7. FM 960-TV/4000
4. EM 120/400	8. FM 1800-TV/6000

Die R. 1 bis 5 sind sog. Schmalbandsysteme, die anderen sind Breitbandsysteme; die letzteren können entweder ein Bündel von 960 bzw. 1800 Fernsprechkanälen oder einen Fernsehkanal gleichzeitig mit einem Tonkanal übertragen.

Für die störungsfreie Durchführung des Dauerbetriebes über lange Zeiträume, der für alle Übertragungssysteme erforderlich ist, müssen Überwachungs- und Schutzschalteeinrichtungen (→ R., Schutzschaltetechnik) — bei unbemannten Stationen eventuell auch Fernsteuerung — und eine stabile und zuverlässige Stromversorgung vorhanden sein. Diese Geräte bilden neben den eigentlichen Übertragungseinrichtungen ebenfalls einen wesentlichen Bestandteil des R. Zur Überwachung dient in erster Linie der Richtfunkpilot, das ist eine Hilfsfrequenz, die an den Endstellen zugesetzt bzw. abgenommen wird. Diese Frequenz liegt bei Breitbandsystemen oberhalb des Basisbandbereiches (8,5 MHz bei 960-Kanal-Systemen; 9,023 MHz bei 1800-Kanal-Systemen), bei 120-Kanal-Systemen bei 304 kHz in einer Lücke zwischen den Trägerfrequenz-Gruppen. Bei starken Schwankungen des Pilotpegels oder bei dessen Ausfall wird dann gewöhnlich auf einen Ersatzkanal geschaltet. Bei einigen R. wird neben dem eigentlichen Signal noch ein Dienstkanal übertragen. Zweck und Vorteil eines Dienstkanals ist der Austausch von Gesprächen zwischen den einzelnen Richtfunkstellen, z. B. bei der Einrichtung und Überwachung der Richtfunkgeräte, ohne andere Übertragungsmedien in Anspruch nehmen zu müssen.

Schutzschaltetechnik bei Richtfunksystemen. Wie bei allen Weitverkehrsverbindungen wird auch von Richtfunkverbindungen eine sehr große Betriebszuverlässigkeit verlangt. Durch Verschleiß und Alterung können Bauteile ausfallen. Außerdem kann der Signal-Geräusch-Abstand durch → Schwunde oder Gerätefehler auf einen unzulässigen Wert absinken. Um solche Störungen einer → Richtfunkverbindung zu vermeiden, stehen Ersatzgeräte zur Verfügung, die an die Stelle der ausgefallenen Geräte treten können. Diese Schutz- oder Ersatzschaltungen erfolgen automatisch oder von Hand. Je nach Ausführungsart dieser Schutzschaltungen spricht man von Kanalersatz, wenn in einem bestimmten Streckenabschnitt von einem radiofrequenten Richtfunkkanal auf einen anderen umgeschaltet wird, und von Geräteersatz, wenn nur ein einzelnes Richtfunkgerät auf ein Ersatzgerät geschaltet wird. Beim Kanalersatz liegen die Umschaltstellen an den beiden Enden eines Schutzschalteabschnittes, der aus einem oder mehreren Funkfeldern bestehen kann. Umgeschaltet wird entweder in der Basisbandebene oder in der Zwischenfrequenzebene. Für jeden Ersatzkanal muß eine eigene Radiofrequenz bereitgestellt werden. Aus wirtschaftlichen Gründen wird im allgemeinen für mehrere Richtfunkkanäle ein Ersatzkanal benutzt. Der Geräteersatz wird vorzugsweise bei Modulationsgeräten von Breitbandrichtfunksystemen und bei Systemen kleiner und mittlerer Ferngesprächsbündel angewendet. Zur Überwachung von Richtfunkverbindungen und als Kriterium zur Umschaltung dient im allgemeinen ein systemeigener Pilot (→ Richtfunksystem). Der Ausfall des Piloten kennzeichnet eine Streckenunterbrechung. Das zweite Kriterium zur Umschaltung ist das Geräusch im Frequenzband um den Piloten, das frei von der Belegung ist; es ist ein Kriterium für die Übertragungsgüte der Richtfunkverbindung.

Die Dauer eines Umschaltvorganges bei Ersatzkanalumschaltungen setzt sich zusammen aus der Fehlererkennungszeit, der Fehlerauswertezeit und der Umschaltzeit der Schalter. Die Summe aus Fehlererkennungs- und Fehlerauswertezeit ist die Vorbereitungszeit. Die Summe aus Vorbereitungszeit und Umschaltzeit ist die Operationszeit. Sie soll zusammen mit der Umschaltzeit nach der CCIR-Empfehlung 444 nicht länger als 40 ms dauern. Die Umschaltzeit soll möglichst kurz sein (nach der CCIR-Empfehlung 444 kleiner als 10 µs). Diese Zeit ist nur mit elektronischen Schaltern zu erreichen. Bei mechanischen Relaisschaltern kann die Umschaltzeit mehrere Millisekunden betragen.

Zwischenfrequenz bei Richtfunksystemen. Einige Schwierigkeiten bei R. werden umgangen, wenn neben der Radiofrequenzlage des Signals eine Z. eingeführt wird. Die Z. muß höher als die höchste Modulationsfrequenz sein; sie läßt eine hohe breitbandige Verstärkung einfacher zu als in der radiofrequenten Ebene. Außerdem besteht der Vorteil, daß Durchschaltungen — auch zwischenstaatliche — und auch Schutz- oder Ersatzschaltungen (→ R., Schutzschaltetechnik) in der Z.-Ebene leichter möglich sind und weniger Geräteaufwand erfordern als in der Basisbandebene. Aus diesem Grunde sind die Parameter der Z. international genormt worden (CCIR-Empfehlung 403-1). Für Frequenzmultiplex- bzw. Fernsehsysteme ist die empfohlene Mittenfrequenz des Z.-Bandes 35 MHz für Systeme unter 1 GHz (für größere Sprechkreiskapazitäten auch 70 MHz) und 70 MHz für Systeme über 1 GHz. Die effektive Ausgangsspannung des Z.-Verstärkers eines Empfängers soll 0,5 V, die Z.-Eingangsspannung des Senders soll 0,3 V betragen. Für eine Z.-Durchschaltung, z. B. auf Relaisstellen, kann somit die Kabelverbindung, deren Wellenwiderstand 75 Ω (unsymmetrisch) betragen soll, zwischen diesen Z.-Punkten eine Dämpfung bis 4,4 dB haben.

Literatur: W. Eichler, F. Schiener, EM 120/4000, das erste breitbandige Richtfunksystem mit Einseitenbandmodulation, Siemens-Z. 39 (1965), S. 157–164 — H. Holzwarth, G. Bosse, C. Colani, E. Seibt, Ein Richtfunksystem mit Frequenzmodulation für 120 Ferngespräche im Frequenzbereich von 1700 bis 2300 MHz (FM 120/2000), NTZ 10 (1957), H. 10 — E. Willwacher, FM 120/2000, Richtfunkanlage für 120 Telephonie-Kanäle im 2-GHz-Bereich, Telefunken-Ztg. 33 (1960), H. 130 — O. Laaf, O. Bettinger, H. Kuhn, E. Rymaszewski, Die Richtfunkanlage FM 120/2000 der C. Lorenz AG, SEL-Nachr. 4 (1956), S. 153 ff. — E. Willwacher, Richtfunkanlage FM 120/7000 der Firma Telefunken, Fernmelde-Prax. 39 (1962), S. 81 ff. — R. Koepf, Richtfunkanlage FM 120/7000 der Standard Elektrik Lorenz AG, Fernmelde-Prax. 39 (1962), S. 1 ff. — F. Kaiser, Die Richtfunkeinrichtung FM 120/7000 der Firma Siemens & Halske AG, Fernmelde-Prax. 38 (1961), S. 849 ff. — 4-GHz-Richtfunksystem (FM 960-TV/4000) für 960 Gesprächskanäle und Fernsehen, Telefunken-Ztg. 34 (1961), H. 134 — K. Christ, O. Laaf, K. Schmid, Richtfunkanlagen zur Übertragung von Telefonie und Fernsehen im 4-GHz- und 2-GHz-Bereich, SEL-Nachr. 7 (1959), S. 123 ff. — Themenheft 6-GHz-Richtfunksystem FM 1800-TV/6000, SEL-Nachr. 14 (1966), H. 2 — Vortragsfolge über neue Richtfunksysteme, Firma Siemens & Halske AG, November 1965. — K. Bartels, G. Lupke, K. Schmid, Schutzschalteeinrichtungen für Richtfunksysteme, SEL-Nachr. 14 (1966), S. 94 ff. — H. Noack, H. Panschar, Die Umschalteinrichtungen des 6 GHz-Breitband-Richtfunksystems für 1800 Sprechkreise (FM 1800/6000), NTZ 18 (1965), S. 475 ff. — C. Glünder, Zentrale Überwachung von Nachrichten-Weitverkehrsnetzen, Siemens-Z. 33 (1959), S. 379 ff. — K. Hartmann, Ersatzschalten von verzweigten Fernseh-Modulationsleitungen, Siemens-Z. 40 (1966), S. 819 ff.

Kern

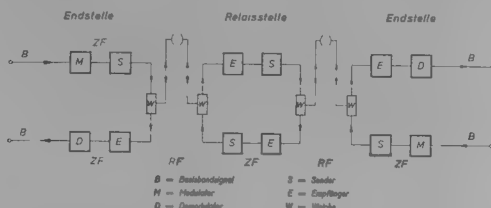
Richtfunk-TF-Systeme für Fernsprechen. Richtfunk-TF-Systeme sind Übertragungssysteme, in denen im Frequenz-Multiplex-Verfahren (→ TF-Systeme) gebildete Frequenzbänder als Basisband durch Frequenzmodulation (FM) oder Einseitenband-Modulation (EM) in die Funkübertragungslagen unter- oder oberhalb der Mittenfrequenz umgesetzt werden. Als Basisband wird das Übertragungs-Frequenzband der Vierdraht-Gleichlage-Systeme (→ Vierdraht-TF-Systeme, Tabelle 2) verwendet. Ein Richtfunk-TF-System umfaßt daher beide TF-Endstellen und den Ru-Übertragungsweg mit seinen End- und Zwischenstellen, bei örtlicher Trennung der TF- und der Ru-Endstellen auch den Kabelweg mit seinen Verstärkern zwischen beiden Stellen (Zubringerstrecke). Im deutschen TF-Netz werden folgende Ru-TF-Systeme betrieben, deren Bezeichnung die Modulationsart, die Kanalzahl und die Mittenfrequenz im MHz angibt:

1. FM 120/2000, FM 120/7000, EM 120/400; Basis-Frequenzlage entspricht Übertragungslage V 120 = 12 bis 552 kHz. 2. FM 300/2000; Basis-Frequenzlage entspricht Übertragungslage V 300 = 60 bis 1300 kHz. 3. FM 960/4000, FM 960/6000; Basis-Frequenzlage entspricht Übertragungslage V 960 = 60 bis 4082 kHz. 4. FM 1800/6000; Basis-Frequenzlage entspricht der Übertragungslage der Quartärgruppen B1 und B2 des Systems V 2700 = 312 bis 8120 kHz.

Richtfunktion → Antennengewinn.

Richtfunktrasse → Richtfunknetz.

Richtfunkverbindungen dienen der drahtlosen Nachrichtenübertragung zwischen zwei festen Punkten. Das Bild zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer R. Sie besteht aus End- und Zwischen- oder Relaisstellen. Die Anzahl der Relaisstellen, die nur zur



Grundsätzlicher Aufbau einer Richtfunkverbindung.

Signalverstärkung dienen, richtet sich nach dem Abstand der Endpunkte voneinander. Die Strecke zwischen zwei benachbarten Stationen bezeichnet man mit → Funkfeld. Alle R. zur Übertragung von Fernsprechkanälen sind doppelseitig, d. h. beide Richtungen verlaufen parallel. Fernsehverbindungen verlaufen dagegen meist nur in einer Richtung. (Ausnahmen z. B. Fernseh-Modulations- und -Verteilnetz der DBP.) Wie bei allen Funkverbindungen ist der Zweirichtungsbetrieb nur mit zwei grundsätzlich voneinander unabhängigen Trägerfrequenzen möglich. Die Träger sind um die Versetzerfrequenz voneinander getrennt. Die Übertragungseinrichtungen bestehen auf jeder Endstelle aus einer Kombination von Grundbausteinen, nämlich Modulator, Sender, Empfänger, Demodulator und den Antennen mit Filtern und Weichen. Auf den Endstellen wird das Signal auf den Träger moduliert bzw. demoduliert. Auf einer Relaisstelle fehlen dagegen normalerweise die Modulations- und Demodulationseinrichtungen, wenn nicht eine Durchschaltung im → Basisband vorgesehen ist. Bei Simultanbetrieb wird sowohl für die Sende- als auch Empfangsrichtung dieselbe Antenne benutzt (s. Bild). Mit Hilfe von geeigneten Kanalweichen lassen sich mehrere Linien in Hin- und Rückrichtung über eine Antenne betreiben. Die Qualitätsanforderungen an R. sind vom CCIR in Empfehlungen niedergelegt. Dabei wird von einem → Hypothetischen Bezugskreis ausgegangen. Allgemein gilt für alle R., daß ein Geräuschwert von 3 pW/km als Mittelwert einer Stunde nicht überschritten werden soll (→ R., Gesamtgeräusch). Die realen Kreise weichen im allgemeinen mehr oder weniger von dem Hypothetischen Bezugskreis ab, was in den verschiedenen Netzstrukturen der Länder begründet liegt. Auch für solche Kreise bestehen Empfehlungen des CCIR.

Gesamtgeräusch in Richtfunkverbindungen. Das G. bei Richtfunkverbindungen ist maßgebend für deren Güte. Grundsätzlich verschieden sind die Ursachen und Arten der Geräusche bei Systemen mit Frequenzaufteilung (FDM, Frequency Division Multiplex) und mit Zeitaufteilung (TDM, Time Division Multiplex). Bei TDM-Systemen besteht Unabhängigkeit der Aussteuerung bzw. der Belegung der einzelnen Signalkanäle voneinander. TDM-Systeme sind z. Z. jedoch unbedeutend. Bei FDM-Systemen können allgemein je nach Entstehungsursache belegungsunabhängige und belegungsabhängige Geräusche unterschieden werden. Es ist folgende Unterteilung möglich:

1. Geräusche von Fremdstörern. Dazu gehören → atmosphärische Störungen, die vorwiegend von Gewittern stammen und sich durch Knattern, Brodeln, Prasseln äußern; weiter Störungen durch industrielle Anlagen [man made noise], kosmische Störungen und, als wichtigste Gruppe, selektive Störungen. Die letztere Art entsteht durch Interferenz des systemeigenen Trägers mit fremden Trägern oder Rauschquellen. Diese Geräuschart ist nicht ganz unabhängig von der Belegung.

2. Grundgeräusch oder thermisches Geräusch. Diese Geräuschart setzt sich zusammen aus dem Empfängerrauschen, dem Rauschen der Verstärker und den Geräuschen der Stromversorgung. Die beiden letzten Geräuscharten sind Festanteile am Grundgeräusch; sie entstehen vorwiegend in den Modulations- und Demodulationseinrichtungen; hier spielen besonders die Diskriminatoren und die darauf folgenden Verstärker eine Rolle. Die zweite Quelle des Grundgeräusches liegt in den Misch- und Eingangsstufen der Empfänger. Diese Geräuschart kann aus einer Geräte-Konstanten, dem sog. → Systemwert, bestimmt werden und ist u. a. abhängig von der → Grundübertragungsdämpfung

der Funkfelder. Bei starken Schwundperioden kann diese Geräuschart die am Gesamtgeräusch anteilmäßig größte sein. Bei Frequenzmodulation (→ Modulation 1.2.) ist ganz allgemein die Tatsache des dreieckförmigen Wärme- oder Grundgeräusches zu beachten, das linear mit der Modulationsfrequenz zunimmt, wenn der Hub konstant bleibt. Zum Ausgleich pflegt man den Basisbandpegel vor der Übertragung frequenzproportional anzuheben (→ Preemphase) und am Empfängerausgang wieder abzusenken (→ Deemphase).

3. Auf die oben aufgeführten Geräusche hat die Modulation des Trägers, d. h. die Belegung, keinen Einfluß; sie sind auch bei unmodulierten Trägern vorhanden. Dagegen sind die Intermodulationsgeräusche (auch Klirr- oder Nebensprechgeräusche genannt) abhängig von der Belegung.

Für die Summation der Geräuschbeiträge über eine Verbindung mit mehreren Richtfunkstellen ist für das Grundgeräusch immer eine leistungsmäßige Addition anzuwenden, da die Anteile inkohärent sind. Es genügt also stets, Werte für jedes einzelne Gerät und jedes einzelne Funkfeld zu bestimmen und hieraus den Meßwert der gesamten Verbindung zu berechnen. Das gilt auch für Intermodulationsgeräusche, die unabhängig voneinander an verschiedenen Stellen des Gerätes entstehen und physikalisch verschiedene Ursachen haben. Bei Intermodulationsgeräuschen gleicher Ordnung und gleicher Ursache gilt die leistungsmäßige Addition jedoch nicht mehr uneingeschränkt. Im schlechtesten Falle kann eine spannungsmäßige Addition auftreten. In welchem Maße Spannungs-Addition von Klirrgeräuschanteilen innerhalb eines Systems erfolgt, läßt sich nicht vorherbestimmen, auch nicht durch Messungen einzelner Geräte.

Für das zulässige G. am Ende einer Richtfunkverbindung gibt es international festgelegte Empfehlungen. Für den Gerätehersteller gelten in erster Linie die Forderungen für den → Hypothetischen Bezugskreis (Empfehlung 393-1 des CCIR), für den Planer die Forderungen für Reale Kreise (Empfehlung 395-1 des CCIR).

Intermodulationsgeräusche in Richtfunkverbindungen. I. stellen bei Richtfunkverbindungen einen wesentlichen Anteil des Gesamtgeräusches dar. Sie sind abhängig von der Belegung und werden durch Nichtlinearitäten auf dem Übertragungsweg und in den Modulationseinrichtungen hervorgerufen. Man unterscheidet zwei Gruppen von Verzerrungen, die statischen und die dynamischen. Die Klirrfaktoren der statischen Verzerrungen sind unabhängig von der Modulationsfrequenz, bei den dynamischen Verzerrungen wachsen sie jedoch proportional mit ihr an. Weiter muß bei der Berechnung zwischen regulären und irregulären Verzerrungen unterschieden werden. Bei den regulären Verzerrungen wachsen die quadratischen Klirrprodukte proportional und die kubischen Klirrprodukte quadratisch mit der Aussteuerung. Irregulär sind die Verzerrungen durch Bandbeschneidung, durch Mehrfachreflexionen in Energieleitungen und durch Mehrwegeausbreitung.

Nach den Entstehungsursachen der I. ist folgende Einteilung zweckmäßig:

1. Nichtlineare Verzerrungen in den Modulations- und Demodulationseinrichtungen; diese werden hervorgerufen durch 1.1 den nichtlinearen Zusammenhang zwischen Modulationsspannung und Frequenzhub, 1.2 die unvollkommene Amplitudenbegrenzung des frequenzmodulierten Signals vor der Demodulation.

2. Nichtlineare Verzerrungen auf dem Übertragungsweg im ZF- und HF-Bereich; diese entstehen durch 2.1 Bandbeschneidung des frequenzmodulierten Nutzbandes, 2.2 Dämpfungsschwankungen der ZF- und HF-Durchlaßkurven, 2.3 nichtlineare Phasenkennlinien des Systems, besonders in den Selektionsgliedern und Hohlleitern, das sind Laufzeitverzerrungen, die mit Hilfe eines Laufzeitausgleichs (Allpaßglieder) klein gehalten werden können, 2.4 Mehrwegeausbreitung und Mehrfachreflexionen in Energieleitungen (Long-line-Effekt).

Literatur: H. Carl, Richtfunkverbindungen, SEL-Fachbuchreihe, Berliner Union-Verlag, Stuttgart — J. Fagot, Ph. Magne, Frequency Modulation Theory, Pergamon Press, Oxford, London, New York, 1961 — W. Mansfeld, Verteilung der Geräuschleistung in Richtfunkstrecken für Vielkanal-Fernsprechübertragung, Nachr.-Techn. (1957), S. 329–335 und S. 466–472 — R. Kaiser, Grundgeräusch-Verteilung in Richtfunksystemen mit Winkelmodulation, Fernmelde-Ing. 14 (1960), Heft 12; 15 (1961), Heft 2. — K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, Hirzel-Verlag, Stuttgart, 1949 — M. Müller, Die Zeigermethode, ein anschauliches Verfahren zur Behandlung von Verzerrungen der Kleinhub-FM mit Anwendung auf FM-Richtfunk, A.E.Ü. 16 (1962), S. 25 ff. und S. 93 ff. — G. Schrödter, Geräuschbeiträge in Vielkanal-Richtfunkstrecken mit Frequenzmodulation, Fernmelde-Ing. 10 (1956), Heft 3 — U. v. Kienlin, A. Kürzl, Auswirkungen mehrerer Reflexionsstellen in Antennenleitungen bei Richtfunkanlagen mit Frequenzmodulation, Frequenz 16 (1962), S. 19–28. *Kern*

Richtlinien für die Annahme, Ausbildung und Prüfung des Personals der DBP (AusbRichtl). Die R. enthalten grundsätzliche Vorschriften über die Annahme, Ausbildung und Prüfung sowie Bestimmungen über die → Fortbildung des gesamten P. der DBP. Sie ergänzen die entsprechenden Vorschriften des Bundesbeamtengesetzes und der Bundeslaufbahnverordnung. Einzelheiten über Ausbildung und Prüfung sind in den entsprechenden → Ausbildungsordnungen bzw. → Prüfungsordnungen enthalten.

Richtlinien für die Bemessung von Leistungen bei der Deutschen Bundespost → Personalbemessung.

Richtlinien für die Bewertung der Dienstposten im Bereich der Deutschen Bundespost → Dienstpostenbewertung.

Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von Fernmeldeämtern und Fernmeldebauämtern sowie die Bewertung der Amtsleitungen. Richtlinien für die Einrichtung, Gliederung und Einordnung von Fernmeldezeugämtern und Fernmeldezentralzeugämtern sowie die Bewertung der Amtsleitungen → Ämter des Fernmeldewesens.

Richtsendeverfahren → Funkortung.

Richtungshören. Es wird zwischen Richtungsempfindlichkeit beim einohrigen Hören und zweiohrigen Hören unterschieden. Beim einohrigen Hören entsteht der Richtungseindruck durch Abschattung des

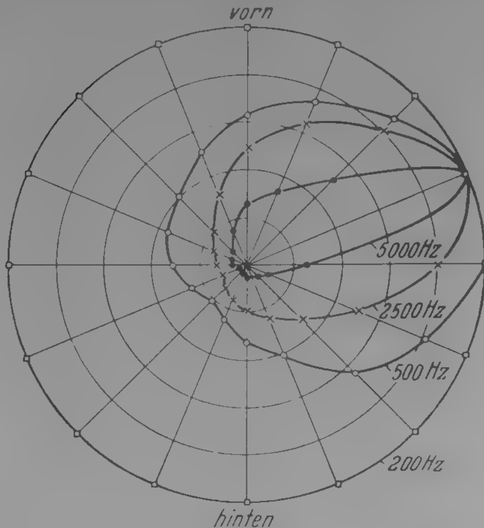


Bild 1. Die Richtungsempfindlichkeit eines Ohres nach Tröger.

Schalls durch den Kopf. Die Schattenwirkung des Kopfes ist stark von der Schallwellenlänge und somit von der Frequenz abhängig (Bild 1). Beim zweiohrigen Richtungshören ist die hohe Richtungsempfindlichkeit des Gehörs sowohl auf physikalische

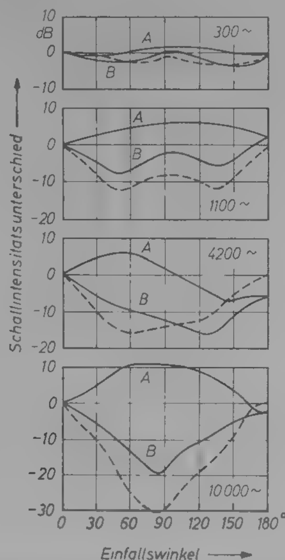


Bild 2. Schallintensitätsunterschied zwischen beiden Ohren in Abhängigkeit des Einfallswinkels nach Sivian und White.

als auch psychologische Vorgänge zurückzuführen. Oberhalb etwa 300 Hz entstehen bei seitlichem Schalleinfall zwischen beiden Ohren Intensitätsunterschiede. Sie beruhen ebenfalls auf der Schattenwirkung des Kopfes. Die Intensitätsunterschiede (Bild 2) zwischen dem linken und rechten Ohr rufen im Gehör eine Richtungserkennung hervor. Im unteren Frequenzbereich — die Wellenlänge ist groß im Verhältnis zum Kopfdurchmesser — beruht das Richtungshören auf der Zeitdifferenz des Schallempfangs zwischen dem linken und rechten Ohr, die notwendigerweise bei seitlichem Schalleinfall da sein muß (Bild 3). Sobald

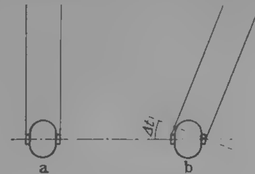


Bild 3. Zeitdifferenz Δt bei schrägem Schalleinfall nach Hornbostel und Wertheimer.

ein Schallereignis mit einer Zeitdifferenz von 630 Millisekunden zwischen beiden Ohren empfangen wird, entsteht der Eindruck, als ob er unter einem Einfallswinkel von 90° auf den Kopf trifft. Eine Zeitdifferenz von 30 Mikrosekunden ergibt schon einen Richtungseindruck. Zeitdifferenzen, die größer als 630 Millisekunden sind, lassen den Richtungseindruck verschwommen erscheinen. Schall, der von hinten an den Kopf gelangt, wird wahrscheinlich an einer Änderung der Klangfarbe erkannt. Höhere Frequenzen werden nämlich durch die Ohrmuschel abgeschattet, so daß sie mit geringerer Intensität vom Ohr empfangen werden.

Literatur: J. Tröger, Phys. Z. 31; 1930 — J. Sivian u. S.D. White, Journ. of Acoust. Soc. Amer. 4, 288; 1933 — E. M. Hornbostel u. M. Wertheimer, Berliner Ber. 1920. Nr. 20, 388. *Brosze*

Richtungskoppler dienen zur getrennten Bestimmung der Amplitude der hin- und rücklaufenden Welle in einer Leitung. Die R. bestehen aus einer Hauptleitung und einer Nebenleitung, wobei sich in der letzteren die eingekoppelte Welle nur in einer Richtung bewegt. Nach dem verwendeten Leitungssystem unterscheidet man R. für Koaxialleitungen, Hohlleiter und Streifenleitungen.

Wichtigste Art in Koaxialtechnik ist der Schleifenkoppler (Bild 1). Hierbei tritt gleichzeitig eine

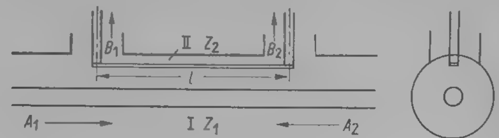


Bild 1. Schleifenkoppler.

magnetische und elektrische Kopplung beider Leitungen auf. Vollständiges Auslöschen der Welle in einer Richtung erfolgt in II, wenn $M/K = Z_1 \cdot Z_2$; darin bedeuten M die gegenseitige Induktivität, K die

Kapazität zwischen beiden Leitungen. Vorzugsweise bei Hohlleitern geschieht die Kopplung beim sog. Zweilochkoppler (Bild 2) mit Hilfe von zwei im Abstand $\Lambda/4$ (Λ = Wellenlänge im Hohlleiter) z. B. in einer Breitseite des Hohlleiters gebohrten kleinen Löchern. Die Löcher, die einen kleinen Bruchteil der Wellenenergie in die Nebenleitung treten lassen, wirken wie zwei (gegen Λ kleine) Antennen, deren Erregung räumlich um $\Lambda/4$ und zeitlich um $T/4$

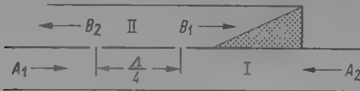


Bild 2. Zweilochkoppler.

versetzt ist. Eine Welle A_1 in I erregt eine proportionale Welle B_1 in II; in umgekehrter Richtung hebt sich die Wirkung der Löcher gerade auf. Entsprechendes gilt für eine Rückwärtswelle A_2, von der ein Anteil B_2 in II allein gemessen werden kann, wenn durch reflexionsfreien Abschluß B_1 absorbiert wird. Der sog. Bethe-Koppler (Bild 3) weist nur ein Loch zwischen I und II auf. Der Durchgriff der elektrischen und magnetischen Feldlinien bewirkt eine

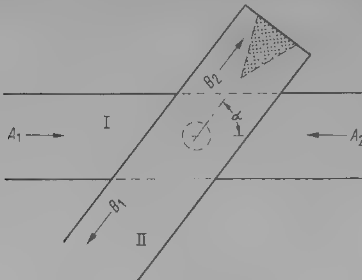


Bild 3. Einloch-(Bethe-)Koppler.

Erregung nach Art der Kombination einer offenen und einer Rahmenantenne mit einseitiger Richtwirkung. II muß gegen I mit dem Mittelpunkt des Loches als Drehpunkt um den Winkel α gedreht werden, um die sonst überwiegende Wirkung der magnetischen Kopplung zu schwächen und die Richtungskopplerbedingung zu erfüllen.

R. sind gekennzeichnet durch die Koppeldämpfung

$$a_k = 20 \log \frac{A_1}{B_1} \text{ dB}$$

und die Richtdämpfung

$$a_r = 20 \log \frac{B_1}{B_2} \text{ dB}$$

(auch als Richtfähigkeit bezeichnet).

Wichtigste Anwendungen der R. in der Meßtechnik: 1. Getrennte Messung der vorlaufenden und reflektierten Welle mittels zweier R.; der Quotient der beiden Meßwerte ergibt unmittelbar den Reflexionsfaktor von Bauteilen und Systemen. 2. Messung der übertragenen Leistung in einer Leitung ohne Fälschung durch Reflexion am Verbraucher. Bei Verwendung je eines Kopplers vor und hinter einem Vierpol ist die Messung der Betriebsdämpfung möglich. 3. Bildung eines angepaßten Generatorinnenwiderstandes durch Konstantregelung der vorlaufenden Leistung.

Praktische Bedeutung besitzen hier Hohlleiter-Mehrlochkoppler, Kreuzkoppler und koaxiale Schleifenkoppler. Mehrlochkoppler arbeiten nach dem Prinzip des Zweiloch-Kopplers. Sie weisen in Längsrichtung des Hohlleiters eine größere Anzahl von meist kreisrunden Öffnungen auf, deren Größe symmetrisch nach beiden Enden abnimmt. Bei optimaler Gesetzmäßigkeit der Abstufung erreicht man hohe Richtfähigkeit (> 46 dB; bei präzisester Fertigung > 50 dB) innerhalb der Nutzbandbreite des Hohlleiters. Koppeldämpfungen zwischen 3 dB und 30 dB sind gebräuchlich. Außermittige Anordnung der Lochreihe (auch zwei Parallelreihen) minimalisiert den Frequenzgang von a_k ($\pm 0{,}5$ dB).

Kreuzkoppler bestehen aus zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Hohlleiterabschnitten. Kopplung erfolgt mit zwei meist kreuzförmigen Schlitzen in der Breitseite. Anwendung: Messung der vorlaufenden Leistung bei verhältnismäßig geringem Platzbedarf.

Schleifenkoppler ermöglichen bei einem a_r von 20 bis 40 dB und a_k von 15 bis 20 dB große Nutzbandbreiten. Die Kopplung nimmt mit wachsender Frequenz zu, solange die Schleifenlänge l klein gegen λ bleibt, und ist etwa proportional $\sin 2\pi\, l/\lambda$. Mit $l = \lambda/4$ in Bereichsmitte beträgt der Frequenzgang der Kopplung $\approx \pm 0{,}6$ dB über eine Oktave. Erheblich größere Bandbreiten über mehrere Oktaven erzielt man mit mehrstufigen Kaskadenanordnungen. Der Signalausgang aus II kann bei allen R. entweder HF-mäßig ausgebildet (Flansch, koaxiale Steckverbindung) oder mit fest angebrachtem Diodenmeßkopf versehen sein.

Literatur: Meinke Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, 2. Aufl., Berlin, Springer, 1962 — R. Levy, Directional couplers, in: Advances in Microwaves, vol. 1, New York, Academic, 1966.

Mühlberger

Richtungstaste → Verbindungsaufbau in der Fern-VStHand F 62.

Richtungsverkehr ist der Verkehr, der in einer Verkehrsbeziehung über ein in einer Richtung ausgerichtetes Fernleitungsbündel abfließt. R. ist nur üblich bei stärkeren Leitungsbündeln. Weiteres → abgehende betriebene Leitung, → ankommend betriebene Leitung.

Richtungswähler, EMD-Wähler, der durch elektrische Markierung auf eine bestimmte Richtung eingestellt wird. Dabei ist die Zahl der ansteuerbaren Richtungen im allgemeinen größer als 10. Ein Zusammenhang zwischen Ortsnetzkennzahl und Lage des entsprechenden Leitungsbündels am Ausgang des RW ist nicht gegeben. Einstellen des R. erfolgt entweder durch Richtungsimpulse oder durch Richtungscode, nach dem die Wahlinformation zwischenzeitlich gespeichert und im Hinblick auf mögliche Querwege ausgewertet wurde.

Zwei Gruppen von RW werden unterschieden:

1. Impulsgesteuerte RW. Ein Verzonungsgerät (z. B. → Verzoner) ermittelt aus der Kennzahl neben der Zone auch die Richtung in Form von Impulsen mittels eines Abgreifwählers und sendet die Impulse zum RW. Ein Markierrelais wird entsprechend der Anzahl der Impulse eingestellt und markiert die vorgesehene Richtung im Ausgangsfeld des RW. Der RW prüft auf die Markierung auf und sucht in dieser Richtung selbsttätig eine freie Leitung. Eine Richtung am RW wird als Letztweg (Kennzahlweg) geschaltet; somit kann der RW, falls die angesteuerte (Quer)-Richtung besetzt ist und ein Überlauf möglich ist, auch noch die Leitungen des Letztwegbündels absuchen. Impulsgesteuerte RW schalten 2- oder 4drähtig durch; sie haben 56 Ausgänge bei max. 6 Richtungen, 112 Ausgänge bei max. 11 Richtungen und 224 Ausgänge bei max. 17 Richtungen.

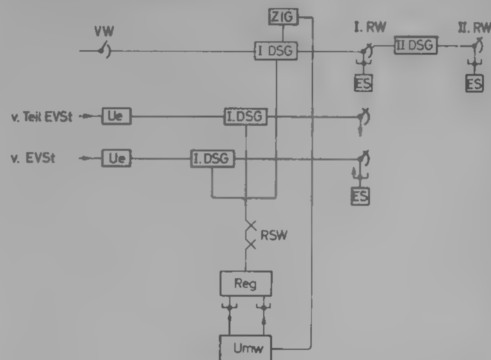
2. RW mit Einstellsatz (ES). Hier erfolgt die Markierung der anzusteuernden Richtung für alle RW eines Gestellrahmens (GR) gemeinsam durch einen im GR vorhandenen ES. Der ES bleibt nur für die Zeit des Einstellens, der Freiwahl und des Durchschaltens mit dem jeweiligen RW verbunden. Die Übermittlung der Richtung erfolgt vom → Register in Form eines Codes über z. B. 2 Adern. Der hier verwendete Gleichstromstufencode ermöglicht 15 Richtungsaussagen. → Knotenregister 62.

Praktisch ausgenutzt werden nur 13 Richtungen. Richtung 14 steuert den Prüfschritt an. Die RW mit ES unterscheiden sich in schaltungstechnischer Weise nach ihrem Verwendungszweck. Der KRW mit ES wird in der KnotenVStW benötigt. Der HRW mit ES und AnS steht in der HauptVStW. Er hat zusätzlich noch Anschalterelais, mit deren Hilfe über einen Relaissuchwähler Hauptregister angeschaltet werden können.

An die Ausgänge sowohl des KRW als auch des HRW können nochmals RW mit ES als II. RW angeschlossen werden. Auf diese Weise können viele Richtungen (bis zu 13 × 13 = 169 Richtungen) geschaltet oder eine oder mehrere Richtungen als vollkommene Bündel betrieben werden. Bei zweistufiger Anordnung dieser RW sind in FernVSt mit bis 1200 KRW/HRW üblicherweise alle gehenden Leitungsbündel mit vollkommener Erreichbarkeit schaltbar, d. h., jede Leitung ist von jedem beliebigen II. RW aus erreichbar. Am Ausgang der II. RW entfallen die notwendigen Mischungen; die Leitungen eines Bündels werden lediglich in einer beliebigen Reihenfolge aufrangiert. In größeren FernVSt werden getrennte 1200er-Gruppen mit eigenem Querleitungsnetz und gegebenenfalls gemeinsamem Letztweg bevorzugt. *Altehage*

Richtungswähler TW 39. Der R. ist als Leitwegsteuereinrichtung im Telexnetz anstelle des I. GW und/ oder des ZGW oder in der Gasse eines ZGW eingesetzt. Der grundsätzliche Aufbau stimmt weitgehend mit dem → Richtungswähler (RW) des SWFD überein (s. Bild). Im Inlandsverkehr sind zwei Querwege und der Kennzahlenweg, im Auslandsverkehr zwei Wege von der gleichen oder verschiedenen Auslandskopfvermittlungsstellen möglich.

Das Durchschaltegerät (DSG) gibt den Anruf über Relaissuchwähler (RSW; 2stufige Koppelanordnung) weiter an das Register (Reg, Konzentrationsverhältnis etwa 100:20). Nach Eingang der ersten Ziffern (1. bis 4. Ziffer, die wahlweise schaltbar wird) fordert das Reg den Umwerter (Umw) an. Der Umw ist einmal je Vermittlungsstelle (+1 Reserve-Umw) vorhanden. Die Eingabe erfolgt im $\binom{10}{1}$ Code. Die Richtung und die Zone werden vom Umw bestimmt. Die Rückmeldung der Richtung für I., ggf. auch II. RW und alle Sonderausgaben (Zahl der zu unterdrückenden Ziffern, Art des Wählverfahrens u. dgl.) an das Reg, der Zone an den Zählimpulsgeber. Ausgabeinformation in prüfbaren Codes, z. B. $\binom{6}{2}$. Dadurch ständige Kontrolle, ob Umw richtig arbeitet. Das Reg schaltet den Umw anschließend ab, belegt den Einstellsatz (ES, 1 ES je Gestell) und übermittelt die Einstellinformation. Der ES stellt den Drehwähler (2 × 8armige EMD-Wähler) durch Markierung des Anfangs- und Endpunktes auf die gewünschte Richtung ein. Sobald der EMD-Wähler auf eine freie Leitung eingestellt ist, gibt der ES entsprechende Rückmeldung zum Reg. Der ES schaltet sich dann ab. Das Reg sendet sodann die restliche Wählinformation.



Teil EVSt = Teilendvermittlungsstelle
EVSt = Endvermittlungsstelle
Ue = Leitungs-Übertragung
weitere Legende s. Text

Richtungswähler TW 39.

Die Abschaltung des Reg erfolgt durch Frei- bzw. Besetztzeichen (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik) oder Selbstabschaltung, wenn der Speicher des Reg leer bzw. die Wählpause des Teilnehmers zu groß ist.

Am I. bzw. II. RW sind jeweils 15 Richtungen mit insgesamt 205 bzw. 95 Ausgängen schaltbar. Die 16. Richtung ist Prüfzwecken vorbehalten. *Jendra*

Richtungswendekopf → Hochkantförderer.

Rieselröhre → Speicherröhre.

Rifu-Endstelle → Relaisstelle.

Righi-Leduc-Effekt → galvano-thermomagnetische Effekte.

Ringkabel → Ringleitung.

Ringkern → Pupinspule.

Ringkerntransformator → Transformator.

Ringkontaktsteuerung → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

Ringmodulator → Gegentaktmodulator, → Modulatoren für TF-Systeme.

Ringübertrager → Fernleitungsübertrager, → Transformator, → Übertragungseinheiten.

Ringwickelmaschine → Pupinspule.

Riometer → Absorption, ionosphärische.

RLC-Meßbrücke. Es gibt zahlreiche Meßgeräte zum schnellen und bequemen Messen von Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten, die umschaltbar die Schaltungen verschiedener Meßbrücken enthalten. Die Grundschaltung ist die Wheatstone-Brücke zum Messen ohmscher Widerstände, die durch Zuschalten weiterer Widerstände und von Meßkondensatoren zur Wienschen Brücke für Kondensatormessungen, oder zur Maxwellbrücke für Spulenmessungen umgewandelt wird.

Einige dieser Geräte besitzen Netzanschluß zur Erzeugung der Wechsel-Meßspannung und für einen Anzeigeverstärker. Als Nullindikator dient häufig eine Abstimm-Anzeigeröhre, z. B. das »Magische Auge«.

RLC-Schaltungen sind Schaltungen mit Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten.

ROCOB, ROFOR → Wetterschlüssel.

Rohde-Störmer-Verlustformel. Verlustformel für Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit. Sie wurde von K. Rohde und H. Störmer im Jahre 1953 angegeben. Bei der mathematischen Herleitung wurden → Durchlaßwahrscheinlichkeiten für jeden Belegungszustand aufgrund von kombinatorischen Überlegungen errechnet. Diese sind in das Gleichungssystem der Zustandswahrscheinlichkeiten eingebaut. Außerdem wird im Gegensatz zu Erlangs Formeln von einer endlichen Anzahl von Verkehrsquellen ausgegangen (→ Engset-Verteilung). Ihre Anzahl ist auf $40 \cdot A$ (A: Angebot in Erlang) festgelegt.

$$B(N, k, A) = \sum_{x=1}^{N} W(x, N) \cdot \varepsilon_x \cdot \frac{s - x}{s} =$$

$$B = \frac{\sum_{x=0}^{N} \binom{x}{s} \left(\frac{A}{s-x}\right)^x \cdot \varepsilon_x \prod_{z=0}^{x-1} (1-\varepsilon_z)}{\sum_{x=0}^{N} \binom{s}{x} \left(\frac{A}{s-x}\right)^x \prod_{z=0}^{x-1} (1-\varepsilon_z)} \cdot \frac{s-x}{s},$$

$$\varepsilon_z = \sum_{r=0}^{k} \frac{\binom{(g-1) \cdot k}{z-r} \binom{k}{r} \binom{N-k}{N-z}}{\binom{g \cdot k}{z} \cdot \binom{N-r}{N-z}}.$$

B: Verlustwahrscheinlichkeit, N: Anzahl der Abnehmer, k: Erreichbarkeit, A: Angebot, s: Anzahl der Zubringerleitungen, x: Belegungszustand x Leitungen belegt, ε_x: Sperrwahrscheinlichkeit, wenn x Abnehmerleitungen belegt sind, g: Anzahl der Zubringerteilgruppen, z: Anzahl der zu den Abnehmern durchgeschalteten Belegungen, r: Anzahl der in einer Zubringerteilgruppe durchgeschalteten Belegungen.

Die R. liefert Verlustwahrscheinlichkeiten, die gut mit den Verkehrstesten an Normmischungen übereinstimmen. Jedoch im Grenzfall des vollkommenen Bündels liefert sie Verlustwahrscheinlichkeiten, die leider nicht mit denen der allseits anerkannten Erlangschen Verlustformel übereinstimmen. Die Verlustwahrscheinlichkeit nach der R. ist wegen der endlichen Quellenzahl kleiner als diejenige, die nach der Erlangschen Verlustformel berechnet wird. Die bei der Deutschen Bundespost zwischen 1956 und 1969 verwendeten Bemessungsunterlagen wurden nach der R. berechnet. Da die R. aber sogar mit Datenverarbeitungsanlagen ziemlich schwierig zu berechnen ist, wird sie nun nicht mehr verwendet.

Socher

Roheisen → Eisen.

Rohrantenne → Rundstrahler.

Rohrbogen → Fahrrohre für Zettelrohrpost.

Röhrenersatzbild. Zur Veranschaulichung des Zusammenwirkens einer Röhre mit ihrer Schaltung dienen R.. Das aktive Verhalten einer raumladungsgesteuerten Verstärkerröhre wird entweder durch eine Leerlaufspannungsquelle (Bild 1) oder durch eine

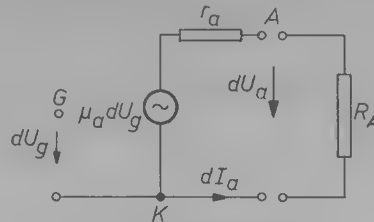


Bild 1. Kathodengrundschaltung mit Leerlaufspannungsquelle.

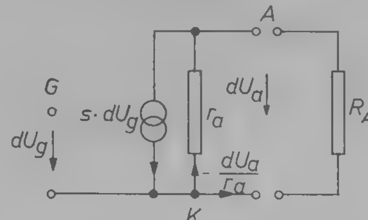


Bild 2. Kathodengrundschaltung mit Kurzschlußeinströmung.

Kurzschlußeinströmung (Bild 2) dargestellt. Die in den R. vorkommenden Größen sind durch die Kenndaten s, μ_a und r_a (→ Barkhausengleichung, → Elektronenröhren-Formelzeichen) gegeben und gelten daher ohne besondere Hinweise nur für die Kleinsignalverstärkung. Bei der für die Bilder 1 und 2

vorausgesetzten Kathodengrundschaltung (Kathodenbasis-Schaltung) beschreiben die Kenndaten unmittelbar die Arbeitsweise der Schaltung. Mit dem zugeschalteten Anodenwiderstand R_A folgt aus Bild 1 für die Spannungsverstärkung einer Triode

$$V = -\mu_a \cdot \frac{R_A}{R_A + r_a}$$

und aus Bild 2 die für die Verstärkung einer Pentode besser geeignete Beziehung

$$V = -\frac{s \cdot R_A \cdot r_a}{R_A + r_a}.$$

Die Grundschaltung einer Röhre wird nach der Elektrode benannt, die im R. gleichzeitig zum Ausgangs- und Eingangskreis gehört. In der Röhrentechnik wird dieser Punkt einer Schaltung auch Basis genannt, jedoch muß bei dieser Bezeichnung auf Verwechselungen mit der Basis eines Transistors geachtet werden, die dort nicht ein Schaltungspunkt, sondern eine Elektrode mit vorgegebenen Eigenschaften ist. Mit dem Gitter als gemeinsame Elektrode ergibt sich die Gittergrundschaltung, bei der die Kathode

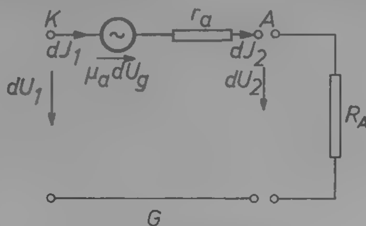


Bild 3. Gittergrundschaltung.

die zweite Eingangselektrode ist. Die Anode als gemeinsame Elektrode kennzeichnet die Anodengrundschaltung mit dem Steuergitter als zweite Eingangselektrode. Aus dem R. der Gittergrundschaltung (Bild 3) folgt für die Spannungsverstärkung

$$V = \frac{s \cdot R_A \cdot r_a}{R_A + r_a}\left(1 + \frac{1}{\mu_a}\right),$$

während die Stromverstärkung gerade den Wert 1 erreicht, wenn der Gitterwiderstand und ein eventueller Gitterstrom unberücksichtigt bleiben (Stromfolgeschaltung). Die Gittergrundschaltung verhält sich daher praktisch wie die Basisschaltung des Transistors. Aus dem R. der Anodengrundschaltung (Bild 4) ist zu entnehmen, daß die Spannungsverstärkung kleiner

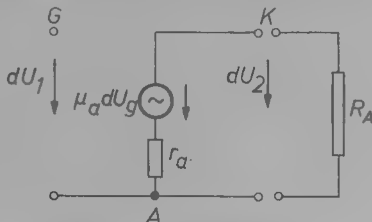


Bild 4. Anodengrundschaltung.

als 1 und gleichphasig ist (Spannungsfolgeschaltung). Die Anodengrundschaltung entspricht damit der Kollektorschaltung für den Transistor. Als Sonderform der Grundschaltungen ist die Zwischenbasisschaltung aufzufassen. Bei ihr sind das Steuergitter und die Kathode die Eingangselektroden, während die Anode und der Abgriff eines zwischen den Eingangselektroden liegenden Spannungsteilers die Ausgangsanschlüsse sind. Die Zwischenbasisschaltung ermöglicht es, in UKW-Vorverstärkerstufen das zwischen der Kathoden- und der Gittergrundschaltung liegende Optimum für die Grenzempfindlichkeit einzustellen. Durch Hintereinanderschalten je einer Triode in Kathodengrundschaltung und in Gittergrundschaltung ergibt sich die Cascodeschaltung, die den niedrigen äquivalenten Rauschwiderstand der Triode mit der sonst nur mit der Pentode erreichbaren geringen Anodenrückwirkung und mit dem hohen Eingangswiderstand der Kathodengrundschaltung in sich vereint. Der praktische Anwendungsbereich der R. 1 bis 4, insbesondere zur Untersuchung der Frequenzabhängigkeit, wird durch Hinzufügen der typischen Röhrenkapazitäten c_{gk}, c_{ak} zwischen den Punkten K, A und G bereits für viele Zwecke ausreichend erweitert. Zur Berücksichtigung des Einflusses der Laufzeiten bei noch höheren Frequenzen müssen dagegen frequenzabhängige elektronische Leitwerte hinzugefügt werden.

Literatur: Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg/New York 1965/66— H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953.

Schnitger

Röhrenfeile dient zum Glätten der Kabelkanalzüge in Kabelkanalformsteinen (K-KF) aus Beton. Ein mehrfach unterteilter Zylinder von 98 mm Durchmesser und

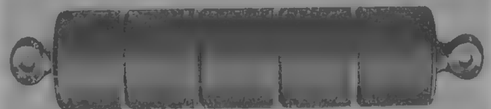


Bild 1. Röhrenfeile zum Glätten der Kabelkanalzüge.



Bild 2. Röhrenfeile mit auswechselbaren Feilscheiben.

etwa 30 cm Länge (Bild 1) hat an beiden Achsenenden Ösen, an die mit Schäkeln Zugseile oder Stangen befestigt werden. Die R. kann auch aus zwei aus-

wechselbaren Metallscheiben gleichen Durchmessers mit einer Dicke von etwa 2 cm, die im Abstand von 30 cm durch eine Achse starr verbunden sind, bestehen (Bild 2).

Die R. dient zur Reinigung der Züge aus K-KF, besonders an den Stoßstellen, von hereingefallenen und festsitzenden Steinen und Mörtelbrocken (→ Kabelverlegung unter 3.).

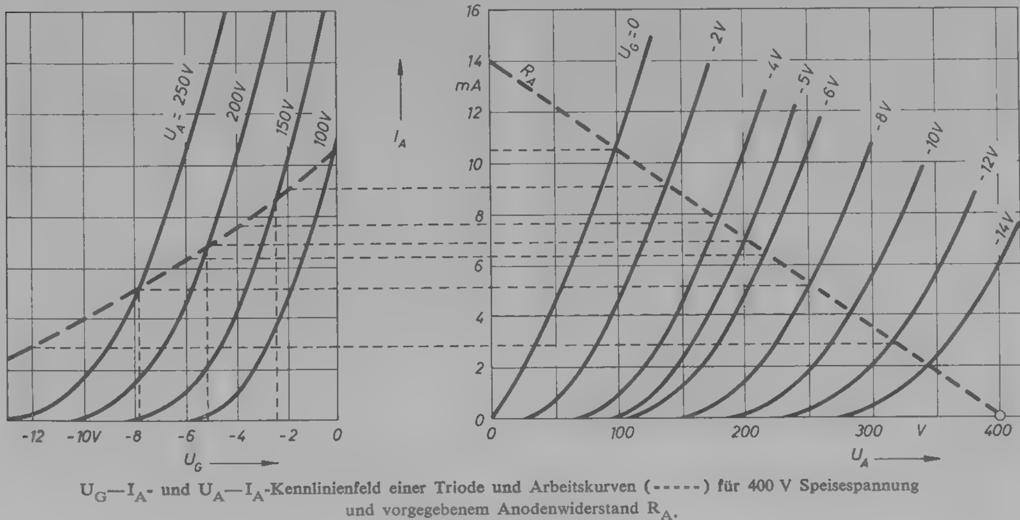
Röhrengleisrelais → Signalrelais.

Röhrenkabel, Fernsprechkabel, zum Einziehen in Kabelkanäle bestimmt und deshalb im Gegensatz zu Erdkabeln in der Regel ohne Schutzbekleidung über dem Kabelmantel (R. ohne Bewehrung). R. erhalten ausnahmsweise eine Bewehrung (R. mit Bewehrung), wenn sie in größerer Zahl in weite Rohre (Vollrohre) eingezogen werden sollen.

Röhrenkapazitäten sind die Teilkapazitäten, die die Elektroden einer Elektronenröhre gegeneinander haben, bei einer Triode z. B. die Teilkapazität zwischen Kathode und Steuergitter, die Teilkapazität zwischen Kathode und Anode und die Teilkapazität zwischen Steuergitter und Anode. Diese, obwohl im allgemeinen nicht die größte, ist doch für die Betriebseigenschaften der Triode bei Hochfrequenz von entscheidender Bedeutung (→ Elektronenröhren-Formelzeichen).

Röhrenkenndaten → Barkhausengleichung.

Röhrenkennlinie. Die Gesamtheit aller Größen, die man bei vorgegebenem Betrieb an einer oder mehreren Röhren messen kann, beschreibt den Zustand einer Röhre. Zu diesen Größen gehören u. a. Mittelwerte, Spitzenwerte, Grundwellen und Oberwellen von elektrischen Strömen, Spannungen und Leistungen sowie elektrische Widerstände, Temperaturen, transportierte Luft- und Wassermengen und Betriebszeiten. Der graphisch dargestellte Zusammenhang zwischen zwei dieser Größen bei konstant gehaltenen anderen Größen ist eine R.. Mit einer weiteren Größe als Parameter ergibt sich dann ein Kennlinienfeld. Bei den am häufigsten benutzten Kennlinienfeldern sind die Eingangsspannung U_G und Spannung U_A sowie Strom I_A der Ausgangselektrode die Variablen. Die Neigung der Kennlinien ist dann im U_G — I_A-Kennlinienfeld die Steilheit (s. Bild), im U_G—U_A-Kennlinienfeld die Leerlaufspannungsverstärkung und im U_A—I_A-Kennlinienfeld der Innenwiderstand (→ Barkhausengleichung). Bei rein statischem Betrieb herrscht der Ruhezustand. Die Punkte der für diesen Betrieb geltenden statischen Kennlinien heißen Ruhepunkte. Im Arbeitszustand sind an einer Röhre in einer vorgegebenen Schaltung gleichzeitig Gleich- und Wechselgrößen vorhanden. Für diesen Zustand heißt eine R. allgemein dynamische Kennlinie, die für Momentanwerte von Elektronenströmen oder -spannungen (Arbeitspunkt) Arbeitskurve genannt wird. Arbeitskurven werden sehr häufig in andere Kennlinienfelder eingetragen, z. B. in die bekannten statischen Kennlinienfelder. Im U_A—I_A-Kennlinienfeld der Ausgangselektrode heißt sie Last-Arbeitskurve. Für einen reellen Lastwiderstand und genügend kleine Signale ist sie ein Teil der Widerstandsgeraden, die bei der Speisespannung auf der Achse der Ausgangsspannung beginnt (s. Bild). Die Steilheit der Arbeitskurve im U_g—I_a-Kennlinienfeld, die der Last-Arbeitskurve bei reeller Last entspricht, heißt Arbeitssteilheit. Bei komplexem Lastwiderstand ist die Last-Arbeitskurve eine Ellipse, deren Mittelpunkt der Betriebspunkt ist. Die Betriebspunkte ergeben für einen festen Wert des reellen Lastwiderstandes die Last-Betriebskennlinie. Die modernen Mehrgitterröhren erfordern häufig die Betrachtung der an einer Elektrode hervorgerufenen Spannungsänderung für den Fall, daß der Strom nach einer



U_G—I_A- und U_A—I_A-Kennlinienfeld einer Triode und Arbeitskurven (-----) für 400 V Speisespannung und vorgegebenem Anodenwiderstand R_A.

anderen Elektrode unverändert bleibt. Dieser Vorgang wird durch den μ-Faktor beschrieben, der der negative, im allgemeinen komplexe Differentialquotient aus der Spannung einer Elektrode x und der Spannung einer Elektrode y bei konstantem Strom nach einer Elektrode z ist. Der μ-Faktor ist damit allgemeiner als die oben zusammen mit der Steilheit und dem inneren Widerstand eingeführte Leerlaufspannungsverstärkung.

Literatur: Knoll/Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main 1966 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953. *Schnitger*

Röhrenkollektor → Bremsfeldkollektor.

Röhrenlötzinn ist eine Röhre aus Lötzinn (mit 40 oder 60% Zinn nach DIN 1707 »Weichlote für Schwermetalle«), deren Durchmesser 1, 2 oder 4 mm beträgt und die im Innern mit → Kolophonium als → Flußmittel gefüllt ist. Das Kolophonium kann auch sogenannte Aktivatoren enthalten, die den Lötvorgang beschleunigen. Sie dürfen aber keine korrodierend wirkenden Bestandteile enthalten (→ Lötmittel).

Röhrenqualität. Im Hinblick auf den Verbraucher ist es üblich geworden, sämtliche Elektronenröhren für Rundfunk- und Fernsehempfänger zu einer Gruppe zusammenzufassen und alle übrigen Röhren als kommerzielle Röhren oder weniger eindeutig als Spezial-Röhren zu bezeichnen. Auf die Qualitätsgestaltung einiger Gruppen der kommerziellen Röhren haben die Großverbraucher durch ihre Vereinbarungen mit den Herstellern einen großen Einfluß gehabt. Die DBP hat mit der Schaffung der Weitverkehrsröhren in den 30er Jahren hierfür eine wesentliche Pionierarbeit geleistet. Einige Zahlenangaben über die mittlere Lebensdauer gittergesteuerter Verstärkerröhren → Glühkathode. Heute sind die Weitverkehrsröhren nur noch ein Teil der kommerziellen Röhren mit Pflichtenheft der DBP (Pflichtenheftröhren), weil für die Mikrowellenröhren des Richtfunks im allgemeinen auch Pflichtenhefte im Interesse der Betriebszuverlässigkeit verlangt werden. Für zahlreiche weitere kommerzielle Röhren vereinbart die DBP spezielle Garantieverpflichtungen (Garantieröhren). Die übrigen kommerziellen Röhren gelten als Sonderröhren. Als allgemeiner Rahmen für die Röhrenbeschaffung bei der DBP wurden die »Besonderen Vertragsbedingungen der DBP für Elektronenröhren (BVB Röhren), Ausgabe 1968« geschaffen, die voll der Tatsache Rechnung tragen, daß die Qualitätsgestaltung durch andere Großverbraucher — wie Militär und Raumfahrt — ständig neue Erkenntnisse für die Zweckmäßigkeit von Garantievereinbarungen zur wirtschaftlichen Zuverlässigkeitserhöhung liefert. Die Ausarbeitung international anerkannter Begriffe für R. und -zuverlässigkeit schreitet schnell voran. Im Zusammenhang mit den Kenndaten von Elektronenröhren (→ Barkhausengleichung) interessiert vornehmlich die als notwendig anerkannte Unterscheidung zwischen drei Systemen der Grenzdaten. Grenzdaten sind Daten, die im Hinblick auf einen sinnvollen Kompromiß zwischen Röhrenausnutzung und Lebensdauererwartung aufgestellt sind. Das meist benutzte System verwendet Nennwertgrenzdaten, das sind Grenzdaten, die bei Mittelröhren in keiner Betriebsart überschritten werden dürfen, wenn auch alle übrigen Bauelemente und die Speisespannung des Gerätes Nennwerte haben. Ist ein Gerät so entworfen, so dürfen beliebige Exemplare des betreffenden Röhrentyps eingesetzt werden, und die Schaltelemente und die Speisespannung dürfen im Rahmen definierter Toleranzen schwanken. Im Gegensatz hierzu sind Toleranzgrenzdaten Grenzdaten, die bei einer betrachteten Mittelröhre in keiner Betriebsart überschritten werden dürfen, wenn alle übrigen Röhren und die sonstigen Bauelemente des Gerätes sowie für die Betriebsbedingungen jeweils die Grenzdaten des Toleranzbereichs zugrunde gelegt werden. Ist ein Gerät so entworfen, so dürfen beliebige Exemplare des betreffenden Röhrentyps eingesetzt werden. Zu diesen beiden Systemen kommt das System der Absolutgrenzdaten, die unter keinen Umständen überschritten werden dürfen. Die Schaltung muß so ausgelegt werden, daß während der Lebensdauer der betrachteten Röhre und des Gerätes unter den ungünstigsten Arbeitsbedingungen im Hinblick auf Schwankungen der Speisespannungen, der Einstellung und Streuwerte der übrigen Bauelemente, der Belastung, des Signals, der Umgebungsbedingungen und der Röhrendaten kein absoluter Grenzwert überschritten wird. Eine Mittelröhre ist bei diesen Röhren eine fiktive Röhre, die in den für den jeweiligen Anwendungsfall wichtigen Eigenschaften den angegebenen Kenndaten entspricht.

Literatur: J. M. Juran, Qualitycontrol Handbook, 2. Aufl., McGrawHill Book Comp. New York/Toronto/London 1962 — A. H. Schaafsma, F. G. Willemze, Moderne Qualitätskontrolle, Philips Techn. Bibliothek — Besondere Vertragsbedingungen der DBP für Elektronenröhren (BVB Röhren), Ausg. 1968. *Schnitger*

Röhrenrauschen → Rauschleistung.

Röhrensender, ein Funksender, mit dem ungedämpfte Wellen mit Hilfe von Elektronenröhren erzeugt und e. F. verstärkt werden. Die Erzeugung der HF-Schwingungen beruht auf dem Rückkopplungsprinzip (→ Schwingungserzeuger). Wird die Senderenergie unmittelbar aus dem Schwingkreis der rückgekoppelten Stufe entnommen, so handelt es sich um einen sog. selbsterregten Sender. Wird die Energie des rückgekoppelten Senders (→ Oszillator) benutzt, um eine oder mehrere Verstärkerstufen zu steuern, so spricht man von einem fremderregten Sender. Der fremderregte Sender besitzt also einen Steuersender, von dem die angeschlossenen Verstärkerstufen fremderregt gesteuert werden. Meist werden mehrere Verstärkerstufen hintereinandergeschaltet, um eine Senderleistung in der verlangten Höhe zu erhalten. Selbsterregte Sender sind nicht mehr im Gebrauch, weil ihre Frequenzkonstanz schlecht und die Möglichkeit zur → Modulation zu gering ist. Unabhängig von der Anzahl der Verstärkerstufen unterscheidet man auf gerätetechnischer Grundlage zwischen dem Steuersender, der auch fremderregte Stufen zur Entkopplung des Oszillators

enthalten kann, und dem → Senderverstärker, der die vom Steuersender abgegebene Energie, z. B. 1 W, bis zur Ausgangsleistung des Senders (bis zu 1000 und mehr kW) verstärkt. Der R. wurde im Jahre 1917 entwickelt und in den zwanziger Jahren allgemein eingeführt. Der zweite Abschnitt in der Entwicklung des R. wurde durch die Schaffung von Großleistungsröhren mit Wasserkühlung eingeleitet. Diese Röhren waren für Lang- und Mittelwellensender so gut geeignet, daß Senderleistungen über 100 kW hervorgebracht werden konnten. Sie waren mit Einschränkungen und in besonderer Ausführung (gedrungener Aufbau und geringe Eigenkapazitäten) auch für Kurzwellensender großer Leistung brauchbar. Mit der Einführung der Ultrakurzwellentechnik begann Anfang der fünfziger Jahre der dritte Abschnitt in der Entwicklung der R. Hier ergaben sich zwingend neue Forderungen: kurze Zuleitungen mit geringer Induktivität, verlustarme Zuleitungen, da diese meist einen Teil des Schwingkreises bilden und hohen Blindstrom führen, geringe Rückwirkung innerhalb des Elektrodensystems und kleine Steuerleistung. Aus diesen Forderungen ergaben sich Konstruktionen, die auch für Kurz-, Mittel- und Langwellensender wesentliche Vorteile brachten. Die neuen Senderöhren gedrungenen Aufbaus mit Luft-, Wasser- oder Siedekühlung sind durch konzentrischen Aufbau der Elektroden und deren Zuleitungen und geringe Eigenkapazität zwischen Anode und Kathode gekennzeichnet. Allgemein werden fremderregte Sender mit Resonanzkreisen versehen (Resonanzverstärker). Dies geschieht hauptsächlich wegen der günstigen Bedingungen hinsichtlich guter Verstärkung und eines hohen Wirkungsgrades. Mit Röhren hoher Leistungsfähigkeit lassen sich aber auch breitbandige Senderverstärker bauen. Zur Unterdrückung von Oberwellen können Filter benutzt werden, wobei die Frequenzbereiche des Senders nicht mehr als jeweils eine halbe Oktave umfassen. Diese Technik läßt sich besonders in den Vorstufen gut anwenden. In der Endstufe wird aber die Abstimmung auf Resonanz beizubehalten sein, weil hier eine gute Selektion unumgänglich ist. Dies gilt besonders für Frequenzen, die von benachbarten Sendern über den Senderausgang eingeführt werden, weil diese Einstreuungen Nebenfrequenzen oder auch → Kreuzmodulation hervorrufen könnten. In Anlagen mit einer Mehrzahl von Sendern ist also die Abstimmung der Endstufe erforderlich.

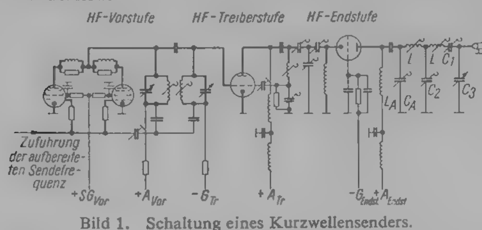


Bild 1. Schaltung eines Kurzwellensenders.

Bild 1 zeigt das Schaltbild eines dreistufigen Senders, dem eine fertig aufbereitete Sendefrequenz (moduliert oder getastet) in der mit 2 Röhren bestückten Hochfrequenzvorstufe zugeführt wird. Auf die Vorstufe folgt eine HF-Treiberstufe in Kathodenbasisschaltung und → Neutralisation. Die Treiberstufe steuert die Endstufe in Gitterbasisschaltung. Dabei wird die hochfrequente Steuerenergie der Kathode zugeführt. Über den Anodenkreis und ein Oberwellenfilter wird sie verstärkt über ein Koaxialkabel dem Verbraucher (Antenne) zugeleitet.

Eine andere Senderschaltung zeigt Bild 2. Die von einer Modulationsleitung kommenden Zeichen, Telegrafie oder Telefonie, Tonmodulation oder dgl. werden einer Aufbereitungsstufe bei 200 kHz zur

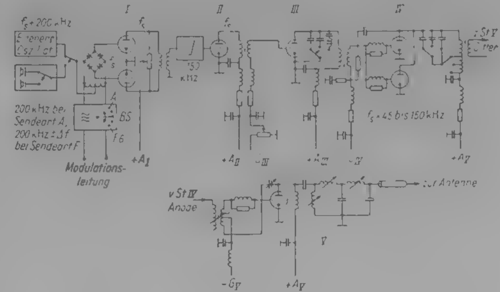


Bild 2.
Schaltbild eines Langwellensenders mit Breitbandvorstufen.

Modulation zugeführt. Die im 200 kHz-Band liegende modulierte oder getastete Hochfrequenz wird mit der Frequenz eines eigenerregten Oszillators oder einer Quarzstufe nach Aussiebung der unteren Seitenbandkomponente auf das auszusendende Hochfrequenzband umgesetzt.

Literatur: A. Meißner, ETZ 40 (1919), S. 65 — E. Prokott, Hütte IV B, Berlin, München (1962), S. 931 ff. — A. Fischer, Siemens-Z. 30 (1956), S. 69 — C. Protze, Telefunken-Ztg. 29 (1956), S. 87.

Prokott

Röhrenvoltmeter. Das R. ist ein Spannungsmesser, der einen eichbaren → Breitband-Meßverstärker mit nachfolgender Gleichrichterschaltung sowie eine → Normalspannungsquelle enthält. Der Meßverstärker verstärkt die zu messende Spannung (Meßspannung), die nachfolgende Gleichrichterschaltung richtet sie gleich und speist ein Anzeigeinstrument, dessen Ausschlag der zu messenden Spannung proportional ist. Mit Hilfe der Normalspannung wird das Voltmeter geeicht.

Die Bezeichnung R. ist veraltet, da die Verstärker heute mit Transistoren bestückt werden. Zutreffender ist deshalb die Bezeichnung »elektronisches Voltmeter«. Der Vorteil derartiger R. ist ihr äußerst geringer Eigenverbrauch ($\leqq 10^{-12}$ W) bei einer Meßspannung von $\leqq 1$ mV für Vollausschlag am Instrument. Der Eingang für die Meßspannung kann symmetrisch oder unsymmetrisch, d. h. einseitig geerdet sein, wobei in der Regel neben einem hochohmigen Eingangswiderstand (10 kΩ bis 10 MΩ) mehrere niederohmige Eingangswiderstände (75 Ω, 150 Ω, 600 Ω) wählbar sind. Durch Meßbereichumschaltung können derartige R. für Meßspannungen zwischen etwa 0,1 mV

bis einige 100 V hergestellt werden und für Wechselspannungen mit Frequenzen zwischen einigen Hertz und etwa 100 MHz (Breitbandvoltmeter). R. gibt es auch für Gleich- oder/und Wechselspannungsmessungen. Die Verstärker- und Gleichrichterschaltungen werden mit Halbleitern in Form diskreter Bauelemente oder in Form integrierter Schaltungen raum- und leistungssparend aufgebaut.

Derartige R. können statt aus dem Netz auch aus einer eingebauten Batterie betrieben werden. Die Halbleitertechnik ermöglicht in wirtschaftlicher Weise das Digitalisieren der Meßspannung und die Anzeige des Meßergebnisses in vier- bis fünfstelliger Leuchtziffern-Folge, wodurch Instrumenten-Ablesefehler vermieden werden und eine erhöhte Meßgenauigkeit (Meßunsicherheit $\leq 0{,}1\,‰$), und zwar im ganzen Meßbereich, erzielt wird. Oft ist der Anschluß eines Druckers vorgesehen, der das Meßergebnis ausdruckt (→ Digitalvoltmeter). R. können mit verschieden wirkenden Gleichrichterschaltungen ausgerüstet werden, die je nach Meßaufgabe eine Anzeige geben, die proportional dem Spitzen-, Mittel- oder Effektivwert der Meßspannung ist. Oft besteht die Umschaltmöglichkeit zwischen zwei Bewertungsarten. Effektivwertmessende R. sind dabei unabhängig von der Kurvenform der Meßspannung.

Anstelle des Breitbandverstärkers kann auch ein selektiv wirkender Verstärker — in der Regel ein nach dem Überlagerungsprinzip arbeitender Verstärker — verwendet werden, wobei nur diejenige Frequenz verstärkt und gemessen wird, auf die der Verstärker abgestimmt ist (selektives Voltmeter → Pegelmesser). *Sommer*

Röhrenwirkungsgrad → Elektronenröhren-Formelzeichen.

Rohrfachwerk → Maste und Türme.

Rohrfetter → Kabelgleitfett.

Rohrnetze in Gebäuden sind die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Ausführungsform einer Unterputzanlage. Sie bestehen aus ausreichend bemessenen, in die Wände verlegten → Isolierrohren. In Wohnbauten hat sich die im Bild dargestellte Ausführungsform mit senkrechten Steigerohren (oder Schachtsystem bei größerem Leitungsbedarf) und waagerechten Abzweigrohren zu den Wohnungen mit → Verteilerkästen an den Übergangsstellen gut bewährt.

Als Isolierrohre werden flexible Kunststoffrohre nach VDE 0605 in den Nenngrößen 16, 23 und 29 mm (Rohrinnendurchmesser) verwendet, und zwar

für das Steigerohr von Stockwerk zu Stockwerk mindestens die Nenngröße »29«,

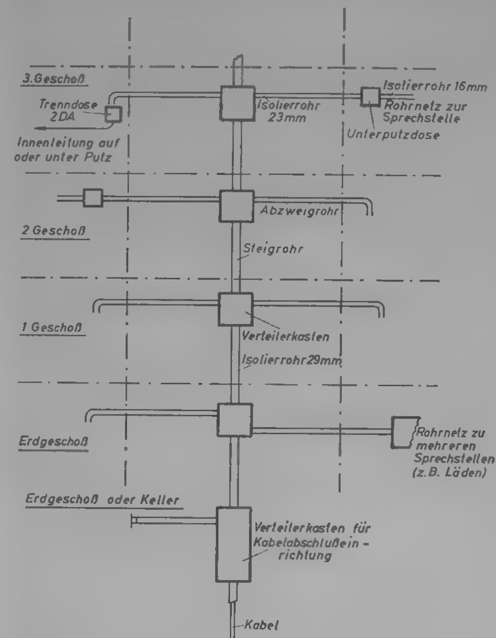
für die waagerechten Abzweigrohre in den einzelnen Stockwerken bis zum ersten Verteilerkasten in den Wohnungen mindestens die Nenngröße »23« und hinter dem ersten Verteilerkasten in den Wohnungen bis zu den → Unterputzdosen mindestens die Nenngrößen »16«.

Sind mechanische Beanspruchungen (Druck, Zug oder Stoß) zu erwarten, müssen anstelle der flexiblen Kunststoffrohre Kunststoffpanzerrohre in den Nenngrößen 16, 21 und 29 mm vorgesehen werden.

Zum Verbinden von je 2 Rohrlängen werden Kunststoffmuffen in den entsprechenden Nenngrößen verwendet. Die freien Enden der Rohre werden mit Endtüllen versehen, damit die Isolierung der Leitungen nicht durch vorstehende Teile und scharfe Kanten gefährdet wird.

Art und Größe der Verteilerkästen sind in der DIN 47 615 und der Unterputzdosen in der DIN 49 073 zusammengestellt.

Der Anfangspunkt des Rohrnetzes soll im Kellerflur, und zwar in der Nähe der Kabeleinführung, im allgemeinen zur Straßenseite hin liegen. Die Endpunkte



Beispiel eines Rohrnetzes für Fernmeldeleitungen in einem Mietwohnhaus.

des Rohrnetzes, an denen Unterputzdosen für die Aufnahme der Anschlußdosen (z. B. Steckverbinderdosen) eingebaut sind, sind durch die Aufstellungsorte der Fernsprechapparate bestimmt.

Im allgemeinen genügt ein senkrechtes Steigerohr das am zweckmäßigsten im Treppenhaus verlegt wird und in jedem Stockwerk einen Verteilerkasten der Größe 300 × 300 mm erhält. Bei größeren Rohrnetzanlagen können in einzelnen Stockwerken auch Verteilerkästen der Größe 500 × 300 mm eingebaut oder mehrere Verteilerkästen der Größe 300 × 300 mm nebeneinander gesetzt werden, besonders wenn mehrere Steigerohre erforderlich sind.

Die Verteilerkästen werden in genügendem Abstand von den Starkstromleitungen, die im allgemeinen unterhalb der Decke verlegt sind, so eingebaut, daß

sie ohne Leiter erreicht werden können. Verteilerkästen und Unterputzdosen sind so tief in die Wände einzulassen, daß ihre Deckel unter Berücksichtigung des Putzausgleiches mit der fertigen Wandoberfläche möglichst glatt abschließen. Die Maße für die Aussparungen zum Verlegen der Isolierrohre und zum Einbau der Unterputzdose sind in der DIN 18 015 und zum Einbau der Verteilerkästen in der DIN 47 615 festgelegt. Die in die Wandaussparungen gelegten Isolierrohre sind durch Haken oder Schellen zu befestigen; Verteilerkästen sind mit Mauerhaken ausgerüstet. *Stegmann*

Rohrpläne → Rohrpostsysteme.

Rohrpostdirektsysteme. Bei R. sind alle Stationen untereinander oder mit einer Zentrale unmittelbar verbunden. Im einfachsten Fall kann es sich um zwei Stationen handeln. Besteht zwischen beiden Stationen nur ein Rohr (Bild 1), so dürfen Büchsen in entgegen-

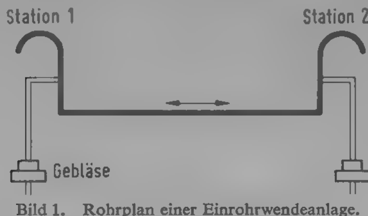


Bild 1. Rohrplan einer Einrohrwendeanlage.

gesetzter Richtung immer nur wechselweise geschickt werden. (Erläuterungen der Zeichensymbole → Rohrpostsysteme, Bild 1). Einrohranlagen — auch Einrohrwendeanlagen genannt — sind nur bei sehr geringem Verkehr anwendbar. Höhere Ansprüche an die Verkehrsleistung erfüllt eine Doppelrohranlage (Bild 2), in der für jede Richtung ein getrenntes Rohr

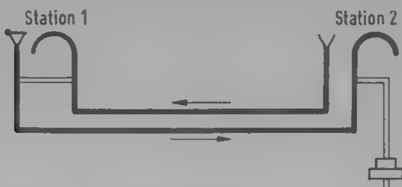


Bild 2.
Rohrplan einer Doppelrohranlage zwischen zwei Stationen.

zur Verfügung steht, so daß Büchsen unabhängig voneinander in beiden Richtungen zu gleicher Zeit fahren können. Die Verkehrsleistung wird bestimmt durch die Zahl der Büchsen, die gleichzeitig in einem Fahrrohr fahren können und ist damit abhängig von der Leistung der Gebläse (Erläuterung der Betriebsabwicklung in einer Doppelrohranlage → Hausrohrpost, Bild).

Auf die gleiche Art wäre es möglich, auch drei und mehr Stationen — jede mit jeder — direkt zu verbinden, wobei man zu Mehrrohranlagen käme. Meist wird man es jedoch vorziehen, die Sendungen umzuladen und diese Funktion in kleinen Anlagen einer Station, in größeren Anlagen einer dafür eingerichteten Zentrale zuzuteilen. Bild 3 gibt den Rohrplan einer Doppelrohranlage zwischen drei Stationen wieder. Sendungen von 1 nach 3 und umgekehrt müssen in der Station 2 umgeladen werden. Das

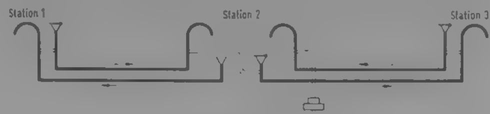


Bild 3.
Rohrplan einer Doppelrohranlage zwischen drei Stationen.

Schema einer Doppelrohranlage mit Zentrale zeigt Bild 4. Damit das Umladen in der Zentrale schnell vonstatten geht, tragen die Büchsen ein Zielkennzeichen in Form von einstellbaren Ziffernringen.

Da von und zu jeder Station stets freie Fahrrohre zur Verfügung stehen, ist die Verkehrsleistung solcher Anlagen hoch. Sie wird nur begrenzt durch die Gebläseleistung sowie durch die Umladeleistung des Bedienungspersonals in der Zentrale. In größeren Zentralen sind deshalb mehrere Personen einzusetzen, von denen jede eine Gruppe der Empfangs- und Senderohre bedient.

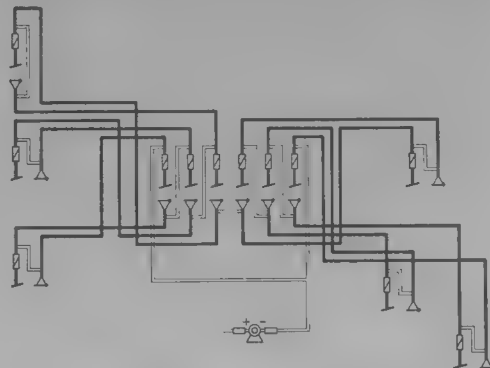


Bild 4. Rohrplan einer Doppelrohranlage (Mehrrohranlage) zwischen mehreren Stationen und einer Zentrale.

Um die Abfertigung der Büchsen zu beschleunigen, empfiehlt es sich, zwischen den Gruppenplätzen Förderbänder oder Gleitbahnen anzuordnen. Der hohe Aufwand an Fahrrohren bei den Mehrrohranlagen lohnt sich jedoch nur, wenn die sehr hohe Verkehrsleistung auch wirklich ausgenutzt wird. R. eignen sich nur dann, wenn die Fahrrohrleitungen nur von einer Station benutzt werden. Sobald sie von mehreren Stationen gleichzeitig benutzt werden sollen, müssen Weichen eingeführt werden (→ Rohrpostweichensysteme).

Literatur: S. Heinze, Rohrpostanlagen, ihre Technik, Anwendung und Wartung. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 40, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1956 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik, Verfasser: W. Grieger. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.
Gänsler

Rohrpostsysteme. Rohrpostanlagen sind Transporteinrichtungen, die Schriftgut und kleine Stückgüter mit Hilfe von strömender Luft in fest verlegten Rohren befördern. Die sehr vielseitigen Formen und Abmessungen des in Betracht kommenden Fördergutes erfordern es, die Anlagen für unterschiedliche Größen von Transportbehältern und verschiedene Steuersysteme auszulegen. Zu unterscheiden ist vor allem zwischen der → Hausrohrpost, der → Fernrohrpost als Büchsenrohrpostsysteme und Rohrpostanlagen für Sonderaufgaben, unter denen in Fernmeldeanlagen der behälterlosen → Zettelrohrpost besondere Bedeutung zukommt.

Bei Büchsenrohrpostanlagen besteht der Transportweg aus gezogenen Stahlrohren, die durch Überschiebmuffen verbunden und mit Spezialkleber abgedichtet werden. Die ins Erdreich zu verlegenden Fahrrohre erhalten eine Wanddicke von 3 mm und eine Bejutung; ihre Verbindungsmuffen sind verschraubt und gummigedichtet. Neuerdings verwendet man in steigendem Maße auch Kunststoffrohre. Als Transportbehälter für das Fördergut dient stets eine Büchse. Sie wird bei der Sendestation einer Rohrpostanlage in das Fahrrohr gelegt und mit Hilfe von Saug- oder Druckluft zur Empfangsstation befördert (Grundsätzliches über die Wirkungsweise der Büchsenrohrpost → Hausrohrpost).

Form und Maße der Transportbüchse müssen sich nach der Art und Größe des Förderguts richten; in Betracht kommen Briefe, Rechnungen, Kartei- und Lochkarten, Telegramme, Schnellhefter, Röntgenfilme usw., aber auch Warengüter, wie z. B. Materialproben, Kleinteile, Medikamente.

Die Verkehrsmöglichkeiten einer Rohrpostanlage werden durch einen Rohrplan dargestellt. Die dabei benutzten üblichen Zeichensymbole zeigt das Bild.



Zeichensymbole für Rohrpläne.

(Über die Anwendung dieser Zeichensymbole → Rohrpostdirektsysteme und → Rohrpostweichensysteme.)

Literatur: S. Heinze, Rohrpostanlagen, ihre Technik, Anwendung und Wartung. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 40, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1956 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Gänsler

Rohrpostweichensysteme. Der in → Rohrpostdirektsystemen bei größeren Anlagen verhältnismäßig hohe Aufwand an Fahrrohren läßt sich durch den Einbau von Weichen erheblich verringern. Weichen bieten die Möglichkeit, die Fahrrohrleitungen von mehreren Stationen aus gemeinsam zu benutzen. In ankommenden Verkehrsrichtungen sorgen elektrisch gesteuerte Weichen für die Ausschleusung der Transportbüchsen an der Bestimmungsstation. In abgehender Richtung haben die Stationen über Zwischensender Zugang zur Fahrrohrleitung.

Rohrpostweichen sind luftdichte Rohrabzweigungen mit einer Zunge, die in ihrer Ruhestellung alle Büchsen im Rohr durchfahren lassen, dagegen — durch einen Magneten — in ihre Arbeitsstellung gebracht, ankommende Büchsen zur Empfangsstation umlenken. Grundsätzlich ist zwischen druckknopfgesteuerten Weichenanlagen mit Zentrale, druckknopfgesteuerten Kreislaufweichenanlagen und → Rohrpostweichensystemen mit automatischer Steuerung zu unterscheiden.

Bild 1 zeigt eine Weichenanlage mit Zentrale. Die Empfänger der einzelnen Stationen sind — mit Ausnahme der Endstation — über je eine Weiche an eine gemeinsame Empfangsweiche angeschlossen.

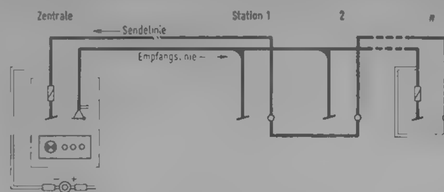


Bild 1.
Rohrplan einer handgesteuerten Weichenanlage mit Zentrale.

Die Sender sind in eine gemeinsame Sendelinie eingefügt. Alle Büchsen laufen zur Zentrale. Dort wird nach Ablesen des an den Ziffernringen eingestellten Zielkennzeichens durch Drücken der betreffenden Empfängertaste die Zielweiche gestellt und die Büchse in die Empfangslinie gegeben. Beim Ausfahren im Zielempfänger betätigt die Büchse einen Rohrkontakt, der die Weiche selbsttätig in die Ruhestellung bringt. Während in der Empfangslinie immer nur eine Büchse unterwegs sein darf, könnten in der Sendeleitung mehrere Büchsen gleichzeitig fahren. Allein die Gebläseleistung begrenzt deren Anzahl. Für die Verkehrsleistung ist die mittlere Fahrzeit in der Empfangslinie bestimmend, in der immer nur eine Büchse fahren darf, um die Ausschleusung bei der gewünschten Zielstation sicherzustellen.

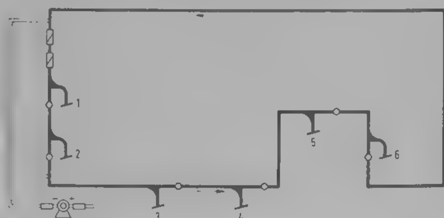


Bild 2. Rohrplan einer handgesteuerten Kreislaufweichenanlage.

Bild 2 zeigt den Rohrplan einer druckknopfgesteuerten Kreislaufweichenanlage. Sender und Empfänger liegen hintereinander in dem zu einem Kreis ge-

schlossenen Fahrrohr. Eine zentrale Umladestelle entfällt. An den Stationen befinden sich Drucktastenplatten, die für jede Station eine Taste enthalten. Der Aufgeber einer Büchse stellt durch Druck auf die Taste der Zielstation die entsprechende Weiche. Die ausfahrende Büchse bringt die Weiche wieder in ihre Durchfahrtstellung. Solange sich eine Büchse im Rohr befindet, sind alle Sender gesperrt, was die Verkehrsleistung der Anlage mindert. Dieses System wird daher nur bei Anlagen geringer räumlicher Ausdehnung (10 bis 15 Stationen) angewendet. Auf das bei handgesteuerten Weichenanlagen notwendige Bedienungspersonal kann in Rohrpostweichenanlagen mit automatischer Steuerung verzichtet werden.

Rohrpostweichenanlagen mit automatischer Steuerung. Die Aufgaben des Bedienungspersonals im handbedienten → Rohrpostweichensystem werden von automatischen Einrichtungen übernommen. Sie haben das jeder Transportbüchse zugeordnete Zielkennzeichen selbsttätig auszuwerten und die Empfangseinrichtungen entsprechend einzustellen. Das Zielkennzeichen kann man entweder den Büchsen mitgeben oder mit Nummernschalter eingeben. Da es Büchsen mit Ringkontakten und Büchsen mit Magneten gibt, ist zu unterscheiden zwischen Rohrpostweichensystemen mit Ringkontakt-, Magnet- und Nummernschaltersteuerung.

Ringkontaktsteuerung

Die Büchsen für eine Anlage mit Ringkontaktsteuerung tragen zehn gleichmäßig verteilte, fest in die Büchsenwand eingelassene Kontaktringe und zwei drehbar gelagerte Ziffernringe (Bild 3). Mit den



Bild 3. Rohrpostbüchse mit Ringkontaktsteuerung.

Ziffernringen kann man den Zehner und den Einer des Zielkennzeichens einstellen, d. h. sie mit den betreffenden Kontaktringen leitend verbinden. Steuerorgane tasten dann das eingestellte Ziel ab, entweder nach dem Anhalten der Büchse (ruhende Abtastung) oder während der Fahrt (fliegende Abtastung). Mit 2 Zahlenringen lassen sich 100, mit 3 Zahlenringen 1000 Ziele einstellen.

Magnetsteuerung

In Anlagen mit Magnetsteuerung sind die Büchsen mit zwei bis vier Ziffernringen ausgerüstet (Bild 4), die kleine Magnete enthalten. Ihre Winkellage zu einer festen Marke (3 Raststellungen) stellt die Zielinformation dar. Zur Abtastung fährt die Büchse in einen Kranz von Indikatorspulen ein. Die von den Magneten beeinflußten Indikatorspulen steuern den weiteren Weg der Büchse.

In der Zentrale umschließen beim Abtasten 2 Ringe aus je 16 Magnetfeldindikatoren die Büchse. Mit Hilfe des einen Ringes wird die Lage des Magneten im Büchsenkopf, mit Hilfe des zweiten Ringes die Lage der Zahlenringmagnete geortet und die Winkelstellung als Zielkennzeichen ausgewertet. Die Indikatoren nutzen dabei die Permeabilitätsänderung, die



Bild 4. Rohrpostbüchse mit Magnetsteuerung.

im weichmagnetischen Material bei Einwirkung eines magnetischen Feldes auftritt, als Kriterium aus. Mit zwei Zahlenringen lassen sich 56, mit 4 Zahlenringen 420 Ziele kennzeichnen.

Nummernschaltersteuerung

Beim Aufgeben einer Büchse wird das Zielkennzeichen durch Betätigen des neben jedem Sender angeordneten Nummernschalters gewählt. Das System kommt deshalb mit Büchsen ohne Einstellringe aus. Damit die in der Zentrale über Fahrrohre einlaufenden Büchsen und über Speicherketten weitergereichten Zielkennzeichen stets die gleiche Reihenfolge haben, sind die Sender mit einer Büchsensperre versehen. Die eingeworfene Büchse wartet im Sender, bis die Zentrale sie durch Entriegeln der Sperre abruft.

Im einfachsten Fall einer automatischen Weichenanlage (Bild 5) liegen alle Sender in einer gemeinsamen Rohrleitung. Außerdem sind alle Empfänger über Weichen an eine Rohrleitung angeschlossen.

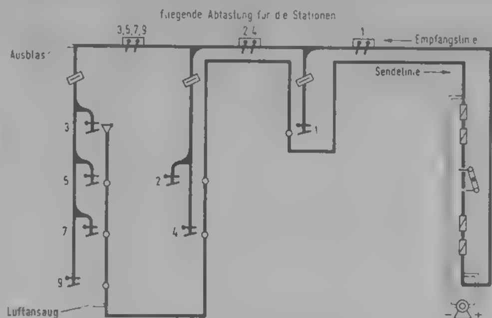


Bild 5. Rohrplan einer automatischen Weichenanlage mit je einer Sende- und Empfangslinie.

Die Sendelinie endet in einer Luftschleuse, die über dem Büchsenabstandsregler angeordnet ist. Darunter beginnt, ebenfalls mit einer Luftschleuse, die Empfangslinie. In die Sender kann man ohne Einhalten einer Zeitbeschränkung Büchsen einladen. Sie fahren mit Hilfe von Saugluft bis zur ersten Luftschleuse und gelangen in den Abstandsregler, der die Büchsen einzeln zeitlich so gestaffelt in die mit Druckluft betriebene Empfangslinie entläßt, daß keine ihren Vorläufer einholen kann.

Die Empfangslinie arbeitet mit fliegender Abtastung von Richtkontaktbüchsen. Bei der in Bild 5 dargestellten Stationsanordnung sind drei Abtasteinrichtungen erforderlich. Eine derartige Einrichtung kann die Abtastbürsten für maximal vier Stationen aufnehmen. Die für jedes Zielkennzeichen in einem bestimmten Abstand stehenden Bürsten gleiten über den Körper der durchfahrenden Büchsen und prüfen, ob dort eine leitende Brücke über diesen Abstand vorliegt. Zutreffendenfalls stellen Relais die nächste Abzweigweiche und — soweit notwendig — die Stationsweiche um. Beim Ausfahren betätigen die Büchsen einen Rohrkontakt, der die umgestellten Weichen wieder auslöst. Wenn Büchsen ein nicht belegtes Zielkennzeichen (in Bild 5 die Ziele 6 und 8) tragen, spricht keine Abtasteinrichtung an. Da alle Weichen in Ruhelage bleiben, fahren diese Büchsen bis zur Endstation (in Bild 5 das Ziel 9), die somit zugleich die Aufgabe der Fehlstation wahrnimmt.

Statt der fliegenden ist auch eine ruhende Abtastung möglich. Die Abtasteinrichtung wird dann mit dem Abstandsregler kombiniert. Sie steuert die Abzweig- und Zielweichen vor dem Abruf der wartenden Büchse um. Da sich demnach in der Empfangslinie stets nur eine Büchse befinden darf, ist die Verkehrsleistung bei ruhender Abtastung durch die mittlere Fahrzeit in der Empfangslinie bestimmt.

Wenn eine automatische Weichenanlage wesentlich mehr als 10 Stationen umfassen soll, ist es zweckmäßig, mehrere über eine Zentralweiche miteinander verknüpfte Sende- und Empfangslinien vorzusehen.

Literatur: S. Heinze, Rohrpostanlagen, ihre Technik, Anwendung und Wartung. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 40, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1956 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

Gänsler

Rohrschlitzantenne → Rundstrahler.

Rohrschlitzstrahler → Schlitzstrahler.

Rohrverbindung, -verdrehung → Fahrrohre für Zettelrohrpost.

Rohrwellen. A. Allgemeines. Als fortschreitende elektromagnetische Wellen erregte Schwingungsformen innerhalb aus leitenden Wänden nach außen vollständig begrenzter Rohre beliebigen Querschnitts (→ Hohlleiter). Es sind zwei Hauptschwingungsformen möglich: Wellen vom *E*-Typ (transversal-magnetischer oder *TM*-Typ) → *E*-Wellen und Wellen vom *H*-Typ (transversal-elektrischer oder *TE*-Typ) → *H*-Wellen. Gekennzeichnet werden die verschiedenen Wellentypen in Hohlleitern durch einen Doppelindex, z. B. als E_{mn}- oder H_{mn}-Wellen bzw. als TM_{mn}- oder TE_{mn}-Wellen. Bei R. in Rechteckrohren gibt der Index die Anzahl der Stromknoten längs der Breitkante (Index *m*) und längs der Schmalkante (Index *n*) an. Bei R. in Rundrohren ist der Index *mn* durch die Anzahl *n* der Nullstellen der den *E*-Typ beschreibenden Besselfunktionen $J_m(r)$ bzw. den *H*-Typ beschreibenden ersten Ableitungen $J'_m(r)$ gegeben. Eventuelle Nullstellen bei $r = 0$ werden dabei nicht mitgezählt. Alle Wellentypen (engl. modes) besitzen eine Grenzfrequenz f_g mit zugehöriger Grenzwellenlänge. Für Frequenzen $f < f_g$ tritt eine so starke Kopplung der gegenüberliegenden Wandströme ein, daß der Wellentyp nicht mehr existenzfähig wird; die Feldkomponenten werden dann aperiodisch gedämpft. Für $f > f_g$ breiten sich die R. in verlustlosen Hohlleitern ohne Dielektrikum (z. B. Luftfüllung) als ungedämpfte Wellen aus. In axialer Richtung beträgt dabei die Rohr- oder Hohlleiter-Wellenlänge mit $\lambda = c/f$

$$\lambda_H = \lambda\,[1 - (\lambda/\lambda_g)^2]^{-1/2} \qquad (1)$$

und die Phasengeschwindigkeit v sowie die Gruppengeschwindigkeit v_g mit c als Phasengeschwindigkeit im freien Raum (Lichtgeschwindigkeit)

$$v = c\,[1 - (\lambda/\lambda)_g{}^2]^{-1/2}, \quad v_g = c\,[1 - (\lambda/\lambda_g)^2]^{1/2}. \qquad (2)$$

Die *E*-Welle größtmöglicher Grenzwellenlänge heißt elektrische Grundwelle, die *H*-Welle größtmöglicher Grenzwellenlänge heißt magnetische Grundwelle. Rohre endlicher Leitfähigkeit entziehen den R. Energie, wodurch sie gedämpft werden. Zusätzliche Dämpfung erhält man durch Fehlanpassungen sowie bei nichtstabilen Wellentypen durch Leistungsentzug infolge teilweiser Umwandlung in andere Wellentypen (Modenumwandlung). Bei der Grenzfrequenz f_g wird die Dämpfung des betreffenden Wellentyps unendlich groß.

Als Feldwellenwiderstand Z_F bezeichnet man bei rein fortschreitenden R. den Quotienten aus einer elektrischen Querschnittskomponente E_q und der darauf senkrecht stehenden magnetischen Querschnittskomponente H_q. Mit $Z_0 = 377\,\Omega$ als Wellenwiderstand einer ebenen Welle im freien Raum ist in Luft für beliebige Rohrquerschnitte

$$Z_F = Z_0\,[1 - (\lambda/\lambda_g)^2]^{\pm 1/2}, \qquad (3)$$

wobei das positive Vorzeichen für *E*-Wellen, das negative Vorzeichen für *H*-Wellen gilt. Bei aperiodischer Ausbreitung ($f < f_g$) ist Z_F imaginär. Ein Leitungswellenwiderstand wie bei gewöhnlichen Leitungen läßt sich wegen der stets vorhandenen axialen Feldkomponente nicht in üblicher Weise definieren.

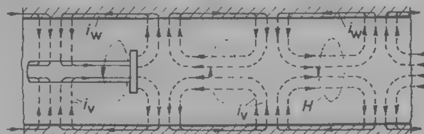


Bild 1. Erregung einer Rohrwelle vom *E*-Typ.

Die Erregung von R. erfolgt durch entsprechende Erregeranordnungen. Läßt man z. B. bei hinreichend hoher Frequenz den Innenleiter eines Koaxialkabels aufhören, so treten nach Bild 1 an die Stelle der Leitungsströme des Innenleiters axiale Verschiebungsströme i_v, die sich über die Wandströme i_w schließen. Die so erregte R. ist eine E_{01}-Welle.

B. Wellen in Rechteckhohlleitern. Mit m und n als beliebige, den Index des Wellentyps bestimmende ganze Zahlen ist die Grenzwellenlänge λ_g und die Grenzfrequenz f_g, auch kritische Wellenlänge bzw. kritische Frequenz genannt,

$$\lambda_g = \frac{2}{\sqrt{(m/a)^2 + (n/b)^2}}, \quad f_g = c/\lambda_g, \qquad (4)$$

wobei a und b die Kantenlängen ($a > b$) des Rechteckhohlleiters und c die Phasengeschwindigkeit im freien Raum (Lichtgeschwindigkeit). Mit A als beliebige Konstante, Z_F nach (3) und der Phasenkonstante $\beta = 2\pi/\lambda_H$ lauten die Feldkomponenten der in z-Richtung fortschreitenden E-Wellen im Rechteckrohr nach Bild 2

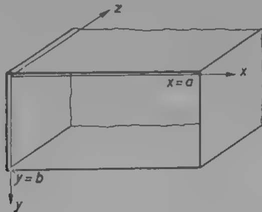


Bild 2. Rechteckhohlleiter mit Koordinatensystem.

$$E_x = A\frac{m\pi}{a}\cos\frac{m\pi x}{a}\cdot\sin\frac{n\pi y}{b}\cdot e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_y = A\frac{n\pi}{b}\sin\frac{m\pi x}{a}\cdot\sin\frac{n\pi y}{b}\cdot e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_z = -jA\frac{2\pi\lambda_H}{\lambda_g^2}\sin\frac{m\pi x}{a}\cdot\sin\frac{n\pi y}{b}\cdot e^{j(\omega t-\beta z)};$$

$$H_x = -\frac{E_y}{Z_F}, \quad H_y = \frac{E_x}{Z_F}, \quad H_z = 0.$$

Elektrische Grundwelle ist die E_{11}-Welle mit $m = n = 1$. Für die Feldkomponenten der H-Wellen erhält man

$$E_x = -A Z_F\frac{n\pi}{b}\cos\frac{m\pi x}{a}\cdot\sin\frac{n\pi y}{b}\cdot e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_y = A Z_F\frac{m\pi}{a}\sin\frac{m\pi x}{a}\cdot\cos\frac{n\pi y}{b}\cdot e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_z = 0;$$

$$H_x = -\frac{E_y}{Z_F}, \quad H_y = \frac{E_x}{Z_F},$$

$$H_z = jA\frac{2\pi\lambda_H}{\lambda_g^2}\cos\frac{m\pi x}{a}\cdot\cos\frac{n\pi y}{b}\,e^{j(\omega t-\beta z)}.$$

Magnetische Grundwelle ist die H_{10}-Welle, Bild 3, mit $\lambda_g = 2a$; sie hat nur die drei nichtverschwindenden Komponenten E_y, H_x und H_z. Wegen ihrer geringen Dämpfung hat die H_{10}-Welle besondere technische Bedeutung. In ideal glatten Rechteckrohren der Länge l nach Bild 2 beträgt die Dämpfung der H_{10}-Welle im Rechteckrohr

$$\alpha l = 2{,}01\frac{\sqrt{\pi/\sigma Z_0}}{\sqrt{1-(\lambda/2a)^2}}\,l\left(\frac{\lambda^{-1/2}}{2b} + \frac{\lambda^{3/2}}{4a^3}\right)\,\text{Np},$$

$$= 17{,}4\frac{\sqrt{\pi/\sigma Z_0}}{\sqrt{1-(\lambda/2a)^2}}\,l\left(\frac{\lambda^{-1/2}}{2b} + \frac{\lambda^{3/2}}{4a^3}\right)\,\text{dB}.$$

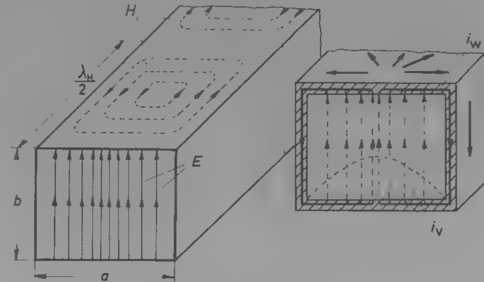


Bild 3. H_{10}-Welle im Rechteckhohlleiter. i_V Verschiebungsströme, i_W Wandströme.

Darin ist σ die elektrische Leitfähigkeit des Rohres und $Z_0 = 377\,\Omega$ der Wellenwiderstand des leeren Raumes. Die von der H_{10}-Welle transportierte Leistung beträgt

$$P = \frac{\hat{E}^2}{4Z_0}\sqrt{1-(\lambda/\lambda_g)^2}\;a\,b.$$

Um sich nicht der Grenzfrequenz der H_{10}-Welle und der H_{01}-Welle zu sehr zu nähern, wird in der Mehrzahl ein Verhältnis der Rechteckkanten $b/a = 0{,}5$ und ein Frequenzbereich $1{,}25\,f_g < f < 1{,}9\,f_g$ verwendet. Die H_{10}-Welle ist dann so stabil, daß man das Rohr krümmen oder tordieren kann.

C. Wellen in Rundrohren. Der Feldverlauf wird durch die Besselfunktionen $J_m(kr)$ bzw. durch deren Ableitung $J_m'(kr)$ beschrieben, wobei $k = 2\pi/\lambda_g$. Mit λ_g nach (1) und Z_F nach (3) lauten die Feldkomponenten für in z-Richtung fortschreitende E-Wellen in Zylinderkoordinaten $r, \varphi\, z$, wenn A eine beliebige Konstante und $\beta = 2\pi/\lambda_H$

$$E_r = A\,J_m'(kr)\cos m\varphi\,e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_\varphi = -A\frac{m}{r}J_m(kr)\sin m\varphi\,e^{j(\omega t-\beta z)},$$

$$E_z = jA\frac{2\pi\lambda_H}{\lambda_g^2}J_m(kr)\cos m\varphi\,e^{j(\omega t-\beta z)};$$

$$H_r = -\frac{E_\varphi}{Z_F}, \quad H_\varphi = \frac{E_r}{Z_F}, \quad H_z = 0.$$

Die Grenzwellenlänge λ_g ist durch die n-te Nullstelle a_{mn} der Besselfunktion $J_m(kr)$ gegeben; elektrische Grundwelle ist die E_{01}-Welle mit $m = 0$, $n = 1$ und $\lambda_g = 1{,}31\,d$, wenn $d = 2r_0$ der Rohrdurchmesser ist (Bild 4). Bei Wellenlängen $\lambda > 1{,}31\,d$ können demnach in Rundrohren keine E-Wellen erregt werden. Entsprechend lauten die Komponenten der H-Wellen

$$H_r = A \frac{2\pi}{\lambda_g} J_m'(k r) \cos m\varphi\, e^{j(\omega t - \beta z)},$$

$$H_\varphi = -A \frac{m}{r} J_m(k r) \sin m\varphi\, e^{j(\omega t - \beta z)},$$

$$H_z = -jA \frac{2\pi \lambda_H}{\lambda_g^2} J_m(k r) \cos m\varphi\, e^{j(\omega t - \beta z)};$$

$$E_r = H_\varphi Z_F, \quad E_\varphi = -H_r Z_F, \quad E_z = 0.$$

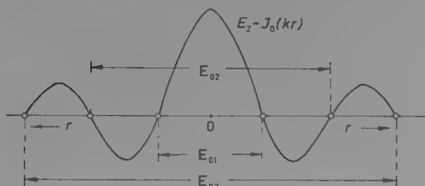


Bild 4. Verteilung der axialen elektrischen Feldkomponente E_z über den Rohrhalbmesser r bei E_{0n}-Wellen.

Die Grenzwellenlänge λ_g ist durch die n-te Nullstelle a'_{mn} der ersten Ableitungen $J_m'(k r)$ gegeben; magnetische Grundwelle ist demnach die H_{11}-Welle mit $m = n = 1$ und $\lambda_g = 1{,}71\, d$. Mit Wellenlängen $\lambda > 1{,}71\, d$ können in Rundrohren keine Wellen vom H-Typ erregt werden. Grenzwellenlängen einiger Wellentypen zeigt Bild 5. Für die technische Anwendung sind vor allem die E_{01}-, H_{01}- und H_{11}-Welle von Bedeutung (Bild 6), von denen die H_{01}-Welle besonders dämpfungsarm ist. Dämpfungskurven zeigt Bild 7. Dort, wo eine zylindersymmetrische Welle verlangt wird, kann man die E_{01}-Welle verwenden. Wählt man dabei eine solche Betriebswellenlänge, daß $1{,}03\, d < \lambda < 1{,}31\, d$, so kann sich im Rohr nach Bild 5 nur noch die H_{11}-Welle ausbilden, welche aber bei zylindersymmetrischer Anordnung nach Bild 6 nicht entsteht.

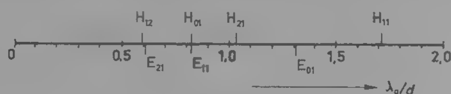


Bild 5. Grenzwellenlängen λ_g einiger Wellentypen in Rundrohren vom Durchmesser d.

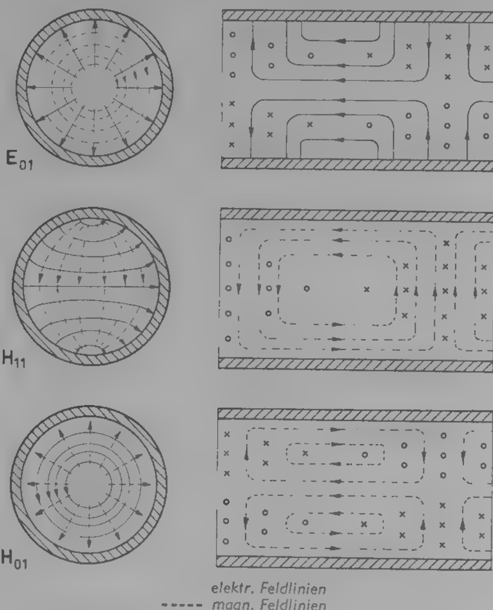


Bild 6. Feldbilder der E_{01}-, H_{11}- und H_{01}-Welle in Rundrohren.

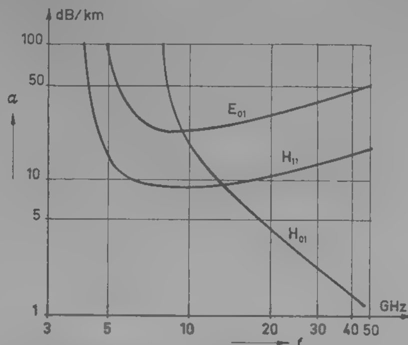


Bild 7. Dämpfungskurven der wichtigsten Wellentypen in einem Kupferrohr vom Durchmesser $d = 50$ mm.

Besonders stabil ist die H_{11}-Welle, wenn man nach Bild 5 den Bereich $1{,}31\, d < \lambda < 1{,}71\, d$ wählt. Um günstige Spannungsfestigkeit und geringe Dämpfung zu erhalten, wählt man i. allg. den Bereich $1{,}36\, d < \lambda < 1{,}6\, d$. Für große Entfernungen erscheint die H_{01}-Welle im Rundrohr wegen ihrer geringen Dämpfung besonders geeignet. Im absolut glatten Rundrohr der Länge l beträgt die Dämpfung dieses Wellentyps

$$\alpha l = \frac{28{,}8\, l}{\sqrt{1 - \lambda^2/(0{,}82\, d)^2}} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma Z_0}}\, \frac{\lambda^{3/2}}{d^3}\ \text{dB}$$

$$\approx \frac{3\, l}{\sqrt{1 - \lambda^2/(0{,}82\, d)^2}} \sqrt{\frac{\pi}{\sigma Z_0}}\, \frac{\lambda^{3/2}}{d^3}\ \text{Np}.$$

Die H_{01}-Welle kann dabei eine Leistung von

$$P = \frac{0{,}24\, \hat{E}^2}{Z_0} \sqrt{1 - \lambda^2/(0{,}82\, d)^2}\, \pi \frac{d^2}{4}$$

übertragen. Ein wesentlicher Nachteil ist aber ihre Instabilität. Bereits geringe Abweichungen des Rohrquerschnitts von der Kreisform oder der Rohrführung von einer Geraden können die H_{01}-Welle deformieren und andere Wellentypen mit höherer Dämpfung anregen. Aussichtsreich erscheint die Verwendung von Wellenlängen zwischen 5 und 8 mm in Rohren mit Stickstoff-Füllung. Die H_{01}-Welle könnte in solchen Rohren Übertragungskanäle von etwa 100 MHz Bandbreite weitgehend verzerrungsfrei übertragen.

Literatur: G. Meinke, Felder und Wellen in Hohlleitern, München 1949 — Meinke/Gundlach: Taschenbuch der HF-Technik, 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1962 — K. Simonyi, Theoretische Elektrotechnik, 2. Aufl. Berlin 1966 — H.-G. Unger, Elektromagnetische Wellen I. Braunschweig 1967.

v. Weiss

Rollgeräusche → Knallgeräusche.

Rollkreismagnetron → Magnetron.

Röntgenbildverstärker → Bildwandler.

Rosesches Metall → Wismut.

Rostentfernungsmittel. Entrostungsstrahlen, Schmelzentrosten, Dekapieren, Flammstrahlen, Blankglühen.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Rostlockerungsmittel AM und DNL. Präp., die Cyclohexanon und alkylierte Derivate enthalten; die Lösung kriecht in die Rostschicht hinein und löst den Rost von der Unterlage ab.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Rostschutz. Die als Rost bezeichnete Schicht hat im wesentlichen die Formel $Fe_2O_3 \cdot H_2O$. Um einen Rostansatz zu verhindern, verwendet man Rostschutzmittel. Im Gebrauch sind zahlreiche R.-Mittel, z. B. Alitieren, Aluminiumbronze, Emaillieren, Feuerverzinken, Lacke (Asphaltlack, Zaponlacke, Kunstharzlacke, Phenolharz-, Polyvinyl-, Polyester-, Harnstoff-, Polyamid-, Silikonalkyde-, usw.), Bleicyanamid-Schutzanstrich, Metallspritzverfahren, Nichtrostende Stähle, Plattieren, Phosphatrostschutz, Schutzhäute, Verbleien, Verchromen, Vernickeln, Versilbern, Verzinken, Verzinnen usw.

Literatur: Entwurf DIN 50902. Okt. 1965. Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Rostschutzfarbe → Anstrichstoffe, → Rostschutz.

Rotation oder curl eines Vektors → Vektorrechnung IIc.

Rotfäule → Stammfäule.

Rotguß ist eine in ihrer Zusammensetzung den Zinnbronzen ähnliche Legierung, die neben Zinn noch Zink und meist auch Blei enthält. Sie bildet das Material für Achslager. Weitere Anwendung s. in den DIN 1705.

Rothalsbockkäfer = Leptura rubra L., gehört zur Familie der → Bockkäfer (Cerambycidae). Aussehen: Farbe der Flügeldecken und des Halsschildes bei Weibchen hellrot, bei Männchen Flügeldecken gelbbraun, Halsschild schwarz; Kopf und Fühler schwarz; Körperlänge der Weibchen 15—22 mm, bei Männchen 12—16 mm; Fühlerlänge ≊ Körperlänge; auffallende Verjüngung der Flügeldecken von Männchen nach dem Hinterleibsende. Die weißliche Larve ist im ausgewachsenen Zustand ca. 30 mm lang und trägt eine ausgeprägte Mittellinie. Sie ist ausgesprochen feuchtigkeitsbedürftig und kann deshalb nur im erdfeuchten Bereich von Fernmeldemasten vorkommen. Entwicklungsdauer der Larve 2—3 Jahre, Verpuppung unter intakter Holzoberfläche, Käferschlupf aus der Puppenwiege durch ein kreisrundes Flugloch von 5—7 mm Durchmesser.

Rottenwarnanlagen dienen zur automatischen Warnung der in den Gleisen arbeitenden Rotten vor nahenden Zügen. Als Einwirkorgane dienen Schienenkontakte, die je nach der zugelassenen Zuggeschwindigkeit verschieden weit von der zu warnenden Rotte angeordnet sind. Bei der Rotte befindet sich ein Warnposten, der durch ein Typhon die Rottenarbeiter warnt, wenn ihm durch die R. das Nahen eines Zuges gemeldet wurde. R. arbeiten mit Ruhestrom und erfüllen alle Bedingungen, die nach VDE 0800 an Fernmeldeanlagen der Klasse C zu stellen sind.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1961.

Rowland-Telegrafenapparat. Der von H. A. Rowland angegebene Apparat war ein wechselseitig arbeitender → Mehrfachtelegrafenapparat mit 4 Kanälen. Geber hatte ein Schreibmaschinentastenwerk, mit dem ähnlich wie bei einer modernen Fernschreibmaschine die Codierung durchgeführt wurde. Empfänger lieferte Druckschrift auf Blättern. Mit einer Verteilerdrehzahl von 210 min^{-1} konnten 840 Zeichen/min übermittelt werden s. M.

RQ-Zeichen → ARQ-Mux-System.

Rubinlaser → Laser und Maser.

Rückdämpfung → Richtcharakteristik.

Rückdrehung → Fertigung von Fernmeldekabeln.

Rückfluß → Leitungstheorie.

Rückflußdämpfung → Anpassung von Scheinwiderständen, → Leitungstheorie 1.1.

Rückfrage in Fernsprech-Nebenstellenanlagen bei Amtsverbindungen für Nebenstellen zur Abfragestelle und zu anderen Nebenstellen. Von jeder Nebenstelle kann während bestehender Amtsverbindungen im Rahmen der Regelausstattung (→ Ausstattungsvorschriften) beliebig oft bei anderen Nebenstellen fernmündlich Rückfrage gehalten werden. Ein Beispiel ist bei → Wähl-Nebenstellenanlagen erläutert. R., automatische → ARQ-Mux-System.

Rückfrageapparate. R. sind »Sprechapparate besonderer Art«. Sie lassen im Gegensatz zum gewöhnlichen Fernsprechapparat die Zusammenfassung von 2 Anschlußleitungen in einem Apparat zu. Wegen dieser Möglichkeit werden sie auch oft als Zweiwegefernsprecher bezeichnet. Bei den Anschlußleitungen kann es sich sowohl um zwei Hauptanschlußleitungen als auch um zwei Nebenanschlußleitungen oder um eine Hauptanschluß- und eine Nebenanschlußleitung handeln. Der Benutzer eines R. hat also die Möglichkeit, über die an seinen Fernsprechapparat angeschlossenen zwei Leitungen eine oder bei Bedarf noch eine weitere Gesprächsverbindung herzustellen (Bild 1).

Die Richtung des Verbindungsaufbaus ist hierbei gleichgültig (ankommend oder abgehend). Der Inhaber des R. kann z. B. über die erste Leitung eine abgehende Verbindung aufbauen. Zu »Rückfragen« kann er über die zweite Leitung eine weitere Verbindung herstellen. Hierbei wird mittels einer Leitungs-

taste die erste Leitung auf eine Halteschleife geschaltet, während die Sprecheinrichtung des R. an die zweite Leitung angeschlossen wird. Der in »Wartestellung« verbleibende Gesprächspartner kann das

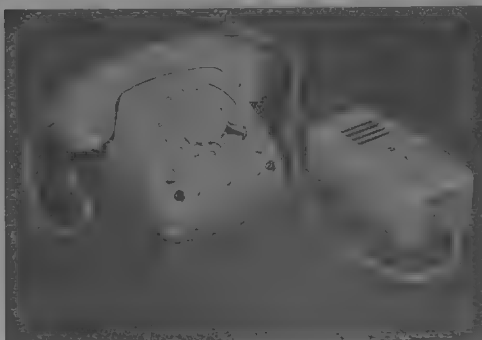


Bild 1. Rückfrageapparat.

vom R. mit dem anderen Partner geführte Gespräch nicht mithören. Der zweite Verbindungsaufbau erfolgt wie bei einem normalen Fernsprechapparat.

Während des Bestehens einer zweiten Verbindung kann ein Wiedereintreten in die gehaltene Gesprächsverbindung beliebig oft durch Drücken der jeweiligen Leitungstaste erfolgen. Soll eine der beiden Gesprächsverbindungen abgebrochen werden, so ist dies über die zu dieser Leitung gehörende Auslösetaste möglich. Außerdem erfolgt die Auslösung bestehender Gesprächsverbindungen durch Auflegen des Handapparates. Der Belegtzustand der Leitungen wird über Sternschauzeichen angezeigt (Bild 2).

Beide im Rückfrageapparat endenden Leitungen sind mit einem Anruforgan (Ltg 1 mit Wecker und Ltg 2 mit Schnarre oder einem Wecker mit anderer Klangfarbe) verbunden. Es ist somit möglich, während einer bestehenden Gesprächsverbindung einen auf der zweiten Leitung ankommenden Anruf abzufragen. Der Rückfrageapparat hat außer den bereits beschriebenen Leitungs- und Auslösetasten auch eine Erdtaste. Er erfüllt somit beim Anschluß an eine Nebenstellenanlage für beide Leitungen die gleichen Aufgaben wie ein normaler Fernsprechapparat mit Erdtaste.

Die zum R. herangeführten Leitungen behalten ihre Eigenschaft als Amts- oder Nebenanschlußleitung oder Sprechstellenleitung der Privatfernmeldeanlage.

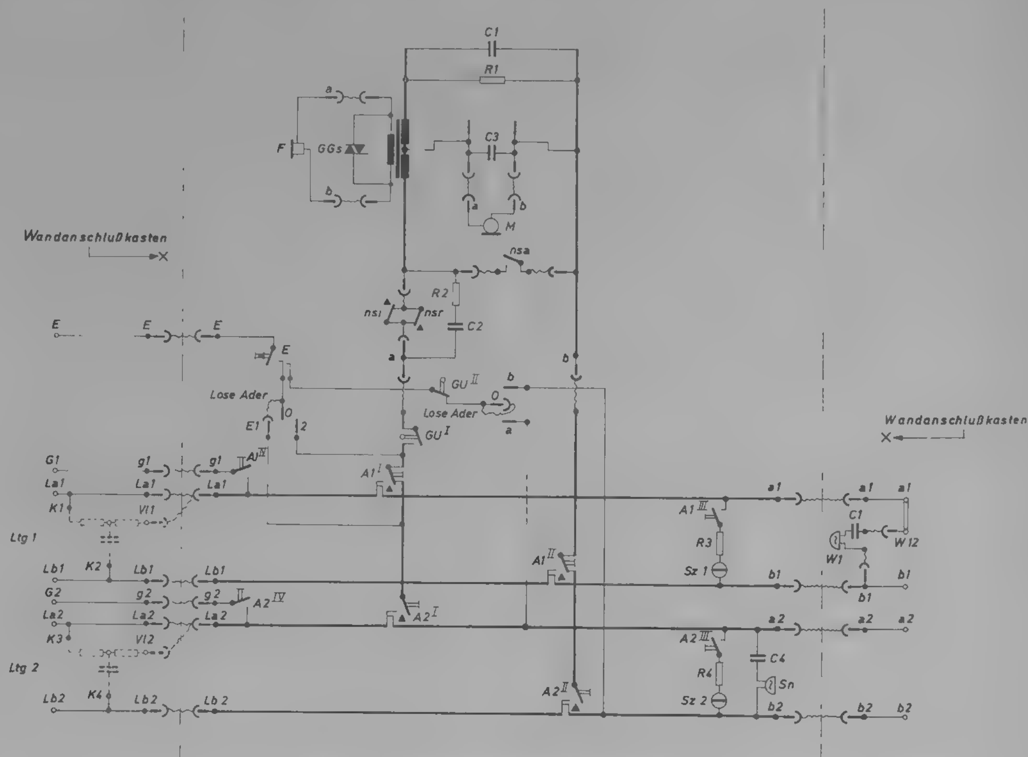


Bild 2. Schaltschema eines Rückfrageapparates.

H. Fischer/Breidt

Rückgabe von Teilnehmereinrichtungen. Gekündigte, vorzeitig aufgegebene oder fristlos aufgehobene, posteigene Teilnehmereinrichtungen sind zurückzugeben; die DBP entfernt sie aus den Räumen des Teilnehmers. Wegen Belassen von Einführungen, Innenleitungen, Anschlußdosen, Sprechapparaten besonderer Art usw. siehe Verwaltungsanweisungen zur Fernsprechordnung.

Rückhaltegetriebe → Seekabellegung und -instandsetzung und Kabelschiff.

Rückhörbezugsdämpfung. Sie ist die Bezugsdämpfung in Np, die dadurch bestimmt wird, daß man die Übertragung vom Mikrophon zum Hörer desselben Fernsprechapparates mit dem Ureichkreis vergleicht (→ SFERT).

Rückhördämpfung, das begrenzte Rückhören der eigenen Sprache oder der Raumgeräusche, die vom Mikrophon auf die Hörkapsel desselben Fernsprechapparates übertragen werden. Eine zu niedrige Rückhördämpfung bringt eine Verminderung der Verständlichkeit mit sich, während eine zu hohe Rückhördämpfung den Apparat »tot« erscheinen läßt und daher vom Teilnehmer nicht erwünscht ist. Die günstigste → Rückhörbezugsdämpfung liegt bei etwa 2,3 Np.

Rückkopplung. Mit Rückkopplung bezeichnet man in der Nachrichtentechnik allgemein die Rückführung eines Teiles einer Ausgangsgröße (Strom, Spannung) von den Ausgangsklemmen einer Schaltung (Vierpol, z. B. Röhre, Transistor) zurück an die Eingangsklemmen dieser Schaltung. Je nach der Phasenlage des rückgeführten Teiles, z. B. der Ausgangsspannung eines Verstärkers, wird sich die Eingangsspannung entweder erhöhen oder erniedrigen. Führt die Rückkopplung zu einer Erhöhung der Eingangsspannung, so handelt es sich um eine Mitkopplung (gleichphasige Rückkopplung). Wird umgekehrt durch die Rückkopplung die Eingangsspannung vermindert, spricht man von einer Gegenkopplung (gegenphasige Rückkopplung). In der Literatur findet man auch häufig die Bezeichnung »Rückkopplung« anstelle des Begriffs »Mitkopplung«, obgleich Rückkopplung an sich Oberbegriff für Mit- und Gegenkopplung ist; auch wird manchmal anstelle von Gegenkopplung von »negativer Rückkopplung« gesprochen.

In der Nachrichtentechnik macht man sowohl von der Mit- als auch von der Gegenkopplung Gebrauch. Eine genügend große Mitkopplung führt zu einer Entdämpfung der Schaltung und kann beim Überschreiten der Stabilitätsgrenze zur Schwingungserzeugung führen. Diese Erscheinung nutzt man häufig in der Funktechnik aus. In der Übertragungstechnik ist man dagegen im allgemeinen bestrebt, den dort häufig unerwünschten Einfluß der Mitkopplung zu begrenzen. Für einen störungsfreien Betrieb müssen z. B. Fernsprechleitungen mit Verstärkern im stabilen Bereich betrieben werden. Hier bedient man sich deshalb umgekehrt der Gegenkopplung, um dieses Ziel zu erreichen. Die durch die Gegenkopplung bewirkte Verringerung der Ausgangsspannung von Verstärkern nimmt man daher in Kauf, um die gesamte Übertragungsleitung hinreichend stabil halten zu können. Durch die Gegenkopplung bei derartigen Verstärkern erreicht man auch eine Linearisierung, d. h., die Gegenkopplung wirkt verzerrungsmindernd (→ Allverstärker, → Schwingung (3 c), → Schwingungserzeuger, → TF-Systeme, → Verstärker).

Störend treten Rückkopplungserscheinung in Fernsprechverbindungen z. B. in Zweidrahtverstärkerleitungen auf. Sie werden dadurch hervorgerufen, daß die → Nachbildungen der Leitungen in ihrem Scheinwiderstand nicht genau mit den Leitungen übereinstimmen. Für alle Frequenzen im Übertragungsbereich, bei welchen Nachbildungsfehler vorhanden sind, werden von den Sprechströmen der einen Richtung Teilströme auf die Gegenrichtung zurückgekoppelt. Diese gelangen durch Mängel der für die Gegenrichtung in Betracht kommenden Nachbildungen von neuem auf die ursprüngliche Sprechrichtung. Je nach ihrer Phasenbeziehung zu den primären Sprechströmen verstärken oder schwächen sie diese. Diese Erscheinung kann bei genügend starker Rückkopplung zu Eigenschwingungen (→ Pfeifen) führen.

Literatur: Hölzler/Thierbach: Nachrichtenübertragung, S. 521 ff., Springer-Verlag, 1966 — HWF Ausg. 1929.

Rückkopplungssperren müssen in → Überleiteinrichtungen für Übersee- und → Seefunk verwendet werden, die nach der bisher konventionellen Technik mit Sendevolumenreglern (→ Volumenregler) ausgerüstet sind. Der große Verstärkungsregelbereich dieser Regelverstärker, der in der Gesamtheit der Betriebsfälle voll ausgefahren wird, macht es unmöglich, die Vierdrahtverbindung — bei tragbarer Empfangslautstärke für beide Teilnehmer und ausreichender Pfeifsicherheit — in beiden Übertragungsrichtungen zugleich durchlässig zu halten. Die R. bestehen aus zwei Sperrgliedern, zum Öffnen und Durchschalten jeweils einer Sprechrichtung, und einer Steuerschaltung zu deren Betätigung. Die Steuerung erfolgt durch Sprache. Die CCITT-Empfehlung G 326 gibt eine Typensystematik von R. Die Unterscheidung der Eigenschaften erfolgt hierbei durch zwei durch einen Gedankenstrich verbundene Kennziffern, die den Schaltzustand beider Sperrglieder in Gesprächspausen kennzeichnen. Die erste Ziffer bezieht sich auf die Ruheeinstellung, die erreicht wird, wenn vorher der Landteilnehmer, in dessen Land die betrachtete R. aufgestellt ist als letzter gesprochen hatte, während die zweite Ziffer den Zustand nach dem Sprechen des Seeteilnehmers (ferner Tln.) kennzeichnet. Es entsteht das folgende Schema:

Kennziffern	1	2	3	4
Zustand der Sperrglieder	1 s	1 $\overline{s}$	$\overline{1}$ s	$\overline{1}$ $\overline{s}$

Symbolbedeutung:

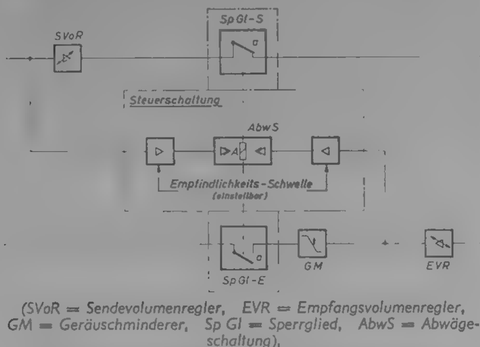
1 = Sprechrichtung des Landteilnehmers ist durchlässig

$\overline{1}$ = Sprechrichtung des Landteilnehmers ist undurchlässig

s = Sprechrichtung des Seeteilnehmers ist durchlässig

$\overline{s}$ = Sprechrichtung des Seeteilnehmers ist undurchlässig.

Nach obigem Schema sind 16 Typen von R. möglich. Es werden aber nur einige verwendet, so z. B. die in den USA übliche Vodas-R. (Typ 3–3, Nachteil: häufiges Schalten, damit Beschneiden von Anfangssilben) und deutsche R. vom Typ 2–3 (schaltet weniger oft). R., die in ihrer Typenbezeichnung die Kennziffer 1 enthalten, werden nur dort verwendet, wo die Bedienung ständig eingreifen kann. Die geschilderte Systematik erfaßt nicht sämtliche Eigenschaften der R., so z. B. nicht die Blockade der Richtungsumschaltung, solange ein Teilnehmer spricht (Vodas-R. u. a.) bzw. die Möglichkeit des Zwischensprechens beider Teilnehmer (durch sprachgesteuerte, wechsel- oder gleichzeitige Bedämpfung beider Sprechrichtungen) oder durch Unterbrechung des Sprechers und Übernahme der Wortführung durch den lauter sprechenden Gesprächspartner — Prinzip der in Deutschland eingeführten Differential-R., s. Bild. Von den R. wird



(SVoR = Sendevolumenregler, EVR = Empfangsvolumenregler, GM = Geräuschminderer, Sp Gl = Sperrglied, AbwS = Abwägeschaltung),
Ausschnitt aus einer Überleitungseinrichtung mit eingeschalteter Differential-Rückkopplungssperre (schematisch).

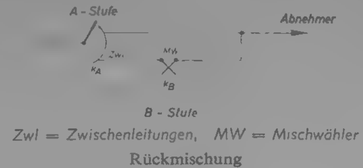
eine hohe, möglichst auch für beide Richtungen getrennt einstellbare Ansprechempfindlichkeit und eine kurze Ansprechzeit (etwa 5 ms) gefordert, damit das Beschneiden von Silbenanfängen vermindert und die Betätigung der R. durch Funkgeräusch erschwert wird. Ein Umschalten der Sprechrichtung durch den Gabelrückfluß und ein Flattern (Hin- und Herschalten) der R. muß verhindert werden. Die Gabelübergangsdämpfung zwischen den Eingängen der Steuerschaltung muß daher ausreichend bemessen sein. Bei Differential-R. wird auch eine von der Pegeldifferenz der an den Eingängen der Abwägeschaltung wirksamen Sprechspannungen abhängige Nachwirkzeit verwirklicht, (10 bis 200 ms). Sie sorgt dafür, daß die Wortübernahme durch den Gesprächspartner verzögert und ein zu häufiger Sprechrichtungswechsel erschwert wird (ein Kompromiß zur Erhöhung der Flüssigkeit in Gesprächen). *Schurig*

Rückkopplungsverzerrung → Verzerrung.

Rücklieferschein → Arbeitsvorrat.

Rücklötauslöser → Umkehrauslöser.

Rückmischung ist eine besondere Art des Anschließens der Abnehmerleitungen in einer Mischwahlanordnung in Sparschaltung (s. Bild). In dieser Anordnung unterscheidet man drei Gruppen von Abnehmerleitungen. Die erste Gruppe wird ohne Mischwähler direkt von den ersten Drehschritten der A-Stufe aus erreicht. Die zweite Gruppe wird nur über die Mischwähler erreicht.



Zwl = Zwischenleitungen, MW = Mischwähler
Rückmischung

Die dritte Gruppe wird sowohl von der A-Stufe als auch von der B-Stufe aus erreicht. In dieser dritten Gruppe sind die Ausgänge der B-Stufe mit Ausgängen der A-Stufe zusammengeschaltet (zurückgemischt).

Ist die Anzahl der Abnehmer in der zweiten Gruppe Null, so sind alle Ausgänge der B-Stufe zurückgemischt. Das nennt man vollständige R.

Ist die Anzahl der Abnehmer in der dritten Gruppe Null, so ist kein Ausgang der B-Stufe zurückgemischt. In diesem Fall liegt eine → Überlaufmischung vor. Mischwahlanordnungen in Sparschaltung wurden früher überwiegend als R. ausgeführt. Heute verwendet man nur noch die Überlaufmischung.

Rücksperrung → rückwärtige Sperrung.

Rückspiegelcharakteristik → Spiegelantennen.

Rückstellklappe → Fallklappe.

Rückstellklappenschrank → Klappenschrank.

Rückstellschauzeichen → Schauzeichen.

Rückstreuechos → Rückstreuung.

Rückstreuung. Beim Auftreffen von Funkwellen auf eine rauhe Erdoberfläche oder auf Inhomogenitäten innerhalb der Ionosphäre können Rückstreuechos entstehen. Das an der Erdoberfläche rückgestreute Signal kehrt via Brechung in der Ionosphäre (normale E- oder F-Reflexion) zum Sendeort zurück und kann dort auf dem Schirmbild der Braunschen Röhre wie bei der gewöhnlichen → Echolotung bei schrägem Einfall sichtbar gemacht werden. Rückstreuung an wolkenartigen Strukturen im E-Gebiet gelangt ebenfalls via F-Reflexion zum Sendeort zurück. Neben diesen »Umwegechos« gibt es auch die direkte Rückstreuung an Inhomogenitäten im E-Gebiet (Es-Wolken) und im F-Gebiet (Spread-F). So besteht eine große Mannigfaltigkeit von Rückstreuechos, zumal auch streuende Mehrfachreflexionen möglich sind und die Streuzentren auch außerhalb des Großkreises liegen können, je nach Anstrahlung durch die benutzte Richtantenne.

Diese ionosphärischen Streuvorgänge, z. T. via F-Reflexion, treten bei der Echolotung mit zunehmender Senderleistung stärker hervor. Unter Streuquerschnitt versteht man die je Einheit der Leistung und je Einheit des streuenden Volumens in die Einheit des Raumwinkels gestreute Leistung. Es

gehen hierin die linearen Abmessungen der wolkenartigen Strukturen der Ionosphäre ein (Turbulenzkörper, scale of turbulence), siehe Booker-Gordon-Theorie usw. (→ ionosphärische Streuausbreitung). Die ionosphärische Rückstreu-Feldstärke ist der Wurzel aus dem von der benutzten Richtantenne angestrahlten Streuvolumen und dem wirksamen Streuquerschnitt $\sigma(\vartheta)$ (ϑ Streuwinkel) proportional.

1952 konstruierten Villard und Peterson ein besonderes Gerät, das mit Sender und Empfänger bei einer umlaufenden Richtantenne die azimutale Verteilung der Rückstreuung und damit u. a. die Größe der Sprungentfernung um den Beobachtungsort zu messen gestattet (Radar-Prinzip). Insbesondere gibt es Hinweise, ob eine bestimmte Frequenz in den verschiedenen Richtungen und Entfernungen Übertragungsmöglichkeiten bietet oder nicht. So gilt die Messung der Rückstreuung als ein interessantes Hilfsmittel für die Erkennung des Ionosphärenzustandes und damit für die Testung der Ausbreitungsbedingungen unter Berücksichtigung der Antennenverhältnisse und der erreichbaren Genauigkeiten. Zahlreiche Rückstreumessungen an Impulsübertragungsstrecken liegen vor (Laufzeit-Differenz und Feldstärke der Signale). Wie die Schirmbilder zeigen, erstreckt sich der Hauptrückstreubereich über ein größeres Entfernungsintervall. Man sieht an der vorderen Flanke eine Zunahme der Amplitude (Fokussierung am Rande der Sprungentfernung) und nach Überschreiten des Maximums einen langsamen Abfall mit wachsender Entfernung. Dieses »Rückstreupaket« via E- oder F-Reflexion ist zumeist deutlich ausgeprägt neben anderen irregulären Streuechos. Der Amplitudenverlauf als Funktion der Entfernung ist bestimmt außer durch das Strahlungsdiagramm der Sende- und Empfangsantenne durch die ionosphärische Strahlungsdivergenz und Absorption sowie durch den Rückstreukoeffizienten des Erdbodens, der durch das Verhältnis der rückgestreuten zur einfallenden Feldstärke definiert ist. Wie aus der Optik bekannt, hat die Rückstreuung senkrecht zu einer rauhen Fläche ein Maximum und nimmt mit flacher werdendem Einfallswinkel ab ($\sim \sin^2 \Theta$). Da alle Verluste mit wachsender Entfernung zunehmen, nimmt die Rückstreufeldstärke dieses »Impulspakets« mit wachsender Sprungentfernung ab. Man kann auf diese Weise nach einem einfachen, bei A1-Tastung gut anwendbarem Verfahren während des Betriebs laufend die Qualität der Ionosphärenübertragung testen (nähere Erläuterungen s. Bild 2).

Allerdings gelingt es nicht immer, aus der Rückstreufeldstärke auf die in das Versorgungsgebiet einfallende absolute Feldstärke zu schließen wegen ungenügender Kenntnis des Rückstreukoeffizienten und wegen Fokussierungsschwankungen durch sich bewegende Irregularitäten in der Ionosphäre.

Diese wurden eingehend studiert durch die Rückstreubeobachtung (Es, spread-F, Ionisationssäulen längs magnetischer Feldlinien, Polarlichtrückstreuung). Es sei noch erwähnt, daß auch die Super-Modes (Übertragung ohne Bodenreflexionen bis zu 10 000 km) und die Ausbreitung via ionosphärischer Ducts längs erdmagnetischer Kraftlinien oberhalb der F2-MUF durch die Rückstreu-Technik entdeckt wurden. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung von Rückstreuwegen und Bild 2 Rückstreumessungen an kurzen Impulsen und Telegrafiesignalen. Es bedeuten: a-c: Kurze Impulse (links Primärsignal in ZF); d-f: Telegrafiesignale in Amplitudenzeitdarstellung. Durch Überlagerung von Primärsignal und Rückstreusignalen entstehen Stufen in der Randkurve des Telegrafiezeichens. Die Teilbilder g-i zeigen Telegrafie-Signale nach der »Ring-Methode«. Zur Synchronisation der unregelmäßigen Folge und Dauer der Telegrafiesignale wird die ZF mit 90° Phasenverschiebung an die vertikalen

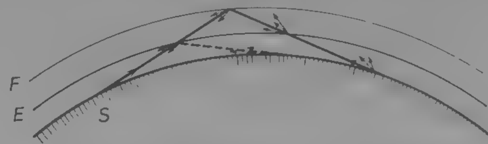


Bild 1. Schematische Darstellung von Rückstreuwegen.

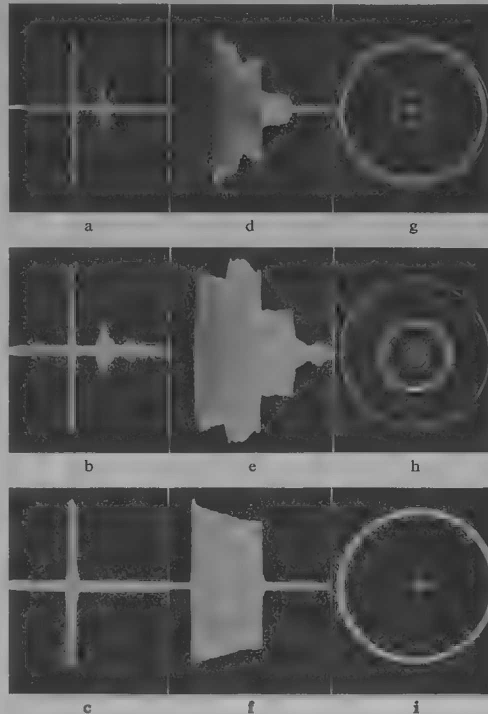


Bild 2.
Rückstreumessungen an kurzen Impulsen und Telegrafiesignalen.

und horizontalen Platten der Braunschen Röhre gelegt. Die Amplituden entsprechen den Kreisen: a, d, g = einfacher Sprung bei Rückstreuung b, e, h = zwei Sprünge bei Rückstreuung; = c, f, i keine Rückstreuung.

Literatur: W. Dieminger, The scattering of radio waves, Proc. Phys. Soc. B LXIV (1951), 142—157 — O. G. Villard, A. M. Peterson, Scatter-sounding: a technique for study of the ionosphere at a distance, Trans. I. RE, PGAP, 3 (1952), 186—201 — B. Beckmann, K. Vogt, Über Beobachtungen der Rückstreuung (back-scatter) im Kurzwellengebiet an kommerziellen Telegrafie-Signalen. Fernmeldetechn. Zeitschr. 8 (1955), 473—481 — Zum Tagesgang der Rückstreu-Feldstärke von Telegrafie-Signalen. NTZ 12 (1959) — H. U. Widdel, Beobachtungen an rückgestreuten Echos bei Kurzwellen-Übertragung — A. E. Ü. 11 (1957), 429—439 — H. Werle, Backscatter- und Impulsfernübertragungsversuche auf der Funkstrecke Lindau/Harz–Tsumeb/Südwestafrika, A. E. Ü. 17 (1963), 121—130 — E. D. R. Shearman, An investigation of the usefulness of back-scatter-sounding in the operation of high frequency broadcasting services. Proc. I. E. E. 108 B (1961), 361.

Beckmann

Rücktrum → Hochkantförderer.

rückwärtige Sperrung ist der Vorgang, durch den Zwischenleitungen in zwei und mehrstufigen Koppelanordnungen nach rückwärts gesperrt werden, wenn über sie kein freier Ausgang in die gewünschte Richtung mehr erreicht werden kann. Die r. Sp. tritt ein als Folge einer gesteuerten Gruppenabschaltung (I./II. Vorwähler). Sie tritt auch ein, wenn Leitungen mit oder ohne Übertragungen zwischen zwei Vermittlungsstellen nicht belegt werden dürfen, weil z. B. der Wähler am Ende der Leitung ausgebaut oder nicht in Ruhelage ist.

Rückwärtsaufbau liegt dann vor, wenn der Anmelder nach der Gesprächsblattaufnahme zum Auflegen aufgefordert wird bzw. bei bestimmten → Gesprächsarten aufgefordert werden muß, z.B. wenn der verlangte Teilnehmer im → Vorwärtsaufbau nicht sogleich erreicht werden konnte. Weiteres → Besetztfälle bei der Betriebsabwicklung im handvermittelten Ferndienst, → XP-Gespräche.

Rückwärtsecho → Echo (ionosphärisches).

Rückwärtswelle → Verzögerungsleitung.

Rückwärtswellenröhre. Bei der Wechselwirkung zwischen der Rückwärtswelle einer → Verzögerungsleitung mit einem Elektronenstrahl entsteht in der R. wie in der → Wanderfeldröhre eine schnell wachsende Geschwindigkeits- und Strommodulation im Elektronenstrahl. Da die Wechselstromleistung jedoch erst beim Anlaufen der Elektronenpakete gegen das Gesamtfeld, das mit der Gruppengeschwindigkeit entgegengesetzt zum Elektronenstrahl läuft, entsteht, ist stets eine starke innere Rückkopplung vorhanden. Hierdurch sind R. vornehmlich Oszillatoren. Das Schema der heute für Meßsender viel verwendeten O-Typ-R. (→ Laufzeitröhre) ist im Bild 1 dargestellt. Die Leistung wird am kathodenseitigen Ende der Verzögerungsleitung ausgekoppelt, während das kollektorseitige Ende über einen breiten Frequenzbereich reflexionsfrei abgeschlossen ist. Durch die Wahl der Stromstärke bei vorgegebener wirksamer Länge der Verzögerungsleitung und unter Berücksichtigung der Nichtlinearität des Wechselwirkungsmechanismus wird die Amplitudenbedingung für die Selbsterregung eingestellt. Durch die gewählte Beschleunigungsspannung wird die Frequenz festgelegt, für die die Rückwärtswelle die gleiche Ausbreitungsspannung besitzt. Dadurch wird die Phasenbedingung erfüllt. Da die Phasengeschwindigkeit einer Rückwärtswelle in einem großen Bereich stark frequenzabhängig ist, ermöglicht die O-Typ-R. die elektronische Abstimmung über mehr als eine Oktave. Bei

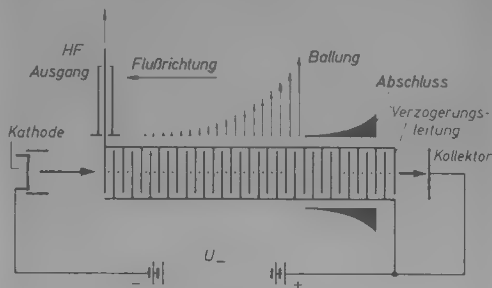


Bild 1.
Schema einer Rückwärtswellenröhre mit Doppelkammleitung.

der R. steigt die Frequenz kontinuierlich mit steigender Beschleunigungsspannung, während bei einem Wanderfeldröhrenoszillator die Frequenz sprunghaft durch Verringerung der Beschleunigungsspannung vergrößert wird. Der Wirkungsgrad der O-Typ-R. ist relativ klein, weshalb man sich im allgemeinen mit Leistungen in der Größenordnung von einigen 100 mW begnügt.

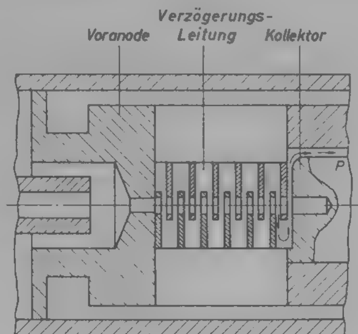


Bild 2. Resonator und Nachbarelektroden einer Resonanz-Rückwärtswellenröhre.

Mit O-Typ-R. werden z. Z. die höchsten mit Laufzeitröhrengeneratoren erzeugbaren Frequenzen erreicht. Bei 800 GHz beträgt bei ihnen die Leistung noch 1 mW. Gegenüber den für Meßsender üblichen R. verzichtet man hierbei jedoch auf den extrem großen elektronischen Durchstimmbereich, denn durch Reflexion an beiden Enden der Verzögerungsleitung erhält man in relativ kleinen Frequenzbereichen eine wesentlich größere Feldstärke für die Wechselwirkung

mit dem Elektronenstrahl unter sonst gleichen Bedingungen. Derartige Resonanz-R. (s. Bild 2) sind eng verwandt oder identisch mit den als Laddertrons, Vielspaltoszillatoren und EIO (Extended Interaction Oscillator) bezeichneten neuen Röhrenarten (→ Doppelspalt-Oszillator). Auch bei den R. ist zwischen den O-Typ-R. und den M-Typ-R. zu unterscheiden (→ Laufzeitröhre). Die M-Typ-R., auch Rückwärtswellen-Magnetfeldröhre genannt, hat im allgemeinen wesentlich höhere Leistungen und ist vornehmlich für militärische Anwendungen entwickelt worden. Statt der Benennung R. findet man sehr häufig auch den Ausdruck Karzinotron.

Literatur: W. Kleen, Einführung in die Mikrowellen-Elektronik, Teil 1 und 2, S. Hirzel, Stuttgart 1952 — G. D. Sims, Microwave Tubes ans Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — J. Voge, Les Tubes aux Hyperfréquences, Editions Eyrolles, Paris 1959.

Schnitger

Rückwärtszeichen → Schaltkennzeichen.

Rückweisung bei der → automatischen Zeichenerkennung: Reaktion der Erkennungseinrichtung auf die Vorgabe eines für sie nicht identifizierbaren Zeichens; der betroffene Beleg wird automatisch ausgesondert und kann so manuell bearbeitet werden.

Rückzündung → Thyratron.

Ruderlagenanzeiger. Zur Fernanzeige der Stellung des Ruders wird der Ruderwinkel über → Drehmelder auf der Brücke und an anderen Stellen des Schiffes zur Anzeige gebracht. Zur Erhöhung der Ablesegenauigkeit wird zwischen Ruderschaft und Geberwelle eine Übersetzung 1 : 3,75 eingebaut.

Rufdauer im handvermittelten Ferndienst soll zum verlangten Teilnehmer während des Tagesdienstes (07—21 Uhr) 1 min, außerhalb dieser Zeit etwa 2 min, im → Auslandsferndienst während dieser Zeit 3 min betragen. Zu einer anderen → Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung soll die R. mindestens 2 sek betragen.

Ruf in Fernsprech-Nebenstellenanlagen: Das Aussenden eines elektrischen Signals über Fernsprechleitungen, das an der gerufenen Stelle einen Anruf veranlassen soll, wird als Ruf bezeichnet. Ein Ruf kann beispielsweise mittels Wechselstrom von 25 oder 50 Hz, mittels Tonfrequenz oder Gleichstromsignale übertragen werden. Ein Anruf kann hörbar (z. B. durch Wecker, Summer oder Lauthörkapsel), auch sichtbar (z. B. Lampen, Schauzeichen oder Fallklappen), aber auch durch Fühlzeichen (für → Blindenbedienung) anderen Sprechstellen angezeigt werden.

Der Ruf kann manuell oder selbsttätig angeschaltet und auch weitergeschaltet werden, um einen Anruf bei einer anderen Sprechstelle zu bewirken. Bei der selbsttätigen Rufweiterschaltung wird ein Ruf, der bei einer Sprechstelle innerhalb einer bestimmten Zeit nicht abgefragt wird, selbsttätig zu einer bestimmten anderen Sprechstelle weitergeschaltet. Nach den → Ausstattungsvorschriften für Nebenstellenanlagen wird unterschieden zwischen selbsttätiger Amtsrufweiterschaltung zu einer bestimmten Nebenstelle und Rufweiterschaltung von einer bestimmten festgeschalteten Nebenstelle zu einer anderen festgeschalteten oder auch wahlweise zu einer von mehreren bestimmten Sprechstellen. Beim selbsttätigen Ruf wird gewöhnlich sofort beim Einschalten ein kurzer Ruf ausgesendet (Erster Ruf), während die weiteren Rufsignale in einem bestimmten Takt geschaltet werden (Weiterruf, 5-Sekunden-Ruf). Wird eine Amtsverbindung zu der Abfragestelle einer Nebenstelle zugeteilt und meldet sich diese Nebenstelle nicht innerhalb einer bestimmten Zeit, so erfolgt Wiederanruf bei der Abfragestelle. *Paul*

Rufgabelklinkenübertragung → Klinkenübertragung.

Rufkapazität (R) ist die Anzahl aller innerhalb einer Hauptverkehrsstunde maximal aussendbaren Rufe. Sie hängt ab von der Übertragungsdauer (r) (in Sekunden) für ein Codesignal und von der erforderlichen Pause (p) (in Sekunden) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rufen in einem Rufkanal.

Rufleitungen sind Leitungen (Ltgn), in denen eine andere Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung durch Aussenden des Rufstromes durch ein dadurch ausgelöstes optisches Signal aufgefordert wird, in die Ltg einzutreten. Gegensatz: Halbautomatische Ltgn bzw. vollautomatische Ltgn.

Ruf- und Löschzahlenmethode → simulierter Fernmeldeverkehr.

Rufname → Kennung.

Rufnummer ist der von der DBP festgesetzte numerische Code für einen Fernsprechanschluß. Die R. werden in die amtlichen Rufnummernverzeichnisse (Codierlisten) eingetragen, welche als bekannte Informationen die Namen der Anschlußinhaber in alphabetischer Folge und ggf. Angaben über dessen Beruf und die Lage der Sprechstellen enthalten (→ Amtl. Fernsprechbuch). Die zugeteilte R. kann durch die DBP später geändert werden. Die Notwendigkeit dafür ergibt sich z. B. häufig bei Netzerweiterungen. Eine offene R. ist eine R., die keinen Kennziffernanteil eines Netzbereiches enthält. Eine verdeckte R. ist eine R., die neben dem eigentlichen offenen Rufnummernteil auch Kennziffern für einen oder mehrere Netzbereiche enthält. Kann durch Wahl einer R. nur ein einziger Hauptanschluß — sei es ein Einzel- oder Gemeinschaftsanschluß — angesteuert werden, so handelt es sich um eine Einzelrufnummer; das Gegenteil ist die → Sammelrufnummer. Die Vergabe der R. obliegt der zuständigen Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen bei den Fernmeldeämtern mit Teilnehmerdiensten. Eine Besonderheit bilden die Kurzrufnummern; über diese werden vornehmlich angesteuert: Polizei, Feuerwehr (→ Notruf) und für den Fernmeldeverkehr wichtige Dienstanschlüsse der DBP—wie Entstörungsstelle, Telegrammaufnahme, Fernsprechauskunft.

Aussprache der Rufnummer. Die Ziff. der R. müssen deutlich und sorgfältig, möglichst mundartlich frei ausgesprochen werden. Dabei sind folgende

Grundsätze für die Aussprache der Ziff. 0 bis 9 zu beachten:

Einstellige Zahlen

0	null	kurzer Vokal
1	einss	scharfes s
2	zwoh	langes o für ei
3	drei	wie Sprachgebrauch
4	fier	langes i und betontes r
5	fünf	scharfes f im An- und Auslaut, kurzes ü
6	sex	wie Sprachgebrauch
7	sieben	Betonung auf der ersten Silbe, langes i
8	acht	wie Sprachgebrauch
9	neun	wie Sprachgebrauch

Zweistellige Zahlen

10 einss/null, 12 einss/zwoh, 20 zwoh/null, 35 drei/fünf.

Drei- und mehrstellige Zahlen

Sie werden von rechts beginnend in Gruppen zerlegt; dreistellige in zwei Gruppen, von denen die erste eine Ziff., die zweite zwei Ziff. enthält; vierstellige in zwei Gruppen zu je zwei Ziff.; fünfstellige in drei Gruppen, von denen die erste eine Ziff., die beiden anderen Gruppen je zwei Ziff. enthalten usw. Die Gruppen werden bei der Übermittlung durch eine kurze Pause getrennt: 1-00 1-06 12-24 4-35-76 82-35-89 usw. Bei den Funk-R. der Fahrzeuge sind die ersten beiden Ziff. bei der Übermittlung getrennt zu behandeln, da sie das Teilnehmergruppenkennzeichen bilden und damit die beim Verbindungsaufbau (→ Verbinden im handvermittelten Ferndienst, → Leitverfahren nach Ortsnetzkennzahlen) zu benutzende Leitung beinhalten: 21 — 2-34-76 usw. Im Auslandsferndienst muß jede Ziff. einzeln an die → Vermittlungskräfte des Auslandes ohne eine Gruppenzerlegung übermittelt werden.

Breidt/Trommer

Rufnummerngeber für das öffentliche Fernsprechnetz. R. gestatten die selbsttätige Wahl bestimmter Kennzahlen und Rufnummern. R. können ihrem Verwendungszweck nach bei Teilnehmersprechstellen als → private Zusatzeinrichtung im Rahmen der Anschließungsanweisung oder in → Nebenstellenanlagen als Ergänzungsausstattung eingerichtet werden. Bei den privaten Zusatzeinrichtungen gibt es für R. u. a. auch die Bezeichnungen automatischer Rufnummerngeber, Rufnummern-Wähleinrichtung und Rufnummernwähler. R. können an die Sprechapparate eines einfachen Hauptanschlusses oder einer Nebenstelle angeschlossen werden; aber auch die Zuordnung zu wenigen oder allen Nebenstellen und zur Abfragestelle (ohne und mit Bindung an z. B. Anschlußorgane für Amtsleitungen) einer Nebenstellenanlage ist möglich.

R. haben Speicher für häufig benutzte Kennzahlen und Rufnummern sowie Betätigungseinrichtungen. Mit Zielen beschriftete Auslösetasten für die Wahl bis 16 Ziffern können in 30teiligen Einheiten zusammengefaßt sein. Bei einigen Geräten erfolgt die Wahl nach Einstellen eines alphabetischen Registers mit einem gemeinsamen Betätigungshebel oder einer Starttaste. Andere R. können in Nebenstellenanlagen auch mit den Nummernschaltern der Fernsprechapparate durch Wahl ein- oder zweistelliger Kurzrufnummern betätigt werden. Bei R. mit Lochkarten als Speichermittel werden Lochkarten mit markierten Zielen in das Gerät eingelegt und an Fühlkontakten vorbeigezogen, die beispielsweise einen besonders angetriebenen Nummernschalter steuern. R. haben im wesentlichen mechanische, elektromechanische und elektromagnetische Speicher sowie Lochkarten als Speichermittel.

Als Beispiel für die Wirkungsweise wird ein R. mit mechanischem Scheibenspeicher erläutert: Aus runden, verzahnten Messingscheiben, die auf eine Welle aufgereiht sind, werden Zähne so herausgebrochen, daß die stehenbleibenden Zahnreihen den Ziffern der Kennzahlen und Rufnummern entsprechen und die Zahnlücken die Ziffern voneinander trennen. Die auf diese Weise markierte Impulsreihe wird von einem Fühlhebel abgetastet, der die Impulskontakte eines Nummernschalters mit Federwerkantrieb entsprechend der gespeicherten Rufnummer steuert.

Die Auswahl der Ziele und das Herrichten des R. ist Sache des Teilnehmers bzw. des Apparatelieferers. Bei einigen R. mit magnetischem Speicher gibt es besondere Einspeichergeräte mit eingebautem Nummernschalter. R. können zusätzliche Merkmale haben, beispielsweise eine besondere Irrungs- oder Löschtaste, um die Wahl an beliebiger Stelle, z. B. bei gassenbesetzt, unterbrechen zu können. Auch die Kombination mit → Anrufwiederholer ist möglich. Beim Wählen von außergewöhnlich vielstelligen Rufnummern können sich R. mit dem Nummernschalter im Fernsprechapparat ergänzen. Werden R. in Fernsprechapparate eingebaut, so zählen diese Apparate als Sprechapparate in Sonderanfertigung. Die technischen Bedingungen für R. und andere automatische Wählgeräte entsprechen den Bedingungen für die Wähleinrichtungen im Fernsprechapparat. Beispielsweise beträgt bei Impulswahl die Zeitdauer von 10 Impulsen des Stromstoßkontaktes 1000 ± 100 ms und das Verhältnis von Unterbrechungs- und Schließungszeit im Mittel 1,6 : 1 mit den Grenzwerten 1,4 : 1 bis 1,8 : 1; der Impulskontakt für die Wählimpulse muß eine geeignete Funkenlöschung haben. Für die Zeit zwischen zwei Ziffern ist bei Impulswahl der untere Grenzwert auf 800 ± 150 ms festgelegt. Bei Tastenwahl ergibt sich der untere Grenzwert aus dem statistisch ermittelten Teilnehmerverhalten, weil hieraus die Zahl der Wahlempfänger festgelegt wird. Der obere Grenzwert für die Zeit zwischen zwei Ziffern ergibt sich in technischer Hinsicht unabhängig vom Wahlverfahren aus der Registerabschaltzeit der Vermittlungseinrichtung.

Zahlengeber für Sprechstellen ist die allgemeine Bezeichnung der als private Zusatzeinrichtungen zugelassenen Wahlhilfen für Teilnehmersprechstellen.

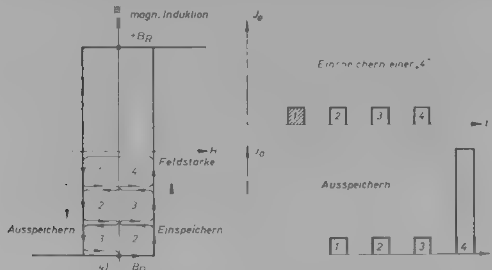
Impulszahlengeber: Die Ergänzungsausstattung der mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen enthält »Impulszahlengeber« für die Wahl beliebiger Kennzahlen und Rufnummern ohne und mit Bindung an Anschlußorgane für Amtsleitungen usw. Bei diesen Einrichtungen werden die Ziffern einer Rufnummer

mit Hilfe von 10 Tasten nacheinander eingetastet, von einem Speicher mit Kondensatoren, Relais oder anderen Schaltmitteln aufgenommen und in Form von Wählimpulsen ausgesendet. Die I. werden u. a. auch mit Zahlengebern, Relaiszahlengebern, Speicherzahlengebern und Kondensatorzahlengebern bezeichnet. Werden I. in Fernsprechapparate eingebaut, so sind diese Apparate Sprechapparate in Sonderanfertigung.

Zieltasten gehören wie die Impulszahlengeber zur Ergänzungsausstattung von mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen. Sie ermöglichen das selbsttätige Aussenden von Impulsreihen wie Rufnummerngeber. Nach einem kurzen Tastendruck auf mit »Zieltasten« bezeichnete Auslösetasten werden festeingestellte (festverdrahtete) Kennzahlen und Rufnummern unter Verwendung der Schaltmittel eines Impulszahlengebers ausgesendet (unvollständige Rufnummerngeber). Für jedes Ziel ist eine Taste erforderlich. Das Zieltastenfeld muß jedoch mindestens 5 Tasten haben. *Paul*

Rufnummernplan im Telexnetz → Telex-Rufnummern- und -Kennzahlenplan.

Rufnummernspeicher. Der R. ist als Funktions- und Baueinheit dem KRg 62 fest zugeordnet. In diesen Speicher gelangen nach Füllung des Kennzahlspeichers die nächsten Wahlserien, die in dem Register keiner Auswertung zugeführt werden, also in der Regel die E-Ziffer und die gesamte Teilnehmerrufnummer. — Der Rufnummernspeicher ist ein zyklischer Durchlaufspeicher, der 10 Speicherstellen in Form multistabiler Magnetspeicherkerne hat. Diese 10 Bandringkerne sind über getrennte, zyklisch umlaufende Relaisketten als Stellenordner, nämlich den Ein- und Ausspeicherordnern, zugänglich. —



Am Beginn der Eingabe wird jeder Kern in den Zustand negativer Sättigung gebracht. Sollen in einem Kern bis zu 10 Impulse registrierbar sein, muß die möglichst rechteckige Hystereseschleife zwischen ihren Sättigungszuständen in 9 definierte Zwischenlagen eines Remanenzzustandes gesteuert werden können. Dieses stufenweise Ummagnetisieren des Kerns gelingt mit genau bemessenen Erregungsenergien, nämlich mit Impulsen aus bis in die Sättigung durchgesteuerten Übertragern mit einem Kernmaterial, das dem der Zählkerne entspricht. Spannungs- und Temperaturschwankungen werden auf diese Weise eliminiert. Bei der Speicherung von n Impulsen wird der Kern mit n—1 quantisierten Erregungsschritten beaufschlagt, die dann eine ihrer Summe entsprechende Ummagnetisierung remanent hinterlassen. — Beim Ausspeichern wird der abgetastete Kern mit jedem aus einem Impulsgenerator gesendeten Impuls um einen Remanenzschritt rückgesteuert, in gleicher Weise quantisiert. Während der Sendung des n-ten Impulses durchläuft der Kern die negative Sättigung; durch die sehr verringerte Impedanz im Ansteuerungskreis beendet ein Relais die Sendung nach Ablauf des letzten Impulses. *Altehage*

Ruf- und Signalmaschine (RSM). In RSM werden die in Fernsprechvermittlungsstellen benötigten Ruf- und Signalspannungen erzeugt. Die Maschinen bestehen im wesentlichen aus einem 60-V-Einankerumformer und einem Signalgeber. Der Umformer hat getrennte Ankerwicklungen. Die 25-Hz-Rufspannung wird über 2 Schleifringe entnommen, die 450-Hz-Hörtonspannungen werden im Ständer erzeugt. Der Signalgeber formt die verschiedenen Signale. Er besteht aus einem Untersetzungsgetriebe, Steuernockenscheiben und Kontaktfedersätzen. Folgende Signale werden abgegeben: Rufzeichen, Besetztton, Flackerzeichen, Freiton, Wählton, Flackerschlußzeichen und ein 5-Minuten-Signal. Es werden je nach Größe der Vermittlungsstellen RSM mit 5 VA, 15 VA oder 60 VA Rufleistung verwendet. Größere Vermittlungsstellen werden mit 2 RSM ausgerüstet, die in Störungsfällen automatisch umgeschaltet werden können.

Ruf- und Trennschaltereinschub → Fernschrank F 57.

Rufverfahren (Funk). In den nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdiensten wird der Teilnehmer in der Regel offen angerufen, d. h., die Anrufe können von allen Teilnehmern, die einen gemeinsamen Funkkanal benutzen, empfangen und abgehört werden. Ein offener Sprachanruf erfolgt entweder über besondere Anrufkanäle oder über die zum Führen von Gesprächen verwendeten Arbeitssprechwege.

Bei einem anderen Anruf-Verfahren werden bei den festen und den beweglichen Funkstellen Tonruf-Generatoren benutzt. Durch Tonrufauswerter werden nach Empfang dieses Tones die Lautsprecher zur Wiedergabe des folgenden Sprachanrufes automatisch eingeschaltet. Um zu vermeiden, daß die einem gemeinsamen Funkkanal zugeordneten Teilnehmer alle Anrufe abhören müssen, kann ein einzelner Teilnehmer oder eine Gruppe von Teilnehmern »selektiv« gerufen werden. Dabei erhält jede bewegliche Funkstelle eine besondere Fahrzeugfunknummer, mit welcher sie von der festen Funkstelle gerufen werden kann. Werden jedoch mehrere Teilnehmer gleichzeitig über ein und dieselbe Rufnummer gerufen, so spricht man von einem Gruppen-Selektivruf.

→ Selektivruf-Verfahren bieten darüber hinaus die Möglichkeit, daß für die Dauer eines Rufes und eines darauffolgenden Gespräches alle übrigen beweglichen Funkstellen auf dem gleichen Funkkanal gesperrt sind. Die einem Teilnehmer zugeteilte Rufnummer wird bei der festen Funkstelle codiert und von ihr

ausgesendet. Das von den beweglichen Funkstellen empfangene Codesignal wird durch einen dem Empfänger zugeschalteten Rufauswerter (Selektivrufsatz) entschlüsselt. Der Rufauswerter löst darauf ein akustisches oder optisches Rufsignal aus. *Pankow*

Rufverzugszeit bei Fernsprechverbindungen ist die Zeit, die von beendeter Wahl bis zum ersten Rufen des gewünschten Teilnehmers vergeht. In Direktwahlsystemen (heutige Ortssysteme) ist sie praktisch 0, in der Fernwahl hat sie endliche Größen (z. B. 0 bis 10 sec.) → Verbindungsaufbauzeit.

In Vermittlungssystemen mit Wartezeit (gelegentlich im Ausland) steigt in der Hauptverkehrsstunde die Rufverzugszeit an bis zu in Deutschland ungewohnten Werten (→ Verbindungsaufbauzeit).

Rufweiterschaltung in Fernsprech-Nebenstellenanlagen → Ruf.

Rufzeichen → Kennung.

Ruhen der Gebührenpflicht → Gebührenpflicht des Teilnehmers.

ruhende Abtastung → Rohrpostweichensystem mit automatischer Steuerung.

ruhende Umformer → Umformer.

Ruhepotential → Potential, elektrochemisches.

Ruhestrombetrieb → Betriebsweisen der Telegrafie.

Ruhezustand bei Röhren → Röhrenkennlinie.

Rukop, Hans, geb. 27. 2. 1883, gest. 3. 8. 1958. Professor Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. Studium der Physik und Mathematik mit Abschluß einer Doktorarbeit über »Elektrische Schwingungen sehr kleiner Wellenlängen«. 1914 Eintritt bei Telefunken (Leitung des Schwachstromlaboratoriums). 1927 o. Professor der Universität Köln (Leitung des neu gegründeten Lehrstuhls für technische Physik). 1933 Berufung in den Vorstand der Telefunken-Gesellschaft. 1950 Ruhestand; 1915 erfolgreiche Versuche einer drahtlosen Telephonie mit Hochvakuumröhren. Zahlreiche wissenschaftliche Aufsätze; Mitverfasser des »Lehrbuchs der drahtlosen Telegraphie«; Herausgeber der »Telefunkenzeitung« und der »Telefunkenröhre«. Ehrungen: Dr.-Ing. E. h. der TH Braunschweig; Philipp-Reis-Plakette; Großes Kreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik.

Literatur: Physikalische Blätter 1958, S. 467/468. NTZ 1958, H. 2, S. 102. H. M. Schulze: Pioniere des Nachrichtenwesens. NTZ 1958, H. 8, S. 431. 1955, H. 12, S. 668. FTZ 1954, H. 2, S. 95.

Rundfunk ist die ungerichtete Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen zum Zwecke von Ton- und/oder Fernsehdarbietungen für die Öffentlichkeit (→ Fernmeldehoheit).

Rundfunkanstalt ist die Bezeichnung für eine Anstalt des öffentlichen Rechts — insbesondere in der Bundesrepublik Deutschland —, deren Aufgabe die Durchführung und Verbreitung von Rundfunkdarbietungen (Ton- und/oder Fernsehrundfunk) ist.

Zu Beginn des öffentlichen Rundfunks in Deutschland (1923—1945) waren für diesen Zweck Gesellschaften auf privatrechtlicher Grundlage tätig (s. Handwörterbuch d. elektr. Fernmeldewesens Ausg. 1929, Verlag Julius Springer, Berlin). Nachdem ab 1945 alle Einrichtungen des Rundfunks nur unter Kontrolle der Besatzungsmächte betrieben werden konnten, wurden von 1948 ab mit deren Genehmigung Anstalten des öffentlichen Rechts geschaffen und durch Landesgesetze sanktioniert: Bayerischer Rundfunk, Hessischer Rundfunk, Nordwestdeutscher Rundfunk (NWDR), Radio Bremen, Süddeutscher Rundfunk und Südwestfunk. 1953 kam dazu die Deutsche Welle als R. zur Durchführung von Kurzwellensendungen nach Übersee. Als weitere selbständige R. wurde 1953 der Sender Freies Berlin (SFB), Ende 1956 der Saarländische Rundfunk gegründet. Ab 1. 1. 1956 wurde aus dem Nordwestdeutschen Rundfunk je eine selbständige R. Norddeutscher Rundfunk (NDR) und Westdeutscher Rundfunk (WDR) gebildet.

Organe einer R.: Intendant als verantwortlicher Leiter (Geschäftsführung), Verwaltungsrat (Ernennung des Intendanten, Überwachung der Geschäftsführung), Rundfunkrat als Vertreter der Öffentlichkeit (Beratung, Entlastung des Verwaltungsrats).

Zur Wahrnehmung gemeinsamer Interessen und Bearbeitung gemeinsamer Fragen gründeten die Landesrundfunkanstalten 1950 die Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD). Als gemeinsame Aufgabe betreibt die ARD unter Leitung eines Fernsehkoordinators (mit Koordinationsbüro) das 1. Fernsehprogramm »Deutsches Fernsehen« mit einem Gemeinschaftsprogramm. Die einzelnen R. strahlen außerdem sog. Regionalprogramme aus.

Durch Bundesgesetz wurden 1960 die Deutsche Welle (s. o.) in eine R. des Bundesrechts umgewandelt und [illegible] Deutschlandfunk als Träger eines für ga[illegible] Deutschland bestimmten Tonrundfunkprogramms errichtet. Diese beiden Bundesrundfunkanstalten gehören seit 1962 ebenfalls der ARD an.

Durch Staatsvertrag der Länder wurde 1961 als Träger des 2. Fernsehprogramms die R. Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF) mit Sitz in Mainz gegründet.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen (mit zahlreichen Literaturangaben), Hans Bredow-Institut, Hamburg.

Scherber

Rundfunkdienst ist ein Funkdienst, dessen Aussendungen zum unmittelbaren Empfang durch die Allgemeinheit bestimmt sind.

Dieser Funkdienst kann
Tonsendungen — Ton-Rundfunk —,
Fernsehsendungen — Fernseh-Rundfunk —
oder andere Arten von Sendungen umfassen.

Mit Rundfunksendestelle bezeichnet man eine zur Durchführung von Rundfunkdiensten bestimmte Sendefunkstelle. Aufgenommen werden solche Sendungen von Rundfunkempfangsstellen.

Rundfunkempfänger → Rundfunktechnik.

Rundfunk- und Fernsehorganisation, internationale → Internationale Rundfunk- und Fernsehorganisation.

Rundfunkgenehmigung. Fernmelderechtlicher Kurzbegriff zur Kennzeichnung der unter bestimmten Auflagen erteilten Genehmigung zum Errichten und Betreiben von Ton- und/oder Fernseh-Rundfunkempfangsanlagen.

Inhaber einer solchen Genehmigung dürfen nur solche Sendungen empfangen, die im Sinne der Begriffsfestlegung für → Rundfunkdienste ausdrücklich für die Allgemeinheit bestimmt sind.

Unbeabsichtigt aufgenommene andere Sendungen dürfen weder aufgezeichnet, noch anderen Personen mitgeteilt, noch für irgendwelche Zwecke ausgewertet werden; das Vorhandensein solcher Sendungen darf auch anderen Personen nicht zur Kenntnis gebracht werden.

Zur Vermeidung von Funkstörungen wird die Zulassung von Rundfunkempfangsanlagen von dem Vorhandensein bestimmter technischer Eigenschaften der Empfänger abhängig gemacht (→ Genehmigung von Funkanlagen).

Rundfunkgesellschaft → Rundfunkorganisation.

Rundfunkkabel → Bezirkskabel.

Rundfunkleitung, früher die betriebliche Bezeichnung für Tonleitungen.

Rundfunkleitungs-Prüfgerät dient dem Betrieb zur schnellen Prüfung der Tonübertragungs-Wege nach ihrem Zusammenschalten. Der selbsttätige Meßvorgang erfaßt die Fremdspannung der Leitung sowie den Frequenzgang der Leitungsdämpfung. Da die Messung nur 1 Minute dauert, läßt sie sich in der Vorbereitungszeit einer Sendung oder während einer Sendepause durchführen. Der Sendeteil des Gerätes besteht aus einem Ablaufsender. Er gibt nach einem 800Hz-Ton, der mit einer Stationskennung im Morsealphabet modulierbar ist, das Prüfsignal in stetiger Folge von 30 Hz bis 15 000 Hz (20 000 Hz) auf die Leitung. In einer kurzen Pause zwischen der Stationskennung und dem Prüfsignal schließt er die Leitung mit 600 Ohm für die Dauer der Messung der Fremdspannung ab. Der Empfangsteil besteht aus einem Aussteuerungsmesser als Anzeigegerät und an dessen Schreiberausgang angeschlossen einem Lichtpunktlinienschreiber zum Registrieren der Meßergebnisse. Dieser Schreiber zeichnet die Kurve mit einem Lichtstrahl, der von einer Quecksilber-Höchstdrucklampe erzeugt wird, auf einem für ultraviolettes und blaues Licht besonders empfindlichen Papier auf. Der Schrieb ist ohne Entwicklung sofort sichtbar. An Stelle des Lichtpunktlinienschreibers kann ein schneller Wachspapierschreiber mit Drehmagnetmeßwerk verwendet werden.

Literatur: Postleitfaden Meßtechnik, 1. Teilband 1962 R. v. Deckers-Verlag, G. Schenk, Hamburg–Berlin, S. 126, 445, 446, 463.

Rundfunkorganisation. Zusammenfassender Ausdruck für Unternehmen jeder Art, die Rundfunksendungen (Ton- und/oder Fernsehsendungen) veranstalten, d. h. produzieren und ausstrahlen. Eine R. kann sein: privatrechtliche Gesellschaft (Rundfunkgesellschaft), wie z. B. vor allem in USA; Anstalt des öffentlichen Rechts, wie in zahlreichen westeuropäischen Ländern, insbesondere die → Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland; staatliche Behörden, wie in den sog. Ostblockländern.

In der BRD und Berlin (West) sind außer den deutschen Rundfunkanstalten noch folgende R. tätig: American Forces Network (AFN), Voice of America, British Forces Broadcasting Service (BFBS), Radio Forces Françaises de Berlin (FFB), Radio Europa No. 1, Radio Freies Europa (RFE), Radio Liberty, RIAS (Rundfunk im amerikanischen Sektor Berlins). R. in der Ostzone Deutschlands ist das Staatliche Rundfunkkomitee bzw. der »Deutsche Demokratische Rundfunk«.

Literatur: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen, Verlag Hans Bredow-Institut, Hamburg.

Rundfunksendernetzplanung → Sendernetzplanung.

Rundfunkstörung → Funkentstörung, → Funkstörungsmeßdienst.

Rundfunktechnik. Die R. wendet hochfrequente ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen zur drahtlosen Nachrichtenübermittlung an. Sie umfaßt die Erzeugung dieser Schwingungen, die Sender- und Empfangsanlagen, sowie die Umwandlung akustischer Schwingungen in elektrische und umgekehrt.

Die Hochfrequenzschwingungen werden im Sender mittels Elektronenröhren erzeugt und deren Frequenz durch den elektrischen Schwingungskreis bestimmt. Die Trägerschwingung wird mit den zu übertragenden Tonfrequenzen moduliert und über ein Hochfrequenzkabel an die Antenne weitergeleitet. Die Sender in den Rundfunkwellenbereichen Lang, Mittel und Kurz sind amplitudenmoduliert. Bei der Amplitudenmodulation bilden die Modulationsfrequenzen beiderseits der Trägerfrequenz ein Spektrum, dessen Umfang der doppelten höchsten Modulationsfrequenz entspricht. In Europa beträgt der Abstand der Senderfrequenzen 9 kHz. Die höchste Modulationsfrequenz wäre damit auf 4,5 kHz begrenzt. In der Praxis wird aber häufig ein breiteres Modulationsband übertragen, um eine bessere Wiedergabequalität zu ermöglichen. Die damit verbundene Überlappung der Seitenbänder zweier frequenzbenachbarter Sender stört bei Empfang des Ortssenders nicht, weil dieser Sender eine hohe Empfangsspannung liefert. Bei der Frequenzmodulation wird die Frequenz der Hochfrequenzschwingung im Takte der Modulationsfrequenz verändert. Je höher die Modulationsfrequenz, umso schneller erfolgt die Frequenzänderung. Die Lautstärke wird dagegen durch die Größe der Frequenzänderung, den Frequenzhub, bestimmt. Im Gegensatz zu den vorgenannten Wellenbereichen sind die Rundfunksendungen im UKW-Bereich frequenzmoduliert. Der große Frequenzabstand der Sender

ermöglicht die Übertragung von Modulationsfrequenzen bis zu 15 kHz. Damit ist eine wesentlich bessere Wiedergabequalität als bei amplitudenmodulierten Sendungen zu erreichen. Äußere, durch Amplitudenstörungen bedingte Änderungen der Trägerschwingung lassen sich im UKW-Empfänger mit einfachen Schaltungsmitteln beseitigen, damit ist der Empfang im UKW-Bereich auch bedeutend störungsfreier als in den anderen Wellenbereichen. Die Frequenzen der Rundfunksender sind seit 1950 durch den Kopenhagener Wellenplan festgelegt: Langwelle: 150 ... 285 kHz, Mittelwelle: 520 ... 1610 kHz. Im Frequenzbereich von 2 — 26 MHz (Kurzwellenbereich) sind den Rundfunksendern einzelne Bänder mit einer Frequenzbreite von 250 — 350 kHz vorbehalten: 11 m, 13 m, 16 m, 19 m, 25 m, 31 m, 41 m, 49 m, 60 m, 75 m, 90 m, 130 m. Die Rundfunksender im UKW-Bereich arbeiten in Europa mit den Frequenzen von 87,5 ... 104 MHz, in USA von 87,5 ... 108 MHz. Der Rundfunkempfänger hat die Aufgabe, die von der Empfangsantenne aus dem elektromagnetischen Feld aufgenommene Energie zu verstärken, aus der modulierten Trägerfrequenz den Modulationsinhalt zu gewinnen und hörbar zu machen. Der einfachste Empfänger ist die Detektorschaltung mit Kopfhörer, die die Modulationsschwingung von der Trägerfrequenz durch Gleichrichterwirkung trennt und die niederfrequenten Schwingungen im Kopfhörer in akustische Schwingungen umwandelt. Ein Empfänger, der die Hochfrequenz verstärkt, gleichrichtet und die Modulationssignale in einem Niederfrequenzteil weiter verstärkt, nennt man → Geradeausempfänger. Beim → Überlagerungsempfänger wird die empfangene Hochfrequenz in eine neue Frequenz, die Zwischenfrequenz umgesetzt. Die Rundfunkempfänger wenden fast ausschließlich das Überlagerungsprinzip an.

Die Entdeckung der Verstärkereigenschaften von Halbleitern im Jahre 1948 hat dem Rundfunkempfängerbau neue Impulse gegeben. Infolge der Vorteile des Transistors gegenüber der Röhre, kleine Abmessungen, Wegfall der Heizung und hohe Zuverlässigkeit hat dieses Verstärkerelement die Röhre in Rundfunkgeräten völlig verdrängt. Der Transistor ermöglicht den Bau von transportablen Geräten mit wirtschaftlichem Betrieb. Aber auch stationäre Geräte (Heimempfänger) werden mit Transistoren ausgerüstet. Vorteil: sofortige Betriebsbereitschaft und geringe Wärmeentwicklung. Nach der Stromart unterscheidet man Wechselstrom-, Allstrom- und Batterieempfänger. Von der Anwendung her Kofferempfänger und → Autoempfänger.

Literatur: H. Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Bd. 1 u. 2. Leipzig 1960 — A. Nowack, F. Schilling, Empfangstechnik frequenzmodulierter Sendungen, Hannover 1955 — W. Kausch, Bausteintechnik bei transistorisierten Rundfunkempfängern, Telefunken-Ztg. 34 (1961), S. 121–130.

Franke

Rundfunkübertragung (Tonübertragung, Fernsehübertragung) ist die Übermittlung von Rundfunkdarbietungen (Tonrundfunk oder Fernsehrundfunk) zwischen zwei örtlich verschiedenen Stellen mit fernmeldetechnischen Mitteln, d. h. ohne körperliche Übersendung eines Nachrichtenträgers. Im einzelnen kann je nach Zweck unterschieden werden:

a) Übertragung von außerhalb des Studios aufgenommenem Programm zum Studio (Zubringerübertragung),

b) Übertragung vom Studio zum Sender,

c) Programmaustausch (national oder international) zwischen Studios bzw. Rundfunkorganisationen.

R. kann über Kabel, Funk (auch Satellitenfunk), Richtfunk oder Ballempfang (→ Ballempfänger) erfolgen. Mit Ausnahme der R. über Ballempfang, die auch von Rundfunkanstalten durchgeführt wird, ist in der BRD für die Durchführung von R. ausschließlich die DBP zuständig. Sie stellt auf Antrag die dazu erforderlichen Übertragungsmittel (Tonleitungen, Fernsehleitungen usw.) bereit. Von den Rundfunkorganisationen werden dafür Gebühren erhoben, und zwar entweder nach besonderen Gebührenbestimmungen oder aufgrund von Vereinbarungen über eine pauschale Abgeltung in Form eines bestimmten Anteils an der Rundfunkteilnehmergebühr.

Zur Durchführung von R. sind bei der DBP besondere Dienststellen für den Ton- und Fernsehübertragungsbetrieb eingerichtet, denen die Entgegennahme von Anträgen, die Vorbereitung der Übertragungen und die Betriebsabwicklung obliegen. OPDn, in deren Bezirk eine der 9 Landesrundfunkanstalten ihren Sitz haben, sind geschäftsführende OPDn für den Ton- und Fernsehübertragungsbetrieb, bei denen ein besonderer Bezirksbeamter dafür tätig ist. Bei einem Betriebsamt dieser OPDn ist jeweils eine Ton- und Fernsehübertragungsstelle (Tn/TVÜSt) für die Betriebsabwicklung vorhanden. Für internationale Übertragungen ist die Zentralstelle für Ton- und Fernsehübertragungen (ZSt Tn/TV) in Frankfurt (Main) zuständig.

Die Rundfunkorganisationen stellen Anträge auf R. bei der für sie zuständigen Tn/TVÜSt. Diese legt im Benehmen mit den beteiligten Dienststellen die zu benutzenden Übertragungswege fest und veranlaßt alles Erforderliche, damit diese zum gewünschten Zeitpunkt bereitgestellt werden. Jeder Antrag auf R. (Ton- oder Fernsehrundfunk) enthält neben der Angabe der tatsächlichen Anfangszeit für die vorgesehene Programmübertragung und der voraussichtlichen Schlußzeit noch eine weitere Zeitangabe, den Beginn der Vorbereitungszeit, das ist der Zeitpunkt, zu dem die Leitung dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden soll. Während der Vorbereitungszeit können die Rundfunkorganisationen Prüfsignale und Testbilder übertragen. Die Dienststellen der DBP (international: der Fernmeldeverwaltungen) überprüfen die Leitungsverbindung schon vorher während der sog. Einregelungszeit. Während der Vorbereitungszeit und der eigentlichen Programmübertragung dürfen sie nur in Störungsfällen eingreifen.

Wenn ein Programm gleichzeitig an mehrere Empfänger (z. B. Studios) übertragen werden soll, wird unterschieden:

1. Verzweigte Übertragung = Leitungsverzweigung bei einer Dienststelle der DBP,

2. Verteilte Übertragung = Verteilung des Programms bei einer der beteiligten Rundfunkorganisationen.

Als Zweiwegeübertragung wird eine R. bezeichnet, wenn für ein Programm Übertragungswege zwischen zwei Orten (Studios) in beiden Übertragungsrichtungen gleichzeitig bereitzustellen sind. *Scherber*

Rundfunkversorgung. Die R. durch einen Ton- bzw. Fernsehrundfunksender ist sichergestellt, wenn die Rundfunkteilnehmer diesen Sender ausreichend störungsfrei empfangen können. Dazu ist erforderlich, daß im Versorgungsbereich des Senders eine bestimmte Mindestfeldstärke nicht unterschritten wird und daß keine Interferenzstörungen durch andere Sender auftreten können. (→ Sendernetzplanung, → Frequenzverteilung). In dem großen Frequenzbereich, in dem die Frequenzzuweisungen für Ton- und Fernsehrundfunk nach internationaler Vereinbarung erfolgt sind (s. Tabelle), herrschen unterschiedliche Ausbreitungsverhältnisse der elektromagnetischen Wellen. Wird ein amplitudenmodulierter Ton-Rundfunksender im Lang- und Mittelwellenbereich eingesetzt, so ist der Versorgungsbereich dieses Senders am Tage im wesentlichen durch die Bodenwelle bestimmt. Da mit Gleich- oder Nachbarkanalstörungen kaum zu rechnen ist, wird die Versorgung in der Regel durch die Mindestfeldstärke begrenzt. Aus den Ausbreitungskurven der elektromagnetischen Wellen ist zu entnehmen, daß die Dämpfung der Bodenwelle mit steigender Frequenz zunimmt. Hieraus folgert bei gleicher Leistung eines Senders die bessere Tagesversorgung im Langwellenbereich und im Bereich der längeren Mittelwellen (sog. Tagesfrequenz). Die im Lang- und Mittelwellenbereich während der Tagesstunden stark gedämpfte Raumwelle wird dagegen in der Dämmerung und während der Nachtstunden in zunehmendem Maße wirksam. Neben dem regionalen oder primären Bodenwellen-Versorgungsgebiet eines Senders ergibt sich während der Nacht noch ein überregionales oder sekundäres Versorgungsgebiet, das durch die Feldstärke der Raumwelle bestimmt wird. Bedingt durch die Eigenart der Ausbreitung über die → Ionosphäre, ist die Versorgung in diesem Gebiet allerdings wesentlich weniger stabil als in dem regionalen Versorgungsgebiet der Bodenwelle. In Gebieten, in denen die Feldstärken der Raum- u. Bodenwellen um weniger als 8 ... 10 dB differieren, ist der Empfang durch Schwunderscheinungen gestört. Eine Vergrößerung des nächtlichen Primärversorgungsradius wird erreicht durch Reduktion der Raumwelle mit technischen Mitteln (flaches Vertikaldiagramm der Sendeantenne). Das sekundäre Versorgungsgebiet ist i. allg. nicht mehr durch die Mindestfeldstärke, sondern durch die Störwirkung der Gleich- und Nachbarkanalsender begrenzt. Werden dagegen amplitudenmodulierte Ton-Rundfunksender in den Kurzwellenbereichen eingesetzt, erfolgt die Wellenausbreitung ausschließlich über die Ionosphäre. Aufgabe des Kurzwellenrundfunks ist, weit entfernte Empfangsgebiete mit Programmsendungen zu versorgen. Um ein bestimmtes Gebiet z. B. in Übersee regelmäßig ausreichend versorgen zu können, müssen die Sendefrequenzen in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit sorgfältig ausgewählt werden. Nach den Bestimmungen der Vollzugsordnung für den Funkdienst werden die Frequenzen der Kurzwellen-Rundfunksender der Welt vom IFRB in jahreszeitlichen Sendeplänen zusammengestellt, koordiniert und veröffentlicht.

Tabelle
der Frequenzzuweisungen für den Ton- und Fernsehrundfunk

Tonrundfunk		
Langwelle	(LW)	150 ..... 285 kHz
Mittelwelle	(MW)	520 ..... 1605 kHz
Kurzwelle	(KW)	3950 ..... 26100 kHz in neun Bereichen von max. 500 kHz
Ultrakurzwelle	(UKW)	
= Bereich II	(VHF)	87,5 ..... 104 MHz
Fernsehrundfunk		
Bereich I	(VHF)	47 ..... 68 MHz
Bereich III	(VHF)	174 ..... 230 MHz
Bereich IV/V	(UHF)	470 ..... 790 MHz

Die Qualität der Kurzwellenversorgung ist nicht immer befriedigend, da sich Schwunderscheinungen nicht vermeiden lassen. Das in den Kurzwellenbereichen übliche 5 kHz-Raster trägt außerdem dazu bei, daß die Versorgung häufig durch andere Sender beeinträchtigt wird.

Andere Verhältnisse ergeben sich bei Verwendung frequenzmodulierter Ton-Rundfunksender im UKW-Bereich (Rundfunkbereich II).

Hier bestimmen die → troposphärische Wellenausbreitung und der Einfluß des Geländes die erzielbare Versorgung in den Meterwellenbereichen. Die örtliche und zeitliche Streuung der Nutz- und Störfeldstärken machen es notwendig, daß man das Versorgungsgebiet eines Senders mit Hilfe der → mathematischen Statistik der Wellenausbreitung berechnen muß. Unter der Voraussetzung ausreichender Nutzfeldstärke ist die Qualität des frequenzmodulierten Tonrundfunks sehr gut, da von den Sendern eine große Niederfrequenz-Bandbreite (12 bis 15 kHz) übertragen wird und der Rundfunkteilnehmer mit stabilen Empfangsverhältnissen rechnen kann. Für einen störungsfreien Empfang von stereofonischen Sendungen wird es in vielen Fällen allerdings erforderlich sein, eine Richtempfangsantenne einzusetzen.

Die Ausbreitung des Fernseh-Rundfunks in den Meter- und Dezimeterwellenbereichen (Rundfunkbereiche I/III und IV/V) ist vergleichbar mit der vorstehend beschriebenen Wellenausbreitung im Rundfunkbereich II. Die größere Empfindlichkeit des Fernsehsignals gegenüber Störungen erfordert jedoch neben einer höheren Mindestfeldstärke vor allem einen größeren Schutzabstand gegen Interferenzstörungen. Das hat zur Folge, daß sich die Versorgung schwieriger gestaltet. In den rechnerisch ermittelten Versorgungsgebieten treten durch Abschattungen im bergigen Gelände Versorgungslücken auf, die durch zusätzliche Sender, sog. Füllsender

(→ Fernsehumsetzer) kleiner (1 ... 100 W) und mittlerer (100 ... 1000 W) Strahlungsleistung, geschlossen werden müssen.

Auf Seiten des Teilnehmers ist, um einen guten Fernsehempfang zu haben, eine sorgfältig errichtete Empfangsanlage notwendig. Dabei ist Voraussetzung, daß eine Richtantenne verwendet wird, die bei schwierigeren Empfangsverhältnissen, z. B. beim Auftreten von Reflexionen, eine gute Bündelung und eine ausreichende Rückdämpfung aufweisen muß.

Literatur: W. Biermann, Verfahren zur Bestimmung der Versorgungsgebiete von Sendern in den Ton- und Fernseh-Rundfunkbereichen und ihre Anwendung bei der Planung von Rundfunksendernetzen; Fernmelde-Ing. 15 (1961), Heft 8 und 10 — Internationaler Ausschuß zur Frequenzregistrierung (IFRB), Technical Standards, Serie A, 4th Edition, 1968 — International Telecommunication Union (ITU), African Broadcasting Agreement, Genf 1966 — International Radio Consultative Committee (CCIR), Documents of the XI Plenary Assembly, Oslo 1966, Volume II (Propagation), Volume V (Sound Broadcasting, Television) — Vollzugsordnung für den Funkdienst, Genf 1959.

Berndts

Rundgänge → Prüf- und Rundgänge.

Rundschreiben. Ein von einer Zentralstelle oder einer dazu ermächtigten Fernschreibstelle an mehrere oder viele Außenstellen gerichtetes Fernschreiben. Es soll möglichst bei allen Empfängern zur selben Zeit eingehen. Je größer die Zahl der Empfänger, um so schwieriger wird das gleichzeitige Absetzen. In → Fernschreibsondernetzen, neuerdings aber auch im Telexdienst, immer häufiger anzutreffendes Verfahren der Nachrichtenübermittlung.

Rundschreibplatz. In der handbedienten und halbautomatischen Fernschreibvermittlungstechnik angewandte Einrichtung für die Herstellung von Rundschreibverbindungen. Es gibt zusätzliche Rundschreibschienen für übliche Fernschreibvermittlungsschränke mit beschränkter Schaltmöglichkeit und spezielle Rundschreibplätze oder Rundschreibschränke mit Schaltmöglichkeiten für mehrere Hundert Empfänger → Rundschreibschaltung.

Rundschreibschaltung. Die Technik der R. ist ein Teil der → Sammelverbindungstechnik. Ein Sender gibt Nachrichten gleichzeitig an einen Teil der Empfänger oder an alle, die jedoch nicht antworten können. Möglichkeit, am Anfang oder am Ende der Nachrichtenübermittlung von der Sendefernschreibmaschine die Kennung oder eine Textbestätigung von den Empfangsstellen nacheinander anzufordern. In einfachen Rundschreibanlagen ist sogar hierauf verzichtet worden.

Die Rundschreibtechnik kann mit handbedienten, halbautomatischen und vollautomatischen Fernschreibvermittlungssystemen gekoppelt sein. Einfachste, allerdings in der Entfernung (etwa 25 km) und in der Zahl der Empfangsstellen (etwa 4 bis 5) beschränkte Technik bildet eine Ringleitung. Für größere Teilnehmergruppen und Verbindungen über Vermittlungsanlagen sind besondere Rundschreibeinrichtungen einzusetzen. Eine angemeldete Sendung wird bei dieser Technik auf 5 (Orts- oder Fern-) Leitungen weitergeleitet, an die weitere Gruppen parallel oder kaskadenartig angeschlossen werden können. S. auch unter Sammelverbindungen.

Literatur: F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik 1. Teil. Herzog-Verlag, Goslar 1962 — E. Roßberg und H. Korta, Fernschreib-Vermittlungstechnik. Verlag R. Oldenbourg, München 1959.

Rundsendenetz → Knotennetz.

Rundstrahlantenne → Rundstrahler.

Rundstrahlcharakteristik → Richtcharakteristik, → Rundstrahler.

Rundstrahlelement → Rundstrahler.

rundstrahlende Wendelantenne → Rundstrahler, → Wendelantenne.

Rundstrahler (→ Breitbandantenne, → Dipolantenne) ist eine Antenne mit im wesentlichen kreisförmiger Horizontalcharakteristik (Rundstrahlcharakteristik). Ein Antennengewinn kann nur durch Bündelung der Strahlung in der Vertikalen erzielt werden, d. h. durch Übereinanderstocken von gleichartigen Rundstrahlelementen.

1. R. mit vertikaler Polarisation.

Die gegen Erde erregte → Vertikalantenne oder Monopolantenne ist eine offene Antenne, die als ein Teil eines Dipols wirkt, dessen anderer Teil durch das elektrische Spiegelbild in der Erde oder im Erdsystem dargestellt wird. In der einfachsten Form besteht diese Antenne aus einem vertikalen Stab, üblicherweise etwa $\lambda/4$ lang; ohne Nachstimmung nur in einem sehr engen Frequenzbereich brauchbar. Breitbandige Ausführungen sind Rotationskörper mit großen Querabmessungen (→ Breitbandantennen). Die Länge der linearen Monopolantenne kann man wesentlich verkleinern, ohne damit die Strahlungseigenschaften oder den Wirkungsgrad merklich zu verschlechtern, indem man an dem freien Ende eine zusätzliche Kapazität anbringt. Die Endkapazität besteht i. allg. aus einem oder mehreren horizontalen parallelen Drähten mit Mittel- bzw. Endzuführung; entsprechend nennt man diese Antennen T-Antenne bzw. L-Antenne. Spannt man mehrere Drähte strahlenförmig schräg nach unten, so erhält man eine Schirmantenne.

Die vorzugsweise im Langwellenbereich verwendete Dreieckflächenantenne ist eine zwischen drei Masten aufgehängte Antenne in Dreieckform; die Niederführung ist eine kreisförmige Reuse.

Die gegen Erde erregte gefaltete Vertikalantenne wird gebildet durch einen halben Faltdipol, dessen nicht gespeistes Ende mit der Erde verbunden ist. Eine Monopolantenne, bei der die Erde oder das Erdsystem durch ein Gegengewicht in Form eines Systems radial auseinanderlaufender Stäbe oder einer Scheibe ersetzt ist, nennt man Vertikalantenne mit Gegengewicht. Zu diesem Antennentyp zählt auch die Peitschenantenne; sie wird, teilweise mit stark verkümmertem Gegengewicht, vorzugsweise für bewegliche Funkdienste eingesetzt.

Ein weiterer unsymmetrisch aufgebauter Rundstrahler ist die Scheibenkonusantenne oder Diskonantenne. Sie ist eine Abwandlung der Doppelkonusantenne (→ Breitbandantenne) und besteht aus einer Scheibe und einem konusförmigen Strahler; die Scheibe ist symmetrisch in unmittelbarer Nähe der Konusspitze angebracht; Scheibe und Konus sind gegenphasig gespeist.

Als symmetrische Primärstrahler mit Rundstrahlcharakteristik werden verschiedene Arten von vertikalen Dipolen verwendet, vorzugsweise der Halbwellen- und der Ganzwellendipol sowie der Faltdipol (→ Dipolantennen). Symmetrisch aufgebaut, jedoch unsymmetrisch gespeist ist die koaxialgespeiste Antenne mit Sperrtopf auch Muffendipol genannt. Diese Antenne entsteht aus einer Koaxialleitung, indem man den Außenleiter um eine Viertelwellenlänge um sich selbst zurückfaltet und den enthüllten, ebenfalls eine Viertelwellenlänge langen Innenleiter frei stehen läßt. Als ein Rundstrahlelement, das aus einer Gruppe von Primärstrahlern besteht, ist die Kreisgruppenantenne zu nennen (→ Antennengruppe). Rundstrahlelemente können auch aus horizontal und vertikal vorgebündelten Antennen aufgebaut werden, so z. B. aus Dipol-Antennenfeldern (→ Dipolantenne sowie 2.).

Die wirksamste Anordnung zur vertikalen Bündelung ist die senkrechte lineare Gruppe (→ Antennengruppe) aus vertikalen Dipolen oder Kreisgruppen aus vertikalen Dipolen. Die praktischen Ausführungsformen der vertikalen Dipollinie (→ Dipolantenne) unterscheiden sich hauptsächlich durch die Speiseart und die Methode, die gewünschten gleichen Stromphasen einzustellen. Die Marconi-Franklin-Antenne oder Kollinearantenne ist eine in Oberwellen erregte, am Fußpunkt gespeiste vertikale Linearantenne, bei der die gegenphasigen Halbwellen durch Gegenresonanznetzwerke oder Umwegleitungen unterdrückt werden (Bild 1). Die Rohrantenne, auch partiell abgeschirmte Oberwellenantenne genannt, besteht aus einer konzentrischen Rohrleitung, die in Abschnitte von einer halben Wellenlänge unterteilt ist und bei welcher Außen- und Innenleiter an jeder Unterbrechungsstelle kreuzweise verbunden sind. Die Breitbandeigenschaften aller von einem Ende her gespeisten, sogenannten seriengespeisten Antennengruppen sind eng begrenzt.

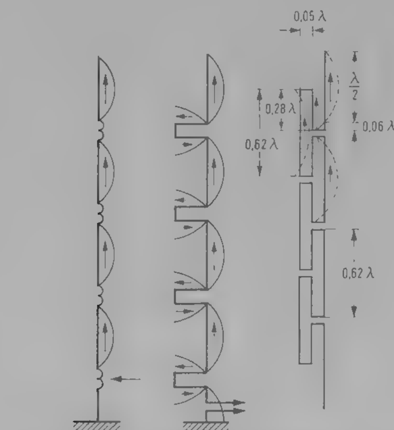


Bild 1. Ausführungsformen der Marconi-Franklin-Antenne (Meinke/Gundlach).

Größere Bandbreiten erreicht man mit parallelgespeisten Rundstrahlelementen aus Dipolen, Faltdipolen (Bild 2), Dipolgruppen und Dipol-Antennenfeldern.

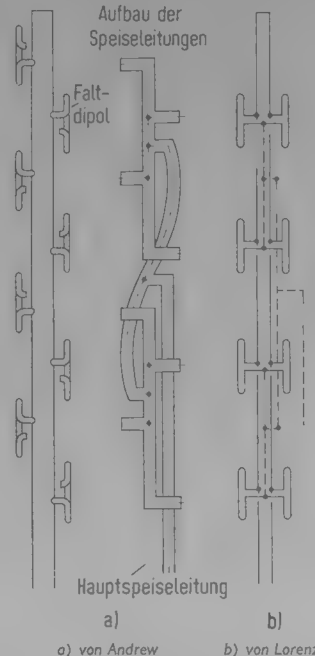


Bild 2.
Rundstrahlantennen aus Faltdipolen mit vertikaler Polarisation (Meinke/Gundlach).

2. R. mit horizontaler Polarisation.

Primärstrahler mit angenäherter Rundstrahlung sind die horizontale U-Antenne, eine horizontale U-förmige Anordnung von zwei Leitern, die gegenphasig gespeist sind, sowie die horizontale V-Antenne oder Quadrantantenne, eine Antenne aus zwei Strahlern, die ein horizontales rechtwinkliges V bilden und gegenphasig gespeist sind. Als Rundstrahlelemente weitverbreitet sind die vielfältigen Ausführungsformen der → Rahmenantenne. Ein weiterer Typ horizontal polarisierter Rundstrahlelemente ist die Drehfeldantenne oder Drehfeldscheibenantenne, die im allgemeinsten Fall aus radialen, auf einer Kreisscheibe angeordneten Leitern besteht, deren Ströme gegeneinander im Sinne einer umlaufenden Welle phasenverschoben sind. Sind die

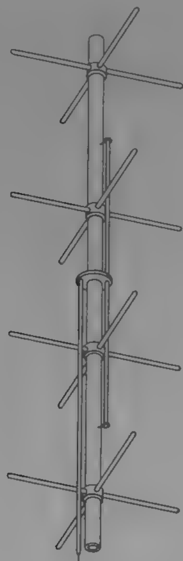


Bild 3. Quirlantenne (Meinke/Gundlach).

Ströme gleich groß und ihre Phasen proportional dem Azimutwinkel vor- oder nacheilend derart, daß nach einem vollen Umlauf wieder die Ausgangsphase erreicht wird, so ergibt sich eine Rundstrahlung in der Antennenebene. Die Drehkreuzantenne oder Quirlantenne ist die gebräuchlichste Ausführungsform der Drehfeldantenne. Sie besteht aus zwei rechtwinklig gekreuzten und mit 90° Phasenverschiebung gespeisten Dipolantennen (vorzugsweise Halbwellendipole) (Bild 3).

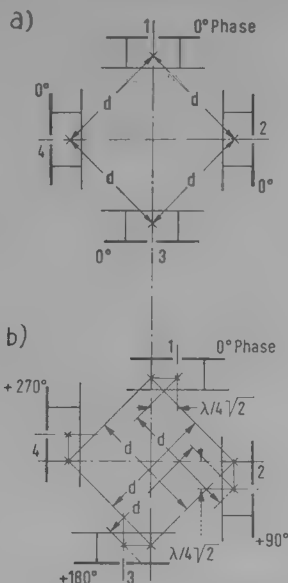


Bild 4. Anordnung von vier Dipol-Antennenfeldern zu einer Rundstrahlantenne bei
a) gleichphasiger Speisung, b) Speisung in Phasenrotation.

Zu den bereits stärker vorgebündelten Rundstrahlelementen gehört die Super-Drehkreuz-Antenne aus zwei rechtwinklig gekreuzten und mit 90° Phasenverschiebung gespeisten Schmetterlingsantennen (→ Schlitzstrahler). Die Rohrschlitzantenne besteht aus einem oder mehreren Schlitzen in einer metallischen zylindrischen Oberfläche (→ Schlitzstrahler). Als horizontal und vertikal vorgebündelte Antennen, die bei geeigneter Gruppierung um einen Tragemast ein Rundstrahlelement großer Frequenzbandbreite ergeben, sind die Dipol-Antennenfelder (→ Dipolantenne) zu nennen. Am gebräuchlichsten ist die quadratische Anordnung von vier Antennenfeldern (Bild 4); jedoch sind auch Rundstrahleinheiten aus drei sowie fünf und mehr Antennenfeldern ausgeführt worden. Bei R. aus Dipol-Antennenfeldern können größere Mastquerschnitte zugelassen und damit größere Antennen-Bauhöhen mit entsprechend größerer vertikaler Bündelung verwirklicht werden.

Eine besondere Ausführungsform eines horizontal polarisierten R. ist die rundstrahlende Wendelantenne (→ Wendelantenne). *Laub*

Rundung von Telegrammgebühren. Die Wortgebühren für Telegramme und die Nebengebühren im Telegrammdienst sind so festgesetzt, daß bei der Gebührenerhebung Bruchteile von Pfennigen nicht vorkommen können. Soweit in Einzelfällen, z. B. bei der teilweisen Erstattung von Telegrammgebühren, eine Rundung von Bruchteilen von Pfennigen erforderlich wird, so gilt die Vorschrift der Anlage A der Telegrafenordnung vom 30. Juni 1926 in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1938 (Amtsblatt des Reichspostministeriums S. 849); danach ist auf volle Pfennige so zu runden, daß Bruchteile unter 0,5 Pf unberücksichtigt bleiben und solche von 0,5 Pf an als ein voller Pfennig gelten.

Rüping-Verfahren. Tränkung von Holz mit öligen Holzschutzmitteln, im Gegensatz zur → Volltränkung (→ Bethell-Verfahren) auch Sparverfahren genannt. 1902 wurde Wassermann das Deutsche Reichspatent 138 933 auf ein Sparverfahren für die Holztränkung erteilt. Rüping führt es großindustriell ein. Das Verfahren wird 1902/05 von der Deutschen Reichspost und der Preußisch-Hessischen Staatsbahn zugelassen. Die DBP verwendet das R. heute noch zum Tränken von Fernmeldemasten aus Kiefernholz. Das Verfahrensprinzip zielt auf einen Ausstoß überflüssiger Schutzstoffmengen aus den Zellhohlräumen ab unter Zurücklassen eines Schutzfilmes auf der inneren Holzoberfläche. Verfahrensdurchführung für die Tränkung von Fernmeldemasten aus Kiefernholz: Lufttrockene (Holzfeuchtigkeit ≦ 25%) weißgeschälte Kiefernholzmasten werden in einem Tränkzylinder ca. 10 Minuten lang einem Luftdruck von 2 bis 4 atü ausgesetzt (Luftvordruck) bei Kesseltemperaturen von ca. 80° C. Unter Beibehalten der Druckhöhe erfolgt Füllen des Tränkkessels mit 110—120° C

heißem Steinkohlenteeröl, Drucksteigerung auf ca. 8 atü, Druckdauer ca. 90 Minuten. Ablassen des Öls und Anschließen eines mindestens 30 Minuten andauernden Unterdrucks von 160 mm Hg. Die Steuerung des Prozesses wird von der geforderten Schutzmittelaufnahme bestimmt. Die DBP fordert als Mindestaufnahme 80 kg je Kubikmeter. Verfahrensvariationen: Die sowohl vor und nach dem eigentlichen Rüping-Prozeß angewendeten Maßnahmen sollen die Oberflächenbeschaffenheit der Fernmeldemasten nach dem Tränken verbessern, insbesondere das Ausschwitzen von Teeröl vermeiden. *Wefers*

Ruß. Sehr feines, tiefschwarzes, wasserabstoßendes Pulver aus annähernd kugeligen, meist kettenförmig in lockeren Aggregaten aneinandergereihten Teilchen. Alle Ruße enthalten neben elementarem C stets noch kleine Mengen von H und O, meist auch etwas S.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Rutil. Mineral, bestehend aus Titandioxid TiO_2, glänzende durchscheinende bis undurchsichtige blutrote bis braunrote, tetragonale Kristalle oder Massen, Dichte 4,2 bis 4,3, Härte 6 bis 6,5, wird in sehr großem Umfang künstlich hergestellt. Reines TiO_2 hat Schmelzpunkt 1775°C, weißes Pulver. Verwendung in der Elektrotechnik für keramische Isoliermassen und Dielektrika, z. B. Keramik- → Kondensatoren mit Kapazitätsbereich 1 pF bis 1 nF, auch in Gemisch mit anderen Oxiden. DK = 60 bis 100, $\tan\delta$ (20°C, 800 Hz) = 0,3 bis $1 \cdot 10^{-3}$, spez. el. Widerstand (20°C) = 10^{11} bis 10^{13} Ohm · cm, Durchschlagfeldstärke = 10 bis 20 kV/mm. Handelsnamen u. a. Sirutit, Konstit, Condensa, Kerafar, Diakond, Tempa, Rosalt, Deltan, Faralit.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

S

Sachbearbeiter. Bezeichnung bei der DBP im engeren Sinne für Beamte der Laufbahnen des gehobenen Dienstes oder vergleichbare Angestellte mit ausführenden Tätigkeiten. Zu einem »Sachbereich« werden gleichartige Aufgaben oder Aufgabengruppen zusammengefaßt. S. werden beim → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, bei den → Mittelbehörden und den → Ämtern verwendet.

Sachrechnungen. In den → Posthaushaltsbestimmungen (PHB) ist in § 65, Abs. (1) vorgeschrieben, daß alle von der DBP entgeltlich oder unentgeltlich erworbenen Sachen und Rechte neben der kassenmäßigen Belegung entweder als vollzählig verwendet (das gilt für Beschaffungen in geringen Mengen und zu geringen Werten, die zum sofortigen oder alsbaldigen Verbrauch beschafft worden sind) oder in einer besonderen S. in Einnahme nachzuweisen sind. Die S. sollen das Vorhandensein und die wirtschaftliche Verwendung der in das Vermögen der DBP übergegangenen Sachen und Rechte nachweisen. Daneben sind Grundstücke und Rechte, Gebrauchsgegenstände, wie Gerätschaften, Fahrzeuge, sowie Gegenstände, die zu Sammlungen gehören mit Zustimmung des Bundesrechnungshofs (BRH) nicht in S., sondern in Bestandsverzeichnissen nachzuweisen. Auf jedem Beleg über eine Ausgabe, die zur Anschaffung eines Gegenstandes geleistet wurde, ist gemäß § 114 Postrechnungslegungsordnung (PRO) und Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA) VIII, 1, § 107 zu bescheinigen, daß er sogleich restlos verbraucht worden ist oder wo er in einer S. oder in einem Bestandsverzeichnis nachgewiesen wird. Die S. sind Stücknachweise, die Bestandsverzeichnisse dagegen Einzelnachweise, d. h. sie bleiben in Gebrauch, bis sie aus äußeren Gründen erneuert werden müssen. Die Bestandsverzeichnisse unterliegen nach § 88 PHB ebenso wie die S. der Prüfung durch den BRH. In ihnen, statt in S., können auch Geräte, das sind Gebrauchsgegenstände, wie Möbel, Maschinen, Werkzeuge usw. nachgewiesen werden. Dazu dienen Gerätebücher oder -verzeichnisse. Bei den S. werden Vermögensstücke gleicher Art in Zu- oder Abgang gestellt, so daß der Sollbestand jederzeit durch Gegenüberstellung von Zu- und Abgang ermittelt werden kann. Über die Vollzähligkeit des Zugangs muß Gewißheit bestehen. Der Abgang ist durch Empfangs- oder Verbrauchsbescheinigungen zu belegen. Anhand der Bestandsverzeichnisse, Gerätebücher und S. sollen jährlich oder unvermutet Bestandsprüfungen vorgenommen werden, um festzustellen, ob der Ist- mit dem Sollbestand übereinstimmt und ob die Gegenstände usw. sparsam verwaltet, wirtschaftlich verwendet, zweckmäßig und pfleglich behandelt und gelagert werden.

Literatur: Posthaushaltsbestimmungen — Handwörterbuch für das Postwesen, S. 141 u. 655 — ADA VIII, 1 — Postrechnungslegungsordnung. *Clement*

Saftverdrängungsverfahren. Zu den S. zählt eine Reihe von Holzschutzverfahren zum Tränken von Masten in saftfrischem, natürlichem Feuchtigkeitszustand, wobei vorwiegend Fichtenholz mit oder ohne Rinde durch Verwenden wasserlöslicher Holzschutzmittel getränkt wird (→ Boucherie-, → Trogsaug-, → Trogdrucksaug-, → Wechseldruck-, → Kesseldrucksaugverfahren).

Sägeblättling, schuppiger, Lentinus lepideus, auch Zähling genannt. Der S. zeichnet sich aus als Kernholzzerstörer mit besonderer Resistenz gegen Steinkohlenteeröl. Vorkommen an Masten und Schwellen. Er verursacht als Substratpilz (Myzel im Holzinnern, nicht auf der Holzoberfläche) Destruktionsfäule. Fruchtkörper mit Stiel und Hut, fleischig; Hutoberseite braun mit Schuppen, Hutunterseite mit weißen blattartigen Lamellen, die gesägte Schneiden aufweisen; Stiel kann fehlen; Beschaffenheit des Fruchtkörpers: ledrig-zäh, biegsam, schwer faulend. Besondere Fruchtformen bei Wachstum im Dunkeln; Lebensfähig im Temperaturbereich 8 bis 38°C, Optimum 27 bis 29°C bei 40 bis 60% Holzfeuchtigkeit. Versuchspilz gemäß DIN 52 176, Blatt 1.

Sägezahngenerator. Er erzeugt eine Spannung, die sich über eine bestimmte Zeit T zeitlinear ändert und dann steil auf den Anfangswert zurückspringt. Im Prinzip wird bei allen Sägezahngeneratoren ein Kondensator C_L mit möglichst konstantem Strom i_L, den

ein Stromgenerator G liefert, umgeladen, wie es Bild 1 zeigt. Es gilt die Beziehung:

$$i_L = C_L \frac{dU_C}{dt} = C_L \frac{U_0}{T}.$$

Im Ruhezustand ist die Diode D leitend, also niederohmig, und die Ausgangsspannung $U_{12} = U_C$ entspricht der Restspannung U_R, die der Strom i_L im Diodenzweig erzeugt. Die positive Flanke des Steuerimpulses sperrt die Diode D vom Zeitpunkt t_0 an und die Kapazität C_L wird nun während der Impulsdauer T

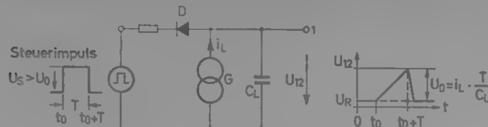


Bild 1. Sägezahngenerator.

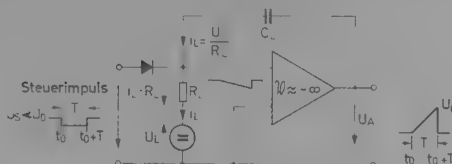


Bild 2 a. Sägezahngenerator (Miller-Integrator).

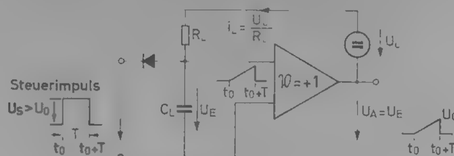


Bild 2 b. Sägezahngenerator (Bootstrap-Schaltung).

mit konstantem Strom aufgeladen, so daß die Spannung an C_L zeitlinear ansteigt. Die Rückflanke des Steuerimpulses öffnet die Diodenstrecke wieder und bewirkt eine rasche Entladung des Kondensators C_L über den geringen Flußwiderstand der Diode D.

Bei einfachen Sägezahngeneratoren kann als Konstantstromquelle ein Transistor oder eine Pentode verwendet werden. Ihr hoher, aber doch endlicher Innenwiderstand und die am sich aufladenden Kondensator entstehende Gegenspannung U_C bewirken einen Linearitätsfehler der Sägezahnspannung. Bei hoher Anforderung an die Linearität, z. B. bei der Zeitablenkung von → Elektronenstrahl-Oszillographen oder bei Integrationsverstärkern wird vielfach der Miller-Integrator (Bild 2a) oder die → Bootstrap-Schaltung (Bild 2b) verwendet.

Hauptbestandteil des Miller-Integrators ist ein 180° phasendrehender Verstärker sehr hoher Verstärkung. Die Eingangsspannung des Verstärkers ist infolge der hohen Verstärkung sehr klein, so daß die Spannungsquelle U_L einen nahezu konstanten Strom i_L durch den Ladewiderstand R_L bzw. die Ladekapazität C_L treibt. Für verschwindend kleinen Linearitätsfehler müßte die Verstärkung oder die Ladespannung unendlich hoch sein. Gesteuert wird die Ladezeit T am Miller-Integrator durch einen negativen Impuls am Eingang, dessen Amplitude infolge der hohen Verstärkung klein ist gegen die Sägezahnamplitude, und der zur Zeit t_0 beginnt und zur Zeit $t_0 + T$ endet.

Bei der Sägezahnerzeugung mit der Bootstrap-Schaltung wird ein Verstärker ohne Phasendrehung und mit einer Verstärkung, die exakt den Wert eins hat, benötigt. Da die Eingangs- und Ausgangsspannung des Verstärkers nach Betrag und Phase genau gleich ist, muß auch $i_L \cdot R_L = U_L$ sein und deshalb liegt am Ladewiderstand R_L stets die konstante Ladespannung U_L, wodurch aber auch ein konstanter Ladestrom i_L erzwungen wird. Der Spannungsverlauf am Ladekondensator bzw. am Verstärkerausgang ist damit absolut zeitlinear. Die Amplitude des Steuerimpulses muß bei dieser Schaltung größer sein als die Sägezahnamplitude.

Zur Erzeugung einer periodischen Sägezahnspannung kann der Sägezahngenerator durch einen Schmitt-Trigger zu einer astabilen Schaltung ergänzt werden (Bild 3). Die Sägezahnamplitude wird durch die

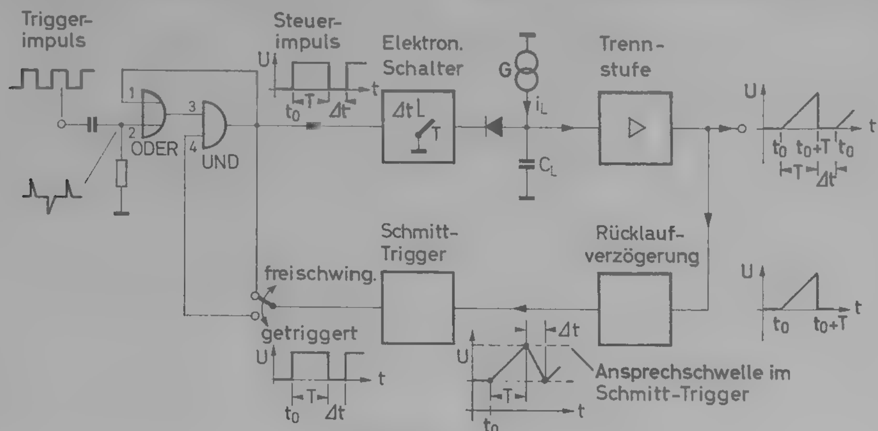


Bild 3. Sägezahngenerator mit Schmitt-Trigger.

Hysterese (= Differenzspannung der Auslösegrenzen) des Schmitt-Triggers bestimmt. Vielfach wird zwischen Rücksprung-Zeitpunkt ($t_0 + T$) und Start-Zeitpunkt (t_0) des nächsten Sägezahnes eine Wartezeit (Δt) gewünscht, um Einschwingvorgänge durch den meist sehr schnellen Rücklauf abklingen zu lassen. Dies erreicht man durch eine Verzögerungsschaltung in der Rückführung, durch die der Sägezahnrücklauf verzögert an den Eingang des Schmitt-Triggers gelangt.

Eine → Triggerung des Sägezahngenerators kann erreicht werden, wenn das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers über eine »Und«-Schaltung an die Schaltstufe geführt wird. Der Sägezahngenerator bleibt in dieser Schaltung so lange in seiner Ruhelage, bis ein positiver Auslöseimpuls (Triggerimpuls) an den Eingang 3 der »Und«-Schaltung gelangt. Damit die Rückflanke des Triggerimpulses den Ladevorgang nicht vorzeitig abbricht, ist der Eingang 1 der »Oder«-Schaltung mit dem Ausgang der »Und«-Schaltung verbunden. Der positive Steuerimpuls bewirkt somit, daß der einmal eingeleitete Ladevorgang nur durch einen negativen Impuls am Eingang 4 im Zeitpunkt ($t_0 + T$) beendet wird, wenn die Sollamplitude der Sägezahnspannung (= obere Auslöseschwelle des Schmitt-Triggers) erreicht ist und dadurch der Schmitt-Trigger ausgelöst wird (→ Impulsgeber).

Literatur: Borucki Dittmann, Digitale Meßtechnik, S. 54ff, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg (1966) — L. A. Mejerowitsch und L. G. Selitschenko, Impulstechnik, S. 516ff., Stuttgart (1960), Berliner Union — Millman-Taub, Impuls- und Digitalschaltungen, S. 261ff., Stuttgart (1963), Berliner Union — H. Funk und E. Lüdke, Ein Breitband-Oszillograf in Einschubtechnik. Elektronik, Bd. 15 (1966), H. 1, S. 20—24. *Funk*

Säkular-Variation → Erdmagnetfeld.

Salmiak, Ammoniumchlorid, NH_4Cl, Molekulargewicht 53,50, ϱ 1,536, sublimiert ohne zu schmelzen bei 335° C. S. ist eine geruchlose kristallinische Masse. Die Darstellung erfolgt aus dem Ammoniak des Gaswassers. S. fand früher als Löthilfsmittel Verwendung, ist aber für Feinlötungen ungeeignet, weil die beim Erhitzen frei werdenden Salzsäuredämpfe stark korrodierend wirken. Es dient als Elektrolyt in den Zink-Kohle-Elementen und in Trockenelementen.

Sammelanruf → Seefunkdienst, beweglicher.

Sammelanschluß, Zusammenfassung mehrerer Anschlußleitungen eines Teilnehmers, so daß sie in ankommender Richtung wie ein Bündel betrieben und mit nur einer Rufnummer erreicht werden können. Bei elektromechanischen Wählsystemen müssen die Rufnummern der zu einem S. zusammengefaßten Anschlüsse numerisch aufeinanderfolgen. Ist die gewählte (erste) Anschlußleitung besetzt, so dreht der Leitungswähler in freier Wahl bis er eine freie Leitung findet. Ist keine der zu einem S. zusammengefaßten Anschlußleitungen frei, so hält der Leitungswähler auf dem letzten Schritt des S. an und gibt Besetztton. In elektronisch gesteuerten Wählsystemen können beliebige Anschlüsse einer Vermittlungsstelle zu einem S. zusammengefaßt werden. Diese Zusammenfassung ist in Langzeitspeichern gespeichert.

Sammelferngespräche sind Gespräche, die zwischen drei oder mehr Sprechstellen so hergestellt werden, daß jede Sprechstelle mit allen anderen angeschlossenen verbunden ist. S. sind im Fernsprechinlandsdienst nicht zugelassen, im Auslandsferndienst nur mit wenigen Ländern (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst).

Sammelrufnummer. Hat ein Teilnehmer mehrere Hauptanschlüsse (H) bei derselben Vermittlungsstelle, so erhält er in der Regel eine S. Der Vorteil der S. besteht darin, daß unabhängig von der Zahl der in der S. zusammengefaßten H jedem Anrufer nach Wahl der S. selbsttätig eine freie Leitung herausgesucht wird, sofern noch eine Hauptanschlußleitung des Sammelanschlusses frei ist. Die gewünschte Verbindung kommt also in der Regel durch die Wahl einer einzigen, im amtlichen Fernsprechbuch (AFeB) in der Regel allein verzeichneten Rufnummer zustande (→ Nachtrufnummer). Die S. werden im AFeB mit einem * vor der Rufnummer gekennzeichnet. Wie viele H in dieser S. zusammengefaßt sind, ist für den Fernsprechbetrieb ohne Belang; es bedarf daher im AFeB keines Hinweises darauf. Die Verwendung von S. trägt erheblich zur Gewährleistung eines reibungslosen Fernsprechwählverkehrs bei, indem sie die Quote der Teilnehmerbesetztfälle vermindert.

Sammelrufzeichen → Kennung.

Sammelverbindungen (in der Fernschreibtechnik). Hierzu gehören → Rundschreibverbindungen und → Konferenzverbindungen. Ihnen und der entsprechenden Technik kommt besondere Bedeutung zu, weil gegenüber der Fernsprechtechnik Nachrichten auch ohne Anwesenheit des Empfängers jederzeit abgesetzt werden können.

Im allgemeinen werden Sammelverbindungen über Vermittlungssysteme hergestellt, die durch Konferenz- bzw. Rundschreibeinrichtungen ergänzt werden müssen. Die Grundgruppe für S. besteht aus 5 Teilnehmern (wegen der Kontaktbelastung bei den Tastrelais). Hieran können weitere entsprechende Gruppen angeschaltet werden. Die Teilnehmer sind über Orts- oder Fernleitungen angeschlossen. Es lassen sich auf diese Weise beliebig große und weit voneinander entfernt liegende Teilnehmergruppen zu einer S. zusammenschalten. Grundform des Netzes ist das → Sternnetz. Teilnehmer können auch fest miteinander verbunden sein (starre Netzgestaltung). Im ersten Falle ist jeder Teilnehmer zur Einberufung einer Sammelverbindung berechtigt. Teilnehmer sind beliebig an der S. beteiligt. Das starre Netz (Knotennetz) mit allen angeschlossenen Fernschreibern ist dagegen nur einem bestimmten Sendeanschluß zugeordnet. Eine neuere Technik ermöglicht es, mittels verschiedener Impulskombinationen auch nur bestimmte Teilnehmer anzuschalten. Dabei Beschränkung auf etwa 2 bis 3 Gruppen wegen des sonst zu groß werdenden technischen Aufwandes. Statt des kaskadenförmigen Aufbaus eines Knotennetzes muß ein Maschennetz gewählt werden, wenn alle Teilnehmer jener Netze die Möglichkeit erhalten sollen, S. herzustellen.

Da im Fernschreibbetrieb Fernschreibgespräche selten sind und die Konferenztechnik hohe Schreibdisziplin sowie beträchtlichen technischen Aufwand erfordert, wird in der Praxis die Rundschreibtechnik bevorzugt. Anwendung in Durchschalte- und in Teilstrecken-Vermittlungssystemen möglich. In der handbedienten Vermittlungstechnik Herstellen einer Rundschreibverbindung über Klinken oder Tasten. Einberufener Teilnehmer wird nach Abfragen mit der sogenannten »großen Sammelschaltungsklinke« verbunden, über welche die Fernschreibzeichen an die angeschlossenen Teilnehmer weitergesandt werden. Die für den halbautomatischen Betrieb entwickelten Rundschreibplätze sind mit den Vorwählern der Telextechnik verbunden. Die Verbindungen werden mittels Rundschreibtasten hergestellt. Keine Behinderung der Teilnehmeranschlüsse durch die Rundschreibtechnik. In der vollautomatischen Technik muß einem sendeberechtigten Hauptanschluß für das Herstellen von Rundschreib-Wählverbindungen eine Rundschreibzusatzeinrichtung zugeordnet werden. Diese enthält außer dem Vorwähler (VW) des Hauptanschlusses noch weitere 4 VW zur freien Verfügung. Im zentralen Zählerfeld sind 5 Gebührenzähler vorgesehen. Zwei Arten der Verbindungsherstellung: 1. Direkte Wahl der gewünschten Fernschreibanschlüsse, 2. durch Wahl einer bestimmten Kennzahl werden fest vorbereitet geschaltete Anschlüsse eingeschaltet. Die Beschränkung der Sammelverbindung auf 5 Teilnehmer ist durch die langen Wartezeiten der zuerst belegten Anschlüsse begründet. *Schiweck*

Sampling-Oszillograph. Die Abbildung von Signalen mit Folgefrequenzen $f = \frac{1}{t} \geqq 250$ MHz oder Anstiegszeiten $\tau \leqq 1{,}5$ ns bereitet auch mit → Breitbandoszillographen wegen der erforderlichen großen Band-

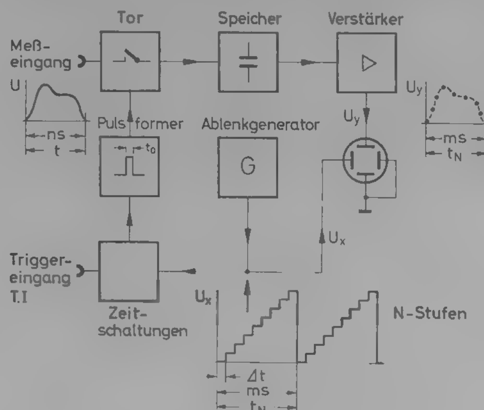


Bild 1. Sampling-Oszillograph.

breite der Signalverstärker, der nachlassenden Bildhelligkeit sowie der zu beachtenden endlichen Elektronenlaufzeit in der → Elektronenstrahlröhre große technische Schwierigkeiten. Einen Ausweg bei der Untersuchung periodisch nach der Zeit t identisch wiederkehrender Signale bietet der Abtast- oder Sampling-Oszillograph. Bild 1 zeigt die Blockschaltung der wichtigsten Baugruppen eines S.

Es wird aus dem Meßsignal ein Triggerimpuls (T. I.) abgeleitet, der für kurze Zeit (einige 10^{-11} sec) eine Torschaltung schließt, so daß ein Speicher auf den Momentanwert des Meßsignals aufgeladen werden kann. Der nächste Triggerimpuls erscheint um die Zeit $t = 1/f$ später (Bild 2a). Die Zeitschaltung löst

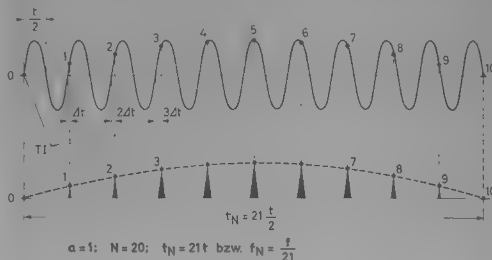


Bild 2a.
Probenentnahme am Meßsignal des Sampling-Oszillographen.

jetzt den Torimpuls jedoch nicht direkt aus, sondern unter Berücksichtigung der treppenförmigen horizontalen Ablenkspannung U_x erst um die Zeit Δt verzögert. Den aufeinander folgenden Perioden des Meßsignals werden somit Proben (»samples«) entnommen, die jeweils um die Zeit Δt verschoben sind. Der Speicher wird entsprechend dem jeweiligen Momentanwert der Meßspannung aufgeladen. Das gespeicherte Signal wird verstärkt und als vertikale Ablenkspannung U_y einer normalen Elektronenstrahlröhre zugeführt und dort auf dem Schirm abgebildet. Die horizontale Strahlablenkung erfolgt stufenweise durch die Spannung U_x. Nach N Proben ist der Abtastvorgang beendet und beginnt von neuem. (In Bild 2a ist der Abtastvorgang nach N = 20 Proben beendet).

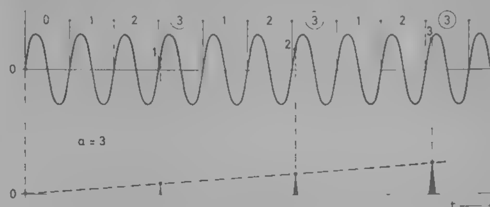


Bild 2b. Stichweise Probenentnahme am Meßsignal des Sampling-Oszillographen.

Es ist auch möglich, die Proben nicht bei jeder folgenden Periode des Meßsignals zu entnehmen, sondern wesentlich seltener, beispielsweise bei jeder 3. Periode, wie in Bild 2b. Wird eine Periode $t = 1/f$ der Meßfrequenz mit N Proben im Abstand Δt abgetastet, dann ist: $N \cdot \Delta t = t$. Nach der Zeit $t_N = N(a \cdot t + \Delta t)$ ist der Abtastvorgang beendet, wenn nach jeder a-ten Periode abgetastet wird. Daraus erhält man die transformierte Periodendauer $t_N = t(1 + a \cdot N)$ oder $f_N = 1/t_N = 1/(1 + aN)$.

Die Darstellung kann daher mit einem Niederfrequenzoszillographen unabhängig von der Größe der Eingangsfrequenz erfolgen.

Die scheinbare obere Grenzfrequenz f_0 des Samplingoszillographen ist der Torzeit t_0 umgekehrt proportional. Bei Rechecksteuerung ist: $f_0 = 0{,}44/t_0$ (→ Breitband-Oszillograph).

Literatur: H. Hutten, Die Sampling- oder Abtastmethode in der Meßtechnik, radio mentor 30 (1964), H. 3 — H. W. Fricke, Abtasttheorem und Sampling-Oszillograph. Meßtechnik 76 (1968), H. 1, S. 18–24 — B. Gilbert, Anwendung des Sampling-Verfahrens in der Impuls-Oszillografie. Valvo Berichte X (1964), S. 304.

Sommer

Sampling-Theorem → Informationstheorie.

Sand- und Schlammfänger. Zwei einseitig offene Stahlrohre von je etwa 100 cm Länge und 80 bzw. 98 mm Durchmesser werden nacheinander durch vorn und hinten an Ösen angebrachte Zugseile oder



Bild 1. Sand- und Schlammfänger, je ein Rohr zum Vorziehen und Nachziehen.

Stangen durch den Kanalzug aus Betonformsteinen gezogen. Sie nehmen den durch die Kanalzugreiniger oder Borstenwischer oder die Stahldrahtbürste gelösten, im Kanalzug befindlichen Schlamm bzw. Sand auf (Bild 1).

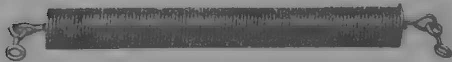


Bild 2. Schlammfänger für Kanalzüge (Spirale).

Anstelle eines Rohres kann auch ein Zylinder aus eng aneinanderliegenden Spiralen verwendet werden (Bild 2) (→ Kabelverlegung unter 3.).

SAP. Sinter-Aluminium-Pulver. Werkstoff aus gesintertem Aluminiumpulver (enthält 13% Al-Oxyd), hat höhere Festigkeit und Härte (bes. erhöhte Wärmefestigkeit bei 200 bis 400° C, jedoch geringere Elastizitäts- und Wärmeleitfähigkeit als reines Al, zu Motorkolben und Verdichtungsschaufeln geeignet, wird als Halbzeug in Form von Stangen, Rohren, Profilen, Blechtafeln und Schmiedestücken geliefert.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Sapotaceen sind tropische Gewächse, die früher für die Isolierung von Telegrafenseekabeln verwendet wurden. Im Milchsaft einiger Pflanzen der Sapotaceen-Familie, besonders der Gattung Mimusops, ist die → Balata enthalten, die harzreicher und weicher als die → Guttapercha ist, sich an der Luft und im Licht langsamer verändert als diese und geringere dielektrische Verluste besitzt. Die Sapotaceen gedeihen hauptsächlich in Mittel- und Südamerika und im äquatorialen Afrika.

Satellit ist ein Körper, der sich nach den Gesetzen der Himmelsmechanik in einer → S.-Bahn um einen Zentralkörper bewegt. Im technischen Sinne sind unter S. künstliche S. zu verstehen. Meist sind künstliche Erd-S. gemeint. Start künstlicher S. erfolgt mit Raketen. Störkräfte führen zum Taumeln der S. um Rollachse (in Bewegungsrichtung), Gierachse (in Richtung der Bahnnormalen) und Nickachse (senkr. zu Roll- und Gierachse) und zur Bahnänderung (extrem: Absturz). Gegen Taumeln → S.-Stabilisierung. Wichtigste Komponenten von S. sind Struktur, Antrieb, Stromversorgung, Meßgeräte, Funkgeräte und → S.-Antennen (→ S.-Bauelemente). Der erste künstliche Erd-S. SPUTNIK 1 wurde am 4. Okt. 57 von der Sowjetunion gestartet.

Literatur: H. H. Koelle, Handbook of astronautical engineering, 1. ed., Mc-Graw-Hill Book Co., New York-Toronto-London 1961.

Satellitenantennen. Bei Fernmeldesatelliten ist die Wahl der S. eng mit der → Satellitenstabilisierung verknüpft. Für spinstabilisierte Satelliten Anwendung von Rundstrahlantennen mit toroidförmigem Strahlungsdiagramm (Rotationsachse ist die Spinachse des Satelliten). Voraussetzung für die Verwendung solcher S. ist, daß Spinachse senkr. zur Bahnebene und damit parallel zur Erdoberfläche liegt. Rundstrahlantennen sind einfach im Aufbau, haben jedoch den Nachteil, daß mehr als 95% der Sendeleistung nutzlos in den Weltraum abgestrahlt wird. Sogenannte Despun-Antennen erzeugen ein Strahlungsdiagramm, das nur die Erde erfaßt. Dazu wird bei der elektronischen Despun-Antenne die Einspeisung einer Anzahl rotationssymmetrisch angeordneter Antennenelemente von der Rotation des Satelliten so gesteuert, daß immer nur die Erde angestrahlt wird. Bei der mechanischen Despun-Antenne läßt man eine konventionelle Richtantenne mit Hilfe eines Antriebs gegenläufig zur Spinbewegung des Satellitenkörpers rotieren. Bei Satelliten, die so stabilisiert sind, daß sie der Erde stets die gleiche Seite zuwenden, können konventionelle Richtantennen angewendet werden. Diese können entweder den gesamten, vom Satelliten erfaßbaren Bereich der Erdoberfläche anstrahlen oder auch nur Teile davon. Wegen der Erdkrümmung fällt die Empfangsfeldstärke auf der Erde nach den Rändern des Erfassungsbereiches stärker ab, als es das Strahlungsdiagramm der S. bedingt. Die Randausleuchtung läßt sich mit Hilfe von eingesattelten Strahlungsdiagrammen (sogen. shaped-beam antenna) verbessern. Der Gewinn einer Antenne eines → Synchronsatelliten zur Ausleuchtung des erfaßbaren Bereiches der Erdoberfläche (Strahlbreite 17,2°) beträgt etwa 20 dB. Je nach Aufgabe und Antennenkonstruktion Verwendung linearer (z.B. bei INTELSAT I) oder zirkularer (z. B. bei → TELSTAR) Polarisation. Die Frequenzen im GHz-Bereich erleichtern die Konstruktion kleiner S.

Schröter

Satellitenantrieb. Der S. dient der Geschwindigkeitsänderung von Satelliten. Unterscheidet sich vom Raketen-A. im allgemeinen nur durch kleinere Leistung. Gebräuchlich sind z. B. Apogäumsmotoren

(→ Satellitenbauelemente) zur Bahnänderung, Einrichtungen zum Ausstoßen von Gasen zur Bahnkorrektur (→ Synchronsatelliten).

Satellitenbahn. Eine S. ist der Weg, den das Massenzentrum eines Satelliten (Sat.) im Weltraum ohne die Einwirkung eines → Satellitenantriebs zurücklegt. Ablauf der Bewegung allein unter der Einwirkung natürlicher Kräfte wie der Anziehungskraft des Zentralkörpers und anderer Himmelskörper, des Strahlungsdruckes und des Luftwiderstandes. S. für → Fernmelde-Sat. führen um die Erde als Zentralkörper. Möglich sind ellipsenförmige Bahnen oder Kreisbahnen. Das Massenzentrum der Erde bildet dabei nach den Keplerschen Gesetzen einen der Brennpunkte der Bahnellipse. Je nach der Neigung der Bahnebene spricht man von äquatorialer S. (Bahnebene liegt in der Äquatorebene der Erde), polarer S. (über die Pole führend) und allgemein geneigter S.

Der erdnächste Punkt einer um die Erde führenden S. wird mit Perigäum (bei allgemeinem Zentralkörper Periastron), der erdfernste mit Apogäum (allgemein Apoastron) bezeichnet.

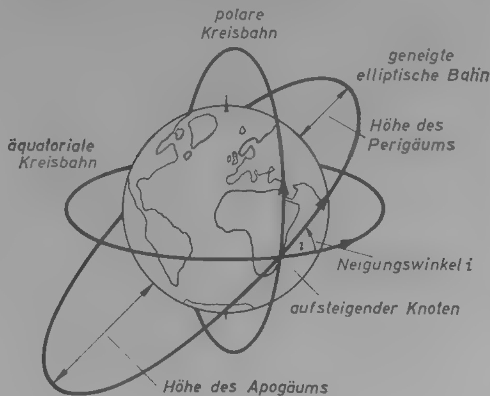


Bild 1. Bahntypen.

Die theoretisch kleinstmögliche Umlaufzeit eines Erd-Sat. beträgt 84,5 min. Die Umlaufzeit der Fernmeldesatelliten → RELAY und → TELSTAR liegt zwischen 158 und 225 min. Die Bewegung der Sat. relativ zur Erdoberfläche ist abhängig von der Umlaufzeit bzw. der Bahnhöhe. Ein → Synchron-Sat. mit einer Umlaufzeit von 24 h steht relativ zur Erde still (nur bei äquatorialer Bahn). Sat. mit Umlaufzeiten, die echte Bruchteile der synchronen Umlaufzeit sind, überfliegen periodisch gleiche Erdorte (sogen. subsynchrone Sat.). Man unterscheidet ungestörte und gestörte S. Ungestörte S. entstehen, wenn Sat. sich allein unter der Einwirkung eines einzigen Zentralkörpers mit kugelsymmetrischem Gravitationspotentialfeld bewegen. Je nach den Anfangsbedingungen (Ort und Geschwindigkeit nach Größe und Richtung) ist die S. eine Ellipse (Sonderfall Kreis), Parabel oder Hyperbel (Kegelschnitte). Wirkliche Bahnen weichen von den exakten Kegelschnitten ab, sie sind gestörte S. Störungen entstehen bei Erd-Sat. durch ungleichförmiges Erdschwerefeld, Atmosphäre, Magnetfeld, Sonnenstrahlung, Schwerefeld von Sonne, Mond und Planeten und andere Einflüsse.

Bewegungsgleichung eines Sat. unter dem Einfluß der Gravitation des Erdfeldes und der verschiedenen untergeordneten Störkräfte hat beim Bezug auf ein inertiales Koordinatensystem (ein Koordinatensystem, das keiner Drehung oder Beschleunigung unterworfen ist) mit der Erde als Mittelpunkt die Form

$$\ddot{\boldsymbol{r}} = -\frac{k^2 M}{r^3}\boldsymbol{r} + \sum_{n=1}^{N} \boldsymbol{F}_n$$

($\boldsymbol{r}$ = Positionsvektor relativ zur Erde; $r = |\boldsymbol{r}|$; k^2 = Gravitationskonstante; M = Erdmasse; $\boldsymbol{F}_n$ = eine der N Störbeschleunigungen). Lösung (Integration) der Bewegungsgleichung zur Berechnung der Bahnkoordinaten nach Methoden der speziellen oder allgemeinen Störungsrechnung der Himmelsmechanik. Die spezielle Störungsrechnung beruht auf der schrittweisen numerischen Integration der Satellitenbewegung, während die allgemeine Störungsrechnung zur geschlossenen Angabe von Bahngrößen (Bahnelemente) führt. Die Bahnelemente können entweder zur Vorausberechnung von Sat.-Positionen oder zur Bestimmung der auf die Sat. einwirkenden Kräfte verwendet werden.

Bahnelemente. Sechs Bahngrößen beschreiben eindeutig die Bewegung eines Sat. (Konstanten bei ungestörter S.; bei gestörter S. sind die Bahnelemente Funktionen der Zeit). Für ellipsenförmige S. sind folgende Bahnelemente üblich:

a = große Halbachse
e = Exzentrizität
M = mittlere Anomalie
i = Bahnneigung
Ω = Länge des aufsteigenden Knotens
ω = Argument des Perigäums

Große Halbachse und Exzentrizität bestimmen Größe und Form der S.

Die mittlere Anomalie definiert für einen gegebenen Bezugszeitpunkt (Epoche) den Winkelabstand des Sat. vom Perigäum. Sie entspricht dem Winkelabstand eines angenommenen Sat. in einer Kreisbahn mit gleicher Umlaufzeit. M ist mit der exzentrischen Anomalie E über die Keplersche Gleichung verknüpft:

$$E = M + e \sin E$$

(Definition von E nach Bild 1). Die drei weiteren Bahnelemente — Bahnneigung, Knotenlänge und Argument des Perigäums — entsprechen den drei Eulerschen Winkeln und beschreiben die Lage der

Bahn im inertialen geozentrischen Äquatorialsystem (ausgerichtet nach dem Frühlingspunkt ♈ [x-Achse] und der Rotationsachse der Erde [z-Achse]).

Je nach Bahn wirken sich Bahnstörungen in bestimmten Bahnelementen aus. So wird z. B. die große Halbachse zunehmend kleiner, wenn sich ein Sat. in der Atmosphäre bewegt, was schließlich zum Absturz führt. Sat. in relativer Erdnähe erfahren wegen der

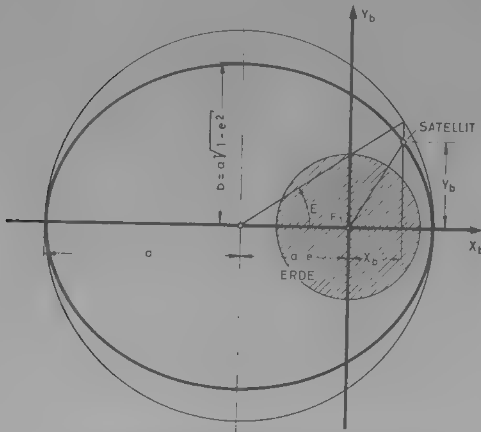


Bild 2. Satellitenkoordinaten in der Bahnebene.

Erdabplattung eine Änderung der Knotenlänge und der Lage des Perigäums (Drehung der Apsidenlinie). Wichtigste Bahnstörung bei Synchron-Sat. ist die Änderung der Bahnneigung, hervorgerufen durch Einfluß von Sonne und Mond.

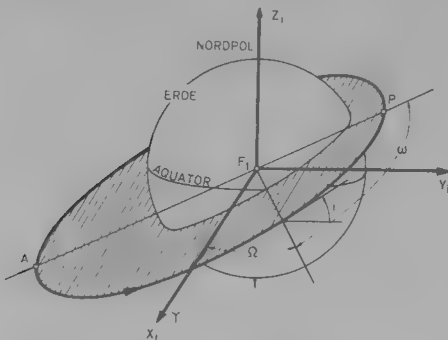


Bild 3. Räumliche Lage einer Satellitenbahn.

Umlaufzeit. Wegen der Bahnstörungen bewegt sich kein Sat. in einer sich wieder schließenden Bahn. Die Umlaufzeit kann daher nicht als Zeitspanne zwischen dem Erscheinen eines Sat. am gleichen Ort definiert werden (VO-Funk, Genf 1963). Üblich ist deshalb die Angabe der anomalistischen Umlaufzeit, d. h. der Zeit, in der die Anomalien (mittlere, exzentrische und wahre) um 360° zunehmen.

Weniger gebräuchlich ist die Verwendung der nodalen Umlaufzeit (Zeitspanne zwischen dem Durchtreten eines Sat. durch die Äquatorebene der Erde in süd-nördlicher Richtung).

Bahnberechnung. Nach Berechnung der exzentrischen Anomalie E aus der Keplerschen Gleichung können nach Bild 2 die Sat.-Koordinaten in der Bahnebene angegeben werden:

$$X_b = a(\cos E - e)$$

$$Y_b = a\sqrt{1 - e^2} \cdot \sin E\,.$$

Über einige Transformationen (Übergänge zwischen Koordinatensystemen, s. Lit.) unter Benutzung der Sternzeit kommt man zur Bestimmung der Sat.-Koordinaten im topozentrischen Beobachtungssystem. Die Winkel Azimut AZ und Elevation EL genügen zur Ausrichtung von Beobachtungsgeräten, wie etwa Antennen von → Erdefunkstellen.

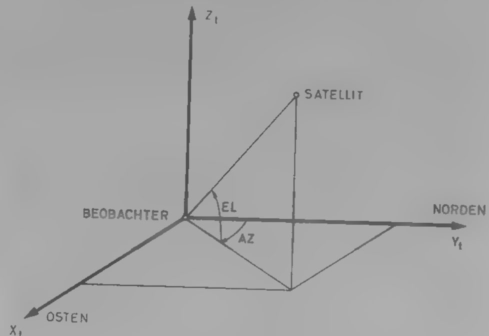


Bild 4. Das topozentrische Horizontalsystem.

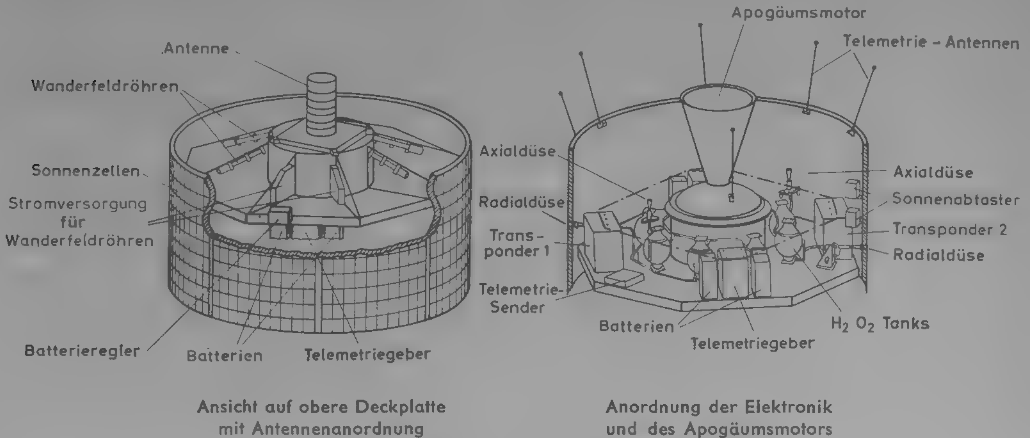
Bahnen von Fernmelde-Sat. Charakteristische Bahndaten einiger Fernmelde-Sat.

Satellit	Höhe des Perigäums	Höhe des Apogäums	Bahn-neigung	Um-laufzeit
TELSTAR 1	953 km	5685 km	44,8°	157,7 min
RELAY 1	1310 km	7420 km	47,5°	185,1 min
MOLNIJA I-1	497 km	39380 km	65°	11h 48 min
INTELSAT I	35740 km	35820 km	~0°	23h 56 min
INTELSAT II F 3	35780 km	35800 km	~0°	23h 56 min

Literatur: A. Bohrmann, Bahnen künstlicher Satelliten, Hochschultaschenbuch Band 40, 152 S., Mannheim 1963 — Y. Kozai, The Motion of a Close Earth Satellite, The Astronomical Journal, Nov. 59, S. 367–377 — W. Schröter, Bahnsysteme für Nachrichtensatelliten. Fernmelde-Ing., Heft 9, Sept. 64, 32 S. — G. Walter, Die Berechnung von Satellitenbahnen, Raumfahrtforschung Heft 1/66, S. 6–13.

Schröter

Satellitenbauelemente. Sowohl mechanische als auch elektrische Bauteile von Satelliten unterscheiden sich von gewöhnlichen Bauelementen durch geringeres Gewicht, größere Zuverlässigkeit und ihre Arbeitsfähigkeit unter extremen Umweltbedingungen.



Ausrüstung der INTELSAT-II-Satelliten.

Literatur: Telecommunication satellites ed. by K. W. Gatland, Prentice Hall, London 1964. *Schröter*

Satelliten-Fernmeldedienst ist ein → Weltraumfunkdienst zwischen Erdefunkstellen, wenn für den Austausch von Nachrichten des festen oder beweglichen Funkdienstes aktive oder passive Satelliten benutzt werden oder zwischen einer Erdefunkstelle und Funkstellen auf aktiven Satelliten für den Austausch von Nachrichten des beweglichen Funkdienstes zum Zwecke der Weitervermittlung dieser Nachrichten nach oder von Funkstellen des beweglichen Funkdienstes (VO-Funk 1963). Wegen der Möglichkeit, mit Hilfe weniger Satelliten Fernmeldeverbindungen für größere Gebiete einzurichten, liegt der Anwendungsbereich des S.-F. vor allem in der Errichtung von internationalen weltweiten Fernmeldeverbindungen. Die nationale Anwendung ist nur dort gegeben, wo ausgedehnte Flächen mit zum Teil unwegsamen, wenig erschlossenen oder dünn besiedelten Gebieten der wirtschaftlichen Einrichtung konventioneller Fernmeldeverbindungen entgegenstehen. Große Bedeutung für den S.-F. haben Satelliten in der geostationären Umlaufbahn erlangt, da sie gewisse Vorteile bieten, wie große geografische Erfassungsbereiche und die Möglichkeit des Wegfalls von Nachführeinrichtungen bei Erdefunkstellen.

Der S.-F. wird durch eine Reihe internationaler Entschließungen, Verträge und Abkommen geregelt. In der UNO-Entschließung Nr. 1721 vom 20. 12. 61 sind wichtige Grundsätze über die friedliche Nutzung des Weltraums festgelegt. Teil D der Entschließung betrifft den Fernmeldeverkehr mit Hilfe von Satelliten, der auf einer globalen und nicht diskriminierenden Grundlage beruhen soll. Jedes Land soll freien Zugang zu einem Satellitensystem haben. Für die nähere Regelung des S.-F. ist die UIT zuständig, die sich auf der Außerordentlichen Funkverwaltungskonferenz Genf 1963 vor allem mit Frequenzfragen befaßt und die VO-Funk entsprechend überarbeitet hat und damit die Grundlage für die Entwicklung der Fernmeldesatelliten gab. *Schröter*

Satelliten-Fernmeldegesellschaft → Comsat.

Satelliten-Navigationsfunkdienst. Ein Funkdienst, der für Zwecke der Funknavigation Weltraumfunkstellen benutzt, die sich auf Erdsatelliten befinden, und der in bestimmten Fällen die Aussendung oder Weitervermittlung zusätzlicher Informationen einschließt, die für die Funknavigation notwendig sind.

Satelliten-Rundfunkdienst. Ein → Weltraumfunkdienst, bei dem Zeichen zum unmittelbaren Empfang durch die Allgemeinheit von Weltraumfunkstellen ausgesendet oder weitervermittelt oder durch Reflexion an Körpern übermittelt werden, die sich in einer Umlaufbahn um die Erde befinden.

Satellitenstabilisierung dient der Einhaltung der Lage der Achsen eines Satelliten (Sat.) gegenüber anderen Körpern im Weltall, i. allg. der Erde. S. ist unbedingt notwendig für den Einsatz von Richtantennen bei Fernmelde-Sat., ebenso für die Ausführung von Bahnänderungen. Man unterscheidet passive und aktive S. Die passive S. verwendet Lageregelungseinrichtungen, die auf Kräften aus dem umgebenden Medium beruhen. Ausgenutzt wird dazu der Gradient des Erdschwerefeldes (gravity gradient stabilization, z. B. bei → ATS), der Strahlungsdruck

des Sonnenlichts (z. B. mit Sonnensegeln beim Projekt MARINER) oder der Drall des Raumfahrzeuges. Die letztere S.-Art, die sogen. Spinstabilisierung — der Satellit rotiert dabei um seine Hauptträgheitsachse — ist das einfachste und bedeutendste S.-Verfahren. Die verwendeten Drehzahlen liegen zwischen ca. 10 und 150 U/min. Wirbelströme, entstehend durch die Wechselwirkung des bewegten Sat., mit dem Erdmagnetfeld, verlangsamen die Spindrehzahl. Störkräfte führen zur Präzession und Nutation der Spinachse, dem kann durch Nutationsdämpfer entgegengewirkt werden. Für Fernmelde-Sat. ist die Spinstabilisierung nachteilig, da eine Antenne mit einem rotationssymmetrischen Strahlungsdiagramm den größten Teil (mindestens ca. 95%) der Sendeleistung nicht zur Erde, sondern unerwünscht in den Weltraum abstrahlt. Abhilfe bringen sogen. Despun-Antennen (→ Satellitenantennen), bei denen die Antenneneinspeisung von der Rotation des Sat. so gesteuert wird, daß immer nur die Erde angestrahlt wird. Bei der aktiven S. wird die Energie für die Lageregelung vom Sat. mitgeführt bzw. umgewandelt (z. B. Sonnenenergie in elektr. Energie). Für die aktive S. werden herangezogen: Ausstoß von Materie (Kalt- oder Heißgas), Drehimpulsaustauscher (Schwungräder oder -kugeln) nach dem Prinzip actio = reactio (kein Ausstoß von Materie) oder das Erdmagnetfeld (eine stromdurchflossene Spule im Sat. erzeugt ein Drehmoment, angewendet z. B. bei den → TELSTAR-Sat.). Ein wesentlicher Vorteil der aktiven S. für Fernmelde-Sat. liegt in der Möglichkeit der Anwendung scharf bündelnder Richtantennen.

Literatur: H. Awender: Über Mess- und Regeleinrichtungen für Satelliten, Luftfahrtzubehör, Heft 7 und 8, 1964. *Schröter*

Satellitensystem. Jede Gruppe zusammenwirkender Funkstellen, die einen bestimmten → Weltraumfunkdienst und die einen oder mehrere aktive oder passive Satelliten einschließt (Definition gem. VO Funk 1963). Beispiel eines S. ist das INTELSAT-System (→ INTELSAT-Satelliten), das seit dem 28. 6. 65 (kommerzielle Inbetriebnahme des Synchronsatelliten INTELSAT I) dem Fernmeldeverkehr zwischen Europa und Nordamerika zur Verfügung steht. Ein weiteres Beispiel für ein S. sind die russischen → MOLNIJA-Satelliten.

Satelliten-Wetterhilfenfunkdienst. Ein → Weltraumfunkdienst, durch den die Ergebnisse von Wetterbeobachtungen, die mit Hilfe von Geräten auf Erdsatelliten gewonnen wurden, von Weltraumfunkstellen an Erdefunkstellen übermittelt werden.

Sättigungsdichte. Endwert der Sprechstellen- bzw. → Hauptanschlußdichte. Die Logistische Funktion, die den Verlauf der Sprechstellen bzw. Hauptanschlußdichte beschreibt, nähert sich asymptotisch der S. In der BRD rechnet man z. Z. mit einer Sättigungsdichte für die Hauptanschlüsse von durchschnittlich 50%. Regierungs- und Handelsstädte werden auf etwa 60, Dörfer und Arbeiterstädte nur auf etwa 40 Hauptanschlüsse pro Hundert Einwohner in der Sättigung kommen.

Sättigungsinduktion, -polarisation → Hystereseschleife.

Sättigungsstrom → Emissionskennlinie.

Satzverständlichkeit. Das Verhältnis der richtig verstandenen Sätze zur Gesamtzahl der gesprochenen Sätze in Prozent (→ Verständlichkeit).

Saugdruckbetrieb → Hausrohrpost.

Saugkreis → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Saugluftbetrieb → Hausrohrpost.

Saugluftempfänger, -sender → Zettelrohrpost.

Saugtransformator ist ein Stromwandler 1 : 1, mit einer Leistung bis 100 kVA, dessen Primärwicklung in der Fahrleitung einer Wechselstrombahn und dessen Sekundärwicklung in einer Rückleitung liegt. An der Einschaltstelle erzwingt er Gleichheit beider Ströme und damit fast vollständige → Kompensation. Dabei wird er von der Gegeninduktivität zwischen beiden Leitungen unterstützt. Seine Bürde ist etwa die Hälfte der Reaktanz der Rückleitung zusammen mit ihrem vollen Widerstand. Als Rückleitung dienen entweder die Schienen (S.-Sch.) oder eine besondere, leicht isolierte Rückleitung (S. b. R.), die halbwegs zwischen zwei S. mit den Sch. verbunden ist (Bild a und b). Da die Schienen unvollkommen

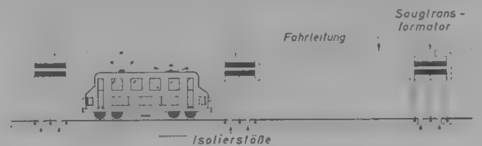


Bild a. Saugtransformator mit Schienenrückleitung.



Bild b. Saugtransformator mit besonderer Rückleitung.

geerdet sind, geht zwischen zwei S.-Sch. ein Teil des Schienenstromes verloren, um so mehr, je größer die Ableitung und je höher die Frequenz ist. Bei 16⅔ Hz kann der mittlere Schienenstrom über 95% des Fahrstromes sein, bei 50 Hz 90 bis 95%, bei Tonfrequenz weniger. Die induktive Einwirkung auf weit entfernte Leitungen wird daher auf 5 bis 10% gesenkt. Für Bahnkabel kann, je nach dem Abstand von den Schienen, vollkommene Kompensation oder sogar Überkompensation erreicht werden. Bei einer langen Näherung steigt die gesamte induzierte elektromotorische Kraft (EMK) mit der Entfernung des Zuges vom Unterwerk an, wenn auch nicht linear. Innerhalb eines Abschnittes von etwa 1,5 km zwischen aufeinanderfolgenden S.-Sch. steigt die induzierte

EMK erst langsam, dann schneller. Bei S. b. R. kann der Rückstrom nicht über Ableitungen verlorengehen. Etwa 3 km Abstand sind zugelassen. Bei Belastung an der Mittelpunktsverbindung wird eine fast vollständige Kompensation erreicht. Bei Belastung am S. ist die Strecke S.—Mittelpunktsverbindung unkompensiert, sogar bei zweiseitiger Speisung. Wenn der Zug einen S. passiert, kehrt sich die Richtung des unkompensierten Stromes um. Vor dem S. fließt der unvollkommen kompensierte Strom im Fahrdraht vom Unterwerk fort, hinter dem S. in der Rückleitung nach dem Unterwerk. Daher können sich die »im Abschnitt« Wirkungen verschiedener Züge ausgleichen, während die induktive Wirkung eines mit konstantem Strom fahrenden Zuges eine Art Sägezahnkurve ergibt, die sich der Nullachse oder einer langsam ansteigenden Spannung überlagert. Der Begriff des Reduktionsfaktors verliert hier seinen Sinn. Wenn Züge auf zwei Nachbargleisen genau hinter einem S. liegen, addieren sich ihre Restwirkungen. Wenn einer den S. passiert, heben sie sich auf, während die Induktion ohne S. kaum geändert wird. Bei niedriger Fahrdrahtspannung, z. B. 6,25 kV, und entsprechend großem Strom und geringer Länge der Speiseabschnitte soll der Abstand zwischen S. erheblich verkleinert werden. Sonst werden die Restwirkungen zu groß, und die Senkung ist kaum besser als von zwei Rückleitungen ohne S., die vielfach mit den Schienen verbunden sind. Vollkommene Kompensation ist mit S. nicht zu erreichen, weil:

1. der Magnetisierungsstrom der S.-Sch. über Erde, bei S. b. R. über Schienen und Erde zurückfließt. Er sollte möglichst klein sein. Das beeinflußt Größe und Entwurf des S. Es ist unwirtschaftlich, S. so groß zu bauen, daß sie auch bei Überlast und Kurzschluß voll wirksam sind. Bei Vollast sollen sie aber noch unterhalb des oberen Knies der Magnetisierungskurve arbeiten. Damit werden auch zu starke Verzerrungen des Stromes vermieden.

2. die induktive Wirkung der Schleife Fahrleitung/Rückleitung unvermeidlich ist, es sei denn, daß die Fahrleitung als konzentrisches Kabel mit der Rückleitung als Innenleiter gebaut wird. Für entfernte Leitungen ist diese Wirkung klein, besonders bei S.-Sch. (senkrechte Schleife). Für weniger entfernte Leitungen muß sie berücksichtigt werden. Bei S. b. R. mit annähernd waagerechter Schleife heben sich die Wirkungen zweier Gleise auf, falls die Anordnung symmetrisch ist. Die Schleife sollte möglichst schmal sein.

3. bei S. b. R. der Schleifenstrom in den Schienen und in benachbarten Kabeln Längsspannungen induziert. Die Längsströme — stärker im Nachbargleis als im zugehörigen Gleis — können 3% des Fahrstromes erreichen und merklich stören. Grundsätzlich soll bei S.-Sch. die Leitfähigkeit der Schienen und benachbarter Kabel gut sein, bei S. b. R. schlecht. Daher sollen Bahnkabel mit Induktionsschutz nur für S. b. R. Eisenbandbewehrung haben. Bei eingleisigen Strecken kann die Rückleitung so angeordnet werden, daß der induzierte Schienenstrom verschwindet. Bei mehrgleisigen Strecken ist das nicht möglich.

4. bei Kurzschlüssen die S. überlastet werden und nur noch teilweise wirksam sind. Die Verschlechterung hängt von der Stärke des Kurzschlußstromes ab. Bei Kurzschlüssen in großer Entfernung vom Unterwerk ist die Kompensation besser als bei nahen Fehlern. Rücksichtnahme auf die hohen induzierten Spannungen, oft vergrößert durch Einschwingvorgänge und Verzerrungen, machen die erwähnten zusätzlichen Maßnahmen an Bahnkabeln notwendig. Die Verwendung von S. kann notwendig sein, wenn es sich bei einer Bahnelektrisierung um den Schutz bestehender Nahverkehrskabel mit erdunsymmetrischen Schaltungen handelt, in denen die Signalisierung durch verhältnismäßig kleine induzierte Spannungen gestört werden kann. Bei neuen Fernmeldeanlagen dürfte Symmetrierung der Schaltungen und Benutzung geschirmter Kabel wirtschaftlicher und zuverlässiger sein.

Literatur: O. Helmer, G. A. Pettersson u. G. Swedenborg, The induction effects of Swedish electrified railways on parallel telecommunication lines, Tele, English edition (1955), S. 33 — G. A. Pettersson u. S. Svensson, Compensation from rails, return conductor and booster transformers of induction caused by electrified railways, Tele, English edition (1961) — H. Klewe, The interference problem, Proc. Br. Railw. Electrific. Conf. London (1960), S. 427 — A. W. Woodbridge, H. R. J. Klewe u. R. O. Kapp, Inductive interference and its measurement on electrified railways, Proc. Inst. Railw. Sign. Eng. (Sept. 1963), S. 23 — Direktiven des CCITT.

Klewe

Säuredichte. Unter S. wird die Masse in Kilogramm von einem Liter Elektrolyt (verdünnte Schwefelsäure) eines Bleiakkumulators verstanden. Sie wird mit dem → Aräometer gemessen und gilt unter gewissen Voraussetzungen als ein Maß für den Lade- bzw. Entladezustand einer Batterie. Die S. eines geladenen Akkumulators, auch Nenndichte genannt, beträgt je nach Zellenbauart 1,20 bis 1,28 kg/l bei einer Temperatur von 20° C. Bei einer Temperaturänderung um 1° C ändert sich die Dichte um etwa 0,0007 kg/l.

Säureheber besteht aus einem Ansaugrohr, einem dickbauchigen Glaskörper und einem Gummiball. Er dient zum Abziehen von Schwefelsäure aus Akkumulatoren für Untersuchungszwecke, z. B. zur Bestimmung der Säuredichte im → Standglas. Häufig wird der S. in Verbindung mit einem frei beweglichen Aräometer in dem Glaskörper zur Säuremessung benutzt (→ Säuremesser).

Säuremesser sind → Aräometer zum Messen der Säuredichte von Bleiakkumulatoren. Man unterscheidet Tauch- und Heb-S. Der Tauch-S. entspricht direkt einem Aräometer. Er wird für offene Zellen verwendet. Der Heb-S. besteht aus einem → Säureheber und einem darin frei beweglichen kleinen Aräometer, hier allgemein als »Schwimmer« bezeichnet. Er dient zur Messung bei geschlossenen oder abgedeckten Zellen.

scale of turbulence, Scatter. → Rückstreuung, → ionosphärische Streuausbreitung, → troposphärische Streuausbreitung.

Scatterverbindung → Richtfunklinie.

Schachtauftaugerät → Kabelkanal unter 14, → Heißluftauftaugerät.

Schachtdecke → Kabelkanal unter 10.

Schachtdeckel → Kabelkanal unter 12.

Schachtdeckelhebegerät → Deckelheber.

Schachtdeckenplatten → Kabelkanal unter 10.

Schachtentgasungsgerät → Kabelkanal unter 14, → Heißlufttrockengerät.

schädliche Störung ist jede Aussendung, Ausstrahlung oder Beeinflussung, die das einwandfreie Arbeiten eines ordnungsgemäß arbeitenden Funkdienstes ernstlich verschlechtert, behindert oder wiederholt unterbricht.

Schäkel → Seekabellegung und -instandsetzung.

Schalenkern → Pupinspule.

Schall. Mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium, insbesondere im Frequenzbereich des menschlichen Hörens, nämlich zwischen 16 und 20 000 Hz. Der Bereich unter 16 Hz wird Infraschall und Schall zwischen $2 \cdot 10^4$ Hz und etwa 10^{10} Hz Ultraschall genannt. Hyperschall sind akustische Vorgänge über 10^{10} Hz.

Schallabsorptionsgrad. Trifft eine Schallwelle auf eine Fläche auf, so wird je nach Beschaffenheit des Flächenmaterials ein Teil der Schallenergie reflektiert, ein weiteres absorbiert. Der Schallabsorptionsgrad α (früher auch Schallschluckgrad) ist das Verhältnis des nicht reflektierten Anteils der Schallenergie zur auftreffenden Schallenergie. Er ist auch gegeben durch die Gleichung:

$$\alpha = 1 - R^2.$$

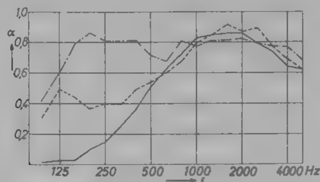
Hier ist R der Schallreflexionsfaktor, d. h. das Verhältnis des Schalldruckes der reflektierten Welle zum Schalldruck der auftreffenden Welle. Der Schallabsorptionsgrad kennzeichnet u. a. die akustischen Eigenschaften von Schallschluckstoffen, die zur Nachhallregulierung in Räumen angebracht werden können. Er ist stark frequenzabhängig (s. Bild). Der Schallabsorptionsgrad wird in der Praxis im Hallraum gemessen. Zu diesem Zwecke wird zuerst die Nachhallzeit T_1 des leeren Hallraumes bestimmt. Nach Anbringen der Fläche S von 10 bis 12 m² eines Prüfmaterials wird die Nachhallmessung wiederholt und man erhält die Nachhallzeit T_2. Der Absorptionsgrad des Prüfmaterials errechnet sich dann aus

$$\alpha = \frac{0{,}163\ V}{S}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

mit dem Raumvolumen V in m³.

Literatur: DIN 52212 (1961).

Brosze



——— gelochte 1,5 cm dicke Mineralwollfaserplatte

– – – – gelochte 1,5 cm dicke Mineralwollfaserplatte mit 20 cm Deckenabstand

—— · —— perforierte Blechplatten mit dahinterliegender 2 cm dicker Siliaanwollschicht bei 36 cm Deckenabstand

Schallabsorptionsgrad α verschiedener Schallschluckstoffe in Abhängigkeit von der Frequenz f.

Schallanalyse. Die Komponenten, aus denen ein Schallvorgang zusammengesetzt ist, lassen sich nach Stärke (Amplitude), Tonhöhe (Frequenz) und auch Phase zerlegen. Für rein periodisch aufgebaute Funktionen entspricht dies, nämlich die Zerlegung der vorhandenen Zeitfunktion in eine Frequenzfunktion, einer Fourieranalyse. In der Praxis finden zur Schallanalyse Geräte Verwendung, deren Aufbau mit Hilfsmitteln der Fernmeldetechnik entstanden.

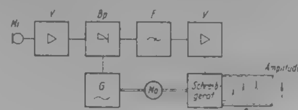


Bild 1. Schema eines Suchtonanalysators.

Für die Analyse von Schallvorgängen, die sich regelmäßig wiederholen oder sich im eingeschwungenen Zustand befinden, ist das Suchtonverfahren nach Grützmacher geeignet. Ein Mikrophon wird in das zu untersuchende Schallfeld gebracht und die vom Mikrophon abgegebene Spannung über einen Verstärker einem Gleichrichter zugeführt. Gleichzeitig wird eine Wechselspannung, die von einem Schwebungssummer mit kontinuierlich veränderbarer Frequenz herrührt, ebenfalls auf den Gleichrichter ge-

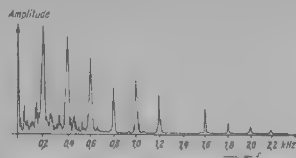
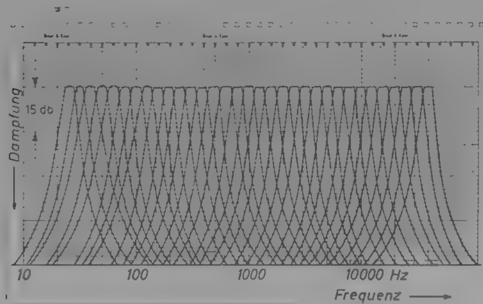


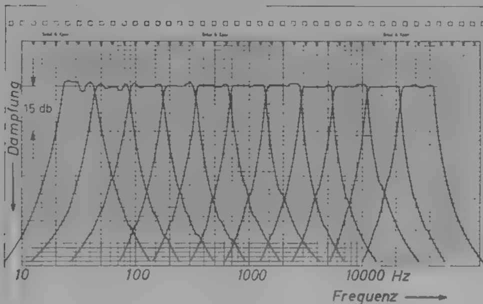
Bild 2. Schallspektrum eines Geigenklanges mit Hilfe eines Suchtonanalysators.

geben. Der Röhrengleichrichter arbeitet im quadratischen Teil seiner Kennlinie. Hierdurch entstehen durch die Suchtonfrequenz f_0 und die im Schallfeld enthaltene Frequenz f_1 Summen- und Differenzschwingungen. Für die Analyse wird nur die Summenfrequenz $f_0 + f_1$ ausgewertet. Dem Gleichrichter folgt ein sehr steiles Bandfilter (z. B. ein 50 kHz Quarzfilter mit einer Bandbreite von etwa 20 Hz).

Immer wenn beim Durchdrehen des Schwebungssummers $f_0 + f_1 = 50$ kHz ist, kommt es zu einer Anzeige an einem Röhrenvoltmeter, das am Filter angeschlossen ist. Würde z. B. das Mikrophon mit einem Ton von $f_1 = 1000$ Hz beschallt werden, so müßte der Schwebungssummer auf die Frequenz $f_0 = 49\,000$ Hz eingestellt werden, damit es zu einer Anzeige kommen kann. Läßt man die Frequenzskala des Schwebungssummers mittels eines Motors durchdrehen und koppelt den Motor gleichzeitig mit dem Papier-Vorschub eines schreibenden Gerätes, so ergibt sich Synchronisation zwischen Papierablauf und Durchdrehen der Frequenzskala. Hierdurch ist es möglich, die Frequenzanalyse eines Schallvorganges graphisch festzuhalten (Bild 1 u. 2). Das Suchtonverfahren eignet sich nicht für schnell veränderliche Schallvorgänge. Hierfür ist die Analyse mit Hilfe von



a



b

Bild 3. Filterkurven a) von Terzsieben und b) von Oktavsieben.

Bandpässen, die einen Durchlaßbereich von einer Oktave oder einer Drittel-Oktave (Terz) haben, gebräuchlich (Bild 3). Das zu untersuchende Schallereignis wird mit Hilfe eines Mikrophons aufgenommen, die vom Mikrophon abgegebene Spannung verstärkt und dann auf parallel geschaltete Siebe gegeben. Die Wechselspannungsanteile, deren Frequenzen im Durchlaßbereich der jeweiligen Filter liegen, werden hindurchgelassen und von einem registrierenden Meßgerät (z. B. Röhrenvoltmeter) zur Anzeige gebracht (Bild 4 u. 5). Es muß bei allen Schallanalysen die Einschwingzeit der Filter berücksichtigt werden, da diese eine gewisse Ungenauigkeit der Frequenzanzeige bringt. Alle derartigen Methoden der Schallanalyse sind mehr oder weniger graphische

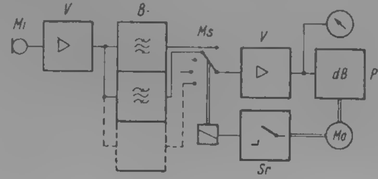


Bild 4.
Schema einer Anlage zur Terz- oder Oktavsiebanalyse [3].

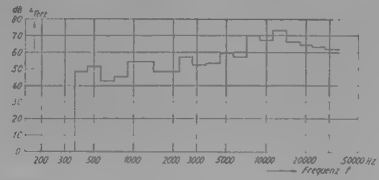


Bild 5. Terzsiebanalyse eines Telefonweckers.

Darstellungen eines zeitabhängigen Frequenzspektrums. Sie ergeben daher kein reines Fourierspektrum, sondern ein sog. Zeitfrequenzspektrum.

Literatur: M. Grützmacher, ENT (1927), Bd. 4, 12 — F. A. Fischer, Fernmelde-Ing. (1952), 10 — K. O. Schmidt u. O. Brosze, Fernsprech-Übertragung, Schiele u. Schön, Berlin (1967) — W. Reinicke. Der Fernmelde-Ing. 1 (1964).
Brosze

Schalldämmung → Schallschutz.

Schalldruck. Der Wechseldruck, der sich in einem → Schallfeld dem statischen Druck (z. B. dem atmosphärischen Druck der Luft) überlagert. Die Einheit für den Schalldruck ist das Mikrobar (μbar)

$$1\ \mu\text{bar} = 1\ \text{dyn cm}^{-2} = 1\ N\,\text{cm}^{-2} = 1\ \text{g cm}^{-1}\,\text{s}^{-2}.$$

Der durchschnittliche Schalldruck, der beim Sprechen am Mikrophon des Fernsprechapparates auftritt, liegt bei etwa 10,75 μbar. Der Schalldruck bei 2000 Hz an der Hörschwelle beträgt $2 \cdot 10^{-4}$ μbar, an der Schmerzgrenze $2 \cdot 10^{2}$ μbar. Dieser Bereich von 6 Zehnerpotenzen hat dazu geführt, daß der Schalldruck vorzugsweise durch ein log. Maß, den → Schallpegel, gekennzeichnet wird.

Schallfeld. Der räumliche und zeitliche Verlauf des gesamten Schwingungszustandes eines Mediums, in dem die Schallausbreitung stattfindet. Schall entsteht durch Änderung des normalen Druckes in einem Medium. Die von einer Schallquelle hervorgerufenen Druckänderungen stellen eine Gleichgewichtsstörung des betreffenden Mediums dar und verursachen, in dem Bestreben sich anzugleichen, eine gewisse Geschwindigkeit der dem Erregungsort benachbarten Teilchen, die ihrerseits wieder zu einer Druckänderung an anderen Stellen Anlaß geben (→ Schallwelle).

Schallgeschwindigkeit. Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schallwelle in einem Medium. Sie errechnet sich in cm pro Sekunde bei festen Körpern zu:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}$$

bei Flüssigkeiten zu:

$$c = \sqrt{\frac{Q}{\varrho}}$$

und bei Gasen zu:

$$c = \sqrt{\frac{\varkappa p}{\varrho}}$$

Hier ist E das Elastizitätsmodul des Mediums, ϱ die Dichte des Mediums, Q das Kompressionsmodul, p der Gasdruck und $\varkappa = c_p/c_v$ das Verhältnis der spezifischen Wärmen (für Luft ist $\varkappa = 1{,}41$). Die Schallgeschwindigkeit in Luft ist außerdem in geringem Maße vom Druck und der relativen Feuchtigkeit abhängig, jedoch stark von der Temperatur (Bild 1 u. 2). Für ein Gas von der Temperatur ϑ

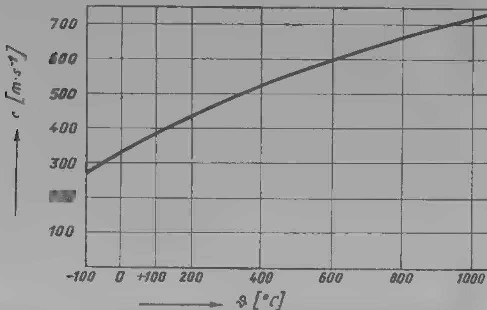


Bild 1. Die Schallgeschwindigkeit c in Luft in Abhängigkeit von der Temperatur ϑ.

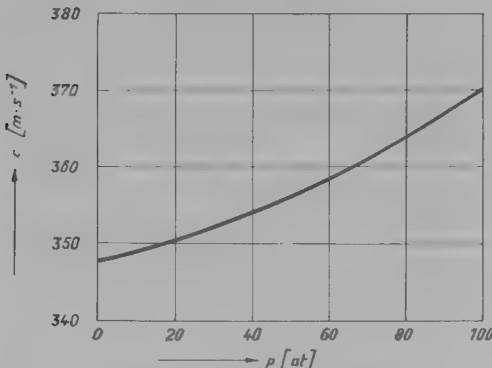


Bild 2. Schallgeschwindigkeit c in Abhängigkeit vom Luftdruck p bei einer Temperatur von 27°C.

berechnet sich die Schallgeschwindigkeit gemäß der Beziehung:

$$c_\vartheta = c_0 \sqrt{\frac{273 + \vartheta}{273}}\,.$$

Hier ist c_0 die Schallgeschwindigkeit bei 0°C = 331,8 ms⁻¹. Die Schallgeschwindigkeit c ist mit der Wellenlänge und der Frequenz f durch folgende Beziehung verbunden:

$$c = \lambda f.$$

Brosze

Schallintensität. Sie gibt an, wie groß die Schalleistung in einer fortschreitenden ebenen Schallwelle ist, die durch die Querschnittseinheit in der Zeiteinheit hindurchtritt. Für eine ebene Welle gilt die Schallintensität:

$$J = p\,v = \frac{p^2}{Z_0} = v^2 Z_0\,.$$

Es ist p der → Schalldruck, v die → Schallschnelle, Z_0 die → Schallkennimpedanz. Die Einheit der Schallintensität ist 1 erg · cm⁻² · s⁻¹ oder 10⁻⁷ Watt · cm⁻², wobei 1 erg cm⁻² s⁻¹ = 10⁻⁷ Watt cm⁻² ist.

Schallkennimpedanz. Früher Schall-Wellenwiderstand. In einer ebenen Schallwelle in Luft hat das Verhältnis → Schalldruck p zur → Schallschnelle v die Bezeichnung Schallkennimpedanz, nämlich

$$Z_0 = \frac{p}{v} = \varrho \cdot c\,.$$

ϱ ist die Luftdichte ($1{,}205 \cdot 10^{-3}$ g · cm⁻³) und c die → Schallgeschwindigkeit in Luft ($3{,}43 \cdot 10^4$ cm · s⁻¹, bei 20°C und 760 Torr).

Für ihre Einheit, g · cm⁻² s⁻¹, wird die Bezeichnung Rayl vorgeschlagen. Die Schall-Kennimpedanz beträgt für Luft unter den angegebenen Bedingungen 41,3 Rayl.

Schallkonserve → Schallspeicher.

Schalleistung. Der von einer Schallquelle abgestrahlte gesamte Energiebetrag. Die Einheit der Schalleistung ist 1 erg · s⁻¹ = 10⁻⁷ Watt.

Schallmessung. Die wichtigsten Bestimmungsgrößen des → Schallfeldes, die → Schallschnelle und der → Schalldruck lassen sich meßtechnisch erfassen. Die Schnelle wird mit Hilfe der → Rayleighschen Scheibe bestimmt. Aus der Schnelle wiederum kann man den → Schalldruck berechnen. Für die Messung des Schalldrucks wird allgemein ein (→ Mikrophon) Kondensatormikrophon benutzt. Diese Eichmikrophone müssen aber erst durch eine Absolutmessung geeicht werden. In der Praxis wird eine Messung des → Übertragungsfaktors B durchgeführt. Er gibt das Verhältnis der vom Mikrophon abgegebenen Spannung U in Volt zum einwirkenden Schalldruck p in µbar an. Der Schalldruck p muß absolut bestimmt werden. Es gibt verschiedene Methoden zur Eichung von Mikrophonen:

1. Die Rayleighsche Scheibe. Der Schall übt auf die Rayleighsche Scheibe ein Drehmoment aus, das proportional dem Quadrat der Schnellamplitude ist.

Nach König beträgt das Drehmoment einer in Luft an einem sehr dünnen Faden aufgehängten sehr dünnen Kreisscheibe:

$$M = \frac{4}{3}\,\varrho\, r^3 v^2 \sin 2\vartheta\,. \tag{1}$$

ϱ = Luftdichte, r = Radius der Scheibe, v = Effektivwert der Schnellamplitude des Schalls in cm s^{-1}. ϑ = Winkel zwischen Scheibennormale und Schallrichtung. Zur Messung der Schallschnelle wird auf die Scheibe ein kleiner Spiegel geklebt, so daß durch ihre Drehung ein auf den Spiegel fallender Lichtstrahl abgelenkt werden kann. Die Ablenkung ist auf einer Skala abzulesen (Bild 1).

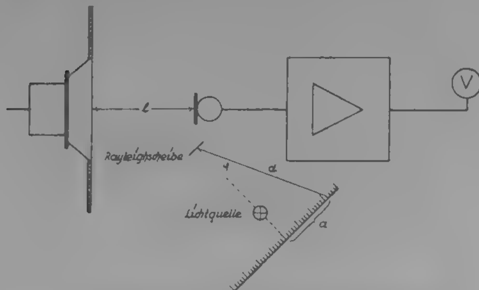


Bild 1. Mikrophoneichung mit Hilfe der Rayleighschen Scheibe.

Mit Hilfe der obigen Gleichung läßt sich dann die Schnelleamplitude ermitteln zu:

$$v = \sqrt{\frac{3\,D\,\alpha}{4\,\varrho\, r^3 \sin 2\vartheta}}\,. \tag{2}$$

Mit $M = D \cdot \alpha$, D = Direktionskraft und α = Ablenkungswinkel.
Der Schalldruck errechnet sich dann aus:

$$p = \varrho \cdot c \cdot v \cdot \cos\beta\,. \tag{3}$$

Solange die Rayleighsche Scheibe im hinreichenden Abstand von der Schallquelle aufgebaut ist und mit höheren Frequenzen gemessen wird, kann mit ebenen Wellen gerechnet werden. In der Nähe der Schallquelle im unteren Frequenzbereich kann das Schallfeld als kugelförmig angenommen werden. Bei Kugelwellen besteht zwischen Druck und Schnelle ein Phasenunterschied. Daher ergibt sich für das letzte Glied der obigen Gleichung (3), nämlich:

$$\cos\beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2\pi l}\right)^2}}\,.$$

λ = Wellenlänge des Schalls, l = Abstand der Rayleighschen Scheibe zur Schallquelle. Die effektive Schalldruckamplitude in absoluten Einheiten, in µbar, läßt sich dann aus Gleichung (2) bestimmen, wenn die Scheibe unter einem Winkel von $\varphi = 45°$ zur Normalen in das Schallfeld gebracht wird:

$$p = \frac{c}{2}\sqrt{3\varrho\,\frac{D\cdot\alpha}{r^3\, 2d}}\,\cos\beta\,. \tag{4}$$

Hier ist d der Abstand zwischen Scheibe und Lichtquelle, α die Ablenkung auf der Skala und die Direktionskraft

$$D = \frac{\pi^2\Theta}{\tau^2} + \frac{\delta}{4\Theta}\,,$$

wobei τ die Dauer einer halben Schwingung der Scheibe, $\Theta = \frac{m r^2}{4}$ das Trägheitsmoment (m = Masse der Scheibe) und δ der Dämpfungsfaktor bedeuten. Dieser läßt sich leicht aus dem logarithmischen Verhältnis zweier aufeinanderfolgenden Schwingungsamplituden a_1 und a_2 berechnen, nämlich zu

$$\delta = \frac{2\,\Theta}{\tau}\ln(a_1 - \ln a_2)\,.$$

Der Schalldruck p läßt sich, wie aus Gl. (4) zu entnehmen ist, direkt aus mechanischen Meßgrößen bestimmen. Die vom Mikrophon abgegebene Spannung und der gemessene Schalldruck ergeben dann den Übertragungsfaktor.

2. Die Reziprozitätseichung. Sie erlaubt eine sehr genaue Messung des Übertragungsfaktors. Es wird hier ein reziproker Wandler einmal als Lautsprecher und ein anderes Mal als Mikrophon nach folgendem Schema benutzt (Bild 2): a) der vom Lautsprecher L_1 erzeugte Schalldruck wird mit dem als

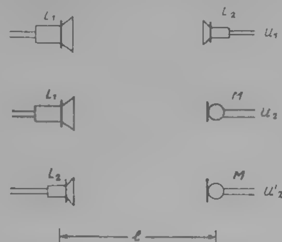


Bild 2. Zur Reziprozitätseichung.

Mikrophon geschalteten reziproken Wandler L_2 empfangen und die an L_2 entstehende Ausgangsspannung U_1 gemessen. b) An Stelle des Lautsprechers L_2 wird das zu eichende Kondensatormikrophon M gesetzt und die Spannung U_2 an M gemessen. c) Der reziproke Wandler L_2 wird als Lautsprecher benutzt und die vom Mikrophon M abgegebene Spannung U_2' gemessen. Außerdem wird der Strom i, der durch den Wandler fließt, bestimmt. Der Übertragungsfaktor in V/μb ist dann:

$$B = \sqrt{\frac{2\,l\,U_2\,U_2' \cdot \lambda}{Z_0 \cdot i \cdot U_1}}\,.$$

l = Abstand Schallquelle—Mikrophon, λ = Schallwellenlänge, $Z_0 = \varrho \cdot c = 41{,}5$ = Schallkennimpedanz der Luft.

3. Eichung mit dem elektrostatischen Eichgitter. Vor der Membran eines Kondensatormikrophons wird in einem definierten Abstand eine gitterartige Hilfselektrode angebracht (Bild 3). Legt man

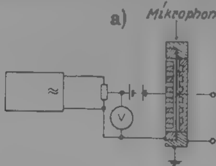


Bild 3. Eichung eines Kondensatormikrophons mit Hilfe eines elektrostatischen Eichgitters.

an sie eine Polarisationsspannung und eine Wechselspannung, so wird auf die Membran eine Wechselkraft p in µbar ausgeübt, die berechnet wird aus:

$$p = K \frac{U_0 U_1}{d^2} .$$

$K = 2{,}64 \cdot 10^{-6}$ = Umrechnungskonstante
U_0 = Polarisationsspannung
U_1 = Wechselspannung
d = Abstand Hilfselektrode zur Membran.

4. Eichung mit dem Pistonphon. Es besteht aus einer Druckkammer, an die ein Zylinder angeschlossen ist, in dem durch ein meist elektrodynamisches System ein Kolben hin- und herbewegt wird und dadurch ein sinusförmiger Wechseldruck erzeugt wird. An die Kammer, die klein im Verhältnis zur Schallwellenlänge sein muß, wird das zu eichende Mikrophon gebracht (Bild 4).

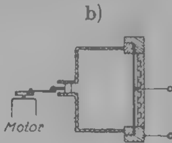


Bild 4.
Eichung eines Kondensatormikrophons durch ein Pistonphon.

Der erzeugte Schalldruck p in µbar errechnet sich dann aus:

$$p = \frac{p_a \cdot S}{V} \varkappa \xi$$

p_a = Luftdruck in der Kammer
V = Druckkammervolumen
S = Fläche des Kolbens
ξ = Kolbenauslenkung
$\varkappa = \frac{c_p}{c_v} = 1{,}41$ = Verhältnis der spezifischen Wärmen für Luft.

Das Pistonphon ist nur für einen Frequenzbereich von etwa 20—1000 Hz brauchbar. Derartig geeichte Mikrophone werden als Bezugsmikrophone benutzt, mit denen wiederum andere geeicht werden können, die in Schallpegelmessern Verwendung finden.

Literatur: H. F. Olson, Acoustical Engineering, D. van Nostrand Comp. Inc. New York (1960) — W. Heimann, Elektr. Nachr.-Techn. 9 (1932).

Brosze

Schallpegel. Die physikalische Stärke eines Schalles läßt sich durch den Schalldruckpegel, Schallintensitätspegel oder Schalleistungspegel darstellen. Der Schalldruckpegel ist der 10fache dekadische Logarithmus aus dem Verhältnis des Quadrates zweier Schalldrucke p und p_0 in Dezibel.

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ dB} .$$

Wobei p der effektive → Schalldruck des jeweiligen Schallvorganges ist, und $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ µbar bzw. $2 \cdot 10^{-5}$ N m^{-2} den Bezugsschalldruck für Luftschall darstellt. p_0 wird in der gleichen Einheit wie p ausgedrückt. Der Schallintensitätspegel ist gegeben durch:

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ dB} ,$$

wobei J die → Schallintensität und $J_0 = 10^{-16}$ Watt m^{-2} die Bezugsschallintensität bedeutet. Der Schalleistungspegel wird angegeben:

$$L_P = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} .$$

Hier ist P die → Schalleistung und $P_0 = 10^{-16}$ W die Bezugsschalleistung. Der Schalldruckpegel, Schallintensitätspegel und der Schalleistungspegel kann nur in einfacher Weise berechnet werden, wenn es sich um eine ebene fortschreitende Schallwelle oder um eine Kugelschallwelle handelt. Der Schallpegel wird mit dem Schallpegelmesser gemessen. Zur Kennzeichnung der Stärke von Schallvorgängen, die bestimmte Eigenschaften des Gehörs berücksichtigen, ist der Präzisionsschallpegelmesser nach DIN 45633 entwickelt worden (Bild 1). Es ist in diesem Gerät

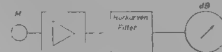


Bild 1. Schema eines Schallpegelmessers.

eine frequenzabhängige Bewertung des Pegels, die den Ohrkurven (→ Kurven gleicher Lautstärke) etwa entspricht, in Form von drei Bewertungskurven A, B, C vorhanden (Bild 2). Diese Kurven sind als eine

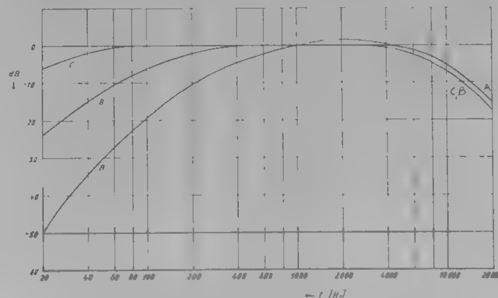


Bild 2. Bewertungskurven nach DIN 45 633.

Vereinbarung aufzufassen und international festgelegt. Natürlich läßt sich der Schallpegel mit diesem Gerät auch ohne Berechnungskurve bestimmen. Der bewertete Schallpegel wird dann in dB (A), dB (B) und dB (C) angegeben.

Literatur: DIN 45 633 (1965).

Brosze

Schallpegelmesser. Er ist ein Meßgerät, mit dem der absolute Schalldruckpegel $L = 20 \lg (p/p_0)$ dB (Dezibel) über dem Bezugsschallpegel $p_0 = 2{,}03 \cdot 10^{-4}\,\mu$bar (Mikrobar) und die Lautstärke in Phon von Schallereignissen gemessen werden kann. (Ton und Tongemisch ≙ sinusförmiger Druckverlauf beliebiger Frequenz und Gemisch davon; Klang und Klanggemisch ≙ mehrere Töne mit harmonischer Frequenzlage und Gemisch aus mehreren Klängen; Geräusch ≙ Gemisch aus mehreren Tönen unharmonischer Frequenzlage; Knall ≙ Druckstoß). Die Schallintensität $I = p \cdot v$ W/cm² ist das Produkt aus Druck und Schnelle.

Ein Sch. besteht aus einem kleinen Meßmikrophon, mit dem der Schalldruck eines Schallfeldes möglichst ungestört aufgenommen wird und einem Vorverstärker, der die abgegebene elektrische Spannung verstärkt, mehreren umschaltbaren Bewertungsfiltern und einem Endverstärker mit nachfolgender Effektivwertgleichrichterschaltung und Spitzenwertanzeige bei vorgegebener Einstellzeit des Instrumentes. Eine Eichtonquelle (z. B. Kugelfall-Schallquelle) ermöglicht die Eichung des Sch. Beim Sch. nach DIN 5045 (DIN-Lautstärkemesser) sind, um die Ohreigenschaften in etwa zu berücksichtigen drei Bewertungsfilter (< 30 Phon; 30 ÷ 60 Phon; > 60 Phon) vorgesehen und eine Einstellzeit von etwa 250 ms. Meßergebnisse, die damit gewonnen werden, müssen mit »DIN-Phon« in Zukunft mit »bewerteter Schallpegel« (sound level) — bezeichnet werden.

Es gibt zahlreiche verschiedene Ausführungsformen von Sch., kleine handliche, batteriebetriebene, die weniger empfindlich sind (Meßbereich 30 Phon ... 120 Phon) und die für den praktischen Einsatz zur Lärmbekämpfung und Kontrolle bestimmt sind. (Verkehrslärm, Lärm in Arbeitsräumen, Kranken- und Wohnhäusern usw. Laufgeräusche von Arbeitsmaschinen aller Art. Schalldämmung in Wohnbauten). Größere Sch. (0 Phon ... 130 Phon) sind aufwendigere Laborgeräte für Forschung und Entwicklung. Der Frequenzbereich moderner Sch. reicht von 10 Hz (20 Hz) ... 15 kHz (20 kHz) mit einem Frequenzgang von etwa ± 1 dB. International ist der IEC-Sch. gebräuchlich, der auch in die neue Vorschrift DIN 45633 aufgenommen wird und in der kleinen (ISO. Rec. 123) und großen Form (ISO. Rec. 179) empfohlen wird. Diese Sch. haben ebenfalls drei Bewertungsfilter (A, B, C), die aber nicht bestimmten Lautstärkebereichen zugeordnet sind wie beim DIN-Sch. Es wird der Gebrauch der Kurve A empfohlen. Der gemessene Schalldruckpegel ist dann mit L_A in dB (A) anzugeben.

Schalldruck (p/μbar) und Frequenz (f/Hz) bestimmen die subjektiv empfundene Lautstärke von Tönen, und es wurde eine Lautstärkeskala (L/Phon) geschaffen, deren Nullpunkt durch einen 1 kHz-Ton mit dem Schalldruckpegel $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}\,\mu$bar absolut fixiert ist. ($I_0 = p_0 \cdot v = p_0^2/Z = 10^{-16}$ W/cm² mit Wellenwiderstand $Z = 41$ g/cm² · sec. Die Hörschwelle des gesunden menschlichen Ohres liegt zwischen $10^{-17} \ldots 10^{-15}$ W/cm²). Hörschwellen- und Schmerzgrenzen-Intensität verhalten sich wie $1 : 10^{13}$ ≙ 130 dB, weshalb eine log. Lautstärke-Skala gewählt wurde. Durch willkürliche Festlegung ist der Zahlenwert der Lautstärke (L/Phon) eines 1 kHz-Tones mit einem Schalldruck (p/μbar) gleich dem dB-Zahlenwert des Schalldruckverhältnisses p/p_0.

$L_{1\,\mathrm{kHz}}/\mathrm{Phon} = L/\mathrm{dB} = 20 \lg \left(\frac{p}{p_0}\right)$. (Absolute, jederzeit eichbare Skala). Die Schalldruckpegel L von Tönen anderer Frequenz aber gleicher Lautstärke werden durch subjektiven Hörvergleich mit dem 1 kHz-Bezugston ermittelt. Über der Frequenz dargestellt und gleich lautstark empfundene Schallpegelwerte miteinander verbunden ergeben die bekannten Kurven gleicher Lautstärke nach Fletcher und Munson.

Die Phonskala ist keine empfindungsgerechte Skala, da ein 1 kHz-Ton von 60 Phon nicht doppelt so laut empfunden wird wie einer von 30 Phon, sondern etwa 8mal lauter. Es wurde deshalb eine empfindungsgerechtere Lautheits-Skala (N/Sone) durch subjektiven Hörvergleich reiner Töne experimentell ermittelt. Bezugspunkt zwischen Phon- und Sone-Skala ist der 40 Phon = 40 dB-Punkt der Phonskala bei 1 kHz. Dabei ist 40 Phon = 1 Sone. (2 Sone = doppelt so lauter, 0,5 Sone = halb so lauter Ton). Der Zusammenhang zwischen beiden Skalen ist für Sch. im Bereich 20 Phon ... 110 Phon (0,25 Sone ... 128 Sone) genügend genau durch:

$$N/\mathrm{Sone} = 2^{\frac{L/\mathrm{Phon} - 40}{10}}$$

international festgelegt. (ISO Rec. 131.) Ein Sch. kann deshalb auch mit einer Sone-Skala versehen werden.

Durch Hörvergleich mit dem 1 kHz-Bezugston kann auch (wie bei reinen Tönen) die Lautstärke von Geräuschen (loudness level) ermittelt und mit dem Meßwert eines Sch. verglichen werden. Übereinstimmung ist nur bei Tönen und schmalbandigen Geräuschen vorhanden und Abweichungen von 5 ... 20 Phon treten bei breitbandigen und impulsstarken Geräuschen auf. Ursache ist das Nichtberücksichtigen der Frequenzgruppenbildung im Ohr und des dadurch verursachten Verdeckungseffektes sowie die Lautheitsbildung des Ohres bei knallartigen Geräuschen (Motorenlärm) im Sch. Bei derartigen Geräuschen muß deshalb der Gesamtfrequenzbereich mit Filtern in geeignete Teilbereiche zerlegt, die Teillautstärken gemessen, geeignet bewertet und daraus die Summenlautstärke ermittelt werden. Sch. haben deshalb Anschlüsse für Filter und für Schallspeichergeräte (zum Wiederholen des Geräusches für die Analyse). Moderne Lautheitsanalysatoren führen diesen komplizierten Vorgang automatisch mehrmals pro Sekunde durch und zeigen die Summen-Lautheit (oder Summen-Lautstärke) am Instrument und die Teilergebnisse über der Frequenz am Oszillographenschirm an.

Literatur: R. Feldtkeller und E. Zwicker, Das Ohr als Nachrichtenempfänger. S. Hirzel Verlag Stuttgart — W. Bürck, Zur Physik und Psychologie der Geräuschmessung. Rohde u. Schwarz-Mitteilungen (1954), H. 5 — W. Schulz, Lautheitsanalysator »8051 A«. Intern. Elektron. Rdsch. 21 (1967), S. 128—224.

Sommer

Schallplattenwiedergabe. Sie erfolgt mittels eines Plattenspielers mit dem dazugehörigen Tonabnehmer, Verstärker, der auch aus dem Niederfrequenzteil eines Rundfunkempfängers bestehen kann und einem oder mehreren Lautsprechern. Früher betrug die Umdrehungszahl der Schallplatte 78 pro Minute, heute meistens 45 und $33\frac{1}{3}$, seltener $16\frac{2}{3}$ pro Minute. Ein Antriebsmotor treibt über ein auf die jeweilige Umdrehungsgeschwindigkeit umschaltbares Treibriemen- oder Reibradsystem einen schweren Plattenteller an. Im Tonarm, der nur ein Auflagegewicht von

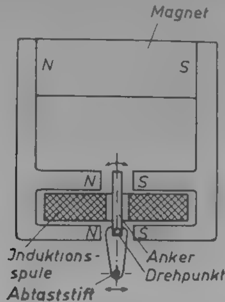


Bild 1. Elektromagnetisches Tonsystem [1].

einigen Pond hat, befindet sich der Tonkopf mit Abtastspitze. Wir unterscheiden elektrodynamische, elektromagnetische und Kristalltonköpfe, die sowohl für monophone als auch für stereophonische Wiedergabe (→ Stereophonie) konstruiert sein können. Bei einem elektromagnetischen Tonsystem ist die Abtastvorrichtung, die aus Abtastspitze und seiner Befestigung besteht, beweglich zwischen den Polschuhen eines Permanentmagneten gelagert (Bild 1). Durch Auslenkungen der Abtastspitze aus ihrer Ruhelage

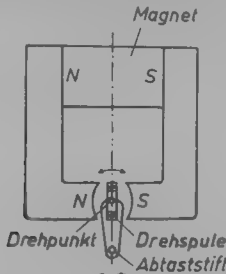


Bild 2. Elektrodynamisches Tonsystem [1].

— dies geschieht durch den in die Plattenrillen geschnittenen Schallvorgang — wird ein Anker zwischen den Polschuhen hin- und herbewegt. Es überlagert sich dadurch dem magnetischen Fluß eine Wechselkomponente, die eine Wechselspannung in einer den Anker umgebenden Spule erzeugt. Der Aufbau eines dynamischen Tonkopfes entspricht im Prinzip dem eines Drehspulinstrumentes. Die Arbeitsweise verläuft hier in umgekehrter Richtung. Durch Auslenkungen des Abtaststiftes, wird eine Spule in einem Magnetfeld hin- und herbewegt, so daß in ihr eine elektrische Wechselspannung induziert wird (Bild 2). Die Ausgangsspannung ist bei elektromagnetischen und elektrodynamischen Tonabnehmern außerhalb ihrer Eigenresonanz der Auslenkungsgeschwindigkeit (Schnelle) proportional. Die Wirkungsweise von Kristalltonabnehmern beruht auf dem piezoelektrischen Effekt (→ Piezoeffekt). Für elektroakustische Wandler eignen sich Seignette-Salze,

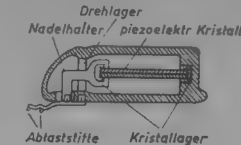


Bild 3. Kristall-Tonsystem [1].

Bariumtitanate u. a. wegen der relativ hohen abgegebenen Spannungen bei kleinen mechanischen Druck- und Biegekräften. In dem Tonkopf ist das Kristall derart gelagert, daß es durch den Abtaststift elastisch verformt werden kann. Die abgegebene elektrische Spannung ist proportional der Verformung des Kristalls und somit auch proportional der Auslenkung des Abtaststiftes auf der Schallplatte. Der Widerstand des Kristalltonkopfes ist rein

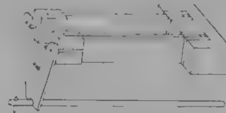


Bild 4. Stereophonisches Kristall-Tonsystem.

kapazitiv in der Größe etwa von 500 bis 1000 pF (Bild 3). In Tonköpfen zur stereophonischen Wiedergabe sind zwei Systeme, die unter einem Winkel von 45° zueinander stehen und durch einen Abtaststift angetrieben werden, untergebracht (Bild 4). Bei guten stereophonischen Tonköpfen ist die Übersprechdämpfung zwischen beiden Systemen etwa 20 dB und höher. Der Frequenzgang, nämlich die erzeugte

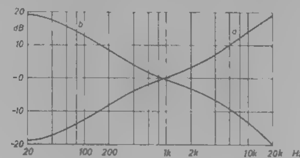


Bild 5. Frequenzkurven
a) beim Schneidvorgang, b) bei der Wiedergabe.

elektrische Spannung bei einer bestimmten Erregung des Systems und einer definierten elektrischen Belastung in Abhängigkeit von der Frequenz, soll nach Möglichkeit den Schneidkennlinienverlauf in umgekehrter Weise entsprechen; das soll heißen, daß der Abfall zu dem unteren Frequenzbereich ausgeglichen und die Anhebung zum oberen Frequenzbereich gesenkt werden muß. Für magnetische und dynamische Tonköpfe wird daher eine Entzerrung benötigt (Bild 5).

Bei Kristalltonabnehmern ist dieser Ausgleich nicht notwendig, da hier die abgegebene elektrische Spannung nicht von der Schnelle (Auslenkungsgeschwindigkeit), sondern hauptsächlich von der Amplitude der Auslenkung abhängig ist, so daß von Kristalltonabnehmern ohnehin die tiefen Frequenzen angehoben, die höheren Frequenzen abgesenkt wiedergegeben werden. Der beweglich gelagerte Ablenkstift des Tonkopfes besteht aus einer Halterung, an deren Spitze ein Saphir oder Diamant angebracht ist, der in der Schallplattenrille läuft. Die Relativbewegung Nadelspitze und Tonkopf ist maßgebend für die im Tonkopf erzeugte elektrische Spannung. Die Kraft, die benötigt wird, um eine seitliche Auslenkung der Nadelspitze zu ermöglichen, muß möglichst klein gehalten werden. Als Rückstellkraft wird die Kraft bezeichnet, die überwunden werden muß, um die Abtastspitze aus der Ruhelage auszulenken. Die statische Rückstellkraft eines modernen Tonkopfes liegt bei etwa 2 bis 5 p/µm. Zur Messung der Auslenkungsgeschwindigkeit bzw. Schnelle, hervorgerufen durch die in der Kurvenschrift einer Schallplatte enthaltene Information, benutzt man ein optisches Verfahren nach Meyer und Buchmann. Sobald paralleles Licht schräg auf eine laufende Schallplatte fällt, so wird es an den Rillenrändern reflektiert und durch die Gleichheit der Rillenauslenkung ein Lichtband erzeugt, dessen Breite der Schnelle proportional ist. Zwischen Schnelle und Lichtbandbreite besteht folgender Zusammenhang:

$$v = \frac{\pi \cdot L \cdot U}{60},$$

$v = \hat{\xi}\,\omega$ maximale Schnelleamplitude,

mit $\hat{\xi}$ den Höchstausschlag und ω der Kreisfrequenz, L Lichtbandbreite und U Umdrehungszahl der Schallplatte pro Minute. Zur Aussteuerung eines Verstärkers oder Rundfunkapparates mittels Tonabnehmers werden etwa 500 mV benötigt. Diese Spannung wird meist von einem Kristallkopf erreicht und auch bisweilen überschritten, während sie von dynamischen und magnetischen nicht erreicht wird. Sie liegt hier bei einigen Millivolt, so daß neben der Entzerrerstufe zusätzlich in den meisten Fällen ein Vorverstärker benötigt wird. Das Verhältnis der Ausgangsspannung eines Tonkopfes zur aufgezeichneten Schnelle wird Empfindlichkeit genannt. Die maximale Schnelle einer Schallplatte bei 1000 Hz beträgt etwa für Platten mit einer Umdrehungszahl von 78 pro Min. 16 cm s^{-1}, von 45 pro Min. 12 cm s^{-1} und für $33^1/_2$ pro Min. 10 cm s^{-1}. Das entspricht, wenn man eine Ausgangsspannung von 500 mV voraussetzt, einer Empfindlichkeit von $\frac{500\text{ mV}}{16}$ = 31 mV pro cm s^{-1} für 78 U/min 41,5 mV pro cm s^{-1} bei 45 U/min und 50 mV pro cm s^{-1} bei $33^1/_2$ U/min. Ebenso wie bei anderen akustischen Wandlern kann auch zur Beurteilung von Schallplatten der Klirrfaktor bestimmt werden. Die Bestimmung der Nichtlinearität der Tonköpfe erfolgt durch Angaben ihres Intermodulationsfaktors. Durch Nichtlinearitäten entstehen beim Vorhandensein von zwei oder mehreren Schwingungen unterschiedlicher Frequenz Summen- und Differenzschwingungen (→ Kombinationstöne), die hier als Intermodulationsfrequenzen bezeichnet werden und sich störend auf die Schallplattenwiedergabe auswirken. Der Intermodulationsfaktor J, der ebenso wie der Klirrfaktor in % angegeben wird, ist definiert als:

$$J = \frac{A - B}{A + B} \cdot 100\,.$$

Die Bedeutung von A und B ist aus Bild 6 zu entnehmen. Die obere Frequenzgrenze eines Tonkopfes wird hauptsächlich durch die schwingenden Massen der beweglichen Teile und ihrer Resonanzen bestimmt.

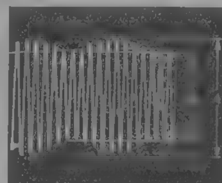


Bild 6. Zur Bestimmung des Intermodulationsfaktors [1].

Die untere Grenzfrequenz indessen berechnet sich aus dem an der Abtastspitze zu messenden Rückstelldrehmoment M und dem Trägheitsmoment Φ zu:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{M}{\Phi}}\,.$$

Zu den störenden Abspielgeräuschen bei der Schallplattenwiedergabe gehören das sog. Nadelrauschen mit einem Spektrum im höheren Frequenzbereich, das sich hauptsächlich bei Plattenunebenheiten bemerkbar macht und Rumpelgeräusche mit einem Frequenzspektrum unterhalb 400 Hz, dessen Entstehungsursache sich meist auf Antriebsgeräusche des Motors zurückführen läßt, die mechanisch auf den Tonkopf übertragen werden.

Literatur: DIN 45 531, DIN 45 533, DIN 45 536, DIN 45 537.— [1] R. Kühn, Elektronische Rundschau Nr. 12, (1955). *Brosze*

Schallschluckraum. Ein Raum, dessen Raumbegrenzungsflächen durch schallschluckende Vorrichtungen derart verkleidet sind, daß in ihm eine ungehinderte



Schalltoter Raum. (Werkphoto Grünzweig & Hartmann.)

Schallausbreitung ohne Beeinflussung durch Wandreflexionen stattfinden kann. Die schallabsorbierende Verkleidung ist stark gegliedert und kann z. B. aus keilförmigen Mineralwollschichten bestehen (s. Bild).

Nach Vereinbarung soll der Reflexionsfaktor R, der sich aus dem Verhältnis der von einer Wand reflektierten Schalldruckamplitude zur Druckamplitude des auftreffenden Schalles ergibt, nicht größer als 0,1 sein. Das entspricht einem Schallschluckgrad von $\alpha = 1 - R^2 = 0{,}99$. *Brosze*

Schallschnelle. Wechselgeschwindigkeit schwingender Medienteilchen in einer → Schallwelle. Die Schallschnelle, die in cm s⁻¹ angegeben wird, dient neben dem → Schalldruck zur Kennzeichnung des Schallfeldes. Zwischen Schallschnelle v, Schalldruck p und → Schallkennimpedanz Z_0 besteht die Beziehung

$$v = \frac{p}{Z_0}\,.$$

Zu einer Phasenverschiebung $\varphi = 90°$ zwischen Druck und Schnelle kommt es in einer stehenden Schallwelle. Für Kugelwellen mit der Wellenlänge λ beträgt sie in einem Abstand r von der Schallquelle $\varphi = \operatorname{artan} \frac{\lambda}{2\pi r}$ während in einer fortschreitenden ebenen Welle $\varphi = 0$ ist.

Schallschutz. Maßnahmen, die die Ausbreitung und Übertragung des Störschalles einer Schallquelle zum Hörer vermindern soll. Sind Schallquelle und Hörer in demselben Raum, so geschieht dies durch Schallschluckung (Schalldämpfung) z. B. durch Anbringen von Schallschluckstoffen an Wänden und Decke (→ Raumakustik). Wenn Schallquelle und Hörer in verschiedenen Räumen sind, so wird das durch Wände oder Decken ausreichender Schalldämmung (→ Bauakustik) erreicht. Wir unterscheiden hier Luftschalldämmung und Körperschalldämmung (Trittschalldämmung).

Schallspeicher. Die Aufzeichnung von Schallvorgängen mit Hilfe von Schallplatten, Lichtton (Tonfilm) und Magnetton (→ Tonaufzeichnung).

Schallstrahlungsimpedanz. Bei einem Schallsender entspricht die Auslenkung der Membranoberfläche mit der Amplitude ξ_m einer gleich großen Auslenkung der Luftteilchen. Bei sinusförmiger Erregung des Schallsenders mit der Kreisfrequenz ω erhält man für die Schnelle der Luftteilchen auf der Membran:

$$v_m = j\,\omega\,\xi_m\,.$$

Durch diesen Bewegungsvorgang wird ein sinusförmiger Druck p_m der Luftteilchen auf die Membran bewirkt. Der auf die gesamte Membranfläche S ausgeübte Druck ist $S \cdot p_m$. Das allgemein komplexe Verhältnis aus Druck und Schnelle wird Strahlungsimpedanz genannt. Es läßt sich darstellen zu:

$$Z_s = \frac{S\,p_m}{v_m} = r_s + j\,\omega\,m_s\,.$$

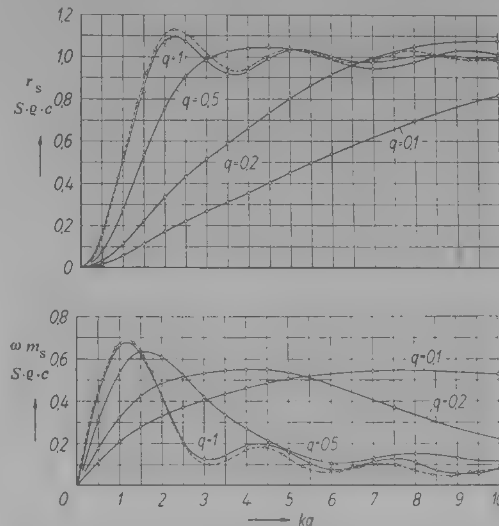
Nach Rayleigh beträgt die Strahlungsimpedanz für eine kreisförmige Kolbenmembran mit dem Durchmesser D:

$$\frac{Z_s}{S \cdot \varrho \cdot c} = 1 - \frac{2\,J_1(k\,D)}{k\,D} + j\,\frac{2\,K(k\,D)}{k\,D}\,.$$

Es ist ϱ die Luftdichte, c die Schallgeschwindigkeit, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ die Wellenzahl, $J_1(k\,D)$ die Besselfunktion 1. Ordnung und $K =$

$$\frac{2}{\pi}\left[\frac{(k\,D)^2}{1^2, 3} - \frac{(k\,D)^3}{1^2, 3^2, 5} + \frac{(k\,D)^4}{1^2, 3^2, 5^2, 7} - \cdots + \cdots\right].$$

Die reelle Komponente, der Strahlungswiderstand $\frac{r_s}{S \cdot \varrho \cdot c}$ und die imaginäre Komponente $\frac{\omega\,m_s}{S \cdot \varrho \cdot c}$ sind im Bild sowohl für eine kreisförmige als auch für



Die Komponenten der Strahlungsimpedanz der rechteckigen Kolbenmembran bei verschiedenem Seitenverhältnis (b/a = q) und des Kreises (— — —).

eine quadratische und rechteckige Kolbenmembranen wiedergegeben. Man erkennt, daß der schädliche Einfluß der imaginären Komponente, die durch die mitschwingende Mediummasse zustande kommt, anfangs überwiegt, solange $\frac{2\,k\,D}{\lambda} < 3$ ist. Die reelle Komponente ist in diesem Bereich noch klein, so daß es zu einer schlechten Wiedergabe des unteren Frequenzbereiches kommt.

Literatur: Lord Raleigh, The Theory of sound, Londen (1877) — F. A. Fischer, Grundzüge der Elektroakustik, Schiele & Schön, Berlin (1959) — H. Riegger, Wissenschaftliche Veröffentlichungen a. d. Siemens-Konz., Bd. III, (1924) — H. Stenzel, Acustica, Vol. II ,(1952). *Brosze*

Schallwelle. Elastische Wellen in festen, flüssigen und gasförmigen Medien. Elastische Wellen mit einem Frequenzbereich unter 16 Hz werden Infraschall und der Bereich zwischen $2 \cdot 10^4$ bis etwa 10^{10} Hz Ultraschall und über 10^{10} Hz Hyperschall genannt. In Flüssigkeiten und Gasen pflanzt sich der Schall nur als Longitudinalwelle fort, in festen, elastischen Körpern sind auch Transversalwellen (Scherungswellen) möglich. Für die Longitudinalwelle gilt die Wellengleichung:

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = c^2 \Delta\xi \quad \text{mit} \quad \Delta\xi = \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2}, \tag{1}$$

c ist die → Schallgeschwindigkeit und ξ der Ausschlag eines Mediumteilchens. Unter der Annahme, daß es sich um wirbelfreie Bewegungen handelt — eine Annahme, die bei der Mehrzahl der akustischen Probleme erfüllt ist — setzt man in die Wellengleichung eine neue Variable, das Geschwindigkeitspotential Φ ein. Die Wellengleichung lautet dann:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = c^2 \Delta\Phi, \tag{2}$$

Aus dem Geschwindigkeitspotential Φ ergeben sich die Druckamplitude p und die Geschwindigkeitsamplitude v nach den Gleichungen:

$$p = \varrho \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}, \quad (3) \qquad v = -\operatorname{grad}\Phi. \quad (4)$$

Zur Unterscheidung der Schallgeschwindigkeit c wird die Geschwindigkeit der Mediumteilchen v mit Schnelle bezeichnet. Ist r der Abstand zwischen Schallquelle und Aufpunkt und A die → Ergiebigkeit der Schallquelle, so ergeben sich bei sinusförmiger Erregung durch Differentiation der Gl. 3 u. 4 für den Schalldruck und die Schnelle (→ Schallschnelle) folgende Beziehungen:

$$p = -\frac{\varrho\,\omega\,A}{4\pi r} \sin\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) \tag{5}$$

und

$$v = \frac{\omega A}{4\pi r c} \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2\pi r}\right)^2} \sin\left[\omega\left(t - \frac{r}{c}\right) + \varphi\right]. \tag{6}$$

Hier ist ϱ die Luftdichte,

$$\tan\varphi = \frac{\lambda}{2\pi r} \quad \text{und} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega},$$

die Wellenlänge des Schalls. Besonders einfache und praktisch wichtige Schallfelder stellen unter den fortschreitenden Wellen die ebenen Wellen und Kugelwellen dar (s. Bild). Die Namen erklären sich daraus, daß die Flächen, die senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung liegen und in denen der gleiche Schwingungszustand des Mediums herrscht, im ersten Fall Ebenen, im zweiten Fall Kugelflächen sind. Für die ebene Welle sind Druck und Schnelle

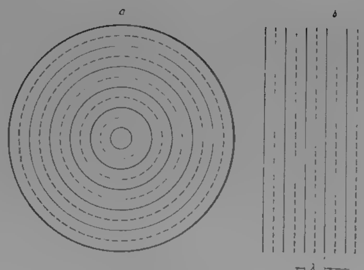


Bild. a) Kugelwelle, b) ebene Welle.

gleichphasig; für Kugelwellen bleibt die Geschwindigkeit gegen den Druck um den Winkel φ zurück. Man pflegt das Verhältnis Druck zur Schnelle für ebene Wellen $\frac{p}{v} = Z_0 = \varrho \cdot c$ als → Schallkennimpedanz zu bezeichnen. Aus Schalldruck und Schnelle läßt sich bei fortschreitenden Wellen die → Schallintensität J berechnen. Druck und Schnelle nehmen in der Kugelwelle proportional zu $\frac{1}{r}$ und bei zylindrischer Wellenausbreitung zu $\frac{1}{\sqrt{r}}$ ab.

Literatur: F. Trendelenburg, Akustik, Springer-Verlag (1961).
Brosze

Schaltalgebra. Die Sch. (logische Algebra, Boole'sche Algebra) ist ein mathematischer Formalismus, den man als Teil der Algebra auffassen kann und der als wichtiges Hilfsmittel zur exakten Beschreibung von logischen Beziehungen dient. Dabei ist es unerheblich, ob diese Beziehungen auf physikalische Anordnungen, wie z. B. → logische Schaltungen übertragen werden sollen oder aus ihnen abgeleitet worden sind. Der Übergang vom mathematischen Formalismus auf reale Schaltungen ist immer möglich, aber für die Rechnung selbst unwichtig. Die Sch. beschreibt die Verknüpfungsmöglichkeiten von einer oder mehreren logischen Variablen zu einer oder mehreren davon abhängigen logischen Variablen. Dabei beschränkt sich die logische Entscheidung im allgemeinen auf zwei Aussagen, nämlich: richtig oder falsch, ja oder nein, 1 oder 0. Die Erweiterung auf mehrwertige Systeme ist möglich, führt aber zu sehr unübersichtlichen Formalismen und ist für den Nachrichtentechniker weniger interessant. Die Sch. hat feste → Rechenregeln, mit deren Hilfe logische Schaltungen berechnet werden können. Die logischen Schaltungen können dabei Kontaktnetzwerke sein oder auch Röhren- oder Halbleiterschaltungen, mit denen sich bestimmte → Funktionen der Sch. technisch realisieren lassen.

Literatur: Keister, W., Ritchie, A. E., Washburn, S. H.: The Design of Switching Circuits. D. Van Norstrand, New York 1951; Caldwell, S. H.: Der logische Entwurf von Schaltkreisen, R. Oldenbourg, München und Wien 1964.
Hanke

Schaltauftrag → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Schaltdiode. Bistabile Halbleiterdiode, die als Schalter Verwendung finden kann.

Schaltdraht. a) Allgemein einadriger, häufig verzinnter Draht zum Verdrahten. b) In der Fernmeldetechnik ein- oder mehradriger isolierter Draht zum Verbinden von Lötösen und Klemmen in Verteilern und Verzweigern, als Lackpapierdraht oder kunststoffisolierter Draht ausgeführt.

Literatur: Lexikon der Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechnik, Curt Rint, Band 4, 1959.

Schalterendvermittlungsstellen. Fernsprechwählvermittlungsstellen für maximal 500 Teilnehmer, in denen für die Durchschaltung Koordinatenschalter anstelle von Dreh- oder Hebdrehwählern verwendet werden. Sie werden bei der DBP in beschränktem Umfang eingesetzt und arbeiten ohne besondere Anpassungsglieder mit den üblichen Wählsystemen zusammen. Die Verbindungen werden über Teilnehmerschaltung (TS), Anrufsucher (AS), Gruppen- und Leitungswähler (OFLW) aufgebaut.

Für die je 100 Teilnehmer im Regelfall vorgesehenen 9 AS und 8 OFLW werden 2 → Koordinatenschalter KS 53 verwendet, wobei je eine Brücke der beiden

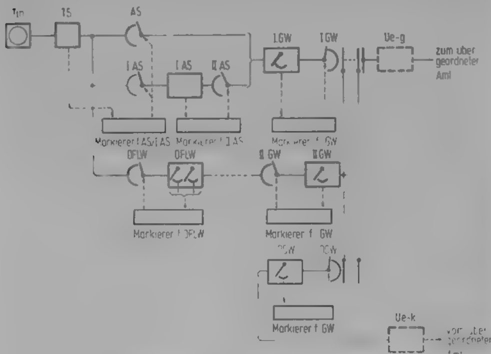


Bild 1. Übersichtsplan einer Schalterendvermittlungsstelle.

Schalter zu einem 112teiligen Wähler zusammengefaßt wird. Die Einstellung geschieht mit Hilfe einer besonderen Anlassung. Die Gruppenwahlstufe besitzt 5 Richtungen mit je 8 Ausgängen und eine oder zwei weitere Richtungen mit insgesamt 16 Ausgängen für die Abwicklung des Fernverkehrs. Alle 17 Gruppenwähler (GW), die in einem Koordinatenschalter KS 53 untergebracht sind, werden über einen Markierer eingestellt. Die erste Wahlziffer wird vom Zählmagneten des I. GW aufgenommen. Nach Ende der Impulsserie wird der Markierer angefordert und prüft mit mehreren Prüfrelais alle Leitungen der gewünschten Richtung. Die erste freie Leitung wird belegt, gesperrt und die entsprechende Stangenkombination des Koordinatenschalters eingestellt. Die GW-Brücke spricht an und schaltet die Verbindung dreiadrig durch. Der Markierer wird danach sofort wieder freigegeben. Ist kein Ausgang mehr frei, so wird vom Markierer der Zählmagnet des I. GW zurückgestellt und im Relaissatz des Wählers das Besetztzeichen angeschaltet. Bei Fernverbindungen veranlaßt der Markierer die Fernsperrung und die Anschaltung des Zählrelais an die b-Ader. In den OFLW werden die Wahlimpulsserien von 2 Zählmagneten aufgenommen.

Alle Einrichtungen werden, wie bei Klein-Vermittlungsstellen üblich, in Gestellrahmen niederer Bauart untergebracht. Dabei nehmen die Teilnehmergestellrahmen für je 100 Teilnehmer im Regelfall 2 Koordinatenschalter, die Teilnehmerrelais, die Relaissätze

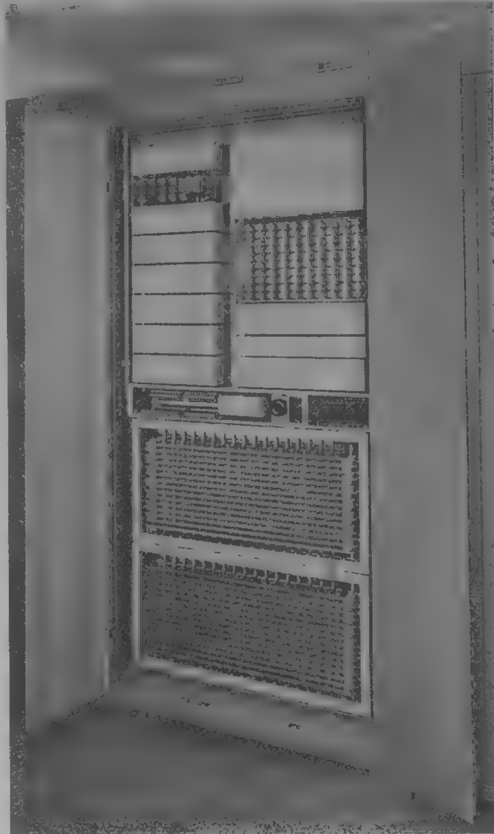


Bild 2. Gestellrahmen einer Schalterendvermittlungsstelle.

für 8 OFLW und die Relais für Anlassung und Signalisierung auf. In die GW-Gestellrahmen werden 2 Koordinatenschalter, 34 GW-Relaissätze, 2 Markierer und die Signalrelais eingebaut. Alle Bauteile sind gekapselt bzw. mit Kappen abgedeckt und die Gestelle mit einer Vollverkleidung versehen (Bilder 1 und 2). *Remer*

Schalt- und Gebührenplatz. Um An- bzw. Abschaltungen auf FeAD pünktlich und unabhängig vom Verkehrsangebot auf den FeAD-Melde- und FeAD-Bescheidleitungen durchführen zu können, wurden in jeder FeAD-Stelle besondere S. eingerichtet. Die S. können nur über Abwurfleitungen von anderen FeAD-Platzgruppen erreicht werden und sind bei einer FeAD-Fernschaltung für alle ankommenden Gespräche gesperrt. Die Platzschaltung des S. ist dieselbe wie bei dem FeAD-Platz. Wegen der genau festgelegten Aufgabe, FeAD-TS zu einer festgelegten Zeit zu schalten, konnten die Abfrage- und Bedienungsorgane in ein Gehäuse eines Nebenstellenabfrageapparates eingebaut werden, das auf jeden Schreibtisch gestellt werden kann.

Schaltglied. Der Ausdruck Sch. ist eine Sammelbezeichnung für Wähler aller Art.

Schaltkabel → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Schaltkennzeichen. 1. Die Schaltglieder automatischer Fernsprechvermittlungssysteme werden durch Schaltbefehle gesteuert. Diejenigen Schaltbefehle, die nicht nur innerhalb einer Vermittlungsstelle benötigt, sondern entlang der Verbindung ausgetauscht werden, bezeichnet man als Schaltkennzeichen. Die in Richtung Verbindungsaufbau verlaufenden Schaltkennzeichen werden Vorwärtszeichen, die entgegen dem Verbindungsaufbau verlaufenden Schaltkennzeichen werden Rückwärtszeichen genannt. Bei indirekt gesteuerten Systemen kann man weiter unterscheiden zwischen Registerzeichen, die nur für den Verbindungaufbau benötigt und zwischen den Registern der am Verbindungsaufbau beteiligten Vermittlungsstellen ausgetauscht werden, und den Leitungszeichen, die auch vor dem Anschalten oder nach dem Abschalten der Register Schaltfunktionen steuern. Diese Unterscheidung wird jedoch allgemein nur bei codierter Zeichengabe gemacht.

2. Innerhalb einer Vermittlungsstelle und zwischen den Vermittlungsstellen eines Ortsnetzes (ON) werden die Schaltkennzeichen als Gleichstromzeichen ausgetauscht, soweit die Verbindungsleitungen zwischen diesen Vermittlungsstellen als dreiadrige Leitungen oder als zweiadrige Leitungen mit Gleichstromübertragungen geführt und damit für Gleichstromzeichen durchlässig sind. Außer zur Kennzeichnung des Frei- oder Belegtzustands der c-Ader werden bei Gleichstromzeichen keine Zwischenpotentiale ausgenutzt. Die Gleichstromzeichen erhalten ihre Eindeutigkeit einmal durch den Zeitpunkt, zu dem sie angelegt werden oder — wenn mehrere Schaltkennzeichen zu demselben Zeitpunkt auftreten können — durch verschiedene Längen. Außer den Dauerzeichen werden Impulskennzeichen verwendet, bei denen zwischen kurzen und langen Impulsen zu unterscheiden ist. Ferner kann man mit Hilfe von Abzählschaltungen die Zahl der Impulse gleicher Länge zur Identifizierung eines Schaltkennzeichens benutzen. Zur Übermittlung der Schaltkennzeichen über Leitungen, die nicht gleichstromdurchlässig sind (abgeriegelte NF-Leitungen, TF-Verbindungen), werden die Gleichstromzeichen in Wechselstrom- oder Tonfrequenzzeichen geeigneter Frequenz umgesetzt, wobei die Zeichenlänge im wesentlichen unverändert bleibt. Jedoch werden im Gleichstromnetz als Dauerzeichen auftretende Schaltkennzeichen grundsätzlich in Impulskennzeichen umgeformt.

Die wichtigsten Schaltkennzeichen im nationalen Netz der DBP sind:

Vorwärtszeichen:

Belegungszeichen (Belegungsimpuls), Wählzeichen, Fernkennzeichen, Aufschaltezeichen, Auslösezeichen.

Rückwärtszeichen:

Abrufzeichen (Abrufimpuls), Wahlendezeichen, Besetztzeichen, Beginnzeichen, Zählzeichen, Schlußzeichen, Auslösequittung, Sperrzeichen (rückwärtige Sperre).

3. Außer bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl gehen das Beginnzeichen und das Schlußzeichen vom Leitungswähler (LW) aus. Bei den LW der verschiedenen Ortssysteme der DBP sind diese Schaltkennzeichen nicht immer in der gleichen Form erzeugt

Schaltkennzeichen.

Art der Schaltkennzeichen	Beginnzeichen		Schlußzeichen	
	a-Ader	b-Ader	a-Ader	b-Ader
AKZ (Ortsverkehr)	+	(–)[1]	+	–
RKZ		–	+[2]	–
IKZ 50 bei: OFLW 50, 55 ortsmäßig	+ Impuls[3]	–	+ Impulse	–
fernmäßig	–	+ Impuls	–	+ Impulse
LW 55v	+ Impuls	–	+ Impulse	–

[1]) -/b bei AKZ-Beginnzeichen nur in Verbindung mit Wählübertragungen notwendig.

[2]) Bei ergänzten RKZ-LW kann auch Flackerschlußzeichen anliegen.

[3]) OFLW 55 gibt bei ortsmäßiger Einstellung keinen + Impuls auf die a-Ader.

worden; sie wurden mehrfach modifiziert und schließlich in Form der Impulszeichen 50 (IKZ 50) vereinheitlicht, wobei Zwischenstufen nicht zu umgehen waren. Für die verschiedenen Arten der LW-Schaltkennzeichen waren bzw. sind folgende Bezeichnungen gebräuchlich:

Alte Kennzeichen (AKZ), Regelkennzeichen (RKZ), Impulskennzeichen 50 (IKZ 50).

Der auf eine Zwischenstufe hinweisende Begriff »Übergangskennzeichen (ÜKZ)« wird für zwei unterschiedliche Fälle angewandt. Bei Einführung der Regelkennzeichen (RKZ) verstand man unter ÜKZ

vereinfachte Regelkennzeichen bei (OF) LW 22 bis 29, die in Verbindungen mit Übertragungen älterer Bauart angewandt wurden. Diese ÜKZ unterscheiden sich von den RKZ nur durch die Potentiale am Eingang der (OF)LW zwischen dem Ruf und der Teilnehmermeldung; im Gesprächs- und Schlußzeichenzustand entsprechen sie den RKZ. Die Bezeichnung ÜKZ 50 wird dagegen nicht auf LW oder OFLW, sondern auf Wählübertragungen angewandt, und zwar auf kommende Trägerfrequenz- und Wechselstromübertragungen mit 2Dr-Amtsseite (TFUe-k 2Dr, WUe-k 2Dr), Gabelübertragungen GaUe 4Dr/2Dr und gehende Gleichstromübertragungen mit 4Dr-Amtsseite (GUe-g 4Dr), wenn diese schaltungstechnisch so ausgelegt sind, daß sie mit RKZ-LW ortsmäßig und mit IKZ-LW- oder OFLW fernmäßig zusammenarbeiten können. Die bei Beginn- und Schlußzeichen an den Sprechadern der LW oder OFLW anliegenden Potentiale bei AKZ (Ortsverkehr), RKZ und IKZ 50 sind in der Tabelle angegeben. Nach Abschluß der Umstellungsarbeiten (etwa 1970) wird es bei der DBP einheitlich nur noch IKZ 50 geben. *Altehage*

Schaltkennzeichen TW 39 → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik, Kennzeichenplan B.

Schaltknack → Funkstörquelle.

Schaltleiste 57. Die Schaltleiste (Bild 1) ist wesentlicher Bestandteil des → Schaltverteilers. Das Einbaumaß ist dasselbe wie bei Lötösenstreifen. Eine Schaltleiste kann mit zehn 6adrig geführten Leitungen — entsprechend 10 Vierdrahtleitungen und zugehörende Signaladern — beschaltet werden. Für die Zu- und Weiterführung sind je Leitung 2 mal 6 Lötösen vorhanden; jede einzelne Ader wird über einen Ruhekontakt (Gold-Nickel-Doppelkontakt, Kontaktdruck 100 p) geführt. Die zu einer Leitung gehörenden 6 Ruhekontakte sind nebeneinander so angeordnet, daß ein Flachstecker alle Kontakte zugleich öffnen kann. Je nach Schaltung der 12 Kontaktbahnen des Steckers bleiben die Adern weiterhin durchgeschaltet oder sie werden aufgetrennt. Über eine Steckerschnur kann man sich auf die durchgeschaltete Leitung oder getrennt auf die ankommenden und weiterführenden Adern aufschalten. Ein besonderes Profil der Stecker und der Buchsen gewährleisten ein seitenrichtiges Stecken. Eine Verriegelungsvorrichtung sorgt für den festen Sitz des Steckers. Zum Aufschalten auf eine mit Durchschalteschnur durchgeschaltete Verbindung stehen ferner Aufschaltestecker (sogenannte Huckepackstecker) — wie in Bild 1 gezeigt — zur Verfügung. In der Sch. können außerdem je Vierdrahtleitung zwei auswechselbare Dämpfungsglieder (z. B. die Vl_f der Vierdrahtvermittlungstechnik) untergebracht werden. Bild 2 zeigt die Verdrahtung innerhalb der Sch. für eine Leitung. Die Lötösen sind so angeordnet, daß hinten die Zuführungskabel und vorn die Rangierdrähte angelegt werden können. Die beiden Sprechrichtungen werden durch einen geerdeten Metallschirm entkoppelt. *Gänsler*

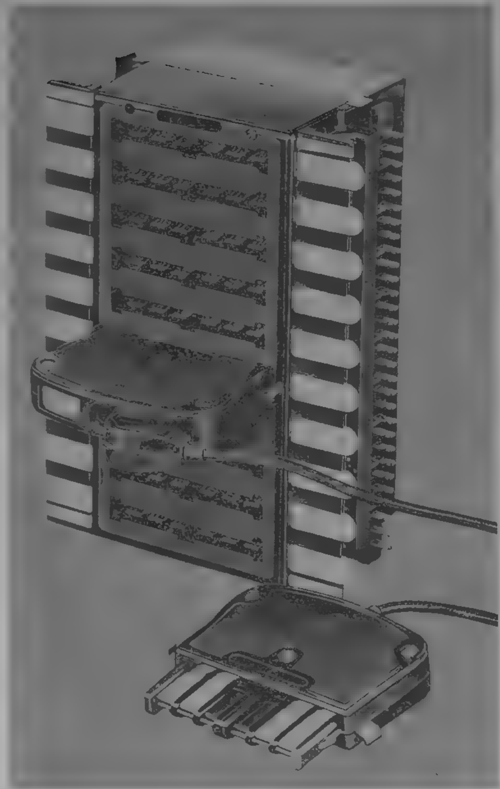


Bild 1.
Schaltleiste 57 mit Durchschalteschnur und Huckepackstecker.

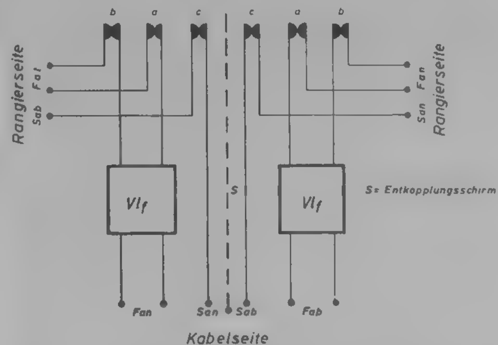


Bild 2. Verdrahtung je Leitung innerhalb der Schaltleiste 57.

Schaltleitungen, -litzen → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Schaltspeicherdiode → Varaktor.

Schalttransistor. Als Sch. wird ein → Transistor bezeichnet, der überwiegend für Schaltzwecke konstruiert ist und als elektronischer Schalter benutzt wird. Der Sch. operiert vornehmlich in seinen extremen Betriebszuständen, dem gesperrten Zustand und dem übersteuerten Zustand, zwischen denen er hin- und hergeschaltet wird. Seine beiden Arbeitszustände werden als »aus« (Schalter offen, hochohmig) und »ein« (Schalter geschlossen, niederohmig) bezeichnet. Sch. mit einem guten Schaltverhalten sollen einen kleinen Durchlaßwiderstand im »ein«-geschalteten (übersteuerten) Zustand, einen hohen Sperrwiderstand im »aus«geschalteten (gesperrten) Zustand, eine kleine Kollektorrestspannung — niedrigste Spannung zwischen Kollektor und Emitter, die einen bestimmten Kollektorstrom aufrechterhält — besitzen und ein gutes dynamisches Verhalten zeigen, d. h. mit einer kleinen Zeitkonstanten von einem Betriebszustand in den anderen übergehen können. Sie besitzen daher mindestens teilweise den Charakter von → Hochfrequenztransistoren. Im Gegensatz zu den → Thyristoren ist der Sch. ein passiver Schalter, der ständig eine Steuerspannung benötigt, falls er geschlossen bleiben soll. Gelegentlich werden auch transistorähnliche aktive Schalter, die durch kurze Signalimpulse in den »Ein«- oder »Aus«-Zustand gehoben werden, als Sch. bezeichnet, sofern sie nicht den für die → Thyristoren charakteristischen Vierschichtenaufbau besitzen.

Literatur: Rusche, Wagner, Weitzsch, Flächentransistoren, Springer-Verlag, Berlin–Göttingen–Heidelberg, 1961. *Salow*

Schaltung, geätzte. Ausgangsmaterial ist z. B. handelsübliches kupferkaschiertes Hartpapier. Das aufgebrachte Druckmuster der Leitungszüge ist positiv. Die Druckfarbe bildet eine ätzfeste Abdeckung. Die nichtabgedeckten Kupferflächen werden in einem Ätzbad mit einer Eisenchloridlösung abgeätzt. → gedruckte Schaltung.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Band VI, 1960.

Schaltung, gedruckte → gedruckte Schaltung.

Schaltung, genähte. Auch geschriebene Schaltung. Sie besteht darin, blanken Kupferdraht in beliebiger Konfiguration auf die Ebene einer Isolierstoffplatte automatisch zu verlegen und dazu Stützpunkte zur Fixierung des Leiters einzusetzen. Die Anschlüsse der Bauelemente werden durch Bohrungen der Trägerplatte gesteckt und durch Löten mechanisch und elektrisch mit dem Schaltdraht verbunden. Der Schaltdraht wird mechanisch verlegt und durch Schlaufen fixiert, die in die Bohrungen der Trägerplatte eingeführt und durch Hülsen gegen auftretende Zugkräfte gesichert werden.

Schaltungsunsymmetrie → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen.

Schaltvermögen von Sicherungen ist der Kurzschlußstrom, den ein Sicherungseinsatz bei seiner Nennspannung unter vorgegebenen Bedingungen unterbrechen kann, ohne daß sein Körper zerstört wird oder ein Lichtbogen stehenbleibt. Das Schaltvermögen ist von der Bauart des Sicherungseinsatzes abhängig. Daher sind bei der Absicherung von elektrischen Anlagen die diesbezüglichen VDE-Vorschriften 0635, 0660 und 0820 zu beachten. In keinem Fall darf bei Störungen ein größerer Strom auftreten als der, der dem Schaltvermögen entspricht. Wenn z. B. bei mittelträgen und trägen G-Sicherungseinsätzen (→ Sicherung unter 1.2.2. und 1.2.3.) das Schaltvermögen nicht ausreicht, sind entsprechend stärker bemessene flinke G-Sicherungseinsätze mit dem Schaltvermögen »G« vorzuschalten (s. unter 1.2.1.).

Schaltverteiler. Gestellmäßige Anordnung von → Schaltleisten 57. Drei Buchten mit je zehn Schaltleisten 57 bilden ein Gestell, ein oder mehrere Gestelle den Sch. (Bild 1). Vierdrahtleitungen werden über

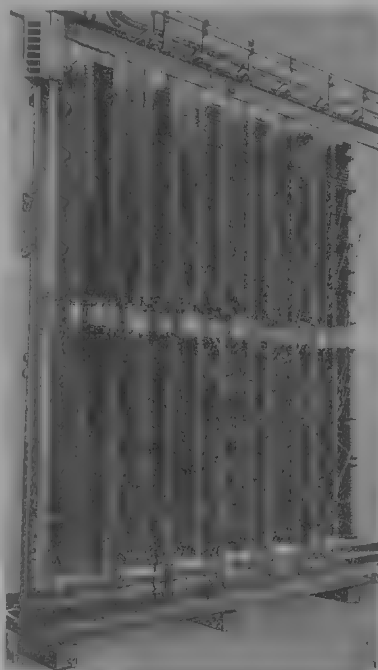


Bild 1. Schaltverteiler (2 Gestelle).

Schaltleisten mit eingebauten Dämpfungsgliedern, die zur Vermittlung weitergehenden Leitungen jedoch über Schaltleisten ohne Dämpfungsglieder geführt. Die sich bietenden wichtigsten Verbindungsmöglichkeiten über Rangierdraht oder Steckerschnüre zeigt Bild 2. In die über den Sch. geführten Leitungen kann abfragend, prüfend und messend eingetreten werden. Diese Möglichkeit bietet die → Abfrage- und Prüf-

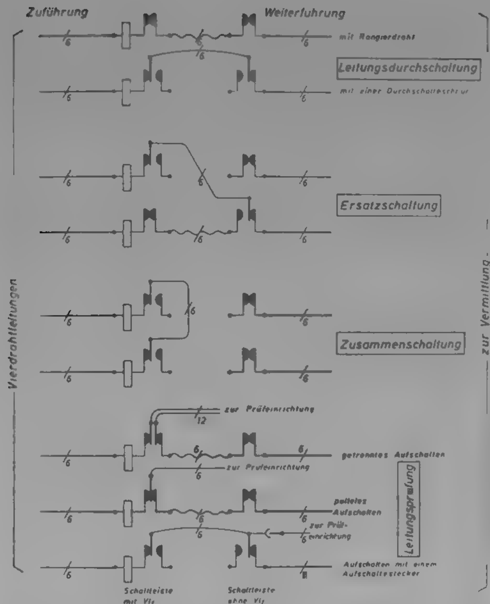


Bild 2. Verbindungsmöglichkeiten am Schaltverteiler (Beispiel).

einrichtung zum Schaltverteiler. Die Fernleitungen und die zur Vermittlung weiterführenden Leitungen werden über getrennte Schaltleisten 57 geführt.

Gänsler

Schaltzeichen. Unter Sch. versteht man die vereinfachte zeichnerische Darstellung von elektrischen Betriebsmitteln (z. B. Bauelemente, Geräte, Apparateteile, Maschinen und Leitungen, → Meßgeräten).

Literatur: DIN Taschenbuch 7, Deutscher Normenausschuß, Beuth-Betrieb, Berlin 1968.

Schaltzeichen der Eisenbahnsignaltechnik. Auf den Schaltplänen der elektromechanischen und → Gleisbildstellwerke verlaufen die einzelnen Stromkreise von oben (Sicherung) nach unten (Rückleitung) als einfacher gerader Strich. Die in den Stromkreisen liegenden Relaiswicklungen werden als Kreise, die Relaiskontakte als Querstriche dargestellt. Die Kontakte eines Relais verteilen sich meist auf mehrere Stromkreise. Eigenart der Signaltechnik ist, daß einige Stromkreise, z. B. die Überwachungskreise, in der Ruhestellung der Anlage unter Spannung stehen, während andere, z. B. die Stellkreise, spannungslos sind. Bei einem Stellvorgang vertauschen die Überwachungs- und die Stellkreise kurzzeitig ihren Zustand. Die Relais in den Spannung führenden Stromkreisen sind in der Ruhestellung angezogen, die Relais in den spannungslosen Stromkreisen abgefallen. In den Signalschaltungen werden angezogene und abgefallene Relais dargestellt. In den Schaltplänen werden die verschiedenen Arten von → Signalrelais, nicht aber ihre Kontaktbesetzung angegeben. Darüber hinaus wird die Zweckbestimmung der Relais durch mnemotechnisch ausgewählte Zusatzbuchstaben links des Relaiszeichens oder des Kontaktstriches gekennzeichnet. Bei den Ausführungsschaltungen wird rechts der Relais- und Kontaktzeichen die Benennung der zugehörigen Einrichtungen angegeben, z. B. bedeutet »D« Signal D, »W 20« Weiche 20.

Schaumstoff. Sprödharte, zähharte oder elastischweiche Produkte mit Zellstruktur, mit geschlossenen, offenen oder beiden Zellarten. Durch gasabspaltende Zusätze (Treibmittel) werden im Kunststoff zahlreiche Bläschen erzeugt, Durchmesser 0,1 bis 0,5 mm. Die Zellwände bestehen aus Kautschuk (Schaumgummi) oder Kunststoff wie → Polystyrol (Styropor), Polyurethan (Moltopren), u. a. Dichte 0,02 bis 0,3 g/cm³. Sehr gute elektrische, thermische und Schallisolation. Verwendung: Isolierung, stoßfreie Verpackung.

Literatur: H. Baumann, Jahrbuch der plastischen Massen, Folge 9, Schaumkunststoffe, 1964.

Schauzeichen werden — ebenso wie → Fernmeldelampen — zur optischen Anzeige von Betriebszuständen verwendet. Sie zeichnen sich durch geringe elektrische Leistungsaufnahme und unauffällige Anzeige aus und werden deshalb besonders dann bevorzugt, wenn länger andauernde Betriebszustände angezeigt werden sollen. In der Vermittlungstechnik sind besonders Stern-, Gitter-, Trommel- und Fallschauzeichen gebräuchlich. Den unterschiedlichen Ausführungsformen sind kleine Elektromagnete, die bei Erregung ein im Ruhezustand unsichtbares Anzeigefeld freigeben, gemeinsam.

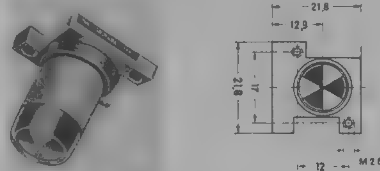


Bild 1. Allsichtschauzeichen.

Bei S t e r n s c h a u z e i c h e n erscheint ein drei- oder vierteiliger Drehstern so lange, solange Strom fließt. Das im Bild 1 dargestellte A l l s i c h t s c h a u z e i c h e n zeichnet sich durch gute Sicht von allen Seiten aus. Sternschauzeichen sind lageunabhängig. Sie werden durch Federkraft zurückgestellt. Die grundsätzliche Wirkungsweise zeigt Bild 2. Allsichtschauzeichen

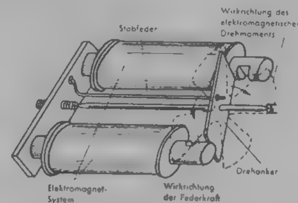


Bild 2. Schematische Darstellung des Sternschauzeichens.

werden auch in der neuartigen Konstruktion der S c h a u z e i c h e n t a s t e verwendet. Die Aufgabenstellung der Schauzeichentaste ist ähnlich wie die der Leuchttasten.

Gitterschauzeichen (s. Bild 3) werden besonders als 10- und 20teilige, 200 mm lange Schauzeichenstreifen zur Kennzeichnung des Belegungszustandes von Leitungen in Klinkenfeldern von Vermittlungsschränken verwendet. Sie werden auch Besetztschauzeichen genannt. Durch die Schwerkraft des als Anzeigefahne ausgebildeten Ankers werden sie bei

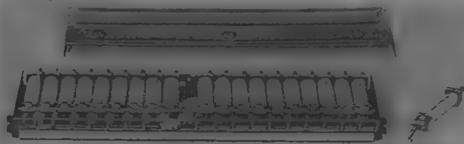
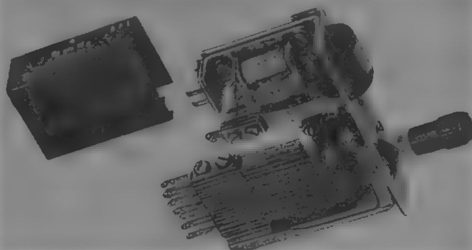


Bild 3. 20teiliger Schauzeichenstreifen (geöffnet).

Stromunterbrechung zurückgestellt. Gitterschauzeichen werden auch als Impulsschauzeichen ausgeführt. Zwei Elektromagnete wirken auf einen drehbar angeordneten doppelseitigen Anker. Sie benötigten zum Anwerfen und Rückstellen einen kurzen Stromstoß.

Trommelschauzeichen sprechen auf einen Gleich- oder Wechselstromimpuls an. In der Arbeitsstellung wird ein als Anzeigefeld ausgebildeter Ausschnitt einer Trommel sichtbar. In der Arbeitslage werden Kontakte betätigt, die Schaltvorgänge auslösen oder ein akustisches Zeichen bringen. Trommelschauzeichen werden einer → Klinke oder einem Hebelschalter zugeordnet (s. Bild 4). Beim Stecken eines Stöpsels oder Legen



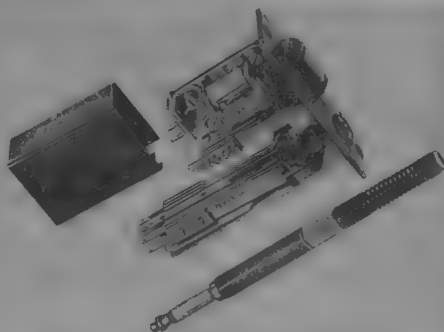


Bild 4. Trommelschauzeichen mit Rückstellung durch Hebelschalter und mit Rückstellung durch Stöpsel.

des Schalterhebels wird die Anzeigetrommel solcher Rückstellschauzeichen mechanisch zurückgestellt. Es wurden aber auch Trommelschauzeichen mit elektrischer Rückstellung entwickelt. Trommelschauzeichen sind lageunabhängig. Sie werden deshalb bevorzugt in → Feldvermittlungen anstelle von Rückstellklappen (→ Fallklappe) als Anruf- und Schlußschauzeichen verwendet.

Fallschauzeichen sind Vorläufer von Trommelschauzeichen. Die Anzeigefahne wird nach dem Ansprechen durch Schwerkraft in der Arbeitslage gehalten. Fallschauzeichen sind deshalb lageabhängig.

Gänsler

Scheibenkonusantenne → Breitbandantenne, → Rundstrahler.

Scheibentriode → Laufzeitröhre.

Scheider für Akkumulatoren dienen zur Trennung der positiven und negativen Platten einer Akkumulatorenzelle. Sie sollen die Bildung leitender Brücken zwischen den Platten (Plattenschluß) durch Masseteilchen möglichst verhindern, müssen aber für den Strom- und Säuredurchgang durchlässig sein. Bei stationären Akkumulatoren werden allgemein sogenannte »Mipor-Sch.« — Platten aus Gummi mit mikroporöser Struktur — eingebaut; früher auch dünne Holzbrettchen.

scheinbare Höhen → Echolotung (ionosphärische).

Scheinwerte von Wechselstromgrößen → Wechselstromgrößen.

Scheinwiderstandsmessung. Nach DIN 1344 versteht man unter einem Scheinwiderstand den Betrag des komplexen Widerstandes, der gleich dem Verhältnis der Amplituden oder der Effektivwerte von Spannungsabfall U und dem diesen verursachenden Strom I ist: $Z = U/I$. Man kann also einen Scheinwiderstand mit einem Widerstandsmesser (Ohmmeter) messen (→ Widerstandsmessung).

Abweichend von der Festlegung durch DIN 1344 wird aber oft das komplexe Verhältnis von Spannung und Strom, $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$, Scheinwiderstand genannt, das nach DIN 1344 komplexer Widerstand (Impedanz) genannt werden sollte. Nach dieser von der Norm abweichenden Bezeichnung muß man außer Z_x auch noch den Phasenwinkel φ_x oder den Wirkwiderstand R_x und den Blindwiderstand X_x messen.

Eine Schaltung zum Messen von Z_x und φ_x gibt als Beispiel für mehrere ähnliche Schaltungen Bild 1.

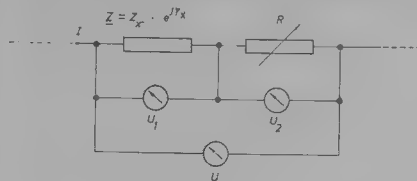


Bild 1.
Meßschaltung für Z_x und φ_x. (Drei-Spannungsmesser-Verfahren.)

Man regelt R bis $U_1 = U_2$ ist, dann ist auch $Z_x = R$. Mit Hilfe der effektiven Spannungsmeßwerte U, U_1 und $U_2 = U_1$ zeichnet man das Spannungszeigerdiagramm von Bild 2, aus dem man dann abliest

$$\varphi_x = 2 \arccos (U/2\,U_1)\,.$$

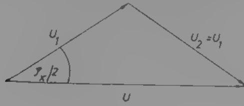


Bild 2. Spannungszeigerdiagramm zum Drei-Spannungsmesser-Verfahren.

Das Vorzeichen des Phasenwinkels φ_x ergibt sich im allgemeinen unmittelbar aus der Art des Widerstandes. Es gibt aber auch hierfür besondere Meßschaltungen. Eine Meßbrücke zum schnellen und bequemen Messen von Z_x und φ_x (einschließlich des Vorzeichens von φ_x)

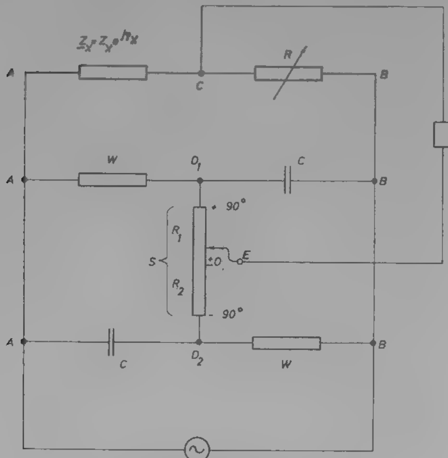


Bild 3. Meßbrücke für Z_x und X_x.

zeigt Bild 3. Diese Brücke muß vor der Scheinwiderstandsmessung mit Hilfe der besonders gemessenen Frequenz $f = \omega/2\pi$ so eingestellt werden, daß $1/C = W$ ist. Dann gleicht man die Brücke durch Einstellen des Meßwiderstandes R und des hochohmigen Spannungsleiters S ab. Die Brücke ist also so gebaut, daß $S \gg W$ ist. Für sie gilt das Spannungszeigerdiagramm in Bild 4. Man sieht sofort, daß $Z_x = R$ ist. Den Winkel φ_x kann man an der Eichskala von S unmittelbar ablesen, weil

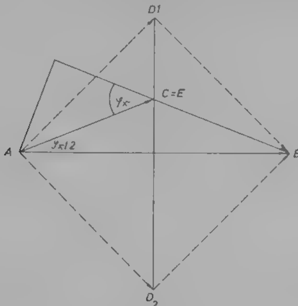


Bild 4. Spannungszeigerdiagramm für die abgeglichene Z_x — X_x - Meßbrücke.

$$\varphi_x = 2 \arctan (1 - 2\,R_1/S)\,,$$

also eine Funktion der Stellung des Gleitkontaktes E auf dem Widerstand S ist.

Wirkwiderstand R_x und Blindwiderstand X_x mißt man mit einer der bekannten Induktivitäts- oder Kapazitätsmeßbrücken (→ Maxwellmeßbrücke, → Wiensche Meßbrücke). Da aber diese Meßbrücken als Meßergebnis neben dem Wirkwiderstand R_x nicht den Blindwiderstand X_x unmittelbar ergeben, sondern eine Induktivität L_x bzw. eine Kapazität C_x, so muß man noch mit schon bekannter oder mit zu messender Frequenz $f = \omega/2\pi$ die Blindwiderstände $X_x = \omega L_x$ bzw. $X_x = 1/\omega\, C_x$ berechnen.

Ein wichtiges Beispiel für solche Messungen ist der Wellenwiderstand einer Leitung.

Schwieriger ist das Messen des Eingangswiderstandes einer am anderen Ende beliebig abgeschlossenen Leitung, da dieser in einigen Frequenzbereichen einen kapazitiven, in anderen Frequenzbereichen einen induktiven Blindwiderstand hat. Als charakteristisches Beispiel sei hier der Eingangswiderstand einer mit Fehlern behafteten Pupinleitung genannt.

Früher baute man in solchen Fällen zwei vollständige Meßbrücken nebeneinander auf und schaltete die zu messende Leitung von Fall zu Fall an die eine oder an die andere Meßbrücke an. Heute ist das Meßverfahren dadurch vereinfacht, daß man beide Brücken in einem Gerät vereinigt. Man kann dann durch einfaches Schalten von der einen auf die andere Meßschaltung übergehen. In dieser Art sind heute die meisten Scheinwiderstandsmeßbrücken eingerichtet.

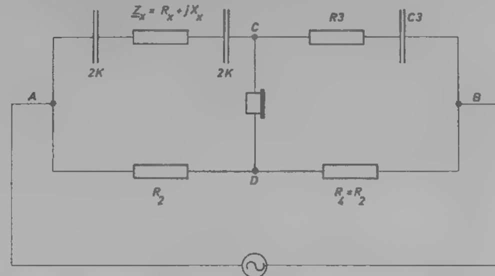


Bild 5. Wiensche Meßbrücke mit Zusatzkondensatoren 2 K.

Eine ganz andere Lösung dieses Problems zeigt die in Bild 5 gezeigte Meßbrücke. Hier liegen in Reihe mit dem zu messenden Widerstand $\underline{Z}_x$ die beiden Kondensatoren 2 K. Wenn diese Wiensche Brücke abgeglichen ist, gilt mit $R_2 = R_4$

$$R_x = R_3 \quad \text{und} \quad X_x = \frac{1}{\omega}\left(\frac{1}{K} - \frac{1}{C_3}\right).$$

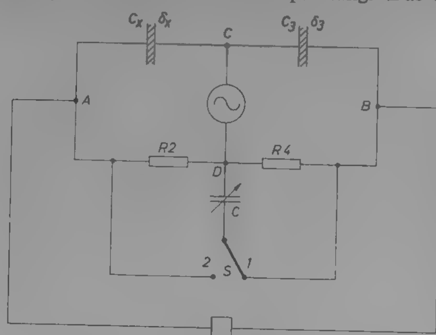
Ist also $K < C_3$, so ist X_x positiv,
ist aber $K > C_3$, so ist X_x negativ.

Man kann also mit dieser Brücke ohne Umschalten beliebige komplexe Widerstände mit positivem oder negativem Blindwiderstand messen. *Haak*

Scheinwiderstands-Meßzusatz → Meßplatz 52.

Schellack ist ein Harz von ostindischen Bäumen und wird durch den Saugstich einer Schildlaus in den Zweigen erzeugt. Durch Reinigung des gefärbten Rohharzes (ϱ 1,035–1,14, Fp 115–120°C) erhält man Produkte verschiedener Qualität und Farbe. Man erreicht dies durch Herauslösen des Lackfarbstoffes, Trocknen, Ausschmelzen und dgl. Sch. dient als Anstrich und zur Herstellung von Firnissen, Kitten, Siegellack u. a. m.

Schering-Meßbrücke. Mit dieser Brücke mißt man Kapazität C_x und Verlustwinkel δ_x von Kondensatoren, insbesondere bei Hochspannung. Das Bild



Schering-Meßbrücke für Kondensatoren mit beliebigem Dielektrum.

zeigt eine Schaltung, mit der beliebige Kondensatoren gemessen werden können. Ist δ_x größer als der Verlustwinkel δ_3 des Vergleichs-Meßkondensators C_3, so mißt man in Schalterstellung 1 und erhält $\delta_x = \delta_3 + \omega C R_4$.

Ist aber $\delta_x < \delta_3$, so gleicht man die Brücke in Schalterstellung 2 ab. Dann ist $\delta_x = \delta_3 - \omega C R_2$. In beiden Schalterstellungen ist $C_x = C_3 R_4/R_2$. *Haak*

Schicht, dünne, ferromagnetische → Speicherelemente, magnetische.

Schichtbildung → Ionosphäre.

Schichtenmäntel → Kabelmantel, → Kabelmäntel aus Kunststoff.

Schichtkathode → Oxidschichtkathode.

Schichtpreßstoffe. Halbfabrikate, die durch schichtweisen Aufbau von mit Kunstharzen bestrichenen oder getränkten Bahnen oder Bogen und durch Anwendung von Druck und Wärme als Platten, Rundstäbe, Rohre, Lang- und Konstruktionsformteile hergestellt werden. Platten haben z. B. die Flächengrößen 0,5, 1,0, 2,0 m² und Dicken von 0,1 bis 60 mm (Hartpapier), 0,2 bis 200 mm (Hartgewebe und 5 bis 80 mm (Preßholz).

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schichtung des Erdreichs → Gegeninduktivität von Leitungen.

Schichtwiderstand → Oxidschichtkathode.

Schiebung → Festigkeitslehre.

Schienenpotential, -reduktionsfaktor, -stoßwiderstand, -strom → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Schiffsanschlüsse. Sch. sind wettersichere Anschlußdosen, die im allgemeinen von den Eigentümern von Kaianlagen als Zusatzeinrichtungen zu deren Haupt- oder Nebenanschlüssen eingerichtet sind. Während der Anlegezeit eines Schiffes werden tragbare FeAp über Verbindungskabel mit Steckern von dem Teilnehmer an die Sch. angeschlossen. Auf dem gleichen Wege können auch »Verkehrsfernsprechanlagen auf Schiffen« an das öffentliche Fernsprechnetz als NStAnl angeschlossen werden, wenn sie die hierfür geltenden Bestimmungen der DBP erfüllen.

Sch. sind aufgrund eines Teilnehmerverhältnisses dauernd überlassene Teilnehmereinrichtungen, weil das Entladen von Fracht oder das Befördern von Personen ständiges Anliegen des Inhabers der Kaianlage ist. Sie sind dauernd betriebsbereit und fallen bei Kaianlagen, für die feste Eigentums- oder Mietverhältnisse bestehen, nicht unter den Begriff der Zweitanschlüsse. Ist der Sch. Zusatzeinrichtung zu einem Hauptanschluß, so ist ein zweiter Wecker nicht erforderlich.

Literatur: ADA VI, 3 A, § 16,3 TVAnw § 14.6, DIN 89 006.

Schiffsbrieftelegramm → Funktelegramm.

Schiffsfernmeldeanlagen dienen der Nachrichten- und Datenübermittlung innerhalb des Schiffes, zwischen fahrendem Schiff und festen oder beweglichen Nachrichtenstationen und zwischen dem im Hafen liegenden Schiff und dem Lande. Sch. müssen den besonderen Bedingungen des Bordbetriebes und den erhöhten Sicherheitsanforderungen genügen. Die »International Conference on Safety of Life at Sea« hat einen Internationalen Schiffssicherheitsvertrag ausgearbeitet, den die BRD ratifiziert hat. Sie hat durch Bundesgesetz die Seeberufsgenossenschaft (SBG) Hamburg beauftragt, die Durchführung der Sicherheitsforderungen zu überwachen. In technischen Fragen wird die SBG vom Germanischen Lloyd beraten. Insbesondere kommen diese Sicherheitsvorschriften für Sch. bei Fernsprechverbindungen, Feuermeldeanlagen und Schottendicht-Alarmen in Frage.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Schiffsfernmeldekabel sind haltbarer zusammengesetzt als normale Fernmeldekabel. Wegen des geringen Gewichtes verwendet man bleimantellose Kabel, z. B. FMGCG (DIN 89 159). Bei diesem Kabel sind die Litzenleiter bei einem Querschnitt von 0,75 mm² mit Butylgummi isoliert und zu Sternvierern verseilt. Die Zwischenräume zwischen den Adern sind mit einer plastischen oder elastischen Füllmasse versehen,

alle Adern gemeinsam mit einem blanken Kupfergeflecht umgeben. Der Außenmantel besteht aus Polychloroprengummi. Das Kupfergeflecht dient als Abschirmung, die für die Funkentstörung und den Schutz von Automationskabeln wichtig ist.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen. Springer-Verlag.

Schiffsfernsehantennen werden in zunehmendem Maße an Bord eingesetzt. Wenn sie nur für Fernsehrundfunk im Hafen bestimmt sind, werden die Sch. abnehmbar ausgeführt. Für Schiffe der Linienreedereien bereitet es keine Schwierigkeiten, für jeden Hafen die richtige Antenne zu beschaffen. Für Fährschiffe und Fahrgastschiffe in küstennahen Gewässern werden fernsteuerbare Sch. in seewasserfester Ausführung verwendet. Einige Schiffe haben eigene Fernsehstudios, um ein eigenes Programm auf die Anschlußleitungen der Sch. zu geben, wenn die Empfangsbedingungen schlecht sind.

Schiffsfernsprechanlage. Neben → batterielosen Fernsprechanlagen werden Nebenstellenanlagen mit und ohne Amtsverkehr an Bord eingebaut. Sch. ohne Fernsprechlandanschluß sind genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen; sie werden behandelt wie Fernmeldeanlagen innerhalb eines Grundstückes. Der Landanschluß muß bezüglich der Schaltkriterien an das System des jeweiligen Hafens angepaßt werden können.

Schiffsrundfunkantennen. Auf Schiffen, die mit einer Telegrafie-, Sprech- oder Ortungsfunkanlage ausgerüstet sind, dürfen Rundfunkempfangsanlagen nur mit Genehmigung des Kapitäns errichtet und betrieben werden. Die Errichtung von Außenantennen, die nicht zur festen Ausrüstung des Schiffes gehören, ist untersagt (§ 3 Abs. 6 der Verordnung über die Funkausrüstung und den Sicherheitsfunkwachdienst der Schiffe v. 9. 9. 1955, Amtsblatt Vfg. Nr. 546/1955 des BPM). Um den Besatzungsangehörigen und Passagieren einen Rundfunkfernempfang zu ermöglichen, werden Sch. mit Verstärkern und einem umfangreichen Leitungsnetz gebaut. Vom Funkraum besteht die Möglichkeit, die Sch. bei Sendebetrieb abzuschalten und zu erden.

Schiffssicherheitsvertrag → Internationales Übereinkommen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See.

Schirmantenne → Rundstrahler.

Schirmdämpfung → Entkopplung.

Schirmfaktor → Kompensation durch geerdete Leiter.

Schirmgitter → Mehrgitterröhre.

Schirmkäfig → Entkopplung.

Schlag → Verseilung von Adern für Fernmeldekabel.

Schlagwerkzeug → LSA-Kontakt.

Schlauchleitungen → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

schlechte Verständigung → Ersatzgespräche.

Schleifdrahtmeßbrücke → Brückenmeßverfahren, → Gleichstrommeßbrücke, → Meßbrücken.

Schleifendipol → Dipolantenne.

Schleifenrufeinrichtung → Alarmierungseinrichtungen für Feuerwehren.

Schleifenstromversorgung → Stromversorgungseinrichtungen für Feuermeldeanlagen.

Schleifmittel. Harte Pulver verschiedener Feinheitsgrade, Schleifpapiere, Schleifscheiben zur Glättung der Oberfläche von Metallen, Glas, Steinen, keram. Erzeugnissen, Kunststoffen u. dgl. Verwendet werden z. B. Diamant, Granat, Bimsstein, Tripel, Siliziumcarbid, Schmirgel, Aluminiumoxyde, Kieselgur, Sand, Sandstein, Borcarbid, Boride, Carbide, Nitride, Ceriumoxyd.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schlepplöten. Dazu wird die Leiterplatte über den Spiegel eines stehenden Bades gezogen, das unmittelbar vor dem Eintauchen von Oxyden befreit wird. Die Aufnahmevorrichtung ist so gestaltet, daß die gedruckte Schaltung während des Lötprozesses auf dem Zinnspiegel schwimmt. Der Ein- bzw. Ausfahrwinkel kann durch entsprechende Führungsschienen verändert werden. Die Lötzeit wird durch die Durchfahrgeschwindigkeit und durch die Länge des Bades gegeben. Durch die Schleppbewegung werden die Oxyd- bzw. Flußmittelreste unter der Leiterplatte herausgeschwemmt. Bei der beschriebenen Anlage beträgt die Badlänge 1000 mm, der Schleppweg etwa 600 mm, und die Schleppgeschwindigkeit liegt bei etwa 7 m/min.

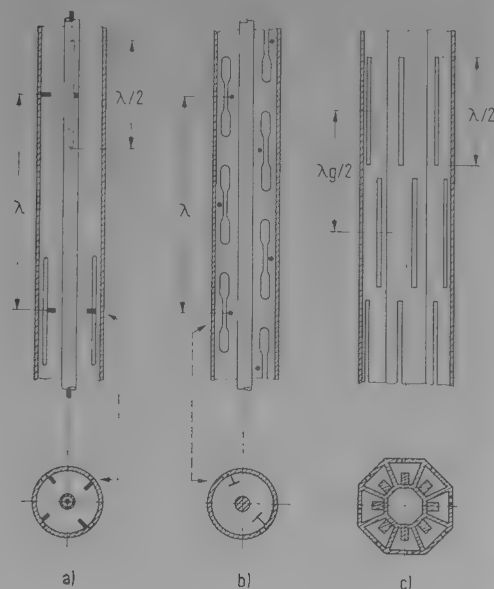
Literatur: Weichlöten in der Elektronik. Laubmeyer/Kupke, 1967.

Schließstecker → LSA-Kontakt.

Schlitzstrahler ist ein Schlitz in einer leitenden Fläche, der zur Strahlung angeregt wird. Die Anregung kann über eine Paralleldrahtleitung, Koaxialleitung oder Hohlleitung erfolgen. Ein Schlitz in einer leitenden Ebene, der in der Mitte der beiden Längsseiten gespeist wird, hat nach dem Babinetschen Prinzip die gleiche Richtcharakteristik wie ein Flachdipol mit den Abmessungen der Schlitzfläche; dabei sind jedoch Spannung und Strom, Widerstand und Leitwert, elektrischer und magnetischer Vektor gegeneinander vertauscht. Ein senkrechter Schlitz ist demnach horizontal polarisiert (E-Vektor). Zwischen den → Antennenwiderständen Z_S eines idealisierten Sch. (in einer Fläche unendlich großer Ausdehnung) und Z_D des komplementären Dipols besteht die einfache Beziehung $Z_S\, Z_D = \frac{Z^2}{4}$, wo Z der Wellenwiderstand des umgebenden Mediums ist ($Z = 120\,\pi\Omega$ im freien Raum).

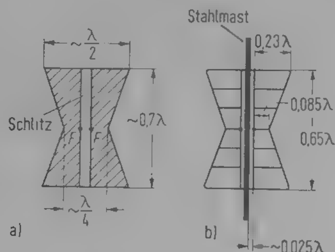
Für → Rundstrahler im Bereich der Meter- und Dezimeterwellen haben sich der Rohrschlitzstrahler und die Schmetterlingsantenne als vertikal vorgebündelte Strahlerelemente gut bewährt. Das Grundelement des Rohrschlitzstrahlers, auch als Pylonantenne bezeichnet, ist ein senkrechtes Metallrohr mit einem

nicht ganz bis zu den Rohrenden durchgehenden Längsschlitz. Der Schlitz wird im allgemeinen über eine Koaxialleitung, im Bereich der Dezimeterwellen auch über einen Hohlleiter gespeist. Für Rohrdurchmesser $D < \lambda/8$ ist das Horizontaldiagramm nahezu kreisförmig. Bei größeren Durchmessern müssen zur Erzielung einer Rundstrahlung entsprechend mehr



a) koaxiale, phasengleiche Speisung, b) koaxiale phasenverschobene Speisung, c) Hohlleiterspeisung.

Bild 1. Rundstrahlende Schlitzantennen für den Bereich der Dezimeterwellen (Entwicklungen der Radio Corporation of America). (Stöhr)



a) mit voller Schirmfläche, b) mit Rohrkonstruktion.

Bild 2. Schmetterlingsantenne. (Meinke/Gundlach)

Schlitze vorgesehen werden. Gebräuchlich sind Ein- und Zweischlitzstrahler für UKW-Rundfunk-Sendeantennen und Vierschlitzstrahler für Sendeantennen im Fernsehbereich III. Beispiele einer über eine Koaxialleitung bzw. über eine Hohlleitung erregten Schlitzantenne für den Fernsehbereich IV/V sind im Bild 1 dargestellt.

Die Schmetterlingsantenne besteht aus einem knapp etwa dreiviertel Wellenlänge langen Schlitz längs der Symmetrieachse einer leitenden Fläche, die in ihrer Form den geöffneten Flügeln eines Schmetterlings oder einer Fledermaus ähnelt. Aus mechanischen Gründen (Winddruck) wird die Schirmfläche in der Praxis häufig durch eine Rohrkonstruktion ersetzt (Bild 2). Zwei rechtwinklig gekreuzte und mit 90° Phasenverschiebung gespeiste Schmetterlingsantennen

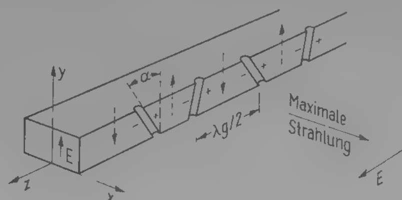


Bild 3. Schlitze im Wellenleiter. Querstrahler. (Meinke/Gundlach)

ergeben einen → Rundstrahler. Als weiteres Beispiel einer Schlitzantenne sei noch die querstrahlende Hohlleiterschlitzantenne genannt (Ausführungsbeispiel in Bild 3). *Laub*

Schluckleistung → Rhombusantenne, → Verlustleistung einer Antenne.

Schluckleitung → Rhombusantenne.

Schluckwiderstand → Antennenwiderstand, → Rhombusantenne.

Schlupf in Rohrpostanlagen → Hausrohrpost.

Schlußklappe → Fallklappe.

Schlußlampe → Fernmeldelampe.

Schlußrechnung → Fernmelderechnung.

Schlußschauzeichen → Schauzeichen.

Schlußspleiß → Seekabellegung und -instandsetzung.

Schlußtaste → Fernschaltgerät.

Schlußzeichen → Abrufen, → Leitungszeichen.

Schlußzeichenbatterie → OB-Betrieb.

Schmalbandsystem ist ein Übertragungssystem, bei dem die → Bandbreite klein gegen die Mittenfrequenz ist (→ Richtfunksystem).

Schmelzentzundern — Schmelzentrosten. Ablösen schwerentfernbarer Zunder- und/oder Rostschichten in reduzierenden oder oxydierenden Schmelzen, vorzugsweise in Natriumhydroxid mit entsprechenden Zusätzen.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Schmelzleiter, Teil eines Sicherungseinsatzes (→ Sicherung, Bild 1), der bei Überschreiten zulässiger Stromstärken zum Abschmelzen bestimmt ist. In seiner einfachsten Form ist er ein Stück Draht. Der jeweiligen Abschaltecharakteristik entsprechend handelt es

sich um verschiedenartige Widerstandsmaterialien. Lötstellen, Einschnürungen, Wendel, Wirkstoffaufträge und Löschmittel beeinflussen die Abschmelzzeit.

Schmelzpunkt der wichtigsten Metalle → Metalle (Elastizität und Wärmegrößen).

Schmelztauchverfahren. Herstellen von Metallüberzügen durch Eintauchen des zu überziehenden metallischen Gegenstandes in die Schmelze des Überzugsmetalls.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Schmerzgrenze → Hörgrenze, obere.

Schmetterlingsantenne → Schlitzstrahler.

Schmieren ist das Zuführen von Schmiermitteln (Öle, Fette) an Lagerstellen der gleitend oder rollend gegeneinander bewegten Maschinenteile, damit die Reibung vermindert wird. Zwischen den Maschinenteilen bildet sich ein Schmierfilm aus.

1. In der Fernmeldestromversorgung werden, soweit noch umlaufende Maschinenteile vorhanden sind, vorwiegend folgende Schmierarten angewendet: Die Fettschmierung (Preßfettschmierung), bes. für Kugellager, bei der an der Lagerstelle ein Schmiernippel mit einem Kugelventil sitzt; die Ölschmierung (Tauchschmierung), bes. für Gleitlager, bei der umlaufende Ringe in einen Ölsumpf des Gehäuses tauchen und beim Aufwärtsgang Öl an die zu schmierenden Teile bringen.

2. In fernmeldetechnischen Anlagen werden die auf Reibung und Stoß beanspruchten und von Oxydation bedrohten Bauteile im Rahmen der → Instandhaltung gefettet. Gering beanspruchte Bauteile werden graphitiert. Zum Vermeiden hoher Übergangswiderstände werden auch die Lamellen von Edelmetall-Motor-Drehwählern (EMD-Wählern) mit einer kolloidalen Silber-Graphit-Lösung behandelt.

Schmierstoffe → Fette, → Graphit, → Mineralöl, → Öl.

Schmierzeichen. Sch. werden an Stelle von nicht vorhandenen Codezeichen vorgesehen bzw. abgedruckt, damit der Fehlerursache leichter nachgegangen werden kann. Im anderen Falle würde kein Typenabdruck stattfinden und eine leere Stelle erscheinen, die zu Fehlschlüssen Anlaß geben könnte.

Schmirgel. Bei der Herstellung von Schleifscheiben wird z. B. pulverisierter, gemahlener Korund mit 8 bis 25% eines Bindemittels aus Ton, Quarz oder Leim angefeuchtet, zu Scheiben gepreßt und bei 1300 bis 1400° C gebrannt, wobei das Ganze zu einer einheitlichen, harten Masse zusammensintert.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schmuckblattausfertigung von Telegrammen → Sonderdienste zu Telegrammen.

Schnarrsummer. Der Sch. ist ein einfacher, handlicher Magnetsummer für Batteriebetrieb mit einem magnetischen Unterbrecher als Hauptbestandteil neben einem einfachen Filter. Er erzeugt eine Wechselspannung, deren spektrale Energieverteilung der Mikrophonsprache ähnlich ist. Die Grundfrequenz beträgt 150 Hz, so daß die einzelnen Spektrallinien im Frequenzbereich zwischen 150 Hz und etwa 3400 Hz im Abstand von 150 Hz aufeinander folgen. Die Größe ihrer Amplituden wird durch den Unterbrecher und das Filter bestimmt und muß einen vom CCITT vorgeschriebenen Verlauf über der Frequenz haben.

Nach Bestimmungen des CCITT sollen moderne Schnarrsummer eine Grundfrequenz von $\leqq$ 50 Hz haben, so daß ein wesentlich dichteres Spektrum entsteht. Außerdem muß der Spektralfrequenzbereich entsprechend den Anforderungen an moderne Telefonverbindungen bis $\geqq$ 5000 Hz reichen und der Quotient Spitzenspannung: Effektivwert (Crest-Faktor) soll 3,5 nicht übersteigen.

Der Schnarrsummer dient als Sprachersatz-Generator bei Messungen an Fernsprechverbindungen, insbesondere bei der Durchführung des Nebensprechausgleiches zur Beseitigung des Nebensprechens zwischen den Adernpaaren eines Fernmeldekabels.

Schneckenpresse → Isolierung von Kupferleitern.

Schneidenbeugung → Beugung.

Schneider, Karl, Dr. jur., Staatssekretär im BPM vom 1. September 1951 bis 28. Februar 1953. Geboren am 26. Februar 1887 in Berlin-Schöneberg. Studium der Rechts- und Staatswissenschaften und der Volkswirtschaft an den Universitäten Erlangen und Berlin. 1909 erste, 1914 Große Juristische Staatsprüfung, zwischenzeitlich Promotion zum Dr. jur. Nach Einberufung als Hilfsarbeiter in das RPA und Teilnahme am ersten Weltkrieg 1920 Ernennung zum Postrat. 1923 Oberpostrat. 1926 Ministerialrat. Von 1933 bis 1943 Präsident mehrerer OPDn. 1943 in den einstweiligen Ruhestand versetzt. Von 1945 bis 1948 Präsident der OPD Bremen. Am 1. Oktober 1948 zum Leiter der Abteilung IV der Hauptverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen des Vereinigten Wirtschaftsgebietes berufen und am 1. Februar 1949 zum Ministerialdirektor ernannt. Am 1. September 1951 Beförderung zum Staatssekretär. Mit Ablauf des 28. Februar 1953 in den Ruhestand getreten. Inhaber des Großen Verdienstkreuzes mit Stern des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

Von 1920 bis 1927 unbesoldeter Stadtrat von Berlin, nebenamtlich Dozent an der Verwaltungsakademie Berlin. Mitglied des Zonenbeirats für die Britische Zone von 1946 an. Reiche schriftstellerische Tätigkeit, u. a. »20 Jahre Postrecht« (1927) und »Kommentar zum Postgesetz« von Aschenborn—Schneider (1928). Gestorben am 2. April 1969.

Schnellbandförderer transportieren wie → Hochkantförderer das Sendegut aufrechtstehend. Anstelle des Grundbandes übernehmen zwei schmale Bänder,

zwischen denen das Schriftgut geklemmt ist, das Fördern. Ein Klemmen des Sendeguts an den Führungswangen tritt selbst bei starker Wölbung des Papiers nicht ein. S. gestattet den gleichzeitigen Transport von mehreren Schriftstücken, Telegrammen usw. Das zwangsläufige und praktisch schlupffreie Fördern ermöglicht es, die Bandgeschwindigkeit auf 2,5 m/s (gegenüber 0,8 m/s bei üblichen Hochkantförderern) zu erhöhen und damit die Verkehrsleistung erheblich zu steigern.

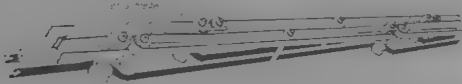


Bild 1. Förderstrecke eines Schnellbandförderers mit gesondertem Antrieb durch ein Antriebsband.

S. können jede Verteil- und Sammelaufgabe erfüllen, nur muß das Sendegut eine für das Fördern in Weichen geeignete Beschaffenheit aufweisen. Das trifft z. B. bei Telegrammvordrucken zu.

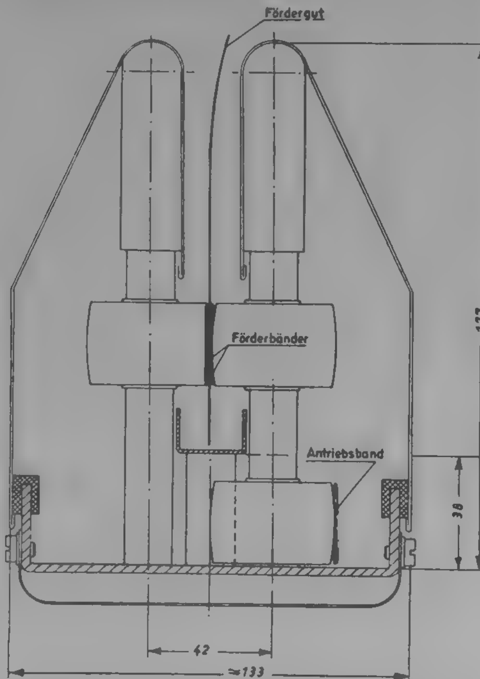


Bild 2. Querschnitt durch eine Schnellbandförderstrecke mit besonderem Förderband.

Das Fördergut kann nicht mehr, wie bei Hochkant- und → Flachbandförderern an beliebiger Stelle geladen werden. Dafür werden Sender mit Eingabeschlitz — zwei kurze, im Ruhezustand unbewegte und genügend weit voneinander entfernte Förderbänder — benötigt. In diesen Zwischenraum wird das Sendegut gestellt. Nach Betätigen einer Taste auf dem zum Sender gehörenden Tastenfeld bewegt ein Zugmagnet die Bandförderer aufeinander zu, wobei diese das Sendegut zwischen den beiden Fördertrums einklemmen. Beide Bänder laufen über ein Reibrad, vom Hauptförderkanal getrieben, an und übergeben das Fördergut in den anschließenden Förderkanal. Am Boden des Senders sind zwei Lichtschranken eingebaut, die sicherstellen, daß die aufgegebene Sendung mit ihrer unteren Längskante genügend tief und parallel zur Auflagefläche steht.

Für den Transport des Sendeguts stehen zwei Ausführungsformen zur Wahl.

Bei dem einen System ist die Strecke in mehrere Förderband-Abschnitte unterteilt, zu denen aber ein gemeinsames Antriebsband gehört. Dagegen sind die Förderbänder bei dem anderen System ungeteilt und direkt angetrieben über die ganze Strecke geführt.

In dem in Bild 1 dargestellten System werden für die einzelnen Bandabschnitte hochelastische Gewebebänder verwendet. Die sonst notwendigen Spannvorrichtungen können entfallen. An einer Umlenkstelle hat jedes Band eine Antriebsrolle, über die das gemeinsame Antriebsband läuft. Das Antriebsband ist unterhalb der eigentlichen Förderstrecke angeordnet. Nicht zum Ein- oder Ausschleusen des Sendeguts benötigte Übergangsstellen zwischen den Förderbändern sind durch Leitbleche überbrückt. Oberhalb der Förderbänder befinden sich Führungswangen, die das Sendegut am seitlichen Ausweichen hindern. Bild 2 zeigt den Schnitt mit Förderbändern und getrenntem Antriebsband.

Das System in Bild 3 hat Förderbänder, die gleichzeitig als Antriebsbänder arbeiten. Die auf ihrer ganzen Länge ungeteilt durchlaufenden Bänder geben an den Bandumlenkstellen Öffnungen frei, durch die

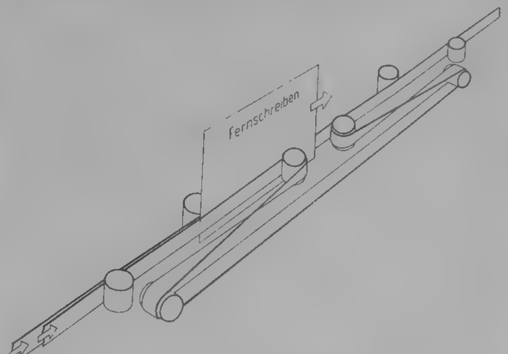


Bild 3. Förderstrecke eines Schnellbandförderers mit direkt angetriebenen Förderbändern.

das Sendegut ein- bzw. ausgeschleust werden kann. Führungswangen vervollständigen ebenfalls die Förderstrecken. Da die Umlenkstellen größere Abstände zwischen den Bandöffnungen erfordern, verwendet

man diese Strecken vorwiegend als Hauptförderkanäle. Ein Antrieb reicht für maximal 30 m lange Förderstrecken aus, die jedoch nicht mehr als fünf Ausschleusungen aufweisen dürfen.

In beiden Systemen werden die Förderbänder über senkrecht stehende Leitrollen in leichtem Zickzacklauf geführt. Das bewirkt einen ausreichenden Anpreßdruck der Bänder gegeneinander, so daß diese das dazwischen eingeklemmte Sendegut sicher mitnehmen. — Durch Einbau von Eckumführungen sind Richtungsänderungen der Förderstrecken in horizontaler Ebene möglich.

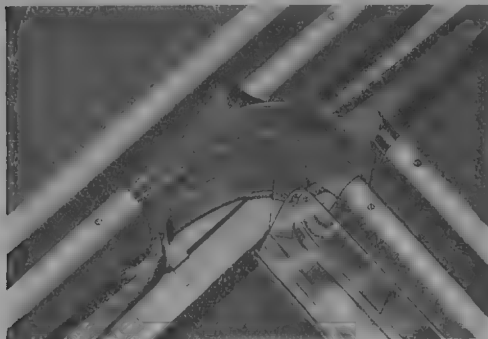


Bild 4. Gruppenweiche in einer Schnellbandförderstrecke.

Zum Ausschleusen dienen Gruppen- und Platzweichen. Eine Gruppenweiche (Bild 4) weist Sendungen aus dem Hauptkanal in eine Abzweigförderstrecke. Am Bestimmungsplatz soll das Fördergut die Strecke verlassen. Dafür sorgen Platzweichen (Bild 5). Hauptbestandteil jeder Weiche ist die



Bild 5. Platzweiche für Schnellbandförderer.

Weichenzunge. In die Fahrbahnen eingeschwenkt, lenkt sie die Sendungen in eine Abzweigstrecke oder in eine Empfangsmulde.

Während bei Hochkant- und Flachbandförderern das Fördergut an jeder beliebigen Stelle aufgegeben werden kann, benötigen S. an jeder Eingabestelle besondere Einrichtungen, und zwar abhängig davon, ob die Sendungen von Hand eingegeben bzw. von einem normalen Hochkantförderer oder von einem S. übernommen werden. In keinem Fall ist jedoch eine größere Anzahl von Eingabestellen möglich, als Öffnungen in der Bandführung vorhanden sind. — Jede Handeingabestelle hat einen Einführungstrichter, dessen Länge sich nach den Abmessungen des Sendeguts richtet. Beim Aufgeben ist die Sendung zunächst auf den Boden des Einführungstrichters zu stellen und dann von Hand so lange in Richtung des Förderkanals zu bewegen, bis die Förderbänder der Strecke sie erfassen und weitertransportieren.

Den Aufbau der Übergabestellen von einem Hochkantförderer zu einer Schnellbandförderstrecke zeigt Bild 6. In ähnlicher Weise wird verfahren, wenn von einem Schnellbandförderkanal auf einen anderen gleicher Bauart übergeben wird.

Außer den beschriebenen zwei Systemen der S. wurden → V-Bandförderer entwickelt und eingeführt.



Bild 6. Übergabe des Sendeguts von einem Hochkantförderer in eine Schnellbandsammelstrecke.

Schnellbandförderer mit Zieltastensteuerung werden vorwiegend in Telegrafenämtern eingesetzt, wo wegen der geforderten hohen Fördergeschwindigkeit und großen Förderleistung nur → Schnellbandförderer in Betracht kommen, zugleich aber von einer Zentrale aus die Telegramme gezielt verteilt werden sollen. In Gebrauch sind zwei Arten von Steuerungen. Sollen an das Telegrafenwählnetz angeschlossene Plätze beschickt werden, dann benutzt man eine Steuerung für zyklische Verteilung. Haben die Plätze jedoch Standverbindungen, d. h., arbeitet jeder Fernschreiber nur mit einer außenliegenden Telegrafendienststelle im Gegenschreibverkehr, so erweist sich eine Zieltastensteuerung als zweckmäßig. Es ist auch möglich, beide Steuerungsarten in einer Anlage zu kombinieren.

Eine Verteileranlage mit zyklischer Steuerung beliefert die angeschlossenen und betriebsbereiten Empfangsplätze gleichmäßig reihum mit Telegrammen, indem sie für die einzelnen Telegramme eine Weiche nach der anderen betätigt. Zwischen den Telegrammen müssen jedoch Abstände von mindestens 0,3 m bestehen; dichter aufeinanderfolgende Sendungen

erreichen gemeinsam einen Empfangsplatz. Jeder Empfangsplatz kann mit Hilfe der ihm zugeordneten Platztaste außer Betrieb genommen werden. Den Betriebszustand zeigt eine Platzlampe an.

Bei Fernschreibplätzen mit Standverbindung muß die Leitstelle alle Telegramme gezielt bestimmten Plätzen zusenden. Die Leitstelle legt jedes einzelne Telegramm in den Sender und gibt auf einem Tastenfeld die Kennzahl des Zielplatzes ein. Für den weiteren Ablauf sorgt selbsttätig eine Steuertechnik.

Das Prinzip der Zieltastensteuerung von Schnellbandförderanlagen zeigt Bild 7. — Bei der Anordnung der Arbeitsplätze in Tischreihen ist es zweckmäßig, einen Hauptförderkanal an der Schmalseite der Tischreihen entlangzuführen, von dem über Weichen

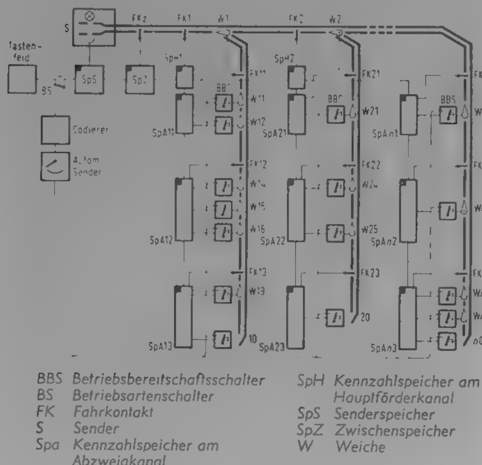


Bild 7. Übersichtsplan zum Prinzip der Zieltastensteuerung von Schnellbandförderanlagen.

Abzweigkanäle abgehen, die zu den Tischreihen führen und an jedem Arbeitsplatz eine Ausfahrweiche enthalten. Die Weichen werden durch ein Zielkennzeichen gesteuert, das bei Aufgabe der Sendung durch Tastendruck in einen Speicher gegeben wird, dort bis zur Ausfahrt der Sendung gespeichert bleibt und das Umlegen einer Abzweig- oder Ausfahrweiche (Gruppen- oder Platzweiche) bewirkt, wenn die Sendung diese Weiche erreicht.

In jedem Streckenabschnitt darf nur ein Telegramm fahren. Der längste Abschnitt bestimmt deshalb den Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Telegrammen. Diesen Abstand sichert ein in entsprechender Entfernung vom Sender angeordneter Fahrkontakt, der jeweils erst bei Durchfahrt eines Telegramms das nächste Telegramm abruft. Je nach den räumlichen Gegebenheiten kann man mehrere Platzweichen in einem Abschnitt zusammenfassen, aber auch eine größere Förderstrecke durch den Einsatz von Fahrkontakten und Speichern in Abschnitte unterteilen.

Literatur: W. Sindzinski, Bandförderanlagen für Schriftgut. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 113 bis 124 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.
Gänsler

Schnellmorseempfänger → Farbrädchenschreiber, → Farbröhrchenschreiber.

Schnellmorsesender → Lochstreifengeräte.

Schnellote. Leichtschmelzende Lötmittel, zumeist aus Pb, Bi, Sn, Cd u. dgl. bestehend.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schnelltelegraf. Unter S. versteht man Hochleistungs-Drucktelegrafen, z. B. Siemens-Schnelltelegraf.

Schnelltelegrafie. Sch. liegt dann vor, wenn die → Zeichengeschwindigkeit wesentlich größer ist als die Schreibgeschwindigkeit z. B. einer Fernschreiberbedienungsperson. Die untere Grenze ist eine Zeichengeschwindigkeit von etwa 600 Zeichen/min. Derartige Leistungen lassen sich nur bei Benutzung von Speicherelementen (Lochstreifen, Magnetbänder u. ä.) erzielen.

Schnellverfahren ist die im → Auslandsferndienst gebräuchliche Bezeichnung für die Tatsache, daß unmittelbar im Anschluß an die Gesprächsblattaufnahme ein erster Herstellungsversuch von der → Vermittlungskraft gemacht wird. → Vorwärtsaufbau, → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

Schnittstelle für Datenübertragung. 1. Allgemeine Zusammenhänge. Die Datenquelle und die Datensenke eines → Datenübertragungssystems befinden sich außerhalb des Verantwortungsbereiches der DBP. Die für eine → Datenübertragung notwendigen Funktionen müssen von privaten Datenendeinrichtungen (DEE) in Form von binären Signalen ausgedrückt werden, die übereinstimmende Vorgänge auf dem Fernmeldeweg verursachen.

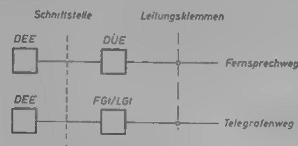


Bild 1. Anordnung der Schnittstelle.

Je nachdem, ob es sich um einen Fernsprech- oder einen Telegrafenweg handelt, wird die DEE über eine Sch. mit Hilfe einer Datenübertragungseinrichtung (DÜE) oder eines Fernschaltgerätes bzw. Leitungsanschaltgerätes (FGt/LGt), mit dem Fernmeldeweg verbunden. Die Sch. ist international festgelegt worden (Comité Consultatif International des Communications Télégraphiques et Téléphoniques (CCITT)-Empfehlung V. 24), um eine Freizügigkeit für beliebige DEE verschiedener Hersteller zu schaffen, die

nach dieser einheitlichen Norm ausgeführt sind. Der Inhalt der CCITT-Empfehlung V. 24 ist in der DIN-Norm 66 020 festgehalten. Die DBP hat für verschiedene posteigene Geräte Schnittstellenvorschriften veröffentlicht, die auf der CCITT-Empfehlung V. 24 aufbauen. Die umfangreichste Festlegung ist für einen Fernsprechweg erforderlich. Für einen Telegrafenweg

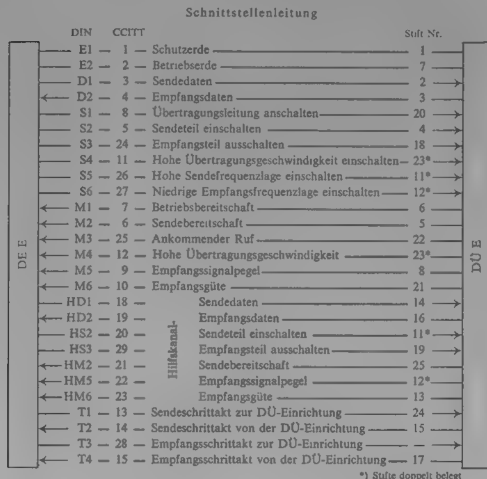


Bild 2. Übersicht über die Schnittstellenleitungen.

vermindert sich die Anzahl der benötigten Schnittstellenleitungen. Für Breitbandleitungen werden noch weitere Vereinbarungen erforderlich sein. Für Parallel-Verfahren sind besondere Voraussetzungen gegeben. Der unbediente Datenbetrieb zwischen Fernsprechanschlüssen erfordert zusätzliche Schnittstellenleitungen.

Eine Sch. soll unabhängig sein: — von der Codierung der ausgetauschten Daten, — von den benutzten Betriebsarten und Fehlerschutzverfahren, — von der Art der DEE, — von der Art des Datenübertragungsverfahrens und des benutzten Fernmeldeweges (Stand- oder Wählverbindung). Die DÜE bzw. FGt/LGt sind in bestimmten Fällen posteigen (z. B. Modems im öffentlichen Fernsprechnetz, Fernschaltgeräte im Datexnetz). In diesen Fällen ist die »Sch.« Trennstelle bei den Eigentumsverhältnissen und in den Verantwortlichkeiten. Dagegen berühren Sch. zwischen privaten DEE und privaten DÜE bzw. FGt/LGt die DBP nicht unmittelbar. Die Leitungsklemmen stellen die Übergabepunkte dar. In bestimmten Fällen werden von der DBP private Dateneinrichtungen auf Antrag unterhalten. Diese Leistung der DBP kann über die Leitungsklemmen oder die eigentliche Sch. hinwegreichen. Sind alle Einrichtungen bei einer Datenendstelle privat, und wird ein Teil von der DBP, ein Teil von ihr nicht unterhalten (z. B. bei Dateneinrichtungen in Telexstellen), so wird von einer »fiktiven Sch.« gesprochen werden. In diesen Fällen wird als erweiterte Bedeutung des Begriffs »Sch.« die Grenze der Leistungen der DBP hinsichtlich Unterhaltung und Entstörung verstanden.

2. Umfang der Schnittstellenleitungen.

Es werden unterschieden: Erdleitungen (Kurzzeichen: E), Datenleitungen (Kurzzeichen: D), Steuerleitungen (Kurzzeichen: S), Meldeleitungen (Kurzzeichen: M), Taktleitungen (Kurzzeichen: T) und Hilfskanalleitungen (zusätzliche Kennzeichnung durch Voranstellen des Buchstabens H).

3. Eigenschaften der Schnittstellenleitungen und der Signale. Jede Schnittstellenleitung ist elektrisch isoliert geführt. Zwischen den Erdleitungen E 1 und E 2 darf ein Potentialunterschied von höchstens 5 V bestehen, wenn sie in der DEE nicht miteinander verbunden sind. Alle Signale sind bipolar und sollen rechteckig verlaufen. Schnittstellenleitungen dürfen induktiv nicht belastet werden. 3.1. Ist die Spannung eines Signals auf einer Daten- oder Taktleitung gegenüber der Leitung E 2 »Betriebserde« > 3 V und n e g a t i v, so herrscht der Zustand 1, ist sie p o s i t i v, so herrscht der Zustand 0. Im Bereich von $+3$ V bis -3 V ist der Signalzustand unbestimmt. Die Zeit, während der das Signal bei Polaritätswechsel durch den unbestimmten Bereich geht, darf nicht größer sein als 3 % des Nennwertes der Schrittdauer. 3.2. Ist die Spannung eines Signals auf einer Steuer- oder Meldeleitung gegenüber der Leitung E 2 »Betriebserde« im Betrag > 3 V und n e g a t i v, so herrscht der A u s - Z u s t a n d, ist sie p o s i t i v, so herrscht der E i n - Z u s t a n d. Im Bereich von $+3$ V bis -3 V ist der Signalzustand unbestimmt. Bei ausgefallener oder abgeschalteter Stromversorgung der DÜE- oder der DEE und bei Unterbrechung des Schnittstellenkabels werden die folgenden Steuer- und Meldeleitungen als

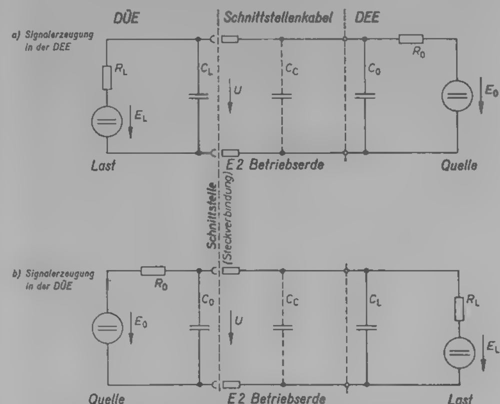


Bild 3. Ersatzschaltbild der Schnittstellenleitungen.

im »Aus«-Zustand befindlich ausgewertet: S1 = Übertragungsleitung anschalten, S2 = Sendeteil einschalten, HS2 = Hilfskanal-Sendeteil einschalten und M1 = Betriebsbereitschaft. Bei ausgefallener oder abgeschalteter Stromversorgung darf der Quellwiderstand der vorgenannten Schnittstellenleitungen nicht

kleiner als 300 Ω sein, gemessen mit einer Gleichspannung, die zwischen +2 V und −2 V gegenüber der Leitung E 2 »Betriebserde« liegen kann.

3.3. Die Leerlaufspannung E_0 einer Schnittstellenleitung gegen die Erde darf ± 25 V nicht übersteigen. 3.4. Der Kurzschlußstrom, der bei Berührung zweier beliebiger Schnittstellenleitungen fließt, darf 0,5 A nicht übersteigen. 3.5. Elektrische Werte der Größen des Ersatzschaltbildes. Es bedeuten: E_0 = Leerlaufspannung der Quelle, $+25\ V \geqq E_0 \geqq -25\ V$. U = Betriebsspannung an der Steckverbindung, $U \geqq +3\ V$ bzw. $\leqq -3\ V$, bei $R_L = 3000$ Ohm und $E_L = 0$, $U \geqq +5\ V$ bzw. $\leqq -5\ V$. E_L = Leerlaufspannung der Last, $+2\ V \geqq E_L \geqq -2\ V$. R_0 = Quellwiderstand (nur bestimmt für die Leitungen S1, S2, HS2 und M1 bei Ausfall der Stromversorgung) $R_0 \geqq 300\ \Omega$. Der Quellwiderstand R_0 der Schaltung ist insoweit festgelegt, als — bei einer Belastung mit 3000 Ω der Betrag der Betriebsspannung U nicht kleiner als 5 V sein darf, — bei einer Belastung mit 3000 Ω und 2500 *pF* die Flankensteilheit der Signale auf den Daten- und Taktleitungen den im Abschnitt 3.1. aufgeführten Anforderungen genügen muß.

R_L = Gleichstrom-Lastwiderstand, $3000\ \Omega \leqq R_L \leqq 7000\ \Omega$. C_0 = Quellkapazität. Sie ist nur insoweit festgelegt, als bei einer Belastung mit 3000 Ω und 2500 *pF* die Flankensteilheit der Signale auf den Daten- und Taktleitungen den im Abschnitt 3.1. aufgeführten Anforderungen genügen muß. C_C = Kapazität des Schnittstellenkabels, $C_C \leqq 2000\ pF$. C_L = Lastkapazität, $C_L \leqq 250\ pF$. 3.6. Steckverbindungen. Für die Verbindung der Schnittstellenleitungen zwischen der DÜE und der DEE ist eine Steckverbindung vorgesehen. Die Federleiste soll an der DÜE angebracht sein. Der DEE ist ein Kabel mit Stiftleiste zugeordnet, das nicht länger als 15 m (zukünftig 30 m) sein soll. Die Normung einer 25teiligen Steckvorrichtung ist vorgesehen. Den Stiften 11, 12, 23 sind jeweils zwei Schnittstellenleitungen zugeordnet, die bei den verschiedenen Arten von DÜE niemals gleichzeitig vorkommen, so daß im Hinblick auf eine bestimmte DÜE eine eindeutige Stiftbelegung gewährleistet ist.

Literatur CCITT-Empfehlung V. 24, Blaubuch B. VIII — Anforderungen an die Schnittstelle bei Serienübertragung digitaler Daten, DIN-Norm 66 020, Entwurf November 1966. *W. Tietz*

Schnuraufroller oder Federschnurrollen dienen zum Zurückführen der → Stöpselschnüre an Stelle der früher verwendeten → Schnurgewichte. Ihren Aufbau zeigt das Bild. Das Bandkabel bewegt sich im Inneren der Schnurrolle gegenläufig zur Schnur. Es ist auf der Achse der Schnurrolle fest aufgewickelt, wenn die Schnur am weitesten ausgezogen ist. In der Ruhelage ist die Schnur voll aufgewickelt, und das Bandkabel bildet in dem Bandgehäuse eine lose Spirale. Auf diese Weise werden Schleifkontakte zwischen Schnur und fester Zuführung vermieden. Eine im Federhaus liegende spiralförmig ausgebildete Rückzugsfeder übernimmt das Aufrollen der Schnur auf die Schnurrolle. Die Einführung von Sch. ermöglicht das Zurücksetzen der Vorderwand der Schränke. Die Vermittlungskräfte können die Beine unbehindert ausstrecken



Schnuraufroller.

und bequem sitzen. Sch. werden an Vermittlungsplätzen von → Feldvermittlungen und der → Fernvermittlungsstelle, handbediente F 57, verwendet.

Gänsler

Schnüre sind isolierte, biegsame, mit Schutzhüllen umgebene Drähte, die zur Herstellung von Verbindungen benutzt werden, wenn eine starre Verbindung aus irgendeinem Grunde nicht möglich ist, sei es, daß die herzustellenden Verbindungen wechseln, oder daß es sich um die Verbindung sich bewegender Teile handelt. Um den Drahtleiter selbst leicht beweglich zu machen und gegen Bruch zu sichern, wird er aus Kupferlahn oder feindrähtigen Litzen hergestellt. Diese Leiter werden dann bezeichnet mit Lahnlitzenleiter oder Drahtlitzenleiter. Die Sch. fassen in der Regel mehrere Leiter, die voneinander isoliert sind, zusammen. Fernmelde-Sch. haben je nach Verwendungszweck Textil-, Gummi- oder Kunststoff-Isolierung und eine Schutzhülle aus Textilumflechtung, Gummi oder Kunststoff. Bei der DBP werden die genormten Sch. nach DIN 47 411, 47 412, 47 413, 47 452, 47 453, 47 455, 47 460 bis 47 463 verwendet. In den angegebenen DIN-Blättern ist der Aufbau der Sch. vorgeschrieben. Weitere Angaben über Aufbau, Aderkennzeichnung, mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften enthält VDE 0814, Bestimmung für Sch. für Fernmeldeanlagen.

Es gelten weiterhin:

DIN 47 101 Ausgestaltung der Fernmeldeschnüre,

DIN 46 252 Kabelschuhe für Fernmeldeschnüre mit Kunststoffisolierung,

DIN 46 253 Steckhülsen für Fernmeldeschnüre mit Kunststoffisolierung,

DIN 46 254 Lötfreie Anschlußmittel und ihre Verbindung mit Fernmeldeschnüren,

DIN 46 257 Kabelschuhe, Anschlußrohr für Fernmeldeschnüre mit Textil- und Gummiisolierung.

(→ isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.)

Knebel

Schnurgewicht ein an einer Rolle befestigtes Gewicht zum Rückführen von → Stöpselschnüren an Vermittlungsplätzen. Die herabhängenden Sch. behindern jedoch die Fußfreiheit der Vermittlungskräfte. An Vermittlungsplätzen neuerer Bauart werden deshalb anstelle von Sch. → Schnuraufroller bevorzugt.

Schnurpaar. Schaltungsanordnung mit 2 Stöpselschnüren — Abfrageschnur und Verbindungsschnur — zum Verbinden von Leitungen an Vermittlungsplätzen in → Zweischnursystemen. In der Regel sind der Schnurpaarschaltung ein Abfrage- und Mithörschalter als Bedienungsmittel und je eine Schlußlampe für die Abfrage- und Verbindungsseite sowie → Gesprächszeitmesser als Anzeigemittel beigegeben (Grundschaltbild siehe → Fernschrank F 36). Je nachdem, ob Abfrage- und Verbindungsstöpsel beim Abfragen und Verbindungsaufbau nach Belieben vertauscht werden können, ist zwischen symmetrischen und unsymmetrischen Sch. zu unterscheiden. Für Sch. mit zweidrähtiger Durchschaltung der Sprechadern werden drei- und vieradrige Stöpselschnüre, bei vierdrähtiger Durchschaltung sechspolige Stöpsel und Klinken benötigt.

Schnurpaarschaltungen für Fernplätze enthalten außerdem oft Schaltmittel zum Aufnehmen und Auswerten von Entdämpfungskennzeichen (→ Entdämpfungskennzeichen F 36). Sch. in ZB-Vermittlungen mit → Westernschaltung haben außerdem für die Speisung der ZB-Fernsprechapparate zu sorgen. — Den Vermittlungsplätzen werden je nach Aufgabe 5 bis 15 Sch. zugeordnet. Dem Schnurpaar entspricht in schnurlosen Systemen der → Verbindungssatz.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Schnurpaareinschub → Fernschrank F 57.

Schnurpaargabel → Vierdraht-Feldvermittlung.

Schnurprüfeinrichtung F 36. Die in Form einer Relaisschiene in einem Gestellrahmen untergebrachte Sch. steht allen → Fernplätzen F 36 ständig in Form von zwei Prüfklinken mit zugeordneten Schauzeichen zur Verfügung. Sie entspricht in Bedienungsweise, Prüfprogramm und Ergebnisanzeige im Grundsatz der → Schnurprüfeinrichtung F 57. Besonderer Wert wird auf die Prüfung der richtigen Durchgabe des Entdämpfungskennzeichens gelegt.

Schnurprüfeinrichtung F 57. Die in Form einer Relaisschiene in einem Gestellrahmen untergebrachte Sch. steht allen Fernplätzen in einer → handbedienten Fernvermittlungsstelle F 57 (FernVStHand F 57) in Form von zwei Prüfklinken mit zugeordneten Schauzeichen ständig zur Verfügung.

Die Vermittlungskräfte haben die Möglichkeit, jederzeit die einwandfreie Arbeitsweise der Schaltmittel eines Schnurpaares und Teile der Platzschaltung durch Stecken des zu prüfenden Schnurpaares in die Prüfklinken zu prüfen. Geprüft werden der einwandfreie Durchgang im Schnurpaar, die Isolation der Sprechadern gegeneinander und gegen Erde, die richtige Abgabe des Rufkennzeichens, die Auswertung und Weitergabe des Rufkennzeichens bei → Durchruf und die richtige Arbeitsweise des → Vierdrahtabfrageverstärkers. Durchgang und Isolation werden in einer selbsttätig ablaufenden Prüftaktfolge geprüft. Bei den anderen Prüfungen ist ein Mitwirken der Vermittlungskraft notwendig. Das Ergebnis — gut oder schlecht — wird an den Lampen des Fernplatzes mit einem 450-Hz-Ton oder durch das Schauzeichen einer Prüfklinke angezeigt. Eine Eicheinrichtung zur Sch. bietet die Möglichkeit, die Pflichtenwerte jederzeit nachzuprüfen und nötigenfalls neu einzustellen.

Schöpfkondensator → Kondensator-Zahlengeber.

Schottendicht-Alarmanlage. Wenn wasserdichte Schotten von der Brücke fernbetätigt werden, muß vor und während des Schließvorganges ein akustisches Warnsignal abgegeben werden (Schiffssicherheitsvertrag v. 1948 § 32). Auf einer Anzeigetafel wird der Zustand (offen, in Bewegung, zu) der Schotten und Feuertüren ständig überwacht. Vielfach erfolgt diese Überwachung auf dem Plan der Feuermeldeanlage. Eine allgemeine Alarmanlage, mit Weckern über das ganze Schiff verteilt, warnt Besatzung und Passagiere bei »Feuer im Schiff« und »Alle Mann von Bord«.

Schottky-Diode → Metall-Halbleiterkontakte.

Schottky-Effekt → Austrittspotentialminimum.

Schrägdrahtantenne → Langdrahtantenne.

Schräglotung → Echolotung (ionosphärische).

Schrägwinkelimpulsmessungen, → Echolotung (ionosphärische).

Schrankenwärter-Meldeanlagen dienen dem Fahrdienstleiter zur Kontrolle, ob alle Schrankenwärterposten zum Mithören der Zugmeldung bereit sind. Nach Durchgabe des Läutesignals (einer bestimmten Folge langer und kurzer Rufzeichen) durch den Fahrdienstleiter auf der Streckenfernsprechverbindung müssen sich alle Schrankenwärter in die Verbindung einschalten. Zum Zeichen, daß sie hörbereit sind, muß jeder Schrankenwärter durch Tastendruck eine seinem Posten zugeordnete Tonfrequenzkombination zum Fahrdienstleiter senden. Bei Empfang der Tonfrequenzkombination beim Fahrdienstleiter leuchtet die entsprechende Kontrollampe auf. Leuchten alle Kontrollampen, so wird automatisch ein Ton auf die Streckenfernsprechverbindung gegeben, den alle Schrankenwärter mithören. Erst dann darf der Fahrdienstleiter die Zugmeldung abgeben. Für Kontrollzwecke können Magnetongeräte (Sprachspeicher) in die Verbindung eingeschaltet und die Tonfrequenzen aufgezeichnet werden.

Schrankherbeiruf → Fernplatzherbeiruf.

Schraubanker. Zur Mastverankerung (Bild 1) für oberirdische Linien kann anstelle der üblichen Verankerung mit Ankerklotz und -stab in geeigneten Böden ein einschraubbarer Anker (Bild 2) eingebaut werden. Dadurch werden Erdarbeiten gespart. Die verschiedenen Größen sind in der Tabelle angegeben. In gewachsenen Böden ergibt sich eine feste Verankerung, die je nach Einschraubtiefe mit bis zu 1500 kg Zug belastet werden kann.

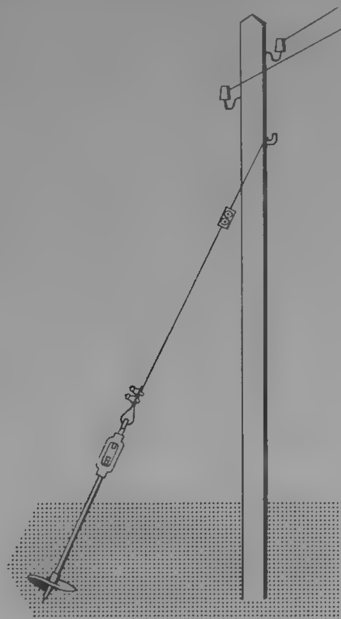


Bild 1. Mastverankerung mit Schraubanker.

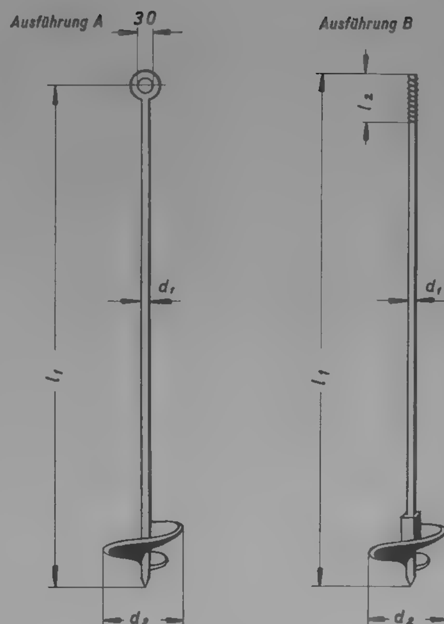


Bild 2. Schraubanker.

Ausführung	Maße mm d 1	d 2	l 1	l 2	Gewicht kg/Stück
A	19	150	1665	—	4,9
B	16	150	2000	120	3,7
B	16	200	2000	120	4
B	16	150	1500	120	2,9
B	16	200	1500	120	3,2

Sch. können auch als Hilfsanker für vorübergehenden Bedarf (Montage- und andere Arbeiten auf dem Mast) eingesetzt werden.

Mittels eines Steckschlüssels (Bild 3) wird der Sch. in den Boden ein- bzw. nach Gebrauch ausgedreht.

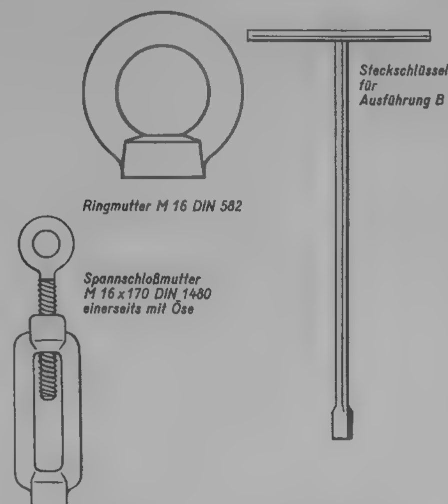


Bild 3. Zubehör und Verbindungsteile für Schraubanker.

Die Befestigung des Ankerseils geschieht in üblicher Weise mit Spannschloß mit einseitiger Öse (Bild 3) über dem Erdboden am Gewinde der Ausführung B des Sch. oder, falls ein Spannschloß mit zwei Ösen verwendet wird, das unterhalb der Mastschlaufe des Ankerseils (DIN 48 201) eingebaut wird, mit einer auf das Gewinde der Ausführung B aufgeschraubten Ringmutter bzw. an der Öse der Ausführung A des Sch. Die Ankerseilenden werden wie allgemein üblich mit Drahtseilklemmen (DIN 48 335) und Kauschen (DIN 43 154) zu Schleifen festgelegt.

Stegmann

Schraubenantenne → Wendelantenne.

Schraubverbindungen. Schrauben sind ein Befestigungsmittel, bei welchem jeder Schraubengang eine gewundene schiefe Ebene darstellt. Einzelheiten sind in der FTZ-Norm 51 TV 1, Entwurf Juni 1968, geregelt. Diese Norm ist auf Schraubverbindungen in Fernmeldeanlagen und -geräten anzuwenden, auch wenn die Bolzen- oder Muttergewinde Teile von Konstruktionselementen sind. Sie gilt im Zusammenhang mit den entsprechenden DIN-Blättern über Schrauben, Muttern und Schraubensicherungen. Für neue Einrichtungen und zur Ersatzbestückung werden nur noch Bolzen- und Muttergewinde mit metrischem Iso-Gewinde verwendet.

Messingschrauben DIN 17600, Gewindedurchmesser = 3 mm DIN 13, Blatt 43, Tabelle 6, Auswahlreihe; Schrauben aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen DIN 267, Blatt 3; Schrauben und Muttern aus nichtrostenden Stählen DIN 267, Blatt 11; Galvanische Überzüge DIN 267, Blatt 9, Tabelle 1; Schichtdicken DIN 50960, Tabelle 4; Linsensenkschrauben DIN 88, 91, 924; Linsenschrauben DIN 920, 921, 922, 923; Schrauben mit Kreuzschlitz DIN 7962, 7985, 7986, 7987, 7988; Schrauben mit Innensechskant DIN 912, 6912, 7984, 7991; Gewindeschneidschrauben DIN 7513, 7516; Blechschrauben DIN 7971, 7972, 7974, 7976; Blechschrauben mit Linsenkopf und/oder Kreuzschlitz DIN 7923, 7981, 7982, 7983; Fächerscheiben DIN 6798; Zahnscheiben DIN 6717; Sicherungsmuttern DIN 7967.

Schreibgeschwindigkeit. Sch. einer Apparatebedienungsperson wird in Tastenanschlägen je Sekunde oder Minute angegeben. Wichtige Beurteilungsgröße z. B. für Fernschreiberinnen.

Schreib-Lesekopf → magnetomotorische Speicher.

Schreibmaschine für Telegrafenbetrieb. Dadurch gekennzeichnet, daß das Tastenwerk wegen der einheitlichen Ausbildung der Bedienungsperson dem der Fernschreibmaschine für den Telegrammdienst angepaßt ist. Verwendet bei der Aufnahme von Telegrammen mittels Fernsprechapparat, indem der einer Aufnahmeperson vom Fernsprechteilnehmer zugesprochene Text von jener mittels der Sch. unmittelbar auf das entsprechende Telegrammformblatt niedergeschrieben wird. Vorteile gegenüber der handschriftlichen Aufnahme: Klare Schriftart, leichte Lesbarkeit bei der weiteren Bearbeitung, weniger Entstellungen und Lesefehler sowie Rückfragen und Verzögerungen, weit geringere Ermüdung der Schreiberin als durch die Niederschrift mit der Hand; dadurch höhere Leistung der Aufnahmeperson.

Schreibsetzmaschine → Schuppenkartei.

Schreibstrommesser. Schreibender Strommesser. Die Fläche unter der gezeichneten Stromkurve $i = f(t)$ ist gleich der Strommenge

$$Q = \int_{t_0}^{t_1} i(t) \cdot dt.$$

Sch. wurden früher auch für Verkehrsmessungen verwendet.

Schrifttum für die Ausbildung. Zur fachlichen Unterrichtung stehen — insbesondere den Dienstanfängern und Nachwuchskräften — neben den → Unterrichtsblättern eine große Anzahl von Fachzeitschriften und Fachbüchern zur Verfügung. Besondere Bedeutung für den Dienstunterricht hat das als »Leitfaden für die Ausbildung« (Postleitfaden) erschienene, auf den Generalpostmeister Heinrich von Stephan zurückgehende Sammelwerk unter dem Titel »Der Dienst bei der DBP« erlangt, das mit Unterstützung des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen im R. v. Decker's Verlag, Hamburg, erscheint. Auch der im Damm-Verlag, Goslar, erscheinenden »Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst« und den Schriften der Berufsverbände kommt in bezug auf die Ausbildung besondere Bedeutung zu. Das »Lehrbuch der Fernmeldetechnik« (Bergmann), Fachverlag Schiele & Schön, Berlin, ist speziell auf die Ausbildung für den gehobenen fernmeldetechnischen Dienst abgestimmt.

Schritt → Telegrafierschritt.

Schritteinsatz ist der Beginn eines Telegrafierschrittes. Gleichbedeutend mit → Kennzeitpunkt.

Schrittfehler ist der Fehler, der in der Verfälschung des Kennzustandes eines Telegrafierschrittes besteht.

Schrittfehlerhäufigkeit → Fehlerhäufigkeit.

Schrittflanke ist der ansteigende bzw. abfallende Teil der Stromkurve bei Telegrafierzeichen.

Schrittfolge ist die zeitliche Folge von Telegrafierschritten.

Schrittfrequenz → Telegrafierfrequenz.

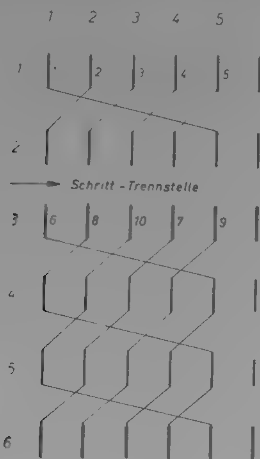
Schrittgeschwindigkeit, auch Telegrafiergeschwindigkeit genannt. Zahl der → Einheitsschritte je Sekunde. Die Schr. ist gleich dem Reziprokwert des in Sekunden gemessenen Einheitsschrittes. Die Schr. wird ausgedrückt in Baud (nach dem französischen Telegrafeningenieur Baudot). Genormte Nenn-Schrittgeschwindigkeiten sind: 50, 100, 200, 600, 1200 und 2400 Baud.

Schrittschaltwerk. Bei der Fernbedienung von Automatiksendern werden zur Fernsteuerung von Kontaktrelais Schr. verwendet, deren Drehmagnet als Antriebsmotor arbeitet.

Literatur: Telefunken-Ztg., Heft 138 (Dez. 1962), S. 325.

Schrittspannung → Erder, → Stromübergang.

Schritt-Trennstelle. Eine Sch. ist eine vollständige Unterbrechung der verschränkten Vielfachschaltung zwischen zwei Drehschritten bei Normmischungen (s. Bild). Sch. werden mit Rücksicht auf das Staffeln



Schritt-Trennstelle in einer verschränkten einfachen Normmischung.

(→ Staffel) so gelegt, daß sie eher in der ersten Hälfte der Drehschritte auftreten als in der zweiten.

Schrittverzerrung → Telegrafieverzerrung.

schrittweise Verschachtelung → Verschachtelung.

Schrot-Effekt → Rauschleistung.

Schub → Festigkeitslehre.

Schubabfragen. Verfahren der Anrufzuführung zu Abfrage- und Vermittlungsplätzen, das nur eine der Anzahl der besetzten Plätze angepaßte Menge von Anrufen zuläßt. Weiter eingehende Anrufe werden in einer Warteeinrichtung ungeordnet gespeichert. Sobald ein »Schub« Anrufe abgefragt ist, wird ein neuer »Schub« aus dem Speicher freigegeben. Die Anrufe selbst werden wiederholt (→ Anrufwiederholung). Eine Weiterentwicklung des Schubabfragens ist das Verfahren der → Anrufzugangsregelung.

Schuberth, Hans, Dipl.-Ing. (Maschinenbau), Dipl.-Ing. (Elektrotechnik), Dr.-Ing. E. h., Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen vom 20. September 1949 bis 11. Dezember 1953. Geboren am 5. April 1897 in Schwabach (Mittelfranken). Im Anschluß an die Hochschulreife 1914 Kriegsfreiwilliger des ersten Weltkrieges. Nach schwerer Verwundung von 1916 bis 1920 Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule München. 1920 Diplom-Hauptprüfung für Maschinenbau. Betriebsingenieur bei der »Deutschen Werke AG« in Dachau und München. Nach neuerlichem Hochschulstudium 1926 Diplom-Hauptprüfung für Elektrotechnik. Auf Wunsch des damaligen Staatssekretärs Dr. Schätzel bei der Abt. VI des RPM zwecks Übernahme in den Fernmeldedienst vorübergehend als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Telegraphentechnischen Reichsamt in München beschäftigt. 1927 Eintritt in den Postdienst als Postreferendar bei der OPD Dortmund. 1931 Große Staatsprüfung und Versetzung als Postassessor nach Karlsruhe, gleichzeitig Lehrbeauftragter für Hochfrequenztechnik am dortigen Staatstechnikum. 1934 Postrat beim RPZ in Berlin. 1937 Versetzung zur RPD Landshut (Bay) und 1943 zur RPD München. Nach dem Zusammenbruch zunächst Vizepräsident der OPD München, sodann am 1. Oktober 1945 Präsident der OPD Regensburg auf Anordnung der amerikanischen Besatzungsmacht zur Wiedereinrichtung der OPD und am 1. Februar 1947 Staatssekretär im Bayerischen Verkehrsministerium. Nach dem Zusammenschluß der amerikanischen und britischen Besatzungszone am 26. August 1947 zum Direktor der Hauptverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen des Vereinigten Wirtschaftsgebietes ernannt und im Februar 1948 in diesem Amt bestätigt. Nach Gründung der Bundesrepublik Deutschland am 20. September 1949 erster Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen. Am 11. Dezember 1953 aus dem Amt ausgeschieden. In seine Amtszeit fällt der erfolgreiche Wiederaufbau des Post- und Fernmeldewesens im Gebiet der Bundesrepublik. 1953 Sonderbotschafter beim Heiligen Stuhl. Von 1953 bis 1957 Mitglied des Deutschen Bundestages. Inhaber des Großkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland und des Bayerischen Verdienstordens, Ritter des Großkreuzes vom Päpstlichen Orden des Heiligen Sylvester.

Schukosteckvorrichtungen. Wenn die VDE-Vorschriften vorschreiben, daß in einem steckbaren Leitungszug ein Schutzleiter als Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung mitgeführt werden muß, werden Schutzkontakt-(Schuko-)steckvorrichtungen (→ Steckvorrichtungen) verwendet. Die DBP verwendet in ihren Vermittlungs- und Übertragungsstellen polverwechselbare Schukosteckdosen für die Netzwechselspannung 220 V. An diese Steckdosen werden die Verbraucher, auch Fernmeldeverbraucher, angeschlossen, die während eines Netzausfalls ausfallen dürfen. Wichtige Fernmeldeverbraucher, z. B. Meßeinrichtungen, werden über → Terkosteckvorrichtungen an unterbrechungsfreie, geregelte Wechselspannung angeschlossen. Wenn die S. an Fernmeldegestellen montiert sind, wird die Spannung über zweiadrige Leitungen zugeführt. Der Schutzkontakt der Schukosteckdosen wird unmittelbar an die der Betriebsschutzerdung dienende Gestellkonstruktion angeschlossen.

Schuppenkartei. Die Sch. dient als Vorlage für den Druck des amtlichen Fernsprechbuches (AFeB) und für die Unterlagen des Fernsprechauskunftsdienstes. In den Fernsprechauskunftsstellen (FeAkSt) konnten nach Einführung der Sch. die AFeB und die teilweise tonnenschweren Drehständerkarteien durch Karteikästen mit rund 350 Planfilmen im Format 18 × 24 cm ersetzt werden. Die Berichtigungsarbeit ist in den FeAkSt weggefallen und geschieht nunmehr in den

→ Fernsprechbuch-Verlagsstellen (Bv). Bei der Herstellung der AFeB nach der Sch. verkürzt sich die Vorbereitungszeit für den Druck von einigen Monaten auf wenige Wochen, weil das Einarbeiten der Manuskriptänderungen und -ergänzungen in den Stehsatz sowie das zweimalige Korrekturlesen entfallen. Das erste AFeB, das nach der Sch. gedruckt wurde, war im Jahre 1959 das AFeB Nr. 17 für den Bezirk der Oberpostdirektion (OPD) Saarbrücken. 1963 diente die Schuppenkartei als Vorlage für AFeB 19 (des OPD-Bezirks Karlsruhe) als zweitem im bleilosen Verfahren hergestellten Fernsprechbuch. In den Jahren 1967/68 folgten die restlichen 27 AFeB nach. In jeder der bestehenden 28 Bv wird die Sch. für mindestens einen AFeB-Bereich geführt. Die Einträge im AFeB werden auf 62 mm breite und 32 mm hohe Karten geschrieben. Jede Karte ist nur einzeilig beschriftet. Die Namen der Ortsnetze und der Orte mit Fernsprechanschluß werden auf mehrzeilige Textkarten gedruckt. Halbmondförmige Ausstanzungen am unteren Rand der Textkarten ermöglichen es, daß diese auf einer Schiene schuppenartig übereinandergeschoben werden können. Der bei den einzeiligen Textkarten verbleibende Sichtrand von 4,25 mm reicht für das Beschriften mit einer 11 Punkt großen Schrift aus. Alle Einträge werden in alphabetischer Reihenfolge einsortiert. Da Suchwörter und Rufnummern fett, die anderen Angaben aber mager zu schreiben sind, wird eine Schreibsetzmaschine mit je einem Schriftsegment für Fett- und Magerschrift verwendet. Die mit den beschrifteten Textkarten bestückten Schienen werden auf Metallrahmen, sog. Planetten (Pl), aufgesteckt, jeweils 5 Schienen auf eine Pl. Eine Pl ist 337 mm breit und 577 mm hoch, sie wird nach jedem → Umbruch nur bis zu 75 v.H. mit Textkarten bestückt, damit man Neueinträge und Änderungen jederzeit einarbeiten kann. Jede der fünf Spalten enthält etwa 70 bis 80 Zeilen. Jeweils 68 Pl lassen sich in einem fahrbaren Pl-Behälter staubgeschützt aufbewahren. Der Veränderungsdienst ist einfach durchzuführen, weil jeder Neueintrag, jede Änderung oder Aufhebung sofort nach Eingang der Meldung bei der Bv geschrieben und in die Sch. eingearbeitet wird. Farbige Hinweistextkarten, die über den neuen und ggf. auch alten Text des Eintrages gesteckt werden, geben Auskunft über den Betriebszustand des betreffenden Fernsprechanschlusses. Blaue Hinweistextkarten kennzeichnen neue oder künftige Einträge, gelbe Karten weisen auf wegfallende Einträge oder Zeitanschlüsse hin. Die auf diesen Karten eingedruckten Abkürzungen bezeichnen genau den Grund für die Veränderung, z. B. V alt = bisheriger Eintrag bei Verlegung eines Fernsprechanschlusses, V neu = künftiger Eintrag nach ausgeführter Verlegung, N = Neuanschluß, R alt und R neu bei Rufnummernänderung. Nach Ausführung des Auftrages durch die technischen Dienststellen werden die farbigen Hinweistextkarten wieder entfernt und ggf. die Textkarten mit dem alten Eintrag vernichtet. Beim Umbruch der Sch. für den Druck des AFeB gelangen alle farbigen Hinweistextkarten und alle nach Herausgabe des AFeB nicht mehr gültigen Einträge vorübergehend auf Umbruchwarteplanetten. Jede Woche werden mindestens einmal → Mikrofilme für Fernsprechauskunftszwecke hergestellt.
Langer

Schuppenlochstreifen. Lochstreifen, bei dem die Löcher der Lochkombinationen nicht völlig ausgestanzt sind, so daß sich ein schuppenartiges Aussehen ergibt.

Schutz gegen zufälliges Berühren von elektrischen Anlagen. Betriebsmäßig unter Spannung stehende Teile von elektrischen Anlagen müssen gegen zufällige Berührung geschützt sein. Spannungsführende Teile werden entweder in ihrem ganzen Verlauf isoliert oder im Handbereich durch ihre Bauart, Lage, Anordnung oder durch besondere Vorrichtungen gegen zufälliges Berühren geschützt. Der Sch. ist aufgrund der VDE-Bestimmungen für die Errichtung von Fernmeldeanlagen (VDE 0800, § 14) notwendig.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung. In elektrischen Anlagen können durch Isolationsfehler infolge von Beschädigungen gefährliche Berührungsspannungen an Anlageteilen entstehen, obwohl die Betriebsmittel sorgfältig isoliert hergestellt wurden und die Anlage zuverlässig errichtet wurde. In diesem Fehlerfall können dann z. B. Metallteile unter Spannung stehen, die sonst keine Spannung führen. Für Fernmeldeanlagen gelten gemäß VDE-Bestimmungen 0800 als zu hohe Berührungsspannungen bei Frequenzen bis zu 10 kHz:

1. bei Gefährdung von Menschen:

Wechselspannungen über 65 V_{eff} gegen Erde und Gleichspannung über 100 V gegen Erde.

2. bei Gefährdung von Nutztieren:

Wechselspannungen über 24 V_{eff} gegen Erde.

Für Starkstromanlagen gelten gemäß VDE-Bestimmungen 0100 als zu hohe Berührungsspannungen die Wechsel- und Gleichspannungen über 65 V. Wenn in Anlagen die vorgenannten Werte überschritten werden, müssen zusätzliche Sch.-Maßnahmen getroffen werden, die entweder den Fehlerfall ausschließen oder die Berührungsspannung bis zum Auslösen der Sicherung auf den maximalen zulässigen Berührungsspannungswert begrenzen. Man unterscheidet dabei Maßnahmen ohne Sch.-Leiter und ohne Abschaltung im Fehlerfall (Sch.-Isolierung, Kleinspannung, Sch.-Trennung) und mit Sch.-Leiter und mit Abschaltung im Fehlerfall (→ Nullung, → Schutzerdung, Schutzleitungssystem und Fehlerstrom- bzw. Fehlerspannungs-Schutzschaltung). Der Sch. ist aufgrund der VDE-Bestimmungen für die Errichtung von Fernmeldeanlagen (VDE 0800, § 15) notwendig. *Vetter*

Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Beschädigungen. Beschädigungen von Fernmeldeanlagen (FMA) der DBP durch Dritte können sowohl Schadensersatzansprüche seitens der DBP als auch eine strafrechtliche Verfolgung nach sich ziehen.

1. Schadensersatzansprüche. Als Grundlage für Schadensersatzansprüche der DBP bei Beschädigung ihrer FMA kommen die Benutzungsverordnungen,

die schuldrechtlichen Bestimmungen des BGB (Vertrag, unerlaubte Handlung) und Haftungsvorschriften in Spezialgesetzen in Betracht.

1.1. Ersatzansprüche im Rahmen des Benutzungsrechts. 1.1.1. Die Haftung des Fernsprech-, Fernschreib- und Datexteilnehmers. Nach § 12 Abs. 6 der Fernsprechordnung hat der Teilnehmer der DBP den Schaden zu ersetzen, den sie durch Verlust oder Beschädigung ihrer Einrichtungen in Gebäuden oder Räumen erleidet, die der Aufsicht des Teilnehmers oder — bei Überlassung eines Anschlusses an einen Dritten zur Alleinbenutzung (§ 15 Abs. 2 FeO) — der Aufsicht des Inhabers unterstehen. Verschulden des Teilnehmers ist nicht Voraussetzung für seine Haftung (Gefährdungshaftung). Nur dann entfällt die Ersatzpflicht, wenn der Teilnehmer bzw. der Inhaber des Anschlusses nachweist, daß er jede nach den Umständen des Falles gebotene Sorgfalt beobachtet hat. Ist der Schaden durch Feuer, Wasser oder Diebstahl verursacht, so ist auch dieser Entlastungsbeweis nicht zugelassen, da dem Teilnehmer zugemutet werden kann, sich gegen Schäden der vorgenannten Art zu versichern. Nach §§ 32, 32a Telegrafenordnung (TO) gelten die Bestimmungen der FeO über die Haftung des Fernsprechteilnehmers sinngemäß auch für den Fernschreib- und Datexteilnehmer. 1.1.2. Die Haftung des Inhabers einer Privat-FMA im Rahmen der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV). 1.1.2.1. Bei Übernahme besonderer Leistungen für die Anlage durch die DBP. Hat die DBP besondere Leistungen für die Anlage übernommen, wie Herstellung, Änderung oder Instandhaltung der Leitungen bzw. Unterbringung in posteigenen Linien, so hat der Inhaber der Anlage — ohne Rücksicht auf Verschulden — der DBP jeden Schaden zu ersetzen, der verursacht ist durch Fehler derjenigen Teile der Privat-FMA, die nicht von der DBP hergestellt oder instandgehalten werden, durch unrichtige Benutzung der Anlage oder durch Verletzung bestimmter, dem Inhaber der Anlage durch die PrivFmAnlV (§ 18 Abs. 3, 4 und 6) auferlegten Pflichten (§ 20 Abs. 1 PrivFmAnlV). 1.1.2.2. Haftung bei Überlassung posteigener Stromwege. Die Haftung des Benutzers, dem posteigene Stromwege zur Verfügung gestellt worden sind, richtet sich sinngemäß nach den Haftungsbestimmungen der FeO (§ 26 PrivFmAnlV).

1.2. Schadensersatzansprüche aufgrund des BGB. Je nach den Rechtsbeziehungen, die zwischen der DBP und dem Schädiger bestehen, kommen Schadensersatzansprüche aus Vertrag oder aus unerlaubter Handlung in Betracht. 1.2.1. Schadensersatzansprüche aus Vertrag. Bedient sich die DBP zur Herstellung oder Änderung ihrer FMA eines Unternehmers und werden bei diesen Arbeiten Einrichtungen der DBP beschädigt, sind Grundlage für Schadensersatzansprüche der DBP die zwischen ihr und dem Unternehmer bestehenden vertraglichen Abmachungen. Für seine Erfüllungsgehilfen (Personal) haftet der Unternehmer bei Nachweis eines Verschuldens uneingeschränkt (§ 278 BGB). Eine Entlastungsmöglichkeit nach § 831 BGB besteht nicht. 1.2.2. Schadensersatzansprüche aus unerlaubter Handlung. Besteht zwischen der DBP und dem Schadensstifter weder ein Benutzungsverhältnis noch eine vertragliche Beziehung, so können Schadensersatzansprüche im allgemeinen nur aus unerlaubter Handlung (§§ 823 ff BGB) hergeleitet werden. Die Beschädigung von FMA der DBP fällt nicht nur unter § 823 Abs. 1 BGB, sondern stellt stets auch einen Verstoß gegen § 823 Abs. 2 BGB dar, da derartige Handlungen den objektiven Tatbestand der §§ 316b, 317 StGB (→ Fernmeldestrafrecht) erfüllen und diese Bestimmungen als Schutzgesetze im Sinne des § 823 Abs. 2 BGB anzusehen sind.

Schadensersatzansprüche aus unerlaubter Handlung setzen ein Verschulden (Vorsatz oder Fahrlässigkeit) des Schädigers voraus, wobei unter Fahrlässigkeit die Nichtbeachtung der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt zu verstehen ist. Eine solche liegt stets dann vor, wenn ein Tiefbauunternehmer, der Arbeiten im Bereich von öffentlichen Wegen ausführt, die Hinweise nicht beachtet, die in der von der DBP herausgegebenen »Anweisung zum Schutz unterirdischer Fernmeldeanlagen der DBP bei Arbeiten anderer (Kabelschutzanweisung)« enthalten sind und infolgedessen Eigentum der DBP beschädigt wird. Zu den nach der Kabelschutzanweisung jedem Tiefbauunternehmer obliegenden Verpflichtungen gehört insbesondere, sich vor dem Beginn der Arbeiten bei den zuständigen Dienststellen der DBP über den Verlauf ihrer unterirdisch geführten Kabel zu erkundigen, in der Nähe von Kabelanlagen die Verwendung spitzer oder scharfer Werkzeuge zu unterlassen und jede unbeabsichtigte Freilegung von Kabelanlagen unverzüglich der nächsten Dienststelle der DBP zu melden. Seiner Haftung kann ein Tiefbauunternehmer nicht dadurch entgehen, daß er sich mit Unkenntnis der Kabelschutzanweisung entschuldigt. Ihre Kenntnis gehört für jeden Tiefbauunternehmer zu der Sachkunde, die für die ordnungsgemäße Ausübung dieses Berufes notwendig ist.

Bei Beschädigung ihres Eigentums kann die DBP nicht nur Ersatz der Aufwendungen verlangen, die für die Beseitigung des Schadens notwendig waren, sondern auch einen Ausgleich des Verlustes fordern, den sie dadurch erlitten hat, daß durch die zeitweilige Außerbetriebsetzung der Anlagen Gebührenausfälle eingetreten sind. Nach § 252 BGB umfaßt der zu ersetzende Schaden auch den entgangenen Gewinn.

1.3. Schadensersatzansprüche aufgrund haftungsrechtlicher Spezialgesetze. In besonders gelagerten Fällen können sich Schadensersatzansprüche der DBP auch aus Spezialgesetzen auf dem Gebiet des Haftpflichtrechts ergeben. Zu nennen sind das Reichshaftpflichtgesetz, das Gesetz über die Haftpflicht der Eisenbahnen und Straßenbahnen für Sachschäden und das Straßenverkehrsgesetz. Die Besonderheit der in diesen Gesetzen getroffenen Regelung liegt darin, daß der Schädiger im Hinblick auf eine besonders hohe Betriebsgefahr der von ihm betriebenen Einrichtungen (Eisenbahnen, Straßenbahnen, Elektrizitäts- und Gasanlagen, Kraftfahrzeuge) auch ohne Verschulden haftet, allerdings insoweit beschränkt auf einen bestimmten Betrag und mit der

Möglichkeit, sich der Inanspruchnahme durch den Nachweis zu entziehen, daß der Schaden durch ein unabwendbares Ereignis verursacht worden ist.

2. Strafrechtlicher Schutz → Fernmeldestrafrecht.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 240 ff und 461 ff.

Aubert

Schutz von Menschenleben. Der Mensch ist gegenüber elektrischen Strömen sehr empfindlich. Obwohl kleinere elektrische Schläge eher als lästig und unangenehm anstatt als gefährlich empfunden werden, stellen sie eine ernste Warnung vor den drohenden Gefahren des elektrischen Stromes dar. Das Vermeiden dieser Gefahren ist Sinn und Zweck der einschlägigen Sicherheitsbestimmungen des VDE. Diese Sicherheitsbestimmungen sind sowohl beim Bau von Geräten und Anlagen (sog. Errichtungsbestimmungen) als auch beim Betreiben (sog. Betriebsbestimmungen) zu beachten und werden als Schutzmaßnahmen bezeichnet. Sie sollen Unfälle verhüten und Schutz gegen Überspannungen, wie z. B. Spannungsübertritte und atmosphärische Entladungen, bieten. Schutzmaßnahmen zur Verhütung von Unfällen sind der Schutz gegen zufälliges Berühren betriebsmäßig unter Spannung stehender Teile, der → Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung von betriebsmäßig nicht stromführenden, leitenden Teilen im Fehlerfalle und Bestimmungen, welche die Arbeitsbedingungen und den Personenkreis beim Ausüben von Tätigkeiten an elektrischen Einrichtungen festlegen. Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen, die letztlich auch dem Schutz dienen, werden u. a. durch Erdungen und → Überspannungsableiter erzielt.

Schutzabschnitt → Richtfunkgrundleitung.

Schutzabstände. Die elektromagnetische Verträglichkeit einer HF-Ausstrahlung kann durch verschiedene Umstände beeinträchtigt werden. Je nach Qualitätsanforderungen der verschiedenen Funkdienste ergibt sich ein mindestens erforderliches Verhältnis der HF-Spannungen zwischen Nutz- und Störsendersignal (Nutz- zu Störverhältnis) am Empfängereingang, das nicht unterschritten werden darf. Die verschiedenen Verhältnisse zwischen Nutz- und Störsignal sind durch die Begriffe → NF-Störabstand, → NF-Schutzabstand, → HF-Störabstand und → HF-Schutzabstand definiert. Diese Begriffe sind nicht voneinander unabhängig, sondern durch folgende Beziehungen miteinander verknüpft: die NF-Störabstände am Empfängerausgang ergeben sich aus den HF-Störabständen am Empfängereingang durch die physikalisch-technischen Beziehungen der Sendeparameter und der Empfängerdaten (→ Sendernetzplanung).

Schutzerdung ist die unmittelbare Erdung eines nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Teils zum → Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung. Bei Fernmeldeanlagen wird unterschieden, ob bei einem Körperschluß die vorgeschaltete Sicherung über einen Erder oder über Erdungsleitungen ausgelöst wird. Sch. über Erder liegt vor, wenn bei einem Körperschluß die vorgeschaltete Sicherung über Erder ausgelöst wird (Bild 1). Sch. über Leitungen liegt vor, wenn bei einem Körperschluß die vorgeschaltete Sicherung über eine Erdungsleitung (Schutz-

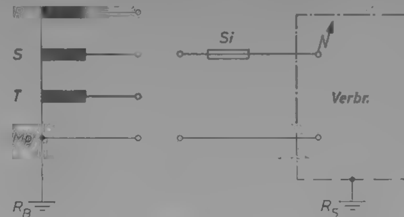


Bild 1. Schutzerdung über Erder.

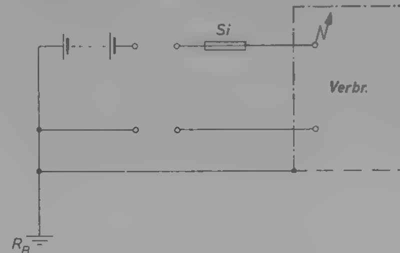


Bild 2. Schutzerdung über Leitungen.

leitung) ausgelöst wird und das Erdpotential nur als Bezugspotential dient (Bild 2). (→ Erdung, → Stromübergang.)

Vetter

Schutzfeldstärke (Funk) → Sendernetzplanung.

Schutzgaskontakte → Relais unter 4.1.1.10 und 5.

Schutzgasschweißen. Lichtbogen zwischen Wolframelektrode und Werkstoff in Edelgas, meistens Argon, auch Helium, Nahtfüllstoff als Zusatzdraht zugeführt.

Literatur: Lexikon der Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechnik/Curt Rint, Band 4, 1959.

Schutzgeräte sind mit Halterungen für → Sicherungen und → Überspannungsableiter sowie mit Vorrichtungen zum Anschluß von Erdungsleitungen ausgerüstet. Der Einsatz der Sch. gegen atmosphärische Entladung und gegen → Starkstromeinwirkungen, ihre Bestückung mit Sicherungen und Überspannungsableitern sowie der Umfang der Erdung richten sich nach dem Grad der Gefährdung. Sch. werden in die Leitungen im Ortsnetz an den Enden, an den Schaltpunkten oder beim Wechsel der Leitungsführung (z. B. von unterirdischer auf oberirdische oder von Luftkabel- und Blankdrahtführung) eingebaut.

Die Berührungsgefahr mit Starkstromanlagen und die Gefährdung durch atmosphärische Entladungen sind bei Blankdrahtleitungen und Luftkabeln (Installationskabeln bzw. Tragseilluftkabeln) besonders groß. Fernmeldeleitungen nach Sende- und Empfangsanlagen, nach exponierten Fernmeldeanlagen auf Bergen (Berghütten, Aussichtstürmen o. ä.) oder Fernmeldeleitungen, bei denen eine Häufung von Blitzschäden festgestellt wurde, sind als Leitungen besonders hoher Blitzgefährdung anzusehen. Hier sind umfangreichere Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Unmittelbare Blitzeinschläge in oberirdischen Leitungen zerstören diese meistens vollkommen. Schutzmaßnahmen dagegen sind nicht möglich. Jedoch müssen die unterirdischen Kabel, die übrigen Fernmeldeeinrichtungen und der Mensch gegen Gefährdung durch die Folgen atmosphärischer Entladungen geschützt werden.

Als Sch. — mit Sicherungen und Überspannungsableiter — sind einzubauen:

1. für Blankdrahtleitungen: Überführungsdosen zu 2 Doppeladern (DA) (ÜDs), → Überführungsendverschlüsse für 10 DA (ÜEVs), 2. für Erdkabel: ÜEVs, 3. für Installationskabel mit Zugentlastung: ÜDs oder ÜEVs, 4. für Tragseilluftkabel: ÜEVs, 5. an Teilnehmer-Endstellen: ÜEVs, → Sicherungskästchen (SiKä) M 48 oder M 54.

Falls keine Sch. erforderlich sind, stehen folgende Abschlußeinrichtungen zur Verfügung: 1. bei unterirdischen Kabeln: Trennleiste 55a für 25 oder 50 DA, Kabelendverschlüsse (EVs 58a) für 20, 50 oder 100 DA, → Endverzweiger für den Außenbau (EVza) für 10 DA, Endverzweiger für den Innenbau (EVzi) für 5 oder 10 DA, 2. für Installationskabel und Tragseilluftkabel: EVza oder EVzi, → Haubenmuffen, → Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) zu 2, 6 oder 10 DA, 3. Blankdrahtleitungen: VVD.

Für den Einsatz der Sch. gilt:

1. Installationskabel mit Zugentlastung und Tragseilluftkabel erhalten an ihren Enden nur dann keine Sch., wenn sie mit Erdkabeln oder untereinander verbunden sind, in Blankdrahtlinien als oberirdische Zwischenstücke dienen oder im Anschluß an Blankdrahtleitungen oberirdisch zum Teilnehmer geführt werden.

2. Installationskabel mit Zugentlastung und Tragseilluftkabel erhalten an der Überführungsstelle zu Blankdrähten Sch., wenn sie entweder im Anschluß an Erdkabel geführt und dann mit Blankdrähten zusammengeschaltet werden (Schutz Richtung Vermittlungsstelle) oder an Blankdrähte geführt werden und zum Teilnehmer eine unterirdische Hauseinführung im Erdkabel oder Installationskabel besteht (Schutz Richtung Teilnehmer).

3. Bei der Überführung von Blankdrahtleitungen in unterirdische Kabel müssen Sch. eingebaut werden.

4. In besonders blitzgefährdeten Gebieten gelten die gleichen Bestimmungen wie zu 1. und 2., jedoch sind abweichend bei unterirdischen Zwischenstücken (Erdkabel oder Installationskabel) in Blankdrahtlinien Sch. vorzusehen.

5. Beim Teilnehmer sind Sch. einzubauen: wenn die oberirdische Führung von Installationskabeln und/oder Luftkabeln $\geqq$ als 500 m ist (die Sicherung im SiKä ist durch eine Kurzschlußpatrone zu ersetzen), wenn Luftkabel mit Blankdrahtleitungen zusammengeschaltet sind und an der Überführungsstelle nach der Kabel-Hauseinführung kein Sch. vorzusehen ist (siehe 1. und 2.), wenn die Hauszuführung mit Blankdraht ausgeführt ist und immer in besonders blitzgefährdeten Gebieten.

Zur Zeit werden Untersuchungen durchgeführt, um die Sicherungen in den Sch. wegfallen zu lassen. Sie sollen durch Vollpatronen ersetzt werden. Es wird dabei geprüft, ob die Überspannungsableiter zum Schutz der Leitungen und der technischen Einrichtungen genügen. Auftretende Überspannungen werden durch die Ableiter in den Sch. unschädlich gemacht, so daß die Teile der Fernmeldeanlagen hinter den Sch. nicht gefährdet sind. Kurzzeitig auftretende Überströme bringen, obwohl sie für die Anlage ungefährlich sind, die Sicherung zum Ansprechen. Dadurch wird eine unnötige Unterbrechung der Fernmeldeleitung verursacht, die unwirtschaftliche Entstörungsmaßnahmen zur Folge hat. Andererseits können Überströme, die knapp unter dem Auslösewert der Überstromsicherung liegen, bei dauerndem Fließen die Anlage (Relaiswicklungen usw.) so aufheizen, daß Störungen (Brände) die Folge sind.

Bedingt durch den Wegfall der Stromsicherungen und der Grobfunkenstrecken im Zusammenhang mit der Einführung des Einheits-Überspannungsableiters (ÜsAg) 8 × 20 mm werden eine teilweise Neuentwicklung der Sch. und eine Neufestlegung des Einsatzes erforderlich.

Die Erdung hat nach folgenden Gesichtspunkten zu erfolgen: Grundsätzlich sind bei Installationskabeln das Flachdrahtgeflecht und bei Luftkabeln das Tragseil durchzuverbinden und am Anfang und Ende der Einbaustrecke zu erden. Wenn an Verbindungs- und Verzweigungsstellen Erder bereits vorhanden sind, wird das Flachdrahtgeflecht bzw. das Tragseil auch hier geerdet. In besonders blitzgefährdeten Gebieten wird darüber hinaus das Flachdrahtgeflecht bzw. das Drahtseil an allen Verzweigungspunkten, außerdem bei längeren Strecken mindestens alle 500 m, geerdet. An allen Sch. werden die Erder unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse entweder als Oberflächen- oder Tiefenerder hergestellt. Als Erder kann auch, soweit nur Flachdrahtgeflechte und Tragseile zu erden sind, ein erdfühliger Metallmantel von Erdkabeln ausgenutzt werden.

In Linien mit Bodenmasten aus Holz erhalten jeder 20. Mast und die Maste am Rande von Ortschaften einen Blitzschutz durch Eisendraht von 4 mm. In besonders blitzgefährdeten Gebieten muß jeder 5. Mast eine Erdung erhalten.

Für das Herstellen der Erdverbindungen sind die Erdungsvorrichtungen in den Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen auszunutzen, die mit Kupferbindedraht von 1,5 mm Durchmesser bzw. Bandstahl über → B a n d s t a h l v e r b i n d e r mit der Bandstahlerdungsleitung am Mast verbunden werden. Tragseile sind unmittelbar mit dem Bandstahlverbinder an die Bandstahlerdleitung zu klemmen.

In Gebieten mit möglichen Beeinflussungen der unterirdischen Kabel durch Starkstromanlagen (auch elektrische Bahnen) ist der Schutz durch Sicherungen, Überspannungsableiter (ÜsAg) und Erdungen nach den jeweiligen Bestimmungen und mit den dafür vorgesehenen besonderen Schutzvorkehrungen und Sch. auszuführen.

Im einzelnen können u. a. vorgesehen werden: 1. Einbau von Überspannungsschutz in die der Beeinflussungsstrecke nächstgelegenen Schaltpunkte (z. B. am Hauptverteiler: Halter für je 2 ÜsAg Form E nach der Trennleiste 55 bzw. 55a; im Kabelverzweiger: Einbau von Überspannungsschutz 62 mit Einschüben für 10 ÜsAg Form E), 2. Ausrüsten der Fernmeldeleitungen mit Abschluß- und Trennübertragern, 3. Einsatz von Schutzdrosseln, 4. Isolieren der Fernmeldekabel gegen die Erde durch Isolierhüllen oder -muffen, 5. Verlegen von Erdungsseilen parallel zum Kabel.

Die Kontaktteile der Sch. können unter bestimmten Voraussetzungen hohe Spannungen gegen die Erde führen. Um Unfälle zu vermeiden, soll das Einsetzen oder Herausnehmen von ÜsAg oder Sicherungen nur mit dem Greifer geschehen. Der Greifer besteht aus einem Isolierkörper, in dem sich eine Halterung aus verzinktem Stahlblech für die ÜsAg bzw. für die G.-Schmelzeinsätze befindet. Die Halterung wird axial über den ÜsAg bzw. die Sicherung geschoben und durch Drehen eingerastet, so daß das Einsetzen bzw. Herausnehmen oder Auswechseln gefahrlos erfolgen kann.

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 6, Oberirdische Kabelanlagen — Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Hutz, Luftkabel, Entwicklung und Anwendung und Bauweisen, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Mai 1967 — Sältzer, Schutz der Fernmeldeanlagen gegen Starkstrom, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Januar 1965.

Stegmann

Schutzhaube → Pupinspulenbehälter.

Schutzhüllen bei Kabeln sind neben → Bewehrung und → Korrosionsschutz ein Teil des Schutzes der Metallmäntel; sie haben im wesentlichen die Aufgabe, den Metallmantel gegen Korrosion und auch mechanisch zu schützen. Man unterscheidet: Schutzhülle bei unbewehrten Kabeln, innere Schutzhülle bei bewehrten Kabeln, äußere Schutzhülle bei bewehrten Kabeln.

1. Schutzhüllen bei unbewehrten Kabeln: Anm. Schutzhüllen für postübliche Kabel.

	Wanddicke für Durchmesser unter dem Metallmantel		Kurzzeichen
	bis 55 mm	über 55 mm	
Bauart A 3a zähflüssige Masse Polyvinylchlorid-(PVC-) oder Polyäthylen-(PE-) Schutzhülle	0,3 mm (Richtwert) 1,2—2,4 mm [1]		MY bzw. M2Y (Bleimantel)
Bauart A 4 plastische Masse, Polyisobutylen- oder Butylband 0,6 mm dick, überlappt; darüber Bewicklung aus vorgetränktem Textilband	1,2 mm (Richtwert)		LE2Y (glatter Al-Mantel)
PE-Schutzhülle	1,2—2,4 mm [1]		
Bauart A 5 plastische Masse, Kunststoffband überlappt, plastische Masse, darüber ggf. Kunststoffband überlappt	1,2 mm (Richtwert)		WE2Y (Stahlwellmantel) LDE2Y (Al-Wellmantel)
PE-Schutzhülle	1,2—2,4 mm [1]		

[1]) VDE 0816/6.64. Tafel 11, Reihe 2.

2. Innere Schutzhülle bei bewehrten Kabeln:

	Wanddicke für Durchmesser unter dem Metallmantel			Kurzzeichen
	bis 30 mm	über 30—55 mm	über 55 mm	
Bauart B 1 zähflüssige Masse, mehrere Lagen vorgetränktes Faserstoffband (z. B. Papier-, Textilband) und ggf. vorgetränkte Jute mit Zwischenschichten aus zähflüssiger Masse, zähflüssige Masse	1,8 mm (Richtwert)	2,2 mm (Richtwert)	2,5 mm (Richtwert)	Mb [1]) (Bleimantel)
Bauart B 4 plastische Masse, Polyisobutylen- oder Butylband 0,6 mm dick, überlappt (darüber ggf. Bewicklung aus Kunststoffband oder vorgetränktem Textilband)	1,2 mm (Richtwert)			LE-2Yb [1]) (glatter Al-Mantel
PE-Schutzhülle	1,2—2,4 mm [2])			
mindestens 2 Lagen vorgetränktes Faserstoffband oder mindestens 1 Lage Kunststoffband (etwa 0,2 mm dick), überlappt, zähflüssige Masse	nicht festgelegt			
Bauart B 5 plastische Masse, Kunststoffband, überlappt, plastische Masse, darüber ggf. Kunststoffband, überlappt	1,2 mm (Richtwert)			LDE-2Yb [1]) (Al-Wellmantel)
PE-Schutzhülle	1,2—2,4 mm [2])			
mindestens 2 Lagen vorgetränktes Faserstoffband oder mindestens 1 Lage Kunststoffband (etwa 0,2 mm dick), überlappt, zähflüssige Masse	nicht festgelegt			WE-2Yb [1]) (Stahlwellmantel)

[1]) Kein eigenes Kurzzeichen für die innere Hülle.
[2]) VDE 0816/6.64. Tafel 11, Reihe 2.

3. Äußere Schutzhülle bei bewehrten Kabeln:

	Wanddicke für Durchmesser unter dem Metallmantel		Kurzzeichen
	bis 55 mm	über 55 mm	
Bauart C 1 zähflüssige Masse, vorgetränkte Jute, zähflüssige Masse, nicht klebender Überzug	1,5 mm (Richtwerte für Erdkabel) 3,5 mm (Richtwerte für Unterwasserkabel)	2,0 mm 3,5 mm	...bc [1])

[1]) VDE 0816/6.64. Tafel 11, Reihe 4.

Bewehrte Kabel ohne äußere Schutzhülle können zum Schutze der Bewehrung besonderen Rostschutzanstrich aus wärmebeständigem und flammwidrigem Bitumenlack erhalten (Kurzzeichen R). Zum Aufbau der Schutzhüllen dürfen nur Stoffe benutzt werden, die auf Metallmantel, Bewehrung und Umgebung

nicht schädigend wirken. Äußere Schutzhülle bei bewehrten Kabeln muß so beschaffen sein, daß Kabelwindungen auf Trommel nicht zusammenkleben. Zähflüssige und plastische Massen müssen besonderen Bedingungen genügen; Polyisobutylen- oder Butylband der Schutzhüllen muß so aufgebracht sein, daß es an den Überlappungsstellen verschweißt ist. PE-Schutzhüllen müssen den Bedingungen der VDE 0209 entsprechen (→ Bewehrung von Fernkabeln). *Knebel*

Schutzkanal → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik, → Richtfunkgrundleitung.

Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen sollen die Anlagen selbst sowie Personen, die sie benutzen oder daran tätig sind, vor Gefährdung schützen. Außerdem können sie Störungen verhindern oder vermindern. Schutz gegen übermäßig hohe Spannungen ist möglich 1. durch eine Verbindung der Anlagenteile, zwischen denen die Überspannung auftritt. Hierzu gehört auch die Erdung (Potentialausgleich). Die Spannung wird theoretisch Null; damit ist aber Betriebsstörung oder wenigstens Betriebsbeschränkung verbunden, 2. durch Trenneinrichtungen, die die Überspannung auf wenig zugängliche Teile der Anlage beschränken, oder 3. durch Kompensation, d. i. Einführung einer Gegenspannung, die oft auch gegen Störungen hilft. Die Wahl der Sch. hängt auch von dem Zweck der Anlage ab. In einer Fernsprechverbindung ist eine kurzzeitige Unterbrechung meist tragbar, dagegen nicht in einer Telegrafenverbindung, besonders bei Datenübertragung, und ebenfalls nicht in einer Fernwirkanlage, die gerade während des Auftretens eines Fehlers betriebsfähig sein muß.

Leitungen können geerdet werden durch Relais, die auf die Überspannung ansprechen — ein Relais kann dabei alle Leitungen einer Linie erden —, oder durch Überspannungsableiter, die, je nach der Ausführung, nur einen Draht (Leitungselektrode und Erdelektrode) oder beide Drähte einer Schleife (Dreielektrodenableiter), u. U. auch mehrere Drähte (Mehrelektrodenableiter) erden. Wenn die Überspannung induziert ist (→ Induktion) und die Relais oder Ableiter an beiden Enden ansprechen, fließt in den Leitungen ein erheblicher Strom von und nach Erde. Der Erdungswiderstand muß genügend klein sein, weil sonst an der Leitung eine unerwünscht hohe Spannung gegen die ferne Bezugserde stehen bleiben kann. Das kann bei oberirdischen Linien mit zahlreichen Leitungen zu Schwierigkeiten führen. Allerdings nimmt der Gesamtstrom langsamer als proportional mit der Zahl der Drähte zu; im Grenzwert ist er durch die Induktivität des Bündels beschränkt. Bei Kabeln werden die Überspannungsableiter in der Regel zwischen die Adern und den metallenen Mantel geschaltet. Ist letzterer mit der Erdsammelschiene der Vermittlungsstelle verbunden, so spielt der Erdungswiderstand für die Ableitströme eine untergeordnete Rolle, weil das einheitliche Potential der Erdungsanlage entscheidend ist. Das gleiche gilt, wenn an weiteren Einbaustellen von Ableitern zum Zweck des Potentialausgleichs eine Verbindung zwischen dem metallenen Kabelmantel und anderen geerdeten Anlageteilen besteht. Zum Schutz gegen Gefährdung muß die Spannung der Leiter gegen Erde bzw. gegen den metallenen Kabelmantel nicht nur an den Enden einer Leitung, sondern auch unterwegs auf zulässige Werte gesenkt werden, und zwar für jede Lage des Erdfehlers einer beeinflussenden Hochspannungsleitung oder Bahn. Daher müssen erforderlichenfalls Ableiter auch unterwegs an geeigneten Punkten eingebaut werden. Die Ansprechspannung der Ableiter muß offenbar niedriger sein als die als tragbar erachtete Überspannung, aber nicht so niedrig, daß im Betrieb vorkommende Spannungen zünden können; das ergibt 200 . . . 300 V. Mit verdünntem Edelgas gefüllte Überspannungsableiter (ÜsAg) führen nach der Zündung zunächst eine Glimmentladung mit ziemlich hoher Spannung (etwa 200 V), die, wenn der Ableitstrom stark genug (>0,5 A) ist, in die für den Schutz notwendige Bogenentladung (etwa 20 V) übergeht. Die Ansprechverzögerung kann sehr klein sein, wenn für Vorionisierung gesorgt wird. Wenn oberirdische Blankdrahtleitungen Kreuzungen mit blanken Starkstromversorgungsleitungen (220/380 V) aufweisen, sind die Ableiter in der Regel mit Stromsicherungen zu einem Überspannungsschutz kombiniert. Eine ältere Form besteht, von der Leitung aus gesehen, aus einem Grobspannungschutz (Funkenstrecke, etwa 1500 V), einem Stromgrobschutz (Schmelzsicherung, 3 . . . 8 A), dem eigentlichen Ableiter und einem Stromfeinschutz mit zeitlicher Verzögerung (Hitzrolle), der die Inneneinrichtung gegen thermische Überlastung schützen soll. Die Schmelzsicherung schützt dabei den Ableiter gegen eine länger anhaltende Überspannung (z. B. bei Berührung mit der Starkstromleitung), die zur Explosion des Ableiters führen könnte. Sie kann nicht empfindlicher gewählt werden, weil sie sonst zu oft durch atmosphärische Entladungen durchgeschmolzen wird. Wenn eine der beiden Leitungen an der Kreuzungsstelle dauerhaft isoliert ist, können die Stromsicherungen entfallen. Dazu hat auch die Entwicklung der gasgefüllten Überspannungsableiter beigetragen, die mehrfache Wechselstrombelastungen von 20 A und auch mehr 1s lang und Kurzzeitbelastungen durch atmosphärische Entladungen bis zu 20 KA ertragen. Leitungen, die einer Überspannung ständig, z. B. durch → Influenz, ausgesetzt sind — dazu gehören Betriebsfernsprechleitungen an Hochspannungsmasten —, können durch Erdungsdrosseln (Entladespulen) ohne Betriebsstörung geerdet werden, das sind Spulen hoher Induktivität, die zwischen die Leitungszweige geschaltet werden und deren Mittelpunkt geerdet ist. Sie beeinträchtigen den Schleifenbetrieb nicht, haben aber für gleiche, aus beiden Zweigen nach Erde abfließende Ströme eine sehr kleine Impedanz. Wenn ein Zweig zufällig geerdet ist, wird die Wirkung stark beeinträchtigt. Sie machen Viererschaltung unmöglich. Bei verkabelten und daher praktisch unzugänglichen Leitungen, deren Durchschlagsfestigkeit gegen den metallenen Kabelmantel bzw. Erde ausreichend hoch ist, kann man

dann auf Erdung — über Relais oder Ableiter — als Sch. verzichten, wenn die Amtseinrichtungen von den Kabeladern durch Transformatoren getrennt sind, deren Durchschlagsfestigkeit ebenfalls hoch sein muß (Trenntransformator, Trennübertrager). In der Regel kann man hierfür die ohnehin zur Anpassung oder Viererbildung vorgesehenen Endtransformatoren benutzen. Ihre Durchschlagsfestigkeit entspricht derjenigen zwischen den Adern und dem Mantel. Bei Betriebsfernsprechleitungen benutzt man Isoliertransformatoren mit wesentlich höherer Spannungsfestigkeit, deren leitungsseitige Wicklung als Erdungsspule dienen kann. Diese Transformatoren machen Gleichstromübertragung über die Leitung unmöglich, was bei Nahverkehrsleitungen unerwünscht sein kann. Abhilfe ist möglich durch Wechselstrom- oder Impulsübertragung der Wahl- und sonstigen Gleichstromzeichen (Induktivwahl). Eine andere Möglichkeit ist, die Transformatoren durch Relaisanordnungen zu überbrücken. Wenn die induzierten Längsspannungen nicht zu hoch sind, kann man anstelle von Trenntransformatoren gekoppelte Längsdrosseln benutzen, die wie eine Pupinspule eingeschaltet werden, jedoch mit Umpolung einer Wicklung. Die in die Schleife eingeführte Induktivität ist daher klein, die Induktivität für gleiche Längsströme dagegen groß. Zusammen mit der in unsymmetrischen Schaltungen meist vorhandenen Verbindung nach Erde oder mit Erdungsdrosseln zwischen Längsdrossel und Amt senken sie wegen ihres inneren Spannungsabfalles die Spannung an der Endschaltung. Diese Wirkung kann besonders bei tonfrequenten induzierten Längsspannungen und unsymmetrischen Schaltungen benutzt werden.

Induzierte Spannungen können auch durch Einführung von Gegenspannung unschädlich gemacht werden. → Kompensation durch geerdete Leitungen allein reicht selten aus. Ein beiderseits der Näherung geerdeter besonderer Draht in der Fernmeldelinie (sein Wirkwiderstand muß klein sein gegen seinen Blindwiderstand) kann jedoch über einen Transformator mit gleicher oder abweichender Windungszahl in der Primär- und den Sekundärwicklungen mit den zu schützenden Fernmeldeadern gekoppelt werden. Der in diesem Draht induzierte Strom erzeugt in den Fernmeldeleitungen transformatorisch Spannungen, die die unmittelbar induzierten Spannungen mehr oder weniger vollkommen kompensieren. Diese Anordnung wurde früher als Scottschaltung (D. R. Pat. 1907) bezeichnet und ist jetzt als Neutralisationstransformator bekannt. Ursprünglich hatte man sogar geplant, die Starkstromleitung (z. B. eine Bahnfahrleitung) selbst über den Transformator mit den Fernsprechleitungen zu koppeln. Dieser Vorschlag geht bereits auf Thomson (1891) zurück. Die Gefahr eines Übersprechens zwischen den Fernsprechleitungen wird vermindert, wenn auf den Transformatorkern statt der Wicklungen für einzelne Adern eine vollständige Kabelseele gewickelt wird, in der die Adern in der üblichen Weise entkoppelt sind. Der beiderseits geerdete Draht wird als besonderer Leiter mit der gleichen Windungszahl auf den Kern gewickelt (Reduktionstransformator). Falls die beeinflußte Linie ein Kabel mit Metallmantel ist, kann dieser Mantel als beiderseits geerdeter Leiter dienen. Bei dem Reduktionstransformator kann u. U. eine ausreichende Länge des Kabels mit Mantel auf den Kern gewickelt werden. Falls der Mantel, besonders bei Erdkabeln, unterwegs nicht vollständig von Erde isoliert ist, muß man offenbar eine Anzahl kleiner Transformatoren verwenden, während sonst ein großer genügt. Die zu kompensierende Spannung am Transformator ist um so größer, je kleiner der Spannungsabfall des induzierten Stromes auf dem metallenen Kabelmantel ist. Eine Aufspaltung der Kompensation auf mehrere Transformatoren kann auch infolge der Anordnung der Näherung oder der Speisung der Starkstromanlage notwendig werden. Neutralisations- und Reduktionstransformatoren werden auch für den Schutz von Fernsprechleitungen benutzt, die in Umspannwerke eingeführt sind. Letztere sind in diesem Fall jedoch nur dann wirksam, wenn sie innerhalb des Spannungstrichters des Umspannwerks angeordnet sind, der auch einen Mantelstrom zur Folge hat (→ Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen, → Starkstromeinwirkung).

Literatur: E. R. Benda u. W. Wild: Ein neues Sicherungssystem für Fernmeldeanlagen. Siemens-Zeitschrift 18 (1938) S. 244 — Short-circuiting relay protectors. Edison El. Inst./Bell Report 41 (1938), Vol. 5, S. 105 — Neutralizing transformers. Edison El. Inst. /Bell Report 44 (1940), Vol. 5, S. 165 — A. Henckel: High tension protection equipments for telephone instruments connected to conductors mounted on power line poles. Ericsson Rev. 29 (1952) S. 2 — P. Henriet: Résultats d'ensemble d'essais systématiques effectués sur le matériel de protection des lignes de télecommunication contre les f. é. m. induites. Bull. Soc. Fr. Electr. 7e série, 3 (1953) S. 645 — H. Fielding: Protection of telecommunication lines from induced voltages by the use of gas discharge tubes. Post Office El. Eng. J. 48 (1955) S. 76. — T. F. Palmquist: Multiunit neutralizing transformers. Electr. Eng. 76 (1957) S. 201 — H. Lorke: Auswirkungen von Beeinflussungen an Fernmeldeanlagen und Schutzmaßnahmen dagegen. Nachrichtentechnik 7 (1957) S. 197 — U. Biederstedt: Überspannungsableiter für Fernmeldeanlagen. ETZ-A 79 (1958) S. 174 — A. Henckel: New overvoltage protectors for subscriber's installations. Ericsson Rev. 40 (1963) S. 134 — Gg. Tischer: Stand der Technik des Überspannungsschutzes von Fernmelde-Anlagen mit Überspannungsableitern. NTZ 17 (1964) S. 478. — H.-G. Dageförde: Reduktionstransformatoren. ETZ-B 16 (1964) S. 470 — L. Pirot: Maßnahmen bei Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost gegen Störungen durch benachbarte Starkstromanlagen. NTZ 17 (1964) S. 472 — R. Kunz: Der Reduktionstransformator zum Schutz gegen Starkstrombeeinflussung. NTZ 17 (1964) S. 483 — G. Brumm und H. Meister: Les parasurtensions á gaz rares dans les installations de télécommunications. Bull. SEV 55 (1965) S. 885 — E. Widl und G. Tischer: Vermeidung von Querspannungen beim Schutz von Fernmeldeleitungen durch Überspannungsableiter gegen ungleichmäßige Beeinflussung. ETZ-A 87 (1966) S. 9.

Klewe

Schutzmuffe → Abzweigmuffe, → Kabelmuffe, → Verbindungsmuffe.

Schutzschalteabschnitt → Richtfunksysteme (Schutzschaltetechnik).

Schutzschalter → Fernmeldeschutzschalter, → Influenz durch Starkstromanlagen.

Schutzschaltung → Stromübergang.

Schutzseil, Erdseil → Influenz durch Starkstromanlagen, → Kompensation.

Schutzstrom → kathodischer Korrosionsschutz.

Schutzüberzug → Korrosionsschutz.

Schutzvorkehrungen (gegen Starkstromeinwirkung) → Starkstromeinwirkung.

Schutzweiche → Flankenschutz.

Schwallötung. Bei der Schwallötung wird das Lot mit einer Pumpe durch eine Schlitzdüse auf eine blanke Platte gefördert, die es gleichmäßig überströmt. Um eine gewisse Tauchtiefe zu gewährleisten, ist ein kleines Wehr vorgesehen, über welches das Lot wasserfallartig in den Vorratsbehälter zurückströmt. Bei der Lötung wird die Platte für die Dauer der Lötzeit auf die strömende Lötoberfläche abgesenkt.

Literatur: Weichlöten in der Elektronik, Laubmeyer/Kupke 1967.

Schwankungsquadrat, mittleres → Rauschen von Halbleitern.

schwarze Vergußmasse → Pupinspulenbehälter.

Schwarzsender ist, wer durch den Betrieb nicht genehmigter Sender vorsätzlich oder fahrlässig die → Fernmeldehoheit des Bundes verletzt.

Literatur: FAG § 15, Abs. 1.

Schwarzweiß-Fernsehen → Fernsehen 1.

Schwarzwerthaltung. Die endliche Größe der Zeitkonstanten von Koppelgliedern im Übertragungsweg eines Fernsehsignals verhindert die Übertragung des Gleichstromanteils, der die mittlere Leuchtdichte des Bildes kennzeichnet. Schaltungen zur Regenerierung des Gleichstromanteils am Ende der Leitungs- und Verstärkerkette stellen die definierten Potentiale des Synchron- bzw. Austastwertes durch Bindung an feste Bezugspotentiale wieder her. Unterschieden wird:

1. einfache Sch. durch Diode, bei der ein kleiner Teil der im Synchronimpuls enthaltenen Energie zur Umladung des Koppelkondensators über eine Diodenstrecke auf das Bezugspotential herangezogen wird. Nachteil: Verkleinerung des Synchronimpulses.

2. getastete Sch. (Klemmschaltung). Hierbei erfolgt die erforderliche Energiezufuhr in einer Brückenschaltung durch Klemmimpulse während der Dauer der Synchronimpulse oder der hinteren Austastschulter. Klemmschaltungen werden auch verwendet, um additive Überlagerungen des Bildsignals durch niederfrequente Störspannungen (Brummspannungen) zu beseitigen.

Schwebung. Zwei sinusförmige Schwingungen gleicher Amplitude A und verschiedener Frequenzen ω_1 und ω_2 ergeben bei Überlagerung eine Schwebung. Der zeitliche Verlauf für beide Schwingungen sei:

$$x_1 = A \sin \omega_1 t, \qquad x_2 = A \sin \omega_2 t.$$

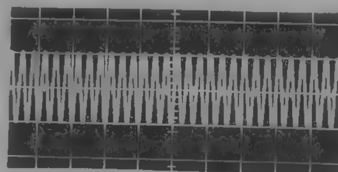
Der resultierende Schwingungsverlauf ist dann:

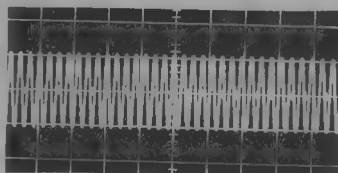
$$x = x_1 + x_2 = 2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}\right) t \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right) t.$$

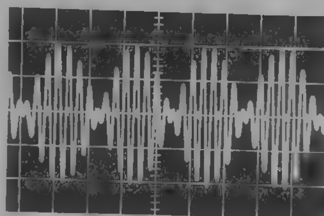
Es entsteht eine neue Schwingung mit der Frequenz aus dem arithmetischen Mittel beider ursprünglichen Frequenzen, nämlich $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$.

Die Amplitude dieser Schwingung schwankt mit der Differenz der beiden ursprünglichen Schwingungsfrequenzen und ist zeitlich nicht mehr konstant.

Diese Frequenzdifferenz $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ wird Schwebungsfrequenz genannt (s. Bild). Allgemein gilt, wenn zwei Schwingungen verschiedene Amplituden A_1 und A_2







Schwebung.

haben und sich um den Anfangsphasenwinkel φ unterscheiden, für den zeitlichen Verlauf jeder Schwingung:

$$x_1 = A_2 \sin(\omega_1 t + \varphi), \qquad x_2 = A_2 \sin \omega^2 t.$$

Die resultierende Schwingung ist dann:

$$x = x_1 + x_2$$

$$= \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}\right) t + \varphi}$$

$$\cdot \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}\right) t + \frac{\varphi}{2}$$

$$+ \arctan\left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2}\right) \tan\left(\frac{(\omega_1 + \omega_2) t + \varphi}{2}\right).$$

Das Ohr vermag durch seine Nichtlinearität die Schwebungsfrequenz wahrzunehmen (→ Ohr). *Brosze*

Schwefel, S, Atomgewicht 32,06, ϱ 1,92–2,07, Fp 118–120° C, Kp 444,6° C. Sch. ist gelb, geruch- und geschmacklos und kommt kristallinisch (rhombisch oder monoklin) und amorph vor. Sch. ist löslich in Schwefelkohlenstoff. Vorkommen: im elementaren Zustand mit erdigen Beimengungen oder chemisch an Metalle als Sulfid gebunden (Kiese, Blenden und Glanze). Gewinnung: Der gediegen vorkommende Sch. wird durch Ausschmelzen von Beimengungen befreit und anschließend sublimiert oder destilliert. Sch. wird zum Vulkanisieren des → Kautschuks verwendet.

Schwefeldioxyd (schweflige Säure), SO_2. Farbloses Gas, das bereits in einer Verdünnung von 1 : 30 000 stechend nach brennendem Schwefel riecht und zum Husten reizt. Das gewöhnliche Sch.-Gas unterhält die Verbrennung nicht; es ist unbrennbar, kann jedoch zu Schwefeltrioxyd oxydiert werden. Industrieabgase enthalten neben H_2S auch SO_2; diese Abgase greifen Silberkontakte an unter Bildung von Ag_2S. Es ist dies eine häufige Störungsquelle bei der Kontaktgabe, da Ag_2S zu den Halbleitern zählt. Silbersulfid fließt unter Druck leichter als die spröden Oxyde, so daß der Kontaktwiderstand unter Dauerbelastung sogar wieder abnehmen kann.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schwefelsäure, H_2SO_4, Molekulargewicht 98,08, ϱ 1,834, Fp 10,5° C, Kp 338° C unter Zersetzung. Konzentrierte Sch. ist eine ölartige, farblose Flüssigkeit, die sich mit Wasser unter starker Wärmeentwicklung mischt. Darstellung: Die Fabrikation erfolgt in großem Maßstab nach dem Bleikammer- oder Kontaktverfahren. In der Elektrotechnik findet konzentrierte Sch. keine Verwendung, in verdünnter Form mit ϱ 1,18 als Säure für Akkumulatoren. Art und Menge der zulässigen Verunreinigungen sind festgelegt in den VDE 0510 »Bestimmungen für Akkumulatoren und Akkumulatoranlagen«. Sch. dient auch zur Erzielung bestimmter Feuchtigkeiten. So bewirkt eine Säure mit ϱ 1,190 bei 20° C 80% relative Luftfeuchte, Sch. mit ϱ 1,270 eine solche von 65% (→ Akkumulatoren).

Literatur: Hollemann-Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, Walter de Gruyter & Co. Verlag, Berlin.

Schwefelwasserstoff, H_2S, farbloses, stark giftiges Gas, das ähnlich wie faule Eier riecht. S. ist sehr reaktionsfähig; an der Luft verbrennt er zu H_2O und SO_2, bei mangelhafter Luftzufuhr bildet sich nur H_2O, und gelber Schwefel wird ausgeschieden; beim Erhitzen zerfällt er in Wasserstoff und Schwefel. Eine Reihe von Metallsalzen (Salze von Au, Pt, As, Sb, Ag, Hg, Bi, Cu, Cd) werden durch H_2S in saurer Lösung als Sulfite ausgefällt, verschiedene andere Metallionen (Zn-, Ni-, Co-, Fe- und Mn-Salze) lassen sich dagegen mit H_2S nur in alkalischer Lösung ausscheiden. Silberkontakte sind durch H_2S besonders gefährdet, wie sie in Industrieabgasen häufig vorkommen; es genügt bereits ein H_2S-Gehalt von $1 : 10^9$ in der Luft, um auf dem Silberkontakt einen Ag_2S Überzug hervorzurufen und den Kontaktwiderstand zu erhöhen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schweigepflicht → Bundesbeamtengesetz (Amtsverschwiegenheit), → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost, → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost.

Schweißen. Verbinden von festen Stoffen dadurch, daß man sie an den Verbindungsstellen erweicht oder verflüssigt und die Stoffe durch Kneten (Schmieden) oder Zusammenschmelzen vereinigt. Besonders wichtig für Plaste, Stahl, Blei, Drahtverbindungen.

Literatur: Lexikon der Hochfrequenz-, Nachrichten- und Elektrotechnik/Curt Rint, Band 4, 1959.

Schweißsteuergerät für Kunststoff-Polyäthylen-(PE-) Muffen. Das Sch. (Bild 1) dient zur elektrischen Verschweißung von PE-Kabeln [A-2Y (L_{CO}) 2Y; A-O2Y (l_{CO}) 2Y] mit PE-Verbindungs- und -Abzweigmuffen (VAEI), mit → Übergangsrohren und zum Verschließen bzw. Wiederöffnen von PE-Muffen.

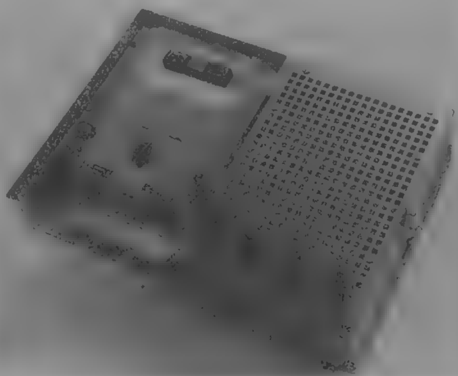


Bild 1. Ansicht Schweißsteuergerät.

Das Schweißen und das Tempern läuft nach Betätigung des Bedienungsschalters automatisch nach einem eingebauten Stromzeitprogramm (Bild 2) ab.

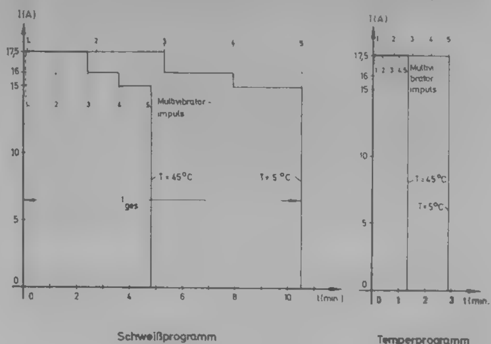


Bild 2. Schweißdiagramm.

Beim Schweißvorgang stellt die im Sch. vorhandene Regeleinrichtung sicher, daß die zu einer einwandfreien Verschweißung erforderliche Temperatur an der

Verbindungsstelle unabhängig von der Umgebungstemperatur (innerhalb der zulässigen Grenzen von +5° bis +45°C), vom Durchmesser des zu verschweißenden Kabels und von der Länge der Schweißnaht eingehalten wird, ohne daß für PE schädliche Temperaturen erreicht werden können (Bild 3).



Bild 3. Mikrofotografie eines Schnittes durch eine Schweißnaht, die 3 PE-Körper miteinander verbindet.

Es können auch mehrere kleine Heizbandlängen hintereinandergeschaltet sein (Bild 4).

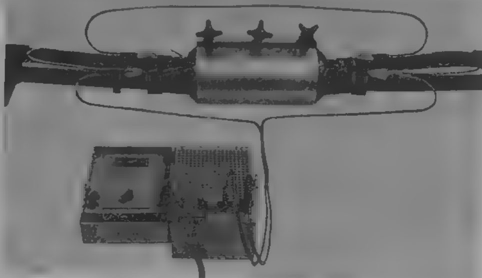


Bild 4. Gleichzeitiges Schweißen von 4 PE-Kabelenden in einer Abzweigmuffe.

Beim Tempervorgang wird das Heizband nur so weit erwärmt, daß es zum Vorbereiten der Schweißung zwischen Muffenstutzen und Kabelmantel mit dem Aufweitdorn am Muffenstutzen angeheftet werden kann. Das Anheften kann auch mit einem kleinen elektrischen Lötkolben (zweckmäßigerweise für 12 Volt entsprechend der für das Sch. benötigten Batteriespannung) vorgenommen werden. Vor allem zum Vorbereiten des Wiederverschließens wird an den Muffenköpfen in der dafür vorgesehenen freien Spur ein neues Stück Heizband auf diese Art angeheftet, wenn das ursprünglich benutzte Heizband beim Öffnen der Muffe beschädigt worden ist (Bild 5).



Bild 5.
Anheften des Heizbandes mittels elektrischen Lötkolbens.

Das Wiederöffnen von PE-Muffen an den Schweißnähten geschieht ebenfalls durch Erwärmung des betreffenden Heizbandstückes im Temperprogramm.

Das Sch. besteht aus drei Baugruppen:

1. Zeitschaltung (im Deckel des Geräts).

Diese steuert das Schweiß- und Temperprogramm abhängig von der Umgebungstemperatur. Mit dem Bedienungsschalter (Tempern, Aus, Schweißen) wird das Gerät eingestellt.

2. Stromregelteil (im Unterteil des Geräts).

Dieses liefert den von der Batteriespannung und von dem Schweißwiderstand unabhängigen Schweißstrom, so daß von der Umgebungstemperatur abhängig eine bestimmte Wärmemenge (Kalorien/cm²) je cm² Schweißfläche an der zu verschweißenden Naht im Schweißband bedienungsunabhängig erzeugt wird.

3. Überwachungseinrichtung (im Deckel des Geräts).

Der Schweißvorgang wird automatisch überwacht (Signallampen: falscher Schweißstrom [Überstrom], Betrieb, zu kleine Batteriespannung [Unterstrom]). Werden die beim Schweißen oder Tempern erforderlichen Ströme über- oder unterschritten, so leuchtet die Signallampe »falscher Schweißstrom« auf, der Schweiß- bzw. Tempervorgang wird selbständig abgeschaltet, und ein akustisches Signal (Summer) ertönt. Fällt die Versorgungsspannung des Akkumulators auf etwa 10 Volt ab, dann erlischt die Signallampe »Betrieb«, und das Signal »zu kleine Batteriespannung« erscheint. Gleichzeitig schaltet das Gerät automatisch ab, der Summer ertönt, und der abgebrochene Schweißvorgang muß mit einem neu aufgeladenen Akkumulator erneut eingeleitet werden.

Die Anschlußklemmen für die Akkumulatorzuleitung (+ — Eingang 12 V) und für die Zuleitung (Ausgang) zu den Heizbändern sind auf dem Unterteil des Gerätes angebracht.

Stegmann

Schwellwert ist der Mindestwert eines Anstoßes, der erforderlich ist, damit ein darauf ansprechendes Organ zu seiner spezifischen Wirkung gebracht wird, z. B. eine Mindestspannung bei einem Detektor, eine Mindeststromstärke für ein Relais, eine Mindesttonstärke für das Ohr.

schwere Bespulung → Bespulungssysteme.

Schwerewellen → Atmosphäre, Bewegungen in der oberen.

Schwerpunktsatz → Dynamik.

Schwingbereichsspringen → Magnetron.

Schwingmetall. Hier werden Metallteile durch besondere Verfahren unlösbar durch Gummikörper miteinander verbunden, so daß die verschiedenen Metallteile von Maschinen, Dichtungen, gelenkartigen Verbindungen usw. sich nicht direkt berühren; auf diese Weise werden Geräusche und Erschütterungen vermindert.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Schwingung ist im allgemeinsten Sinn die Bewegung einer Größe eines physikalischen Systems mit Umkehr der Bewegungsrichtung, im engeren technischen Sinn eine periodische Bewegung. Man unterscheidet eine einfache und zusammengesetzte Sen. Da sich zusammengesetzte Sen. in eine Reihe einfacher Sen. zerlegen lassen (→ Fouriersche Reihe), sind die wesentlichsten Begriffe an der einfachen Schwingung zu erkennen.

1. Einfache Schwingung. Sie wird auch harmonische genannt und als Zeitfunktion durch die Gleichung

$$f(t) = A\, e^{-\delta t} \sin (2\pi\, t/T + \varphi)$$

dargestellt.

Darin bezeichnet

A	die Amplitude oder Schwingungsweite oder Elongation
δ	den Dämpfungsfaktor
δt	den Dämpfungsexponent
$2\pi\, t/T + \varphi$	die Phase der Schwingung
T	die Periode, d. i. die Zeitdauer, nach deren jeweiligen Ablauf die Phase jeweils um 2π wächst.
φ	den Phasenwinkel oder Phasennullwinkel, der die Phase einer bestimmten Zeitzählung anpaßt.

$1/T = f$ ist die Anzahl der Perioden in der sec. f heißt Frequenz und wird im deutschen Sprachgebrauch in Hertz angegeben.

$2\pi\, t/T = 2\pi f$ wird mit ω bezeichnet und heißt → Kreisfrequenz. Wenn in einer Anordnung mehrere Sen. zu gleicher Zeit auftreten, werden sie i. allg. nicht zu gleicher Zeit die gleiche Phase zeigen. Bei einheitlicher Zählung der Zeit werden dann die Phasen dieser Sen. durch $\omega t + \varphi_1$ und $\omega t + \varphi_2$ angegeben. $\varphi_1 - \varphi_2$ heißt Phasenunterschied der Sen. Ist $\varphi_1 > \varphi_2$, nennt man die S. mit dem Phasenwinkel φ_1 die voreilende, die mit φ_2 die nacheilende S.

Eine S. kann eine auf einen bestimmten Ort beschränkte periodische Bewegung sein, z. B. ein Schwingkreisstrom, aber auch auf ein räumlich ausgedehntes System übertragen werden, in welchem sie sich als Welle räumlich fortpflanzt. An jeder bestimmten Stelle ist der Vorgang wie im ersten Falle eine S. Wenn die Welle mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortschreitet, durchläuft sie in der Zeit einer Periode einen Weg, welcher als die Wellenlänge $\lambda = cT$ bezeichnet wird.

a) Mit $\delta = 0$ ist die Schwingung ungedämpft, die Amplitude A bleibt konstant, nach jeder Periode T durchläuft die S. dieselben Zeitwerte.

Als Wechsel bezeichnet man die Teile entgegengesetzten Vorzeichens, die zusammen eine Periode ergeben. Der positive Wechsel reicht von $\omega t + \varphi = 0$ bis $\omega t + \varphi = \pi$, der negative von da bis $\omega t + \varphi = 2\pi$. Innerhalb jedes Wechsels kann man Mittelwerte bilden. Der einfache Mittelwert ist das arithmetische Mittel der Zeitwerte eines Wechsels und hat bei der einfachen S. den Wert $2\,A/\pi = 0{,}637\,A$. Wichtiger ist der quadratische Mittelwert, der sich ergibt, wenn man den Mittelwert der Quadrate aller Werte innerhalb eines Wechsels bildet und daraus die Quadratwurzel zieht (Effektivwert eines Wechselstroms). Der Wert ist bei einer einfachen S. gleich $A/\sqrt{2} = 0{,}707\,A$.

b) Ist $\delta > 0$, verläuft die S. gedämpft. Die Zeitwerte nehmen, abgesehen davon, daß sie periodisch veränderlich bleiben, mit wachsender Zeit auf beliebige Werte ab. ω wird auch hier als Kreisfrequenz bezeichnet. Die Periode ist nicht mehr durch Wiederholung gleicher Zeitwerte, sondern nur noch durch gleiche Phasen gekennzeichnet.

Für das Verhältnis zweier Zeitwerte, die um eine Periode T auseinanderliegen, erhält man unabhängig von t und φ den Wert $e^{\delta T}$. Dieses Verhältnis heißt Dekrement, sein natürlicher Logarithmus $\Lambda = \delta T = 2\pi\delta/\omega$ das logarithmische Dekrement der S.

2. Zusammengesetzte Schwingungen ergeben sich als Summe einer beliebigen Anzahl einfacher Sen., welche sich nach Amplitude, Periode, Phasenwinkel und Dämpfungsfaktor unterscheiden können. Die Komponente mit der größten Periode nennt man Grundschwingung, ihre Frequenz Grundfrequenz. Die anderen Komponenten heißen Oberschwingungen, und zwar harmonische Oberschwingungen oder kurz Harmonische, wenn ihre Frequenzen zur Grundfrequenz im Verhältnis der ganzen Zahl zur Einheit stehen (z. B. Obertöne einer Saite), und disharmonische Oberschwingungen, wenn sie im irrationalen Verhältnis stehen (z. B. Eigenschwingungen einer Pupinleitung).

3. Nach ihrer Entstehung lassen sich 3 Arten von Schwingungen unterscheiden: a) Freie Schwingungen entstehen, wenn ein → schwingungsfähiges System einen Anstoß von außen erhält und sich selbst überlassen bleibt. Erregt wird die → Eigenschwingung. Wegen der unvermeidlichen Verluste sind freie Schwingungen immer gedämpft. b) Erzwungene Schwingungen werden durch den Antrieb einer

periodisch wirkenden Energiequelle auf ein schwingungsfähiges oder aperiodisches System hervorgebracht. Falls die erregende S. andauert, schwingt das System nach einiger Zeit in der gleichen Frequenz. Während einer Übergangszeit entstehen Ausgleichsvorgänge. c) Selbststeuernde S., die andauern und Energie abgeben können, entstehen in einem schwingungsfähigen Gebilde dadurch, daß die einmal angestoßene S. über eine Rückkopplung sich selbst Energie aus einer stationären Quelle im schwingungsgerechten Takt kontinuierlich oder absatzweise zuführt. Der Verlust durch Dämpfung oder Energieabgabe wird damit ausgeglichen. Bei größerer Energieentnahme aus der Quelle, als sie zum Verlustausgleich nötig ist, schaukelt sich die S. auf, bei kleinerer wird die Dämpfung des Systems herabgesetzt (→ Pfeifen, → Verstärker). *v. Weiss*

Schwingungen, elektromagnetische. In Form einer i. allg. harmonischen → Schwingung sich abspielender Vorgang des Energieaustausches zwischen der im elektrischen Feld eines Kondensators gespeicherten elektrischen Energie und der im magnetischen Feld einer Spule gespeicherten magnetischen Energie innerhalb eines elektrischen Stromkreises (Schwingungskreises). Im Fall der → Resonanz sind dabei elektrische und magnetische Energie gleich groß. Spielt sich ein solcher Energieaustausch (Energieumwandlung) im freien Medium ab, so spricht man auch von einer → elektromagnetischen Welle. Die in den ohmschen Widerständen des Stromkreises in Wärme (Joulesche Wärme) umgewandelte Energie ebenso wie die in den Raum abgestrahlte elektromagnetische Strahlungsenergie muß von der erregenden Energiequelle geliefert werden, falls die S. nicht abklingen sollen → Schwingung 3c. Enthält der Stromkreis Kondensatoren der Kapazität C und gesättigte Eisendrosseln der Induktivität L, für die bei der Kreisfrequenz ω der speisenden Stromquelle unterhalb der Eisensättigung $\omega L > 1/\omega C$, dagegen bei eintretender Eisensättigung $\omega L < 1/\omega C$, so erhält man Kippschwingungen. Man erhält sie auch bei periodischem Entladen eines Kondensators über einen Widerstand mit fallender Widerstandskennlinie (→ Thomsonsche Schwingungsgleichung).

Schwingungserzeuger, eine Einrichtung zur Erzeugung elektrischer Schwingungen, z. B. mittels einer rückgekoppelten Elektronenröhre in Verbindung mit einem frequenzbestimmenden Glied, z. B. Schwingkreis oder piezoelektrischen Kristall, Quarz, Turmalin. Bei Funksendern wurden die Schwingungen mit Funken erzeugt, auch die fallende Stromspannungscharakteristik (Lichtbogen) wurde zur Schwingungserzeugung benutzt. Heute werden nur noch Elektronenröhren oder Halbleiterelemente (Transistoren) zur Schwingungserzeugung verwendet. Der erste Schwingungserzeuger mit Elektronenröhren wurde von A. Meißner im Jahre 1913 angegeben. Das Prinzip besteht darin, daß eine Verstärkerröhre mit Anodenschwingkreis so beschaltet wird, daß ein Teil der verstärkten Schwingungsenergie aus dem Anodenkreis

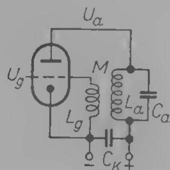


Bild 1. Oszillatorschaltung nach Meißner.

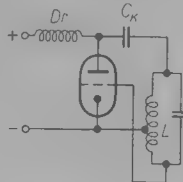


Bild 2. Dreipunktschaltung, induktiv.

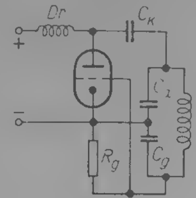


Bild 3. Dreipunktschaltung, kapazitiv.

abgezweigt und dem Steuergitter in Gegenphase zugeführt wird. Die hierdurch hergestellte → Rückkopplung bewirkt die Aufrechterhaltung der Schwingungen. In Bild 1 ist die Oszillatorschaltung nach Meißner dargestellt. Es wird hierbei eine Transformatorschaltung benutzt, um dem Gitter die rückgekoppelte Spannung in der richtigen Phase zuzuführen. Bild 2 zeigt eine Dreipunktschaltung mit

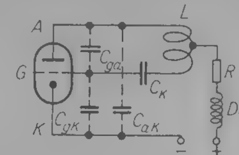


Bild 4. Oszillatorschaltung für sehr hohe Frequenzen.

induktiver Rückkopplung, Bild 3 eine Dreipunktschaltung mit kapazitiver Rückkopplung, wobei die Größe der Rückkopplungsspannung sich aus dem Verhältnis der Teilreaktanzen des Anodenschwingungskreises ergibt.

Eine Oszillatorschaltung für sehr hohe Frequenzen ist in Bild 4 dargestellt. Die Röhrenkapazität dient hierbei als Schwingungskapazität. Eine Schaltung, in

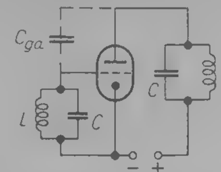


Bild 5. Huth-Kühn-Schaltung.

der die Röhrenkapazität zur Rückkopplung benutzt wird, ist von Huth-Kühn angegeben worden. Sie ist in Bild 5 dargestellt. Eine wirksame Rückkopplung kann auch dadurch hergestellt werden, daß die elektrische Schwingung aus dem Anodenkreis über eine Laufzeitkette dem Gitter zugeleitet wird. Nur bei einer ganz bestimmten Frequenz ist der Gangunterschied der Spannungen zwischen Anode und Gitter

gleich einer halben Wellenlänge. Unter diesen Bedingungen ist die Röhre daher rückgekoppelt und kann als Oszillator dienen. Anstelle einer induktiven Laufzeitkette können auch RC-Glieder benutzt werden. Die entsprechenden Schaltungen sind in den Bildern 6 und 7 angegeben. Anstelle eines Schwingkreises kann

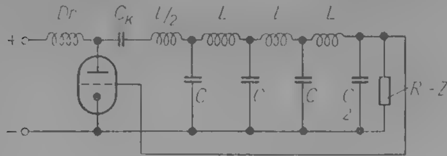


Bild 6. Oszillator mit Laufzeitkette.

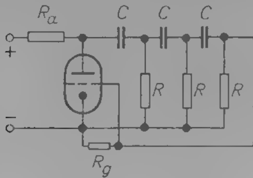


Bild 7. *RC*-Generator.

auch ein piezoelektrischer Kristall bei der Schwingungserzeugung benutzt werden. Bild 8 zeigt einen kristallgesteuerten Oszillator, bei welchem ein Kristall als frequenzbestimmendes Glied im Gitterkreis der

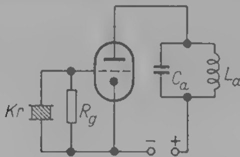


Bild 8. Kristallgesteuerter Oszillator.

Röhre liegt. Um den Kristall zugunsten der Frequenzstabilität zu entkoppeln, kann der Kristall als Koppelglied zwischen zwei Elektronenröhren eingeschaltet werden, wie es Bild 9 zeigt. Für die Erzeugung hoher

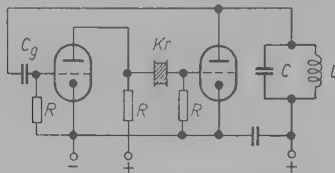


Bild 9. Heegner-Schaltung.

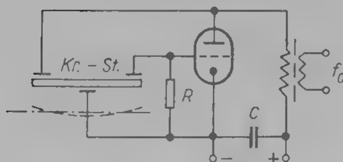


Bild 10. Oszillator mit Quarzstab (Kr.-St.) mit Biegeschwingung.

Frequenzen werden die Dickenschwingungen des Kristalles ausgenutzt, zur Erzeugung tiefer Frequenzen wird ein Kristallstab in Biegeschwingungen erregt. Eine entsprechende Schaltung zeigt Bild 10.

Literatur: Lit. → Röhrensender. *Prokott*

schwingungsfähiges System, Schwingungskreis. System, das verschiedenartige Energiespeicher enthält und eine i. allg. stabile Gleichgewichtslage hat, in die es nach Störung des Gleichgewichtszustandes zurückzukehren trachtet. Dieser Vorgang spielt sich in Form einer einen Energieaustausch zwischen den einzelnen Speichern darstellenden Schwingung ab und erfolgt je nach Dämpfung des Systems periodisch oder auch aperiodisch. Jedes elektrische Netzwerk, das Induktivitäten und Kapazitäten enthält, bildet einen elektrischen Schwingungskreis und ist damit auch ein S.

Schwund. Als Sch. bezeichnet man das mehr oder weniger schnelle zeitliche Schwanken der Empfangsamplitude am Ausgang eines Empfängers. Je nach der Ursache des Sch. unterscheidet man Interferenzschwund bei Mehrwegeausbreitung, Polarisationsschwund als Folge der Drehung der Polarisationsebene der einfallenden Strahlung bei ionosphärischer Ausbreitung, Absorptionsschwund bei sich ändernden Dämpfungsverhältnissen, Fokussierungs- und Defokussierungsschwund bei Änderung der Brechzahl-Profile der übertragenden Medien. Man spricht ferner von Kurzzeit- und Langzeitschwund und meint damit den Schwund der Momentanwerte während relativ kurzer Beobachtungsperioden oder den Schwund der stündlichen oder täglichen Medianwerte während sehr viel längerer Beobachtungsperioden. Der breitbandige Sch. erfaßt das gesamte zu übertragende Frequenzband in gleicher Weise (ausregelbar durch automatische Schwundregelung, AVC), der unangenehmere selektive Sch. unterdrückt Teilgebiete des zu übertragenden Frequenzbandes und ist nicht so leicht zu bekämpfen (→ Streuausbreitung, troposphärische, → Wellenausbreitung, ionosphärische).

Die eigentliche Ursache jeden Sch. sind Bewegungsvorgänge im Übertragungsmedium, z. B. Steigen und Fallen von Schichten und reflektierende Unstetigkeiten im Medium. Die dabei auftretenden Dopplerfrequenzen erzeugen das Schwundfrequenzspektrum. Sie sind proportional der Mediumsgeschwindigkeit v, proportional dem Sinus des Glanzwinkels, unter dem das reflektierende Objekt vom Funkstrahl getroffen wird, und proportional der Frequenz. Je höher die Trägerfrequenz, desto höher ist i. allg. auch die mittlere Schwundfrequenz. Ohne Bewegung im Medium kann also trotz Mehrwegeausbreitung oder anderer Effekte kein Sch. entstehen. Zur Ermittlung quantitativer Kenngrößen des Schwundvorganges wird die Summenhäufigkeitsverteilung aufgenommen. Die beiden häufigsten Verteilungen sind die Rayleigh- und die lognormale Verteilung. Sie liefern die verschiedenen Mittelwerte des Empfangsfeldes (arithmetischer und quadratischer Mittelwert, Medianwert) und die Streuung oder Varianz des Feldes (→ mathematische Statistik der Wellenausbreitung).

Die mittlere Schwundfrequenz eines Schwundvorganges wird entweder unmittelbar aus dem Feldstärkeschrieb durch Auszählung der pro Zeiteinheit auftretenden Maxima oder aus der Zahl der Überschreitungen eines bestimmten Pegels entnommen oder aber aus dem über die Autokorrelationsfunktion erhaltenen Schwundfrequenzspektrum. Als Schwundschnelle wird die mittlere Änderungsgeschwindigkeit der relativen Feldstärke bezeichnet:

$$\frac{1}{E}\,\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$$

Großkopf

Schwundfrequenz → mathem. Statistik der Wellenausbreitung, Wellenausbreitung, → Streuausbreitung, troposphärische.

Schwundregelung → Kurzwellen-Empfänger, → Großstations-Empfänger. Die Sch. ist wesentlich für einwandfreies Arbeiten von Funkempfängern, sobald die Wellenausbreitung Schwunderscheinungen unterliegt. Der bei Beginn der Sendung mit höchster Verstärkung arbeitende Empfänger muß zur Vermeidung hörbarer Verzerrungen in kurzer Zeit (< 10 ms) auf das der Einfallsamplitude entsprechende Maß herab geregelt werden. Hierzu wird eine mit dieser Amplitude anwachsende Regelspannung gebildet und den Regelstufen (Regelröhren, spannungs- oder stromgeregelte Transistoren, geregelte Spannungsteiler, Gegenkopplungs-Regelung von Röhren, z. B. mit Heißleitern → Großstations-Empfänger, oder von Transistorschaltungen) im HF- und ZF-Teil des Empfängers zugeführt, wobei Störimpulse nicht zur Regelspannungsbildung beitragen sollen. Die Regelspannung wird i. allg. in einer ZF-Stufe mit hohem Pegel gewonnen und von rückwärts den vorderen Empfängerstufen zugeführt, u. U. mittels einer Schwelle verzögert auf die Eingangsstufe(n) des Empfängers, um dessen Rauschverhalten bei kleinen Signalen nicht zu verschlechtern. Der Regelrestfehler läßt sich leicht klein halten, wenn die Regelspannung, oder ein Teil davon, auch der nachfolgenden ZF- oder NF-Stufe zugeführt wird (Steuerung; Vorwärtsregelung). Innerhalb der Regelschleife sind Stabilitätsbedingungen gegen Selbsterregung zu erfüllen. Wie schnell der Abbau der Regelspannung bei kleiner werdendem Empfangssignal geschehen soll, hängt von der Betriebsart ab. Üblich sind etwa 0,1 s für Telegrafie, dagegen mehrere Sekunden bei trägerloser Einseitenband-Übertragung und bei Seitenbandregelung nach dem Trägerrest (→ Großstations-Empfänger). Die Angabe der Regelgeschwindigkeit erfolgt auch in dB/s. Sie ist von den auszuregelnden Pegelwerten abhängig.

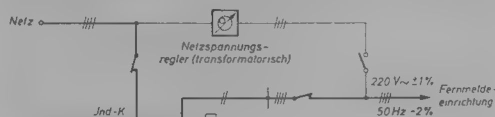
Literatur: Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Akad. Verl. Ges. Geest u. Portig, Leipzig 1959 — Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc. Graw — Hill Book Company, 1964 — Hölzler, Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, 1966.

Pils

Schwungradsynchronisation → Ablenktechnik.

Schwungradumformer mit ankuppelbarem Dieselmotor dienen zur Erzeugung einer unterbrechungsfreien Wechselspannung. Der Maschinensatz besteht aus dem Dieselmotor, der Induktionskupplung, dem Drehstrom- → Asynchronmotor, dem → Synchrongenerator und dem Speicherschwungrad. Als Dieselmotor wird ein luftgekühlter Fahrzeugmotor mit geregelter Kühlluftzufuhr verwendet. Zwischen Umformersatz und Dieselmotor liegt eine Induktionskupplung. Die Kupplung überträgt das Drehmoment durch magnetische Kraftfelder. Die Größe des übertragenen Drehmoments kann durch Ändern des Erregerstroms verändert werden. Wegen des einfachen Aufbaus wird als Antriebsmotor ein Drehstrom-Asynchronmotor verwendet. Die Spannung des Synchrongenerators wird durch Regelung konstant gehalten. Bei Drehstromgeneratoren werden die einzelnen Phasenspannungen zusätzlich durch einen nachgeschalteten dreiphasigen Wechselspannungsregler einzeln geregelt. Motor und Generator des Umformersatzes haben ein gemeinsames Gehäuse und eine gemeinsame Welle, die nur zweimal gelagert ist. Das Speicherschwungrad deckt bei Netzausfall mit seiner kinetischen Energie kurzzeitig den Leistungsbedarf für den Antrieb des Umformersatzes und startet den Dieselmotor. Der Umformersatz und der Dieselmotor sind auf einem gemeinsamen mit Federschwingungsdämpfer versehenen Grundrahmen montiert.

Bei der ersten Inbetriebsetzung wird der Dieselmotor mit Hilfe des Anlaßmotors gestartet und auf Nenndrehzahl gebracht. Danach werden durch den Dieselmotor mit Hilfe der langsam erregten Induktionskupplung das Schwungrad und der Elektromaschinensatz hochgefahren. Dann wird der Drehstrom-Asynchronmotor automatisch an die Netzspannung geschaltet. Er übernimmt den Antrieb des Synchrongenerators und des Schwungrades. Der Dieselmotor wird abgetrennt und von der Automatik stillgesetzt. Bei Netzausfall oder Ausfall einer Phase wird der



Schwungradumformer mit ankuppelbarem Dieselmotor.

Asynchronmotor vom Netz getrennt und der Dieselmotor gestartet. Über die Induktionskupplung wird der Dieselmotor durch das Speicherschwungrad hochgerissen. Der Anlaßmotor unterstützt diesen Vorgang. Nach Netzwiederkehr wird der Dieselmotor mit Hilfe der Induktionskupplung vom Umformersatz getrennt. Der Drehstrom-Asynchronmotor wird an die Netzspannung angeschlossen. Die Sch. mit ankuppelbarem Dieselmotor geben bei einer Netzspannung von 220 V + 10% bis −15% eine Generatorspannung von 220 V ± 1% mit einer Frequenz von 50 Hz ± 2% ab. Bei der DBP werden Sch. mit ankuppelbarem Dieselmotor als Wechselstromversorgungsanlagen für Richtfunkstellen eingesetzt.

Vetter

SCNA → plötzliche Ionosphärenstörungen.

SCOTICE → Seekabelnetz.

Scottschaltung → Schutzmaßnahmen.

SEA → plötzliche Ionosphärenstörungen.

SEACO 341. Korrosionsschutzanstrich für Eisen- und Stahlwaren, besteht aus Neopren und Aluminiumpulver.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

SEACOM → Seekabelnetz.

SECAM → Fernsehen 3.

Secam-Empfänger → Farbfernsehempfänger.

Sechsschritt-Code. Code, bei dem ein Telegrafierzeichen durch sechs Schritte dargestellt wird. Ein S. wird verwendet bei der → Kabelmux.

SÉCURITÉ → Sicherheitsmeldung.

See-Berufsgenossenschaft → Sicherheitszeugnis.

See-Erde → Seekabelspeisung.

Seefunkausschuß → Internationaler Seefunkausschuß.

Seefunkdienst, beweglicher. Ein internationaler beweglicher Funkdienst zwischen Küstenfunkstellen (KüFuSt) und → Seefunkstellen (SeeFuSt) oder zwischen SeeFuSt, wobei auch Funkstellen auf Rettungsbooten und -flößen teilnehmen können.

Der S. wird mittels Morse-Telegrafie von Hand oder maschinell sowie mittels Fernsprechen abgewickelt. Neuerdings kommen auch Fernschreib-, Faksimile- und andere Übertragungssysteme zum Einsatz. Die Verwendung von Satelliten wird vorbereitet.

Der S. benutzt die ihm durch die Vollzugsordnung für den Funkdienst (= Anhang zum Internationalen Fernmeldevertrag) zugewiesenen Lang-, Mittel-, Grenz-, Kurz- und Ultrakurzwellen (UKW); Langwellen werden jedoch nur noch wenig verwendet. Der Telegrafiefunkverkehr wird in den vorstehenden Frequenzbereichen, ausgenommen UKW, abgewickelt; der Sprechfunkverkehr wird auf Grenz-, Kurz- und Ultrakurzwellen durchgeführt. Es gibt Frequenzen für Sicherheitszwecke (z. B. Notfrequenzen), Anruffrequenzen für die Verbindungsherstellung und Arbeitsfrequenzen für die eigentliche Verkehrsübermittlung (→ Frequenz). Die Frequenzen sind den KüFuSt und SeeFuSt nach Verwendungszweck und z. T. nach Verwendungs(See)gebiet fest zugeteilt, wobei zwischen Land/Schiff-, Schiff/Land- und Schiff/Schiff-Frequenzen unterschieden wird. Die Frequenzen für Sprechfunk werden Sprechwege genannt; ein Sprechweg kann aus einer Frequenz (Simplex-Sprechweg) oder aus zwei, einander paarweise zugeordneten Frequenzen (Duplex-Sprechweg) bestehen. Im Sprechfunk wird das Ein- und das Zweiseitenband-Verfahren angewendet. Der S. auf UKW wird als UKW-Sprech-Seefunkdienst bezeichnet.

Eine KüFuSt besteht in der Regel aus einer Empfangsfunkstelle (EFuSt) und einer oder mehreren Sendefunkstellen (SFuSt), die, um Empfangsstörungen zu vermeiden, in gewisser Entfernung von der EFuSt errichtet sind.

In der BRD ist die EFuSt die eigentliche Betriebsstelle. Dort befinden sich die Arbeitsplätze mit den Empfangsgeräten, Morsetasten, Mikrofonen, Antennenschaltern usw., die notwendigen technischen Einrichtungen für die Verbindung mit dem öffentlichen Fernmeldenetz sowie die Empfangsantennen. Um die Empfangsverhältnisse für den Verkehr mit bestimmten Seegebieten zu verbessern, werden auch abgesetzte Empfangsanlagen verwendet. Bei den SFuSt befinden sich die Sender und die Sendeantennen; es werden Rundstrahl- und Richtantennen benutzt. Vielfach werden mehrere UKW-KüFuSt von einer Betriebsstelle fernbedient.

Über die Ausrüstung der SeeFuSt → Funkausrüstung der Schiffe.

Der S. umfaßt folgende Funkdienste bzw. folgenden Funkverkehr:

a) den Not-, Dringlichkeits- und Sicherheitsverkehr;

b) die besonderen Funkdienste für die Seeschiffahrt;

c) den öffentlichen Funktelegramm- und Gesprächsdienst;

d) den nichtöffentlichen Revier- und Hafenfunkdienst (international Hafenfunkdienst genannt) und anderen nichtöffentlichen Funkverkehr.

Soweit KüFuSt daran beteiligt sind, werden a)—c) in der BRD über die KüFuSt der DBP abgewickelt, der Revier- und Hafenfunkdienst (s. unter d) von KüFuSt, die im Auftrag der Schiffahrtsbehörden arbeiten.

Zu a) → Notverkehr, → Dringlichkeitsmeldung, → Sicherheitsmeldung.

Zu b) gehören das Vermitteln von ärztlichen Ratschlägen zwischen Schiffen, die keinen Arzt an Bord haben, und dem »Funkarzt« an Land, von nautischen oder Wetterauskünften zwischen Schiffen und den entsprechenden amtlichen Stellen an Land, das Aussenden von Wetterberichten, Zeitzeichen und nautischen Nachrichten sowie von Nachrichten für Seefahrer wie Wetterwarnungen (Sturm, Orkan, Hurrikan), Eisberichte, Nebelwarnungen, nautischen Warnnachrichten (z. B. über vertriebene Seezeichen, Treibminen) und die von einigen fremden KüFuSt verbreiteten Seuchenberichte der Weltgesundheitsorganisation. Ein besonderer Funkdienst ist ferner der → Pressefunkdienst für Seefahrer.

Über die Abwicklung der Dienste zu c) s. unten bei »Betriebsabwicklung«.

Der Revier- und Hafenfunkdienst (s. unter d) wird auf UKW durchgeführt; er ist auf die Übermittlung von Nachrichten über das Führen, die Fahrt oder Sicherheit von Schiffen oder in dringenden Fällen, über den Schutz von Personen beschränkt. In der BRD wird unterschieden zwischen dem nautischen und dem Sicherungs-Revier- und Hafenfunkdienst; ersterer dient der Hafenabfertigung einschl. Regelung des Lotseneinsatzes, letzterer der Radarberatung und Schiffslenkung ohne Radar. Anderer nichtöffentlicher Verkehr (s. unter d) ist z. B. der innerdienstliche Funkverkehr zwischen Behördenfahrzeugen und der Fangplatzfunkverkehr der Fischkutter.

Die KüFuSt der DBP sind Norddeich Radio, Elbe-Weser Radio und Kiel Radio; die beiden letzteren

sind zugleich Betriebsstellen für weitere angeschlossene fernbediente UKW-KüFuSt der DBP wie Hamburg Radio, Bremen Radio, Lübeck Radio usw. Es sind zuständig:

Norddeich Radio für den Verkehr auf Mittel- und Grenzwellen mit Schiffen in der Nordsee, auf Kurzwellen mit Schiffen in allen Seegebieten und auf UKW mit Schiffen im Küstennahgebiet der KüFuSt;

Elbe-Weser Radio für den Verkehr auf UKW mit Schiffen im Ostteil der Deutschen Bucht und den einmündenden Schiffahrtsstraßen sowie für den Notverkehr auf Mittel- und Grenzwellen mit Schiffen in der Elbe-Mündung;

Kiel Radio für den Verkehr auf Mittel- und Grenzwellen mit Schiffen in der Ostsee und auf UKW mit Schiffen im Westteil der Ostsee.

Alle 3 Betriebsstellen sind für den Verkehr in den genannten Frequenzbereichen ununterbrochen geöffnet; sie gehen Dauerwache auf den Not- und Anruffrequenzen 500 und 2182 kHz und auf der Anruf- und Sicherheitsfrequenz 156,8 MHz. Norddeich Radio ist außerdem nach besonderen Hörbereitschaftsplänen für Telegrafiefunk auf Kurzwellen ununterbrochen, für Sprechfunk auf Kurzwellen mit Unterbrechungen hörbereit. Bei fremden KüFuSt ist der Dienst ähnlich geregelt.

In der BRD werden wahrgenommen der Funkverkehr zu a) von Norddeich Radio und Kiel Radio (sofern er ihren Seenotbereich betrifft und mit Ausnahme des Notverkehrs in der Elbe-Mündung, für den Elbe-Weser Radio zuständig ist);

zu b) von Norddeich Radio und Kiel Radio, z. T. auch von den übrigen KüFuSt der DBP;

zu c) von allen KüFuSt der DBP.

Näheres hierüber ist im → Handbuch für den Dienst bei Seefunkstellen (Handbuch Seefunk) enthalten.

KüFuSt des nautischen Revier- und Hafenfunkdienstes sind z. B. Hamburg Port Radio, Bremerhaven Port Radio; eine KüFuSt des Sicherungs-Revier- und Hafenfunkdienstes ist z. B. Bremerhaven Radar Radio.

Im Rahmen des S. wird in der BRD auch der Funkverkehr mit dem → Peilfunknetz »Nordsee« ausgeführt. Die Abwicklung des S. wird international geregelt durch die Vollzugsordnung für den Funkdienst. Als Dienstbehelfe für den S. werden außerdem u. a. benutzt: die Vollzugsordnungen für den Telegrafendienst und für den Fernsprechdienst, die vom Generalsekretär der Internationalen Fernmelde-Union herausgegebenen Verzeichnisse der Küstenfunkstellen, der Seefunkstellen, der Ortungsfunkstellen und der Funkstellen für Sonderfunkdienste, die von der DBP herausgegebenen Dienstbehelfe Seefunkordnung, Handbuch Seefunk, Mitteilungen für Seefunkstellen, die Gebührenbücher für Telegramme und für den Fernsprechauslandsdienst.

Betriebsabwicklung: Der öffentliche Funktelegramm- und Gesprächsdienst wird in der BRD auf der Landseite über das öffentliche Fernmeldenetz abgewickelt, dem die KüFuSt angeschlossen sind (Telegrafen-, Gentex-, Telex- und Fernsprechnetz).

a) Funktelegrammdienst

Funktelegramme (Funk-Tel) an Schiffe auf See können bei jeder Tel-Annahmestelle oder fernmündlich bei jeder Tel-Aufnahme aufgegeben werden; von dort werden sie auf dem Telegrafenwählnetz (Tgw-Netz) an die KüFuSt geleitet. Über Telex ist auch unmittelbare Aufgabe bei den KüFuSt möglich. Schiffsbrieftelegramme (→ Funktelegramm) werden vom Aufgabeort als gewöhnliche Briefe zur KüFuSt befördert. In der Anschrift eines Funktel muß neben dem Namen oder der sonstigen Bezeichnung des Empfängers und dem Namen des Schiffes auch der Name der KüFuSt angegeben sein, die das Funk-Tel an das Schiff übermitteln soll.

Funk-Tel von See werden von den KüFuSt auf dem Tgw-Netz, dem Gentexnetz (Auslands-Tel) und — wenn vom Empfänger beantragt — auf dem Telexnetz weitergeleitet; Schiffsbrief-Tel werden dem Empfänger als gewöhnlicher Brief zugeführt.

b) Funkgesprächsdienst

Funkgespräche an Schiffe auf See sind bei der zuständigen Fernvermittlungsstelle (Fernamt) anzumelden. Diese gibt die Gesprächsanmeldungen an die zentrale Überleitvermittlungsstelle (ÜlVSt) für den Seefunkdienst in Hamburg (Kurzbezeichnung: ÜlVSt (Sfk) weiter, auf die sich die KüFuSt abstützen. Die ÜlVSt (Sfk) leitet die Anmeldungen an die betreffende KüFuSt.

Zugelassen sind gewöhnliche Gespräche, → XP-Gespräche, → V-Gespräche, → R-Gespräche (XP- und R-Gespräche nach See sind jedoch nicht zugelassen).

Bei der Anmeldung sind anzugeben: die genaue Bezeichnung des Schiffes, ggf. der Name der KüFuSt, über die das Gespräch nach den Angaben des Anmelders abgewickelt werden soll. Erwünscht sind außerdem das Rufzeichen und die Angabe des Seegebiets, in dem das Schiff fährt.

Für das Erfassen der gebührenpflichtigen Gesprächsdauer (→ Gesprächsdauer, gebührenpflichtige) ist die KüFuSt verantwortlich, die das ganze Gespräch beobachtet; sonst liegt die Betriebsführung bei der ÜlVSt (Sfk) in Hamburg.

Die angemeldeten Funkgespräche mit Schiffen erlöschen an dem auf die Anmeldung folgenden Tag um 24 Uhr.

Auch Verbindungen über KüFuSt im Ausland (z. B. Scheveningen Radio usw.) sind möglich.

Funkgespräche von See nach dem Inland werden von den KüFuSt in der Regel im Selbstwählferndienst abgewickelt; Gespräche nach dem Ausland werden über die ÜlVSt (Sfk) vermittelt.

Die Gebühren für Funk-Tel und Funkgespräche setzen sich zusammen aus den Küsten-, den Bord- und den Landgebühren, d. h. aus den Gebühren für die Tätigkeit der KüFuSt, für die Tätigkeit der SeeFuSt sowie die Telegrafen- bzw. Fernsprechgebühren für die Übermittlung auf dem Landwege. Während die Gebühren für Funk-Tel unabhängig sind von der Entfernung zwischen KüFuSt und SeeFuSt, richten sich die Gebühren für Funkgespräche nach der Entfernung

zwischen beiden Funkstellen oder nach dem verwendeten Frequenzbereich. Im S. der BRD wird bei Funkgesprächen auf Grenz- und Kurzwellen entfernungsabhängig nach 3 Seezonen unterschieden; bei UKW-Gesprächen wird eine einheitliche Küsten- und Bordgebühr und für den Landweg die übliche entfernungsabhängige Fernsprechgebühr erhoben. Für die im internationalen Seefunkverkehr (z. B. zwischen deutscher KüFuSt und fremder SeeFuSt) aufkommenden Gebühren und für die internationale Abrechnung ist die im Internationalen Fernmeldevertrag festgesetzte Münzeinheit der Goldfrank zu 100 Centimen (Wert 10/31 Gramm Gold bei einem Feingehalt von 0,900). Näheres über die Gebühren für Funk-Tel und Funkgespräche Gebührenbuch für Telegramme und → Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst.

SeeFuSt, für die bei der KüFuSt Funk-Tel und Funkgesprächsanmeldungen eingehen, werden, wenn zweckdienlich, sofort mit ihrem Rufzeichen bzw. Namen auf den Anruffrequenzen und darüber hinaus zu bestimmten Zeiten auf bestimmten Frequenzen in den Sammelanrufen gerufen; die betr. SeeFuSt fordern dann ihren Verkehr bei der KüFuSt ab. Neuerdings wird auch das Selektivrufverfahren, zunächst in der Richtung Land-Schiff, angewendet.

Der Funkverkehr im S. wird in der Regel durch unmittelbare Kontaktaufnahme zwischen den Funkstellen abgewickelt (Wechselverkehr). Verschiedene Länder haben aber für die SeeFuSt ihrer eigenen Nationalität auch einen einseitigen Funkverkehr eingerichtet; die Funk-Tel werden zu bestimmten Zeiten auf bestimmten Frequenzen mehrmals gesendet und gelten dann entweder als übermittelt oder müssen von den SeeFuSt bei nächster Gelegenheit bestätigt werden (Empfangsbestätigung). In der BRD wird dieses Verfahren angewendet, wenn SeeFuSt mit der Heimat-KüFuSt nicht unmittelbar verkehren können, weil sie z. B. in einem fremden Hafen liegen (Sendeverbot) oder weil ihre Sender zur Überbrückung der Entfernung zur KüFuSt nicht ausreichen.

Förster/Trommer

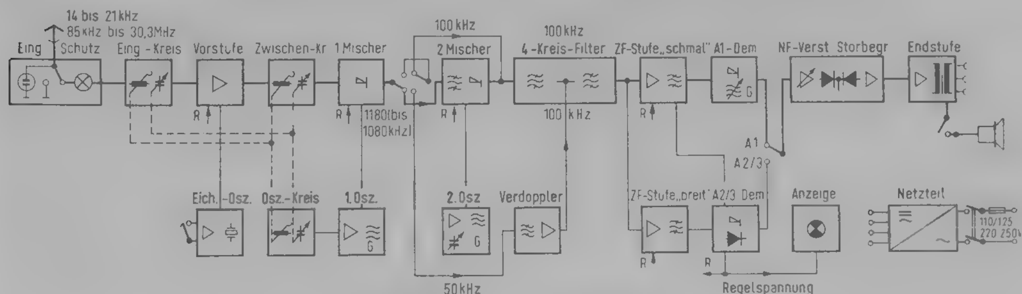
Seefunkempfänger. Empfangsbereich i. allg. 70 kHz bis 25 MHz (Langwelle < 540 kHz; Grenzwelle 1,6 bis 3,8 MHz; Kurzwelle in engen Frequenzbändern im 4; 6; 8; 12; 16; 22; 25-MHz-Bereich). Der S. stellt die Nachrichtenverbindung von Schiffen auf hoher See mit dem Festland und mit Schiffen her. Aufnahme von Gesprächen im Wählverkehr über Küstenfunkstellen, Handmorse- und Fernschreib-Sendungen; neuerdings Faksimile-Empfang von Wetterkarten; auch Einsatz für Seefunk-Notruf. Die Verwendung auf Schiffen ist spez. Einsatzfall für Allwellen-Empfänger, welche Bereich von max. 10 kHz bis 30 MHz überstreichen. Das Bild zeigt einen bisher im Seefunk eingesetzten Zweiseitenband-Empfänger. Seine typischen Kennzeichen: Großer Frequenzbereich, geeichte 100-kHz-Bereich-Feinabstimmung für > 1,5 MHz; 12 Drucktasten für Bereichswahl; feste Zuordnung von ZF-Bandbreite und Betriebsart zur Vereinfachung der Bedienung; Schutz des Eingangs vor hohen Senderspannungen auf dem gleichen Schiff. Die im Seefunk bereits eingeführte → Einseitenband-Übertragung setzt bei dem oben genannten Empfänger ein → Einseitenband-Zusatzgerät voraus, welches dann den Empfang von Einseitenband-Sendern mit Restträger erlaubt. *Pils*

Seefunker → Funker.

Seefunkfeuer → Funkfeuer.

Seefunkordnung vom 27. 7. 1964 (BAnz Nr. 141 vom 4. 8. 1964), geändert durch die VO vom 25. 3. 1966 (BAnz Nr. 61). Die → Seefunkstellen auf deutschen Schiffen, die vom Reeder aufgrund einer fernmelderechtlichen Genehmigung (§ 2 FAG) errichtet und betrieben werden und daher zur Gruppe der → privaten Fernmeldeanlagen (FMA) gehören, dienen nicht allein der Schiffssicherheit und der Erleichterung der der Schiffsführung obliegenden navigatorischen Aufgaben, sondern auch der Abwicklung des Nachrichtenverkehrs von Besatzungsangehörigen und Passagieren mit dem Land und mit anderen Schiffen. Sie sind daher FMA, die für den öffentlichen Verkehr bestimmt sind, d. h. jedermann zur Benutzung offenstehen.

Aufgabe der S. ist in erster Linie, die sich aus der Inanspruchnahme der Seefunkstellen für die Abwicklung des privaten Nachrichtenverkehrs ergebenden Rechtsbeziehungen zwischen DBP und den Benutzern zu regeln. Hierbei beschränkt sich die S. darauf, lediglich die von der Fernsprechordnung und Telegrafenordnung abweichenden Bestimmungen wiederzugeben, im übrigen aber auf die Regelungen



Blockschaltbild eines Seefunk-Empfängers.

in den beiden genannten Benutzungsverordnungen zu verweisen. Daneben werden von der S. noch eine Anzahl besonderer Funkdienste erfaßt, für die es wegen ihrer Gebührenpflicht der Aufnahme in eine Benutzungsverordnung bedurfte (Wetterberichte und Wetterwarnungen, Suchnachrichten zur Nachforschung nach dem Verbleib überfälliger Schiffe, ärztliche Beratung, Funkortung u. a.).

Literatur: Aubert, Die neue Seefunkordnung, ZPF 1964, S. 650.

Aubert

Seefunkprüfdienst und -abnahmedienst. Dienst der DBP beim Funkamt Hamburg mit Außenstellen in den größeren Häfen, der beauftragt ist, die See- und Ortungsfunkstellen der Schiffe technisch und betrieblich nach dem Fernmeldeanlagengesetz, der Funksicherheitsverordnung und den einschlägigen internationalen und nationalen Vorschriften über den Seefunkdienst zu prüfen. Zu den Aufgaben der Prüfbeamten gehört u. a. das Ausfertigen der Prüfbescheinigungen für die See-Berufsgenossenschaft zum Ausstellen der Funksicherheitszeugnisse für die funkausrüstungspflichtigen Schiffe.

Seefunkstelle. Bewegliche Funkstelle des → Seefunkdienstes an Bord eines nicht dauernd verankerten Seefahrzeuges (jedoch nicht auf Rettungsbooten und -flößen). Über die Ausrüstung einer S. u. die Pflicht zur Ausrüstung → Funkausrüstung der Schiffe.

Seefunkzeugnisse. Durch § 142 Abs. 3 des Seemannsgesetzes vom 26. 7. 1957 (BGBl. II S. 713) ist der BPMin ermächtigt worden, durch Rechtsverordnung Bestimmungen über den Erwerb der Befähigungszeugnisse für Seefunker zu erlassen. An dieser Verordnung fehlt es bisher. Die maßgebenden Bestimmungen über den Erwerb von S. finden sich vielmehr noch in den Bestimmungen vom 28. 9. 1953 in der Fassung vom 23. 2. 1956 (Amtsbl. Vf. Nr. 85/1956).

Die DBP stellt folgende S. aus:

a) S. für den Telegrafie- und Sprechfunkdienst

1. Seefunkzeugnis 1. Klasse
2. Seefunkzeugnis 2. Klasse
3. Seefunksonderzeugnis

b) S. für den Sprechfunkdienst

Allgemeines Seefunksprechzeugnis

Die S. a) 1. und 2. berechtigen zur Ausübung des Telegrafie- und Sprechfunkdienstes bei allen SeeFuSt; das S. a) 3. ist hinsichtlich des Telegrafiefunkdienstes auf bestimmte Gruppen von SeeFuSt beschränkt, berechtigt aber — wie das S. b) — zur Ausübung des Sprechfunkdienstes bei allen SeeFuSt. Welche SeeFuSt mit Inhabern der S. 1. oder 2. Klasse besetzt werden müssen (und mit wievielen), welche SeeFuSt mit Inhabern der übrigen S. besetzt werden dürfen, ergibt sich aus den Vorschriften über die → Gruppeneinteilung und Besetzung der SeeFuSt.

Seekabel, Seekabelaufbau. Allgemeines: Seekabel sind die durch Meere bzw. größere Binnengewässer führenden Verbindungsstrecken von Kabelanlagen. In ihrem grundsätzlichen Aufbau unterscheiden sie sich nicht von Landkabeln entsprechender Bauart. Der Aufbau berücksichtigt jedoch die örtlichen Verhältnisse, wie Wassertiefe und Bodenbeschaffenheit, den Schutz gegen mechanische Angriffe und die zusätzlichen Beanspruchungen bei der Kabellegung und Wiederaufnahme. Das ergibt für den äußeren S. eine Vielzahl von Kabelkonstruktionen. Es wird unterschieden zwischen dem konventionellen Seekabelaufbau (Bild 1),

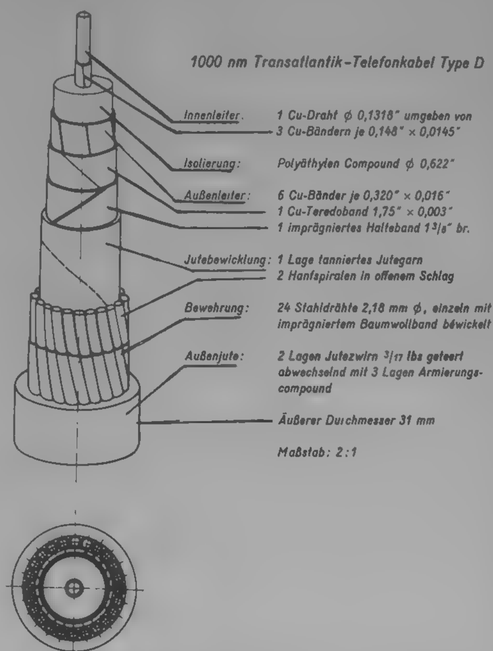


Bild 1. Seekabel mit äußerer Armierung (konventionelles Seekabel). Tiefseeausführung.

bei dem die äußere Armierung (Bewehrung) die bei der Kabellegung auftretenden Zugkräfte aufnimmt, und dem armierungslosen Kabel (Bild 2, 3) mit einem im Innenleiter liegenden Tragorgan. Grundgedanke des Aufbaus beim armierungslosen Kabel (Leichtgewichtkabel) ist die Nutzung des elektrisch bedeutungsvollen Gesamtquerschnitts für die Nachrichtenübertragung und des elektrisch unbedeutenden Innenleiterquerschnitts für die Aufnahme der Zugkräfte bei Legung und Reparatur.

1. Innenleiter. Der Innenleiter besteht bei herkömmlichen Seekabeln aus Kupferlitzenleitern verschiedener Bauart oder einem Kernrunddraht mit umgebenden Formdrähten bzw. -bändern oder massivem Kupferdraht. Die Kupferlitze wird mit Rücksicht auf die durch Verseilung und Verformung eintretende Widerstandserhöhung mit einer großen Schlaglänge verseilt (15- bis 20facher Litzendurchmesser). Bei Tiefseekabeln muß infolge der bei der Kabellegung auftretenden Zug- und Torsionsbeanspruchung die

Schlaglänge der Litze auf den etwa 8fachen Litzendurchmesser verkürzt werden, um die notwendige Elastizität in Längsrichtung zu erzielen. Die durch Verseilung und Verformung eintretende Widerstandszunahme wird durch größeren Kupferquerschnitt ausgeglichen. Zur Erzielung eines hohen Füllfaktors werden Drähte verschiedener Durchmesser bzw. Formdrähte verwendet. Für trägerfrequent ausgenutzte Fernsprechkabelanlagen werden Massivinnenleiter verwendet, die bei gleichem Durchmesser geringeren Gleichstrom- und Wechselstrom-Widerstand haben. Bei älteren Seekabelanlagen wurde zur Erhöhung der Induktivität der Kupferlitze eine spiralförmige Umwicklung mit einem hochmagnetischen Band oder Draht vorgenommen (Krarupkabel). Als Material wurden Silizium-Eisen, Eisen-Nickel-Legierungen (→ Permalloy und → Invariant), Eisen-Nickel-Karbonat-Legierungen (→ Perminvar) u. a. verwendet. Nach einer anderen Entwicklung wurde die Induktivitätserhöhung durch den Einbau von Spulen in bestimmten Abständen (Pupinkabel) erreicht.

Der Innenleiter des armierungslosen Kabels besteht aus einem Seil aus hochfesten Stahldrähten, das von einem längsgeschweißten (Bild 2) oder längsgefalzten (Bild 3) Kupferband, dem eigentlichen Leiter, umhüllt wird.

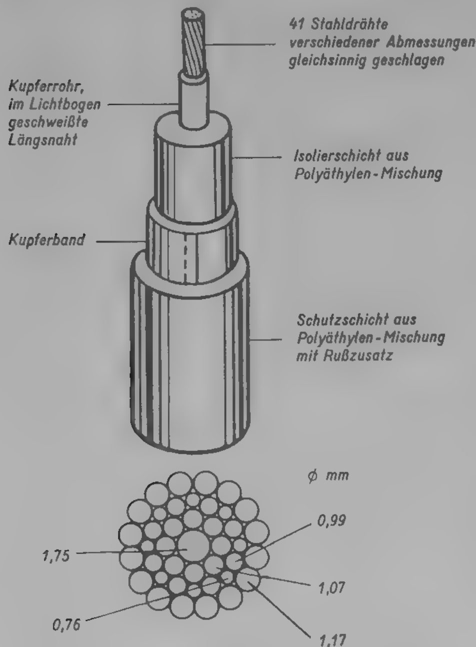


Bild 2. Armierungsloses Kabel (Light-Weight). USA.

2. Isolierung. Zur Isolierung der Adern wurden für ältere Seekabelanlagen Baumharze wie Kautschuk, → Guttapercha und → Balata verwendet, die aus mechanischen Sicherheitsgründen in mehreren Schichten von etwa 0,7 mm Wandstärke übereinander aufgebracht wurden. Durch Vorbehandlung und

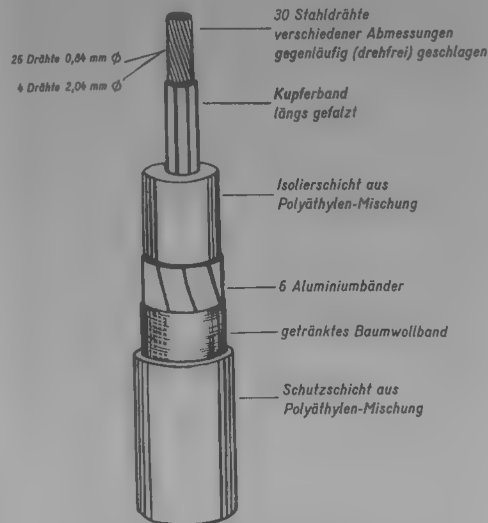


Bild 3. Armierungsloses Kabel (Light-Weight). England.

Mischung der Harze wurde von den „Bell Telephone Laboratories" und der „Norddeutsche Seekabelwerke AG" um 1930 der Isolierstoff → Paragutta mit besseren Eigenschaften entwickelt. Dielektrizitätskonstante ε: Guttapercha 3,0...3,5, Paragutta 2,6. Dielektrischer Verlustfaktor $\tan\delta$: Guttapercha 10^{-1}, Paragutta $3 \cdot 10^{-3}$. Daneben wurden wie in der Landkabeltechnik Faserstoffisolierungen aus Jutefasern, Baumwollband und Baumwollgarn mit darüberliegendem starkem Bleimantel verwendet. Auch die Papier-Luftraumisolierung aus einer mehrlagigen Papierumspinnung über einer spiralförmig aufgebrachten Papierkordel und die Styroflex-Wendel-Isolierung wurden für Seekabelanlagen benutzt (→ Styroflex-Bandwendelkabel). In diesen beiden Konstruktionen wurde das Problem der Längswasserdichtigkeit durch Stopfen, die in gewissen Abständen eingebracht wurden, gelöst. Durch die Weiterentwicklung der Kunststoffe wurden alle natürlichen Isolationsmaterialien durch → Polyäthylen (PE) verdrängt: Dielektrizitätskonstante ε: PE 2,3, Dielektrischer Verlustfaktor $\tan\delta$: PE $3 \cdot 10^{-4}$. In neuzeitlichen Seekabelanlagen wird PE, manchmal mit einer geringen Beimischung von Butylkautschuk, verwendet.

3. Außenleiter. Telegrafenseekabel werden in Einfachleitung verlegt. Die See und zum geringen Teil die Bewehrung dienen als Rückleiter. Bei Fernsprechseekabeln fließt infolge des Skin-Effektes bei höheren Frequenzen der Rückstrom so sehr in Kabelnähe zusammen, daß ein Kupferrückleiter (Außenleiter) erforderlich ist. Als Außenleiter werden blanke Kupferbänder mit einer Schlaglänge vom

15fachen Aderdurchmesser mit darüberliegendem Teredoschutzband gewählt oder ein längslaufendes Band überlappend aufgebracht. Die Abmessungen der Außenleiterbänder sind abhängig vom Aderdurchmesser und der Betriebsfrequenz des Kabels. Der Teredoschutz besteht aus einem dünnen Messing- oder Kupferband, das überlappend aufgewickelt und mit einem Halteband gesichert wird, um ein Anbohren der Aderisolation durch Bohrwürmer (→ Teredowurm) zu verhindern. Beim armierungslosen Fernsprechseekabel besteht der Außenleiter aus einem in Längsrichtung um die Isolierung gelegten Kupferband. Er hat geringere elektrische Verluste als ein Außenleiter aus verseilten Bändern.

4. Abschirmung, Druckschutz. Küstenkabelabschnitte, die im Störbereich anderer Kabel oder von Funkstationen gelegt werden, sind durch eine zusätzlich aufgebrachte Abschirmung magnetisch geschützt. Die Abschirmung besteht aus in mehreren Lagen übereinandergewickelten Eisenbändern (Armco-Band) oder aus einem Bleimantel. Tiefseekabel erhielten früher über der Ader spiralförmig aufgewickelte Stahldrähte oder Eisenbänder als Druckschutz gegen den Wasserdruck, soweit sie eine zusammenpreßbare Isolierung besaßen.

5. Jutebewicklung. Die innere Jutebewicklung besteht aus imprägniertem Gewebeband oder getränktem Papier und darüberliegenden Lagen imprägnierter Jute. Sie ergibt zwischen den Adern und den Bewehrungsdrähten ein weiches Polster. Für die Imprägnierung werden Baumsäfte (Catechou), Teere, Bitumen oder verrottungshemmende Chemikalien verwendet. Die Schlaglänge der Bewicklung beträgt gewöhnlich das $^1/_4$- bis $^1/_3$fache der Schlaglänge der Bewehrung. Die Bewicklung darf beim Aufbringen der Bewehrung nicht aufdrehen. Sie wird daher mit einer zusätzlichen offenen Haltespirale versehen. Beim armierungslosen Kabel tritt an die Stelle einer Bewicklung über dem Außenleiter ein geschlossener Kunststoffmantel aus rußhaltigem Niederdruck-PE.

6. Bewehrung. Dem Aufbau der Bewehrung wird beim S. besondere Bedeutung beigemessen. Er richtet sich nach den bei der Kabellegung bzw. -aufnahme auftretenden Zug- und Torsionsbeanspruchungen, der Bodenbeschaffenheit und den zu erwartenden mechanischen Angriffen durch Schiffsgeschirre und Fischereischleppnetze. Für die Bewehrung (Armierung) werden feuerverzinkte Eisen- bzw. Stahldrähte, früher auch Formdrähte, verwendet, die in Tränkmassen und Jutebewicklungen eingebettet oder gegen Abrieb durch Kunststoffüberzüge geschützt werden. Zur Kennzeichnung der Festigkeitseigenschaften der Bewehrungsdrähte wurde der Begriff Reißlänge in Wasser eingeführt.

Sie ist: $$L = \frac{\sigma \cdot 1000}{\gamma - 1} \quad [\mathrm{m}]$$

und ergibt bei dem spezifischen Gewicht für Stahldrähte $\gamma = 7.6$ und dem 2fachen Sicherheitszuschlag für eine Legetiefe von etwa 3000 m eine Mindestbruchfestigkeit $\sigma = 40$ [kp/mm²], Legetiefe von etwa 7500 m eine Mindestbruchfestigkeit $\sigma = 100$ [kp/mm²]. Für Tiefseekabel werden daher Stahldrähte mit etwa 100 bis 150 [kp/mm²] Bruchfestigkeit verwendet, die früher zur Gewichtsersparnis mit getränktem Nesselband umwickelt (getapt) wurden. Sie werden mit einer Schlaglänge vom 15- bis 18fachen des Kabeldurchmessers aufgebracht. Flachseekabel werden mit Eisendrähten von etwa 40 bis 50 [kp/mm²] Bruchfestigkeit aufgebaut, deren Schlaglänge das etwa 10- bis 12fache des Kabeldurchmessers beträgt. Um die Bewehrungsdrähte torsionsfrei aufzubringen, werden sie mit einer Rückdrehung von 360° verseilt (torsionsfreie Kabel). Besonders gefährdete Seekabelabschnitte werden durch eine doppelte Bewehrung mit Jutezwischenpolster geschützt. Landungsenden auf felsigem Untergrund oder in Gebieten mit Eisberggefahr werden mit einer zweiten Kurzschlagbewehrung und gegebenenfalls mit einer dritten Schutzbewehrung versehen (Eisbergkabel). Verschiedene Bewehrungsarten s. Bild 4.

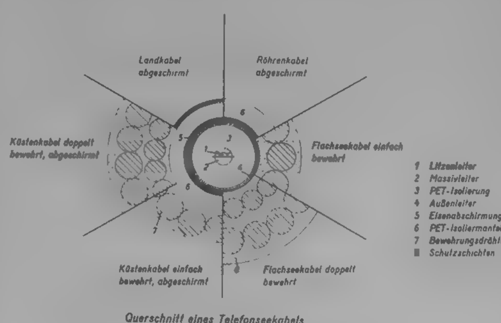


Bild 4. Verschiedene Bewehrungsarten beim Seekabel mit äußerer Bewehrung.

7. Äußere Jutebewicklung. Die äußere Bewicklung hat die Aufgabe, in geringem Umfang einen zusätzlichen Korrosionsschutz für die Bewehrungsdrähte zu bilden. Sie soll hauptsächlich dem Kabel einen festen Halt auf der Auszugsscheibe der Bewehrungsmaschine und auf der Bremstrommel bei der Kabellegung geben. Für die äußere Jutebewicklung der Seekabel werden gezwirnte, feste Jutegarne, → Hessiansband oder → Schiemannsgarn verwendet. Als Compound (Tränkmasse) werden Mischungen aus Teer, Pech, Trinidad-Asphalt oder Bitumen unter, zwischen und über den Jutelagen aufgebracht. Die Erweichungspunkte der Tränkmassen müssen den Temperaturverhältnissen im jeweiligen Legegebiet angepaßt sein.

8. Seekabeltypen. Um den Bewehrungsaufbau zu kennzeichnen, wurden schon früher Typenbezeichnungen eingeführt. Sie wurden aus den Anfangsbuchstaben der englischen Kabelbezeichnungen entnommen, etwa 1890 international vereinheitlicht, später jedoch von den einzelnen Telegrafen-Gesellschaften nicht einheitlich weitergeführt. Die nachfolgende Aufstellung der Seekabeltypen gibt nur eine zusammenfassende Übersicht:

Bezeichnung	Kabeltyp	Verlegetiefe (m)	bevorzugte Bewehrungsdrahtstärke (mm ⌀)
Küstenkabel oder schweres Zwischenkabel	A	... 500	7,62/8,64/9,65
Zwischenkabel oder schweres Übergangskabel	B	100...1500	5,15/5,08/4,88 4,57/4,19/3,76
Übergangskabel	C	500...2000	3,40/3,05
Tiefseekabel	D,H	ab 1000	2,80/2,41/2,34 2,23/2,18/2,11
Flachseekabel oder schweres Zwischenkabel	E	...800	7,21/7,01/6,58 6,40/6,05/5,59
Landungskabel für felsigen Boden	G		doppelt armiert A über E
Eisbergkabel	J		dreifach armiert E über E über D
Küstenkabel	AA AB	...150	doppelt armiert

Bei doppelter oder dreifacher Bewehrung wird z. B. die Typenbezeichnung »EB = E-Bew über B-Bew« angewendet, oder auch alle mehrfach bewehrten Kabel werden zu der Typenbezeichnung AA oder AB zusammengefaßt. Erdungskabel werden in modernen Fernsprechseekabelanlagen verwendet und sollen die Fernspeiseeinrichtung der Unterwasserverstärker mit einer Erdungsplatte verbinden. Zur Vermeidung von elektrolytischer Korrosion im Gleichstromfeld der Erdungsplatte werden die Bewehrungsdrähte in gewissen Abständen unterbrochen und gegeneinander isoliert. *Weckmüller*

Seekabelbetriebsgesellschaften. Während früher aus technischen Gründen nur Telegrafie betrieben wurde, zählen heute Telefonie, Telegrafie, Fernschreib- und Datenverkehr sowie verschiedenste Sonderzweige zu den Haupttätigkeiten der S. Wichtige S.:

American Telephone and Telegraph Company, New York (ATT). Obwohl schon 1885 gegründet, wurde sie erst ab Anfang der 50er Jahre als S. tätig. Die ATT betreibt das größte Fernsprechnetz innerhalb der USA (ca. 80%, auch als Bell-System bekannt) und verfügt über Produktions- (Western Electric) und Forschungszentren (Bell Laboratories). Sie entwickelten die Seekabel mit Polyäthylen(PE)-Isolierung und die Unterwasserverstärker mit Langlebensdauerröhren (künftig mit Transistoren). Heute betreibt die ATT, teilweise in Gemeinschaftseigentum mit anderen Privatgesellschaften und Fernmeldeverwaltungen, 4 Seekabel über den Nordatlantik (TAT 1–4) und nach den Bermuda-Inseln, ferner ein Netz im pazifischen Raum mit 2 Kabeln nach Hawaii und eine Verbindung nach den Philippinen und Japan (TRANSPAC). Ein Netz führt in den karibischen Raum nach Jamaica, Panama, Puerto Rico, Venezuela und im Nordpazifik nach Alaska. Es bestehen Pläne für den Nord-, Mittel- und Südatlantik, u. a. für ein Nordatlantik TAT 5-Kabel mit transistorisierten Verstärkern und 720 Kanälen. Das derzeitige Netz hat eine Länge von 36.865 sm und wurde in den 8 Jahren von 1956 bis 1964 erstellt. Hierfür wurden Produktions- und Forschungszentren errichtet sowie ein Kabellegeschiff (Long Lines) gebaut. Die ATT hat sich in die Nachrichtensatellitentechnik eingeschaltet und betreibt, besonders im nordatlantischen Raum, verschiedene Verbindungen.

Cable and Wireless Ltd., London. Cable and Wireless entstanden 1929 aus dem Zusammenschluß der britischen Kabel- und Funkgesellschaften (insbesondere Eastern and Western System und Marconi). Eastern and Western verfügten seinerzeit über das größte konventionelle Seekabelsystem rund um die Erde, das heute durch die neue Technik seine Bedeutung verloren hat. Aus diesem Grund haben sich Cable and Wireless mit den anderen Ländern des Commonwealth seit Ende der 50er Jahre zusammengetan, um ein modernes System neuester Light-Weight-Kabel (Leichtgewichtkabel) zu errichten. Hiervon sind die Verbindungen nach Kanada (CANTAT) und im Pazifik die Verbindung Kanada–Hawaii–Neuseeland–Australien (COMPAC) sowie Australien – Guam – Hongkong – Singapur (SEACOM) fertiggestellt. Weitere Verbindungen sind in Vorbereitung. Daneben wird noch ein Teil des konventionellen Seekabelnetzes betrieben, insbesondere in den Gebieten, wo keine neuen Seekabelverbindungen bestehen (u. a. Südamerika, Südafrika, Indischer Ozean, Mittelmeer etc.). Die Aktien der Gesellschaft gingen 1947 in den Besitz des Staates über.

Canadian Overseas Telecommunication Corporation, Montreal (COTC). Diese staatliche kanadische Gesellschaft entstand 1950 aus der Verstaatlichung der britischen Cable and Wireless Funk- und Kabelstationen in Kanada. Über sie wird der Nachrichtenverkehr Kanadas sowohl über Seekabel und Funk als auch über Nachrichtensatelliten abgewickelt. Die COTC befaßte sich auch mit der Erstellung moderner Seekabelsysteme und ist mit der britischen Gesellschaft an CANTAT (1961) im Nordatlantik und mit der großen Nordischen Telegraphengesellschaft Kopenhagen (GNT) an ICECAN (Island—Grönland—Kanada) beteiligt (1962). Sie ist Miteigentümerin am COMPAC-System im Pazifik und hat Mietkanäle in anderen Systemen zur Verfügung.

Compagnie Française des Câbles Sousmarins et de Radio, Paris. Die Gesellschaft verlegte Ende des 19. Jahrhunderts mehrere Seekabel im Nordatlantik nach den USA und nach Afrika, die durch die modernen Seekabel, an denen die französische Post- und Telegrafenverwaltung Miteigentümerin ist, bedeutungslos geworden und aufgegeben sind. Auch die Verbindungen mit Algerien werden von der französischen Post- und Telegrafenverwaltung betrieben. Die Gesellschaft befaßt sich zur Zeit zusammen mit dem Staat Israel mit der Erstellung einer modernen Seekabelverbindung von Marseille nach Tel Aviv und betreibt ein herkömmliches Seekabel von Dakar nach Südamerika. Sie hat ferner Mietleitungen auf den Nordatlantikstrecken.

Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft, Köln (DAT). Die Gesellschaft wurde 1899 gegründet und verlegte Seekabel im Nordatlantik nach New York sowie Spanien und Großbritannien (Anschluß an das Netz von Cable and Wireless). Sie verlor im ersten Weltkrieg alle wesentlichen Verbindungen durch Enteignung. Nach dem ersten Weltkrieg wurde eine neue Seekabelverbindung nach den Azoren (Anschluß

an Western Union und Commercial nach USA) erstellt; aus den Stümpfen von in der Nordsee liegenden Tel-Kabeln und aus Vorratsbeständen bzw. Neufertigungen wurde ein neues Emden-Vigo-Kabel zusammengebaut. Die erneuten Verluste im zweiten Weltkrieg warfen die Gesellschaft wieder zurück. Das Azorenkabel wurde im Kanal von Kriegsgegnern geschnitten und nach dem Krieg nach Cherbourg eingeschleift, war dann später wieder für kurze Zeit von der DAT genutzt und wurde Ende 1962 endgültig aufgegeben. Auch das Vigo-Kabel wurde in der Doverstraße von Kriegsgegnern geschnitten und 300 sm davon aufgenommen. 1951 begann die Wiederinbetriebsetzung durch Ersatz der fehlenden Stücke. Ende 1968 wurde es aufgegeben. Dafür hat die DAT jetzt Eigentum am Transatlantikkabel (TAT) 4, und zwar 3 Stromkreise mit Fernsprechbandbreite. Sie ist eine reine Seekabelgesellschaft, deren Kapital zur Mehrheit bei einem westdeutschen Versicherungskonzern (Gerling) liegt.

Det Store Nordiske Telegraf Selskab, Kopenhagen (Große Nordische Telegraphengesellschaft, GNT). Diese Gesellschaft, die bereits 1869 gegründet wurde, besitzt ein konventionelles Seekabelnetz in der Nord- und Ostsee, das in den letzten Jahren durch moderne Seekabel mit Unterwasserverstärkern und Erweiterungen im Nordatlantik ergänzt worden ist. Es bestehen von Dänemark aus Verbindungen mit Großbritannien, Norwegen, Schweden, Finnland, Polen und der Sowjetunion. Ferner besitzt die Gesellschaft ein altes Seekabel im Pazifik von Wladiwostok nach Japan, das über Landlinien durch die Sowjetunion mit dem übrigen Netz verbunden ist. Daneben hat sie sich, zusammen mit der COTC, an der Herstellung der ICECAN-Seekabelanlage im Nordatlantik, und zusammen mit Großbritannien an SCOTICE (Schottland-Island) beteiligt. Im Auftrag der Gesellschaft wurde 1969 ein Fernsprechseekabel mit Seekabelverstärkern zwischen der Sowjetunion und Japan gelegt.

International Telephone and Telegraph Company World Communications, New York (ITT). Die ITT ist ein amerikanischer Konzern der Elektroindustrie, der sich mit Tochtergesellschaften in der ganzen Welt (in Europa meist unter dem Namen Standard, in Deutschland Standard Elektrik) auf vielen Gebieten betätigt, neuerdings im Zuge der »Diversification« auch in anderen Bereichen (Rundfunk, Fernsehen, Autovermietung usw.). Sie entstand in den 20er Jahren aus dem Zusammenschluß verschiedener Nachrichtenbetriebsgesellschaften und hat unter ihrem Generaldirektor Behn viele andere Gesellschaften in aller Welt aufgebaut. Sie besitzt über ihre Tochtergesellschaft All-America-Cables ein ausgedehntes konventionelles Seekabelsystem im süd- und mittelamerikanischen Raum und über ihre Tochtergesellschaft Commercial Cable Company ein ausgedehntes konventionelles Seekabelnetz im Nordatlantik. Über ein modernes Seekabel verfügt die Tochtergesellschaft Radio Corporation of Puerto Rico von Miami nach Puerto Rico. Die Funkinteressen werden von der Mackay Telegraph Co. wahrgenommen, die nach vielen Ländern der Erde Funkverbindungen unterhält.

Italcable (Servizi Cablografici, Radiotelegrafici e Radioelettrici), Rom. Über Italcable wird der internationale Nachrichtenverkehr Italiens auf Kabel- und Funkwegen und über Nachrichtensatelliten abgewickelt. Die Gesellschaft entstand aus dem Zusammenschluß der neuen Kabelgesellschaft Italcable, die 1921 gegründet wurde und konventionelle Seekabel von Rom nach Spanien, Portugal, Belgien, den Azoren (Anschluß nach den USA) und nach Südamerika (bis Buenos Aires) verlegte und der 1923 gegründeten italienischen Funkgesellschaft Italo Radio. Der endgültige Zusammenschluß erfolgte im Laufe des zweiten Weltkrieges. Die Gesellschaft betreibt weltweiten Nachrichtenverkehr aller Art (Telefonie, Telegrafie, Fernschreibverkehr, Datenübertragung usw.). Das konventionelle Seekabelnetz wird noch benutzt, weil nach Südamerika noch keine modernen Seekabel verlegt sind. Die Gesellschaft — ursprünglich als Privatgesellschaft gegründet — wird über den Mehrheitsbesitz staatlicher Konzerne vom Staat beherrscht.

Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd., Tokio. Die Gesellschaft wurde 1953 gegründet. Sie betreibt den internationalen Nachrichtenverkehr Japans (u. a. Telegrafie, Telefonie, Fernschreibverkehr, Mietleitungen) über Seekabel und Funk und ist am Verkehr über Nachrichtensatelliten interessiert. Sie ist mit der ATT zusammen Miteigentümerin des neuen Transpazifikkabels Hawaii—Japan und besitzt ein eigenes Kabelreparaturschiff.

South Atlantic Cable Company. Die Gesellschaft wurde erst in den 60er Jahren für den Bau eines modernen Südafrikakabels von Lissabon über die Kanarischen—Kap Verdischen Inseln, Ascension nach Kapstadt (rd. 6000 sm) gegründet. Das Kabel ist 1969 in Betrieb genommen worden. An der Gesellschaft ist die südafrikanische Entwicklungsgesellschaft zu 65% und der ITT-Konzern zu 35% beteiligt.

Western Union International Inc., New York. Die Gesellschaft entstand erst 1963 anläßlich der durch die amerikanische Antitrustgesetzgebung erzwungenen Trennung des internationalen Netzes von der Western Union Telegraph Company, die das gesamte inneramerikanische Telegrafienetz betreibt, das seinerseits wieder durch viele Zusammenschlüsse mit anderen Gesellschaften entstand. Die Gesellschaft betreibt weltweiten Nachrichtenverkehr (u. a. Telegrafie-, Daten- und Fernschreibverkehr) über Seekabel und Nachrichtensatelliten, vorwiegend auf gemieteten Verbindungen im Nordatlantik und Pazifik. Sie besaß bei ihrer Gründung ein größeres konventionelles Seekabelnetz im Nordatlantik, das inzwischen durch die moderneren und leistungsfähigeren Seekabel zum größeren Teil, bis auf die Verbindung nach den Azoren (Anschluß an Italcable), aufgegeben worden ist. *Horatz*

Seekabelfabriken sind Produktionsanlagen für die Herstellung von Seekabeln, insbesondere für die Fertigung von transozeanischen, trägerfrequent betriebe-

nen Nachrichtenseekabeln. Sie verfügen über das notwendige Fachpersonal, sind ausgestattet mit allen erforderlichen Maschinen und Einrichtungen für das Herstellen, Prüfen, Lagern und Verladen der Kabel und liegen in unmittelbarer Nähe einer mit hochseetüchtigen Kabelschiffen befahrbaren Wasserstraße. Zumeist besteht eine mittel- oder unmittelbare Zusammenarbeit mit Unterwasserverstärkerfabriken, die die für transozeanische Trägerfrequenzfernsprechkabel erforderlichen Unterwasserverstärker und -entzerrer sowie gegebenenfalls die Endeinrichtungen liefern. In der Regel sind mit den Seekabelfabriken Seekabellege- und -reparaturbetriebe verbunden, die mit eigenen Kabelschiffen oder gecharterten und als Kabelschiff ausgerüsteten fremden Schiffen alle vorkommenden Seekabellege- und -reparaturarbeiten ausführen können. Die unständige Beschäftigungslage jeder Seekabelfabrik macht die Zusammenfassung der Seekabelfertigung mit anderen, z. T. artverwandten Produktionen (Landkabel, Hochspannungskabel, Isoliermaterialien, Kunststoffverarbeitung u. ä.) notwendig. Die Jahresproduktionskapazität einer Seekabelfabrik beträgt etwa 2000 bis 4000 sm Kabel. Es gibt nur wenige Seekabelfabriken auf der Welt. Zu ihnen gehören (Stand Juli 1967):

Deutschland: Norddeutsche Seekabelwerke AG (NSW), Nordenham, am linken Ufer der Unterweser. Besitzverhältnisse: 50% Siemens, 50% Felten & Guilleaume. Eigenes Kabelschiff »Kabel-Jau«.

Frankreich: Société Les Cables de Lyon (CdL), Lyon, Seekabelfertigung im Werk Calais am Ufer des Ärmelkanals. Besitzverhältnisse: 100% Cie Générale d' Electricité (CGE), Paris.

Großbritannien: Standard Telephones and Cables Ltd. (STC), London. Seekabelfertigung im Werk Southampton am Sole Water, einer Bucht der englischen Kanalküste. Besitzverhältnisse: 100% International Telephone and Telegraph Company World Communications (ITT), New York. Submarine Cables Ltd. (SCL), London. Seekabelfertigung in den Ocean Works in Erith und in den Telcon Works in Greenwich, beide am rechten Themseufer. Besitzverhältnisse: 100% Associated Electrical Industries Ltd., London.

Japan: Nippon Ocean Cable Company Ltd., Tokyo. Seekabelfertigung im Werk Yokohama am Ufer der Tokyo-Bay. Besitzverhältnisse: 33,7% Furukawa, 33,7% Sumitomo, 25,0% Fujikura, 7,6% andere Kabelhersteller.

USA: Simplex Wire and Cable Company, Cambridge/Mass. Seekabelfertigung der Submarine Cable Division in Newington bei Portsmouth/New Hampshire am Ufer des Piscataqua-River nahe der Atlantikküste. Besitzverhältnisse: ca. 50% des Aktienkapitals Morss, Rest zahlreiche Kleinaktionäre. Western Electric Company Inc., New York N. Y. Seekabelfertigung in den Baltimore Works am Ufer des Patapsco-River nahe der Atlantikküste. Besitzverhältnisse: 99,83% beim Großaktionär American Telephone und Telegraph Company (ATT), New York.
Nelle

Seekabelfertigung.

1. Innenleiterherstellung. Der Litzen-Innenleiter des Telegrafenseekabels wurde auf normalen Horizontal- oder Vertikal-Verseilmaschinen hergestellt. Einzeldrähte wurden mit Silberlot verbunden. Umwicklungen aus Materialien hoher Anfangspermeabilität (z. B. → Permalloy oder → Perminvar) wurden auf Spezialmaschinen mit schnelllaufenden Band- oder Drahtwicklern aufgebracht (s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929). Die Innenleiter des herkömmlichen Fernsprechseekabels werden wegen der hohen elektrischen Anforderungen mit kleinen mechanischen Toleranzen abweichend von der Fertigung anderer Kabelarten hergestellt. In einem temperaturstabilisierten Fabrikationsraum werden während eines Umwickelvorganges des Innenleiters die Kupferoberfläche gereinigt und der Mittelwert des Durchmessers, die Durchmesserschwankung, die Ovalität und der Gleichstromwiderstand bestimmt. Darüber hinaus wird der Durchmesser des Drahtes während des Umwickelprozesses fortwährend gemessen und auf einem Schreibstreifen aufgezeichnet. Innenleiterverbindungsstellen werden mit Silberlot elektrisch hartgelötet. Personal und Maschinen müssen hierfür »Qualifikations«-Prüfungen ablegen. Der Innenleiter wird zu Fertigungslängen von etwa 22 bis 33 km je nach Durchmesser bzw. Kabeltype zusammengestellt. Der Innenleiter des Leichtgewichtkabels wird abweichend hiervon gefertigt. Das in seinem Zentrum liegende Stahlseil wird auf Korb- oder Rohrverseilmaschinen in Tandemanordnung hergestellt. Alle Drähte werden nach ihren Durchmessern sortiert und dementsprechend im Seil symmetrisch angeordnet. Die weitere Fertigung verläuft wie folgt: Das Seil wird in zwei aufeinanderfolgenden Preßlagern geformt. Der Innenleiter ist als längslaufendes Kupferband auf das Seil aufgebracht. Weichgeglühtes Kupferband steht nur in verhältnismäßig kurzen Längen zur Verfügung; es wird daher aus mehreren Stücken schräg zur Bandachse im Argonarc-Verfahren zusammengeschweißt. Die fertige Naht wird verdichtet und geglüht. Damit beim Schweißen des Bandes die Gesamtanlage ohne Unterbrechung weiterlaufen kann, ist ein Bandspeicher vorgesehen, der ein Mehrfaches der von der Rohrformmaschine während des Schweißvorganges benötigten Länge aufnimmt. Danach erfolgt die Entfettung des Bandes in einer Trichloräthylendampfwaschanlage. Die kontinuierliche Messung und Aufzeichnung der Banddicke wird mit Hilfe eines radioaktiven Strahlers vorgenommen. Die Bandkanten werden in einer Kreisschere besäumt. Die Formung des Kupferbandes um das Stahlseil erfolgt in einer Rohrformmaschine. Die Herstellung einer kontinuierlichen Längsschweißnaht wird im Argonarc-Verfahren vorgenommen. Dann wird eine kontinuierliche Prüfung der Dichtigkeit des geschweißten Rohres und eine Verringerung des Rohrdurchmessers in einer Rohrreduzieranlage durchgeführt, so daß das Rohr fest auf dem Stahlseil aufliegt. Das Messen und Eindrükken des Kupferrohres in die Zwickel des Seiles mit Hilfe eines rotierenden Hartmetall-Ziehsteines und

die Waschung und nochmalige Prüfung des fertig geformten Innenleiters auf Dichtigkeit schließen den Vorgang ab. Am Ende der Fertigungsstufe befinden sich ein Durchmessermeßgerät und ein genauer Längenzähler. Ein Raupenabzug und ein zugkraftgesteuerter Wickler schließen die Anlage ab, die in allen Teilen für die fortlaufende Fertigung von 20 sm-Verstärkerfeldern eingerichtet ist.

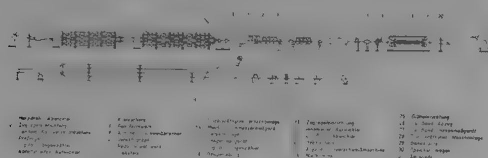


Bild 1. Innenleiterfertigung für armierungs- (bewehrungs)-loses Seekabel, schematisch.

2. Aderfertigung. Naturstoffisolierungen bei Telegrafenseekabeln wurden auf Maschinen hergestellt, wie sie später auch für die Gummiverarbeitung üblich waren. Es wurden gewöhnlich zwei oder drei Überzüge in einem oder mehreren Arbeitsgängen aufgebracht (s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausgabe 1929, Guttaperchakabel).

Die Aderfertigung des herkömmlichen Fernsprechseekabels unterscheidet sich nicht von der Fertigung anderer kunststoffisolierter Kabel. Die Unterschiede sind große Fertigungslängen, große Isolierungswanddicken und hohe Genauigkeit. Diese Eigenarten erfordern vom Normalen abweichende Abmessungen und Ausrüstungen der Anlage. Zwei zugkraftgesteuerte Abwickler beliefern über einen Speicher wechselweise den Extruder kontinuierlich mit Innenleiter. Eine mit zwei Rillenscheiben versehene Maschine, Abzugsgeber genannt, bestimmt die Laufgeschwindigkeit des Leiters durch die Pressenstraße. Es folgt ein Durchmesserregistriergerät und eine induktive Leitervorheizung. Das Isoliermaterial, → Polyäthylen mit verschiedenen Zusätzen, wird mit Hilfe einer elektrisch beheizten Schneckenpresse auf den Leiter aufgebracht. Um zu vermeiden, daß mit dem Leiter Luft in den Pressenkopf eintritt, und zur Verbesserung der Haftfestigkeit der Isolierung auf dem Leiter, ist dem Kopf eine Vakuumkammer vorgeschaltet. Die Schneckendrehzahl und die Temperaturen der Presse sind mit elektrischen Reglern konstant gehalten. Der nach der Presse folgende Kühltrog ist bei Seekabelpressenstraßen wegen der großen Isolierungswanddicken besonders lang und in mehrere Stufen mit fallenden Temperaturen unterteilt. Auf den Kühltrog folgt der Abzug, der durch die Zugkraft in der Ader zwischen Abzugsgeber und Abzug geregelt wird. Beim Verlassen des Spritzkopfes vor dem ersten Kühltrog wird der Durchmesser der noch plastischen Aderisolierung optisch gemessen. Der Meßwert wird mit einem Sollwert verglichen, der von einer am Ende der Kühlstrecke angebauten Kapazitätsmeßeinrichtung eingegeben wird. Der Unterschied der beiden Werte wird für eine automatische Regelung der Durchlaufgeschwindigkeit herangezogen, so daß die pro Längeneinheit aufgespritzte Isolierstoffmenge der gewünschten Kapazität des Kabels entspricht. Als weitere Prüfeinrichtungen sind ein Exzentrizitätsmeßgerät und ein Durchmessermeßgerät vorgesehen. Eine Aufwickelvorrichtung schließt die Fertigungseinrichtung ab.

Die fertige Ader wird vor der Weiterverarbeitung mechanisch und elektrisch auf ordnungsgemäße Eigenschaften geprüft. Für die Herstellung einer Aderlötstelle werden die freien Innenleiterenden durch Hartlötung verbunden. Danach wird die fehlende Isolierung mit einer besonderen Injektionspresse aufgebracht. Die fertige Aderlötstelle wird durch Röntgenaufnahmen und durch Anlegen von Hochspannung geprüft. Die Ader des Leichtgewichtkabels wird in der gleichen Weise gefertigt. Durch den anders gearteten Aufbau des Innenleiters läßt sich hier ein fortwährendes Beschichten mehrerer Längen ohne Unterbrechung nicht durchführen. Beim Pressen der bei diesen Kabeln größeren Aderdurchmesser in der Schneckenpresse (extrudieren) ist die erforderliche Genauigkeit der Zentrizität und Kapazität nicht mehr unmittelbar zu erreichen. Beim Umpressen des Innenleiters wird daher auf die Durchmessersteuerung durch Kapazitätsmessung verzichtet und nach der Fertigung und Prüfung der Ader ein zusätzlicher Arbeitsgang, das Schälen, eingefügt. Zusätzlich ist ein Lunkersuchgerät, ein auf kleinste Kapazitätsänderungen ansprechendes elektrisches Gerät, vorhanden, das zum Auffinden von unerwünschten Hohlräumen in der Isolierung erforderlich ist.

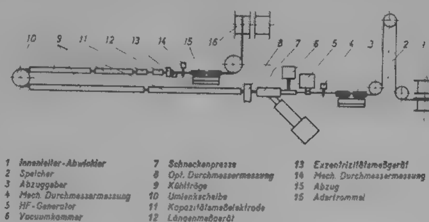


Bild 2. Aderfertigungsstraße, schematisch.

Solche Lunker können durch undichte Stellen im Kupfermantel des Innenleiters entstehen und werden in einem besonderen Reparaturverfahren beseitigt. Um sicherzustellen, daß für die Ader kein Isoliermaterial verwendet wird, das auf seinem Verarbeitungswege Verunreinigungen und Fremdkörper aufgenommen hat, ist am Kopf der Schneckenpresse eine Nebendüse angebracht, aus der während der Fertigung ein dünnes Probeband austritt. Darin können optisch Einschlüsse und sonstige Unregelmäßigkeiten gefunden werden, die einer bestimmten Stelle in der Ader zugeordnet werden können, weil die Länge des gepreßten Probebandes in einem festen Verhältnis zur Länge der Ader steht. Wegen des verhältnismäßig großen Ausdehnungskoeffizienten des Polyäthylens wird das Schälen der Ader auf exakten Durchmesser und ausreichende Zentrizität bei definierter Temperatur vorgenommen. Das Wesentliche der dafür benutzten Maschine sind drei umlaufende Schneiddiamanten, eine Durchmessermeßeinrichtung und eine Exzentrizitätsmeß- und Regelelektronik, die den Schälkopf mit Hilfe von Servomotoren

in beiden Achsen bewegt und in zentrischer Lage zum Mittelleiter hält. Der Schäldurchmesser wird vorher entsprechend der stabilisierten Raumtemperatur und der gewünschten Aderkapazität fest eingestellt. Zwei Raupenabzüge vor und hinter dem Schäler bewegen die Ader mit gleichbleibender Zugkraft durch die Schälvorrichtung. Ab- und Aufwickler ergänzen die Anlage am Anfang und am Ende. Für die Spanabfuhr sorgt ein pneumatisches Absaugesystem.

3. Aufbringen von Außenleiter, Mantel, Bewehrung. Über das Aufbringen der äußeren Schutzhülle bei den klassischen Telegrafenseekabeln (s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929, Guttaperchakabel). Das Bewickeln der herkömmlichen Fernsprechseekabelader mit den Außenleiterbändern, dem Kupferhalteband und den Textilbändern einschließlich der Innenjute geschieht auf Koaxialmaschinen. Sie sind eine Kombination aus Verseilmaschine, Bandwickler und Jutespinner. Die Adern werden vor dem Bewickeln zu Verstärkerfeldlängen zusammengestellt und miteinander verbunden. Das gefertigte »Koaxial« wird für die elektrische Zwischenprüfung in einen Tank eingeschossen. Das Armieren (Bewehren) des Koaxials wird auf den Bewehrungsmaschinen durchgeführt. Sollen zwei bewehrte Kabelenden mit gleicher oder unterschiedlicher Drahtdicke miteinander verbunden werden, wird ein Kabelspleiß angefertigt: Die Adern werden um je etwa 7 m zurückgeschnitten und die frei werdende Jute und die Bewehrungsdrähte werden zurückgebogen. Die Herstellung und Prüfung der Aderlötstelle. Die Hartlötung der Außenleiterbänder wird mit Silberlot vorgenommen und die Lötstellen werden gegeneinander versetzt. Dann erfolgt die Punktschweißung des Kupferhaltebandes und das Wiederauflegen der Textilbänder und der Innenjute. Schließlich werden die Bewehrungsdrähte, gegenläufig überlappt, wieder aufgelegt. Wenn notwendig, erfolgt das Einlegen von zusätzlichen Drähten und die Befestigung mit Drahtbunden und Umwicklung mit Schiemannsgarn. Das Einspleißen von Verstärkern oder Entzerrern geschieht mit Sondereinrichtungen, bei denen die Bewehrungsdrähte durch eine mechanische Klemmvorrichtung mit dem Gehäuse verbunden werden. Da die Bewehrungsdrähte in Ringen mit begrenzter Länge gefertigt werden, sind bei dem Aufwickeln auf Spulen bzw. beim Spulenwechsel Schweißverbindungen erforderlich. Zu den mechanischen Prüfungen gehören die Feststellung der Zerreißfestigkeit und der Dehnung, der Verdrehungs- und Wickeltest. Bei Leichtgewichtkabeln wird das Außenleiterband längslaufend in einer Rohrformmaschine während des Mantelpressens aufgebracht. Das Kupferband durchläuft für die Überbrückung der für die Verbindung der einzelnen Bandstücke erforderlichen Zeit wie bei der Innenleiterfertigung einen Speicher, der bei dieser Arbeitsweise wichtig ist, weil die Mantelfertigung nicht unterbrochen werden kann. Die Querverbindung des Bandes geschieht durch Hartlöten mit Überlappung der Enden unter einem Winkel von 70° zur Längsachse. Die Schneckenpresse (Extruder) ist ähnlich der Schneckenpresse in der Aderfertigung aufgebaut. Abweichend von der Herstellung anderer Kabel ist die Materialaufbereitung. Da ein Niederdruck-Polyäthylen mit Rußbeimischung verwendet wird, muß das Granulat in Behältern unter Luftabschluß oder einer Atmosphäre von trockenem Stickstoff gelagert werden. Die eingeschlossenen Rußpartikel sind hygroskopisch und erfordern außer der trockenen Lagerung eine Vortrocknung mit Heißluft, die der Schneckenpresse vorgeschaltet ist. Hilfs- und Prüfeinrichtungen, die die wichtigsten Eigenschaften wie z. B. Dichtigkeit, Wanddicke und Durchmesser des Mantels laufend überwachen, entsprechen im Prinzip denen der Aderfertigung. Am Ende der Anlage wird das fertige Kabel in große Pfannen eingeschossen, in denen es unter Wasser elektrisch geprüft und gelagert wird. Die Längenkennzeichnung wird durch Meilenmarken vorgenommen, die vor dem Einlauf des Kabels in die Pfannen aufgeklebt werden. Fehler im Kabelmantel, die während der Fertigung oder in der Prüfung gefunden werden, können auf einem Umschieß- und Reparaturplatz beseitigt werden. Einrichtungen und Verfahren entsprechen den bei der Reparatur von Aderfehlern verwendeten Anlagen. Für die elektrische und mechanische Ankopplung der Verstärker und Entzerrer an die Kabelenden werden diese mit besonderen Garnituren versehen, die diese Aufgabe unter den erschwerenden Bedingungen (hohe Zugkraft bei der Legung und hoher Wasserdruck nach der Legung) erfüllen. Die Pfannen mit den fertigen Verstärkerfeldern werden so gelagert, daß sie nach Erarbeitung eines Gruppierungsplanes für die Seekabelstrecke in beliebiger Reihenfolge zur Verladung in das Legeschiff bereitgestellt werden können. *Berg*

Seekabellegung und -instandsetzung. Spezialschiffe und ihre Hauptausrüstung → Kabelschiff. Grundsätzliche Beschreibung s. Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Ausg. 1929, »Seekabellegung und -instandsetzung«.

Abwandlungen der damaligen und Besonderheiten der heutigen Technik sind durch die in das Kabel eingebauten Unterwasserverstärker bedingt. Die Vorbereitung einer Legung, die Festlegung und die Erkundung der Kabeltrasse müssen mit größter Sorgfalt und Genauigkeit durchgeführt werden. Da die Meeresbodentemperatur und der Wasserdruck, also die Tiefe, die Kabeldämpfung unmittelbar beeinflussen und sie wegen der höheren Frequenzausnutzung und der Anzahl der Unterwasserverstärker bekannt sein müssen, müssen Tiefenprofil und Temperatur vorausbestimmt werden. Echolote und elektrische Tiefseethermometer erlauben kontinuierliche Aufzeichnungen und erfüllen diese Aufgabe. Bewehrungstypen werden nach der jeweiligen Bodenbeschaffenheit, der Wassertiefe und sonstigen Trassenmerkmalen (Fischereigebiete, Ankergründe usw.) festgelegt. Eine längere Strecke ist in mehrere Verstärkerfelder umfassende Teilabschnitte (Ocean Blocks) eingeteilt, an deren Ende während der Legung jeweils ein Entzerrer für die Verminderung der aufgelaufenen Restdämpfung eingebaut wird. Bei der Beladung des Schiffes vor der Legung muß

dieses und eine restdämpfungsarme Verstärkerfeldfolge (Gruppierung) berücksichtigt werden. Die Unterwasserverstärker werden entweder vor dem Einschießen des Kabels in das Legeschiff oder nach dem Beladen in die Strecke eingebaut und auf dem Schiff in besonderen Gestellen gelagert. Bei der Legung laufen die Verstärker im Zuge des Kabels ohne Anhalten des Schiffes aus. Besondere, für die kontinuierliche Legung von Verstärkern geeignete Legemaschinentypen wurden entwickelt. (→ Kabelschiff). Die herkömmliche Kabelwinde mit Abstreifmesser wird mit automatischer Seitensteuerung ausgeführt, durch die dem auf die Winde auflaufenden Verstärker Raum für seinen Umlauf um die Trommel geschaffen wird. Die lineare Winde (Caterpillar) paßt sich den unterschiedlichen Durchmessern von Verstärker und Kabel automatisch und kontinuierlich an. Die V-Scheibenwinde läßt den durch ein Überbrückungstau (»By Pass«) zugentlasteten Verstärker seitlich vorbeilaufen. Die Legemaschine wird eingangsseitig vielfach durch ein Rückhaltegetriebe zur Unterstützung der Haftreibung an der Winde und Laufradzähler (Jockeyrad) für das fortlaufende Aufzeichnen der auslaufenden Kabellänge ergänzt. Am Ausgang der Legemaschine läuft das Kabel über ein Dynamometer zur Kontrolle der Zugkraft. Beide Daten werden zur Auswertung in die kabeltechnische Arbeitszentrale des Schiffes fernübertragen. Nach Durchlaufen der Heckrolle oder Heckrutsche treten Kabel und Verstärker in das Wasser ein. Die Legegeschwindigkeit liegt bei Tiefseekabeln in der Größenordnung von 6 bis 7 Knoten, bei Flachseekabeln ist sie geringer. Parallel zum Kabel läuft während der Legung ein Klavierdraht aus, der straff gelegt wird und als Längenbezugssystem gilt. Durch fortwährenden Vergleich mit seiner Länge — meist mit elektronischen Geräten und Fernübertragung in die Arbeitszentrale — wird die Lose des Kabels überwacht, mit der dieses wegen der Unebenheiten des Meeresbodens und mit Rücksicht auf spätere Reparaturen gelegt werden muß. Da die Kabellandung an den beiden Endpunkten einer Seekabelverbindung mit den besonders bewehrten Küstenkabelabschnitten vor der Legung des Hauptkabels durchgeführt wird, beginnt diese mit einem Anspleiß an das Küstenkabel und endet mit einem Schlußspleiß auf der anderen Seite. Vielfach werden die Küstenkabel zum besseren Schutz gegen äußere Einflüsse bis zu mehreren Metern tief unter den Meeresboden eingespült.

Besonderheiten für die Instandsetzung von Seekabeln durch das Vorhandensein von Unterwasserverstärkern ergeben sich für die Ortung von Fehlern (→ Seekabelverstärker). Die benutzten Geräte, wie Bojen (Schwimmkörper zur Kennzeichnung von Kabelenden und Orientierungspunkten), Bojenanker, Bojentaue (zur Befestigung von Bojen am Kabel oder auf dem Meeresgrund), Suchtaue (Tauwerke zum Nachschleppen der Suchanker während des Suchzuges), Schäkel (lösbare Kettenglieder zur zeitweiligen Verbindung solcher Taulängen), Drehschäkel (desgl. mit Drehlager in Richtung der Tau-Längsachse), Stopper (Tau- bzw. Kettenstücke zur kraftschlüssigen Verbindung von Kabelenden mit Tauwerk) sind im Aufbau und in den Abmessungen durch die Seeverhältnisse bedingt und haben keine Fortentwicklung erfahren. Die maschinellen Einrichtungen an Bord entsprechen den bei der Legung benutzten Anlagen. Sie sind jedoch im Vorschiff untergebracht, weil sich hierdurch während der Instandsetzungsarbeiten bessere Manövrierbedingungen für das Schiff ergeben.

Kabelfehler können je nach Art des Fremdeingriffes verschiedene Formen annehmen, nämlich 1. vollständige Trennung durch Überschreiten der Reißlast (Zugkraft, die zum Bruch aller tragenden Bauelemente des Kabels führt, bei Tiefseekabeln je nach Bauart etwa 6 bis 12 t, bei Flachseekabeln wegen der stärkeren Bewehrung meistens mehr), 2. → Kink (zugezogene Kabelschleife, die durch Torsionsspannungen entstanden ist), 3. → Spew (zwischen auf- und wieder zugedrehter Bewehrung eingeklemmte Kabelseele) und 4. → Knuckling (durch aufdrehende Bewehrung überdehnter und zudrehende Bewehrung gestauchter und seitlich aus der Isolierung austretender Kupferleiter). *Komfort*

Seekabelmessungen (Überwachung und Fehlerortung).

1. Messungen während der Legung: Für die gesamte Dauer der Auslegung eines Seekabels ist es einer elektrischen Überwachung an Bord des Kabelschiffes unterworfen. Bei den konventionellen Telegrafenseekabeln war es eine Gleichstrom-Isolationskontrolle, die zu jeder Zeit Aufschluß über den Ablauf der Kabelverlegung gab. In Zeitabständen wurde der Leitungswiderstand gemessen. Telegrafische Verbindung bestand zwischen Schiff und Landstation zu bestimmten Zeiten über das ausgelegte Kabel. Bei Fernsprechseekabeln mit Unterwasserverstärkern ist das Meßprogramm während der Verlegung umfangreicher. Es wird die Betriebsdämpfung für wenige Frequenzen und in größeren Abständen für das ganze Frequenzband in engen Abständen gemessen. Die Ergebnisse und die daraus errechneten Daten sind für die Dimensionierung der während der Verlegung zwischen zwei Ozeanblöcken einzubauenden Zwischenentzerrer (→ Seekabelverstärker), unerläßlich.

2. Messungen nach der Legung und Überwachungsmessungen. 2.1. Bei konventionellen Telegrafenseekabeln schloß sich an die Legung

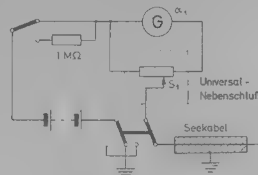


Bild 1. Messen des Isolationswiderstandes.

des Kabels eine 30tägige Garantiezeit an. Während dieser Zeit wurden von beiden Kabelendpunkten aus Gleichstrommessungen durchgeführt, und zwar Iso-

lationswiderstand zwischen dem Kupferleiter und dem Teredoband bzw. dem umgebenden Seewasser. Grundsätzliche Meßanordnung (s. Bild 1.)

$$W_i = \frac{K}{\alpha_i \cdot S_i} \text{ M}\Omega,$$

wobei K die Galvanometerkonstante bei 1 MΩ ist ($K = \alpha \cdot S$).

Widerstand des Innenleiters. Grundsätzliche Meßanordnung (s. Bild 2.) $R_X = \frac{a}{b} \cdot R$.

Kapazität. Bei kurzen Kabeln wird die Kapazität nach der ballistischen Methode bestimmt. Bei langen Seekabeln ist diese Messung ungenau. Gott und Kelvin haben ein Meßverfahren mit großer Genauigkeit entwickelt, bei dem die Kapazität des Kabels

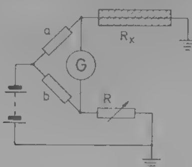


Bild 2. Messen des Leitungswiderstandes.

mit einer bereits bekannten Kapazität verglichen wird. Das Verfahren nach Gott gilt als das einfachere und zuverlässigere. Die grundsätzliche Schaltanordnung zeigt Bild 3: $C_K = C_N \cdot \frac{n}{10000 - n}$.

Bei den »induktiv belasteten« oder → Krarup-Seekabeln wurden außerdem Dämpfungsmessungen bei 50 Hz durchgeführt.

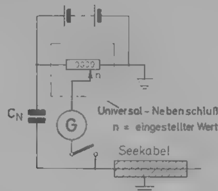


Bild 3. Messen der Kapazität langer Seekabel nach Gott.

Konventionelle Telegrafenseekabel werden in regelmäßigen Abständen durch Isolations- und Widerstandsmessungen überwacht aus zwei Gründen: sich langsam entwickelnde Fehler können lange vor Eintritt einer Betriebsbeeinträchtigung erkannt werden, und die Auswertungsgenauigkeit von Fehlerortsmessungen bei Nebenschlußfehlern hängt ab vom Kupferwiderstand des ungestörten Kabels zum Zeitpunkt des Fehlerauftretens und damit der Meßzeit (s. 3.1.1.).

2.2. Bei Fernsprechseekabeln haben Gleichstrommessungen nach erfolgter Legung kaum noch Bedeutung. Statt dessen werden gemessen: Betriebsdämpfung, Wellenwiderstand und Laufzeit. Während des Betriebs solcher Kabel werden keine besonderen Überwachungsmessungen durchgeführt.

3. Fehlerortsmessungen und Bestimmung des Fehlerorts. Bei einem gestörten Seekabel sind drei Fehlerarten möglich: Nebenschluß der Ader, Bruch des Kupferleiters bei intakter Isolierung und völliger Kabelbruch. Fehlermessungen müssen sofort nach dem Schadhaftwerden des Kabels durchgeführt werden, da Seekabelfehler sich später manchmal so ändern, daß eine eindeutige Bestimmung des Fehlerorts nur sehr schwer oder nur angenähert möglich ist.

3.1. Bei den konventionellen Telegrafenseekabeln, die auch als Thomsonkabel bezeichnet werden, und bei den »belasteten« Kabeln gibt es eine Vielzahl von Gleichstrom-Meßverfahren für Nebenschlußfehler und Kabelbrüche mit unterschiedlicher Zuverlässigkeit. Genannt seien die bekanntesten für Nebenschlußfehler: Overlap- (nach Blavier), Anderson-Kennelly- und Jordan-Schönau-Verfahren. Kabelbrüche: Verfahren nach Black-Lloyd, Kennelly, Schäfer, Mance, Rymer-Jones und Cann. Die Praxis hat ergeben, daß als zuverlässigste Methoden nur die Overlaps nach Anderson–Kennelly bzw. Jordan–Schönau und das Meßverfahren nach Black-Lloyd von Bedeutung sind. Messungen an verlegten ungestörten Seekabeln werden durch Erdströme und an gestörten Kabeln zusätzlich noch durch Polarisationsströme erschwert. Da die Erdströme nach Stärke und Richtung rasch wechseln, wird nicht mit dem wirklichen Nullpunkt (Instrumenten-Nullpunkt), sondern dem sogenannten »falschen Nullpunkt« gearbeitet. Mit »falschem Nullpunkt« wird der Ausschlag des Galvanometers bezeichnet, wenn es ohne Zuschaltung der Meßbatterie an einer Erdverbindung eingeschaltet ist. Die Meßergebnisse sind richtig, wenn der falsche Nullpunkt zur richtigen Zeit, wenn die Ladung bzw. Entladung aufhört und die Polarisation bzw. Depolarisation beginnt, abgelesen wird. Dazu ist Meßerfahrung notwendig. Der Engländer R. Black umging die Schwierigkeit dadurch, daß er den Fehler dauernd unter einem niedrigeren Strom als den Meßstrom hielt. Dadurch wird die Polarisation während der ganzen Meßdauer auf einer gleichbleibenden Höhe gehalten. Die aus diesem Zustand herrührende Galvanometerablenkung stellt den falschen Nullpunkt dar. Bei Vorhandensein von Erdströmen kann mit der Ablesung so lange abgewartet werden, bis der Erdstrom kurzfristig zur Ruhe kommt. Genau einzuhaltende Zeitabstände sind unwichtig geworden. Dieses Prinzip legte Black seiner »reduced-current«-Methode mit Erfolg zugrunde. Auf die Overlap-Meßverfahren angewandt, bringt sie Erleichterungen.

3.1.1. Fehlermessungen an Nebenschlußfehlern. Ist ein Zweitkabel zwischen den gleichen Endpunkten vorhanden, empfiehlt sich die → Erdfehlerschleife A (Varley). Die Overlap-Meßverfahren beruhen auf dem Prinzip, den Fehler durch Vorschalten eines Widerstandes auf der fehlernahen Kabelseite elektrisch in die Mitte zu verlegen. Voraussetzungen sind gleiche Brückenarme und gleiche Meßspannungen. Daraus ergibt sich die gleiche Stromstärke durch den Fehler. Bei Anderson-Kennelly (Bild 4) wird Z auf der fehlernahen Seite so lange geändert, bis die R der Wheatstone'schen

Brücke bei A und B gleiche Werte ergeben. Da ein gleichzeitiges Messen von beiden Meßseiten nicht möglich ist, geschieht es abwechselnd, wobei das nichtmessende Amt das Kabel bzw. Kabel + Z erdet. Z bleibt für jede Meßserie (je 3 × 2 Minuten) konstant. Es wird durch das Ergebnis der Vorserie berichtigt. Bei konstantem Fehlerwiderstand F bedarf es nur weniger Serien. Das Ergebnis ist so zuverlässig wie das einer Erdfehlerschleife A. Ist F ständigen Änderungen unterworfen, z. B. die Verbindung zwischen Mittelleiter und Rückleiter/Teredoband/Bewehrung ist nicht fest genug, oder die Fehlerstelle ist durch Gezeitenströme gewissen Bewegungen ausgesetzt, wird eine größere Anzahl von Serien notwendig. In solchen Fällen ergibt eine graphische Auswertung der Ergebnisse von Serie zu Serie noch zuverlässige Werte. Ist in R_A und R_B ein gleicher Wert erzielt, dann ist $Z + x = y$. $x + y = Cu$ ist der Widerstandswert des ungestörten Kabels, woraus sich ergibt

$$x = \frac{Cu - Z}{2}\,\Omega \quad \text{und} \quad y = \frac{Cu + Z}{2}\,\Omega\,.$$

Jordan/Schönau wollten den Fehler möglichst wenig durch Telegrafierströme zwischen den einzelnen Meßserien beeinflussen und dadurch hervorgerufene Änderungen des Fehlerwiderstandes vermeiden. Die Schaltanordnung ist die gleiche wie bei Anderson-Kennelly (s. Bild 4), nur daß auch das fehlerferne

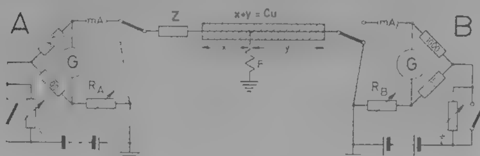


Bild 4. Overlap-Messung nach Anderson-Kennelly zur Bestimmung von Nebenschlußfehlern.

Amt B einen regelbaren Widerstand Z_B in den Kabelbrückenarm schaltet. In R wird auf beiden Meßplätzen ein fester Wert eingestellt, auf den abgeglichen wird. A und B messen abwechselnd so lange unter Änderung von Z_A bzw. Z_B, bis das fehlernahe Meßamt dreimal hintereinander den gleichen Wert Z_A hat. Normalerweise trifft das auch auf B zu, weil Änderungen in Z_A nur geringe Auswirkungen auf Z_B haben. Für x und y ergeben sich

$$x = \frac{Cu + Z_B - Z_A}{2} \quad \text{und} \quad y = \frac{Cu + Z_A - Z_B}{2}\,.$$

3.1.2. **Fehlerortung bei Kabelbrüchen.** Bei Messungen an Kabelbrüchen muß der Einfluß des Übergangswiderstandes zwischen Kupferleiter und Seewasser, der Fehlerwiderstand, gering gehalten werden. Die Meßspannung soll bei Telegrafenkabeln die Betriebsspannung zwischen 50 und 70 V und die Stromstärke 25 mA nicht überschreiten. Das zuverlässigste Meßverfahren, das bei Kabelbrüchen international angewendet wird, ist die »Black's reduced current method«, für die J. F. Lloyd nach Versuchen eine zuverlässigere Auswertung als Black entwickelt hat. Bei der Methode handelt es sich um eine verbesserte Kennelly-Messung (Bild 5). Kennelly hatte gefunden, daß sich der Fehlerwiderstand beim Durchgang verschieden starker Meßströme (bis höchstens 25 mA) umgekehrt wie die Quadratwurzel

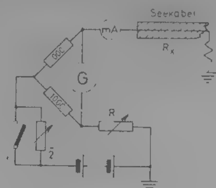


Bild 5. »Black's reduced current« Methode zur Bestimmung von Kabelbrüchen.

aus der Stromstärke verhält. Sind w_1 und w_2 die Übergangswiderstände des Fehlers bei den Stromstärken i_1 und i_2, dann besteht das Verhältnis $w_1 : w_2 = \sqrt{i_2} : \sqrt{i_1}$. Ist i_1 die größere Stromstärke und $\frac{i_1}{i_2} = n$, dann ist $w_2 = w_1 \sqrt{n}$. Der kleineren Stromstärke entspricht der größere Widerstand. Sind R_1 und R_2 die Brückenablesungen bei den Stromstärken i_1 und i_2 und x der Kupferwiderstand des Kabels bis zur Fehlerstelle, so ist

$$R_1 = x + w_1 \quad \text{und}$$
$$R_2 = x + w_2 = x + w_1 \sqrt{n}\,.$$

Hieraus folgt

$$x = \frac{R_1 \sqrt{n} - R_2}{\sqrt{n} - 1}\,.$$

Bezeichnet man den Unterschied $R_2 - R_1 = d$, so ergibt sich durch Einsetzen von $R_2 - d$ für R_1 die Gleichung

$$x = R_2 - \frac{d\sqrt{n}}{\sqrt{n} - 1}\,.$$

Basierend auf den Erkenntnissen, daß 1. die natürliche Stromquelle des Fehlers, dargestellt durch das Leitungskupfer, die eisernen Bewehrungsdrähte und das Seewasser, den Meßstrom verstärkt, 2. beim Messen mit dem negativen Batteriepol eine Polarisationsspannung entsteht, die gegenüber der Spannung aus 1. überwiegt und zur Folge hat, daß der resultierende Strom dem Meßstrom entgegengesetzt ist und daher ohne Vorhandensein von Erdströmen die Brückenablesung um den Betrag des scheinbaren Fehlerwiderstandes zu hoch ist und 3. vorhandene Erdströme je nach ihrer Richtung zu hohe oder zu niedrige Brückenablesungen ergeben, hat Lloyd als Funktion der Widerstandsdifferenz der Messungen zweier Strompaare im Verhältnis 2 : 1 einen Koeffizienten P errechnet, der, multipliziert mit der Widerstandsdifferenz, den Fehlerwiderstand mit der niedrigeren Stromstärke ergibt. x errechnet sich jetzt nach der Formel $x = R_2 - (R_2 - R_1) \cdot P$. Drei Messungen mit 20 mA reduziert auf 10 mA (R_1), 10 mA/5 mA

(R_2) und 5 mA/2,5 mA (R_3) geben nach Lloyd Aufschluß über den Fehler und die erzielbaren günstigsten Ergebnisse. Ist $\frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1} \leqq 2$, liegt viel Kupfer frei und die höheren Strompaare sind vorzuziehen. Liegt der Quotient zwischen $\geqq 2$ und $\leqq 4$, liefern die niedrigeren Strompaare günstigere Werte. Bei einem Wert $\geqq 4$ entweicht das Gas nicht. Das errechnete Ergebnis ist ein Näherungswert.

3.1.3. Bei einem Bruch des Kupferleiters bei intakter Isolierung erfolgt die Fehlerortsbestimmung durch Kapazitätsmessungen gemäß 2.1.

3.2. Bestimmung der Fehlerlage. Aufgrund der Fabrikations- und Verlegedaten wird für jedes Seekabel eine Spleiß- und Besteckliste aufgestellt. Sie enthält 1. das Datum der Auslegung und den Namen des Kabelschiffes, 2. die geographischen Positionen von Lötstellen, Spleissen, Kursänderungen, Verstärkern, Entzerrern, Wechsel in der Kabeltype, 3. die Kabeltype zwischen zwei Positionsangaben, deren Länge in Seemeilen (nm) und ohmschen Widerstand sowie Kapazität je nm und für den Abschnitt, und schließlich 4. Tiefen- und Temperaturangaben. Da der Leitungswiderstand sich mit der Wassertemperatur ändert, mit großem Einfluß bei Seekabeln mit langen Abschnitten in flacheren Seegebieten, enthält die Spleißliste Widerstandswerte der Fertigung, die sog. Regelwerte bei 20° C oder 24° C (75° F). Für die Ermittlung des geographischen Fehlerorts aus dem gemessenen und errechneten Ohm-Wert und der Spleiß- und Besteckliste ist die mittlere Kabelwärme zwischen Meßort und Fehler von Bedeutung. Nach Umrechnung des Widerstandswerts der Fehlermessung auf die Regeltemperatur wird der Spleißliste die dem Widerstandswert zugeordnete geographische Position entnommen oder durch Extrapolation zweier Positionsangaben gewonnen.

3.3. Fehlerortsmessungen an Fernsprechseekabeln. Im Gegensatz zum konventionellen Telegrafenseekabel, bei dem ohmscher Widerstand und Kapazität sowie in geringerem Umfang auch Induktivität gleichmäßig auf der Leitungslänge verteilt sind, haben Fernsprechseekabel neben den gleichen Bedingungen für die Kabelabschnitte noch punktförmige ohmsche, kapazitive und induktive Komponenten für die Unterwasserverstärker und Zwischenentzerrer. Hierin eingeschlossen sind die Heizfäden der Röhren mit einer Temperaturfunktion. Gleichstrommessungen für die Fehlerortsbestimmung sind daher Grenzen gesetzt. Trotzdem hat die Anwendung gezeigt, daß das Meßverfahren nach Black-Lloyd (vgl. 3.1.2.) mit Meßströmen bis max. 10 mA gute Ergebnisse liefert. Zu beachten ist, daß bei Verstärkerkabeln der »kalte« Zustand nach dem Abschalten der Speisespannung erst nach Stunden eingetreten ist. Die Fernspeiseanlagen von Fernsprechseekabeln mit Unterwasserverstärkern sind Konstantstromaggregate. Aus den Strom/Spannungswerten bei Eintritt eines Kabelschadens läßt sich die ungefähre Fehlerlage errechnen. Mit den bei →Seekabelverstärker genannten Verfahren läßt sich ermitteln, zwischen welchen beiden Verstärkern die Schadensstelle liegt, vorausgesetzt, daß keine Verstärker infolge der durch den Fehler hervorgerufenen Stoßspannung schadhaft geworden sind. Da der Verstärkerabstand zwischen 10 und 38 nm (= 18 ... 70 km) beträgt, muß der Fehlerort genauer bestimmt werden. Impuls-Echo-Verfahren sind wegen der Fortpflanzungseigenschaften des nicht gespeisten Systems nicht anwendbar, weil die Zeichen diffus werden, statt über das Kabel übermittelt zu werden. Normale frequenzabhängige Scheinwiderstandsmessungen sind wegen der Zeichendämpfung beim Vorhandensein von mehr als 5 bis 6 Verstärkern wertlos. Im nichtgespeisten System kehren lediglich die äußerst niedrigen Frequenzen aus dem infraakustischen Bereich nach dem Meßort zurück. Die Britische Postverwaltung und die Bell Laboratories der AT & T (American Telephone and Telegraph Company USA) haben daher Scheinwiderstandsmeßbrücken für äußerst niedrige Frequenzen (0,25, 0,5 und 1,0 Hz) entwickelt, die auf den Erfahrungen der Kabelnachbildungen im Gegensprechbetrieb von einadrigen Telegrafenseekabeln beruhen. In einem »künstlichen Kabel« werden die Scheinwiderstands- und Fortpflanzungseigenschaften der Kabelabschnitte und Verstärker der modernen Kabelanlage aufgrund der Herstellungs- und Verlegedaten genau für die Meßfrequenzen nachgebildet. Während der Messung werden normale Reflexionen automatisch neutralisiert, während eine durch Reflexionen des Fehlers hervorgerufene Brückenungleichheit dadurch beseitigt wird, daß ein künstlicher Fehler gleicher Art und Größe an der richtigen Stelle des »künstlichen Kabels» eingefügt wird. Die Fehlerlage ist dann unmittelbar ablesbar. Das Verfahren ist bei Kabelbrüchen und Nebenschlußfehlern anwendbar. Sinus- oder Rechteckzeichen sind verwendbar. Bild 6 beinhaltet die Schaltung.

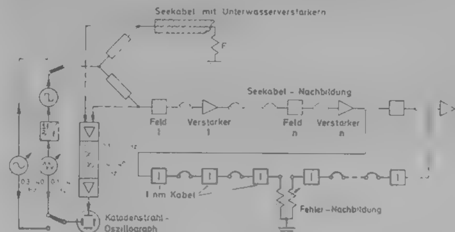


Bild 6. Messen von Fehlern in Fernsprechseekabeln mit infraakustischen Frequenzen.

4. Feststellung des genauen Fehlerorts bei Kabelinstandsetzungen. Bei Kabelbrüchen in Wassertiefen bis zu 300 m ermittelt das Kabelschiff den genauen Fehlerort mit Schleppelektroden. Das fehlernahe Endamt sendet einen Dauerton in das Kabel mit einer Frequenz zwischen 8 und 30 Hz. Die Potentialdifferenz zwischen den Elektroden wird einem sehr selektiven Verstärker zugeführt und angezeigt. Der Abstand der Elektroden voneinander ist etwa gleich der Wassertiefe. Die Einsatzmöglichkeit, die abhängig von der Wassertiefe und der Sendespannung ist, ergibt sich bis etwa 500 nm vom Kabelendpunkt. Bei Nebenschlußfehlern besteht eine

Abhängigkeit vom Fehlerübergangswiderstand, weil jenseits des Fehlers zunächst eine Anzeige erfolgt, wenn auch in geringerer Stärke.

5. Messungen bei Kabelinstandsetzungen. Bei Fehlern, deren geographischer Ort mit Schleppelektroden bestimmt ist, schneidet das Kabelschiff in unmittelbarer Nähe dieses Ortes ein. Die Prüfung der Kabelabschnitte bis nach den Endämtern beschränkt sich auf Gleichstrommessungen gemäß 2.1. Bei Fehlern ohne Ergebnis des Schleppelektroden-Verfahrens und bei Tiefwasserfehlern schneidet das Schiff am errechneten Fehlerort aus den Fehlermessungen ein. Die Bestimmung des genauen Fehlerorts erfolgt vom 1. Einschnitt aus mittels des Impuls-Echo-Verfahrens. Verwendet werden Impulse von 1, 5, 10 und 20 µs Dauer. Die Impulsfolgefrequenz ist bei 20 µs 1 kHz sonst 3 kHz. Die Reichweite beträgt etwa 10 nm. Bei größerem Fehlerabstand finden die Meßverfahren nach 3.1.1 bis 3.1.3 Anwendung. Bei Abständen bis etwa 70 nm sind Messungen mit Niederfrequenzen unter Benutzung der Scheinwiderstandsschwankungen um die Z- und φ-Kurve mit Hilfe der Feist-Haak-Brücke zuverlässig. Die Brücke liefert den Scheinwiderstand unmittelbar nach Betrag und Phase. Bei konventionellen unbelasteten Telegrafenseekabeln liegt das Phasenmaß b bei Entfernungen bis zu etwa 10 nm im Bereich $0 \ldots \pi$, f geht bis etwa 1000 Hz. Bei größeren Längen oder belasteten Seekabeln mit großer Phasenkonstante kann b leicht ein Vielfaches von π werden. Wenn der π-Bereich von b bekannt ist, ist der Fehlerabstand schnell und zuverlässig aus einem einzigen Meßwert zu errechnen.

Literatur: R. J. Edwards A Fault-Location Test Set for Repeatered Submarine Cables, P. O. EE. J., Vol. 58, Part 4, Januar 1966 — E. H. Weber Cable Fault Localisation Test Sets, Bell Laboratories Record, September 1964 — R. A. Goodman und D. A. Pawson Fault Localisation in Submarine Telegraph Cables, Western Union Technical Review, Vol. 11, Nr. 3, Juli 1967.

Aits

Seekabelnetz.

1. Telegrafenseekabel. 1.1 Vor dem ersten Weltkrieg. Erstes Telegrafenseekabel (T.): 1851 das vieradrige 25 sm lange Guttaperchakabel Dover–Calais. Bis 1860 weitere Kabel von England nach Irland, Belgien, Holland, Dänemark. Ferner Kabel in der Ostsee, im Mittelmeer und an den Küsten des Indischen Ozeans. 1866 englisches Kabel Lowestoft–Norderney–Emden. Irland–Neufundland nach einigen mißglückten Vorversuchen. 1870 England–Mittelmeer–Bombay. 1871/72 Abzweig nach China und Australien. 1873 Anschluß über Lissabon nach Madeira–St. Vincent–Pernambuco. 1889 schloß sich der Gürtel um die Westküste Afrikas über Kapstadt und die Ostküste. 1902 Durchquerung des Stillen Ozeans durch die englischen Kabel Vancouver (Kanada)–Fanning–Suva–Australien und Neuseeland und durch die amerikanischen Kabel San Francisco–Honolulu–Midway–Guam–Manila–Shanghai.

Deutschland war mit folgenden Kabeln beteiligt: 1871 Emden–Borkum–Lowestoft. 1882 Emden–Valentia (Irland). 1896 Emden–Vigo. 1900 und 1903/04 Emden–Azoren–New York. 1905 Menado–Jap–Guam. Jap-Shanghai. Constantza-Konstantinopel. 1909–1912 Emden–Teneriffa–Monrovia–Pernambuco mit Abzweig von Monrovia nach Togo und Kamerun.

1.2 Nach dem ersten Weltkrieg. Von den unter 1.1 genannten T. sind viele nicht mehr in Betrieb. Alle längeren deutschen T. mußten gemäß Vertrag von Versailles an die Alliierten abgetreten werden. 1926 Legung eines neuen Azorenkabels (Krarupkabel) zwischen Borkum und Horta, hergestellt bei den Norddeutschen Seekabelwerken (NSW) für die Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft (DAT). 1929 Legung eines neuen Vigokabels zwischen Borkum und Vigo. Beim Beginn des zweiten Weltkrieges wurden beide Kabel geschnitten. 1951/53 Wiederinstandsetzung des Vigokabels. Vom Azorenkabel erhielt die DAT ein Benutzungsrecht in zwei Kanälen. Nachdem sie Telegrafiestromkreise im TAT 2-Kabel erhalten hatte, waren die Verbindungen über das Azorenkabel den technischen Anforderungen der modernen Telegrammübermittlung nicht mehr gewachsen. Das Kabel wurde aufgegeben, zumal auch noch ein Tiefseefehler aufgetreten war, dessen Beseitigung hohe Kosten verursacht haben würde. Im Gegensatz zu Deutschland sind im Ausland nach

Tabelle 1. Telegrafenseekabel für den Überseeverkehr.

Lfd. Nr.	Strecke		Jahr der Legung	Länge sm	Gesellschaft
1	New York (USA)	— Fisherman's Point (Kuba)	1924	1511	All America Cables and Radio, Inc.
2	Hammel (New York, USA)	— Horta (Azoren)	1924	2363	→ Western Union Telegraph Company
3	Porthcurno (England)	— Gibraltar Nr. 3	1870/1898/1925	1228	→ Cable and Wireless Ltd.
4	Bay Roberts (Kanada)	— Penzance (England)	1926	2048	Western Union Telegraph Company
5	Canso (Kanada)	— New York (USA)	1884/1927	1026	Commercial Cable Company
6	Bay Roberts (Kanada)	— Horta (Azoren)	1928	1343	Western Union Telegraph Company
7	Porthcurno (England)	— Fayal (Azoren)	1900/1917/1929	1358	Cable and Wireless Ltd.
8	Lissabon (Portugal)	— La Panne (Belgien)	1930	1141	→ Italcable
9	Zanzibar	— Durban (Südafr. Union)	1885/1907/1932	1887	Cable and Wireless Ltd
10	Aden	— Mombasa (Kenya)	1879/1909/1942	1858	Cable and Wireless Ltd
11	Aden	— Muscat (Oman)	1877/1942	1377	Cable and Wireless Ltd
12	Singapur	— Jesselton (Nord-Borneo)	1894/1950	821	Cable and Wireless Ltd
13	Las Palmas (Kanar. Inseln)	— S. Vincente (Kap Verde-Inseln)	1925/1951	962	Italcable
14	Recife	— Rio de Janeiro (Bras.)	1925/1951	1495	Italcable
15	S. Vincente (Kap Verde-Inseln)	— Recife (Brasilien)	1953	1819	Italcable

dem ersten Weltkrieg bis etwa 1953 noch konventionelle, zum Teil induktiv belastete T. ausgelegt bzw. auf längeren Strecken erneuert worden. In Tabelle 1 sind einige T. für Überseeverbindungen erwähnt, die seit 1924 gelegt worden sind. Das unter lfd. Nr. 15 genannte T. von S. Vincente nach Recife ist mit → Polyäthylen (PE) isoliert und teilweise bei den NSW hergestellt worden. Alle in der Tabelle aufgeführten T. sind in der »Nomenclature des câbles formant le réseau sous-marin du globe«, 16. Ausg. 1961, enthalten.

Außer den erwähnten T. sind bis zur Legung der modernen Seekabel noch kürzere T. im Mittelmeer, Roten Meer, Persischen Golf, Golf von Oman, in Afrika, Südostasien, Nord-, Mittel- und Südamerika ausgelegt worden. In diesen Gebieten liegen außerdem innerstaatliche, kürzere T., die Inseln untereinander oder Inseln mit dem Festland verbinden.

Viele der genannten T. sind durch die Einführung der modernen Seekabel mit Unterwasserverstärkern und durch die Satellitentechnik unwirtschaftlich geworden. Die älteren T. werden dort betrieben, wo keine modernen Seekabel vorhanden sind, z. B. in Afrika und im Indischen Ozean.

Papier-Luftraumisolierung und Bleimantel sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Das unter lfd. Nr. 8 erwähnte Ostpreußenkabel IV ist mit seiner Länge von 318 km das längste Pupinseekabel der Welt. Weitere von Deutschland ausgehende F.: 1945 mit PE isoliertes, koaxiales F. von Lowestoft nach Borkum, Länge 197 sm. 1946 wurde in dieses Kabel ein → Seekabelverstärker (S. V.) eingebaut. 1963/64 zwei mit PE isolierte, koaxiale F. zwischen der BRD und England mit je 20 S. V., Länge je 251 sm, Zahl der Sprechkreise je 120 (I im Bild, S. 1513). Ein weiteres F. zwischen der BRD und England mit 1140 Sprechkreisen soll Ende 1970 in Betrieb genommen werden. Neben den von Deutschland ausgehenden F. sind von 1926 bis 1964 u. a. folgende F. ausgelegt worden:

5 F. England — Frankreich,
4 F. England — Belgien, teilweise mit S. V.,
5 F. England — Holland, alle mit S. V.,
3 F. England — Kanalinseln, alle mit S.V.,
6 F. England — Irland, teilweise mit S.V.,
2 F. England — Dänemark, beide mit S.V., (II im Bild),
1 F. England — Schweden, mit S.V., (III im Bild),

Tabelle 2. Von Deutschland ausgehende Pupinseekabel.

Lfd. Nr.	Kabel	Lieferant	Jahr der Legung	Länge des Seekabels sm	Zahl der Aderpaare
1	Bodenseekabel	S & H[1])	1906	6,8	7
2	Nordseeversuchskabel	F & G/S & H[2])	1925	18,2	14
3	Deutschland—Dänemark III	S & H	1926	25,4	24
4	Deutschland—Schweden III	F & G	1927	63,5	24
5	Ostpreußenkabel III	S & H	1929	100,0	45
6	Deutschland—Schweden IV	F & G	1930	64,8	85
7	Deutschland—Dänemark IV	F & G	1931	25,0	45
8	Ostpreußenkabel IV	F & G/S & H	1934	171,8	54

[1]) Siemens u. Halske [2]) Felten u. Guilleaume

2. Fernsprechseekabel. Erstes Fernsprechseekabel (F.): das 1889 ausgelegte, 45 km lange, einadrige Fernsprech-Faserstoffkabel Buenos Aires–Montevideo durch den Rio de la Plata. Erstes F. durch den Ärmel-Kanal: das 1891 ausgelegte, 43 km lange, 4-adrige F. mit gemeinschaftlicher Guttaperchahülle um alle 4 Leiter. Erstes deutsches F.: das 1897 zwischen Westerklanxbüll (Schleswig) und der Insel Sylt gelegte, 11,5 km lange, 2-adrige F. mit Faserstoffisolierung und Bleimantel. Nach Einführung der Papier-Luftraumisolierung und der Belastung der Leiter mit künstlicher Induktivität und später nach dem Pupinverfahren, wurden viele F. mit folgenden Bauarten gelegt:

Krarupkabel mit Guttaperchaisolierung, Krarupkabel mit Papier-Luftraumisolierung und Bleimantel, Pupinkabel mit Guttapercha (Balata)-Isolierung, Pupinkabel mit Papier-Luftraumisolierung und Bleimantel. Die Kabel mit Guttaperchaisolierung wurden von den Engländern, die Kabel mit Papier-Luftraumisolierung von den Deutschen verwendet. Angaben über die wichtigeren Kabel sind im ersten Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens (Ausg. 1929) unter »Seekabelnetz« zu finden. Die wichtigsten, von Deutschland ausgehenden F. mit Pupinspulen,

1 F. England — Norwegen, mit S.V., (IV im Bild),
4 F. Schottland — Irland,
2 F. zwischen den Kanalinseln,
2 F. Frankreich — Kanalinseln,
3 F. Holland — Dänemark, alle mit S.V., (V im Bild),
1 F. Dänemark — Bornholm, mit S.V., (VI im Bild),
1 F. Bornholm — Köslin, mit S.V., (VII im Bild),
1 F. Dänemark — Schweden,
3 F. Dänemark — Norwegen, teilweise mit S.V.,
3 F. Schweden — Finnland, (VIII im Bild),
1 F. Schweden — Gotland.

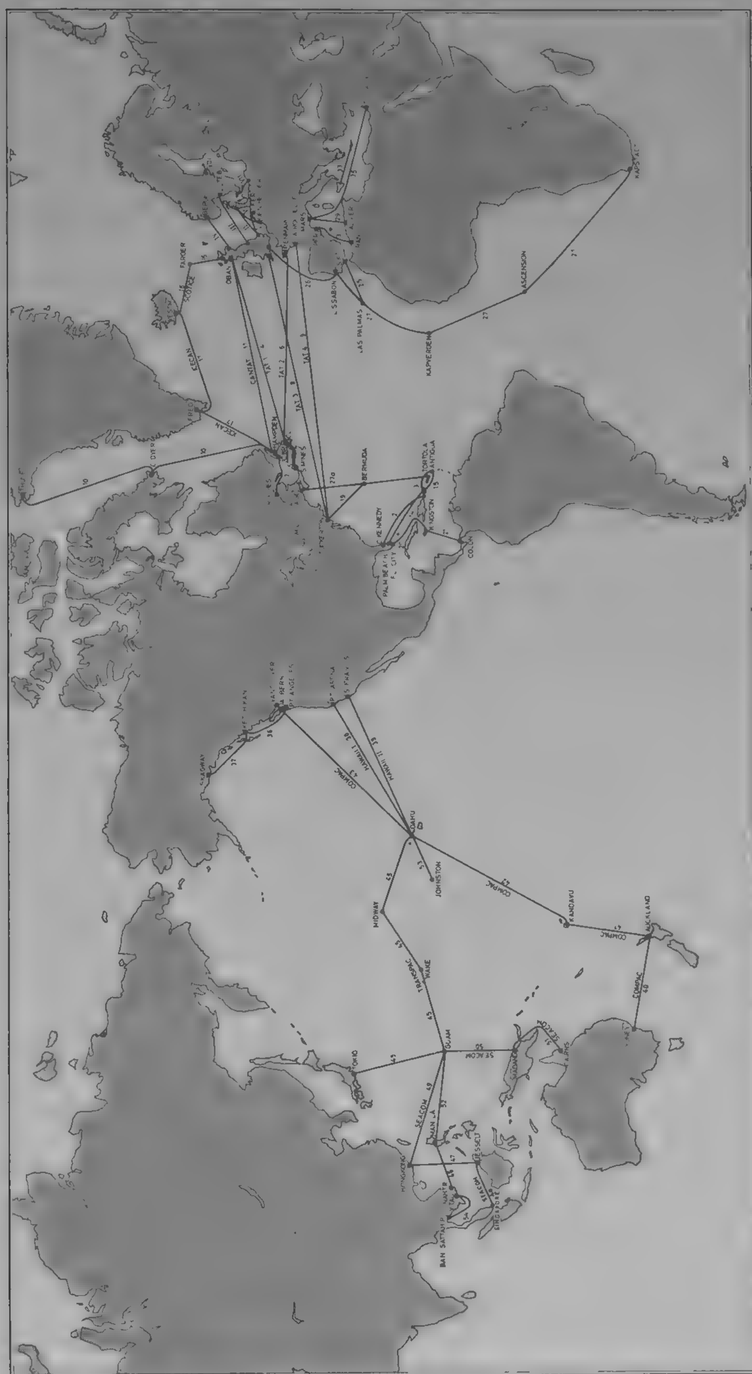
Bis etwa 1945 sind diese F. teils als mehradrige Kabel mit Papier-Luftraumisolierung, teils als einadrige Paraguttakabel ausgeführt. Später wurden alle F. in koaxialer Form mit PE isoliert.

Weitere F. mit hoher Sprechkreiszahl sind geplant zwischen England–Belgien, England-Holland, England–Skandinavien. In der Tabelle 3 sind die seit 1950 ausgelegten, längeren internationalen F. zusammengestellt. Die wichtigsten sind im Bild eingezeichnet.

Tabelle 3. Internationale koaxiale Fernsprechseekabel mit Seekabelverstärkern.

Lfd. Nr.	Name	Strecke Länder	Strecke Endpunkte	Jahr der Legung	Länge sm	Zahl der Sprechkreise	Zahl der Verstärker	Eigentümer[4])
			Atlantischer Raum					
1		USA—Kuba	Key West—Havana	1950	123	24	6	Havana Cables
2		USA—Antigua	Cape Kennedy—Mayaguez	1954	1370		16	USAF
3		USA—Antigua	Mayaguez—Antigua	1955	230		7	USAF
4	TAT 1	Schottland—Kanada	Oban—Clarenville	1956	1942	48[1])	102	GPO, ATT, COTC
5	TAT 1	Schottland—Kanada	Clarenville—Sidney Mines	1956	326	48[1])	16	GPO, ATT, COTC
6	TAT 2	Frankreich—Kanada	Penmarch—Clarenville	1959	2205	48[1])	114	franz. PTT, DBP, ATT
7	TAT 2	Frankreich—Kanada	Clarenville—Sidney Mines	1959	326	48[1])	16	franz. PTT, DBP, ATT
8	TAT 3	England—USA	Widemouth—Tuckerton	1963	3518	128	183	GPO, ATT
9	TAT 4	Frankreich—USA	St. Hilaire de Riez—Tuckerton	1965	4150	128	187	franz. PTT, DBP, ATT
10	BMEWS[2])	Kanada—Grönland	Hampden—Cape Dyer—Thule	1959	1400	36	70	USAF
11	CANTAT I	Schottland—Kanada	Oban—Hampden—Corner Brook	1961	2072	80	90	C&W, COTC GPO
12	CANTAT I	Schottland—Kanada	Corner Brook—Grosses Roches	1961	400	80	20	COTC
13	CANTAT II	England—Kanada[3])						
14		USA—Puerto Rico	West Palm Beach—San Juan	1959	1121	48[1])	59	ATT u. a.
15		Puerto Rico—Antigua	Puerto Rico—Virgin Inseln—St. Kitts	1961	390			ATT, C & W
16	SCOTICE	Schottland—Island	Gairloch—Torshavn—Vestmannaeyjar	1961	697	24	25	GNT, Dän. Verw., GPO
17	ICECAN	Island—Kanada	Vestmannaeyjar—Frederiksdal—Deer Lake	1962	1713	24	76	GNT, COTC, Isl. Verw.
18	ICECAN	Island—Kanada	Deer Lake—Corner Brook	1962	47 z. T. Landk.	60	2 Landverst.	COTC
19		USA—Bermuda	Manahavkin—Flatts	1962	755	80	31	ATT, C & W
20		USA—Jamaika	Florida City—Kingston	1962	750	128	37	ATT, C & W u. a.
21		Jamaika—Panama	Kingston—Colon	1963	630	128	31	ATT u. a.
22		Grand Turk—Antigua	Grand Turk—Ramey	1963	712	60	40	USAF
23		Haiti—Puerto Rico	Port au Prince—San Domingo—Mayaguez	1964	341	96	4	AC & R
24		Panama—Kolumbien	Colon—Cartagina	1963	304	80	12	ATT u. a.
25		Spanien—Kanarische Inseln	San Fernando—Las Palmas	1966	754	60	29	Span. PTT
26		England—Portugal	Cornwall—Lissabon	1969	950	480	128	GPO u. a.
27		Portugal—Südafrika	Lissabon—Cape Town	1968	rd. 6000	360	643	South Atlantic Cable Company
27a	CANBER	Kanada—Bermuda	Mill Village—Devonshire	1969	804	480	81	C & W, COTC
			Mittelmeer					
28		Sizilien—Tunesien	Mazara dell Valle—Pantelleria—Kelibia	1956	103	60	3	ital. PTT, frz. PTT
29		Frankreich—Algerien	Marseille—Algier	1957	476	60	28	franz. PTT
30		Frankreich—Algerien	Perpignan—Mers el Kebir	1962	570	60	32	franz. PTT
31		Italien—Sardinien	Civitavecchia—Golfo Aranci	1957	130	60	6	ital. PTT
32		Sizilien—Sardinien	Trapani—Calgliari	1962	218	120	17	ital. PTT
33		Sizilien—Kreta		1962	501	60	23	Milit.
34		Frankreich—Marokko	Perpignan—Tetouan	1967		128		franz. PTT
35		Frankreich—Israel	Marseille—Tel Aviv	1969		120		franz. PTT u. a.
			Pazifischer Raum					
36		USA—Alaska (A)	Port Angeles—Ketchikan	1956	750	48	39	ATT
37		USA—Alaska (B)	Ketchikan—Skagway	1956	370	48	20	ATT
38	HAWAII I	USA—Hawaii	Port Arena—Honauma Bay	1957	2204	48[1])	114	ATT u. a.
39	HAWAII II	USA—Hawaii	San Francisco—Muhawa	1965	2200	128	110	ATT u. a.
40	COMPAC	Australien—Neuseeland	Sydney—Auckland	1962	1273	80	50	C & W, COTC u.a.
41	COMPAC	Neuseeland—Fidschi-Inseln	Auckland—Suva	1962	1260	80	50	C & W, COTC u.a.
42	COMPAC	Fidschi-Inseln—Hawaii	Suva—Keawaula	1963	3073	80	118	C & W, COTC u.a.
43	COMPAC	Hawaii—Port Alberni	Keawaula—Port Alberni	1963	2546	80	98	C & W, COTC u.a.
44	COMPAC	Port Alberni—Kanada	Port Alberni—Vancouver	1963	80	80	5	C & W, COTC u.a.
45	TRANSPAC	Japan—Hawaii	Ninomiya—Guam—Wake—Midway—Oahu	1964	5635	128	290	ATT u. a.
46		Sud-Vietnam—Philippinen	Nha Trang—San Miguel	1964	696	60	41	USAF
47	SEACOM	Nord-Borneo—Hongkong	Jesselton—Hongkong	1964	1103	80	46	C & W, COTC u.a.
48	SEACOM	Nord-Borneo—Singapur	Jesselton—Singapur	1964	867	80	44	C & W, COTC u.a.
49	SEACOM	Hongkong—Guam		1965	2062	80	84	C & W, COTC u.a.
50	SEACOM	Guam—Neu-Guinea	Guam—Madang	1967	1390	160	83	C & W, COTC u.a.
51	SEACOM	Neu-Guinea—Australien	Madang—Cairns	1966	1615	160	99	C & W, COTC u.a.
52		Philippinen—Guam	Island of Luzon—Guam	1964	1468	128	76	ATT
53		Hawaii—Johnston Island	Makua—Johnston Island	1966	76[illegible]	60	45	USAF
54		Süd-Vietnam—Thailand	Vung Tau—Ban Sattahip	1967	610	60	37	USAF

[1]) 37 zusätzliche Kanäle bei Verwendung der TASI-Einrichtung [2]) BMEWS : Ballistic Missile Early Warning System [3]) 1968 noch in Planung [4]) s. auch → Seekabelbetriebsgesellschaften



Das 1967 bestehende bzw. geplante Welt-Fernsprechseekabelnetz (die arabischen Ziffern sind identisch mit den lfd. Nummern der Tabelle 3).

Das erste längere Kabel mit S.V. wurde 1950 auf der Strecke Key West–Havana ausgelegt (lfd. Nr. 1 der Tabelle 3). Die erste Überbrückung des Atlantischen Ozeans mit einem F. gelang durch die 1956 erfolgte Legung des TAT-1-Kabels (Nr. 4 und 5). Dabei wurden zwei Kabel mit flexiblen Einweg-Verstärkern verwendet. Durch Benutzung der → TASI-Einrichtung konnte die Sprechkreiszahl von 48 auf 85 erhöht werden. Auch das 1959 ausgelegte TAT-2 (Nr. 6 und 7) wurde mit zwei Kabeln ausgeführt. In der folgenden Zeit wurde von der britischen Postverwaltung das Leichtgewichtkabel entwickelt, das zum ersten Mal 1961 beim CANTAT-Kabel, einer Verbindung zwischen Schottland und Kanada, Verwendung fand. Es erhielt starre, englische Verstärker, die auf einem Leichtgewichtkabel eine Übertragung von 80 Sprechkreisen erlaubten. Dieses F. ist das erste Stück des Commonwealthkabel-Systems. 1962 wurde für den Bedarf der ICAO (International Civil Aviation Organization) ein F. von Schottland über die Färöer-Inseln nach Island (SCOTICE, Nr. 16) und von Island über Grönland nach Kanada (ICECAN, Nr. 17 und 18) gelegt. 1962/63 wurde das Commonwealthkabel-System erweitert durch die F. des COMPAC-Kabels (Commonwealth-Pacific), das Kanada mit Australien verbindet: Vancouver–Hawaii–Fidschi-Inseln–Auckland–Sydney (Nr. 40 bis 44). Die längste ununterbrochene Strecke liegt zwischen Hawaii und den Fidschi-Inseln. Sie hat eine Länge von mehr als 3000 sm. 1963 und 1965 wurden die beiden TAT-3 und TAT-4 (Nr. 8 und 9) gelegt. Ihre von den Bell Laboratories in den USA entwickelten starren Verstärker (SD-System) erlauben die Übertragung von 128 Sprechkreisen auf einem Leichtgewichtkabel. Das Commonwealthkabel-System fand 1965/66 seine Fortsetzung in dem SEACOM-Kabel (South East Asia-Commonwealth), das Australien (Cairns) mit Neu-Guinea (Madang)–Guam–Hongkong–Nord-Borneo (Jesselton)-Singapur verbindet (Nr. 47 bis 51). 1964 wurde von der ATT und anderen Gesellschaften ein transpazifisches Kabel TRANSPAC für die Verbindung von Japan nach Hawaii gelegt (Nr. 45). Es überträgt ebenfalls 128 Sprechkreise. Die Aufträge für die unter den lfd. Nrn. 26 und 27 erwähnten Kabel England–Portugal und Portugal–Südafrika sind ausgeführt. Das letztere Kabel verläuft von Lissabon über die Kanarischen Inseln, die Kap-Verde-Inseln und Ascension nach Cape Town. Weitere Verbindungen, die in den Jahren 1968/70 betriebsfertig sein sollen, sind im Atlantik, im Mittelmeer und im Pazifik geplant. Bei diesen Verbindungen werden neue Verstärkertypen verwendet werden: das in den Bell Laboratories entwickelte SF-System mit einem transistorisierten Zwischenverstärker für 720 Sprechkreise und das in England in der Entwicklung befindliche System mit Transistorverstärkern für 1280 Sprechkreise.

Literatur: Nomenclature des câbles formant le réseau sous-marin du globe, 16. Ausg., Genf 1961 — W. Timmermann, B. M. Dawidziuk, T. N. M. Hvidsten, Das wachsende Weltseekabelnetz, Elektrisches Nachrichtenwesen 41 (1966), Nr. 1, S. 82.

Kieser

Seekabelprüfung.

1. Rohmaterialprüfung. Bei den früheren Telegrafen- und konventionellen Fernsprechseekabeln war es üblich, alle für das Kabel verwendeten Rohmaterialien in der Seekabelfabrik einer Eingangsprüfung zu unterziehen. Heute werden die wichtigsten Rohstoffe der Leichtgewichtseekabel auf ihre Eignung schon bei dem Rohstofflieferanten geprüft. Die Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit der für Innen- und Rückleiter des Kabels vorgesehenen Kupfermaterialien erfolgt an Proben der Rohkupferbarren in der Kupferhütte. Der für die Isolierung verwendete Kunststoff wird bezüglich seines dielektrischen Verlustfaktors, der Dielektrizitätskonstante, des Schmelzindexes, der Dichte, des Quellfaktors und der Verunreinigung beim Rohmaterialhersteller geprüft. Lediglich die mechanischen Eigenschaften, wie Zugfestigkeit und Abmessungen der hochwertigen Stahldrähte der Leichtgewichtseekabel, werden einer Eingangsprüfung in der Seekabelfabrik unterzogen.

2. Fertigungs- und Zwischenprüfungen. Bei der Herstellung von Leichtgewichtseekabeln wird durch die engen Fertigungstoleranzen und die Kontrollen während des Produktionsablaufes (→ Seekabelfertigung) eine hohe Fertigungsgenauigkeit erzielt, so daß auf eine Zwischenprüfung der elektrischen Übertragungseigenschaften verzichtet werden kann. Bei den älteren Telegrafenseekabeln und konventionellen Fernsprechseekabeln ist an den Seekabeladern, die aus Kupferleiter und Isolierung bestehen, eine Zwischenprüfung aller für das fertige Seekabel geforderten elektrischen Eigenschaften üblich. Die Adern werden wegen der Temperaturabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften in ein Wasserbad bekannter Temperatur gebracht. An die Konstanz der Wassertemperatur und die der Temperaturverteilung innerhalb des Wasserbades werden strenge Anforderungen gestellt. Zur Vermeidung von Meßfehlern, die durch sich an der Oberfläche der Aderisolierung absetzende Gasblasen entstehen können, wird entgastes Wasser verwendet. Eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit des Wassers wird verlangt. Vor dem Aufbringen der Bewehrung wird eine weitere Zwischenprüfung durchgeführt, bei der in einem Wasserbad neben der Wiederholung der schon an den Adern durchgeführten Prüfungen die Betriebsdämpfung, die Längsgleichmäßigkeit und der Wellenwiderstand geprüft werden. Bei der Beurteilung der Meßergebnisse am Koaxial ist die Beeinflussung der elektrischen Eigenschaften durch die noch aufzubringende Bewehrung zu berücksichtigen.

3. Abnahmeprüfung. Nach der Fertigstellung werden die in einer Länge hergestellten Fertigungslängen in der Fabrik einer Abnahmeprüfung unterzogen, bei der folgende Eigenschaften geprüft werden:

3.1 Mechanische Prüfung. Als wichtigste mechanische Eigenschaft wird die Zugfestigkeit, die bei Tiefseekabeln bei etwa 8 bis 10 t liegt, an Proben durch eine Zerreißprobe geprüft. Bei Fernsprechkabeln wird die Haftfestigkeit der Isolation auf dem Innenleiter und das Verhalten des Rückleiterkupfer-

bandes durch eine Wechselbiegebeanspruchung geprüft. Weiter ist an vom fertigen Kabel entnommenen Isolationsmaterialproben eine Prüfung des Schmelzindexes und des Quellfaktors üblich, um mögliche Veränderungen des Materials durch den Verarbeitungsprozeß zu überwachen.

3.2 Elektrische Prüfung. Die Prüfung der elektrischen Eigenschaften erfolgt bei Seekabeln in gleicher Weise wie bei koaxialen Landkabeln. Eine Besonderheit gegenüber den Landkabeln sind die bei den Seekabeln üblichen großen Fertigungslängen. Bei den älteren Telegrafenseekabeln war die Länge einer in einem Zuge hergestellten Fertigungslänge nur durch das Fassungsvermögen des verlegenden Kabelschiffes begrenzt. Bei den heutigen Fernsprechseekabeln entspricht eine Fertigungslänge der Länge eines Verstärkerfeldes. Je nach Kabeltyp und geplanter Frequenzbandausnutzung liegt diese zwischen etwa 5 und 20 sm oder etwa 9 und 37 km. Bei Seekabeln werden an die Einhaltung der geplanten elektrischen Eigenschaften strengere Anforderungen als bei Landkabeln gestellt, weil eine Korrektur der elektrischen Eigenschaften nach der Verlegung nur mit großem Aufwand möglich ist. Die Abnahmeprüfung findet in einem Wasserbad bei einer bestimmten Temperatur statt, an deren Konstanz und gleichmäßige Verteilung innerhalb des Wasserbades strenge Anforderungen gestellt werden.

3.2.1 Geichstromwiderstand. Bei den früheren Telegrafenseekabeln erfolgte die Messung des Gleichstromwiderstandes des Innenleiters mit großer Genauigkeit und bei bekannter Temperatur, weil der Gleichstromwiderstand für die Ermittlung des Fehlerortes bei Seekabelbeschädigungen bestimmend herangezogen wurde. Bei den konventionellen Fernsprechseekabeln wird für den Gleichstromwiderstand des Innenleiters wegen des starken Einflusses auf die Betriebsdämpfung eine enge Toleranz vorgeschrieben und eine dementsprechend große Meßgenauigkeit gefordert. Bei Leichtgewichtseekabeln wird ohne Vorgabe von Toleranzen nur eine genaue Bestimmung des Gleichstromwiderstandes verlangt, weil durch die bei der Fertigung der Kabel geforderte hohe Genauigkeit ausreichend enge Toleranzen erreicht werden. Der Gleichstromwiderstand des Außenleiters ist nur in geringem Maße an den Übertragungseigenschaften der Kabel beteiligt. Die Messung dieses Widerstandes ist deshalb nicht üblich.

3.2.2 Isolationswiderstand. Bei den älteren mit Guttapercha isolierten Telegrafenseekabeln war die Messung des Isolationswiderstandes zwischen dem Kupferleiter und dem Teredoband oder dem umgebenden Wasser ein wichtiges Merkmal für die Güte des Kabels. Nach Anlegen der Meßspannung wurde mit Hilfe empfindlicher Galvanometer die Elektrifikation bis zu 30 Minuten lang beobachtet, das Kabel unter Beobachtung der Entladung kurzgeschlossen und der gleiche Vorgang mit umgepolter Meßbatterie wiederholt. Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Elektrifikation waren ein sicheres Zeichen für Unregelmäßigkeiten der Isolierung. Seit dem Einsatz von Kunststoffen für die Isolierung des Innenleiters hat die Messung des Isolationswiderstandes an Bedeutung verloren. Bei den guten Isolationseigenschaften der verwendeten Kunststoffe beschränkt man sich heute auf die Feststellung des Isolationswiderstandes nach einer Meßzeit von 2 bis 5 Minuten.

3.2.3 Kapazität. Bei den Telegrafenseekabeln wurde die Kapazität des Kabels mit Galvanometern nach der ballistischen Methode bestimmt. Mit der Methode ist eine geringe Meßgenauigkeit von etwa 1% zu erreichen. Seit Einführung der Fernsprechseekabel und der damit verbundenen Forderung nach einer größeren Meßgenauigkeit wird die Kapazität mit Wechselspannung von einer wegen der großen Kabellängen niedrigen Frequenz (< 50 Hz) gemessen. Bei der Fertigung der konventionellen Seekabel, bei denen eine Fertigungslänge aus mehreren einzeln gefertigten Aderlängen zusammengesetzt sein kann, werden die Aderlängen nach der Zwischenprüfung entsprechend ihrer Kapazität gruppiert, um zu große Wellenwiderstandssprünge an den Verbindungsstellen der Adern zu vermeiden. Bei den mit großer Präzision gefertigten modernen Leichtgewichtseekabeln entfällt die Gruppierung der Aderlängen. Bei der Abnahme der Kabel ist nur die Bestimmung der Kapazität ohne Vorgabe von Toleranzen üblich.

3.2.4 Betriebsdämpfung. Seit dem Bau von Fernsprechseekabeln mit Unterwasserverstärkern ist eine genaue Bestimmung der frequenzabhängigen Dämpfung dieser Kabel erforderlich. Gemessen wird die

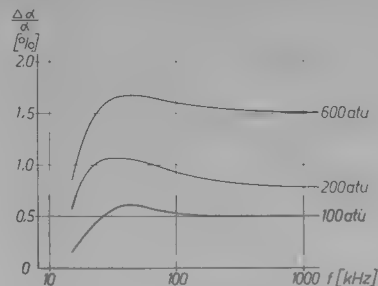


Bild 1. Änderung der Dämpfung durch Druck.

Betriebsdämpfung nach der bekannten Vergleichsmethode mit Hilfe einer Eichleitung, bei der das Kabel mit dem reellen Wert seines Wellenwiderstandes abgeschlossen wird. Von der Meßeinrichtung wird eine absolute Meßgenauigkeit von 0,002 Neper und eine relative Meßgenauigkeit von 0,0002 Neper verlangt. Bei einer Seekabelverbindung muß für die Betriebsdämpfung der einzelnen Verstärkerfelder untereinander eine große Gleichmäßigkeit gefordert werden. Werte für die zulässige relative Abweichung der Betriebsdämpfung einzelner Verstärkerfelder von dem Mittelwert der Betriebsdämpfung aller Verstärkerfelder einer Seekabelverbindung liegen im allgemeinen bei 0,3%. Häufig wird jedes Verstärkerfeld mit einer Überlänge gefertigt, um die vorgeschriebene Solldämpfung

durch einen Längenzuschnitt erreichen zu können. Außer von der Temperatur ist die Betriebsdämpfung der Seekabel vom Wasserdruck abhängig, dem das Kabel ausgesetzt ist. In Bild 1 wird die relative Änderung der Betriebsdämpfung in Abhängigkeit von Druck und Frequenz für ein 0,62″-Seekabel konventioneller Bauart gezeigt.

Lagern bei der Abnahmemessung mehrere Verstärkerfelder in einem Lagertank übereinander, so ist bei der Betriebsdämpfung ein Tanklagereffekt feststellbar. Die Betriebsdämpfung des ganz unten lagernden Verstärkerfeldes kann durch den darüber lagernden Kabelstapel eine über der Frequenz gleichmäßige Verringerung bis zu 0,4% erfahren.

Durch das Umschießen eines Verstärkerfeldes von einem Lagertank in einen anderen Lagertank wird die Betriebsdämpfung durch einen Handlingeffekt beeinflußt. Ein erstmaliges Umschießen einer Kabellänge erhöht die Betriebsdämpfung gleichmäßig über der Frequenz um etwa 0,1%. Ein weiteres oder mehrmaliges Umschießen bringt eine weitere Erhöhung von etwa 0,1% mit sich. Die Betriebsdämpfung der Seekabel zeigt weiter einen Alterungseffekt. In Bild 2 wird die relative Dämpfungsänderung eines 0,62″-Seekabels konventioneller Bauart für verschiedene Frequenzen während eines Zeitraumes von 6 Monaten gezeigt. Der frequenzabhängige Verlauf der relativen Betriebsdämpfungsänderung nach einer Zeit von 6 Monaten ist in Bild 3 dargestellt. Der Alterungseffekt in Form einer Verringerung der Betriebsdämpfung ist auch von verlegten Seekabelverbindungen konventioneller Bauart bekannt. Der Alterungseffekt der Betriebsdämpfung hängt vom Aufbau des Kabels ab.

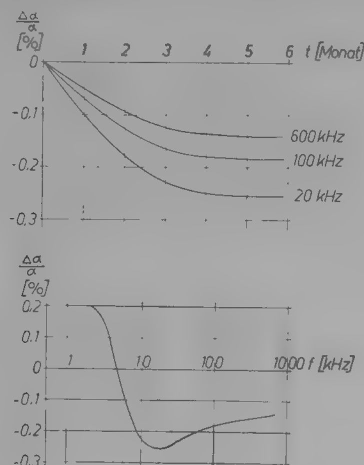


Bild 2 und 3. Alterungseffekt der Dämpfung.

Bei der Legung erfährt die Betriebsdämpfung des Seekabels eine weitere Veränderung durch einen Legeeffekt. Der Legeeffekt ruft eine Verringerung der Betriebsdämpfung hervor. Die Größe des Einflusses auf die Betriebsdämpfung ist von den Verlegebedingungen abhängig und liegt in der Größenordnung von etwa 0,8%.

3.2.5 Längsgleichmäßigkeit. Die Prüfung der Längsgleichmäßigkeit erfolgt nach dem Impulsechoverfahren. Für die Prüfung wird ein Impuls mit einer $\cos^2$-Form und einer solchen Impulslänge verwendet, die bei ausreichendem Auflösungsvermögen eine Reichweite bis über die Mitte des zu prüfenden Verstärkerfeldes hinaus erlaubt. Für die durch Unregelmäßigkeiten reflektierten Impulse wird unter Berücksichtigung der Impulsdämpfung des Kabels nur eine Amplitude zugelassen, die mindestens 50 bis 55 db gegenüber der Amplitude des Sendeimpulses gedämpft ist.

3.2.6 Wellenwiderstand. Die Prüfung des Wellenwiderstandes erfolgt mit einer Scheinwiderstandsbrücke in Abhängigkeit von der Frequenz. Das Verstärkerfeld wird wegen seiner Länge nur mit einem Ohmschen Widerstand (Z) abgeschlossen. Eine Toleranz ist nur für den Realanteil des Wellenwiderstandes einzuhalten.

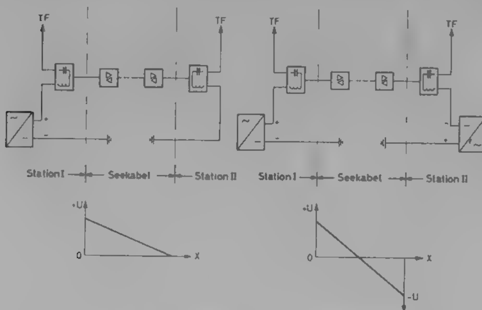
3.2.7 Prüfung der Laufzeit. Bei Leichtgewichtseekabeln ist eine Prüfung der Phasenlaufzeit üblich. Da diese direkt proportional der Kabellänge und fast proportional der Quadratwurzel aus der Dielektrizitätskonstante ist und von den übrigen Parametern des Kabels kaum beeinflußt wird, stellt diese Messung eine Kontrolle der Kabellänge und der Dielektrizitätskonstante dar. Durchgeführt wird die Messung der Laufzeit in einem Frequenzbereich nahe der oberen Nutzfrequenzbandgrenze durch Bestimmung der »kritischen Frequenzen«.

3.2.8 Spannungsfestigkeit. Bei dieser Prüfung wird die zwischen Innenleiter und Außenleiter liegende Isolierung des Seekabels für eine kurze Zeit einer hohen Gleichspannung ausgesetzt. Für Leichtgewichtseekabel werden Prüffeldstärken von etwa 10 kV/mm verwendet.

4. Prüfung der Ozeanblöcke. Jede Fernsprechseekabelverbindung mit Seekabelverstärkern ist in sogenannte Ozeanblöcke unterteilt, zwischen die Entzerrer eingeschaltet werden, mit deren Hilfe die bei der Kabellegung durch den Legeeffekt entstehenden Dämpfungsänderungen korrigiert werden können. Jeder Ozeanblock setzt sich aus mehreren Verstärkerfeldern zusammen. An seinen beiden Enden läuft der Ozeanblock mit einem Verstärkerhalbfeld aus, so daß der später während der Legung eingefügte Entzerrer in der Mitte eines Verstärkerfeldes liegt. Die Halbfelder besitzen eine Kabelüberlänge, damit bei der Kabellegung am Ende jedes Ozeanblockes außer durch den Entzerrer auch durch einen Längenzuschnitt die Übertragungseigenschaften korrigiert werden können. Die Länge eines Ozeanblockes liegt zwischen etwa 200 bis 400 sm. Der Zusammenbau mehrerer Verstärkerfelder mit den dazugehörigen Unterwasserverstärkern zu einem Ozeanblock erfolgt in der Seekabelfabrik oder auf dem Kabelschiff. Der Ozeanblock ist die größte Kabellänge, die vor der Legung noch für Prüfungen zur Verfügung steht. Die Prüfung bezieht sich auf die elektrischen Eigenschaften, besonders auf die Dämp-

fung. Darüber hinaus werden an den Ozeanblöcken Eigenschaften geprüft, für die in erster Linie die Unterwasserverstärker verantwortlich sind. Die weiteren Prüfungen entsprechen bis auf die Messungen der besonderen Kontrolleinrichtungen der Unterwasserverstärker den Messungen, die an Trägerfrequenzverbindungen üblich sind. *Urban*

Seekabelspeisung. Ihre Aufgabe ist die Stromversorgung der Unterwasserverstärker innerhalb einer Seekabelverbindung. Die Unterwasserverstärker werden von den Küstenstationen aus mit konstantem Gleichstrom (Konstantstromspeisung) über den Innenleiter des koaxialen Seekabels ferngespeist. Der Fernspeisestrom wird durch das gut leitende Seewasser zurückgeleitet. Dazu wird der eine Pol der Fernspeiseanlage über ein Erdungskabel mit einer in Küstennähe in See versenkten Erdungselektrode (Erdungsplatte) verbunden. Ermöglichen die Grundwasserverhältnisse der Küstenstation eine niederohmige Fernspeiseerdung, so kann auf die See-Erde verzichtet werden. Der andere Pol der Fernspeiseanlage wird über den Tiefpaß einer Stromversorgungsweiche an den Kabelinnenleiter gelegt. Der Hochpaß der Weiche dient zum Ein- und Auskoppeln des hochfrequenten Übertragungsbandes.



Schaltung der Einseiten- und Zweiseitenspeisung.

Die für die Fernspeisung erforderliche Gleichstromleistung kann an einem oder an beiden Kabelenden in den Küstenstationen eingespeist werden. Danach wird sie »Einseitenspeisung« oder »Zweiseitenspeisung« genannt. Die Einseitenspeisung erfordert nur eine Fernspeiseanlage. Die Zweiseitenspeisung verlangt zwei Fernspeiseanlagen, dafür liegt aber nur die halbe Speisespannung am Kabel, und es ist eine größere Redundanz vorhanden, weil eine Anlage im Notfall die Speisung der ganzen Strecke übernehmen kann. Die Zweiseitenspeisung wird daher bevorzugt. Von Fernspeisegeräten werden große Stromkonstanz, Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit verlangt. Sie sind daher redundant aufgebaut. Sie werden aus Batterien über rotierende Umformer oder statische Wechselrichter mit Strom versorgt. Die Speisespannung einer Seekabelstrecke ist durch den Widerstand des Kabelinnenleiters, den Spannungsabfall am Unterwasserverstärker und die Anzahl der fernzuspeisenden Unterwasserverstärker gegeben. Sie kann mehrere 1000 Volt betragen.

Speisestrom röhrenbestückter Unterwasserverstärker: 200 ... 700 mA bei Speisespannungen zwischen 60 ... 250 V/Verstärker.

Speisestrom transistorisierter Unterwasserverstärker: 50 ... 160 mA bei Speisespannungen zwischen 20 ... 25 V/Verstärker.

Bei Störung des erdmagnetischen Feldes durch Sonnenflecken (magnetischer Sturm) können in Seekabeln je nach Länge und geographischer Lage beträchtliche Spannungen (in Polarkreisnähe mehrere 1000 V gemessen!) mit wechselnder Polarität induziert werden. Zum Ausgleichen der induzierten Spannungen müssen die Fernspeisegeräte einen großen Spannungs-Regelbereich haben, innerhalb dessen der Speisestrom konstant bleibt. *Sacher*

Seekabelspulenmuffen → Pupinspulenbehälter.

Seekabeltelegrafie (Apparate für Seerückleitung) → Kabelschaltungen.

Seekabeltypen → Seekabelaufbau.

Seekabelverstärker, auch Unterwasserverstärker genannt, sind in Seekabel eingesetzte Zwischenverstärker, die wie die Zwischenverstärker auf dem Lande die Aufgabe haben, die frequenzabhängige Dämpfung des zugehörigen Leitungsabschnittes aufzuheben. Sie werden auf trägerfrequent genutzten, koaxialen Fernsprechseekabeln eingesetzt. Der S. muß technisch den gleichen Anforderungen genügen wie ein Landzwischenverstärker. Er muß in einem wasserdichten, druckfesten Gehäuse untergebracht, im Zuge von Kabeloperationen verlegbar und wiederaufnehmbar und wegen der hohen Speisespannungen hochspannungsfest aufgebaut sein. Der Unzugänglichkeit und der hohen Reparaturkosten wegen muß er eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer haben (mindestens 20 Jahre). Wegen der Hintereinanderschaltung einer großen Anzahl von S. in langen Verbindungen müssen fertigungstechnische Reproduzierbarkeit und Stabilität der elektrischen Eigenschaften sehr gut sein. Die Kosten für einen S. sind entsprechend hoch. S. werden über den Innenleiter des Kabels mit Gleichstrom versorgt (→ Seekabelspeisung). Obwohl Anlagen mit Röhrenverstärkern höhere Speisespannungen verlangen, folgte die S.-Technik dem Zuge zur Transistorisierung wegen des Zuverlässigkeitsproblems zunächst nur zögernd. Die Mehrzahl der verlegten S. ist noch mit Röhren bestückt. Neuentwicklungen sehen fast nur Transistoren vor. Je nachdem, ob der S. eine oder beide Sprechrichtungen einer Seekabelverbindung verstärkt, heißt er Einweg-(Einrichtungs-) oder Zweigweg-(Zweirichtungs-)verstärker. Mit Einwegverstärkern bestückte Seekabelanlagen arbeiten im → Vierdraht-Gleichlageverfahren, d. h., die Sprechströme der beiden Richtungen werden in gleicher Frequenzlage auf zwei getrennten, parallellaufenden Kabeln übertragen. Anlagen mit Zweiwegverstärkern verwenden das → Zweidraht-Getrenntlageverfahren, d. h., beide Richtungen übertragen auf ein und demselben Kabel in getrennter Frequenzlage (unteres und oberes Trägerfrequenzband). Bei

gleichem Kabeltyp und gleicher Kanalzahl muß der Zweiwegverstärker ein doppelt so breites Frequenzband übertragen. Die Verstärkerfelder werden jedoch nur im Verhältnis $\sqrt{2}$ kürzer. Eine Anlage mit Zweiwegverstärkern ist daher wirtschaftlicher. Der schaltungstechnisch einfachere und weniger Raum beanspruchende Einwegverstärker, zunächst für Tiefseeverbindungen verwendet, wurde im Laufe der Entwicklung zugunsten des Zweiwegverstärkers aufgegeben. Verlegung des ersten S.: 1943 (Kabel Anglesey–Isle of Man, Flachsee); des 2. bis 7.: 1950 (Kabel Key West–Havana, Tiefsee); der ersten Transatlantikverbindung mit S.: 1956; der ersten Verbindung mit transistorisierten S.: 1965.

1. Elektrische Schaltung. Sie wird einfach gehalten. Daher läßt sich trotz Entwicklung durch verschiedene Firmen ein gemeinsames Grundschema erkennen. Bestandteile des Einwegverstärkers s. Bild 1, des Zweiwegverstärkers s. Bild 2.

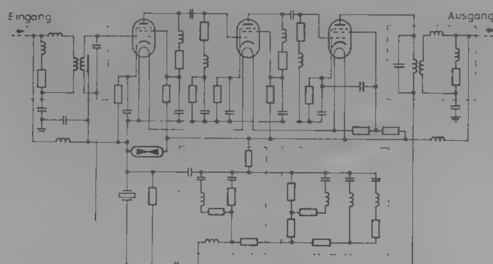


Bild 1. Einrichtungsverstärker TAT 1, Stromlauf.

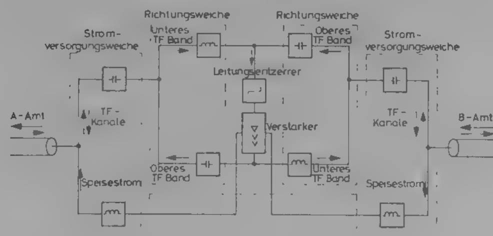


Bild 2. Zweirichtungsverstärker, Blockschaltbild.

Durch den Tiefpaß der Stromversorgungsweiche wird der Speisestrom unter Umgehung des Trägerfrequenz-(TF-)Teiles dem Gleichstromweg des aktiven Verstärkers zugeleitet. Die nachgeschalteten Richtungsweichen führen die beiden in unterschiedlicher Frequenzlage aus verschiedenen Richtungen kommenden TF-Übertragungsbänder vor dem aktiven Verstärker zusammen, um sie nach der Verstärkung hinter ihm wieder zu trennen. Sie müssen eine hohe Umlaufdämpfung haben, damit auch bei Hintereinanderschaltung vieler S. keine störende Welligkeit in den Übertragungsbändern auftritt. Die Klirrdämpfungsanforderungen sind wegen des Pegelunterschiedes zwischen ankommendem und abgehendem Band hoch. Die Anforderungen werden herabgesetzt, wenn die Weichen nicht als geschlossener 8-Pol ausgebildet, sondern Hoch- und Tiefpässe an Diagonalpunkten über Gabeln oder Brückenschaltungen zusammengeführt werden. Der eigentliche Verstärker ist jedoch nicht erdfrei, und Gabeln bzw. Brücken bringen Verstärkungsverlust (vgl. Schaltungen beim → Zweidrahtverstärker. Handwörterbuch für das elektrische Fernmeldewesen, Ausg. 1929, S. 746, Bild 2 und 3, S. 747, Bild 4b, 6 und 7). Der Leitungsentzerrer ist vor den aktiven Verstärker geschaltet und wirkt für beide TF-Bänder gleichzeitig. Er bringt den Verstärkungsgang des S. auf den Dämpfungsgang des zugehörigen Verstärkerfeldes und entzerrt die übrigen Netzwerke. Die Ankopplung der Richtungsweichen über Gabeln oder Brückenschaltungen ermöglicht getrennte Leitungsentzerrer für unteres und oberes TF-Band. Der Röhrenverstärker ist stark und frequenzabhängig gegengekoppelt. Er ist daher langzeitlich stabil und klirrarm und mit Vorentzerrung zu betreiben. Er ist mit 3 oder 6 Röhren bestückt. Letztere sind entweder in zwei getrennten, parallel arbeitenden Verstärkungswegen mit gemeinsamem Gegenkopplungsweg oder je paarweise parallel angeordnet. Alle 3 bzw. 6 Röhren sind vom gleichen Typ. Ihre Betriebsspannungen werden unter Einfügung eines Widerstandes aus dem durch den Speisestrom erzeugten Spannungsabfall an den ggf. paarweise in Reihe geschalteten Heizfäden gewonnen. Die derzeitigen Transistorverstärker sind ebenfalls meist dreistufig und bestückt mit 3 oder 4 Transistoren, z. T. verschiedenen Typs. Zum Schutz gegen Hochspannungsimpulse, wie sie bei Beschädigungen des hochgespannten Kabels auftreten können, sind im S. TF-Eingänge und Gleichstromweg durch Gasentladungsröhren und/oder Dioden geschützt. Die Röhrenheizfäden werden mitunter durch Schmelzsicherungen oder Gasentladungsröhren überbrückt, die bei Heizfadenbruch leitend werden und so die Weiterführung der Speisung der Strecke ermöglichen.

2. Überwachung. Sie hat einen doppelten Zweck: Rechtzeitige Erkennung langsamer Änderungen der elektrischen Eigenschaften (Verstärkung, Geräuschverhalten, Nichtlinearität) eines S. und Ortung von gestörten S. und Kabelfehlern auf der Strecke. Alle Verfahren setzen voraus, daß im Falle eines Fehlers der vor dem überwachenden Amt liegende Streckenabschnitt noch ferngespeist werden kann, was bei Kabelfehlern meist möglich ist, weil das Wasser Innen- und Außenleiter kurzschließt. Die Identifizierung der einzelnen S. erfolgt auf Zeit- (1) oder Frequenzbasis (2). Bei Verfahren nach (1) sind die Signale einer Trägerfrequenz aufmodulierte Impulse, die durch eine eingebaute oder inhärente Nichtlinearität des Verstärkers umgesetzt werden (Bildung von Harmonischen, Intermodulation). Die Zuordnung der Impulse zu den einzelnen S. ergibt sich aus der Reihenfolge ihres Eintreffens im Amt, die von ihrer Laufzeit, d. h. von der Entfernung des jeweiligen S. vom Amt, abhängt. Bei (2) sind die Signale Sinustöne. Einfachstes Verfahren nach (2): Der Verstärker des S. hat in seinem Gegenkopplungsweg einen Quarz, der bei seiner Resonanzfrequenz die Gegenkopplung nahezu aufhebt, so daß an dieser Stelle des übertragenen Frequenzbandes eine selek-

tive Erhöhung der Verstärkung und des Rauschens auftritt. Die Resonanzfrequenzen der Quarze der S. einer Strecke werden voneinander verschieden gewählt. Bei Aufzeichnung des Rauschens der Strecke im das entsprechende Band empfangenden Amt sind die im Betrieb befindlichen S. und ihr Geräuschverhalten an den bei den Quarzfrequenzen auftretenden Spitzen erkennbar (Rauschspitzenverfahren, auch bei Einwegverstärkern anwendbar). Die Überprüfung des Intermodulationsverhaltens der S. ist ebenfalls möglich. Das Loop-Gain-Verfahren für den Zweiwegverstärker (Schleifenüberwachungsverfahren) und seine Ableitungen arbeiten mit Umsetzung. Im einfachsten Fall wird vom das untere TF-Band sendenden A-Amt ein sinusförmiges Signal geeigneter Frequenz ausgesandt, hinter dem Verstärker von einer selektiven Überwachungseinheit ausgesiebt und verdoppelt. Die verdoppelte Frequenz fällt in das obere TF-Band, so daß das Signal mit diesem zum A-Amt zurückgelangt, wo es ausgewertet wird. Jeder S. erhält eine von allen anderen S. einer Strecke verschiedene Überwachungsfrequenz zugeordnet.

3. Bauelemente. Bei der Auswahl der Bauelementetypen hat die Zuverlässigkeit und zeitliche Beständigkeit Vorrang vor anderen Anforderungen. Jedes einzelne Bauelement wird, wenn nicht als Sonderentwicklung, nach verschärften Spezifikationen gefertigt und geprüft. Als zuverlässig sind erprobt u. a. Glimmer- und Styroflexkondensatoren, Ferritspulen und hartwachs- oder ölimprägnierte Metallpapierkondensatoren. Für das einzige der Abnutzung unterliegende Bauelement wurde ein besonderer Typ entwickelt, die Langlebensdauerröhre mit niedriger Kathodentemperatur, bei der die Erhöhung der Lebenserwartung auf Kosten der elektrischen Leistungsfähigkeit erreicht wird. Sie wird vor der Verwendung mehrere tausend Stunden eingebrannt und beobachtet.

4. Gehäuse der Seekabelverstärker. Der elektrische Teil der S. ist in einem korrosionsfesten, zylindrischen Metallgehäuse eingeschlossen, das dem Wasserdruck (in Tiefsee bis zu 600 kp/cm²) und der mechanischen Beanspruchung bei der Legung standhalten muß (s. Bild 3). Durch das Gehäuse muß der Innenleiter des Kabels elektrisch isoliert, druckfest und wasserdicht eingeführt werden. Die Bauart des Gehäuses und die Legeeinrichtung des Kabelschiffes müssen so aufeinander abgestimmt sein, daß während der Legung der S. das Schiff nicht angehalten zu werden braucht.

Flexible Verstärker sind so aufgebaut, daß sie die für Seekabel ohne Verstärker üblichen Legeeinrichtungen (z. B. Trommelwinde) der Kabelschiffe passieren können. Beim Auflaufen auf die Trommel der Winde wird der flexible Verstärker wie das Kabel gebogen. Die ersten Verstärkergehäuse bestanden aus einer Kette ineinandergreifender Stahlringe, die ein darüberliegendes, dünnwandiges Kupferrohr gegen den Wasserdruck abstützen (erster amerikanischer Tiefseeverstärker), oder aus einzelnen, druckfesten, über Gelenke aneinandergereihten Bechern (erster deutscher Flachseeverstärker).

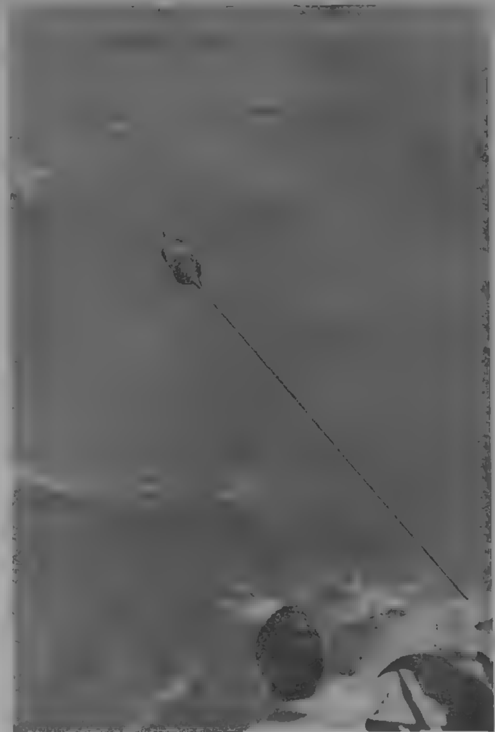


Bild 3. Unterwasserverstärker nach dem Verlassen der Heckrolle.

Erstere bieten den elektrischen Bauelementen wenig Raum und können nur wenige Male gebogen werden, weil sonst das Kupferrohr aufgrund der Materialermüdung brechen kann. Letztere erfordern eine Vielzahl von druckfesten, elektrischen Leiterdurchführungen. Der moderne Zweiwegverstärker ist daher in einem einzigen, druckfesten, zylindrischen Metallgehäuse mit großem Durchmesser (vgl. Tabelle) untergebracht (Eintopfverstärker). Wird das Seekabel ohne biegsame Zwischenglieder an dem Gehäuse zugfest verankert, so handelt es sich um einen starren Verstärker. Zur Verlegung der starren Verstärker dienen besondere Legeeinrichtungen (Fünf-Scheiben-Winde, Caterpillar). Wird das starre Gehäuse über Gelenke (z. B. Kugelgelenke oder Kardangelenke) mit dem Kabel verbunden, kann ein solcher Verstärker über die Trommelwinde verlegt werden (s. Bild 4). Um zu verhindern, daß der Verstärker sich wegen seines großen Durchmessers beim Auflaufen auf die Trommelwinde über die Kabelwindungen legt, muß der Auflaufpunkt des Kabels auf die Trommel verschiebbar sein, was durch eine verstellbare Leitrolle (z. B. axial verstellbares Rückhaltegetriebe) und ein in Achsrichtung der Trommel verstellbares Abstreifmesser erreicht wird (→ Seekabellegung). Bei Tiefseeverstärkern werden die Deckel mit dem zylindrischen Teil des Gehäuses verschweißt.



Bild 4. Unterwasserverstärker (Eintopfverstärker mit Gelenken) passiert die Trommelwinde.

Eine Dichtigkeitsprüfung kann z. B. mit Heliumgas unter einem Druck ausgeführt werden, der über dem später im Betrieb zu erwartenden Wasserdruck liegt. Mit Hilfe eines Massenspektrometers lassen sich feinste Undichtigkeiten in kurzer Prüfzeit ermitteln.

5. Fertigung. S. und ein Großteil ihrer Bauelemente werden in Unterwasserverstärkerfabriken in staubfreien, klimatisierten Räumen hergestellt und geprüft. Dazu sind spezielle Fertigungsvorrichtungen z. B. für Druck- und Dichtigkeitsprüfungen und hochwertige elektronische Meßgeräte erforderlich.

Fabriken: Les Câbles de Lyon, Frankreich; Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Deutschland (für United States Underseas Cable Corporation, Washington); Standard Telephones and Cables Ltd., England; Submarine Cables Ltd., England; Western Electric Company, USA.

6. Zwischenentzerrer. Beim S. besteht im Gegensatz zum Landzwischenverstärker keine Möglichkeit, Höhe und Gang der Verstärkung an Ort und Stelle nachzuregeln. Abweichungen zwischen Verstärkung des S. und Verstärkerfelddämpfung laufen daher längs der Strecke als Fehler auf. (Gründe für Abweichungen: Theoretischer Entzerrungsfehler, Fabrikationsstreuung, unterschiedliche und falsch vorausgesagte Druck- und Temperaturverhältnisse auf der Trasse, → Legeeffekt des Kabels.) Zu ihrer Beseitigung werden in regelmäßigen Abständen, etwa nach jedem 7. bis 10. S., in der Mitte eines verkürzten Verstärkerfeldes Zwischenentzerrer eingesetzt. Sie sind mechanisch aufgebaut wie S., enthalten elektrisch jedoch nur Entzerrernetzwerke und die erforderlichen Weichen; Stromversorgungsweichen zur Umgehung durch den Speisestrom und, falls für oberes und unteres TF-Band getrennte Netzwerke vorhanden sind, Richtungsweichen. Der elektrische Teil der Zwischenentzerrer wird entweder während der Legung auf See berechnet, aus einem vorhandenen Bauelementespektrum zusammengesetzt und in das Gehäuse eingebaut, das auf See verschlossen und in das Kabel eingespleißt wird, oder es wird eines der in dem bereits verschlossenen Entzerrer vorhandenen, verschiedenen Entzerrungsglieder ausgesucht und von außen durch elektrische Impulse in den Verbindungsweg eingeschaltet. Der Zwischenentzerrer muß so rechtzeitig fertiggestellt werden, daß der Legevorgang nicht unterbrochen zu werden braucht. Zum Teil Einsatz elektronischer Rechenmaschinen.

Verstärkereigenschaften einiger charakteristischer Verstärker.

Verstärkertyp	Seekabel-Anlage und Jahr der Legung	Nutzfrequenzbänder f/kHz	Verstärkung bei höchster Übertragungsfrequenz μ/dB	Speisestrom I/mA	Abmessungen Länge mm	Abmessungen Durchmesser mm
Einwegverstärker mit Röhren bestückt	Key West—Havana (USA—Kuba) 1950	12 — 108	65	230	2134	71
Einwegverstärker mit Röhren bestückt	TAT-1 (Schottland—Kanada) 1956	20 — 164	61	255	2438	71
Zweiwegverstärker mit Röhren bestückt	CANTAT (Schottland—Kanada) 1961	60 — 300 360 — 608	55	430	3020	267
Zweiwegverstärker mit Röhren bestückt	ICECAN (Island—Kanada) 1962	15 — 87 108 — 180	48	426	1000	360
Zweiwegverstärker mit Röhren bestückt (SD-System)	TAT-3 (England—USA) 1963	108 — 516 648 — 1052	50	390	592	242
Zweiwegverstärker mit Transistoren bestückt (SF-System)	USA—Virgin Island 1968	524 — 2788 3660 — 5884	40	140	592	242

7. Reparaturverstärker. Da bei Kabel- und Verstärkerreparaturen in Tiefsee die Verstärkerfelder durch Einspleißen von zusätzlichem Kabel verlängert werden, werden zur Kompensation der damit verbundenen Dämpfungserhöhung zusätzlich S. mit geringerer Verstärkung, Reparaturverstärker, eingesetzt, oder es wird Kabel aufgenommen und durch Kabel mit größerem Durchmesser (Reparaturkabel) ersetzt.

In der Tabelle sind die Abmessungen und elektrischen Eigenschaften einiger in den letzten Jahren verlegter S. angegeben. *Erdniß/Hosse*

Seelen von Fernmeldekabeln, Trocknung. S. papierisolierter Fernmeldekabel (F.) enthalten erhebliche Feuchtigkeitsmengen (8–12 v. H.), die zum Teil beim Umspinnen der Papierbänder um die Leiter der besseren Verarbeitbarkeit wegen zugeführt wurde. Durch S.-Trocknung muß diese Feuchtigkeit dem Isolierpapier wieder entzogen werden, um vorgeschriebene elektrische Eigenschaften der F., besonders Isolationswiderstand, zu erreichen. Zwei Trocknungsverfahren sind üblich: 1. Trocknung der S. erfolgt in großen mit Dampf oder Heißwasser beheizten Gefäßen (mittelbare Beheizung der S.). 2. Kupferleiter der S. werden parallel geschaltet und mit Gleichstrom beschickt (unmittelbare Beheizung). Wenn Papier Temperaturen über 120°C längere Zeit ausgesetzt wird, wird es spröde und bricht beim Spleißen. Bei Styroflexisolierung (S.-Bewicklung besteht aus Papier) dürfen 60°C nicht überschritten werden. Nach Beheizung der S. wird Trocknung durch Vakuum von 0,5–1 Torr gefördert. Bei mittelbarer Trocknung wird Wärme der Heizschlangen an den Innenwänden des Gefäßes durch Strahlung und Konvektion auf die in Körben eingeschossenen S.



Seelentrocknungseinrichtung.

übertragen. Da Wärmeübertragung recht langwierig ist, dauert Trocknung ungefähr 24 Stunden. Die unmittelbare Beheizung der S. mit elektrischem Strom geht viel schneller vor sich und ist wirtschaftlicher. Trockenzeit beträgt im Schnitt nur etwa 3 Stunden. S. werden auf stählernen Fertigungstrommeln (Umwickeln in Körbe nicht nötig) in haubenförmige Trockenbehälter gebracht. Parallel geschaltete Leiter werden mit Anschlüssen für Beheizung verbunden. Trockengleichrichter liefern erforderlichen Gleichstrom. Temperaturbestimmung erfolgt durch Widerstandsmessung oder mit Thermoelement. Mehrstufige Kolben- oder Drehscheibenvakuumpumpen evakuieren über wassergekühlten Kondensator Trockenbehälter. S. müssen nach dem Trocknen sofort ummantelt werden, wenn sie nicht in einer mit Trockenluft beschickten Kammer bis zur Ummantelung gelagert werden.

Literatur: → Literatur „Bewehrung von Fernmeldekabeln".

Leichsenring

Seenotweitergabeplan → Notverkehr.

Seewetteramt (Seewetterdienst) ist die regionale Dienststelle des → Deutschen Wetterdienstes in Hamburg, der als Nachfolgerin der → Deutschen Seewarte die Wahrnehmung der Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes auf See und an den Küsten obliegt. Dazu gehört die Beratung der Schiffahrt in allen meteorologischen Fragen und die regelmäßige Abgabe von Wetterberichten, Wettervorhersagen und Wetterwarnungen wie folgt:

1. Über die Sender Norddeich und Kiel: Der Funkwetterdienst für die Seefahrt in Morse- und Sprechfunk mit Wetterlage und Wettervorhersage für die den deutschen Küsten vorgelagerten Seegebiete in deutscher und englischer Sprache; der Seewetterbericht für die Nord- und Ostsee (auch über den Norddeutschen Rundfunk und den Sender Bremen); Warnungen bei Starkwind- und Sturmgefahr für alle Seegebiete der Nord- und Ostsee; der Seewetterbericht für die deutsche Hochseefischerei in Sprechfunk (in Morsefunk auch über den Sender Quickborn/Pinneberg) für den Nordatlantik und die Fischfanggebiete im Nordmeer, in der Barentssee und in den Fischfanggebieten um Island und Grönland.

2. Über den Sender Quickborn/Pinneberg: Ozeanwetterberichte für die Seeschiffahrt in Morsefunk mit Wetterlage und Wetterentwicklung auf dem Nordatlantik und Windvorhersage für das Gebiet zwischen 40° und 60° Nordbreite; Ausstrahlung einer Faksimilekarte der Wetterlage und der voraussichtlichen Entwicklung für den Nordatlantik, ergänzt durch eine Seegangskarte für den Nordatlantik, im Winter ergänzt durch Eiskarten des → Deutschen Hydrographischen Instituts; Sammelsendungen in Morsefunk mit synoptischen und aerologischen Meldungen von Schiffen auf dem Nordatlantik.

Dazu treten Wetterberichte und Wetterwarnungen (vor Sturm, schwerer See und Schiffvereisung) für die Wetterwarten auf deutschen Fischereischutzbooten und Forschungsschiffen, die von diesen über Sprechfunk an die betreuten Fischereifahrzeuge weitergegeben werden.

Im Rahmen des internationalen Wetternachrichtenaustausches sammelt das S. alle Wettermeldungen von Schiffen auf dem Nordatlantik, um sie an das Zentralamt des → Deutschen Wetterdienstes für die internationalen Sammelsendungen weiterzugeben.

Keil

Seezone → Seefunkdienst, beweglicher.

Segmentantenne → Spiegelantennen.

sehr leichte Bespulung → Bespulungssysteme.

Seidenlackdraht, Seidenschnur → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Seilhaspel, tragbar (Bild 1 und 2), mit Vergasermotorantrieb bietet die Möglichkeit, das Windenseil mit dem im Kanalzug oder -rohr befindlichen Hilfsseil mechanisch schnell dort einzuziehen. Die kugelgelagerte Trommel ist zum Abziehen des Hilfsseiles



Bild 1. Tragbare Seilhaspel mit Vergasermotorantrieb.

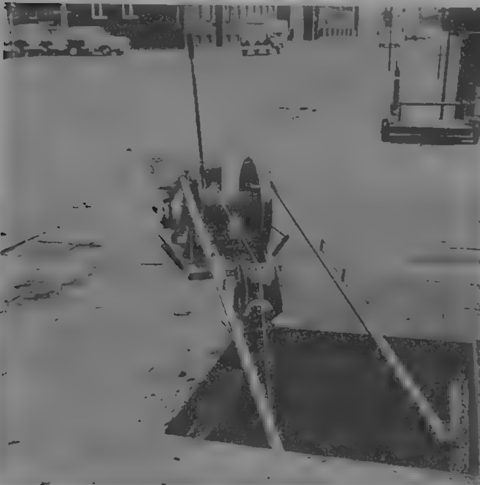


Bild 2. Tragbare Seilhaspel mit Vergasermotorantrieb im Einsatz mit Abstützung gegen die Wände der Kabelschachtöffnung.

freischaltbar und wird von dem Motor über ein Reibradantrieb zum Aufwickeln des Hilfsseiles angetrieben. Der luftgekühlte Zweitaktmotor hat eine Leistung von 1,9 PS bei 3000 U/min. (→ Kabelverlegung, Punkt 3).
Stegmann

Seilschutzrollen (Bilder 1 und 2) werden in die Kanalzugöffnung (Kabelkanalformstück oder Kunststoffrohr) da eingesetzt, wo das Zugseil beim Kabeleinziehen aus dem Zug zur Winde läuft. Die S. dient sowohl dem Schutz des Seiles als auch der Kante an der Zugöffnung.



Bild 1. Einfache Seilschutzrolle zum Einschieben in Kabelkanalzugöffnung.

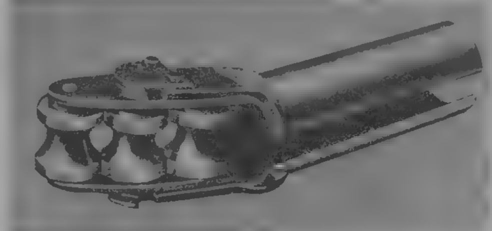


Bild 2. Seilschutzrolle im Schwenkbügel, zum Einschieben in Kabelkanalzugöffnung.
Stegmann

Seitenband ist der bei Modulation eines → Trägers mit einem Basisband oberhalb oder unterhalb der Trägerfrequenz (oder deren Vielfache) entstehende Frequenzbereich der Modulationsprodukte, → Modulation.

Seitenbandaufteiler ist ein Gerätebestandteil einer → Überleiteinrichtung für Überseefunk. mit der Aufgabe, bis zu 4 Telefoniekanäle (oder in der Bandbreite äquivalente Telegrafiesysteme) für die Sendermodulation aufzubereiten und vom Funkempfänger

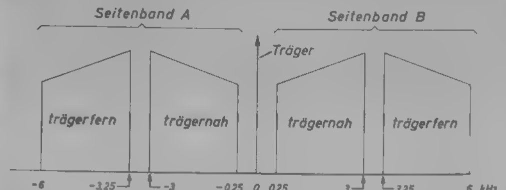


Bild 1. Lage der Kanäle zum Träger beim CCJR-Kanalschema für Überseefunksender.

angelieferte Seitenbänder in die NF-Lage der Kanäle zurückzuverwandeln und aufzuteilen. Die Aufbereitung besteht einmal darin, die Bandbreiten der Kanäle dem mit der Gegenstelle jeweils vereinbarten Kanalschema (z. B. ATT 1 bis 3 und CCIRR) ent-

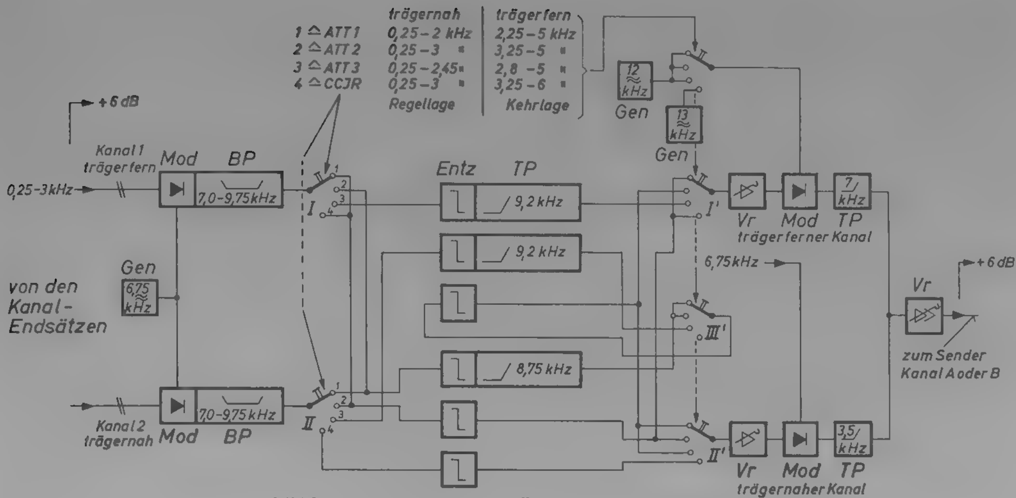


Bild 2. Seitenbandaufteiler des Überseeamtes (Senderichtung).

sprechend zu schalten und ferner die Kanäle paarweise zu je einem Seitenband für die Sendermodulation (Seitenbänder A und B) zu formen. Hierbei wird in jedem Seitenband ein Kanal in seiner NF-Lage belassen (trägernaher Kanal) und der andere in eine Frequenzlage oberhalb des ersteren umgesetzt. Aus diesem entsteht in der Frequenzlage der Aussendung der sog. trägerferne Kanal des betr. Seitenbandes — s. Bilder 1 und 2. Zur Modulationszuführung für 4 Kanäle an einen entfernt aufgestellten Funksender wird für jedes der beiden Seitenbänder eine 6-KHz-Modulationsleitung benötigt. *Schurig*

Seitenbandmeßzusatz → Fernsehsender-Meßeinrichtung.

Seitenzipfel-Echo-Unterdrückung. Neben der gewünschten Strahlungscharakteristik (dem Hauptdiagramm) zeigen alle technisch realisierbaren → Richtantennen noch unerwünschte Nebenzipfel. Über derartige »Seitenzipfel« oder Nebenzipfel des Richtdiagramms wird im Sendefall ein (wenn auch kleiner) Teil der Sendeleistung unerwünscht abgestrahlt und im Empfangsfall unerwünscht empfangen. Durch zweckmäßige Erregung einer Richtantenne und durch konstruktive Maßnahmen versucht man die Seiten- bzw. Nebenzipfel hinreichend klein zu halten. Genügend starke Radarreflektoren, Radartransponder bei Sekundär-Radarbetrieb (→ Radaranlagen) können Empfangssignale über die Seitenzipfel der Richtcharakteristik bewirken und Fehlanzeigen auf dem Radarbildschirm verursachen. Ein schaltungstechnischer Weg zur S. benutzt einen Hilfsempfänger, der seine Eingangsspannung von einer Rundstrahlantenne erhält. Ausgangssignale dieses Hilfsempfängers werden zur Regelung des Radarempfängers benutzt.

Seitwärtsstreuung (sidescatter) → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten.

Sekans-Gesetz → Brechung, ionosphärische.

sekundäre Klangerscheinungen. Klangerscheinungen, die durch Nichtlinearität des Ohres bei → Schwebungen und im Zusammenhang mit → Kombinationstönen und → Variationstönen entstehen.

Sekundärelektronenemission. Aussendung von Elektronen durch einen Festkörper, der mit Primärelektronen hinreichender Energie beschossen wird. Die Zahl der Sekundärelektronen pro auftreffendes Primärelektron — der Sekundäremissionsfaktor — hängt vom bestrahlten Material und seiner Oberflächenbeschaffenheit, vom Auftreffwinkel und von der Energie der Primärelektronen ab. Die Energieverteilung der Sekundärelektronen hat ein charakteristisches Spektrum. Die meisten (echten) Sekundärelektronen (etwa 90%) haben eine niedrige Energie von einigen eV, es folgen rückdiffundierte Sekundärelektronen (etwa 7%) (Primärelektronen nach vielen Stößen) und elastisch reflektierte Primärelektronen (etwa 3%), die noch nahezu die volle Primärenergie besitzen. Viele reine Metalle mit sehr sauberer Oberfläche (z. B. Molybdän, Wolfram und Kupfer) haben ein Maximum der Elektronenemission bei etwa 800 eV der Primärelektronenenergie (senkrechter Einfall der Primärelektronen). Der Sekundäremissionsfaktor beträgt bei dieser Spannung etwa 1—1,5. Speziell hergestellte Metalloberflächen, z. B. Beryllium-Kupfer (BeCu) (oxydiert) oder Cäsium auf oxydierter Silberunterlage oder auf Magnesiumoxyd-Schichten erreichen Sekundäremissionsfaktoren von 10 und darüber. Bei niederen Primärenergien (< 100 eV) und bei sehr hohen Primärenergien (> 10 keV) wird der Sekundäremissionsfaktor < 1. Im ersten Fall ist die Zahl der im Innern des Festkörpers erzeugten Sekundärelektronen klein, im zweiten Fall wird die Eindringtiefe der Primärelektronen so groß, daß die erzeugten

Sekundärelektronen nicht mehr an die Metalloberfläche gelangen und die Austrittsarbeit überwinden können. Im → Photoelektronenvervielfacher wird die S. zur Verstärkung geringer Photoströme ausgenutzt.

Literatur: H. Bruining, Die Sekundärelektronenemission, Berlin 1942.

Salow

Sekundärelemente → Akkumulatoren, → galvanische Elemente.

Sekundäremissionsfaktor → Sekundärelektronenemission

sekundärer Funkdienst → Funkdienst.

Sekundärgruppe (SG), früher auch als Übergruppe bezeichnet. Im Frequenzbereich der SG = 312 bis 552 kHz sind 5 → Primärgruppen (= 60 Kanäle) in Regellage nebeneinander angeordnet. Die SG in ihrer Basis-Frequenzlage wird als Grund-Sekundärgruppe (GSG) bezeichnet (CCITT-Blaubuch G. 211, Fig. 21). Die SG-Verbindung reicht vom Punkt, an dem sie gebildet wird, bis zu dem Punkt, an dem sie aufgelöst wird, und umfaßt beide Übertragungsrichtungen. Durchschaltungen in der Basis-Frequenzlage über SG-Durchschaltefilter (→ Durchschaltetechnik) unterteilen die SG-Verbindung in SG-Abschnitte. SG-Abschnitte liegen zwischen 2 SG-Verteilern (Verteiler in → TF-Systemen).

Sekundärgruppen-Umsetzer (SGU). Im SGU werden Grund-Sekundärgruppen (GSG, Frequenzlage 312 bis 552 kHz) in die Übertragungs-Frequenzlage von SG-Systemen (→ Vierdraht-System) oder in die Basis-Frequenzlage einer Grund-Quartärgruppe »B« (→ Quartärgruppe) umgesetzt.

1. SGU für symmetrische Systeme: Der SGU V60 enthält den Umsetzer mit SG-Filter für die Aussiebung des zu übertragenden Frequenzbandes 12 bis 252 kHz. Im SGU V120 wird eine GSG umgesetzt. Eine weitere GSG wird über ein der Umsetzer-Dämpfung entsprechendes Dämpfungsglied und einen Entkoppler mit der umgesetzten SG zum Übertragungsband 12 bis 552 kHz zusammengefaßt. Die SGU-Geräte V60 und V120 wurden in Röhrentechnik entwickelt. Sie enthalten die Baugruppen beider Übertragungsrichtungen. Der SGU V60 ist konstruktiv in alter Wannen-Bauweise, der SGU V120 in Bauweise 52 (→ Bauweise der TF-Einrichtungen) ausgeführt. Beiden SGU ist zur Anpassung an den Leitungs-Sendepegel ein Röhrenverstärker zugeordnet. Die SGU mit ihren Sendeverstärkern sind im SGU-Gestell V60 bzw. V120 untergebracht. Die Schaltpegel auf der GSG-Seite betragen −4,0 Npr/75 Ohm (Eingangspegel) und −3,5 Npr/75 Ohm (Ausgangspegel) auf der Leitungsseite zwischen Sendeverstärker-Ausgang und Leitung sowie zwischen Empfangsverstärker-Ausgang und SGU-Eingang +0,2 Npr/150 Ohm.

2. SGU für Kx-Systeme: Die deutschen Koaxial-Systeme (→ Vierdraht-Systeme) sind SG-Systeme, deren Übertragungs-Frequenzlage die Verwendung gleicher SGU-Geräte für verschiedene Systeme ermöglicht. Zur Bildung der Übertragungslage 60 bis 4028 kHz des Systems V960 aus 16 GSG (312 bis

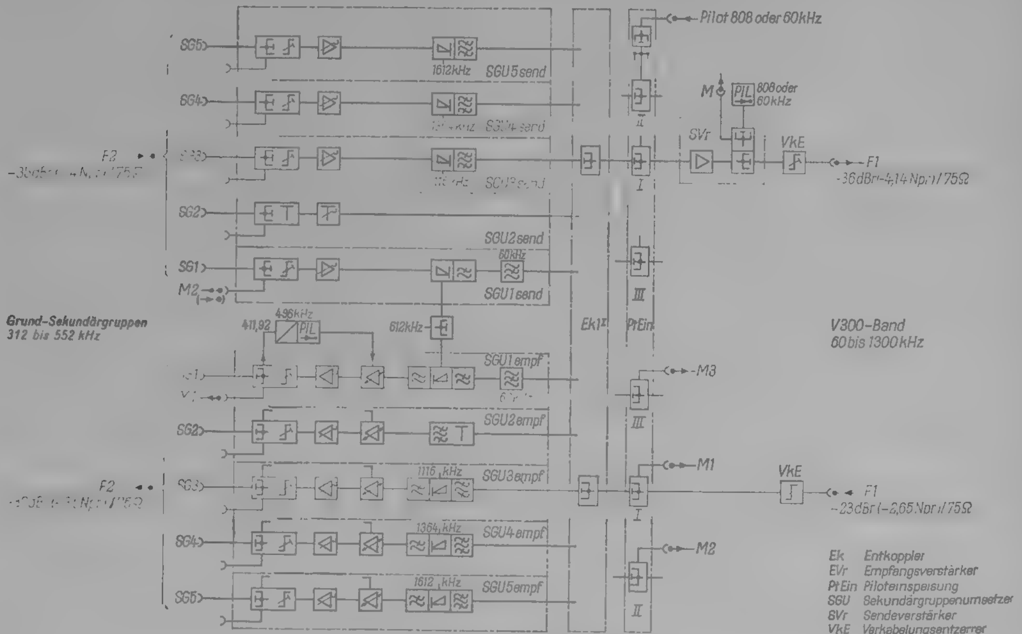
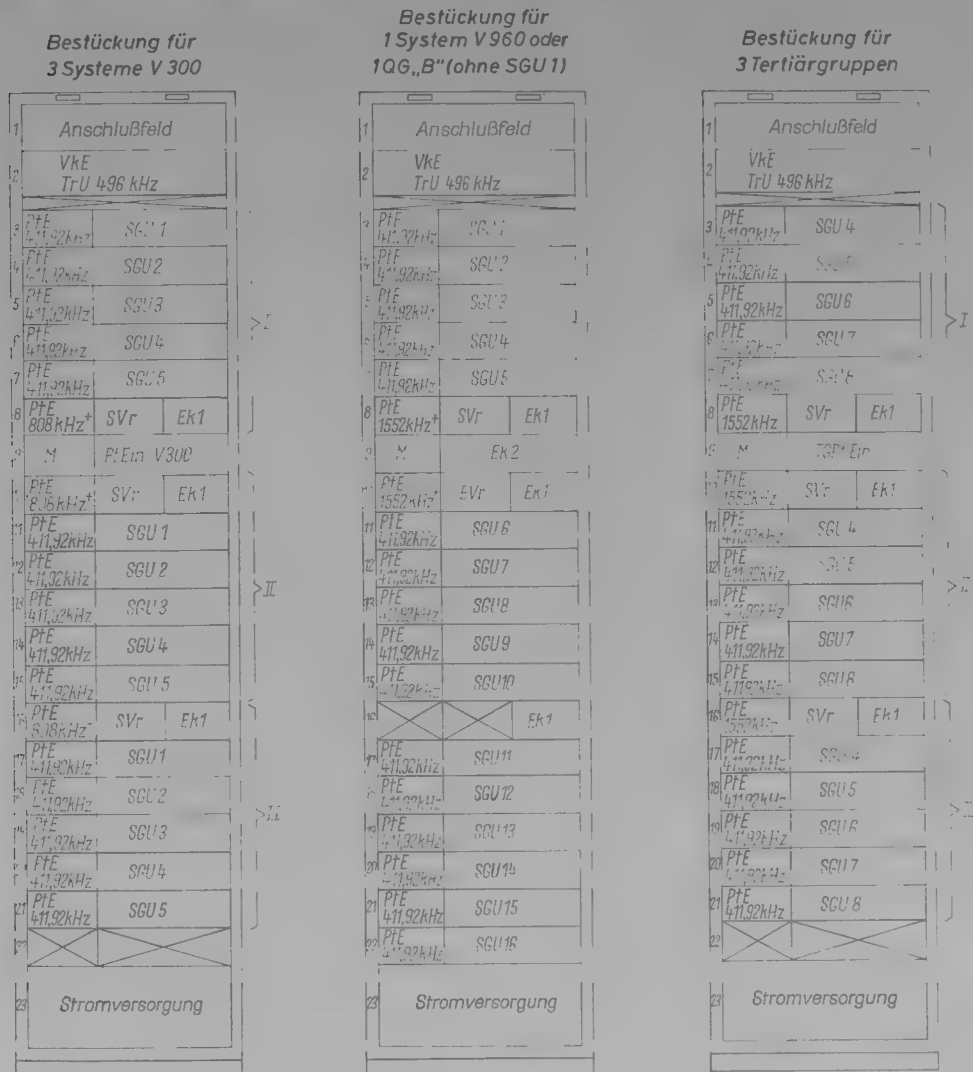


Bild 1. Blockschema der SG-Endstelle V300.

552 kHz) wurden in Anpassung an die Leitungsverstärker V960 in Röhrentechnik 16 SGU-Geräte **zusammengefaßt.**

Die Geräte und die Entkoppler der zu einem Übertragungsband zusammengefaßten 16 SG sind in einem SGU-Schrankgestell V960 untergebracht. Die Übergabepegel der SG-Endstelle V960 zu den **Leitungsverstärkern (LVr) V960 wurden für eine** starre Zusammenschaltung zwischen SGU und LVr ausgelegt.



⁺oder PtE 60 kHz

SGU = Sekundärgr.-Umsetzer
SVr = Sendeverstärker
TrU = Trägerumsetzer
VkE = Verkabelungsentzerrer

Ek = Entkoppler
EVr = Empfangsverstärker
M = Meßeinschub
PtE = Pilotempfänger
PtEin = Piloteinspeisung

Bild 2. Bestückungsmöglichkeiten des SGU-Gestelles V 300 V 960.

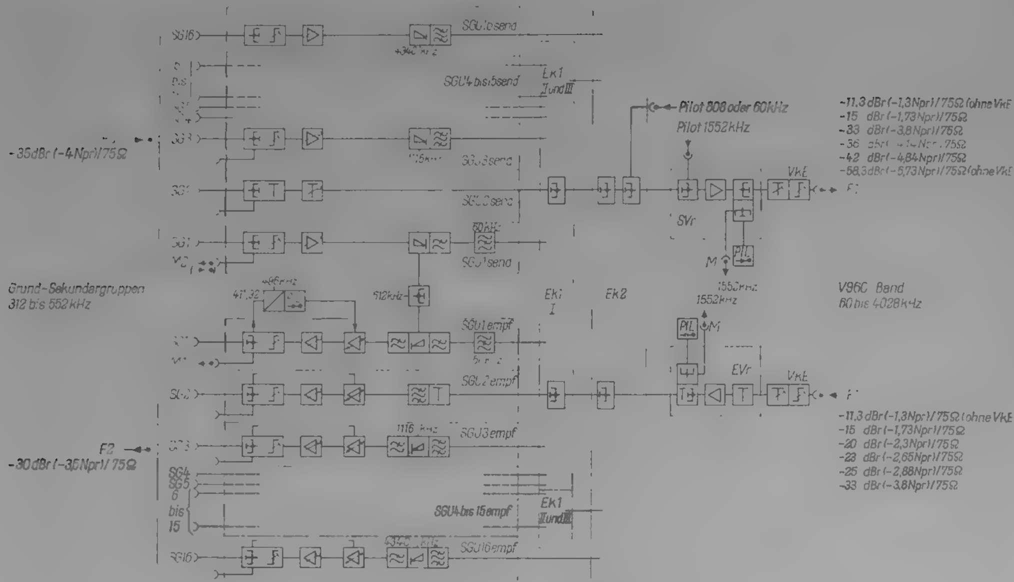


Bild 3. Blockschema der SG-Endstelle V960.

Mit der Entwicklung der Systeme V300, V1260 und V2700 mußten zusätzliche Bedingungen erfüllt werden, die bei einer Umstellung der SGU V960 auf Transistortechnik folgende weitere Ergänzungen erforderten:

a. Automatische Überwachung und Regelung des SG-Piloten 411,92 kHz (→ Pilottechnik in TF-Systemen) im SGU-Gerät.

b. Einspeisung und Überwachung von Bandpilot-Frequenzen 808 kHz und 1552 kHz in das zu übertragende Frequenzband für abgezweigte Teil-Frequenzbänder zwischen den Systemen (→ Abzweigtechnik).

c. Bandpilot-Empfänger 808 kHz und 1552 kHz in Empfangsrichtung des Übertragungsbandes.

d. Einheitliche Schaltpegel zwischen den SG-Endstellen und den Leitungsverstärkern der verschiedenen Kx-Systeme (Verteiler in → TF-Systemen).

e. Unterbringung der für Koaxial-Systeme allgemein verwendbaren SGU in einem Universalgestell, das durch entsprechende Bestückung mit Entkopplern, Sende- und Empfangs-Verstärkern, Dämpfungsgliedern und Verkabelungsentzerrern dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt wird.

Das Blockschema einer SG-Endstelle V300 ist in Bild 1, das einer SG-Endstelle V960 (ohne SGU 1 entsprechend einer Grund-Quartärgruppe »B«) in Bild 3 dargestellt. Die verschiedenen Bestückungsmöglichkeiten des Gestelles (u.a. auch als Tertiärgruppen-Umsetzergestell → Tertiärgruppe) sind aus Bild 2 zu ersehen. *Wichmann*

Sekundärkreis. Beim → Transformator bildet diejenige Spule, die mit dem Verbraucher verbunden ist, zusammen mit diesem den Sekundärkreis.

Sekundärradar → Radaranlagen.

Sekundärstrahler → Antennenelement, → Funkstörquelle, → Polarisation.

Selbstblock → Block, → Eisenbahnsignaltechnik, → Streckenblock.

Selbstentladung bei Bleiakkumulatoren → Akkumulatoren.

Selbsterregung → Verstärker. S. bei elektrischen Maschinen liefert den für deren Eigenerregung erforderlichen Strom selbst. Durch den Restmagnetismus (Remanenz) wird in der Ankerwicklung eine EMK erzeugt, die ihrerseits einen Strom in der Feldwicklung induziert. Dadurch wird das Magnetfeld verstärkt. Die elektromotorische Kraft (EMK) und somit auch der Erregerstrom nehmen zu. Die selbsterregten Maschinen werden unterteilt in: → Nebenschluß- und → Reihenschlußmaschinen.

Selbstinduktivität (Selbstinduktion). Wird ein geschlossener elektrischer Stromkreis, z. B. eine Spule, von einem Strom I durchflossen, ist Φ_e der mit dem Stromkreis verkettete magnetische Fluß (genauer: Eigenfluß) und ist die Permeabilität des ganzen felderfüllten Raumes konstant, so ist Φ_e proportional zu I, der Proportionalitätsfaktor $L = \Phi_e/I$, der nur durch die Permeabilität und die geometrischen Abmessungen des Stromkreises bestimmt ist, wird Selbstinduk-

tivität oder auch Koeffizient der Selbstinduktion genannt. Für eine lange, schlanke, gleichmäßig dicht mit w Windungen gewickelte Zylinderspule von kleinem Wicklungsquerschnitt z. B. ist

$$L = \frac{w^2 \mu q}{l},$$

wenn l die Länge, q der Querschnitt der Zylinderspule ist. Dies kann man auch so schreiben: $L = w^2 \Lambda$, dann ist $\Lambda = \mu q / l$ der magnetische Leitwert, oder auch

$$L = w_1^2 \mu \tau,$$

dann ist $w_1 = w/l$ die axiale Windungsdichte und τ das vom magnetischen Feld erfüllte Volumen. L/μ wird auch Selbstinduktivitätsfaktor genannt.

Die Selbstinduktivität kann auch definiert (gemessen, verstanden) werden als der Quotient: Selbstinduktionsspannung (induktive Spannung, → Induktionsgesetz) u_L geteilt durch Änderungsgeschwindigkeit $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ der Stromstärke,

$$L = u_L : \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}.$$

Eine sehr allgemeine Definition der Selbstinduktivität ist

$$L = \frac{2 W_m}{I^2},$$

wobei W_m die gesamte magnetische Feldenergie des Eigenfeldes des Stromkreises ist.

Innere Selbstinduktivität wird derjenige Teil der Selbstinduktivität genannt, der vom magnetischen Feld im Innern der stromführenden Leiter herrührt, äußere Selbstinduktivität der andere Teil, der vom magnetischen Feld außerhalb der stromführenden Leiter herrührt. Die innere Selbstinduktivität wird am besten verstanden und berechnet nach der energetischen Definition $L_i = 2 W_{mi}/I^2$, wobei W_{mi} die magnetische Feldenergie im Innern der stromführenden Leiter ist; die äußere Selbstinduktivität kann stets verstanden und berechnet werden als $L_a = \Phi/I$, wobei Φ der magnetische Eigenfluß außerhalb der stromführenden Leiter ist.

J. Fischer

selbsttätige Melder → Meldungsgeber.

Selbstwählferndienst (SWFD). Automatischer Fernsprechdienst zwischen Teilnehmern beliebiger Ortsnetze in der BRD. Charakteristische Merkmale des SWFD sind: Einheitliche 3- bis 5stellige Ortnetzkennzahlen, die in der Zuordnung netzgebunden sind; alternative Leitweglenkung im aufsteigenden Teil des Kennzahlweges mit bis zu 3 Leitwegsteuerstellen; Zählung während des Gesprächs durch Zeitimpulszählung und zeitgerechten Zähleinsatz; Rückauslösung der Verbindung, wenn im Zuge des Verbindungsaufbaues Besetztzeichen auftritt; vierdrähtige Durchschaltung in den Fernvermittlungsstellen. Das Netz des SWFD ist in 4 Netzebenen gegliedert. Es umfaßt 3780 Ortsnetze, 473 Knoten- bzw. Doppelknoten-, 63 Haupt- bzw. Doppelhaupt- und 8 Zentralvermittlungsbereiche.

Vereinfachter Selbstwählferndienst (vSWFD). Entwickelt als Vorstufe des SWFD zur Abwicklung des Fernverkehrs in Verkehrsbeziehungen mit starkem Verkehr. Der vSWFD besteht in einigen Industriegebieten der Bundesrepublik vorläufig auch noch neben dem bereits eingerichteten SWFD. Er dient dort zur Abwicklung des Massenverkehrs in Verkehrsbeziehungen mit großem Verkehr. Der vSWFD wurde mit einfachen und billigen Schaltgliedern der Direktwahltechnik ohne Leitweglenkung eingerichtet. Verbindungen werden nur zweidrähtig durchgeschaltet. Es werden zur Einsparung von Wahlstufen kurze (meist 1- oder 2stellige) Ortsnetzkennzahlen verwendet. Diese gelten nur von wenigen Ursprungsortsnetzen aus und sind in anderen Verkehrsbeziehungen wiederholt. Die unübersichtliche Zuordnung der Ortsnetzkennzahlen ist ein Nachteil des vSWFD. Wenn Ortsnetze von einem Ursprung aus im vSWFD und SWFD erreicht werden können, hängt die Verteilung des Verkehrs auf den vSWFD und den SWFD von den Teilnehmern ab. Das ist ein weiterer Nachteil.

Erst nach der allgemeinen Einführung des → Fernwahlsystems 62 und der Erarbeitung einer Konzeption für ein zukünftiges Wählsystem für Orts- und Ferndienst konnte die Grundsatzentscheidung getroffen werden, den weiteren Ausbau des vSWFD zu stoppen und den vorhandenen vSWFD im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten auf längere Sicht (etwa bis 1975) Zug um Zug aufzuheben und in den SWFD zu überführen.

Im vSWFD werden Zählübertragungen (Z), die in der Regel nur einen festen Zähltakt anlegen können, verwendet. Eingeführt wurden mehrere Typen, die sich hinsichtlich der betrieblichen Möglichkeiten unterscheiden; es sind dies z. B. mit und ohne Münzerunterscheidung, mit und ohne Schlußzeichenauswertung. Als Schaltkennzeichen werden Regelkennzeichen (RKZ) angewendet.

Ein zeitgerechter Zähleinsatz ist nur bei neueren Z vorgesehen (→ Gebührenerfassung im SWFD).

Socher/Altehage

selektive Absorption → Absorption, ionosphärische.

Selektivruf. Der Selektivruf gestattet, einen einzelnen Teilnehmer oder eine Teilnehmergruppe aus einer Vielzahl von Teilnehmern eines gemeinsam benutzten Funkkanals herauszuwählen. Die Teilnehmer oder Gruppen werden durch ihre Selektivruf-Nummer voneinander unterschieden. Diese Nummern werden bei der sendenden Stelle (Selektivruf-Geber) in Codesignale umgesetzt, ausgesendet und bei der empfangenden Stelle entschlüsselt. Stimmt das codierte Funksignal mit dem im Empfänger eingestellten Code überein, so wird ein akustisches oder optisches Signal ausgelöst.

Nach den angewandten Codierungsverfahren werden unterschieden:

1. Frequenzcodeverfahren. Das Codesignal wird aus einem oder mehreren Signalelementen gebildet. Die Signalelemente können aus Einzelfrequenzen oder Frequenzkombinationen bestehen. Besteht das gesamte Codesignal nur aus einem Signalelement, so spricht man von einem Frequenzcodeverfahren ohne zeitliche Staffelung (Bild 1).

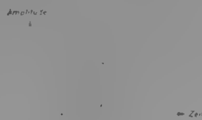


Bild 1. Frequenzcodesignal ohne zeitliche Staffelung (bestehend aus 4 Frequenzen).

Bei Frequenzcodeverfahren mit zeitlicher Staffelung werden Codesignale ausgesendet, die für jede Ziffer des Anrufkennzeichens aus Signalelementen mit einzelnen Frequenzen (Bild 2a) oder auch mehreren gleichzeitig übertragenen Frequenzen (Bild 2b) bestehen können.



Bild 2a. Frequenzcodesignal mit zeitlicher Staffelung (Einfrequenz-Signalelemente, durch Pausen voneinander getrennt).

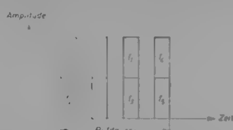


Bild 2b. Frequenzcodesignal mit zeitlicher Staffelung (Zweifrequenz-Signalelemente, durch Pausen voneinander getrennt).

Um bei der Auswertung zwei aufeinanderfolgende Signalelemente gleichen Aufbaus unterscheiden zu können, müssen sie durch eine Pause oder durch eine besondere Frequenz voneinander getrennt werden (Bild 2c).



Bild 2c.
Frequenzcodesignal mit zeitlicher Staffelung (Einfrequenz-Signalelemente, durch Trennfrequenz voneinander getrennt).

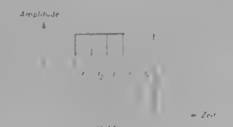


Bild 2d. Frequenzcodesignal mit zeitlicher Staffelung (Einfrequenz-Signalelemente, unmittelbar aufeinanderfolgend).

Auf Trennsignale oder Pausen kann verzichtet werden, wenn nur solche Selektivruf-Nummern verwendet werden, die keine unmittelbar aufeinanderfolgenden gleichen Codesignale enthalten. Will man aber nicht auf die volle Ausnutzung der darstellbaren Codesignale verzichten, so läßt sich dies dadurch erreichen, daß anstelle einer Signalelement-Wiederholung ein zusätzliches Signalelement benutzt wird (Bild 2e).



Bild 2e. Dekadisches Frequenzcodesignal mit zeitlicher Staffelung für Rufnummer 53393 (Ziffernwiederholungen durch Wiederholfrequenz f_w charakterisiert).

2. Impulscodeverfahren. Zur Darstellung eines Codesignals werden Impulse verwendet. Einfachste Art ist die Ein- und Austastung einer hochfrequenten Trägerfrequenz. Praktisch angewendet werden Verfahren, bei denen die Codesignale ebenfalls aus mehreren, meist tonfrequenten Signalelementen gebildet werden. Die Rufnummern werden durch die Anzahl oder Lage der ausgesendeten Impulse gekennzeichnet. Bei dem häufig angewendeten Zwei-Ton-Verfahren wird jeder Ziffer des dekadischen Zahlensystems eine entsprechende Anzahl von Impulsen zugeordnet. Das Ende des einer Ziffer zugeordneten Signals wird durch einen verlängerten Impuls gekennzeichnet (Bild 3a).

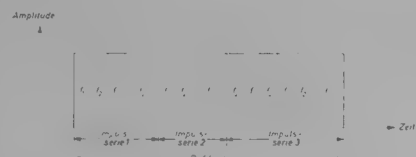


Bild 3a. Impulscodesignal, bestehend aus 3 Impulsserien, bei denen von 5 Impulsplätzen 2 Plätze belegt werden.

Bei einem Zwei-Ton-Verfahren sind die Auswerter meistens mechanische Schrittschaltwerke. In anderen Verfahren wird nicht die Anzahl der Impulse, sondern ihre Lage innerhalb einer Impulsserie zur Codierung herangezogen. Dabei wird die Übertragungszeit für ein Codesignal oder für die einzelnen Serien in ein Zeitraster eingeteilt. Als Bezugszeitpunkt wird ein Beginnimpuls gegeben. Die Codesignale werden durch Belegen oder Nichtbelegen der durch das Raster dargestellten Impulsplätze gekennzeichnet (Bild 3b, 3c).

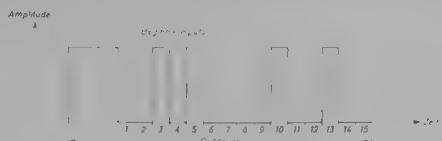


Bild 3b. Impulscodesignal, bestehend aus einer Impulsserie, bei der von 15 Impulsplätzen 4 Plätze belegt werden.

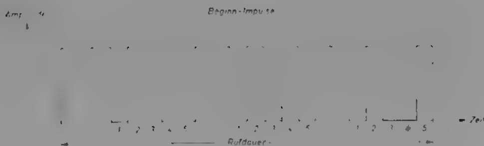


Bild 3c. Impulscodesignal, bestehend aus 3 Impulsserien, bei denen von 5 Impulsplätzen 2 Plätze belegt werden.

Weitere Anwendungsgebiete. Codesignale dienen in den beweglichen Landfunkdiensten insbesondere der Übertragung der Rufsignale. Bei der geplanten Teilnehmer-Selbstwahl im öbL werden sie künftig auch in Richtung vom Fahrzeug zur Übermittlung der Wählinformationen benutzt. Um den rufenden Teilnehmer zur Ermittlung seiner Gesprächsgebühren eindeutig erfassen zu können, muß zusätzlich eine automatisch gegebene Kennung mit übertragen werden. Die codierte Kennung hat auch für Netze des nichtöffentlichen beweglichen Landfunks Bedeutung; sie verhindert ein anonymes Senden und verbessert so die Gesprächsdisziplin. Sie erfordert zudem weniger Zeit als eine gesprochene Meldung, entlastet daher den Funkkanal.

Für die Teilnehmer-Selbstwahl im öbL wird ein Impulscodeverfahren geplant, bei welchem in der Richtung zum Fahrzeugteilnehmer Selektivruf und Steuerimpulse, in der Richtung vom Fahrzeugteilnehmer Wähl- und Steuerimpulse übertragen werden. Als Tonfrequenzen werden 2070 und 1950 Hz verwendet. Für die Steuerimpulse werden Einzeltöne, für die Kennzeicheninformation werden Impulstelegramme ausgesendet.

Beispiel für ein Impulstelegramm bei der Durchwahl: Die Wählimpulse werden in Form einer Impulstelegramm-Kette übertragen. Die Telegrammkette besteht — entsprechend der Anzahl Ziffern der Ortsnetz-Kennzahl und der Fernsprechteilnehmer-Nummer — aus 11 bis 22 Einzeltelegrammen. Sie setzt sich zusammen aus

1 Impulstelegramm	für den Beginn der Kette,
5 Impulstelegrammen	für die Fahrzeug-Kennung,
4 .. 15 Impulstelegrammen	für die Fernsprechteilnehmer-Nummer,
1 Schlußtelegramm	für das Ende der Kette.

Ein Impulstelegramm ist für die Übertragung jeder Einzelziffer einer mehrstelligen Zahl mit insgesamt 16 Plätzen belegt. Es enthält zur Kontrolle der richtigen Übertragung der Ziffern eine spiegelbildlich aufgebaute Wiederholung der je Ziffer 5 Plätze umfassenden Impulsfolge. Für jede der 10 Ziffern 1 bis 0 werden bestimmte Impulsplätze belegt und andere frei gelassen. 2 von 5 Plätzen müssen immer belegt sein. Die Belegungsdauer eines Platzes beträgt 10 Millisekunden. Die Übertragung einer Kette benötigt also $16 \cdot 11 \cdot 10$ bzw. $16 \cdot 22 \cdot 10$ Millisek., d. s. 1,8 ... 3,5 Sekunden. Die Impulsplätze sind in folgender Weise angeordnet:

Platz 1 ... 5	für das Startzeichen,
Platz 6 ... 10	für die Impulsfolge einer Ziffer,
Platz 11	zur Kennzeichnung eines Abstandsschrittes von den Plätzen 12 ... 16,
Platz 12 ... 16	für die spiegelbildliche Wiederholung der Ziffer.

Wird in automatisch betriebenen Sprechfunknetzen zum Rufen der beweglichen Teilnehmer ein besonderer Anrufkanal benutzt, so wird außer dem Selektivrufsignal auch noch ein Kanalbefehl übertragen, der die Fahrzeuganlage veranlaßt, sich automatisch auf den angegebenen Sprechkanal zu schalten.

Pankow

Selektivschutz → Kurzschlußstrom.

Selen. Chemisches Element, chemisches Zeichen Se, Atomgewicht 78,96, in amorpher glasiger Form dunkelgrau bis schwarz, in kristalliner metallischer Form blaugrau, wird aus den Rückständen bei der Schwefelsäurefabrikation bzw. bei der elektrolytischen Reinigung des Kupfers gewonnen. Kristallisiert hexagonal und monoklin (α- und β-Form). Dichte 4,8 (kristallin), 4,3 (amorph). Schmelzpunkt 220° C, beim Erhitzen unterhalb des Schmelzpunktes, merklich über 100° C, geht das amorphe S. in das kristalline S. über. Bildet mit den meisten Metallen Selenide, oxydiert an Luft, löslich in Schwefelkohlenstoff. Die elektrische Leitfähigkeit von hex. S. ist stark von der Belichtung abhängig, daher Verwendung für Fotowiderstände (Defekthalbleiter). S. ist der wesentliche Bestandteil der Selentrockengleichrichter. Eine meist durch Aufdampfen auf eine Metallgrundplatte (Eisen, Aluminium) hergestellte, mit geringen Chlor- oder Bromzusätzen versehene S.-Schicht wird durch Erwärmen auf 110 bis 210° C kristallisiert und eine Cadmiumlegierung (Deckelektrode) aufgespritzt. Durch Anlegen einer Gleich- oder Wechselspannung werden die Eigenschaften verbessert (Elektroformierung). Von der Grundplatte zur Deckelektrode gute Leitfähigkeit (Durchlaßrichtung), umgekehrt schlechte Leitfähigkeit (Sperrichtung). Die bei einer Gleichrichterplatte in Sperrichtung höchst zulässige Spannung beträgt 20 bis 40 V. Bei höherer Spannung Hintereinanderschaltung von mehreren Gleichrichterplatten (Gleichrichtersäule). Gleichen Aufbau wie der → Selengleichrichter, jedoch mit dünner, lichtdurchlässiger Deckelektrode aus Cadmium und Gold, hat das S.-Fotoelement, das eine der Belichtung proportionale Spannung abgibt. Verwendung in Belichtungsmessern und Kameras mit Belichtungssteuerung.

Literatur: Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, System Nr. 10, Selen, Teil A, 8. Aufl. 1953, S. 131–259 und 293–598.

Fritsch

Selendiode. Halbleiterbauelement mit Selen als Halbleiter, das eine nichtlineare Strom-Spannungs-Kennlinie besitzt.

Grundbestandteil der Selendiode ist die Selendiodentablette. Sie besteht aus zwei metallenen Elektroden (Grundplatte und Gegenelektrode) und der dazwischen angeordneten vielkristallinen Selen-Halbleiterschicht. Große Selendiodentabletten, die mit Befestigungslöchern versehen sind, werden Selendioden-Platten genannt.

1. Arten von Selendioden:

1.1. Schaltdiode, die für eine der folgenden Anwendungsarten (oder auch für beide) bestimmt ist:

Anwendungsart 1 (Kennbuchstabe F)

Dauernde Belastung in Durchlaß- oder Sperrichtung mit Gleichspannung und zusätzlich kurzzeitige definierte Durchlaßstromstöße.

Anwendungsart 2 (Kennbuchstabe K)

Dauernde Belastung in Durchlaß- oder Sperrichtung mit Gleichspannung und zusätzlich kurzzeitige definierte Durchlaß- und Sperrstromstöße.

1.2. Signaldiode (Kennbuchstabe R), die vorwiegend dazu verwendet wird, eine in einem elektrischen Signal enthaltene Nachricht zu verarbeiten oder umzuwandeln.

1.3. Amplitudenbegrenzerdiode (Kennbuchstabe A) mit symmetrischer Strom-Spannungs-Kennlinie, die in beiden Spannungsrichtungen eine Durchlaßkennlinie ist und deren nichtlinearer Verlauf zur Begrenzung von Spannungen ausgenutzt wird. Anwendung als Gehörschutzdiode (Kennbuchstabe G) zur Dämpfung von Knackgeräuschen in Fernsprech-Hörkapseln.

1.4. Durchlaßdiode (Kennbuchstabe D), die nur für Belastung in Durchlaßrichtung vorgesehen ist.

1.5. Kapazitätsdiode (Kennbuchstabe C), bei der eine definierte Spannungsabhängigkeit der (Sperrschicht-)Kapazität ausgenutzt wird.

2. Selen-Überspannungsbegrenzer (Kennbuchstabe U), Halbleiterbauelement mit Selen als Halbleiter, bei dem der steile Ast der Sperrkennlinie zur Begrenzung von Überspannungen ausgenutzt wird.

3. Selen-Kleingleichrichter. Selen-Gleichrichtersatz kleiner Leistung, der als konstruktive Einheit aus Selen-Gleichrichtertabletten aufgebaut ist (→ Selengleichrichter).

Literatur: DIN 41740 Bl. 1 E 7/69, Bl. 2 V 68, Bl. 3 V 68, Bl. 4 V 69, DIN 41741 Bl. 1 E 6/69, Bl. 2 E 6 68, Bl. 3 6/69, Bl. 4 6/69, Bl. 5 V/68, DIN 41742 V/69, DIN 41743 V/69.

Pfeiffer

Selengleichrichter gehört auf Grund seines kristallinen Aufbaus zur Gattung der Vielkristall-Gleichrichter. Die kleinste Baueinheit, die Gleichrichterzelle, besteht aus einer metallischen Grundplatte (Eisen oder Aluminium), der Halbleiterschicht aus Selen mit geringen Halogenzusätzen und der Deckelelektrode aus einer bei niedrigen Temperaturen schmelzenden aufgespritzten Wismut-Zinn-Cadmium-Legierung. Die Selenschicht wird entweder im Preßverfahren unter Druck- und Temperaturbehandlung oder im Aufdampfverfahren bei bestimmter Temperatur im Vakuum aufgebracht. Anschließend wird die Zelle durch Anlegen einer Spannung formiert, damit sie Gleichrichtereigenschaften bekommt. Die Sperrspannung einer Gleichrichterzelle beträgt 25 V. Plötzliche Spannungsspitzen, die ein Mehrfaches der Sperrspannung betragen, zerstören die Zelle (Durchschlag). Die Strombelastbarkeit beträgt 0,06 A/cm² bei natürlicher Belüftung, die zulässige Betriebstemperatur an der wärmsten Stelle +80 °C. Die Schwellspannung, d. i. die Spannung, bei der ein Strom zum Fließen kommt, beträgt etwa 0,4 V, der Spannungsabfall infolge des Durchlaßwiderstandes etwa 0,7 V. In der Leistungselektronik werden anstelle von S. in zunehmendem Maße → Siliziumgleichrichter eingesetzt.

SEL-Rex-Verfahren. Verfahren vor allem zum Herstellen von Goldniederschlägen in neuentwickelten Goldbädern, die eine gute Lötfähigkeit besitzen, ferner einen absoluten Korrosionsschutz garantieren und auch aus preislichen Gründen den anderen in Frage kommenden Edelmetallniederschlägen (wie Rhodium und Platin) überlegen sind. Diese neuentwickelten Goldbäder, die unter dem Namen DODUCO-SEL-REX-Goldbäder erhältlich sind, zeichnen sich gegenüber den herkömmlichen Goldbädern durch folgende Eigenschaften aus: 1. Porenfreie Niederschläge bereits bei Schichten von 2 μ. 2. Gleichmäßige Goldabscheidung aufgrund guter Badstreuung. 3. Die abgeschiedenen Goldschichten sind hart und abriebfest. 4. Sie erzeugen glänzende Niederschläge auf glänzender Unterlage. 5. Es lassen sich damit beliebig starke Goldschichten auftragen.

Die Einteilung der Goldbäder geschieht nach folgenden Gruppen: 1. Cyankalisches Hartglanzgoldbad. 2. Saure Hartglanzgoldbäder; damit lassen sich folgende Legierungen abscheiden: Gold-Nickel (96 bis 4 %), Gold-Cobalt (96 bis 4 %). 3. Spezial-Goldbäder: a) Gold-Antimon, b) Gold-Indium, c) Feingold. 4. Galvanische Veredlung von Drähten und Diodenhaltern.

Literatur: DODUCO, Werkstoffe für die Halbleitertechnik.

Semaphorstelle. Die S. ist eine Nachrichtenstelle mit optischem Telegrafen, die sich entweder als bewegliche S. auf fahrenden Schiffen oder als feste S. auf dauernd verankerten Schiffen (z. B. auf Feuerschiffen) oder an Land, hauptsächlich an der Küste, an möglichst hochgelegenen Punkten befindet. Die festen S. stehen auf dem Draht- oder Funkwege mit dem Landtelegrafennetz in Verbindung.

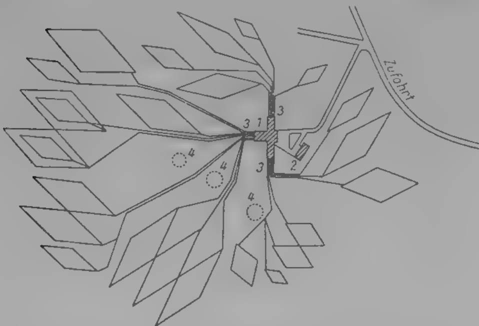
Die S. dienen der Nachrichtenübermittlung zwischen fahrenden Schiffen oder zwischen solchen Schiffen und dem Festland. Die festen S. dienen gleichzeitig dem meteorologischen Dienste, z. B. zur Angabe von Sturmwarnsignalen. Zum Austausch der Nachrichten wird eine Zeichensprache benutzt, die im internationalen Signalbuch zusammengestellt ist.

Semi-Duplex-Betrieb → Betriebsverfahren (Funk).

semipositive Matrix → positive Funktion.

Sendeanlage umfaßt die Gesamtheit der zum Betrieb notwendigen Einrichtungen. Einem Sender wird die zu übertragende Nachricht meist über Kabel zugeführt, bei mehreren Übertragungswegen über einen Verteiler und über getrennte Verstärker dem betreffenden Sender zugeleitet.

Zur Energieversorgung dient die Stromverteilungsanlage, die vom Netz oder von einer örtlichen Stromerzeugungsanlage gespeist wird. Die verschiedenen technischen Einrichtungen sind in besonderen Räumen untergebracht. Auf dem Gelände um das Betriebsgebäude ist die Antennenanlage errichtet. Je nach dem Wellenbereich und den Strahlungsrichtungen sind hierbei die benutzten Antennenausführungen gewählt. Es ist günstig, für eine S. ein Gelände mit guter Bodenleitfähigkeit auszuwählen. Dies kann bei kürzeren Wellenlängen durch andere Geländeeigenschaften, z. B. gute Höhenlage, ergänzt werden. Jede S. soll an einem allgemein erschlossenen Ort liegen, d. h. gute Zufahrtswege, Wasseranschluß, Starkstromanschluß und Anschluß an das Fernmeldenetz haben oder die Möglichkeit bieten, diese Forderungen leicht zu erfüllen. Die Anlage selbst mit den Gebäuden



1 Sendergebäude, 2 Dieselhaus und Hochspannungs-Schaltanlage, 3 Symmetrier- und Transformationsleitungen, 4 Breitband-Rundstrahlantennen.

Bild 1. Lageplan einer Sendeanlage.

wird als reiner Zweckbau gestaltet, der es gestattet, die Anlage möglichst einfach zu übersehen und zu bedienen. Der Lageplan einer S. ist in Bild 1 dargestellt. Man erkennt die Gebäude, die Kurzwellen-Rhombusrichtantennen und drei Breitbandrundstrahlantennen.

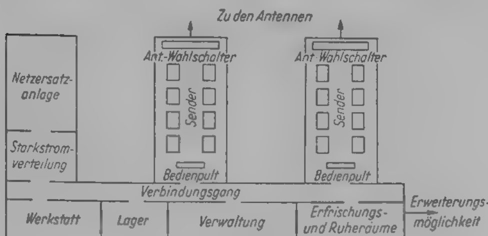


Bild 2. Grundriß eines Sendergebäudes mit Aufstellungsplan für die Geräte.

Bild 2 zeigt das Gebäude einer S. im Grundriß und den Aufstellungsplan für die Sender mit Bedienpult und → Antennenwahlschalter. Dargestellt ist hier die sog. Kammbauweise, bei der die Betriebsräume sich an

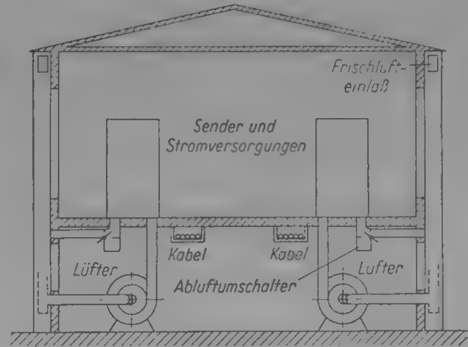


Bild 3. Querschnitt durch ein Senderhaus.

einen Verbindungstrakt seitlich anreihen. Diese Bauweise hat den Vorteil, daß die Anlage übersichtlich ist und ohne große Schwierigkeiten erweitert werden kann. Bild 3 zeigt ein Senderhaus im Aufriß, aus dem das Nähere hervorgeht. *Prokott*

Sendearten. Unter diesem Begriff werden Funkaussendungen nach folgenden Merkmalen eingeteilt und gekennzeichnet:

1. Modulationsart (durch Buchstaben)
2. Übertragungsart (durch Zahlen) und
3. zusätzliche Merkmale (durch Buchstaben).

Die gegenwärtig nach Art. 2 der → Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk), Genf, 1959, gültige Kennzeichnung der Sendearten soll gemäß einer Empfehlung der XI. Vollversammlung des Comité Consultatif International des radiocommunications (CCIR), Oslo, 1966, wesentlich geändert werden, damit eine vollständigere Beschreibung der Aussendungen möglich ist. Die nachfolgende Übersicht gibt eine Gegenüberstellung über die Kennzeichnung nach der VO Funk und nach der CCIR-Empfehlung.

Ein bis 5stelliger Dezimal-Klassifikationsplan läßt im Bedarfsfalle eine noch genauere Kennzeichnung der Schwingungen oder Pulszüge sowie der Telegrafie-, Fernsprech-, Fernseh- oder anderer Systeme zu.

Die in der Übersicht verwendeten Begriffe haben folgende Bedeutung:

Basissignal: Ein Signal in seiner ursprünglichen Form, um eine in sich abgeschlossene Nachrichtenfolge in Analog- oder Digitalform darzustellen.

Hauptträger: Die hochfrequente Schwingung, die mit dem modulierenden Signal in der Modulationsendstufe eines Senders zusammengesetzt werden kann.

Endmodulationssignal: Das modulierende Signal in der Form, wie es mit dem Hauptträger in der letzten Modulationsstufe eines Senders zusammengesetzt wird.

Hilfsträger: Eine Schwingung oder ein Träger, wird benutzt für einen Vorgang der Zwischenmodulation

Gegenüberstellung der Bezeichnung der Sendearten nach VO Funk bzw. CCIR-Empfehlung

	VO Funk (Genf 1959)	CCIR-Empf. (Nr. 326-1)
1. Modulationsart und Merkmale des Hauptträgers		
1.1 Rein periodisch sinusförmiger Hauptträger		
Amplitudenmodulation, voller Träger, Zweiseitenband	A	A..
Amplitudenmodulation, verminderter oder unterdrückter Träger, Zweiseitenband	A	D..
Amplitudenmodulation, voller Träger, Einseitenband	A..H	H..
Amplitudenmodulation, verminderter Träger, Einseitenband	A..A	E..
Amplitudenmodulation, unterdrückter Träger, Einseitenband	A..J	J..
Bemerkung: Einseitenbandaussendungen mit unterdrücktem Träger, die nur durch einen einzigen Hilfsträger moduliert sind, sind so zu bezeichnen, als ob die Frequenz des Hilfsträgers die Frequenz des Hauptträgers wäre.		
Amplitudenmodulation, verminderter oder unterdrückter Träger, zwei von einander unabhängige Seitenbänder	A..B	B..
Amplitudenmodulation, voller Träger, Restseitenband	A..C	C..
Frequenzmodulation	F	F..
Phasenmodulation	F	G..
Bemerkung: Wo Phasenmodulation als Vorbereitung zur Erzeugung einer in der Amplitude oder Frequenz modulierten Aussendung dient, ist die jeweils daraus entstehende Modulationsart als Amplituden- oder Frequenzmodulation zu bezeichnen.		
Rein periodisch sinusförmiger Hauptträger, Pulsmodulation		
Unmodulierte Pulsfolge	P0	P..
Rein periodisch sinusförmiger Träger, durch periodische Pulsfolgen amplitudenmoduliert, die ihrerseits durch das Basissignal (die Nachricht) moduliert sind:		
amplitudenmoduliert	P..D	K..
breiten- oder dauermoduliert	P..E	L..
phasen- oder lagenmoduliert	P..F	M..
code-moduliert	P..G	N..
anderweitig moduliert	P9	Q..
Rein periodisch sinusförmiger Träger, durch periodische Pulsfolgen frequenz- oder phasenmoduliert, die ihrerseits durch das Basissignal (die Nachricht) moduliert sind:		
amplitudenmoduliert	P..D	R..
breiten- oder dauermoduliert	P..E	S..
phasen- oder lagenmoduliert	P..F	T..
code-moduliert	P..G	U..
anderweitig moduliert	P9	V..
Andere periodische Hauptträger		
Eine sinusförmige Schwingung, durch eine oder mehrere sinusförmige Tonfrequenzen moduliert, wird durch das Endmodulationssignal amplitudenmoduliert.	A2	W..
Andere Fälle	.9	Y..
Keine Modulation	.0	X..
2. Art des Endmodulationssignals (bisher Übertragungsarten)		
Eine oder mehrere unmodulierte periodische, sinusförmige Schwingungen oder unmodulierte Impulsfolge	0	0
Digitale Signale, wie Telegrafiezeichen, welche den Hauptträger unmittelbar modulieren	1	1
Digitale Signale, wie Telegrafiezeichen, welche einen oder mehrere Hilfsträger modulieren	2	2
Analogsignale, wie Tonsignale einschl. der des Tonrundfunks, die den Hauptträger unmittelbar oder die einen oder mehrere Hilfsträger modulieren	3	3
Bemerkung: Vielkanalaussendungen, die für Telefonie geeignet sind und überwiegend dafür benutzt werden, sollen als Telefonieaussendungen auch dann bezeichnet werden, wenn weniger als die Hälfte der Kanäle für andere Übertragungsarten verwendet wird.		
Ein oder mehrere Faksimilesignale, welche den Hauptträger unmittelbar oder einen oder mehrere periodische sinusförmige Hilfsträger modulieren	4	4

	VO Funk (Genf 1959)	CCIR-Empf. (Nr. 326-1)
Fernseh-Videosignal oder die Kombinationen eines Videosignals mit dem zugehörigen Tonsignal in gemeinsamer Aussendung oder ein oder mehrere solche Videosignale mit oder ohne die zugehörigen Tonsignale, welche Hilfsträger modulieren	5	5
Vierfrequenz-Diplex-Telegrafie	6	(s. Pkt.2.1 u. 3.1.2)
Tonfrequente Mehrfachtelegrafie (WT)	7	(s. Pkt.2.2)
Fälle, die oben nicht aufgeführt sind	9	[illegible]
Zusammengesetzte Signale, die aus einer Kombination verschiedener Signalarten bestehen	9	9
3. Merkmale des Basissignals, das den Nachrichteninhalt enthält		
Telegrafiesignale		
Eine geringe Anzahl kennzeichnender Zustände, gewöhnlich zwei je Kanal mit Telegrafierschritten vorausbestimmter Dauer, z. B. alphabetische Telegrafie oder Datenübertragung		
(Hörempfang)	—	..A
Automatischer Empfang ohne Fehlerkorrektur	—	..B
Automatischer Empfang mit Fehlerkorrektur	--	..C
Bemerkung: Dieses Symbol ist nur anzuwenden, wenn mehr als die Hälfte der Kanäle einer Vielkanalaussendung für Fehlerkorrektur eingerichtet ist.		
Ein Multiplexsignal, bei dem jede der möglichen Kombinationen von Telegrafierschritten in verschiedenen Kanälen durch einen verschiedenen Zustand des Trägers oder Hilfsträgers gekennzeichnet ist, z. B. Vierfrequenz-Diplex mit oder ohne Fehlerkorrektur		..L
Faksimilesignale		
Eine geringe Anzahl kennzeichnender Zustände, gewöhnlich zwei je Kanal mit Telegrafierschritten stetig veränderlicher Dauer, z. B. Schwarz-weiß-Faksimile	---	..W
stetig veränderliches Zeichen, z.B. Halbton-Faksimile		..K

	VO Funk (Genf 1959)	CCIR-Empf. (Nr. 326-1)
Telefoniesignale		
Monophones Tonsignal für Rundfunk		..M
Stereophones oder Multiplex-Tonsignal für Rundfunk	—	..S
Telefoniesignal, das nicht zum Anschluß an das allgemeine Fernmeldenetz bestimmt ist		
dto. mit Geheimhaltungseinrichtung	-	..N
Bemerkung: Dieses Symbol ist für Vielkanal-Telefonieaussendungen zu verwenden, wenn die Hälfte der Kanäle oder mehr mit einer Geheimhaltungseinrichtung oder einer ähnlichen Einrichtung, welche die normale Form des Signalenergiespektrums merkbar verändert, versehen ist.		
dto. ohne Geheimhaltungseinrichtung		..V
Telefoniesignal von kommerzieller Güte, das zum Anschluß an das allgemeine Fernmeldenetz bestimmt ist		
dto. mit Geheimhaltungseinrichtung		..P
Bemerkung: Dieses Symbol ist für Vielkanal-Telefonieaussendungen zu verwenden, wenn die Hälfte der Kanäle oder mehr mit einer Geheimhaltungseinrichtung oder einer ähnlichen Einrichtung, welche die normale Form des Signalenergiespektrums merkbar verändert, versehen ist.		
dto. ohne Geheimhaltungseinrichtung	-	..Q
Videosignal für Fernsehen		
Schwarz-Weiß-Fernsehen	5	..T
Farb-Fernsehen	--	..U
Andere Signale		
Fernmeßsignale	-	..D
Fernsteuersignal	--	..E
Funkortungssignal	-	..F
Analogsignal für Datenübertragung		..G
Fälle, die nicht anderweitig unterzubringen sind	—	..Y
Zwei oder mehr der vorbeschriebenen Modulationssignale gleichzeitig oder in vorbestimmter Folge. Ein Beispiel ist eine Normalfrequenz - Aussendung mit Zeitzeichen, Normal-Tonfrequenzen, Sprechansagen usw.		..Z

	VO Funk (Genf 1959)	CCIR-Empf. (Nr. 326-1)
Einordnung ist nicht möglich; zu verwenden von Funkkontroll-Meßstellen und in Fällen von Berichten über schädliche Störungen, wenn das Basissignal nicht erkannt werden konnte.	—	. . X

Binz

Sendebezugsdämpfung. Als Sendebezugsdämpfung wird die → Bezugsdämpfung bezeichnet, die sich aus dem Vergleich des als elektrischen Sender betriebenen Fernsprechapparates mit dem Sendesystem des Ureichkreises ergibt. Es ist oft notwendig, daß der Fernsprechapparat an eine Speisebrücke angeschaltet werden muß. Ebenfalls können sowohl Leitungen als auch andere Übertragungseinrichtungen zusätzlich an den Fernsprechapparat angeschlossen werden. Es wird aber nur die Übertragungseinrichtung vom Fernsprechapparat zur Leitung hin betrachtet (→ SFERT).

Sendefilter → Wechselstromtelegrafie.

Sendefunktion → Fourier-Transformation.

Sender → Funksender; *fremderregter* und *selbsterregter* S. → Röhrensender; *linearer* S. wird ein S. mit linearer Verstärkung genannt, dessen Verzerrungen innerhalb der vorgegebenen Toleranzen bleiben.

In der *Fernschreibtechnik* ist der S. ein Teil der → Fernschreibmaschine, meist ein Nocken-Kontakt-Gerät, das in Verbindung mit den Codierungsschienen, die beim Anschlag einer Taste codemäßig eingestellt werden, zum Aussenden der entsprechenden Schritte dient. S. kann auch ein Lochstreifengerät oder ein auf anderer Basis arbeitender »Leser« sein.

Senderabstand, 1. geometrischer Abstand der Sender in einem Sendernetz, 2. Frequenzabstand der Aussendungen verschiedener Sender.

Sendermesser. Der S. ist ein universelles Gerät zum Überprüfen und Einstellen von Sendern und Sendekreisen in Fernschreibanlagen.

Der S. ist für Schrittgeschwindigkeiten zwischen 40 und 100 Baud ausgelegt. Mit einem Umschalter werden 50, 75 und 100 Baud eingestellt; andere Schrittgeschwindigkeiten erhält man durch Stecken eines Adapters an der Rückwand des Gerätes.

Bei Verzerrungsmessungen werden die Schritteinsätze als Impulse zusammen mit einer elektronisch geschriebenen 1%-Skalenteilung auf dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre aufgezeichnet. Die Kippschwingungen für die Horizontalablenkung und die Impulse für die Skalenteilung werden von einer Oszillatorfrequenz abgeleitet, die der 400fachen Schrittgeschwindigkeit entspricht.

Mit dem S. sind 7 verschiedene Betriebsarten möglich (s. Bild):

1. Messen der Isochron-Verzerrung mit Skalenspreizung.

Hierbei werden 20% einer Schrittdauer über die ganze Breite des Bildschirmes gespreizt.

Schirmbild A zeigt eine derartige Messung mit Skalenspreizung.

2. Messen der Isochron-Verzerrung ohne Skalenspreizung.

Der Anzeigebereich umfaßt bei dieser Messung 95% der Schrittlänge.

3. Oszillogramm.

Für ein Telegrafierzeichen wird der Verlauf der vom Sender getasteten Spannung aufgezeichnet. Kontaktprellungen und zeitliche Verschiebungen der Kontaktschließzeiten sind dabei erkennbar. Schirmbild B zeigt das Fernschreibzeichen »F«, bei dem derartige Fehler sichtbar sind.

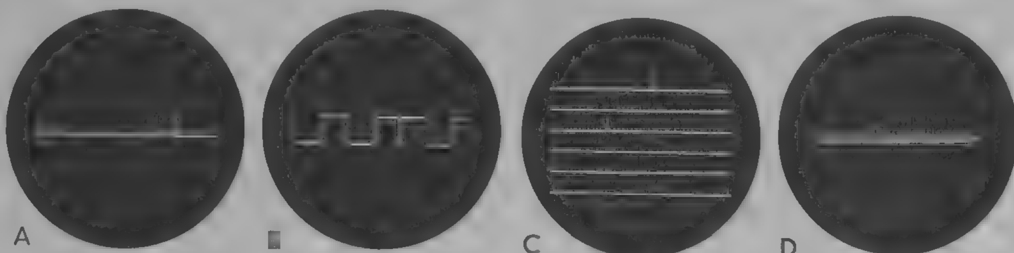
4. Zeichenauflösung mit Skalenspreizung.

Bei dieser Betriebsart wird die Start-Stop-Verzerrung der Schließ- und Öffnungszeitpunkte jedes einzelnen Senderkontaktes ermittelt. Bei Fünfercode werden 6 Zeilen (bei Sechsercode 7 Zeilen) untereinander aufgezeichnet, wobei jede Zeile den Bereich 10% einer Schrittdauer voreilend bis 10% nacheilend umfaßt. Jeder Schritteinsatz erscheint also auf der ihm zugehörenden Zeile, so daß man sofort ablesen kann, ob und wie die einzelnen Sendekontakte nachgestellt werden müssen.

Schirmbild C zeigt das von einem Mehrkontakt-Sender getastete Fernschreibzeichen »Y«, wobei Kontakt 1 zu kurze, Kontakt 3 jedoch zu lange Schließzeit hat. Der Einsatzpunkt des Kontaktes 5 ist richtig.

5. Messen der Start-Stop-Verzerrung mit Skalenspreizung.

Hierbei arbeitet der S. als Start-Stop-Verzerrungsmesser mit einem Anzeigebereich von je 10% einer Schrittdauer vor- und nacheilend.



A Isochron-Verzerrung B Oszillogramm C Zeichenauflösung D Start-Stop-Verzerrung.

Schirmbilder.

6. Messen der Start-Stop-Verzerrung ohne Skalenspreizung.

Der Meßbereich umfaßt 47,5% voreilend bis 47,5% nacheilend. Schirmbild D zeigt die Meßimpulse eines Fernschreibzeichens, bei dem der Einsatz des Schrittes mit Start-Polarität um 12% voreilt, die Einsätze der Schritte mit Stop-Polarität jedoch um 7% bzw. 15% nacheilen.

7. Gesamt-Oszillogramm.

Das Schirmbild des S. zeigt das Strom-Oszillogramm der getasteten Zeichen. *Biehler*

Sendermodulation → Modulation von Funksendern.

Sendernetz, idealisiert → Sendernetzplanung.

Sendernetz, linear → Frequenzverteilung.

Sendernetzplanung. Aufgabe der S. ist, die technischen Merkmale von Sendern (Frequenz, Leistung, Richtcharakteristik der Antenne usw.) und die Verteilung ihrer Standorte so zu bestimmen, daß die Versorgung einer möglichst großen Zahl von Teilnehmern sichergestellt ist.

Der Versorgungsbereich eines Senders, auf dessen Frequenz keine weiteren Sender strahlen, ist durch den Rauschpegel der Empfangsanlage (Wärmerauschen der Antenne, Eigenrauschen des Empfängers) sowie durch andere elektromagnetische Störungen (kosmisches Rauschen, »man made noise«) begrenzt. Ein befriedigender Empfang ist sichergestellt, wenn die Amplitude des Nutzsignals größer ist als ein systemabhängiger, im allgemeinen subjektiv ermittelter Grenzwert; d. h. die Nutzfeldstärke muß eine Mindestfeldstärke überschreiten. Eine günstigere Ausnutzung des Frequenzspektrums läßt sich erreichen, wenn die Grenze des Versorgungsbereiches eines Senders durch die Interferenz der Strahlung des Nutzsenders mit der anderer Sender bestimmt wird. Unter dieser Voraussetzung ist ein befriedigender Empfang möglich, wenn die Nutzfeldstärke um einen bestimmten Schutzabstand über der Feldstärke der störenden Sender liegt. Sender, die zu Interferenzstörungen Anlaß geben können, sind für die Planung Störsender, ihre am Empfangsort herrschenden Feldstärken Störfeldstärken.

Die Abhängigkeit der Feldstärke von der Entfernung zwischen Sender und Empfänger ist in Diagrammen erfaßt. Ihr Gebrauch wird vom CCIR international empfohlen. Die darin enthaltenen Werte sind statistische Mittelwerte, die aus einer sehr großen Anzahl von Messungen in den einzelnen Frequenzbereichen gewonnen wurden, da es in der Praxis oft nicht möglich ist, die Geländedämpfung und troposphärische Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen ausreichend genau zu berechnen (→ Wellenausbreitung, math. Statistik). Dadurch wird der Begriff »Versorgung« zu einer statistischen Größe. Der Nutzsender muß in mehr als 50% der Orte des Versorgungsbereichs zu empfangen sein. Der Versorgungsbereich endet dort, wo diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist. (Orts- bzw. Zeitwahrscheinlichkeiten können beliebig angenommen werden. 50% bzw. 1% sind für die Ton- und Fernsehrundfunkversorgung übliche Werte.) Aus der statistischen Behandlung der Aufgabe rührt der Begriff der Schutzfeldstärke her. Diese ist der Medianwert der Nutzfeldstärke, der an mindestens 50% der Orte und in mindestens 99% der Zeit erreicht werden muß. Entsprechend muß die statistische Summe der Störfeldstärken in gleichen Orts- und Zeitprozentsätzen die Schutzfeldstärke unterschreiten. Da die statistische Verteilung der Summe vieler statistisch verteilter Einzelstörfeldstärken mathematisch schwer zu berechnen ist, sind für die Praxis vier verschiedene Methoden einer näherungsweisen Berechnung der Schutzfeldstärke bekannt geworden. — Die vorgegebene Zeitwahrscheinlichkeit des Erreichens oder Überschreitens der Schutzfeldstärke ist der Versorgungsgrad. Dieser Begriff beschreibt die Versorgungsverhältnisse innerhalb des Versorgungsbereichs eines Nutzsenders. Bei der Anlage eines neuen Sendernetzes überdeckt man das zu versorgende Gebiet mit gleichseitigen Dreiecken. Die Schnittpunkte der Seitenlinien der Dreiecke bezeichnen → Senderstandorte, denen Kanäle gleicher Frequenz zugeteilt werden. Die Seitenlänge eines solchen Gleichkanaldreiecks wird bestimmt durch die Mindestentfernung, die zwischen Gleichkanalsendern zur Vermeidung von Interferenzstörungen eingehalten werden muß. Zwei aneinander grenzende Gleichkanaldreiecke bilden das Grundelement eines Sendernetzes, die Grund- oder Gleichkanalraute (60°-Raute). In die Fläche jeder Grundraute werden alle Sender, denen die übrigen Frequenzen des zur Verfügung stehenden Frequenzbereichs zugeteilt werden, eingeplant. Standort und Frequenzwahl müssen so erfolgen, daß eine theoretisch lückenlose Versorgung der Rautenfläche gewährleistet ist (→ Frequenzverteilung). Dieses idealisierte Sendernetz muß bei der Übertragung auf die Landkarte den geographischen Verhältnissen durch entsprechende Verzerrung angepaßt werden. Danach ist eine neue Berechnung erforderlich. Als Folge der statistischen Behandlung des Problems, bei der der Einfluß des Geländes nur durch die mittlere Geländerauhigkeit und eine effektive Antennenhöhe berücksichtigt ist, wird es dabei auch stets unversorgte Flächen geben. Der Anteil der unversorgten Flächen an der Gesamtfläche kann durch einen Füllfaktor gekennzeichnet werden, aus dem man grob den Bedarf an Füllsendern abschätzen kann. Füllsender dienen besonders in den UHF-Bereichen, in denen eine Versorgung außerhalb des Sichtbereiches des Nutzsenders, z. B. in Gebirgstälern, nicht mehr gewährleistet ist, zur Auffüllung von Versorgungslücken. Die Regeln für die Netzplanung gelten nicht nur für die Planung von Sendernetzen in neu zu erschließenden Frequenzbereichen, sondern werden auch bei der Einplanung neuer Sender in bereits bestehende Netze angewandt. Zahlenwerte für alle vorkommenden Netzparameter sind international in Empfehlungen des CCIR festgelegt.

Literatur: CCIR. Documents of the XIth Plenary Assembly, Oslo 1966, Volume II Propagation, Volume V Sound Broadcasting, Television — J. Großkopf, Die Verfahren zur Ermittlung der Versorgungswahrscheinlichkeit im Feld eines von beliebig vielen Störsendern beeinflußten Nutzsenders. Techn. Hausmitteilungen des nordwestdeutschen Rundf., Sonderheft für UKW-Netzplanungen (1952), S. 18–34 — H. Eden, K. H. Kaltbeitzer, Mindestentfernungen zwischen interferierenden Rundfunksendern. Rundfunktechn. Mitt. 3 (1959), S. 271–276 — H. Eden, H. W. Fastert, K. H. Kaltbeitzer, Verfahren zum Entwurf optimaler Sendernetze für die Fernsprechversorgung in den Bereichen IV/V. Rundfunktechn. Mitt. 4 (1960), S. 4–22 — W. Biermann, Verfahren zur Bestimmung der Versorgungsgebiete von Sendern in den Ton- und Fernsehrundfunkbereichen und ihre Anwendung bei der Planung von Rundfunksendernetzen, Fernmelde-Ing. 15 (1961), Heft 8, 10.

Goes

Senderöhre → Röhrensender.

Senderstandort, Ort, an dem ein Funksender betrieben wird. Er wird in Koordinaten, z. B. geographischen, Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinaten angegeben.

Sendertastung, Ein- und Ausschalten einer Senderstufe im Rhythmus der zu übertragenden Zeichen. Im einfachsten Falle wird der Stromkreis einer Vorstufe durch Öffnen und Schließen einer Taste oder auch durch ein Relais getastet.

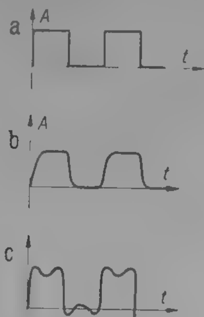


Bild 1. Verlauf eines Tastzeichens, einer regelmäßigen Folge von Punkten, a unverzerrt mit großem Frequenzspektrum, b geglättet mit *RC*-Glied, c weichgetastet, indem Zeichen über ein Weichtastfilter geführt werden.

Parallel zum Tastkontakt liegt zweckmäßigerweise eine Widerstandskondensatoranordnung, damit die Zeichen nicht zu hart werden, Bild 1. Bei der Harttastung erfolgt die Änderung der RF-Schwingung sprunghaft dem Tastvorgang, z. B. dem Verlauf einer

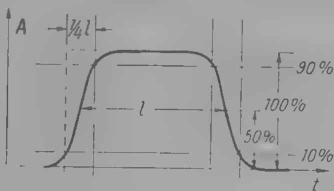


Bild 2. Telegrafiezeichen mit zulässigen Abweichungen.

Rechteckkurve. Da der Rechteckzug eine hohe Anzahl von harmonischen Komponenten enthält, wird das ausgesandte Spektrum sehr breit. Im allgemeinen werden die Komponenten oberhalb der 3. Harmonischen abgesiebt. Das Ergebnis ist eine weichgetastete Schwingung von der Form nach Bild 2. Bei der Weichtastung werden die Übergänge gerundet, dabei wird das von der Sendung in Anspruch genommene Frequenzband schmaler, weil die Teilschwingungen mit höheren Frequenzen, die den scharfkantigen Verlauf

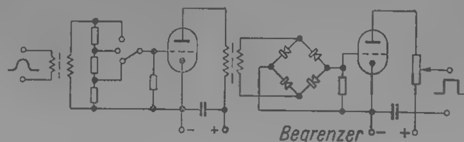


Bild 3. Amplitudentastgerät. Schaltung.

bedingen, wegfallen. In Bild 3 ist ein Amplitudentastgerät dargestellt. Getastete Gleichstromzeichen können dem Begrenzer unmittelbar zugeführt werden. Bei Wahl geeigneter Arbeitspunkte mittels Potentiometereinstellung ist auch eine Regeneration, d. h. Entzerrung der Tastzeichen möglich. Bild 4 zeigt die Schaltung eines Weichtastfilters in Form von überbrückten T-Gliedern. Die → Frequenzumtastung wird im einfachsten Falle mit Reaktanzröhren ermöglicht.

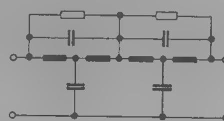


Bild 4. Weichtastfilter.

Prokott

Senderverstärker. Bestandteil eines Senders, der zur Verstärkung einer zugeführten elektrischen Schwingung dient.

S. werden meist als Resonanzverstärker betrieben. Man unterscheidet drei Klassen nach der Betriebsweise: Der A-Verstärker arbeitet im geradlinigen Teil der Röhrenkennlinie (Bild 1). Die zugeführte

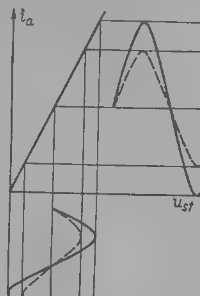


Bild 1. Aussteuerung nach Klasse *A*.

Steuerschwingung wird formgetreu verstärkt. Der A-Verstärker wird wegen seines schlechten Wirkungsgrades, aber hoher Stabilität in Senderstufen geringer Leistung verwendet.

Der B-Verstärker arbeitet im idealisierten Fall im Arbeitspunkt am unteren Knick der Kennlinie. Praktisch tritt dabei ein geringer Ruhestrom auf. Die im

positiven Gebiet gegenüber dem Arbeitspunkt liegenden Halbwellen der Steuerspannung werden verzerrungsfrei verstärkt. Durch Kombination im Gegentaktverstärker wird eine verzerrungsfreie Verstärkung des gesamten Schwingungszuges ermöglicht. Der Arbeitspunkt wird dabei so gewählt, daß die Kennlinien der beiden Gegentakthälften sich in symmetrischer spiegelbildlicher Darstellung zu einer Geraden ergänzen, Bild 2. Der B-Verstärker

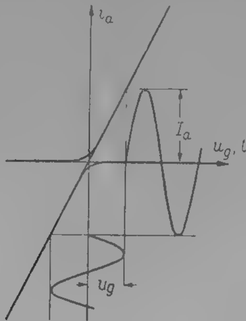


Bild 2.
Darstellung der Wirkungsweise des Gegentakt-*B*-Verstärkers.

wird hauptsächlich bei Verstärkern größerer Leistung für modulierte Schwingungen angewandt. Der C-Verstärker wird vorzugsweise in unmodulierten Hochfrequenzstufen benutzt. Der Arbeitspunkt liegt im negativen Gebiet der Röhrenkennlinie. Es tritt kein Ruhestrom auf. Erst bei Aussteuerung fließt ein

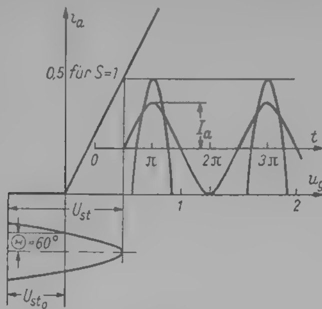


Bild 3.
Aussteuerung des *C*-Verstärkers für Stromflußwinkel $\Theta = 60°$.

Anodengleichstrom in Abhängigkeit von der Größe der Steuerspannung und des angeschlossenen Belastungskreises, Bild 3. C-Verstärker arbeiten mit gutem Wirkungsgrad, der Anodenwirkungsgrad beträgt 80 bis 90%. *Prokott*

Sendestation, eine Station, auf der ein oder mehrere Sender betrieben werden.

Sendeverteiler. Elektromechanischer oder elektronischer Verteiler in der Sendeeinrichtung von → Zeitmultiplex-Telegrafiesystem, der die Leitung zeitlich nacheinander den einzelnen Kanälen zuordnet.

Sendeverzerrung ist die Telegrafieverzerrung am Ausgang eines Telegrafen- oder Datensenders oder am Ausgang eines Endabschnittes. → Telegrafieverzerrung.

Senke → Vektorrechnung IIb.

Senkrechtlotung → Echolotung (ionosphärische).

Seo - Schutzverfahren. (Siemens - Elektro - Oxydationsverfahren). Elektrische Oxydation von Al mit Gleich- und Wechselstrom. Elektrolyt: wässerige Lösung mit 1 bis 3% Chromsäure, Spannung 40 bis 50 Volt (Anfangsspannung 5 Volt), Badtemperatur ca. 20°C, Arbeitsdauer 1 Stunde. Als Kathoden dienen 2 Al-Bleche, die man vorher in einer 0,03%igen Chromsäurelösung etwa 30 Minuten lang oxydiert, wobei die Spannung auf etwa 100 Volt gesteigert wird.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Serienmodulation, Verfahren zur Amplitudenmodulation von Funksendern, bei dem die Endröhren des Modulationsverstärkers und des Senderverstärkers im gemeinsamen Anodengleichstromkreis in Reihe geschaltet sind.

Serien-Parallel-Umsetzer ist ein Umsetzer, der die zeitlich nacheinander eintreffenden Zeichenelemente einer Serienübertragung in einem Speicher aufnimmt und sie als Parallelübertragung gleichzeitig weitersendet.

Serienresonanz → Resonanz.

Serienschwingkreis → Reihenschwingkreis.

Serienspeicherung → magnetomotorische Speicher.

Serienübertragung ist die Übertragung der Zeichenelemente eines Telegrafier- oder Datenzeichens zeitlich nacheinander.

Servosystem für die Antennennachführung. Das S. hat die Aufgabe, die Antenne auf die vorgegebenen Werte der Führungsgröße, die → Antennensteuerung, → Eigennachführung oder Handsteuerung liefern, einzustellen. Diese Einstellung soll möglichst schnell, ohne Überschwingungen, ohne Abweichung bei konstanter Änderungsgeschwindigkeit der Führungsgröße und ohne Abweichung unter dem Einfluß von Störgrößen erfolgen. Das S. umfaßt die Antriebe der Antenne und die elektrischen oder hydraulischen Regeleinrichtungen.

SES, SFD → plötzliche Ionosphärenstörungen.

SFERT. Bezeichnung des in Genf aufgebauten europäischen Ureichkreises nach den Buchstaben der französischen Bezeichnung Systéme Fondamental Européen de Référence pour la Transmission Téléphonique gebildet. Seit 1962 gilt jedoch die Bezeichnung: Nouveau Systéme Fondamental pour la Détermination des Equivalents de Référence, abgekürzt NOSFERT. Der Ureichkreis wird zur Messung der → Bezugsdämpfung benutzt. Der Ureichkreis besteht aus einem Kondensatormikrophon mit Ver-

stärker, einer künstlichen Leitung, einem Sprechstärkeanzeiger und einem dynamischen Kopfhörer (Bild 1). Der Mund eines Sprechers wird durch einen Distanzring in einem Abstand von 4,35 cm vom Mikrophon gehalten. Beim Sprechen entsteht am Mikrophon ein mittlerer Schalldruck von 10,75 µb (94,6 dB). Nach Verstärkung erhält man eine Sprechspannung von 285 mV, was einem Pegel von −1 Np entspricht und als Bezugsdämpfung 0 Np definiert wird. Der Hörer erzeugt am Ohr einen mittleren Schalldruck von etwa 11 µb. Die künstliche Leitung

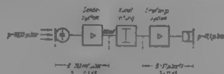


Bild 1. Aufbau des SFERT.

mit einem Kennwiderstand von 600 Ω ist in ihrer Dämpfung regelbar. Es kann mit dieser Vorrichtung die Rückhörbezugsdämpfung, die Gesamtbezugsdämpfung, die Sende- und Empfangsbezugsdämpfung gemessen werden. Zur Messung der Sendebezugsdämpfung (Bild 2a) spricht ein Sprecher abwechselnd eine bestimmte Wortfolge sowohl in das Mikrophon des Eichkreises als auch in die Sprechkapsel des zu untersuchenden Fernsprechapparates. Die Sprechstärke wird durch Kontrolle des Sprechstärkezeigers konstant gehalten. Durch Lautstärkevergleich beider

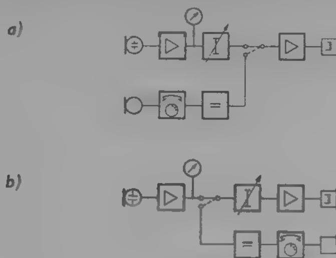


Bild 2.
Messung (a) der Sende- und (b) der Empfangsbezugsdämpfung.

Kreise wird mit Hilfe des Dämpfungsgliedes auf gleiche Lautstärke abgestimmt. Der mittels Dämpfungsglied eingestellte Dämpfungswert ergibt die Sendebezugsdämpfung in Neper. Bei Messung der Empfangsbezugsdämpfung geht man entsprechend dem Schema in Bild 2b vor. Auch hier führt ein Lautstärkevergleich zur Messung der Empfangsbezugsdämpfung. Die → Gesamtbezugsdämpfung eines Fernsprechsystems und die → Rückhördämpfung werden auf ähnliche Art bestimmt (→ objektiver Bezugsdämpfungsmeßplatz).

Literatur: Rotbuch des CCITT Bd. V, 1962. *Brosze*

Sherardisieren. Herstellen einer zinkhaltigen Diffusionsschicht auf Stahl durch diffundierendes Glühen in zinkhaltigem Pulver bei einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes von Zink.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

SHIP → Wetterschlüssel.

Shunt. Bezeichnung für den Nebenschlußwiderstand (→ Nebenschluß), der parallel zu den Klemmen eines Strommeßgerätes gelegt wird, um dessen Meßbereich zu vergrößern.

SI (SI-Einheiten) → Internationales Einheitensystem.

Sicherheitsbereich → Vertrauensintervall.

Sicherheitseinrichtungen eines Funksenders sind zusätzliche Einrichtungen mit mechanischer, elektrischer oder magnetischer Wirkung, die der Erhaltung der Sicherheit dienen, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb nötig ist. Sie sollen Personal und technische Einrichtungen vor Schäden bewahren, auch schädliche Folgen etwaiger unbefugter Eingriffe verhindern. Alle Teile des Senders mit Spannungen über 250 Volt müssen so angebracht sein, daß eine zufällige Berührung verhindert ist. Zu diesem Zweck wird der Sender in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht, das mit Türen versehen ist. Die Türen müssen blockiert sein (→ Blockierung). Wenn sie geöffnet werden, so schalten sich alle Hochspannungen im geschützten Raum selbsttätig ab und werden geerdet. Es ist zweckmäßig, diese Türen nach außen hin zu kennzeichnen, um zu vermeiden, daß durch zufälliges Öffnen die Anlage ausgeschaltet wird. In besonderen Fällen der Störungssuche ist es bisweilen erwünscht, den Sender in betriebsmäßigem Zustand bei geöffneten Türen zu beobachten, um die Fehlersuche zu erleichtern. Zu diesem Zweck müssen die Türblockierungen überbrückbar sein, um auch bei geöffneten Türen den Sender einschalten zu können. Durch geeignete Betriebsvorschriften ist dafür zu sorgen, daß nur fachtechnisch ausgebildetes Personal solche Maßnahmen ausführt. Um ein unerlaubtes Eingreifen zu verhindern, kann die Überbrückung der Blockierung auch mit einem besonderen Schlüssel ermöglicht werden, der nur an bestimmte Personen ausgehändigt wird. Um in jedem Falle eine unvermutet auftretende Gefahr beseitigen zu können, ist ein rot gekennzeichneter Gefahrendruckknopf anzubringen, der den Hauptschalter der gesamten Anlage auslöst und diese damit spannungsfrei macht. Der Gefahrendruckknopf kann an verschiedenen Stellen einer Anlage wiederholt werden. Im allgemeinen ist die mechanische Verriegelung der elektrischen vorzuziehen, weil sie übersichtlicher angeordnet werden kann und bei Schadhaftwerden der Fehler leichter erkennbar wird. Der konstruktive Aufwand für die mechanische Verriegelung ist allerdings etwas größer als bei der elektrischen. Neben den Sicherheitsmaßnahmen zur Abschaltung aller gefährdeten Spannungen und zur Verhinderung ihrer Wiedereinschaltung muß bei größeren Anlagen auch dafür gesorgt sein, daß von der Antenne her keine gefährliche Spannung eingeführt wird. Um Schäden an den Sendern zu vermeiden, muß eine bestimmte Reihenfolge beim Einschalten eingehalten werden, die durch die Blockierung gegeben ist. Im allgemeinen gelten als Sicherheitsvorschriften die einschlägigen VDE-Bestimmungen. Diese sind: VDE 0100, 0101, 0105, 0128, 0132, 0140, 0866. Außer den VDE-Vorschriften

werden zweckmäßigerweise auch die Empfehlungen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) beachtet. Es wird angestrebt, die Vorschriften für Sender und andere elektrische Einrichtungen möglichst einheitlich zu gestalten. Bei den Vorschriften für die Sicherheit in Senderanlagen unterscheidet man im allgemeinen drei verschiedene Klassen, und zwar Sender der ersten Klasse, die die Sicherheitsvorschriften voll erfüllen und daher auch Laien zum Gebrauch zur Verfügung gestellt werden können, z. B. Fahrzeuggeräte. Die zweite Klasse betrifft Sender, die die Sicherheitsvorschriften mit gewissen Ausnahmen erfüllen, wobei diese in den Vorschriften ausdrücklich festgelegt sind. Diese Sender dürfen nur von Fachleuten oder unterwiesenen Personen bedient werden. Zur dritten Klasse gehören Sender, für die aus besonderen Gründen keine Sicherheitsvorschriften gelten. Diese Sender dürfen nur von fachtechnisch ausgebildetem Personal bedient werden. Sicherheitsvorschriften für die Unfallverhütung in Senderstationen sind von der Berufsgenossenschaft für die Unfallversicherung in Hamburg herausgegeben worden. Zur Vermeidung von Schäden an besonders wertvollen Teilen, z. B. großen Senderöhren, dient die Kurzschlußfortschalteinrichtung, die bei Überschreitung des zulässigen Betriebsstromes selbsttätig einige Male hintereinander abschaltet und nach Wegfall der Ursache wieder einschaltet, jedoch bei Bestehenbleiben des Fehlers endgültig abschaltet. Einen weiteren Schutz für den Sender bietet der sog. Verstimmungsschutz, der den Sender abschaltet, wenn die Belastung zu gering wird. Der Verstimmungsschutz wird wirksam, wenn das Verhältnis des Stromes im Belastungskreis zum Strom in der Senderendstufe zu klein wird. Diese Wirkung tritt z. B. ein, wenn der Antennenkreis verstimmt oder unterbrochen ist und infolgedessen der Antennenstrom zu klein wird. *Prokott*

Sicherheitsempfänger → Funkausrüstung der Schiffe.

Sicherheitsfunkwache → Funkwache.

Sicherheitsladung bei Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Sicherheitsmeldung. Meldung einer Funkstelle, die die Sicherheit der Navigation betrifft oder wichtige Wetterwarnungen enthält. Der S. geht das Sicherheitszeichen voraus, das bei Telegrafiefunk aus der Gruppe TTT (dreimal gesendet), bei Sprechfunk aus dem Wort SÉCURITÉ (dreimal gesprochen; in franz. Aussprache) besteht. Das Sicherheitszeichen wird auf den Notfrequenzen 500 oder 2182 kHz oder auf einer der Frequenzen gesendet, die im Notfall benutzt werden dürfen. Die S. soll, wenn möglich, auf einer Arbeitsfrequenz übermittelt werden. Bei den Küstenfunkstellen der DBP empfangene S. über Gefahren für die Schiffahrt werden als Gefahrmeldungen dem Deutschen Hydrographischen Institut zugeleitet.

Sicherheitszeichen → Sicherheitsmeldung.

Sicherheitszeugnis. Nach dem Internationalen Übereinkommen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See (Schiffssicherheitsvertrag; ISSV) benötigen Fahrgastschiffe und Frachtschiffe in Auslandsfahrt ein S., das ausgestellt wird, wenn die vor Indienststellung des Schiffes und danach in Abständen vorzunehmende Überprüfung des Schiffskörpers, der Maschinenanlagen usw., der Rettungsmittel und der Funkanlagen positiv verlaufen ist. Die Überprüfung wird von Bediensteten des Staates, in dessen Schiffsregister das Schiff eingetragen ist oder von anderen Stellen, die die Regierung anerkannt hat, vorgenommen.

Das für die Funkanlage benötigte S. heißt Funksicherheitszeugnis; ein solches Zeugnis benötigen alle Schiffe, die mit Funkanlagen auszurüsten sind (→ Funkausrüstung der Schiffe); Bestimmungen für Seeschiffe, die in der BRD beheimatet sind, enthält dazu die »Verordnung über die Funkausrüstung und den Sicherheitsfunkwachdienst der Schiffe« (Funksicherheitsverordnung; FuSiV); danach unterliegen die Funkanlagen vor ihrer Inbetriebnahme einer Abnahmeprüfung, die sich bei Ortungsfunkanlagen auch auf ihre navigatorische Eignung erstreckt; alle 12 Monate muß eine Nachprüfung vorgenommen werden. Aufgrund dieser Prüfung erhalten die Schiffe, deren Funkanlagen den Vorschriften der FuSiV entsprechen, ein Telegrafiefunk-S. oder ein Sprechfunk-S. Die Prüfung der Funkanlagen wird in der BRD von der DBP (Funkamt Hamburg) vorgenommen; der Seefunk-Prüf- und Abnahmebeamte fertigt eine Prüfbescheinigung, die der See-Berufsgenossenschaft (SeeBG) übergeben wird; diese stellt daraufhin das entsprechende Funksicherheitszeugnis aus. Die Prüfung der Ortungsfunkanlagen auf navigatorische Eignung nimmt in der BRD das Deutsche Hydrographische Institut vor.

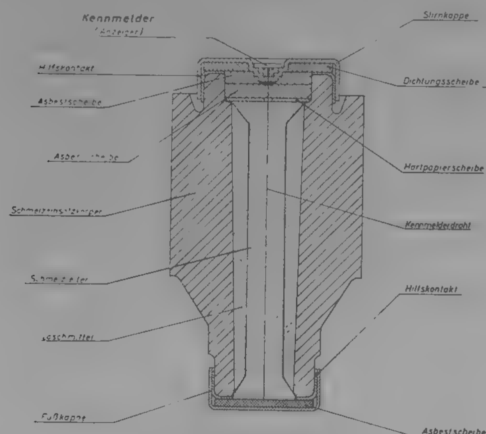
Von gewissen Vorschriften der FuSiV können unter bestimmten Voraussetzungen Ausnahmen zugelassen werden; das Schiff erhält in solchen Fällen von der SeeBG ein Ausnahmezeugnis. *Förster*

Sicherung im Sinne einer Stromsicherung ist eine Vorrichtung zum Schutz von elektrischen Anlagen und Geräten gegen unzulässig hohe Ströme. Der Stromfluß wird durch Abschmelzen eines oder mehrerer vom Strom durchflossener → Schmelzleiter, die in einem geschlossenen Sicherungseinsatz untergebracht sind, direkt unterbrochen, wenn der Strom einen gegebenen Wert während einer bestimmten Zeit überschreitet.

Nicht unter den Begriff »Sicherung« fallen Vorrichtungen mit indirekter Abschaltung, wie → Fernmeldeschutzschalter (Automaten) und → Überstromauslöser sowie → Überspannungsableiter.

Eine S. besteht im wesentlichen aus dem Sicherungsunterteil (früher -sockel bzw. -halter), ggf. mit → Paßeinsatz für unverwechselbare Sicherungseinsätze, dem Sicherungseinsatz (früher Schmelzeinsatz oder -patrone) und, falls erforderlich, einer Schraubkappe. Der wichtigste Teil einer S. ist der Sicherungseinsatz (Bild 1). Er muß nach jeder Abschal-

tung ausgewechselt werden. Ursprünglich aus dem offenen Schmelzstreifen entstanden, handelt es sich bei der Vielfalt von Sicherungseinsätzen um Schmelzleiter, die in mit Kontaktanschlüssen versehenen — meist zylindrischen — Isolierkörpern untergebracht sind. Die Bauart muß den Sicherheitsbestimmungen entsprechend so gelöst sein, daß bei der Abschaltung kein ständiger Lichtbogen und kein Überschlag zwischen den Kontaktteilen auftreten. Außerdem darf keine offene Flamme entstehen, die die Umgebung gefährden kann. Das → Schaltvermögen ist dem Einsatzzweck entsprechend zu beachten. Es wird durch den höchsten Strom gekennzeichnet, der nach festgelegten Bedingungen noch



6,3 ... 63 A 500 V DIN 49 360
Schnitt Maßstab 1 : 1,25
Bild 1. D-Sicherungseinsatz.

einwandfrei unterbrochen wird. Jeder Sicherungseinsatz muß einer für ihn festgelegten Schmelzzeitkennlinie (Abschaltecharakteristik) zufolge den Nennstrom dauernd aushalten und bei größer werdendem Überstrom innerhalb einer bestimmten Zeit abschalten. Nach Ansprechempfindlichkeit wird zwischen flinken, mittelträgen und trägen Sicherungen (in Sonderfällen nach superflinken und -trägen Ausführungen) unterschieden (s. unter 1.2.). Die Abstufung erfolgt nach Nenngrößen, wie Nennspannung und Nennstrom sowie Ausschaltleistung (Schaltvermögen). Dementsprechend sind die Dimensionen festgelegt. Zusätzliche konstruktive Maßnahmen für die Unverwechselbarkeit und Abschalteanzeige beeinflussen die Vielfalt an Ausführungsformen (s. unter 2.1. und Bild 2).

Unterschieden wird nach folgenden Hauptgruppen:

1. Geräteschutz-(G-)Sicherungseinsätze gemäß VDE 0820,

2. Leitungsschutz-(LS-)Sicherungseinsätze gemäß VDE 0635 und

3. Niederspannungs-Hochleistungs-(NH-)Sicherungseinsätze gemäß VDE 0660, Teil 4.

Diese Vorschriften enthalten nähere Angaben über Sicherheitsbestimmungen und Prüfbedingungen sowie Hinweise auf Bauformen.

Den obigen Hauptgruppen entsprechen:

1.1. Sicherung-Geräteschutz (G), G-Sicherungen, Stromsicherungen unter 10 A Nennstrom für elektrische Geräte, Meßinstrumente, Kleinmotoren usw. Frühere Bezeichnung war → Feinsicherung. Die verschiedenen Ausführungsformen und einschlägigen Sicherheitsbestimmungen sind in den Bestimmungen VDE 0820 erfaßt.

Unterschieden werden für den Bereich der Fernmeldetechnik nach Sicherungseinsätzen folgende Gruppen:

1.1.1. Sicherungseinsätze der Form 5 mm × 20 mm (vgl. DIN 41 571) bis 250 V Nennspannung. Sie werden in flinker, mittelträger und träger Ansprechempfindlichkeit (s. unter 1.2.) und unterschiedlichem → Schaltvermögen hergestellt. Verwechselbare Ausführung überwiegt. Unverwechselbare und solche mit Kennmelder sind Sonderausführungen;

1.1.2. Sicherungseinsätze der Form E 16, unverwechselbar und mit Kennmelder, jedoch nur für eine Nennspannung bis 250 V nach DIN 41 687, sind aus der D-Sicherung (s. unter 2.1.) entstanden und werden in der Nachrichtentechnik speziell als Gestellsicherungen benutzt;

1.1.3. Sicherungseinsätze der Formen 8 mm × 40 mm bis 8 mm × 150 mm nach DIN 41 569, 41 570, 41 683, 41 684 und 41 686 mit Nennspannungen von 500 V bis 10 kV sind Hochspannungsausführungen für die Funk- und Hochfrequenztechnik;

1.1.4. Sicherungseinsätze 10 mm × 50 mm mit Kontaktmesser nach DIN 41 572 für 60 V Nennspannung werden unter der Bezeichnung »Grobsicherung« vorwiegend im Fernmelde-Freileitungsnetz eingesetzt. Sie verlieren hier künftig an Bedeutung, finden aber noch in der Apparatetechnik Verwendung.

1.2. Nach Ansprechempfindlichkeit werden unterschieden und verwendet:

1.2.1. Sicherung, flink, Sicherungseinsatz einer Stromsicherung mit flinker Abschaltecharakteristik, wenn nur kleine Einschaltstromstöße auftreten, d. h. überwiegend ohmsche Belastung vorliegt und schädliche Stromüberlastung innerhalb kürzester Zeit abgeschaltet werden soll. Ein flinker G-Sicherungseinsatz wird z. B. zum Schutz von Leitungen in Geräten oder als Hauptsicherung für mehrere besonders gesicherte Stromkreise verwendet, ferner als Kurzschlußschutz, wenn die möglichen Kurzschlußströme das Schaltvermögen nachgeschalteter mittelträger und träger Sicherungseinsätze übersteigen. Der Kennbuchstabe ist »F«;

1.2.2. Sicherung, mittelträge, bisher gebräuchlichster Sicherungseinsatz in Geräten der Nachrichtentechnik als G-Sicherung. Überwiegend zum Schutz der Sekundärseite von Transformatoren. Soweit das Schaltvermögen ausreicht, auch als Verteilersicherung bei Speisung mehrerer Kreise zur

selektiven Abschaltung. Soll künftig entfallen, wenn einschlägige Normen an die IEC-Empfehlungen angepaßt werden. Kennbuchstabe ist »M«;

1.2.3. Sicherung, träge, als Sicherung von Einrichtungen, in denen kurzzeitig besonders hohe Einschaltstromstöße (z. B. beim Einschalten von Motoren, Transformatoren usw.) auftreten, die nur langsam abklingen. Wegen des geringen Schaltvermögens möglichst nur in Sekundärkreisen einsetzen. Wenn höhere Kurzschlußströme auftreten, als das Schaltvermögen angibt, ist ein flinker Sicherungseinsatz mit entsprechendem Schaltvermögen vorzuschalten. Kennbuchstabe ist »T«.

2.1. Sicherung-Leitungsschutz (LS), ein nach Nennstromstärken in den Abmessungen gestuftes unverwechselbares Sicherungssystem für Installationsleitungen und ähnliche Zwecke im Bereich der Nennstromspannungen bis 500 V und Nennstrom-

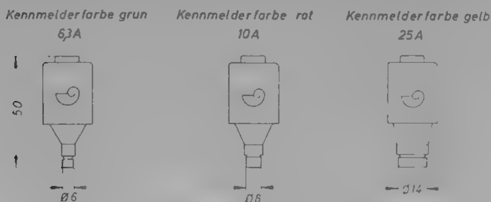


Bild 2. D-Sicherungseinsätze verschiedener Stufung.

stärken bis 200 A. Nach den Vorschriften VDE 0635 muß sichergestellt sein, daß ein Sicherungseinsatz nicht durch einen solchen mit größerem Nennstrom ersetzt werden kann, ohne den Paßeinsatz auszuwechseln (Bild 2). Die Unverwechselbarkeit wird

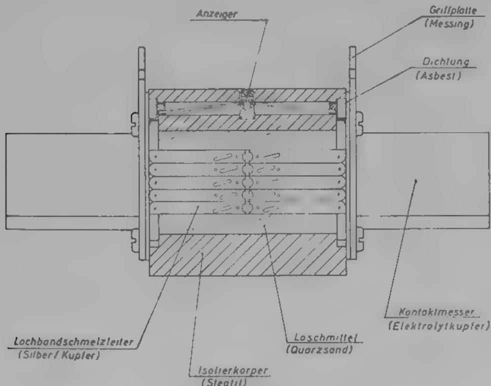


Bild 3. NH-Sicherungseinsatz Gr. II. 400 A DIN 43 620

durch die Stufung des Durchmessers erreicht. Daher auch die Bezeichnung D-Sicherung (Bild 1). Das System wird durch eine neue raumsparende Anordnung für Nennspannungen bis 380 V ergänzt, die unter dem Begriff NEOZED®-System bekannt wurde. Hierfür gibt es die Größen DO1 von 2 bis 16 A, DO2 von 20 bis 63 A und DO3 von 80 bis 100 A (vgl. auch DIN 49 360 Bl. 2).

2.2. Sicherung-Niederspannung-Hochleistung-(NH) ist nach den Bestimmungen VDE 0660 Teil 4 eine Stromsicherung mit geschlossenem Sicherungseinsatz und einem → Schaltvermögen von mindestens 50 KA bei 500 V Wechselspannung bzw. 440 V Gleichspannung. Die mit Kontaktmessern versehenen Sicherungseinsätze mit den Abmessungen nach DIN 43 620 (Bild 3) gibt es in den Nennstromstärken von 36 bis 630 A. Vorwiegende Anwendung in Niederspannungs-Verteilungsnetzen. *Deman*

Sicherungseinsatz, → Schaltvermögen, → Sicherung.

Sicherungskästchen werden zwischen Blankdrähten und Teilnehmereinrichtungen geschaltet, um Überspannungen, die infolge von Induktion oder auch atmosphärischen Beeinflussungen auftreten können,

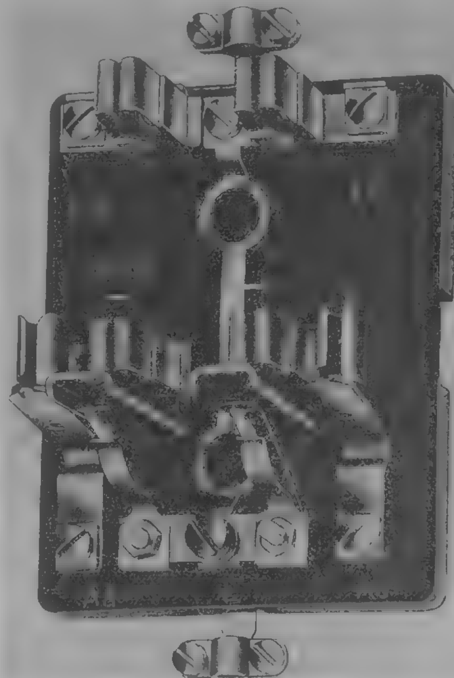


Bild 1. Sicherungskästchen M 48.

von den Einrichtungen fernzuhalten. Die zur Aufnahme der Sicherungen notwendigen Bauteile sowie die Anschlüsse für Zu- und Abgänge sind auf einer Grundplatte aus elektrisch und mechanisch hochwertigem Isolierpreßstoff aufgebaut (Bild 1 und 2). Außerdem ist ein Anschluß für Erdleitung vorgesehen.



Bild 2. Sicherungskästchen M 54.

Aufgrund neuer Schutzmaßnahmen gegen Starkstromübertritt sind die Stromsicherungen nicht mehr erforderlich. Eine Neuentwicklung der S. wird in die Wege geleitet (→ Schutzgeräte). *Stegmann*

Sichtausbreitung → Wellenausbreitung, troposphärische.

sichtbare Sprache → Visible Speech.

Sichtbehinderung → Streckenprofil.

Sichtbereich → Sendernetzplanung.

Sichtverbindung → Richtfunklinie.

Sickerloch → Kabelkanal unter 15.

Siebdruck. Dient u. a. zur Herstellung gedruckter Schaltungen. Dieses Druckverfahren findet breite Anwendung, da es mit sehr einfachen Druckschablonen auskommt und eine im allgemeinen ausreichende Genauigkeit des Druckmusters liefert. In einer Kopiereinrichtung wird das Drucksieb, das mit einer lichtempfindlichen Schicht versehen ist, durch eine Schablone belichtet. Die unmittelbar darauffolgende Entwicklung des Bildes auf dem Sieb bewirkt, daß sich die unbelichtete Chromatschicht aus dem Siebgewebe löst und später an diesen Stellen die Druckfarbe durch das Gewebe treten kann. Wie beim Offsetdruck kann auch hier je nach der anschließenden Verarbeitung ein Positiv- oder Negativbild des Leitungszuges kopiert werden. → gedruckte Schaltungen, → Mikroschaltungstechnik.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker Funktechnik, 1960.

Sieben-Frequenzen-Schreiber. Gehört zur Klasse der schreibenden Drucktelegrafen und ist dem → Siemens-Hell-Schreiber vergleichbar. Im Gegensatz zu diesem werden die Zeichen nicht mittels einer Spirale, sondern mit Hilfe von 7 Schreibstiften aufgeschrieben bzw. zusammengesetzt. Die Schreibstifte werden durch 7 Empfangselektromagnete betätigt. Zur Einfärbung dient Kohlepapier. Das Gerät wird nach dem Start-Stop-Verfahren synchronisiert; es genügt also nur eine einfache Aufzeichnung. Die für die Zeichenübertragung erforderlichen 7 Frequenzen liegen im Bereich von 600 bis 2040 Hz mit einem Abstand von je 240 Hz. Auf der Empfangsseite werden die Frequenzen durch elektrische Siebe getrennt, gleichgerichtet und den Empfangsmagneten zugeleitet. Im Betrieb drücken die Schreibstifte bei Strompausen gegen das Kohlepapier bzw. den Empfangsstreifen und erzeugen, dicht beieinander liegend, parallel zu den Streifenrändern verlaufende Strichzeilen bestimmter Länge. Jede Zeile besteht aus max. 10 Elementen (Punkten), so daß das Zeichenfeld in 70 Flächenelemente orthogonaler Teilung zerlegt zu denken ist. Es lassen sich 46 Zeichen bilden.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Siebenschritt-Code, ein Code, bei dem ein Telegrafierzeichen durch sieben Schritte dargestellt wird. Ein S. wird verwendet beim → ARQ-Mux-System. Die Redundanz des S. wird dort zur Fehlererkennung ausgenutzt.

Siebkette ist eine → Kettenschaltung aus einzelnen Filtergliedern mit einem oder mehreren Durchlaßbereichen.

Siebschaltung, Siebglied ist ein älterer Ausdruck für ein Bandpaßgrundglied, → Vierpoltheorie 3.5, 3.6.

Siebung ist die Abtrennung oder Unterdrückung bestimmter Frequenzen oder Frequenzbereiche in einem Frequenzgemisch.

Siedekühlung → Kühlung von Senderöhren.

v. Siemens, Werner, geb. 13. 12. 1816 zu Lenthe (Hannover), gest. 6. 12. 1892 zu Berlin, machte sich zunächst (1847) als Leiter der Telegraphenkommission des Generalstabs um die Einführung der elektrischen Telegraphie verdient; entdeckte in Guttapercha den für unterirdische Leitungsführung (Kabel) geeigneten Isolierstoff (erste unterirdische Leitung 1847 Berlin-Großbeeren); gründete 1850 mit → Halske die Firma Siemens und Halske, die Weltruf erlangte; entdeckte 1867 das dynamoelektrische Prinzip und schuf damit die Grundlage zur Konstruktion elektrischer Generatoren (Dynamos) und Motoren (Elektromotoren); beteiligte sich an der Gründung des ETV (Elektrotechnischer Verein) Berlin; rief die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ins Leben, erhielt zahlreiche Auszeichnungen: 1860 Ehrendoktor der Berliner Universität, 1867 Ritter der französischen Ehrenlegion, 1874 Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1885 Ritter der Friedensklasse des Ordens Pour le mérite, 1888 erblich geadelt.

Literatur: Lebenserinnerungen von Werner Siemens, 1892, wenige Tage vor seinem Tode erschienen. Journ. tél. 1892, H. 12, S. 316. Dt. Verk. Zg. 1892. Nr. 51, S. 514. ETZ 1916, H. 50, S. 677 und 679. Thormälen: Zum Gedächtnis Werner Siemens, Arch. Post. Telegr. 1898, S. 290ff.; 1919, Nr. 3, S. 72 (40 Jahre Fernsprecher, Stephan, Siemens, Rathenau). Z. d. deutsch-österr. Telegr.-Vereins 1854, H. 4, S. 137 (Werner S. über Kapazität der Kabelleitungen); 1858, H. 1, S. 13ff.; 1854, H. 2, S. 49ff. Ehrenberg: »Die Unternehmungen der Brüder Siemens«. Jena: 1906. Henneberg, Frölich, Zetzsche: Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne, erste Hälfte S. 59ff. und 87ff. (über Isolatoren und Stützpunkte der Indo-europ. Tel.-Linie von 1870), S. 185ff. (über Guttapercha und die Guttaperchapresse von 1847). Berlin: Julius Springer 1887. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie (an vielen Stellen). Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1909. Poggendorff. C. Matschoß: Männer d. Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens. Telecommunication Pioneers.

Siemens, Wilhelm (Sir William), geb. 4. 4. 1823 zu Lenthe (Hannover), gest. 19. 11. 1883 zu London. Bruder des Werner Siemens. (→)

1846 kam ihm in der Royal Society of London die Guttapercha in die Hände, deren isolierende Eigenschaften Faraday gerade untersuchte. Er sandte eine Probe an Werner und legte damit unbewußt den Grund zum eigenen und Werners Aufstieg. 1858 gründete er eine Zweitfirma von Siemens und Halske, die von 1864 ab selbständig als »Siemens Brothers« in Woolwich (England) besteht; gemeinsam mit seinem Bruder verschaffte er den mit dem Namen Siemens verbundenen Firmen Weltgeltung.

Siemens ist auch der Name für die SI-Einheit des elektrischen Leitwertes, Kurzzeichen S. Es gilt $1\ S = 1\ A/V = 1/\Omega$.

Literatur: Journ. tél. 1883, Nr. 12, S. 291ff. ETZ 1883, H. 12, S. 489/490. ETZ 1915, H. 30, S. 390. Henneberg: Frölich und Zetzsche: Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne, I. Hälfte S. 185. Berlin: Julius Springer 1887. Allgemeine deutsche Biographie Bd. 25, S. 213ff. Leipzig: Duncker & Humblot 1910. Sonstige Literaturangaben bei Werner S. C. Matschoß: Männer der Technik. Webster's Biographical Dictionary.

Siemens-Alphabet. Nach dem S. arbeitete der → Siemens-Schnelltelegraf. Code-Prinzip: Um die Einschwingvorgänge auf den alten Guttaperchakabeln möglichst günstig zu gestalten, werden bei den häufigsten Zeichen der deutschen Sprache Aufeinanderfolgen von Einzelschritten vermieden. 5-Schritt-Code.

Siemens-Hell-Lochstreifensender. Stellt einen Code-Umsetzer dar, bei dem die Schrittkombinationen des 5spurigen Lochstreifens in SH-Codeschrittfolgen umgewandelt werden. Weiteres s. u. Lochstreifengeräte.

Siemens-Hell-Schreiber. Gehört zur Gruppe der schreibenden Drucktelegrafen. Die Zeichen werden nicht als Ganzes abgedruckt, sondern unter Zuhilfenahme eines Schreib-(Druck)magnets aus Rasterelementen zusammengesetzt. Das Rasterfeld ist fest gegeben. Es besteht aus $7 \times 7 = 49$ Rasterelementen (aufgeteilt in 7 senkrechte und 7 waagerechte Rasterbänder). In dieses Rasterfeld sind die Alphabetzeichen und Ziffern in möglichst zweckmäßiger Form eingefügt. Für die Übertragung der Zeichen werden nach der Zeichenaufteilung Nockenscheiben gefertigt, die je einen Kontakt steuern. Der gesamte Sender besteht also im wesentlichen aus einer Nockenscheibenwalze nebst einer Kontaktreihe. Die Zeichengeschwindigkeit beträgt 5 Zeich./sec bei Lochstreifensendung), 2,5 Zeich./sec bei Handsendung. Der kürzeste Schritt (Punkt oder Pause) ist gleich $^1/_{49}$ des Nockenbogens oder -umfangs. Der vorerwähnten höchsten Zeichengeschwindigkeit von 5 Zeich./sec entspricht eine Schrittgeschwindigkeit von 245 Baud (Schrittdauer gleich 4,08 ms). Hauptkennzeichen des S. ist der überaus einfache Empfangsmechanismus. Er soll die einzelnen Bildelemente nach- und nebeneinander wieder zu Zeichen zusammensetzen. Dazu werden lediglich eine Spirale und ein Elektromagnet mit Anker benötigt. Am Anker ist eine Schneide befestigt, die die gesamte Spirale erfaßt. Zwischen Schneide und Spirale ist der Empfangspapierstreifen geführt. Man übersieht leicht, daß bei der Drehung der Spirale der Berührungspunkt der Mantellinie des Schraubenganges quer zum angedrückten Papierstreifen wandert. Wird die Spirale eingefärbt, so entsteht ein Strich. Bei passendem Verhältnis von Spiralendrehzahl zu Sender-Nockenwalzendrehzahl und entsprechendem Streifenvorschub erfolgt die Zusammensetzung der Zeichen derart, daß sich Linie an Linie fügt. Der Apparat schreibt also unter Anwendung des Druckverfahrens die Zeichen auf (schreibender Drucktelegraf). Die Spirale muß bei einer Umdrehung der Senderwalze 7 Umdrehungen machen, damit das ganze Zeichen erfaßt wird. Für Lochstreifensendung mit 5 Zeich./sec beträgt demnach die Spiralendrehzahl $35\ s^{-1}$. Das Gleichlaufproblem ist einfach gelöst. Auf einen genauen Gleichlauf und auf eine feste Phasenbeziehung ist verzichtet worden. Dafür ist eine Doppelaufzeichnung der Zeichen vorgesehen, für die eine doppelgängige Spirale erforderlich ist. Die beiden Gänge sind um 180° phasenverschoben. Bei der Aufzeichnung ergeben sich dabei zwei Schriftzeilen, die die Lesbarkeit der Nachricht gewährleisten. An Entwicklungen auf diesem Gebiet sind noch der Siemens-Hell-Start-Stop-Schreiber und der Siemens-Hell-Blattschreiber zu nennen. Wegen der technischen Einzelheiten dieser interessanten Apparate wird auf das Schrifttum verwiesen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962. *Schiweck*

Siemens-Schnelltelegraf. 1912 in Betrieb genommen. 5-Schritt-Code (s. Siemens-Alphabet). Hochsynchronisiertes Apparatsystem, bestehend aus Sender und Empfänger in getrennten Apparatsätzen. Sender durch Lochstreifen gesteuert, der mit besonderem Handlocher hergestellt wurde. Erlangte große Bedeutung in den zwanziger Jahren. Reihentelegraf hoher Zeichengeschwindigkeit (600 bis 1000 Zeichen/min.). → HwF 1929.

Siemens-Verdan-Gerät. Grundgedanke (Zeichenwiederholung) entspricht dem des → Baudot-Verdan-Gerätes, jedoch ist das Gerät auf elektrischer Basis für den Betrieb mit Fernschreibmaschinen weiterentwickelt worden. Speicherung der

Zeichen über Nocken-Kontakt-Verteiler in Kondensatoren, wo sie zu vorgegebenen Zeitpunkten ebenfalls durch Verteiler gleicher Art abgetastet werden. S. als Mehrfachgerät verschieden einsetzbar: Ohne Wiederholung auf 6 Kanälen, mit 1 Wiederholung auf 3 Kanälen und mit 2 Wiederholungen auf 2 Kanälen. Sendefolge mit folgendem Schema: a1 – –/b1 – –/c1a2 – /d1b2 – /e1c2a3/f1d2b3/g1e2c3 h1f2d3/... Im Empfänger wird jeder Schritt z. B. bei dreimaliger Übertragung durch drei Stromzustände gekennzeichnet (gespeichert). Auswertung verschieden.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

SIGMET → Wetterschlüssel.

Signal ist in der Übertragungstechnik die elektrische Form einer Nachricht, z. B. eines Telegrafiezeichens oder einer Sprachkurve.

Signalanlage → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Signalbuch → Internationales Signalbuch.

Signale in Vermittlungsstellen (VSt) werden unterteilt in Störungs- und Betriebs-S. Zweck der durch schaltungstechnische Vorgänge wirksamen S. ist es, Abweichungen vom Regelzustand der Wähleinrichtungen (Störungs-S.) oder Betriebsvorgänge (Betriebs-S.) anzuzeigen. Das geschieht sichtbar durch verschiedenfarbig aufleuchtende Lampen, zumeist gleichzeitig durch Einschlag- oder Rasselwecker. Die Störungs-S. werden nach dringenden S. und nicht dringenden S. unterschieden. Dringende S. sind: Hauptalarm (Haupt-Sicherung, Gruppensignalrahmen-Sicherung), Ausfall beider Ruf- und Signalmaschinen, 5″- bzw. 10″-Ausfall, Störungen in Einrichtungen des Warn- und Alarmdienstes, Gleichrichterausfall, Batteriespannungsabweichung, Wählerkontrollalarm für Hebdreh- und Drehwähler, Störung der Stromversorgung, Umwerterausfall, Störung in der Zeittaktgeberanlage. Nicht dringende S. sind: Einzelsicherung schadhaft, unnötige Belegung, → Blockade, 5″- bzw. 10″-Lampenausfall, Netzausfall, Prüfalarm an Trägerfrequenz- und abgehenden Ton-Übertragungen, rückwärtige Sperre an abgehenden Gleichstrom-Übertragungen, Wählerkontrollalarm an Edelmetall-Motor-Drehwählern.

Betriebs-S. sind: Belegtanzeigen, Belegtlampen, Erinnerungs-S. für abgeschaltete Signalstromkreise. Da dringende S. Störungen anzeigen, die u. U. die Verkehrsabwicklung oder die technischen Einrichtungen gefährden, sind sie umgehend zu beheben, auch nachts. Nicht dringende S. werden nachts nicht beseitigt. Die S. werden bei unbesetzten VSt oder nach Dienstschluß zum Beobachten und Erledigen zu einem → Betreuer und über die Störungssignaleinrichtung 65 (StörSig 65) zu besetzten VSt durchgeschaltet (→ Nachtdienstregelung). Übersicht über hauptsächliche S. in Orts- und Fernvermittlungsstellen (Abkürzung für Rasselwecker = wr, für Einschlagwecker = we):

Lampe	Wecker	Bedeutung
blau	wr	Hauptsicherung schadhaft, Ruf- und Signalmaschinen-Umschaltung
—	wr*)	Sicherung am Gruppensignalrahmen schadhaft
blau	—	Signalstromkreis abgeschaltet
blau-weiß	wr	Gleichrichterausfall
grün	we	Wählerkontrollalarm
grün-weiß	wr	Störung an Warn- und Alarmdiensteinrichtungen
gelb-weiß-rot	we	Prüfalarm an Übertragungen
rot	we	Einzelsicherung schadhaft
rot-weiß	we	Netzausfall/Batterieentladung
gelb	we	unnötige Belegung, rückwärtige Sperre
gelb-weiß	wr	Störung am 5″- bzw. 10″-Schalter
gelb-weiß	we	Funktionsablauf am Register und Richtungswähler, Blockade

*) Wechselstromwecker

Steinhoff

Signalfernsprecher. Bei jedem Einfahrsignal eines Bahnhofs und bei jedem Blocksignal einer Eisenbahnstrecke ist ein S. angeordnet. Er ist mit einer OB-(Ortsbatterie-)Verbindung mit dem für das Signal zuständigen Fahrdienstleiter bzw. Blockwärter verbunden und dient zur Sprechverständigung zwischen dem Zugführer und dem Fahrdienstleiter oder Blockwärter, wenn ein Zug vor dem betreffenden Signal zum Halten kommt. An Strecken mit Selbstblock oder Fernsteuerstrecken müßte der S. jedes Blocksignals mit dem zurückliegenden Fahrdienstleiter durch eine besondere Signalfernsprechverbindung verbunden sein. Um bei mehreren Blockabschnitten Kabeladern einzusparen, werden sämtliche S. einer Fahrtrichtung in eine Signalfernsprechverbindung eingeschaltet. Durch ein Selektivsystem wird sichergestellt, daß der Fahrdienstleiter an einem Lampentableau erkennt, mit welchem S. er spricht. Es ist technisch unmöglich gemacht, die Signalfernsprechverbindung mit einer anderen Fernsprechverbindung zusammenzuschalten.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1965.

Signal- und Fernsprechkabel für Bergwerke unter Tage (Bergwerkskabel).

Hierzu gehören:

1. Grubenkabel (G-); sie werden in der Strecke ausgelegt und verbinden den Hauptverteiler der Vermittlungseinrichtung mit den Endgeräten, wie z. B. mit Sprechstellen und Signalgeräten.

2. Gruben-Geräteanschlußkabel (GA-); sie enthalten die von den Grubenkabeln oder Schachtkabeln abzweigenden Leitungen zu den Endgeräten.

3. Schachtkabel (GS-); sie werden in Haupt- und Blindschächten eingehängt und dienen hauptsächlich zur Verbindung der Signal- und Fernsprecheinrichtungen unter Tage mit denen über Tage bzw. zwischen den Sohlen.

Gruben- und Schachtkabel haben stets eine Bewehrung aus verzinktem Stahl;

Gruben-Geräteanschlußkabel können bewehrt oder unbewehrt sein. Die Bewehrung muß gegen Grubenwässer und -wetter durch einen gegen chemische Ein-

flüsse widerstandsfähigen, das Kabel nicht angreifenden Rostschutzanstrich geschützt sein; u. U. äußere Schutzhülle mit zusätzlichem Korrosionsschutz (... Mbc-K)* oder äußere Schutzhülle aus thermoplastischem Kunststoff (... MbY)*, in feuergefährdeten Grubenräumen zusätzlicher Korrosionsschutz mit flammerstickenden Zusätzen (... Rfl bzw. -Kf*).

Leiterdicke für Signaladern 1,4 mm Cu; für Fernsprechadern 0,8 mm Cu.

1.1. Gruben-Signalkabel (adrig)

1.2. Gruben-Fernsprechkabel (paarig verseilt)
mit Kunststoffisolierung, Bleimantel, Bewehrung und Kunststoff - Schutzhülle (G - YMbY und G-2YMbY)*) Bewicklung der Kabelseele mit Gewebe-, Gummi- oder Kunststoffbändern oder Innenmantel aus plastischer oder elastischer Füllmischung.

2.1. Gruben-Geräte-Anschlußkabel für Signalzwecke (adrig)

2.2. Gruben-Geräte-Anschlußkabel für Fernsprechzwecke (paarig verseilt)
mit Kunststoffisolierung, Bleimantel und Kunststoff-Schutzhülle oder mit Kunststoffisolierung, Bleimantel, Bewehrung und Kunststoff-Schutzhülle (GA-YMY und GA-YMbY)
Bewicklung oder Innenmantel wie unter 1.

3.1. Schacht-Signalkabel (adrig)

3.2. Schacht-Fernsprechkabel (paarig verseilt)

3.3. Kombiniertes Schacht-Signal-Fernsprechkabel
mit Kunststoffisolierung, Bleimantel, Bewehrung und Kunststoff - Schutzhülle (GS - YMbY und GS-2YMbY) Bewicklung oder Innenmantel wie bei 1.

1a.1. bis 3a.3. wie 1.1. bis 3.3., nur mit Kunststoffmantel statt Bleimantel, und PVC-Innenmantel (GYYbY; G2YYbY; GA-YY; GA-YYbY; GS-YYbY; GS-2YYbY).

1b.1. Gruben-Signalkabel

1b.2. Gruben-Fernsprechkabel
mit Kunststoffisolierung, Stahldrahtgeflecht und Kunststoffmantel
(G-Y(Z)Y und G-2Y(Z)Y)
PVC-Innenmantel

3b.1. Schacht-Signalkabel

3b.2. Schacht-Fernsprechkabel

3b.3. Kombiniertes Schacht-Signal-Fernsprechkabel
mit Kunststoffisolierung, Stahldrahtgeflecht und Kunststoffmantel
(GS-Y(Z)Y und GS-2Y(Z)Y)
PVC-Innenmantel

Aderzahlen für Signalkabel: 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 40, 44, 48, 52, 56, 61, 70, 80, 90, 100

Doppeladerzahlen für Fernsprechkabel: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 40, 50, 60

Ader-/Doppeladerzahlen für kombinierte Kabel: 7/1; 8/2; 10/3; 12/5; 16/4; 19/6; 22/2; 26/3; 30/5; 35/4; 40/6; 48/3; 54/5; 60/4; 67/6. *Knebel*

*) Bedeutung der Kurzzeichen → Fernspechkabel.

Signalgeräuschabstand → Geräusch.

Signalkenngrößen sind charakteristische Größen eines → Signals, z. B. Leistung, Effektivwert, Leistungsdichte, Frequenzbereich bei einem Sprach- oder Fernsehsignal, Höhe, Breite, Flankensteilheit bei einem Telegrafiesignal.

Signallaufzeit bei Fernmeldesatelliten → Übertragungstechnik bei Fernmeldesatelliten.

Signaloptik. An die Erkennbarkeit der Lichtsignale werden an hellen Sommertagen, bei tiefstehender Sonne und in Kurven hohe Anforderungen gestellt, die nur hochwertige Spezialoptiken erfüllen können. Die S. werden bei der DB in Einzel- (Bild 1) oder

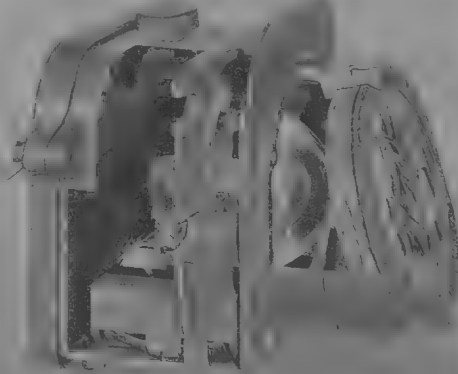


Bild 1. Signal-Einzellaterne der DB.

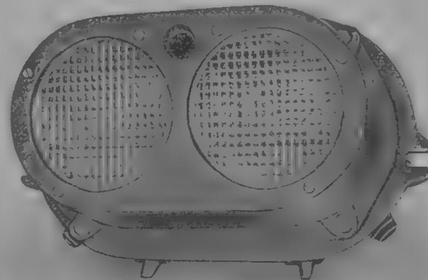


Bild 2. Signal-Doppellaterne der DB.

Doppellaternen (Bild 2) untergebracht. Die Optik besteht aus einer Doppelfadenlampe, einem darüber angebrachten Tiefenstreuspiegel (Bild 3), der die nach oben gerichteten Lichtstrahlen nach unten wirft, einer asphärisch geschliffenen Vollinse von 136 mm ⌀ mit einer kurzen Brennweite von

30 mm und einer Streuscheibe, die das durch die Vollinse gebündelte Licht über die natürliche Streuung hinaus in die gewünschte Richtung ablenken soll. Bei einigen Laternentypen bildet die Streuscheibe zugleich den Abschluß der Laterne. Einige haben ein

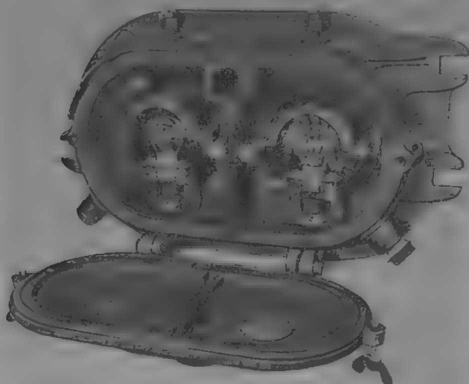


Bild 3. Signal-Doppellaterne (Rückansicht).

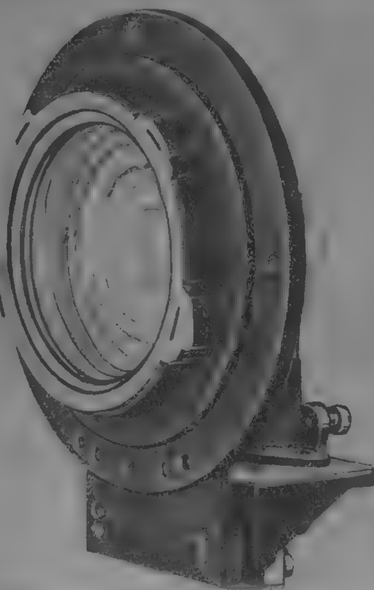


Bild 4. Lichtsperrsignal mit Stufenlinse.

besonderes Abschlußglas, das Heizfäden enthält, um Schnee- oder Rauhreifablagerungen zu verhindern. Lampenträger und Linse sind genau eingestellt, damit der Hauptfaden der Doppelfadenlampe in den Brennpunkt des optischen Systems kommt. Der Nebenfaden dient als Reserve und wird selbsttätig eingeschaltet, wenn der Hauptfaden durchgebrannt ist. Da sie nur niedrige Spannungen von 12 oder 30 V haben, müssen an den Signalen besondere Signaltrafos angebracht werden, die die Spannung von 220 V auf die Lampenspannung herabtransformieren. Für Haupt- und Vorsignale werden bei der DB geschliffene Vollinsen mit 136 mm ⌀ und Doppelfadenlampen 12 V, 30 W, für Ersatz- und Lichtsperrsignale gepreßte Stufenlinsen mit 70 mm ⌀ (Bild 4) und Doppelfadenlampen 30 V, 15 W und für Zusatzanzeiger, deren Signalbilder aus punktförmigen Lichterreihen zusammengesetzt werden, gepreßte Vollinsen mit 40 mm ⌀ und Einfadenlampen 12 V, 6 W verwendet. Um die Lebensdauer der Signallampen zu erhöhen, werden sie mit einer Tagspannung betrieben, die etwa 10 v.H. unter der Nennspannung der Lampen liegt. Als Nachtspannung wird die halbe Tagspannung benutzt, um Blendungen zu vermeiden. Die Abschlußscheibe der Signallaterne wird durch eine lange Schute beschattet, damit durch das Tageslicht, insbesondere durch die tiefstehende Sonne, kein falsches Signalbild vorgetäuscht werden kann. Schute und Tiefenstreuspiegel zusammen verhindern Phantombildungen, das Entstehen unbeabsichtigter Signalbilder. *Sasse*

Signalrelais haben erhöhte Sicherheitsforderungen zu erfüllen. Die Konstruktion der S., insbesondere ihrer Kontakte, ist für ihr unbedingt zuverlässiges Wirken und für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes entscheidend. Sie unterscheiden sich von den üblichen Relais in wesentlichen Punkten. S. werden in allen Sicherheitsstromkreisen verwendet, in reinen Meldekreisen auch Fernmelderelais. Die S. besitzen einige charakteristische Merkmale: Zwangsgeführte Kontaktstifte stellen die Verbindung zwischen den beiden hintereinandergeschalteten Kontaktstellen her. Beim Schließen der Kontakte reiben sich Kontaktstift und Kontaktniete, so daß die Berührungsflächen beider laufend gereinigt werden und eine zuverlässige Kontaktgabe sichergestellt ist. Die Kontaktstifte sind im Kontaktsteg befestigt, der mit dem S.-Anker fest verschraubt ist. Beim Arbeiten des S. erzwingt der Kontaktsteg eine Parallelbewegung der Kontaktstifte. Die starre, mechanische Kopplung der Kontakte stellt sicher, daß beim Anziehen oder Abfallen des S.-Ankers alle Kontakte ihre Stellung wechseln. Die Kopflastigkeit des mit dem S.-Anker starr verbundenen Kontaktsteges gewährleistet das sichere Abfallen des S., unterstützt durch eine Abdrückfeder. Die Zwangsführung aller S.-Kontakte erlaubt, einen der Kontakte als Öffner in einen Stromkreis zu legen, der beim Hängenbleiben des S. z. B. die Signalfreigabe verhindert. Weder durch Verschleiß irgendwelcher Teile noch durch Verschweißen von Kontakten können betriebsgefährdende Dauerkontaktschlüsse und divergierende Kontaktstellungen entstehen. Beim Arbeiten des S. werden die bislang geschlossenen Stromkreise geöffnet, bevor die bislang geöffneten geschlossen werden.

Nach der Art der Kontaktsteuerung werden monostabile und bistabile S. unterschieden, nach den möglichen Betriebslagen Zwei- und Dreilagen-

relais. Bei stromloser Wicklung sind die monostabilen S. in einer Ruhelage, bei erregter Wicklung in einer Arbeitslage. Bistabile S. haben zwei Ruhelagen, die mechanisch oder magnetisch festgehalten werden. Am meisten werden monostabile Zweilagenrelais eingesetzt. Bei Stromunterbrechungen fallen die Anker dieser neutralen Relais ab, eine Eigenschaft, die nicht bei Ausschlüssen feindlicher Fahrten und bei Verschlüssen von Weichen und Fahrstraßen gebraucht werden kann. Hierfür werden Stützrelais oder magnetische Selbsthalterelais (Haftrelais) verwendet. Es sind bistabile Zweilagenrelais, die bei Stromunterbrechungen ihre augenblickliche Lage beibehalten und damit die Fortdauer des Ausschlusses oder Verschlusses gewährleisten. Das Stützrelais besteht aus zwei übereinandergesetzten Neutralrelais, deren Anker je eine Stütze tragen. Jeweils kann nur ein Anker in der abgefallenen Lage sein. Er hält dann mit seiner Stütze den anderen Anker in der angezogenen Lage mechanisch fest. Jeder Wechsel der Schaltstellung erfordert die Erregung des abgefallenen Magnetsystems. Das magnetische Selbsthalterelais ist ein polarisiertes bistabiles Zweilagenrelais, das im Gegensatz zum mechanisch abgestützten Stützrelais magnetisch abgestützt wird. Der Raum für den Spulenkörper ist unterteilt. Die eine Hälfte nimmt die Spule ein, die andere ein permanenter Magnet aus hochwertigem magnetischem Material, dessen Anzugskraft jedoch nicht ausreicht, um den abgefallenen Anker anziehen zu lassen. Hierzu bedarf es der zusätzlichen Erregung der Anzugswicklung, nach deren Abschalten der Anker jedoch magnetisch festgehalten wird. Soll der Anker wieder abfallen, muß die Abwurfwicklung erregt werden, deren Magnetfeld dem Feld des permanenten Magneten entgegengerichtet ist und den permanenten Magnetfluß aufhebt. Als Gleisschaltmittel (Gleisrelais) für die klassischen Gleisstromkreise werden Motorrelais oder Röhrenrelais benutzt. Sie werden mit Wechselstrom betrieben. Motorrelais werden als Zwei- und Dreilagenrelais, Röhrenrelais nur als Zweilagenrelais verwendet. Zweilagenrelais melden nur den nächsten Gleisabschnitt frei oder besetzt, Dreilagenrelais die beiden folgenden Abschnitte. Die Motorrelais besitzen einen Zweiphasen-Asynchronometer mit einem Kurzschlußanker als Antrieb. Der Motor erhält sein Drehmoment, wenn beide Wicklungen von Strom durchflossen sind. Die eine, die Gleisphasen-Wicklung, entnimmt ihre Energie dem isolierten Gleisabschnitt, wenn dieser frei ist, die andere, die Hilfsphasen-Wicklung, ist an eine feste Spannung gelegt. Das Drehmoment ist etwa proportional dem Sinus des Winkels zwischen den Strömen, die die Gleis- und die Hilfswicklung durchfließen. Bei einem Phasenwinkel von 90° hat das Drehmoment sein Maximum. Nur wenn Gleis- und Hilfsstrom dieselbe Frequenz haben, kommt ein Drehmoment zustande. Wird eine der beiden Wicklungen stromlos, fällt das S. ab. Die Motorrelais können mit Frequenzen zwischen 40 und 125 Hz betrieben werden. Beim Gleis-Röhrenrelais wird eine Verstärkerröhre vom Gleisstrom gesteuert. Sie wiederum schaltet zwei S.: das Freimelderelais und das Besetztmelderelais. Bei positivem Gitter und positiver Anode fließt Strom durch die Röhre über das S. im Zweig der positiven Anodenspannung. Das negative Gitter sperrt den Anodenstrom. Gleis- und Netztrafo liegen primärseitig an der gleichen Netzspannung. Die erste Sekundärwicklung des Netztrafos liefert über eines der beiden S. Anodenspannung an die Röhre. Die zweite Sekundärwicklung des Netztrafos ist mit der Sekundärwicklung des Gleistrafos entgegengesetzt in Reihe geschaltet und führt auf das Gitter der Röhre. Ist die Gleisspannung größer als die Gegenspannung aus dem Netztrafo, so hat die Gitterspannung die Phasenlage der Gleisspannung. Ist die Gegenspannung größer als die Gleisspannung, so herrscht am Gitter die Phasenlage der Gegenspannung. Bei freiem Gleis ist die Gleisspannung größer als die Gegenspannung. Ist die Spannung in einer Halbwelle an den linken Enden der Trafos positiv, so fließt ein Anodenstrom über das Freimelderelais und den Gleichrichter 1 an die Anode, weil das Gitter der Röhre positiv ist. Der Weg zum Besetztmelderelais ist durch den Gleichrichter 2 gesperrt. In der folgenden Halbwelle gelangt eine positive Spannung über das Besetztmelderelais und den Gleichrichter 2 an die Anode. Da aber das Gitter negativ ist, fließt kein Anodenstrom über das Besetztmelderelais. Es bleibt abgefallen. In dieser zweiten Halbwelle ist zwar das Freimelderelais stromlos, weil der Gleichrichter 1 sperrt; die Abfallverzögerung hält jedoch das Freimelderelais bis zur nächsten Halbwelle angezogen. Bei besetztem Gleis sinkt die Gleisspannung auf einen geringen Wert ab. Es überwiegt die Gegenspannung, die eine Phasenumkehr am Gitter der Röhre bewirkt. Die Besetzt- und Freimelderelais wechseln ihre Lage.
Sasse

Signalspannung ist die Wurzel aus dem über einen genügend großen Zeitraum gebildeten quadratischen Mittelwert (Effektivwert) der Signal-Spannungskurve.

Signaltelegraf. Gehört zu den optischen Telegrafen. Signalcode, gebildet durch Verstellung von Signalarmen. Hauptvertreter: Chappe (1792); Zeichenübertragung durch Ändern der Stellung dreier Arme. Weiteres s. unter Geschichte des Fernmeldewesens.

Signalübertragungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen, auch Parallelübertragung genannt, werden benutzt, um den gegenseitigen Meldungsaustausch von Feuerwachen durchzuführen. Die Verbindungsleitungen pro Übertragung sind vieradrig (für Meldungsübertragung und Fernsprechen) und ruhestromüberwacht. Bei Störung des Meldungsweges wird die Meldungsübertragung automatisch auf den Fernsprechweg umgeschaltet.

Signaluhr für FernVSt. Die Signalhauptuhr hat einen Transistor-Gleichstrom-Motor für minutlichen Selbstaufzug, automatische Nachlaufsteuerung, eine Gangreserve von 12 Stunden und kann bis zu 50 Nebenuhren durch einen minutlichen Gleichstromimpuls von 3 Sekunden steuern. Ihre Ganggenauigkeit ist ± 30 Sekunden/Monat.

Die Signaleinrichtung mit Samstagum- und Sonntagausschaltung sowie Feiertagausschaltung arbeitet nach folgendem Prinzip: Das Signalrad (1) dreht sich in 24 Stunden einmal und schaltet jede Nacht gegen 24.00 Uhr den Tagesumschaltstern (2) um einen Zahn weiter. Das Signalrad besitzt zwei Gewindebohrungskränze. Der Innere Gewindebohrungskranz (4) nimmt die langen Signalstifte für



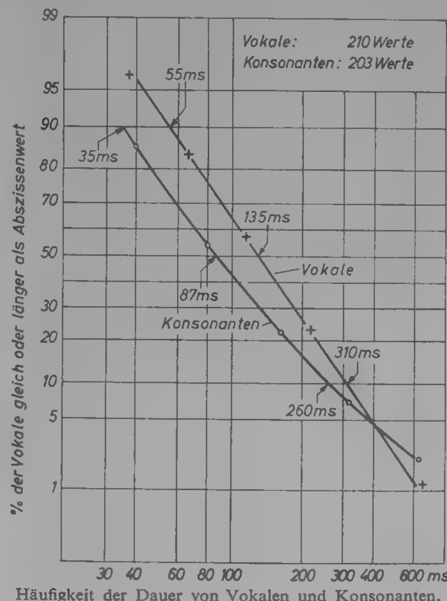
Signaluhr für FernVSt.

die Kontaktgabe von Montag bis Freitag, der äußere Gewindebohrungskranz (3) die kurzen Signalstifte für die Samstag-Kontaktgabe auf. Sowohl für die Kontaktgabe von Montag bis Freitag als auch für die Kontaktgabe Samstag sind die Signalstifte von vorn in das Signalrad einzuschrauben. Sonntags wird die Kontaktgabe selbsttätig unterdrückt.

Die Feiertagsumschaltung wird am Monatsschaltrad (7) vorgenommen. Ein Stift für einen Feiertag wird dann in den Gewindebohrungskranz (6) eingeschraubt, wenn das Datum des betreffenden Tages im Kreisausschnitt (9) sichtbar geworden ist. Die inneren Gewindebohrungen dienen zur Aufnahme der nicht benötigten Gewindestifte (8). Die Quecksilberschaltröhre (5) wird nach den durch das Tarifgefüge festgelegten Zeiten betätigt. Die Signalnebenuhr ist zum Anschluß an eine Hauptuhr bestimmt. Das eingebaute Nebenuhrwerk ist polarisiert, es spricht nur auf Gleichstromimpulse an, welche minutlich ihre Richtung wechseln. Jeder Impuls schaltet das Nebenuhrwerk um einen Schaltschritt weiter, welcher dem Zeigerweg von einer Minute entspricht. Die Signaleinrichtung mit Samstagum- und Sonntagausschaltung sowie Feiertagausschaltung ist die gleiche wie die der Hauptuhr. *Altehage*

Signalwandlerröhre → Elektronenröhre.

Silbendauer (Silbenfrequenz) der Sprache: Das gesprochene Wort besteht aus einer Folge von Lauten unterschiedlicher Leistung und Amplitude sowie aus Wort- und Satzpausen. Die phonetische Leistung der Sprachlaute, d. i. die in ihrem Verlauf in 10 ms langen Zeitabschnitten maximal auftretende mittlere Leistung, variiert bei der Gesamtheit von Sprechern in einem Bereich von etwa 40 dB. Der Leistungsabfall verläuft von den leistungsstärksten Vokalen, die die Silben vor allem tragen, über die Halbvokale, z. B. l, m, n, r, zu den Konsonanten mit der geringsten phonetischen Leistung. Eine Auswertung von Sprache



Häufigkeit der Dauer von Vokalen und Konsonanten.

Die Auswertung des Bildes ergibt:

Überschreitungs-wahrscheinlichkeit	Dauer der Vokale (ms)	Dauer der Konsonanten (ms)	Silben-frequenz (Hz)
90 %	55	35	11,1
50 %	135	87	4,5
10 %	310	260	1,75

nach Silbenfrequenzen zeigt das Bild und die folgende Tabelle. Als der Vokaldauer zugehörig sind hier die Pegelwerte genommen, die weniger als 3 Np unter der jeweiligen Spitzenspannung (→ Sprachspitzenpegel) lagen; unter dieser Schwelle liegende Werte entsprechen den Konsonanten, da echte Sprechpausen ausgeschieden wurden. Die obige Definition, die der

Bestimmung der Silbenfrequenz dient, weicht von der in der Phonetik üblichen ab, insbesondere schmelzen hier benachbarte Vokale und Halbvokale sowie benachbarte Konsonanten zu jeweils einem Vokal oder Konsonanten zusammen. Als S. wird danach die Summe der bei bestimmten Überschreitungswahrscheinlichkeiten auftretenden Dauer von Vokalen und Konsonanten angenommen. Die Silbenfrequenz entspricht dem Kehrwert dieser Summe. *Schurig*

Silbenkompander → Dynamikregelung.

Silbenverständlichkeit. Sie ist das Verhältnis der richtig verstandenen Silben zur Gesamtzahl der gesprochenen Silben in Prozenten. Zur Bestimmung der Silbenverständlichkeit werden zumeist nicht natürliche Silben benutzt, wie sie allgemein in der Sprache vorkommen, sondern Kunstsilben (Logatome). Diese bestehen aus einem Anlaut, Vokal und Ablaut. Vom CCIF ist empfohlen worden, Esperanto-Logatome zu benutzen, die Laute enthalten, wie sie in allen Sprachen der Welt am häufigsten vorkommen. Sie sind in 300 Listen zu je 50 Logatomen zusammengestellt. Es lassen sich auch nach demselben Prinzip Listen mit deutschen Logatomen aufstellen. Die Silbenverständlichkeitsmessung dient zur Prüfung von Fernsprechübertragungssystemen. Einige Logatome nach CCIF:

FRUF	SUS	C ...	Z
MEC	ĜOV	Ĉ ...	tsch
ŜOM	KLIZ	Ĝ ...	dj
FLAS	GRIL	S ...	scharfes S
ĈON	CIP	Ŝ ...	sch
		V ...	W
		Z ...	weiches S

Alle anderen Laute wie im Deutschen.

Silber, Ag, Atomgewicht 107,88, ϱ 10,5, Fp 960,5° C, Kp 2170° C, rein weißes Edelmetall, sehr weich und dehnbar. S. besitzt die höchste Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität. Vorkommen: S. findet sich gediegen, vorwiegend aber als Sulfid mit anderen Sulfiden wie S.-Glanz, Rotgültigerz, S.-Antimonglanz. Gewinnung: Das meiste S. wird als Nebenprodukt bei der Verhüttung von Bleiglanz gewonnen. S. wird als → Kontaktwerkstoff verwendet.

Silber-Cadmium-Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Silber-Cadmium-Legierung. Legierungen von Silber mit Cadmium sind als Kontaktwerkstoff dem reinen Silber überlegen, da sie eine viel geringere Neigung zum Verschweißen der Kontakte haben. Sie werden deshalb bei Kontakten für höhere Schaltleistungen, z. B. bei induktiver Last, verwendet. Der Cadmiumgehalt verbessert auch die Schleifeigenschaften, so daß der mechanische Abrieb herabgesetzt wird. Eine geeignete Kontaktlegierung besteht aus 85 Gewichtsprozent Silber und 15 Gewichtsprozent Cadmium.

Silber-Zink-Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Silicagel, auch Kieselgel, Kieselsäuregel oder Aktivkieselsäure genannt, ist eine annähernd wasserfreie kolloide Kieselsäure mit feiner Porenstruktur (Porenradius 1,5–6 nm). S. wird in Gestalt farbloser oder mit Kobaltchlorid blaugefärbter Körner oder Kügelchen in den Handel gebracht. Bei dem gefärbten S. zeigt eine Rosafärbung die beginnende Sättigung mit Wasserdampf an. S. hat infolge seiner sehr großen Gesamtinnenoberfläche ein hohes Adsorptionsvermögen und vermag 20% und mehr seines Gewichts an Wasser zu binden. Die Wasseraufnahmefähigkeit ist bei gleicher relativer Luftfeuchtigkeit in einem großen Temperaturbereich nahezu unabhängig von der Temperatur. Man spricht von der Gleichgewichtskapazität. Unter Durchbruchskapazität versteht man die Menge des aufgenommenen Wassers in Prozent zu dem Zeitpunkt, an dem die Trocknungswirkung nachzulassen beginnt. Verwendung: S. wird zum Trocknen von Gasen und im Fernmeldebau zum Trocknen von → Kabeln verwendet.

Silikatglas. Homogener, nicht kristallisierter (amorpher) Körper, hergestellt durch Zusammenschmelzen wechselnder Mengen Quarzsand (SiO_2), Kalkstein (CaO) und Soda (Na_2CO_3) oder Pottasche (K_2CO_3). S. besteht aus Natrium-Calcium-Silikat bzw. Kalium-Calcium-Silikat und enthält etwa 73 Gewichtsprozent SiO_2, 5% Na_2O (K_2O) und 12% CaO. Durchsichtig bis undurchsichtig, sehr beständig gegen chemische Substanzen mit Ausnahme von Flußsäure und starken Alkalien, spröde, hat keinen scharfen Schmelzpunkt, sondern Erweichungsintervall, läßt sich durch Zusätze färben bzw. undurchsichtig machen (Milchglas), durch Oberflächenschichten läßt sich die Lichtreflexion vermindern (Vergütung). Durch Zusätze läßt sich S. durchlässig bzw. undurchlässig für bestimmte Bereiche von sichtbarem, ultraviolettem und ultrarotem Licht sowie für Röntgenstrahlen machen. S. hat gute thermische und elektrische Isolierfähigkeit und läßt sich durch Zusätze oder aufgebrachte Schichten leitfähig machen. Durchschlagsfeldstärke 20 bis 50 kV/mm, Dielektrizitätskonstante 5 bis 8, $\tan\delta$ 1 bis $10 \cdot 10^{-3}$. Verwendung als elektrischer Isolierstoff. Glasfasern dienen zur Verstärkung von Kunststoffen, z. B. für Gehäuse von Fernmeldeeinrichtungen.

Silikone. Gruppe von synth. polymeren Verbindungen, in denen Siliziumatome teilweise über Sauerstoffatome verknüpft und die restlichen Valenzen des Siliziums durch Kohlenwasserstoffreste abgesättigt sind. Die S. sind in der Regel wärmebeständig, hydrophob, unverträglich mit den meisten organischen Hochpolymeren, nicht gesundheitsschädlich, nichtleitend. Die drei Hauptgruppen sind: S.-Harze, S.-Kautschuk und S.-Öle. S. müssen von elektrischen Kontakten ferngehalten werden, da beim Schaltvorgang hohe Temperaturen auftreten, so daß sich SiO_2-Isolations-Deckschichten bilden können.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Silit → Silundum.

Silizium, Si, Atgew. 28,06, chemischer Grundstoff mit Halbleitereigenschaften. Steht in der IV. Hauptgruppe des Periodischen Systems, Ordnungszahl 14, Atomgewicht 28,09. Ist zu 25 v. H. in der z. Z. zugänglichen Erdkruste enthalten (z. B. als Siliziumdioxid SiO_2, das

als Quarz auftreten kann). Elementares S. kann aus Quarzsand durch Reduktion (z. B. mit Magnesium) gewonnen werden. Sehr reines S. (für Halbleiterbauelemente) wird erhalten durch Reduktion von Siliziumtetrachlorid $SiCl_4$ mit Zinkdampf bei 950° C oder durch thermische Zersetzung von Siliziumtetrajodid SiJ_4. Weitere Reinigung durch tiegelfreies Zonenschmelzen. Diese Art der Zonenschmelze (→ Germanium) vermeidet die Berührung des geschmolzenen Materials mit jeglichem Tiegelmaterial. Die stabförmige Probe wird senkrecht eingespannt, die Schmelzzone wird durch die Oberflächenspannung am Abtropfen gehindert. S. ist grau, hart und spröde. Die einzige stabile Modifikation kristallisiert im → Diamantgitter. Gitterkonstante 5,420 Å (20° C), Schmelzpunkt 1410° C, Siedepunkt etwa 2500° C (extrapoliert aus Dampfdruckmessungen), Dichte 2,3 g/cm³, Dielektrizitätskonstante 13, Breite der verbotenen Zone 1,12 eV (nach verschiedenen Verfahren) (→ Bändermodell des Halbleiters). Spezifischer Widerstand des reinen S. bei Raumtemperatur etwa $2 \cdot 10^5$ Ohm cm. Zur Dotierung (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern) dienen zumeist Bor (p-Leitung) oder Phosphor (n-Leitung).

Literatur: Gmelin, Handbuch der anorganischen Chemie, Bd. 15, Teil B, Verlag Chemie GmbH Weinheim, 1959. *Moeller*

Siliziumbronze → Bronze.

Siliziumgleichrichter gehört auf Grund seines kristallinen Aufbaus zur Gattung der Einkristall-Gleichrichter. Die eigentliche Gleichrichterzelle wird als Tablette aus einem Siliziumstab hoher Reinheit herausgeschnitten. Beide Seiten der Tablette werden zur Erzielung einer Gleichrichterwirkung mit voneinander verschiedenen Metallen legiert, so daß sich die benötigten → pn-Übergänge bilden. Aluminium wird z. B. zur p-Dotierung und Antimon zur n-Dotierung verwendet. Die legierte Tablette wird in eine Metallkapsel eingelegt, die mit Stickstoff gefüllt wird. Die Kapsel dient als Minuspol und ist wegen der zulässigen hohen Stromdichte als Kühlkörper ausgebildet. Der Pluspol wird durch einen Glasring in die Kapsel eingeführt und durch festen Druck auf die Tablette aufgesetzt. Die Sperrspannung einer Gleichrichterzelle beträgt 600 V. Bei genügender Wärmeabfuhr schaden auch plötzliche Spannungsspitzen über 1000 V nicht. Die Strombelastbarkeit beträgt bei natürlicher Belüftung 80 A/cm² bei einer zulässigen Betriebstemperatur von +140° C. Die Schwellspannung beträgt etwa 0,7 V, der Spannungsabfall etwa 0,9 V. S. werden wegen ihrer Robustheit in zunehmendem Maße in der Leistungselektronik eingesetzt. Steuerbare S. werden → Thyristoren genannt.

Siliziumkarbid → Silundum.

Silundum, Silit, sind Siliciumkarbidstäbe. Sie werden hergestellt, indem man Kohlestücke bei 1800–1900° C unter Luftabschluß Siliziumdämpfen aussetzt. Verwendung in → Varistoren, außerdem als Heizelement in elektrischen Widerstandsöfen.

Simatic-Bausteine. Die S.-B. (Siemens-Automatik) bestehen aus kontaktlosen Bauelementen (Gleichrichter, Kondensatoren, Transistoren und Widerstände). Mit diesen elektronischen Bausteinen lassen sich verschiedene Grundfunktionen eines logischen Steuerungssystems darstellen und grundsätzlich die verschiedenartigsten Steuerungsaufgaben lösen. Das Simatic-System vereinigt die Betriebssicherheit und Arbeitsgeschwindigkeit kontaktloser Steuerungen mit der Einfachheit und Übersichtlichkeit der Relais-Steuerungen. In Simatic-Systemen nutzt man die Eigenschaften der Halbleitertechnik, Schaltvorgänge ohne bewegte Teile und ohne Verschleiß auszuführen, mit Schaltzeiten, die mehrere Größenordnungen niedriger liegen als bei den herkömmlichen Schaltgeräten.

Literatur: Siemens-Z. (1959), S. 593–617.

Simiblocktechnik → Mikroschaltungstechnik.

Simplex-Schaltung ist eine Schaltung, die den Betrieb nur in einer Richtung erlaubt. Nach CCITT eine Schaltung, die den wechselzeitigen Betrieb in beiden Richtungen erlaubt. → Betriebsweisen der Telegrafie.

Simplex Wire and Cable Company → Seekabelfabriken.

Simplexbetrieb → Betriebsverfahren (Funk).

simulierter Fernmeldeverkehr. Fernmeldeverkehr, dessen Belegungen in einem Digitalrechner oder vereinzelt noch durch Verkehrsmaschinen zeitraffend nachgebildet werden. Mit Hilfe des s. F. werden Koppelanordnungen und Mischungen auf ihre Verkehrsgüte getestet. Auch die zu testenden Koppelanordnungen und Mischungen werden im Digitalrechner nachgebildet. Die statistischen Eigenschaften des Verkehrs, wie z. B. die Verteilung der Einfallabstände der Belegungen und die Verteilung der Belegungsdauern sind beliebig vorgebbar. Die Verteilung gleichzeitig bestehender Belegungen stellt sich dann von selbst ein. Bekannt sind zwei Methoden der Erzeugung von s. F.:

a) die sogenannte Ruf- und Löschzahlenmethode (Modell von L. Kosten) und

b) die zeittreue Methode.

Bei der Ruf- und Löschzahlenmethode werden Zufallszahlen erzeugt, die je nach ihrer Größe das Einfallen einer Belegung in einer bestimmten Zubringerteilgruppe oder das Enden einer bestehenden Belegung in einer bestimmten Leitung bedeuten. Der Verkehrswert des s. F. ist durch das Verhältnis der Größe der Ruf- und der Löschzahlen-Intervalle einstellbar. Bei der zeittreuen Methode werden für jede erzeugte Belegung die Uhrzeiten für ihren Beginn und ihr Ende durch Zufallszahlen festgelegt. Diese Zeiten werden bis zum Ende der Belegung gespeichert. Dadurch können z. B. die mittlere Wartedauer, die Häufigkeitsverteilung der Wartedauern oder die Überschreitungswahrscheinlichkeit einer bestimmten Wartedauer ermittelt werden. Die zeittreue Methode wird vorwiegend zur Simulation des Verkehrs beim Testen von Wartesystemen verwendet.

Literatur: Neovius, G.: Artificial traffic trials using digital computers. Ericsson Techn. 11 (1955) S. 279 bis 291. Böttger, R.: Eine Monte-Carlo-Methode zum Bestimmen der Leistungsfähigkeit von Fernsprech-Vermittlungsanordnungen durch Datenverarbeitungsanlagen. Nachrichtentechn. Zeitschrift 14 (1961) S. 291 bis 293. Dietrich G. und Wagner H.: Bestimmung der Verkehrsleistung von Verlustsystemen durch künstlichen Fernsprechverkehr. Nachrichtentechn. Zeitschrift 16 (1963) S. 289 bis 296.
Socher

Simultanbeschaltung → Richtfunkanlagen.

Simultanbetrieb → Richtfunkverbindungen.

Simultantelegrafie. Telegrafierverfahren, bei dem Fernsprechleitungen für die Telegrafenübertragung mitbenutzt werden. Unterschieden werden ein Betrieb ohne Erdrückleitung über einen Vierer- oder Achterstromkreis (Vierertelegrafie, Achtertelegrafie); ein Betrieb mit Erdrückleitung über einen halben Viererstromkreis oder einen halben Achterstromkreis und die Doppelsimultantelegrafie. Hier wird jeder Zweig einer Fernsprech-Doppelleitung (oder jeder Stamm eines Vierers) getrennt als besondere Telegrafenverbindung nutzbar gemacht, wobei die Erde als Rückleitung dient. Die Telegrafierzeichen müssen abgeflacht werden.

Literatur: Handwörterbuch d. el. Fernmeldewesens, Ausgabe 1929, unter »Simultantelegrafie« — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 440.

Simultanweiche → Fernsehsendeantennenanlage.

Sinterkathode → Vorratskathode.

Sinterplatten finden Anwendung in Nickel-Cadmium-Batterien (→ Akkumulatoren) für kurzzeitige Hochstrombelastung, wie Starten und Notstromeinsatz bis zum Anlauf eines Ersatzaggregates. Der Masseträger von positiven und negativen S. ist ein gesintertes dünnes Metallgerüst aus Nickelpulver von etwa 80% Porosität, das durch eine Einlage aus kleinmaschigem Nickeldraht versteift ist. Die aktive Masse wird durch Eintauchen in eine Nickellösung bei den positiven Platten und in eine Cadmiumlösung bei den negativen Platten flüssig in das Plattengerüst eingebracht. Bei dieser Konstruktion ergibt sich ein sehr inniger Zusammenhang der aktiven Masse mit dem leitenden Masseträger und damit ein geringer innerer Widerstand. S. sind für tiefe Temperaturen besonders gut geeignet.

Siphonrecorder → Farbröhrchenschreiber.

Skalarprodukt → Vektorrechnung Ic.

Skineffekt (Hautwirkung). In einem wechselstromdurchflossenen Leiter wirken das magnetische Wechselfeld und die Wechselstromdichte, die durch das → Durchflutungsgesetz (→ Magnetische Größen) und das elektromagnetische → Induktionsgesetz miteinander verknüpft sind, so miteinander zusammen, daß der Strom ungleichmäßig über dem Querschnitt des Leiters verteilt ist; die Stromdichte ist also nicht, wie bei Gleichstrom, überall die gleiche. Auch das innere magnetische Feld ist anders verteilt als im Gleichstromfalle. Wie sich die Erscheinung ausbildet, hängt von der Gestalt des Leiterquerschnittes und davon ab, ob in der Nachbarschaft sich ferromagnetische Körper oder andere wechselstromdurchflossene Leiter befinden. Beim für sich allein vorhandenen langen kreiszylindrischen Leiter (Draht) z. B. wird mit wachsender Frequenz die Stromdichte gegen die Oberfläche hin immer größer, gegen die Achse hin immer kleiner. Das bewirkt, daß der Wirkwiderstand frequenzabhängig und größer als der Gleichstromwiderstand wird. Das innere magnetische Feld wird dabei in der Weise geändert, daß die innere Selbstinduktivität kleiner wird, als sie bei verschwindend kleiner Frequenz wird. Auch in weniger einfachen Fällen verläuft die Erscheinung stets so, daß mit wachsender Frequenz das Leiterinnere mehr und mehr ein elektrisch und magnetisch toter Raum und daß der Wirkwiderstand größer, die innere Selbstinduktivität kleiner wird.

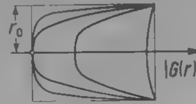


Bild 1. Allseitige Stromverdrängung im Kreiszylinder (Skineffekt, Hautwirkung).

Allseitige Stromverdrängung im kreiszylindrischen Leiter (Runddraht), Radius r_0, elektrische Leitfähigkeit σ, Permeabilität $\mu = \mu_r \mu_0$; Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$, Gleichstromwiderstand $R_0 = l/\sigma\pi r_0^2$. Bild 1: Stromdichte als Funktion des Abstandes von der Achse, $|G(r)|$, für verschiedene Werte von $\omega\sigma\mu$;

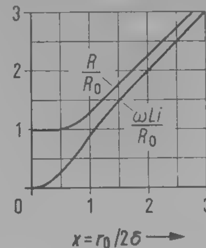


Bild 2. Wirkwiderstand und innerer induktiver Widerstand im Verhältnis zum Gleichstromwiderstand R_0.

je größer dieses Produkt, um so ausgeprägter ist die Stromverdrängung nach außen. Bild 2: Verhältnis R/R_0 des Wirkwiderstandes zum Gleichstromwiderstand und $\omega L_i/R_0$ des inneren induktiven Widerstandes zum Gleichstromwiderstand in Abhängigkeit von $x = r_0/2\delta$, wobei

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\omega\sigma\mu/2}} = \frac{1}{\sqrt{f\sigma\mu_r\mu_0\pi}};$$

diese Kenngröße wird Dicke der äquivalenten Leitschicht genannt. Für $x \ll 1$ gilt

$$\frac{R}{R_0} \approx 1 + \frac{x^4}{3} = 1 + \frac{\pi^2}{48} r_0^4 (f\sigma\mu)^2,$$

$$\frac{\omega L_i}{R_0} \approx x^2\left(1 - \frac{x^2}{6}\right) \approx \frac{\pi}{4} r_0^2 f\sigma\mu.$$

Die relative Widerstandszunahme ist also

$$\frac{R - R_0}{R_0} \approx 0{,}205\, r_0^{\,4} (f \sigma \mu)^2$$

proportional zur vierten Potenz des Radius, zum Quadrat der Frequenz. Für $x \gg 1$ wird $R/R_0 = \omega L_i/R_0 = x = r_0/2\,\delta$ oder

$$\frac{R}{R_0} = \frac{r_0}{2} \sqrt{f \sigma \mu \pi}\,, \quad \frac{L_i}{R_0} = \frac{r_0}{4} \sqrt{\frac{\sigma \mu}{f \pi}}\,.$$

Der Wirkwiderstand ist proportional, die innere Selbstinduktivität umgekehrt proportional zur Quadratwurzel aus der Frequenz. — Die Größe δ ist kennzeichnend auch in anderen Fällen, z. B. gilt für das Kreiszylinderrohr unter der Voraussetzung, daß die Wandstärke s klein ist im Verhältnis zum äußeren Radius r_0:

$$\frac{R}{R_0} \approx 1 + \frac{1}{45}\left(\frac{s}{\delta}\right)^4 \text{ für genügend kleines } \frac{s}{\delta} < 1\,,$$

$$\frac{R}{R_0} = \frac{s}{\delta} \text{ für } \frac{s}{\delta} \gg 1\,.$$

Man kann demnach die Größe δ auch so verstehen: Bei starker Stromverdrängung im massiven Zylinder hat ein gleich dickes (r_0) Rohr aus dem gleichen Metall (σ), dessen Gleichstromwiderstand ebenso groß ist wie der Hochfrequenzwiderstand des massiven Zylinders, bei gleicher Frequenz f die Wandstärke $s = \delta$. — Für die Zahlenrechnung bequem ist die Form

$$\frac{\delta}{\text{mm}} = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{\sigma}{\text{Sm/mm}^2} \cdot \dfrac{f}{\text{k Hz}}}}\,,$$

für Kupfer (bei 20° C) also $\delta = 2{,}11 \text{ mm} \sqrt{f/\text{k Hz}}$, z. B. $\delta \approx 0{,}94$ cm für $f = 50$ Hz. *J. Fischer*

Skip-distance → Brechung, ionosphärische.

Skip-fading → Wellenausbreitung, ionosphärische.

Slaby, Adolf, geb. 18. 4. 1849 zu Berlin, gest. 6. 4. 1913 zu Charlottenburg, ordentlicher Professor für theoretische Maschinenlehre und Elektrotechnik an der TH Charlottenburg. 1897 entwickelte er gemeinsam mit seinem Assistenten Graf Arco ein Telegrafie-System (Slaby-Arco), das später als System Telefunken weltweite Verwendung fand. Hohe Ehrungen wurden ihm zuteil, unter anderem wurde er als einer der ersten Techniker ins preußische Herrenhaus berufen.

Literatur: ETZ 1913, H. 16, S. 429ff. Slaby: Die Funkentelegraphie. Berlin: Simon 1897. Journ. tél. 1913, Nr. 5, S. 119. Z. V. d. I. 1913, S. 766. TFT 1938, H. 27 ,S. 154. Poggendorff. C. Matschoß: Männer der Technik.

SMIL-Telegramme → Telegrammarten.

Software. Veränderliche konstruktiv nicht eingegebene Daten für → EDV-Anlagen z. B. eingegebene Programme in maschinenorientierter oder problemorientierter Programmiersprache (→ ALGOL, → COBOL, → Datenverarbeitung, → FORTRAN, → Hardware).

solare Radiostrahlung ist die auf die Erde ständig einfallende Wellenstrahlung der Sonne im Bereich von etwa 5 bis 30 000 MHz. Langjährige Forschungsergebnisse haben gezeigt, daß man im solaren Radiofluß drei Komponenten, deren spektrale Verteilung voneinander verschieden ist, erkennen kann: a) eine konstante, thermische Strahlung, die von der fleckenfreien, ruhigen Sonne ausgeht, und deren Intensität bei 30 GHz etwa einer Temperatur von 6000° K in Übereinstimmung mit dem bekannten Wert der Chromosphäre entspricht (nach niederen Frequenzen monoton abnehmend), b) eine langsam veränderliche Strahlung, die eng mit der Sonnenfleckenzahl und -größe korreliert ist (Fleckenkomponente), und c) eine stark und rasch veränderliche Störstrahlung, die gleichzeitig von Eruptionen begleitet wird (Bursts). Beobachtungen bei 2800 MHz haben gezeigt, daß die Gesamtstrahlung der unter a) und b) genannten Komponenten im Monatsmittel während des Sonnenfleckenzyklus zwischen etwa 65 bis $265 \cdot 10^{-22}$ W/m² Hz schwankt. Dieser Wert wurde vom CCIR als Ionisationsindex für die E- und F1-Schicht empfohlen und wurde früher als Covington-Index bezeichnet. Bursts bedeuten plötzliche, schnelle Anstiege der Intensität in einzelnen Frequenzgebieten, die in relativ kurzer Zeit (einige Minuten bis Stunden) wieder abklingen, womit das vorherige Strahlungsniveau wieder erreicht wird. Man hat die Bursts nach ihrer Dauer ≤ 7.5 bzw. > 7.5 min und ihrer Intensität ≤ 7.5 bzw. > 7.5 Strahlungseinheiten in einfache, bei denen das ursprüngliche Niveau der ruhigen Sonne wieder exakt erreicht wird, in solche mit Erhöhung oder Abfall des Niveaus, Burst-Gruppen, Überlagerungen von Bursts, Vorläufer usw. unterschieden. Beobachtet man in einem mehr oder weniger breiten Frequenzbereich das Spektogramm, so kann man fünf Spektraltypen feststellen. Typ I wird häufig bei Frequenzen unter etwa 300 MHz innerhalb eines Frequenzbandes von etwa 30 MHz beobachtet und hat eine Lebensdauer von Bruchteilen einer Sekunde bis etwa eine Minute (storm-bursts). Mit wachsender Zeit verschiebt sich das Maximum der Strahlungsintensität nach höheren oder niederen Frequenzen. Die Intensitätserhöhung beträgt oft einige Zehnerpotenzen gegenüber der ungestörten Sonne. Die Typen II (langsame solare Drift) und III (schnelle solare Drift) sind dadurch gekennzeichnet, daß sich das Energiespektrum mit ablaufender Zeit langsam (0,25 Hz/sec) bzw. schnell (10 MHz/sec) nach niederen Frequenzen verschiebt. Man erklärt dies damit, daß sich die Strahlungsquelle durch die Sonnenkorona nach außen und damit in Gebiete niederer Elektronendichte verschiebt. Typ III wird relativ häufig beobachtet. Typ IV zeichnet sich durch recht langlebige Strahlung aus (Stundendauer), die von einer Strahlungsquelle großer Ausdehnung ausgeht und bis in die Höhe eines Sonnenradius emporsteigen kann. Die Abstrahlung erfolgt in einem breiten Frequenzband bei allen Höhen der Quelle. Typ IV wird als Synchrotronstrahlung der Elektronen erklärt. Dieser Typ ist besonders beachtenswert, da er oft von einer beacht-

lichen Intensitätserhöhung der solaren Korpuskelstrahlung, die zu → Polarkappenabsorption führt, sowie vom Anwachsen der kosmischen Strahlung (solare Komponente) und oft später einsetzenden erdmagnetischen Stürmen begleitet ist. Typ V ist eine Kontinuumsstrahlung kurzer Dauer, die dem Typ III oft nachfolgt.

Literatur: M. Waldmeier, Sonne und Erde (Zürich 1959).

Eyfrig

solarer Radiofluß → solare Radiostrahlung.

solarer Wind → interplanetarer Raum.

solar-terrestrische Einflüsse → Sonnenaktivität.

Solenoid. Ältere Bezeichnung für Stromspule.

Sollbruchstelle → Vereisung.

Soll-Ermittlung → Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst.

Solobetrieb → Betriebsart (Funk).

Sommerfeldsche Dämpfungsfunktion → Bodenwelle.

v. Sömmering, Samuel, Thomas, geb. 28. 1. 1755 zu Thorn, gest. 2. 3. 1830 zu Frankfurt (Main); konstruierte 1809 den ersten elektro-chemischen Telegrafen. Er benützte die elektrolytische Wasserzersetzung als Hilfsmittel für die Nachrichtenübertragung. Für jeden der 25 Buchstaben des Alphabets sowie für die Ziffern 0 bis 9 (insgesamt 35 Zeichen) benötigte er eine gesonderte Leitung. An das jeweilige Ende im Sender wurde eine Spannung (gegen Erde) gelegt. Das andere Ende der Leitung tauchte beim Empfänger in angesäuertes Wasser. Dort traten dann Gasbläschen auf (→ Geschichte des Fernmeldewesens 1.1.2.2., Bild 8). Im Jahre 1810 erfand er den zugehörigen Wecker. Sein Mitarbeiter Schilling setzte an die Stelle der Elektrochemie den Elektromagnetismus und bildete damit den Sömmeringschen Telegrafen durch Verwendung der Oerstedschen Entdeckung (→ Oersted) zum Nadeltelegrafen um, den dann → Cooke kennenlernte und zusammen mit → Wheatstone vereinfachte.

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 34, S. 610ff. Leipzig: Duncker & Humblot, 1892. Dt. Verk. Zg. 1897, S. 394. Z. d. deutsch-österr. Telegr.-Vereins 1854, H. 3, S. 94ff. Zetzsche: Geschichte der elektrischen Telegraphie S. 47ff. Berlin: Julius Springer 1877. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 86ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil S. 110ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1909. Sömmering, Dr. W.: Der elektrische Telegraph als deutsche Erfindung S. Th. von Sömmerings nachgewiesen. Frankfurt (Main) 1863. Meister: Handbuch der deutschen Geschichte S. 500ff. Stuttgart: Unionsverlag 1923. Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik, Bd. 2, S. 82ff. Leipzig: Friedrich Brandstetter 1924. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Sondenverfahren → automatische Zeichenerkennung.

Sonderdienstordnung (SDO) → Tarifrecht.

Sonderdienste zu Telegrammen.

1. Zu Inlands- und Auslandstelegrammen:

= D = bzw. = URGENT =. Mit diesem gebührenpflichtigen Dienstvermerk kann der Absender die dringende Übermittlung und Zustellung seines Telegramms (Tel) verlangen. Es wird eine erhöhte Telegrammgebühr erhoben.

= RP ... =. Der Absender zahlt die Gebühr für ein Antworttelegramm voraus, z. B. für 2,50 DM lautet der gebührenpflichtige Dienstvermerk = RP 2,50 =. Bei Tel nach dem Ausland wird der Betrag in → Goldfranken angegeben. Der Empfänger eines Tel mit bezahlter Antwort erhält einen Antwortschein, mit dem er innerhalb von 3 Monaten vom Tage nach der Ausstellung an gerechnet in Höhe des vorausbezahlten Betrages ein Tel beliebiger Art mit oder ohne Sonderdienste an einen beliebigen Empfänger im In- oder Ausland aufgeben kann. Übersteigt die Gebühr den im Antwortschein angegebenen Betrag, so ist der Unterschiedsbetrag zu zahlen; ist die Gebühr geringer — oder wird der Antwortschein nicht benutzt — so wird dem Absender des Tel der Betrag auf Antrag erstattet.

= TC =. Soll ein Tel auf dem Übermittlungsweg verglichen, d. h. das ganze Tel 2mal übermittelt werden, ist der gebührenpflichtige Dienstvermerk vor die Anschrift zu schreiben. Für die Vergleichung wird die Hälfte der Gebühr eines gewöhnlichen Tel gleicher Länge erhoben.

= PC =. Dem Absender eines Tel sollen Tag und Stunde der Zustellung telegrafisch mitgeteilt werden. Für die telegrafische Empfangsanzeige »CR« wird die Mindestgebühr für ein gewöhnliches Tel erhoben.

= TM ... = und = CTA =. Mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk = TM ... (Anzahl der Anschriften) = kann der Absender verlangen, daß das Tel an mehrere Empfänger an einem Ort, an mehrere Empfänger an verschiedenen Orten, die aber zum Zustellbereich derselben Bestimmungs-Telegrafenstelle gehören, an einen Empfänger mit mehreren Wohnungsangaben an einem Ort oder an mehrere Wohnungsangaben an mehreren Orten, die aber zum Zustellbereich derselben Bestimmungs-Telegrafenstelle gehören, zugestellt wird. Für die Mehrfachausfertigung wird außer der Gebühr für das Tel, einschl. aller Anschriften und Sonderdienste, eine besondere Gebühr für jede Ausfertigung erhoben, die sich nach der Zahl der Gebührenwörter richtet. Sollen jedem Empfänger alle Anschriften mitgeteilt werden, so hat der Absender den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = CTA = vor die Anschrift — hinter = TM ... = — zu schreiben.

= MP =. Soll ein Tel dem in der Anschrift genannten Empfänger selbst zugestellt werden, hat der Absender den gebührenpflichtigen Dienstvermerk niederzuschreiben. Der Sonderdienst ist nur bei Tel mit Vollanschrift zugelassen, außerdem muß der Empfänger näher bezeichnet werden, z. B. mit seinem Vornamen.

= LX = und = LXDEUIL =. Wünscht der Absender, daß sein Tel dem Empfänger auf einem Schmuckblatt ausgefertigt zugestellt werden soll, hat er den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = LX = vor die Anschrift zu schreiben. An Empfänger in der Bundesrepublik und in Berlin (West) kann die Art des Schmuckblattes durch eine Nummer oder Buchstaben gekennzeichnet werden, z. B. = LX3 =. Im Auslandsdienst ist neben = LX = noch der gebührenpflichtige Dienstvermerk = LXDEUIL = zugelassen, wenn das Tel auf einem Trauerschmuckblatt zugestellt werden soll.



= FS =. Mit diesem gebührenpflichtigen Dienstvermerk verlangt der Absender, daß sein Tel dem Empfänger telegrafisch nachgesandt werden soll. Dies geschieht so lange, bis das Tel zugestellt werden kann. Von Amts wegen wird der Vermerk bei der Nachsendung in = FS VON ... (Name der nachsendenden Telegrafenstelle) = bzw. = FS DE ... = (im Auslandsdienst) geändert. Der Absender kann auch die Anschriften und Bestimmungsorte in die Anschrift einsetzen, an die das Tel nachgesandt werden soll. Ist das Tel nicht zustellbar, wird es unzustellbar gemeldet. Der Absender haftet für alle Gebühren, die durch das Nachsenden entstehen.

= WEITERGESANDT VON ... = bzw. = REEXPEDIE DE ... =. In diesem Falle wünscht der Empfänger von Tel, daß sie ihm telegrafisch an seine neue Anschrift weitergesandt werden sollen. Die auf Antrag des Empfängers oder eines Empfangsberechtigten weitergesandten Tel erhalten von Amts wegen den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = WEITERGESANDT VON ... (Name der weitersendenden Telegrafenstelle) = bzw. im Auslandsdienst = REEXPEDIE DE ... =. Der den Antrag auf Weitersendung stellende Empfänger oder Empfangsberechtigte haftet für die entstandenen Gebühren.

= TAGS = bzw. = JOUR = und = NACHTS = bzw. = NUIT =. Der Absender kann verlangen, daß sein Tel dem Empfänger nur während der Tagesstunden, d. h. zwischen 06.00 und 22.00 Uhr zugestellt werden soll, wenn er den Sonderdienst = TAGS = bzw. im Auslandsdienst = JOUR = vor die Anschrift schreibt. Soll das Tel auch während der Nachtstunden zugestellt werden, ist = NACHTS = bzw. im Auslandsdienst = NUIT = anzugeben.

2. Zu Inlandstelegrammen:

= XP...DM VON... =. Soll ein Tel dem Empfänger nach Dienstschluß der Bestimmungs-Telegrafenstelle von einer noch geöffneten TSt durch besonderen Boten zugestellt werden, ist der gebührenpflichtige Dienstvermerk = XP ...(Betrag) DM VON... (Name der Telegrafenstelle, von der aus zugestellt werden soll) = niederzuschreiben. Die Entfernung zwischen der Bestimmungs-Telegrafenstelle und der Zustell-Telegrafenstelle darf nicht weiter als 15 km sein. Für die Zustellung ist vom Absender des Tel ein angemessener Betrag, z. B. 10 DM, zu hinterlegen. Die entstandenen Kosten werden später mit dem Absender abgerechnet.

3. Zu Auslandstelegrammen:

= XP =. Für die Zustellung von Tel im Ortszustellbereich wird keine Gebühr erhoben, während die Zustellung im Landzustellbereich meist gebührenpflichtig ist. Will der Absender die Gebühr für die Landzustellung im voraus bezahlen, hat er den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = XP = vor die Anschrift zu schreiben. Die einzelnen Länder haben für diesen Sonderdienst festgesetzte Gebühren.

= EXPRES =. Will der Empfänger die für die Landzustellung fällige Gebühr nicht bezahlen, so hat er den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = EXPRES = niederzuschreiben. Die Gebühr wird beim Empfänger eingezogen.

= POSTE =, = PR =, = PAV = bzw. = PAVR =. Der Absender eines Auslandstelegramms kann verlangen, daß die von ihm angegebene Telegrafenstelle sein Tel dem Empfänger — wenn der Bestimmungsort telegrafisch nicht erreichbar ist — als gewöhnlichen Brief (= POSTE =), eingeschriebenen Brief (= PR =), Luftpostbrief (= PAV =) oder eingeschriebenen Luftpostbrief (= PAVR) = weiterbefördert.

= REMETTRE... =. Wenn ein Auslandstelegramm dem Empfänger an einem bestimmten Tag zugestellt werden soll, ist der gebührenpflichtige Dienstvermerk = REMETTRE... (Tag) = anzugeben. Voraussetzung ist, daß das Tel rechtzeitig bei der Bestimmungs-Telegrafenstelle eingeht und dort an dem betreffenden Tag eine Zustellmöglichkeit besteht.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst; Gebührenbuch für Telegramme; »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar.

Camrath

Sondereinrichtungen, private, dürfen bei Fernsprech-Nebenstellenanlagen an Anschlußorgane für Amtsleitung und bei Anlagen mit Vermittlungseinrichtung auch an Anschlußorgane für Nebenstellen oder an Ausgänge von Wahlstufen angeschaltet werden. S. zählen weder zur Ergänzungsausstattung der → Nebenstellenanlage noch zu den → Zusatzeinrichtungen. Besondere technische Einrichtungen, die für das Anschließen der S. nötig sind, gehören zur Ergänzungsausstattung. S. müssen von der DBP zugelassen sein und dürfen auch mit posteigenen und teilnehmereigenen Nebenstellenanlagen verbunden werden. Die Anschließung erfolgt dabei durch die DBP. Die Instandhaltung der S. ist Sache der Teilnehmer. Ähnlich wie bei → Zusatzeinrichtungen, privaten, führt das FTZ eine Liste der im einzelnen zugelassenen S. Hinweis auf allgemein zugelassene S.:

→ Ansagegeräte, → Verstärker mit Lautsprecher(n), → Tür-Freisprecheinrichtungen, → Sprachaufzeichnungsgeräte, → Personensuchanlagen.

Sonderfunkdienste sind → Funkdienste, die ausschließlich für bestimmte Zwecke im allgemeinen Interesse durchgeführt werden und die nicht für den öffentlichen Nachrichtenaustausch zur Verfügung stehen. Im Rahmen der internationalen Sonderfunkdienste werden gesendet oder übermittelt: → Zeitzeichen, → Normalfrequenzen, → Ursigramme und im → Seefunkdienst u. a. Wetternachrichten, Nachrichten für Seefahrer, ärztliche Ratschläge und Seuchenberichte. Die Funkstellen der Sonderfunkdienste sind in dem internationalen »Verzeichnis der Ortungsfunkstellen und der Funkstellen für Sonderfunkdienste« mit ihren Sendefrequenzen und -zeiten sowie den Angaben über den Inhalt oder die Bedeutung der Sendungen usw. aufgeführt.

Sondernetz. An Teilnehmer vermietete oder überlassene Fernmeldeleitungen sind Sonderleitungen. Werden sie von Teilnehmern oder Teilnehmergruppen betrieblich zusammengefaßt, entstehen S. S. betreiben z. B. Bundesbahn, Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Fluggesellschaften, Flugsicherung, Luftschutzwarndienst, Ölgesellschaften, Polizei, Presse, Wetterdienst. Die Dämpfungsaufteilung für S., deren Leitungen für den Durchgangsverkehr vorgesehen sind und die Nebenstellenanlagen enthalten, ist im → Dämpfungsplan 64 S festgelegt.

Sonderrichtungstaste → Verbindungsaufbau in der FernVStHand F 62.

Sonderstellen werden im Bereich der DBP bei → Mittelbehörden zur Entlastung der Referenten eingerichtet. Sie sind → Referaten angegliedert und umfassen jeweils Aufgaben fachlich gleicher oder verwandter Art, die eines Zusammenschlusses in einer Organisationseinheit bedürfen, aber nicht vom Referenten oder höheren Vorgesetzten laufend gesteuert oder überwacht werden müssen. S. sind z. B. Schaltbüros, Fernmeldeschulen, Oberpostkassen. Leiter von S. sind in der Regel Beamte der Laufbahnen des gehobenen Dienstes, bei den Zentralämtern für spezielle Aufgaben auch vergleichbare Angestellte oder Kräfte mit wissenschaftlicher Vorbildung.

Sondervermögen → Postverwaltungsgesetz, → Rechtsstellung der DBP.

Sone. Einheit der → Lautheit bzw. der Empfindungsstärke eines Schalles im Gehör.

Sonnenaktivität ist ein Sammelbegriff für sämtliche an der Sonne beobachteten, zeitlich veränderlichen Erscheinungen. Die Sonne emittiert sowohl elektromagnetische Wellenstrahlung im gesamten Frequenzbereich von den radiofrequenten Wellen bis zur Röntgenstrahlung als auch Korpuskelstrahlung (elektrisch geladene Teilchen, Elektronen, Protonen usw.). Viele Vorgänge der S. üben einen unmittelbaren oder mittelbaren Einfluß auf den interplanetaren Raum und die Erde aus (s. Abschnitt 4).

1. Aufbau der Sonne. Die im ungefilterten (»weißen« oder »integralen«) Licht sichtbare Oberfläche heißt Photosphäre. Sie strahlt infolge ihrer Temperatur von fast 6000°C den Hauptteil der im Innern erzeugten Energie im Spektralbereich des sichtbaren Lichtes und in den angrenzenden Bereichen ab. Über der Photosphäre liegt die einige 1000 km dicke Chromosphäre, die durch Ausfiltern der in ihr erzeugten Linienemission (besonders Wasserstoff- und Kalzium-Strahlung) beobachtet werden kann. In der darüberliegenden Korona herrschen Temperaturen von etwa 10^6 °C, daher sind die leichten Atome vollständig, die schweren sehr weitgehend ionisiert. Die Korona befindet sich nicht im Gleichgewicht, sondern dehnt sich ständig aus. Das in den interplanetaren Raum hinausströmende Plasma der Korona heißt solarer Wind. Der größte Teil der von der Korona ausgehenden Strahlung ist gestreutes Licht der Photosphäre. Sie ist aber auch die Quelle der kurzwelligen UV- und Röntgenstrahlung und der → solaren Radiostrahlung, deren Intensitäten stark mit der allgemeinen S. und mit der Entwicklung von Aktivitätszentren schwanken.

Die Sonne rotiert mit einer mittleren synodischen (auf die jeweilige Position der Erde bezogenen) Rotationsdauer von etwa 27 Tagen (die genaue Rotationsdauer ist breitenabhängig). Für geophysikalische Untersuchungen werden die 27tägigen Sonnenrotationen fortlaufend numeriert, am 15. Oktober 1968 beginnt Rotation Nr. 1850 (die Zählung nach Carrington weicht davon ab).

2. S.-Periode. Neben vielen unregelmäßigen Schwankungen zeigt die S. eine Periodizität von im Mittel etwa 11 Jahren, die zuerst an den Sonnenflecken entdeckt wurde. Die Sonnenfleckenrelativzahl (S. F. R.) $R = k \cdot (10g + f)$ (g = Zahl der sichtbaren Fleckengruppen, f = Zahl der insgesamt sichtbaren Flecken, k = Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der individuellen Zählweise der Beobachter) wird daher auch noch weitgehend als Maß der S. benutzt. Ihre Einzelwerte sind von Tag zu Tag sehr veränderlich und deshalb für die Beurteilung der übrigen Erscheinungen der S., insbesondere der geophysikalischen Auswirkungen, nur sehr bedingt brauchbar. Jedoch sind Mittelwerte von R über mehrere Monate bis 1 Jahr für die Beschreibung der langfristigen Schwankungen der S. geeignet.

Die Länge der einzelnen S.-Zyklen, die von einem Minimum der S.F.R. bis zum nächsten gerechnet werden, schwankt sehr stark, ebenso die Höhe der Maxima (Bild 1). Bemerkenswert ist, daß der Anstieg der S.F.R. vom Minimum zum Maximum stets rascher erfolgt als der Abfall zum nächsten Minimum und daß das Maximum meist um so höher wird, je steiler der Anstieg verläuft. Eine Vorhersage des mittleren Verlaufs der S.F.R. innerhalb eines S.-Zyklus ist möglich, jedoch nicht für zukünftige Zyklen. Die Zählung der Zyklen begann 1760, Zyklus Nr. 20 hat im Oktober 1964 angefangen.

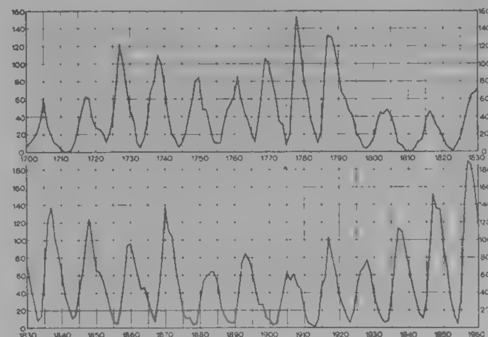
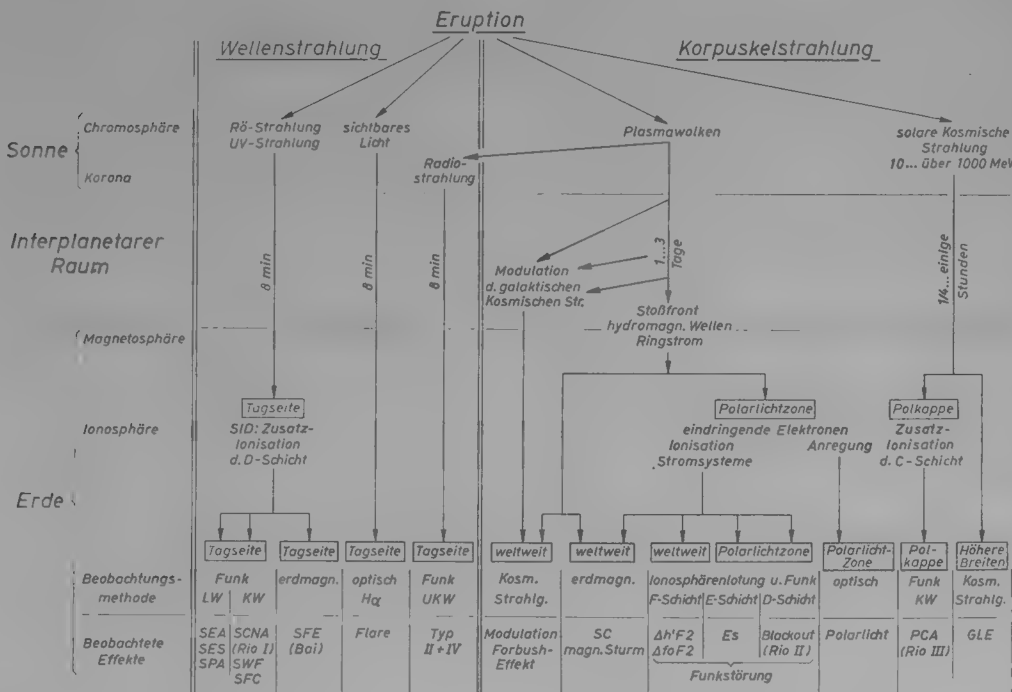


Bild 1. Sonnenfleckenrelativzahl (Jahresmittel) 1700 bis 1960 (nach Waldmeier).

3. Aktivitätszentren. Die meisten Erscheinungen der S. sind in Aktivitätszentren konzentriert, die sich mehr oder weniger individuell entwickeln und

deren Häufigkeit mit der S.F.R. etwa parallel läuft. Ihre Entwicklung beginnt im allgemeinen mit der Entstehung einer Fackel, d. h. eines Gebietes, das infolge erhöhter Temperatur gegen die übrige Sonnenoberfläche besonders hell erscheint. Diese Fackeln bedecken oft größere Flächen der Sonne und können im integralen Licht (als »photosphärische Fackel«) nur am Rand, im gefilterten Licht (als »chromosphärische Fackel«) auf der ganzen Scheibe beobachtet werden. Die Lebensdauer größerer Fackelgebiete kann mehrere Monate betragen.

Häufig entwickeln sich in den Fackelgebieten Sonnenflecken, die bis zu 2000° kühler als ihre Umgebung sind und daher dunkel erscheinen. Flecken treten im allgemeinen in Gruppen auf. Sie sind mit starken Magnetfeldern bis zu mehreren 1000 Oe (mehrere 100 000 A/m) verbunden, die wohl als die primäre Erscheinung anzusehen sind. Nach Brunner wird der Entwicklungszustand der Fleckengruppen mit Buchstaben A bis I bezeichnet (A = kleiner Einzelfleck, F = komplexe, magnetisch 2- oder mehrpolige Gruppe [Höhepunkt der Entwicklung], I = letztes Stadium kurz vor dem Verschwinden); jedoch wird diese Folge oft nicht ganz oder nicht regelmäßig durchlaufen. Kleine Flecken verschwinden oft schon nach 1 bis 2 Tagen wieder, nur wenige große Gruppen können länger als eine Sonnenrotation beobachtet werden. Wichtig ist die magnetische Struktur der Fleckengruppen: α bezeichnet eine unipolare, β eine bipolare Gruppe, γ eine sehr



Erläuterung der Abkürzungen:

Rö-Strahlung = Röntgenstrahlung
UV-Strahlung = Ultraviolette Strahlung
SID = Sudden Ionospheric Disturbance (Plötzliche Ionosphärenstörung)
LW = Langwellen
KW = Kurzwellen
SEA = Sudden Enhancement of Atmospherics (Plötzliche Verstärkung der atmosphärischen Störungen)
SES = Sudden Enhancement of Signals (Plötzlicher Anstieg der Signalstärke)
SPA = Sudden Phase Anomaly (Plötzliche Phasenanomalie)
SCNA = Sudden Cosmic Noise Absorption (Plötzliche Absorption des kosmischen Rauschens)
SWF = Short Wave Fadeout (Kurzwellenschwund)
SFC = Sudden Frequency Change (Plötzliche Frequenzänderung)
SFE = Solar Flare Effect (Sonneneruptionseffekt)
Bai = Ausbuchtung im Magnetogramm
Hα = Rote Wasserstofflinie
Flare = Sonneneruption
SC = Sudden Commencement (Plötzlicher Beginn einer magnet. Störung)
ΔhF2 = Änderung der Höhe der F2-Schicht
ΔfoF2 = Änderung der Grenzfrequenz der F2-Schicht
Blackout = Totalschwund
Es = sporadische E-Schicht
PCA = Polar Cap Absorption (Polkappen-Absorption)
GLE = Ground Level Event (Am Erdboden meßbarer Anstieg der Kosmischen Strahlung)
Rio I, II, III = Typ I, II, III der mit dem Riometer gemessenen Absorption des kosmischen Rauschens

Bild 2. Schematische Übersicht über die möglichen Auswirkungen einer starken Sonneneruption auf den interplanetaren Raum und die Erdatmosphäre.

komplexe, unregelmäßige Struktur. Von δ-Konfiguration (selten!) spricht man, wenn Flecken verschiedener Polarität sehr eng benachbart sind.

Innerhalb der chromosphärischen Fackelgebiete in der Nähe der Flecken treten gelegentlich Eruptionen auf, plötzliche Strahlungserhöhungen (flares), vor allem der Wasserstofflinien im sichtbaren und ultravioletten Bereich des Spektrums, die etwa 10 min bis zu einigen Stunden dauern können. Die Eruptionstätigkeit der verschiedenen Aktivitätszentren ist sehr unterschiedlich, weniger als 10% der Zentren (und zwar vorwiegend die γ-Flecken) produzieren über 50% der Eruptionen. Manche Eruptionen sind von Ausbrüchen der solaren Radiostrahlung und Röntgenstrahlung begleitet, wobei oft auch Sonnenmaterie (Plasmawolken) ausgeschleudert wird. In seltenen Fällen werden bei sehr starken Eruptionen auch energiereiche Protonen (bis weit über 1 GeV) ausgestoßen, die als Erhöhung der kosmischen Strahlung registriert werden (Protoneneruptionen). Neuerdings ist in einigen Fällen auch die Aussendung energiereicher Elektronen nachgewiesen worden.

Mit den aktiveren photosphärischen und chromosphärischen Zentren sind meist besonders dichte und heiße, daher auch stark strahlende Gebiete der Korona verbunden, die koronalen Kondensationen. Ebenfalls in der unteren Korona findet man die Protuberanzen, über die Chromosphäre weit hinausragende Gasmassen, die monatelang mit nur relativ langsamen Veränderungen beständig sind. Solange sie vor dem Hintergrund der Photosphäre beobachtet werden, erscheinen sie dunkel und werden als Filamente bezeichnet. Die Protuberanzen hängen nur zum Teil mit Fackelgebieten zusammen. Meist verschwinden sie ohne feststellbaren Anlaß sehr schnell, manche werden bei Eruptionen als Plasmawolken fortgeschleudert.

Von manchen Stellen der Sonnenoberfläche geht eine relativ beständige Plasmastrahlung aus, deren Intensität größer ist als die des immer vorhandenen solaren Windes. Diese sog. M-Gebiete (»magnetische Gebiete«) können allerdings optisch nicht lokalisiert werden; ihre Existenz wird nur indirekt aus ihren Auswirkungen auf den → interplanetaren Raum und die Erde (s. weiter unten) erschlossen. Trotzdem gehören sie zu den beständigsten Erscheinungen der Sonnenaktivität mit Lebensdauern bis zu 2 Jahren, allerdings nur in der Phase minimaler S.F.R. und in den vorhergehenden Jahren.

4. Solar-terrestrische Einflüsse (solar-terrestrische Beziehungen) nennt man die Auswirkungen der wechselnden S. auf die Erde und ihre Umgebung, insbesondere auf Magnetosphäre und Ionosphäre. Bild 2 zeigt als Beispiel die möglichen Auswirkungen einer starken Sonneneruption.

4.1 Wellenstrahlung. Auswirkungen auf den Wetterablauf sind schwer festzustellen, weil der Teil der Strahlung, der die Troposphäre erreicht, praktisch konstant ist. Die kurzwellige UV- und Röntgenstrahlung erzeugt die Schichten der Ionosphäre. Bei Sonneneruptionen kann die stark erhöhte Strahlung der Lyman-α-Linie des Wasserstoffs eine → plötzliche Ionosphärenstörung verursachen. Direkte Einwirkungen der solaren Radiostrahlung auf die Erdatmosphäre sind nicht bekannt. Man kann ihr jedoch z. B. Hinweise auf eruptive Vorgänge entnehmen, die zur Vorhersage anderer Einflüsse benutzt werden können.

4.2 Korpuskelstrahlung. Von größter Bedeutung für das Verhalten und den Zustand der Magnetosphäre und Ionosphäre ist die von der Sonne ausgehende Korpuskelstrahlung, bei der man folgende Komponenten unterscheiden kann (in Klammern Laufzeit bis zur Erde):

4.2.1. der ständig, auch bei ruhiger Sonne in den Raum strömende solare Wind (2 ... 5 Tage),

4.2.2. die von Aktivitätszentren ausgehende, örtlich und zeitlich begrenzte Plasmastrahlung (18 Std ... 3 Tage, → Polarlichtstörung),

4.2.3. die bei Protoneneruptionen ausgeschleuderte solare Kosmische Strahlung (15 min ... mehrere Stunden, → Polarkappenabsorption).

4.3 Wiederholungsneigung. Infolge der Rotation der Sonne kann der Fall eintreten, daß die von langlebigen Aktivitätszentren oder M-Gebieten ausgehenden Plasmastrahlen zwei- oder mehrmals hintereinander mit Abständen von jeweils etwa 27 Tagen die Erde treffen. Die daraus resultierende 27tägige Wiederholungsneigung der erdmagnetischen Aktivität und des Funkwetters tritt besonders in den Jahren vor und während des Minimums der S. hervor. Es sind schon Wiederholungssequenzen über etwa 2 Jahre beobachtet worden.

Literatur: G. P. Kuiper (Herausgeber), The Sun, Univ. of Chicago Press 1953 — A. Unsöld, Physik der Sternatmosphären mit besonderer Berücksichtigung der Sonne; 6. Teil (Kap. 20 und 21), 2. Aufl. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1955 — K. O. Kiepenheuer, Die Sonne, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1957 — S. Flügge (Herausg.), Handbuch der Physik, Bd. 52, Astrophysik III, Das Sonnensystem, Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1959 — M. Waldmeier, Sonne und Erde, Büchergilde Gutenberg Zürich 1959.

Ochs

Sonnenbatterie → Photodiode.

Sonnenfackel, -flecken, -korona, -rotation → Sonnenaktivität.

Sonnenstandsgesetz → Ionosphäre.

Sortierreihenfolge → Codierung.

SOS → Notverkehr.

Soundspektrograph → visible Speech.

South Atlantic Cable Company → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Sozialamt der DBP (SAP) ist eine → Mittelbehörde der DBP mit Sitz in Stuttgart. Es bearbeitet überbezirklich zu regelnde Sozialangelegenheiten, koordiniert die sozialen Betreuungsmaßnahmen der → Oberpostdirektionen und leistet im Rahmen seiner Aufgabenstellung Vorarbeiten für das → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen zu gesetzlichen Regelungen, Richtlinien und Verwaltungsvorschriften. Insbesondere befaßt sich das SAP mit dem Jugend- und Frauenschutz, der Ausbildung der

Sozialbetreuerinnen, der Erholungs- und Kinderfürsorge, der Schwerbeschädigtenfürsorge, der Betriebshygiene, der Krankenfürsorge und der Postkantinen. Beim SAP sind die gesetzlichen und betrieblichen Sozialeinrichtungen der DBP zusammengefaßt. Sie haben dort ihren Sitz und ihre Hauptverwaltungen. Gesetzliche Sozialeinrichtungen sind die Bundespost-Ausführungsbehörde für Unfallversicherung und die Bundespostbetriebskrankenkasse. Als betriebliche Sozialeinrichtungen sind zu nennen die Postbeamtenkrankenkasse, die Postkleiderkasse und die Versorgungsanstalt der DBP, die Postunterstützungskasse, der Postwaisenhort, die Heinrich-von-Stephan-Stiftung und die Dr.-Karl-Sautter-Stiftung.

Literatur: Meckel/Kronthaler, Das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und die Deutsche Bundespost, Athenäum-Verlag 1967.

Sozialwesen der DBP → Personalfürsorge.

SPA → plötzliche Ionosphärenstörungen.

Spaltfrequenz → Richtfunkmeßgerätetechnik.

Spannung, elastische → Festigkeitslehre.

Spannung, elektrische. Ein kleiner Träger einer Elektrizitätsmenge Q lege in einem elektrischen Feld einen Weg s von einem Anfangspunkt 1 zu einem Endpunkt 2 zurück. Dabei verrichten die Feldkräfte an dem Träger eine Arbeit A_{12}, die proportional zur Elektrizitätsmenge Q des bewegten Trägers ist. Der Quotient

$$U_{12} = \frac{A_{12}}{Q}$$

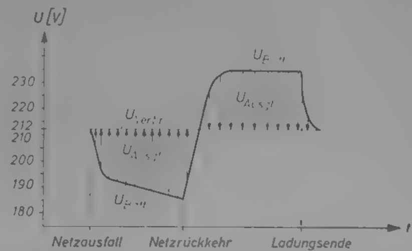
heißt elektrische Spannung. Sie ist eine von Q unabhängige, einem Weg zugeordnete Größe. Soll zeichnerisch dargestellt werden, daß zwischen angegebenen Punkten 1 und 2 eine elektrische Spannung besteht, die in der Richtung von 1 nach 2 verstanden wird (und daher U_{12} geschrieben wird), so ist das empfehlenswerteste Symbol eine zwischen 1 und 2 eingezeichnete gerade oder gebogene Linie mit einer Pfeilspitze, die von 1 nach 2 zeigt (»Spannungspfeil«; seine Länge besagt nichts).

Die elektrische Spannung U_{21} von 2 nach 1 ist entgegengesetzt gleich U_{12}.

Fällt der Endpunkt des Weges mit dem Anfangspunkt zusammen, so nennt man den Weg in sich geschlossen oder Randlinie. Die elektrische Spannung entlang einem (einmal durchlaufenen) geschlossenen Weg wird elektrische Umlaufspannung oder elektrische Randspannung genannt und mit dem Zeichen $\mathring{U}$ geschrieben.

Siehe auch → elektrische Größen und → Induktionsgesetz, elektromagnetisches. *J. Fischer*

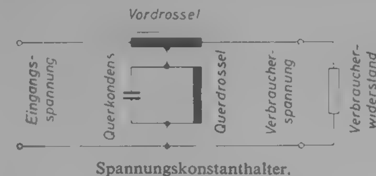
Spannungsausgleich. Unter Sp. versteht man in der Fernmeldestromversorgungstechnik den Ausgleich der Batteriespannung auf den für die Verbraucher erforderlichen Spannungswert. Zu diesem Zweck werden → Ausgleichseinriehtungen eingesetzt, die Gleichspannung erzeugen und deren Spannung mit der Batteriespannung in Reihe geschaltet wird. Je nach Polarität der erzeugten Spannung ergibt die Summenspannung einen größeren oder kleineren Wert als die Batteriespannung. Als Beispiel zeigt das Bild den Spannungsverlauf bei einer 212-V-Gleichstromversorgungsanlage mit Sp.



Spannungsverlauf an einer 212-V-Gleichstromversorgungsanlage im Bereitschafts-Parallelbetrieb mit Spannungsausgleich.

Spannungsbauch, -knoten → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Spannungskonstanthalter. Der magnetische Sp. ist ein selbststeuerndes Gerät, d. h. das Verstellen der Spannung erfolgt selbsttätig ohne Stellglieder. Er besteht aus Drosseln und Kondensatoren und hat damit einen einfachen Aufbau.



Spannungskonstanthalter.

Wie aus dem Bild zu ersehen ist, besteht der magnetische Sp. aus einer Drosselspule mit Luftspalt im Längskreis (Vordrossel) und einer Drosselspule im Querkreis (Querdrossel), deren Eisenkern bis zur Sättigung magnetisiert wird. Der Querdrossel ist ein Kondensator parallel geschaltet. Im Querkreis sind die Ströme am Querkondensator und an der Querdrossel bei Nenneingangsspannung gleich groß, aber um 180° phasenverschoben und heben sich gegenseitig auf. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß im Querkreis ein linearer Widerstand (Kondensator) und ein nichtlinearer Widerstand (Drossel) parallel geschaltet sind und daß die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom an beiden Widerständen entgegengesetzt ist. Bei steigender Speisespannung fließt im Querkreis ein größerer Strom. Entsprechend dem nichtlinearen Verlauf der Widerstandskennlinien von Drossel und Kondensator ist dabei der Strom in der Drossel größer als im Kondensator. Es fließt ein induktiver Querkreissummenstrom. Fällt die Speisespannung, dann nimmt im Querkreis der Strom an der Drossel stärker ab als am Kondensator. Es fließt ein kapazitiver Querkreissummenstrom. Die Vordrossel wird vom Ausgangsstrom und zum Teil vom Querkreisstrom durchflossen. Der Ausgangsstrom verursacht an der Vordrossel einen Spannungsabfall, der dem Ausgangsstrom um 90° voreilt. Zu diesem Spannungsabfall

addiert sich vektoriell der Spannungsabfall, der durch den Querkreisstrom in der Vordrossel zum Gesamtspannungsabfall in der Vordrossel entsteht. Der Querkreisstrom eilt der Querkreisspannung um 90° voraus (kapazitiv) oder um 90° nach (induktiv). Entsprechend den Verhältnissen im Querkreis wird der Spannungsabfall in seiner Phasenlage und Größe so verändert, daß die vektorielle Differenz von Eingangsspannung und Spannungsabfall an der Vordrossel eine konstante Ausgangsspannung ergibt. Die DBP verwendet den magnetischen Sp. vielfach in Fernmeldestromversorgungsgeräten kleiner Leistung, weil er einfach im Aufbau, wartungsfrei und zuverlässig im Betrieb ist. *Vetter*

Spannungspegel → Pegel.

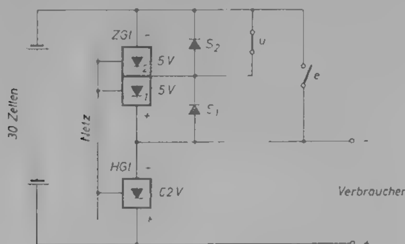
Spannungsquelle. Bezeichnung für eine Zweipolquelle, also für einen → Zweipol, der an einen angeschlossenen Verbraucherzweipol Energie abzugeben vermag, wobei im besonderen an das Spannungsquellen-Ersatzbild der Zweipolquelle (Serienschaltung einer Quellen- bzw. Urspannung und eines Widerstandes) gedacht wird.

Spannungsquellen-Ersatzbild der Zweipolquelle → Zweipol, elektrischer.

Spannungsreihe der Metalle → elektrochemische Spannungsreihe, → Potential, elektrochemisches.

Spannungsresonanz, andere Bezeichnung für Reihen- oder Serienresonanz (→ Resonanz).

Spannungsschleusen werden in der Fernmeldestromversorgungstechnik benutzt, um eine auf Erhaltungsladung (2,23 V/Zelle) stehende Batterie im Umschaltbetrieb so mit dem Verbraucher zu verbinden, daß bei Netzausfall keine Unterbrechung der Verbraucherspannung eintritt (→ Gegenspannungstechnik). Man spricht von einer Sp., wenn, wie im Bild, die Gleichrichterzellen S_1 oder S_2 parallel



Spannungsschleusen S_1 und S_2 in einer 60-V-Fernmeldestromversorgungsanlage.

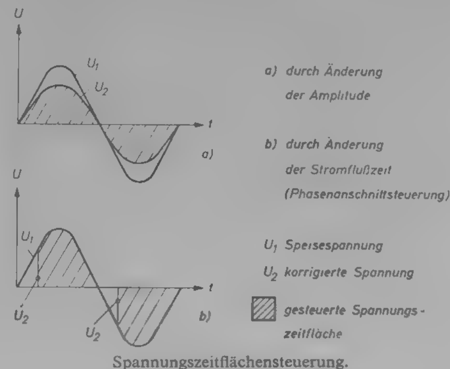
zu einer Spannungsquelle, dem Zusatzgleichrichter ZGl, in Durchlaßrichtung angeordnet sind und außer bei Umschaltvorgängen betriebsmäßig keinen Verbraucherstrom führen. Im Gegensatz zur Sp. liegen → Gegenzellen zwischen Spannungsquelle und Verbraucher und werden fast ständig mit dem Verbraucherstrom belastet. Die Sp. bestehen aus Halbleiter-Gleichrichterzellen (Selen oder Silizium). Dabei wird die Nichtlinearität des Halbleiterwiderstandes ausgenutzt. Es werden so viele Zellen in Reihe geschaltet, daß bei vorhandener Zusatzgleichrichterspannung die Zellen im waagerechten Bereich der Durchlaßkennlinie arbeiten, d. h. daß dort ihr Widerstand relativ groß ist und nur ein geringer Strom fließt. Bei fehlender Zusatzgleichrichterspannung (Netzausfall) kann dann unterbrechungslos der Verbraucherstrom aus der Batterie über die Sp. zum Verbraucher fließen, bis das Entladeschütz geschlossen hat. Während der Belastung der Schleusen mit dem Verbraucherstrom wirken diese wie Gegenzellen. *Vetter*

Spannungssteilheit (kritische, bei Thyristoren) → Thyristor.

Spannungstrichter → Erder, → Stromübergang.

Spannungsübersetzung ist das Verhältnis der Ausgangs- und Eingangsspannungen bei einem Transformator oder einem beliebigen Vierpol.

Spannungszeitflächensteuerung. Die Spannungszeitfläche ist die Fläche unter einer Hüllkurve, die die Spannung in Abhängigkeit von der Zeit umschließt. Gleichzeitig ist sie ein Maß für die Höhe der Spannung. Wenn eine konstante Spannung gebraucht wird, die Speisespannung jedoch schwankt, so muß die



Spannungszeitflächensteuerung.

Spannungszeitfläche korrigiert werden. Diese Korrektur der Spannungszeitfläche nennt man Sp. Die Spannungszeitfläche kann durch Änderung der Amplitude oder durch Änderung der Stromflußzeit korrigiert werden. Die Amplitude kann z. B. durch einen Widerstand, die Stromflußzeit (Phasenanschnittsteuerung) z. B. durch einen → Transduktor oder → Thyristor geändert werden. Das Bild zeigt die Möglichkeiten der Sp.

Spannverbinder dient zur Herstellung einer leitenden Verbindung an einem Metallrohr. Ein gelochtes Metallband wird als Schelle so um ein Rohr gezogen, daß es mit Schraube und Mutter fest das Rohr umspannt. An eine gleichzeitig festgeschraubte Lötöse oder einen Kabelschuh wird der Verbindungsdraht angelötet oder er wird unmittelbar — als Öse geformt, zwischen Unterlegscheiben geklemmt — mit angeschraubt (→ Erder).

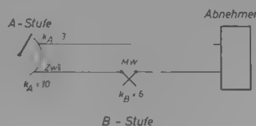
Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter.

Spannvorrichtung → Hochkantförderer.

Sparbeize. Beize für Metalle mit geeignetem Inhibitor (entspricht DIN 50 900, Ausgabe November 1960).
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Sparbeizzusatz. Inhibitor beim Beizen von Metallen, der das Grundmetall schützt, aber die Auflösung der zu entfernenden Oberflächenschichten zuläßt (entspricht DIN 50900, Ausgabe November 1960).
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Sparschaltung in der Mischwahlstufe. Teilweise zweistufige (inhomogene) Koppelanordnung, in der nur der schwächer belastete Teil der Abnehmerleitungen aus der ersten Stufe über die zweite Stufe geführt ist (s. Bild). An den zuerst abgesuchten Ausgängen der ersten Stufe liegen hochbelastete Leitungen, die nicht zu den Mischwählern, sondern unmittelbar zu den



Sparschaltung: Zwl = Zwischenleitungen, MW = Mischwähler.

Abnehmern führen. Man »spart« die Mischwähler für diese Leitungen. Im Gegensatz zur vollständigen Mischwahl, bei der alle Leitungen eines Abnehmerbündels über Mischwähler geführt sind (homogene Koppelanordnung), liegt hier nur eine teilweise Mischwahl vor. Man bezeichnet eine solche Koppelanordnung als inhomogen, weil verschiedene Verbindungen über eine unterschiedliche Anzahl von Koppelpunkten durchgeschaltet werden. S. können in → Rückmischung oder → Überlaufmischung ausgeführt sein.

Spartransformator. → Transformator, bei dem die Sekundärspule durch einen Teil der Primärspule gebildet wird oder umgekehrt.

Speckstein, Steatit ist ein wasserhaltiges, amorphes Magnesiumsilikat. Es dient in der Elektrotechnik bei der Anfertigung von Drahtwiderständen.

Speicher. Wichtiger Begriff für eine in verschiedener Form in der Nachrichtentechnik vorkommende Einrichtung. Gespeichert werden in der Regel Zeichen oder elektrische Signale, die zu irgendeinem Zweck ausgewertet oder umgesetzt werden müssen. Beispiele: Wählschienenspeicher bei Fernschreibapparaten für Codierung und Decodierung; Impulsspeicher in Verbindung mit Umrechnern für den Übergang zwischen verschiedenartigen Telegrafiewählsystemen oder Impulswandlung bei Tastaturwählsystemen; Speicher in Digital-Computern; Informationsspeicherung durch Lochstreifen, Magnetbänder, Magnetkerne u. ä. für sofortige oder spätere Auswertung (Lochstreifengeräte, Speichervermittlungen, Computervermittlungen usw.); → Speichervermittlungen in → Teilstreckenverfahren. Außer den vorerwähnten Speicherelementen kommen noch folgende in Betracht: Kondensatoren, → Speicher-Relais, Wähler, Schaltketten usw.
Speicher dienen in digital arbeitenden → elektronischen Datenverarbeitungsanlagen dazu, Zahlen und verschlüsselte Rechenvorschriften (Befehle) aufzubewahren, bis sie im Laufe eines Verarbeitungsvorgangs benötigt werden, sowie dazu, anfallende Zwischenergebnisse bis zu ihrer weiteren Verwendung und Endergebnisse bis zur Übertragung in die Ausgabeapparatur zu speichern.
Zahlen und Befehle werden dabei stets als binär verschlüsselte Ziffernfolgen (Worte) in räumlich geordnete und durchnumerierte oder durch Angaben zugeordneter Koordinatenwerte, der Adresse, gekennzeichnete Zellen des Speichers eingeschrieben. Soll die in einer Speicherzelle aufbewahrte Information abgerufen (gelesen) werden, so ist die Adresse der Zelle im Aufrufbefehl anzugeben. Die Zeit, die vergeht, bis die gewünschte Information zur Verfügung steht, wird Zugriffszeit genannt. Beim Lesevorgang kann die gespeicherte Information zerstört werden (Lesen mit Löschen), sie kann jedoch auch erhalten bleiben (zerstörungsfreies Lesen).
Bauelemente, die als Speicherelemente eingesetzt werden, müssen mindestens zwei voneinander unterscheidbare Zustände besitzen, die man den binären Zahlen »0« und »1« zuordnen kann, und die sie wenigstens über eine gewisse Zeitdauer aufrecht erhalten können. Man benutzt z. B. Strukturzustände fester Körper, wie den magnetischen Zustand einiger ferromagnetischer Stoffe, die ohne Energiezufuhr beliebig lange stabil sind (Strukturspeicher), und Zustände, die wie der Ladungszustand eines Kondensators periodisch regeneriert werden müssen (periodisch regenerierende Speicher), oder Zustände wie die Stromverteilung in einer elektronischen Schaltung (Flip-Flop), die durch eine Rückkopplung, d. h. durch eine dauernde Energiezufuhr aufrecht erhalten werden (Rückkopplungsspeicher). Die Bauelemente müssen möglichst schnell in einen Zustand gebracht werden, der einer zu speichernden Information entspricht, sie müssen diese Information zuverlässig aufbewahren und sie müssen billig sein (→ Kryotronspeicher, → magnetomotorische Speicher).

Pöcker/Schiweck

Speicherkondensator → Kondensator-Zahlengeber.

Speicheroszillograph ist ein Oszillograph, in dem anstelle der normalen Elektronenstrahlröhre eine Speicher-Sichtröhre verwendet wird, die die Eigenschaft besitzt, daß einmalige, nicht periodisch wiederkehrende Vorgänge aufgenommen, gespeichert und anschließend über eine mehr oder weniger lange Zeit (ca. 15 Min.) auf dem Schirm der Röhre sichtbar gemacht werden. Mit dem S. können deshalb einmalige, rasch verlaufende Vorgänge registriert und analysiert werden, wie sie z. B. bei Kontaktuntersuchungen oder Stoßprüfungen auftreten. Zeitlich aufeinanderfolgende Kurvenzüge können durch Übereinanderschreiben leicht miteinander verglichen werden, wie das z. B. bei Abgleicharbeiten erwünscht ist. Die Kurvenzüge können aber auch nebeneinander oder zeitlich versetzt aufgezeichnet werden, wobei eine

gleichmäßige, von der Schreibgeschwindigkeit (1 bis 10 km/sec) unabhängige Helligkeit vorhanden ist, die zum Fotografieren ausreicht und so groß ist, daß auch an hellen Arbeitsplätzen ein gutes Erkennen möglich ist. Mit einfachem Tastendruck wird das Bild rasch (100 ... 150 m/sec) gelöscht. Mit einem S. kann ein Vorgang auch direkt wie bei einem normalen Oszillographen auf dem Schirm dargestellt werden. Ein S. unterscheidet sich im Aufbau und in der Handhabung prinzipiell nicht von einem → Elektronenstrahloszillographen. Der Frequenzbereich moderner S. reicht von Gleichspannung bis etwa 20 MHz bei einem Ablenkfaktor von 5 mV/cm ($f \leqq 10$ MHz) bis 0,5 ... 50 V/cm.

Das Kernstück eines S. ist die Sichtspeicherröhre. Entsprechend den verschiedenen Anwendungszwecken unterscheidet man drei verschiedene Ausführungsarten von Sichtspeicherröhren bzw. S. 1. S. für die schnelle (20 000 ... 30 000 Zeichen/sec) Zeichenausgabe (in Worten, Ziffern oder Symbolen) bei Rechengeräten und Radarinformation-Auswertegeräten. 2. S. für die Bildwiedergabe bei langsam abgetasteten Schmalband-Radaranlagen und Wetterradarsystemen sowie bei Karten- und Kursübertragungseinrichtungen (Faksimile-Übertragung). 3. S. für die Kurvendarstellung in der elektronischen Meßtechnik, Nachrichtentechnik und Fernmeßtechnik. Während für die Fälle 1 und 3 ein helles, kontrastreiches Bild genügt, wird bei der Radarbildwiedergabe ein Bild in gestuften Halbtönen gefordert (5 ... 50 Stufen).

Speicher-Sichtröhren für S. gibt es mit magnetischer oder elektronischer Fokussierung und (oder) Ablenkung des Elektronenstrahles (Schreibstrahles), der von einer üblichen Katode erzeugt wird. Unmittelbar hinter dem Leuchtschirm (Sichtschirm) der Röhre befindet sich ein feingesponnenes Nickeldraht-Maschengitter, das auf der Katodenseite mit einem Dielektrikum (Silikat oder Magnesium-Fluorid) beschichtet ist, welches Sekundärelektronen-Emissionseigenschaften besitzt. (Die Feinheit des Maschengitters bestimmt das Auflösungsvermögen.) Der Schreib-Elektronenstrahl trifft auf dieses Speichergitter, und es werden dort, wo der Strahl auftrifft, mehr Elektronen emittiert als aufgenommen, so daß die Schreibspur positiv aufgeladen wird. Die Sekundärelektronen werden von einem positiveren Kollektorgitter eingefangen und können so das entstandene Ladungsbild nicht mehr neutralisieren. Eine weitere, seitlich angebrachte Katode (Lesekatode) liefert einen parallelen Strom langsamer Elektronen, die das Speichergitter gleichmäßig überfluten (Elektronenbrause). Diese Elektronen durchdringen das Speichergitter an den Stellen, wo es positiv geladen ist, und treffen nach dem Durchgang — von einer positiven Spannung zwischen Speichergitter und Sichtschirm beschleunigt — auf diesen auf und erzeugen hier ein sichtbares Abbild des gespeicherten Ladungsbildes. Da das Dielektrikum nicht unendlich gut isoliert, verschwindet das Ladungsbild nach einiger Zeit, und zwar schneller, wenn die Leseelektronen auftreffen, als bei abgeschaltetem Lesestrahl. Das Ladungsbild kann gelöscht werden durch kurzzeitige Erniedrigung der Spannung am Kollektorgitter.

Ein S. besitzt folgende Operationsmöglichkeiten: a. Die Information wird vom Schreibstrahl geschrieben und im Speichergitter als Ladungsbild (beliebig lange) gespeichert, wobei der Lesestrahl abgeschaltet ist. b. Durch Schalterbetätigung wird der Lesestrahl eingeschaltet (der Schreibstrahl ist abgeschaltet), wodurch das gespeicherte Ladungsbild sichtbar wird (bis zu 1 Stunde). c. Speichern und Lesen wird durch getriggerte, automatische Umschaltung nach jedem Speichervorgang vorgenommen, wobei eine vorher gespeicherte Information erhalten bleibt oder aber auch gelöscht werden kann. d. Der Schreibstrahl selbst durchdringt das Speichergitter und erzeugt ohne Zwischenspeicherung unmittelbar ein sichtbares Bild auf dem Schirm wie bei einer normalen Elektronenstrahlröhre.

Ein besonderer S. ist der Blauschreiber, der eine Blauschriftröhre enthält (→ Blauschreiber).

Literatur: A. E. Cawkell und R. Reeves, Transient Storage Oscilloscope. Electronic Technology 37 (1960), S. 50—59 — K. Sattelberg, Kapazitive Speicher und Speicherröhren. ATM-Blatt J 083-2 (Oktober 1960).

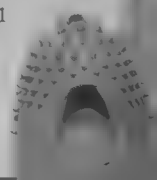
Sommer

Speicherrelais. Bei auf elektrischer Grundlage arbeitenden Telegrafenapparaten in großer Zahl verwendetes Speicherelement. Speicherung kommt in den Ankerstellungen der meist gepolten Relais zum Ausdruck, die dann bei der Decodierung ausgewertet werden.

Speicherröhren. Speicherröhren sind zweckmäßig abgewandelte Kathodenstrahlröhren. Der Elektronenstrahl kann, durch entsprechende Maßnahmen gesteuert, auf eine beliebige Stelle eines aus Isoliermaterial bestehenden Schirms gelenkt werden. Dieser Fleck wird auf eines von zwei möglichen vorgegebenen Potentialen aufgeladen, die den Binärziffern »0« und »1« zugeordnet sind. Beim Ablesen wird der Strahl wieder auf den entsprechenden Speicherplatz gelenkt. Dabei wird der Fleck umgeladen und dadurch wird in einer parallel zum Schirm angeordneten elektrisch leitenden Abnehmerplatte ein Spannungsstoß influenziert, der das Lesesignal darstellt. Der Ladungszustand der Speicherflecken bleibt nicht lange erhalten, er muß periodisch regeneriert werden. Die technische Realisierung der Regeneration unterscheidet im wesentlichen die verschiedenen Ausführungsformen der Speicherröhren (z. B. Williamsröhre, Rieselröhre, Sperrgitterröhre, Selektronröhre). Die Speicherkapazität der Röhren erreicht etwa 10^4 bit, die Zugriffszeiten liegen zwischen 1 und 10 μsec. Heute sind sie in der Speichertechnik durch die Magnetkernspeicher verdrängt (→ Elektronenröhre).

Literatur: K. Steinbuch (Hrsg.), Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962 — (dort weitere Literatur).

Speichersatz, Sende-/Empfangs-. Um die insbesondere bei manueller Auswertung der Sendeadresse in → Speichervermittlungen entstehenden Wartezeiten auszugleichen, werden den Lochstreifenempfängern der Empfangsleitungen Lochstreifensender (LSS) nachgeschaltet und den LSS der Sendeleitungen (LSE) vorgeschaltet. Innerhalb der Vermittlungsstelle wird



dann zwischen LSS und LSE mit einer gegenüber den Leitungen höheren Übertragungsgeschwindigkeit gearbeitet.

Literatur: Rossberg/Korta, Fernschreibvermittlungstechnik, R. Oldenbourg, München 1959 — Bergmann, Lehrbuch der Fernmeldetechnik, S. 431, Schiele & Schön GmbH, Berlin 1968.

Speicherschwungrad → Schwungradumformer mit ankuppelbarem Dieselmotor.

Speichersender. Zusatzeinrichtung der → Fernschreibmaschine, vorwiegend Blattschreiber, um einesteils als Puffer beim Überschreiten der sonst begrenzten Schreibgeschwindigkeit zu dienen, andernteils möglichst keine Pausen in der Leitungsausnutzung aufkommen zu lassen, wenn die Bedienungsperson kurzzeitige Schreibunterbrechungen macht (s. Bild). Der



Speichersender für den Blattschreiber Lo 133 von SEL.

Sp. bewirkt ferner das automatische Einschieben der Funktionszeichen für Buchstaben- oder Ziffernwechsel in Anlehnung an die Arbeitsweise bei der gewöhnlichen Schreibmaschine, bei der keine besonderen Wechseltasten gedrückt zu werden brauchen. Nach den Erfahrungen ist die Speicherfähigkeit auf max. 6 Zeichen beschränkt worden. Sollte wider Erwarten diese Grenze überschritten werden, tritt eine Sperrung des Tastenwerks ein. Wegen der Einzelheiten dieses komplizierten Mechanismus wird auf das Schrifttum verwiesen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Schiweck

Speichervermittlung. Sp. sind das Hauptmerkmal der → Teilstreckenverfahren. Die Nachrichten werden im Gegensatz zu dem Verfahren bei Durchschalt-Vermittlungssystemen streckenweise übermittelt. Dazu ist das Speichern der Nachricht am Ende der Teilstrecke erforderlich. Die weitere Übermittlung ist jeweils vom Zustand der anschließenden Leitungen abhängig. Die Leitungsbündel können wegen der guten Ausnutzung klein gehalten werden. Ein weiterer Vorteil ist die Zeichenentzerrung, weil die Sendung immer neu einsetzt. Auch Möglichkeiten der Schrittgeschwindigkeitsänderung gegeben. Anlagekosten höher als bei Durchschaltevermittlungen (etwa 10fach), aber laufende jährliche Kosten wesentlich geringer (gute Leitungsausnutzung, weniger Personal). Es gibt handbediente, halbautomatische und vollautomatische Speichervermittlungen. Wenn eine Nachricht nicht nur in Klartext, sondern auch als Lochstreifen empfangen wird, der dann in einen automatischen Sender eingelegt und an eine zweite Stelle abtelegrafiert wird, liegt eine Lochstreifenvermittlung, d. h. eine Speichervermittlung vor. In diesem Sinne gehört die Lochstreifenvermittlungstechnik zu den ältesten Übermittlungsverfahren der Telegrafie. Andere Speicherträger sind Magnetbänder, Magnetkerne, Kondensatoren. Bei handbedienten Speichervermittlungen wird mit geschnittenen oder abgerissenen Lochstreifen gearbeitet, die in Lochstreifensender eingelegt werden, die den weiterführenden Leitungen zugeordnet sind. Empfangene und ggf. auch gesendete Fernschreiben werden in jeder VSt durch Laufnummerngeber (LnG) registriert. Eine Nachricht erfordert stets nur eine Leitungsrichtung. Gegenrichtung kann für eine zweite Nachricht ausgenutzt werden (Duplexbetrieb). Kennzeichen der halbautomatischen Technik ist der durchlaufende Lochstreifen. Dazu ist ein Lochstreifenempfänger (LE) und ein Lochstreifensender (LS) zu einem Gerät, dem sog. Lochstreifenübertrager (LÜ), vereinigt. Lochstreifen zusätzlich mit Klartext bedruckt. Zielort kann ohne weiteres abgelesen werden. In einem Tastenfeld wird die entsprechende Verbindungstaste gedrückt, die Verbindung durch- und der Sender des LÜ eingeschaltet. Überwachung der Sendung am LÜ. Bei über den Erlangwert einer Leitung (für bestimmte Verkehrsrichtung) hinausgehendem Verkehrsangebot aber nicht lohnender Einrichtung einer weiteren Leitung werden zusätzlich LÜ als Zwischenspeicher eingesetzt. Bei vollautomatischer Technik Durchlaufen der Nachricht in der VSt ohne Einschalten einer Vermittlungsperson. Dafür enthält der Lochstreifen im Kopf des Fernschreibens bestimmte Zielkennzeichen, die in einem Auswerter für die weitere automatische Steuerung der Verbindungsglieder ausgenutzt werden. Am Eingang arbeitet ferner ein LnG. Abgehende Leitungen ebenfalls mit LnG versehen. Somit Kontrolle des Eingangs und des Ausgangs der Fernschreiben möglich. Auch Zwischenspeicherbetrieb ist durchführbar.

Letzte Stufe der Entwicklung: Vollelektronische Speichervermittlungen mit Bandspeichern oder Magnetspeichern. Zwar hohe Anlagekosten, aber fast kein Bedienungspersonal, daher besonders wirtschaftlich, wozu sich ganz geringe Zeiten für die Weitervermittlung gesellen, so daß die Nachrichtenübermittlungszeit fast der einer Durchschaltevermittlung gleichkommt (→ Fernschreibsondernetze).

Literatur: Schiweck und Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik 1. Teil. Herzog-Damm-Verlag, Braunschweig 1962 — Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Schiweck

Speicherzelle → Matrizenspeicher, → Speicher.

Speiseabschnitt → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Speiseklinke. Die S. ganz allgemein dient zur Stromversorgung von Prüfgeräten. Dabei ist jedoch zwischen der S. und der +/— -Klinke zu unterscheiden. Die S. versorgt in erster Linie einfache Prüfgeräte mit Mikrophonspeisestrom und enthält daher Siebmittel zum Schutz gegen Mitsprechen über die Stromversorgung (Batterie) der VStW. Über die +/— -Klinke dagegen erfolgt die gesamte für den Betrieb des Prüfgerätes erforderliche Stromversorgung. Siebmittel für die Mikrophonspeisestromversorgung sind in diesem Fall im Prüfgerät eingebaut.

Speisung, zweiseitige, von Bahnstrecken → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Spektraldichte → Fourier-Transformation.

Spektrum ist a) die frequenzmäßige Zerlegung einer Nachricht (der Zeitkurve), b) die grafische Darstellung dieser Zerlegung als Funktion der Frequenz nach Amplitude (Amplitudenspektrum) und Phase (Phasenspektrum) bei Spannung und Strom, nach Größe bei der Leistungskurve. Andere Bezeichnung Spektralfunktion.

Jede periodische Zeitfunktion läßt sich in eine → Fourierreihe mit Grund- und Oberwellen entwickeln, die Koeffizienten ergeben für Amplitude und Phase je ein Linienspektrum. Für nichtperiodische Zeitfunktionen geht die Fourierreihe in ein Fourierintegral, bei einseitiger Begrenzung in die Laplace-Transformierte (→ Laplace-Transformation) über und das Linienspektrum in ein kontinuierliches Spektrum für Amplitudendichte, Phase und Leistungsdichte. Die Spektralfunktion von Spannung oder Strom stellt die Nachricht genauso vollkommen und eindeutig wie die Zeitfunktion dar (Analogie von Zeit und Frequenz) und erlaubt wie diese die Berechnung der Ausgangsfunktion bei beliebigen Schaltungen.

Sperrbereich ist ein Frequenzbereich eines Vierpols oder beliebigen Netzwerkes, in dem die Dämpfung groß gegen die des → Durchlaßbereichs ist, so daß praktisch keine Übertragung in diesem Bereich stattfindet (→ Vierpoltheorie 3).

Sperrdrossel → Funkentstörmittel.

Sperre und fristlose Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen. Die DBP kann → Teilnehmereinrichtungen sperren, wenn der Teilnehmer mit der Gebührenzahlung im Rückstand ist oder wenn er andere Vorschriften der Fernsprechordnung (FeO) bzw. Ausführungsbestimmungen zur FeO verletzt. Bei der Sperre wegen Gebührenrückstandes ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zwischen Mittel und Zweck zu beachten. Im Falle groben Verstoßes ist die DBP berechtigt, die Teilnehmereinrichtungen fristlos aufzuheben. Bei Zahlungssäumnis werden von der Sperre und fristlosen Aufhebung alle zu demselben Fernsprechortsnetz gehörenden Anschlüsse des Teilnehmers erfaßt. Fernsprechanschlüsse des säumigen Teilnehmers in anderen Fernsprechortsnetzen werden in die Maßnahme einbezogen, wenn es zur Durchsetzung der Zahlung notwendig ist oder wenn der DBP aus der Weiterbenutzung Schaden erwachsen könnte. Schaden der DBP ist z. B. zu befürchten, wenn der Teilnehmer mit hohen Gebührenbeträgen im Rückstand ist, wenn es sich um einen hartnäckigen Schuldner handelt, wenn der Teilnehmer wiederholt mit der Gebührenzahlung in Rückstand geblieben ist oder wenn sich Maßnahmen zur Zwangsbeitreibung der rückständigen Gebühren als erfolglos erwiesen haben. Besteht das Teilnehmerverhältnis mit einer nichtrechtsfähigen Personengesamtheit oder Personenvereinigung, so können auch die Teilnehmereinrichtungen derjenigen gesperrt und fristlos aufgehoben werden, die Träger der Rechte und Pflichten der Personengesamtheit oder Personenvereinigung sind. Die Anschlußsperre befreit den Teilnehmer weder von der Pflicht zur Entrichtung der Gebühren noch von der Haftpflicht entsprechend den Vorschriften der FeO. Bei fristloser Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen werden die laufenden Gebühren bis zum Ende des Aufhebungsmonats berechnet. Ist die → Mindestüberlassungsdauer der Teilnehmereinrichtung noch nicht abgelaufen, so hat der Teilnehmer vom folgenden Monat an Restgebühren zu entrichten. *Battermann*

Sperreinrichtungen für bestimmte Verbindungen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Wenn die Zugänglichkeit zu bestimmten Fernsprechdiensten (SWFD, Ansagedienste usw.) oder zu besonderen Stellen (Fernamt usw.) über die Hauptanschlußleitungen einer Nebenstellenanlage verhindert werden soll, so müssen den Hauptanschlußleitungen, über die Nebenstellen abgehende Amtsverbindungen abwickeln können, Sp. als Ergänzungsausstattung zugeordnet werden. Durch die Sp. werden Verbindungen, die den Nebenstellen nicht zugänglich sein sollen, nach Wahl der eingestellten Sperrzahlen selbsttätig getrennt. Die Sp. werden in der Regel unmittelbar an jede der betroffenen Hauptanschlußleitungen angeschaltet; die Anschaltung an die einzelne Hauptanschlußleitung erst bei abgehender Belegung ist zulässig, wenn die Zahl der Sp. so bemessen ist, daß beim Aufbau abgehender Amtsverbindungen keine wesentlichen Wartezeiten entstehen.

Es gibt folgende Arten von Sp.:

a) Einfache Sp. für einstellige Sperrzahlen mit z. B. den Sperrzahlen 1, 9 und 0, erweiterbar auf dreistellige Sperrzahlen mit gleicher Erst- und gleicher Zweitziffer, z. B. 0, 00, 9, 116, 117, 119, sowie erweiterbar um eine Einrichtung zur Erhöhung der Sperrsicherheit im Fernverkehr durch Auswertung des ersten 16-kHz-Gebührenimpulses, b) erweiterbare Sp. mit erhöhter Sicherheit und mit unbeschränkter Wahl der Sperrzahl, c) Einrichtung zur Freischaltung von Sprechstellen von der Sp. nach a) oder b), wodurch für die bevorzugten Sprechstellen die betreffende Sp. in ihrer Gesamtheit unwirksam gemacht wird, d) Sp. in besonderer Ausführung mit oder ohne Freischaltung; diese Sp. dienen auch der Durchführung von Verhinderungsmaßnahmen bei anderen als Hauptanschlußleitungen, wenn die betroffene

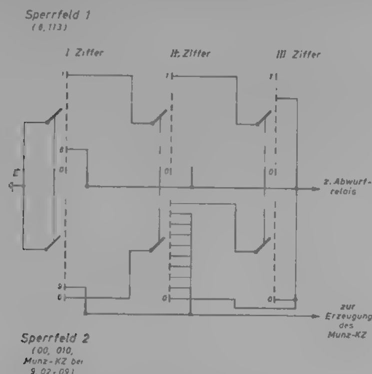
Leitung nicht als Hauptanschlußleitung geschaltet ist, z. B. beim Verhindern des Untereinanderverkehrs verschiedener »anderer« entsprechend § 15 FeO.

Die einfachen Sp. setzen wegen des niedrigen schaltungstechnischen Aufwandes ordnungsgemäße Bedienung voraus und bieten keine besondere Sicherheit gegen mißbräuchliche Benutzung. Die Auswertung des ersten, bei der Nebenstellenanlage eintreffenden 16-kHz-Gebührenimpulses zur selbsttätigen Auslösung einer bereits aufgebauten SWFD-Verbindung ist nicht statthaft. Zur Erhöhung der Umgehungssicherheit einer einfachen Sp. darf der erste Gebührenimpuls jedoch derart ausgenutzt werden, daß eine durch mißbräuchliche Benutzung der Fernsprecheinrichtung ausnahmsweise zustande gekommene Verbindung beim Eintreffen des ersten Gebührenimpulses sofort getrennt wird. Die uneingeschränkte Zulassung des 16-kHz-Sperrverfahrens würde nachteilige Auswirkungen auf das öffentliche Fernsprechnetz bringen, beispielsweise wird durch das Auslösen der Verbindung beim Melden des gerufenen Teilnehmers der Eindruck fehlerhaften Arbeitens der Fernsprecheinrichtung erweckt, und Störungsmeldungen mit sinkendem Vertrauen in die Betriebsgüte wären die Folgen. *Paul*

Sperrgitterröhre → Speicherröhre.

Sperrkette ist eine → Kettenschaltung aus einzelnen Filtergliedern mit einem oder mehreren Sperrbereichen.

Sperrnummernschalter. S. werden bei Fernsprechapparaten, insbesondere bei Münzfernsprechern, eingebaut, bei denen der Zugang zur Fernebene oder zu besonderen Rufnummern des öffentlichen Fernsprechnetzes verhindert werden soll. Der bei der DBP gebräuchliche, bei Teilnehmer-Münzfernsprechern sowie



Sperrnummernschalter 55.

Orts- und Fernwahlmünzfernsprechern der öffentlichen Sprechstellen eingesetzte S. (55) besteht zur Erhöhung seiner Schaltmöglichkeiten aus 2 Sperrfeldern. Die Sperrfelder werden aus je 3 in einem Kreissegment angeordneten Kontaktfeldern gebildet. Die dem ersten, zweiten und dritten Kontaktfeld zugeordneten Kontaktarme der Sperrfelder 1 und 2 sind mechanisch gekoppelt. Beim Aufziehen des S. werden in den 2 Sperrfeldern nacheinander die 3×2 Kontaktarme auf die der gewählten Ziffer entsprechende Stellung gebracht.

Das Prinzip des Sperrvorganges zeigt das vorstehende Bild, bei dem die Sperrung der Ziffern 00, 010, 8, 113 gezeichnet ist, während bei Wahl der Ziffern 9 sowie 02 bis 09 das Entsenden des Münzkennzeichens veranlaßt wird. Die einzelnen Kontaktarme verklinken sich am Ende jeder Aufzugsbewegung, so daß gegebenenfalls die Verbindung vom Punkt E über die je 3 Arme und die Ausgänge der Kontaktfelder zu den steuernden Schaltgliedern hergestellt wird. Beim Auflegen des Handapparates auf die Gabel wird die Verklinkung ausgelöst, die Kontaktarme springen in die Ausgangsstellung zurück. Der S. kann in der Normalausführung nur Sperraufgaben lösen, soweit in den ersten 3 Ziffern einer Kennzahl bzw. Rufnummer bereits eine vollständige Aussage über die Richtung enthalten ist. Sind 4 und mehrziffrige Auswertungen einer gewählten Zahl erforderlich, so kann dies mit dem S. nur erreicht werden, wenn durch Einfügen von Relais sowie mechanische Eingriffe die Kontaktarme nach der zweiten oder dritten Ziffer ausgelöst und die Kontaktfelder zur Auswertung der weiteren Ziffern nochmals herangezogen werden. *H. Fischer*

Sperrichtung, Sperrschicht → Metall-Halbleiterkontakte, → pn-Übergang.

Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor (pn-FET) → Feldeffekt-Transistoren.

Sperrschicht-Kapazität → pn-Übergang.

Sperrschichtphotoeffekt → Photodiode.

Sperrschichttemperatur → pn-Übergang.

Sperrsignal → Flankenschutz.

Sperrstelle ist eine Frequenz, an der die Dämpfung theoretisch unendlich ist (→ Vierpoltheorie 3.5, 3.6).

Sperrtaste ist eine üblicherweise an Schaltgliedern der Vermittlungstechnik vorhandene Taste, die eine Außerbetriebnahme ermöglicht. Sie kann im Bedarfsfall jederzeit betätigt werden, ohne daß eine Verbindung beeinträchtigt wird. Arbeiten am Schaltglied oder das Ziehen von Einschüben sind jedoch erst nach Verlöschen der Belegtlampe, nämlich nach Ende einer Belegung, zulässig.

Sperrtopfantenne → Vertikalantenne.

Sperrübertragung TW 39 → Transit-Nachwahlzusatz.

Sperrung → Trennschärfe.

Sperrverzögerung ist die Zeit vom Anstehen eines niederfrequenten Zeichens am Eingang eines → Tonempfängers bis zum Sperren des Sprechweges in einem Zeichengabeabschnitt bei vermittlungstechnischer → Zeichenübermittlung im Sprachband vor dem → Zeichensender bzw. hinter dem Zeichenempfänger (in Übertragungsrichtung des Zeichens gesehen), um die Störung der Zeichengabe durch sprachfrequente Störspannungen aus davorliegenden Leitungsabschnitten zu verhindern bzw.

die Störung der Zeichengabe auf folgenden Leitungsabschnitten durch Übertritt von Zeichenenergie aus dem betrachteten Abschnitt zu vermeiden.

Als S. beim Senden werden in den CCITT-Systemen Nr. 3, 4 und 5 allgemein mindestens 30 bis 50 ms vor Sendebeginn vorgesehen; d. h., der Sendebeginn wird um diese Zeit verzögert. Beim CCITT-System Nr. 5 sind 0 bis 50 ms zugelassen, weil sein nach dem Zwangslaufprinzip (→ Zeichenübermittlung) arbeitendes Leitungszeichengabesystem durch Störspannungen weniger beeinträchtigt wird. Sperrung wird 30 bis 50 ms nach Sendeende aufgehoben.

Als S. beim Empfang (= Ansprechzeit der Sperreinrichtung) sind bei CCITT-System Nr. 4 maximal 55 ms für das zusammengesetzte Zeichenelement P, bei CCITT-System Nr. 5 maximal 35 ms vorgesehen.

Sperren bei Empfang wird bei Ansprechen des Empfängers bewirkt, daher fließt grundsätzlich ein Teil jedes Zeichens für die Dauer der Ansprechzeit der Sperreinrichtung auf folgende Abschnitte über. Die Auswertezeit für ein empfangenes Zeichen muß daher größer als die Ansprechzeit der Sperreinrichtung sein, d. h., die Zeichenauswertung wird um diese Zeit verzögert. Die Verkürzung der angegebenen Zeiten, z. B. zum besseren Schutz nationaler Zeichengabeverfahren, erhöht die Wahrscheinlichkeit des Ansprechens auf zeichenfrequente Anteile der Sprachenergie und damit mögliche Beeinträchtigung der Gesprächsgüte. Aufgehoben wird die Sperrung bei beiden Systemen 25 ms nach Ende des Gleichstromzeichens am Empfängerausgang.

Die Sperreinrichtung soll bei Ansprechen nicht ihrerseits Störspannungen erzeugen. Sie kann aus Kontakten (Parallelkontakt als Kurzschluß der Sprechadern), Filtern (Sperrfilter für Zeichenfrequenzen) oder elektronischen Sperreinrichtungen (Trennverstärker) bestehen. Die Zeichenspannung soll durch die Sperreinrichtung mindestens um 4,6 Np (40 db) gedämpft werden. Eine verminderte Dämpfung bis 2,9 Np (25 db) ist zulässig, wenn die folgenden Leitungsabschnitte nicht gestört werden können.

Hoffmann

Sperrwahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit ε_x, mit der eine Belegung, die in irgendeiner Zubringerteilgruppe einfällt, nicht zu einer freien Leitung eines Abnehmerbündels mit begrenzter Erreichbarkeit durchgeschaltet werden kann, wenn schon x Belegungen bestehen. Die S. ist das Komplement zur → Durchlaßwahrscheinlichkeit δ_x, $\varepsilon_x = 1 - \delta_x$. Bei voller Erreichbarkeit oder bei $x < k$ kann eine Belegung stets durchgeschaltet werden, $\varepsilon_x = 0$. Bei $x = N$, d. h. alle Abnehmerleitungen belegt, ist die Durchschaltung einer weiteren Belegung unmöglich, deshalb ist $\varepsilon_x = 1$. Bei $k \leqq x < N$ liegt die S. zwischen 0 und 1 ($0 < \varepsilon_x < 1$). Man leitet die S. aufgrund von kombinatorischen Überlegungen ab. Bei der → idealen Mischung ist die S.:

$$\varepsilon_x = \frac{\binom{x}{k}}{\binom{N}{k}}.$$

x: Anzahl der bestehenden Belegungen
N: Anzahl der Abnehmerleitungen
k: Erreichbarkeit.

Sperrzeichen 1. → Leitungszeichen. 2. Telex:

a) Stoppolarität in Rückwärtsrichtung für längstens 5 min, um die Leitung auf der Gegenseite zu sperren.

b) Bleibt die Anrufbestätigung (→ CCITT-Empfehlung für Telegrafenvermittlungstechnik) aus, ist die Leitung auf dieser Seite intern zu sperren und zur Gegenseite höchstens 5mal abwechselnd 58 s Start-, 2 s Stoppolarität zu senden. Sobald Stoppolarität (Anrufzeichen) von der Gegenseite mit Stoppolarität (Anrufbestätigung) beantwortet wird, ist wieder Dauerstartpolarität (Ruhezustand) zu senden und die Leitung zu entsperren. Z. Z. gibt es noch keine unterschiedliche Bezeichnung in der deutschen Sprache für die Fälle 1 und 2.

Spews sind Kabelfehler, bei denen sich der isolierte Kupferleiter eines Seekabels durch die Bewehrung drückt. Die Ursachen sind die gleichen wie bei der Entstehung der → Knucklings: Wird das unter Zugbeanspruchung stehende Kabel plötzlich entlastet, so kann es vorkommen, daß der isolierte Leiter an stark gestauchten Stellen sich zwischen den Bewehrungsdrähten durchdrückt und beschädigt wird. Zur Vermeidung der Bildung von S. wird ein Juteband verwendet, das in langem Schlag um den isolierten Leiter aufgebracht wird und ihn zwangsweise in eine leichte Schraubenform bringt.

spezifischer Widerstand der wichtigsten Metalle → Metalle.

Spiegelantennen sind Antennen, bei denen der größte Teil der auf eine geeignet geformte Reflektorfläche

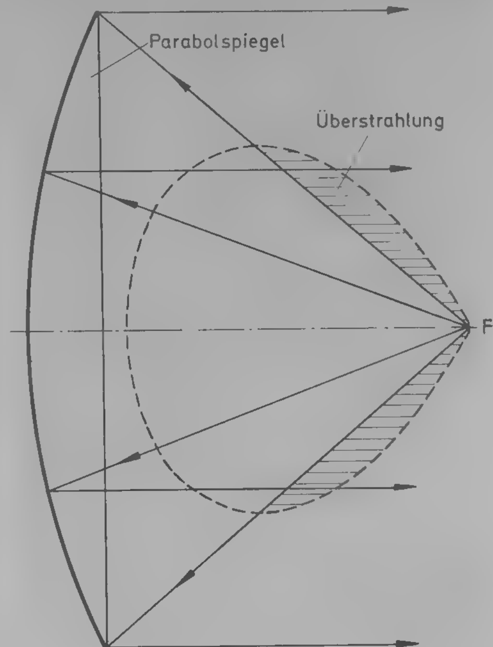


Bild 1. Prinzip und Überstrahlung einer Parabolspiegelantenne.

auffallenden Strahlung nach quasioptischen Prinzipien in einen oder mehrere bevorzugte Winkelbereiche gelenkt wird. Dabei wird die Form der Wellenfront in gewünschter Weise beeinflußt, in den meisten Fällen so, daß eine ebene Wellenfront in der Apertur entsteht.

Bei den Spiegelantennen, die — im Gegensatz zu Umlenkspiegeln oder Radarreflektoren — unmittelbar mit dem Energieleitungssystem verbunden sind, geht die Strahlung von einer in der Nähe des Spiegels (im Brennpunkt F, Spiegelscheitel oder dazwischen) befindlichen Erregerquelle (Primärstrahler, Erreger) aus. Diesen Vorgang bezeichnet man als Ausleuchtung des Spiegels. Die wichtigsten Vertreter der S. sind die Parabolspiegelantennen. Bei ihnen ist der Reflektor ein Teil eines Rotationsparaboloids mit einer symmetrischen Begrenzung (z. B. kreisförmig, elliptisch, cosinusförmig, rechteckig), eine exzentrische Parabolkalotte oder ein Zylinderparabol mit meist rechteckiger Apertur. Da bei einem Parabolspiegel die von seinem Brennpunkt bzw. seiner Brennlinie (bei der Zylinderparabolantenne) ausgehenden Strahlen parallel zur Achse des Parabols reflektiert werden und somit ihre Weglängen vom Brennpunkt bis zu der auf der Parabolachse senkrecht stehenden Apertur gleich groß sind, erzeugt eine im Brennpunkt F bzw. in der Brennlinie befindliche punktförmige bzw. linienförmige Strahlungsquelle eine ebene Wellenfront in dieser Aper-

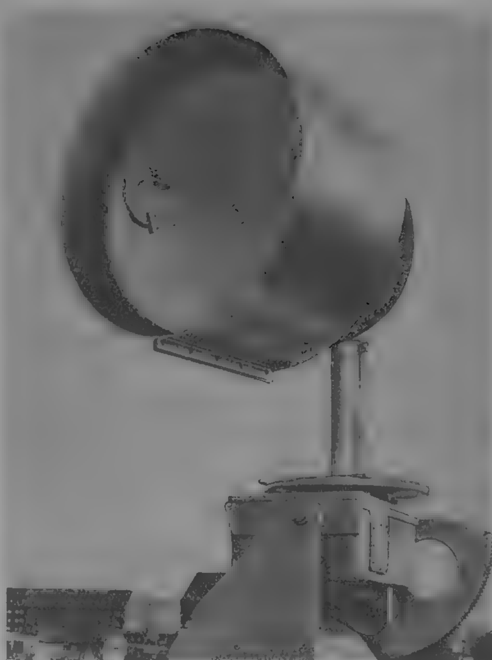


Bild 3. Parabolkragenantenne.

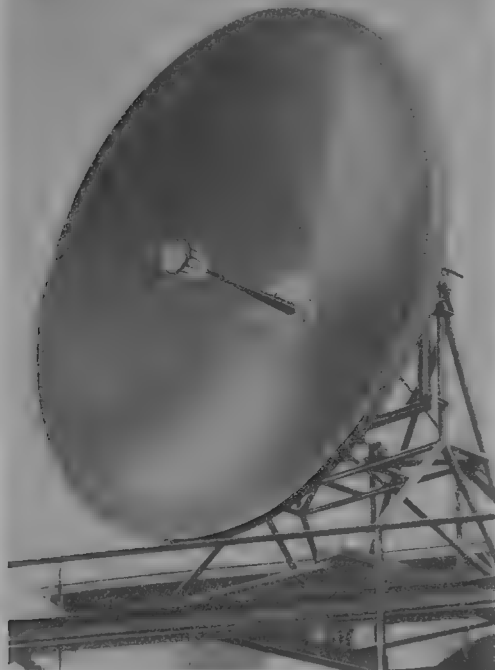


Bild 2. Parabolantenne mit Dipolerreger



Bild 4. Muschelantenne.

tur (Bild 1 u. 2). Die in der Praxis als Erreger verwendeten Strahler (Dipol mit Reflektor, Hornstrahler, Yagiantennen, Spiralantennen, Hohlleiterschlitzstrahler, Leaky-Wave-Antennen u. a.) erfüllen wegen ihrer kugelförmig bzw. zylindrisch geformten Phasencharakteristik weitgehend diese Forderungen. Die von der Erregerquelle ausgehende Strahlung wird aber nur zum Teil von dem Reflektor aufgefangen bzw. reflektiert. Den anderen Teil, der daran vorbeigestrahlt wird, nennt man die Überstrahlung (Bild 1). Das Verhältnis der auf den Spiegel gestrahlten Leistung zu der gesamten vom Erreger abgestrahlten ist der Erregerwirkungsgrad q_E. Als Ausleuchtungswirkungsgrad q_A bezeichnet man die Flächenausnutzung der Spiegelapertur bei Zugrundelegung der auf den Reflektor fallenden Leistung. Der Flächenwirkungsgrad q der gesamten Antenne ist dann $q = q_E \cdot q_A$. Die Überstrahlung kann durch einen an dem Reflektor angebrachten zylindrischen oder anders geformten Kragen oder auch nur durch Teile eines solchen abgeschirmt oder weitgehend absorbiert werden, wenn er auf der Innenseite mit Absorptionsmaterial belegt ist (Parabolkragenantenne) (Bild 3). Eine besondere Form dieser Parabolkragenantenne ist die Muschelantenne (Bild 4). Sie besitzt eine exzentrische Parabolkalotte als Reflektor, der unten und an den Seiten mit Abschirmflächen versehen ist. Der so entstehende Raum wird nach vorn durch eine Glasfiberplatte wettersicher abgeschlossen, die den darin befindlichen Erreger und die Reflektoroberfläche schützt.

Eine Zylinderparabolantenne, die aus einem in Richtung der Zylinderachse sehr flachen, oben und unten durch ebene Platten abgedeckten Zylinderparabol besteht, ist die Segmentantenne (pillbox-antenna, cheese antenna). Die Höhe der Antennenapertur beträgt nur wenige Wellenlängen,

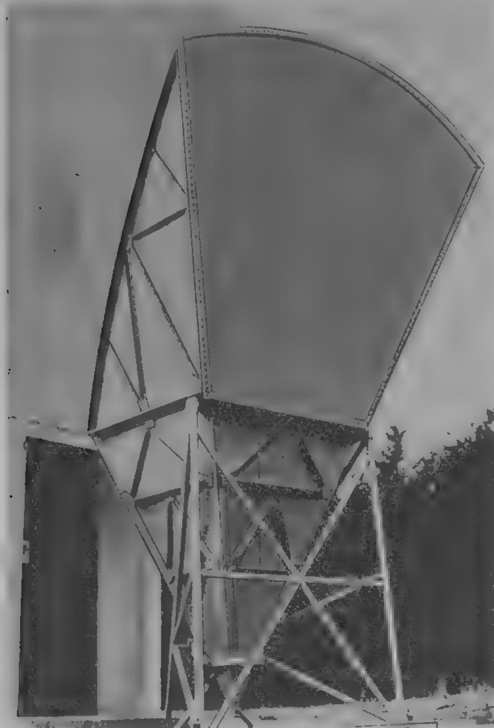
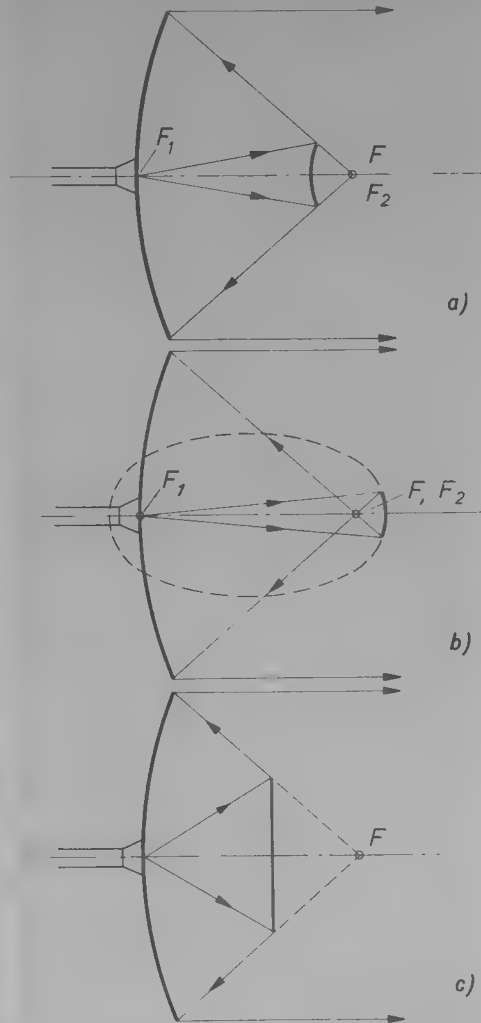


Bild 5. Hornparabolantenne.



a) mit hyperbolischem Hilfsreflektor (Cassegrainantenne), b) mit elliptischem Hilfsreflektor (Gregoryantenne), c) mit ebenem Hilfsreflektor.

Bild 6. Doppelreflektorantennen.

manchmal sogar beträchtlich weniger ($\lambda/3$), so daß die Antenne keinen eigentlichen → Flächenstrahler mehr darstellt.

Bei der Hornparabolantenne (Bild 5) wird die aus einem Horn (meist Pyramidenhorn) austretende Strahlung durch eine schräg zur Hornachse angebrachte exzentrische Parabolkalotte, deren Brennpunkt mit der Pyramidenspitze zusammenfällt, so gelenkt, daß sie seitlich, gegen die Hornachse um etwa 90° geneigt, abgestrahlt wird.

Da bei der Schwenkung der Strahlung durch Auslenkung des Erregers bei einer Parabolantenne Verzerrungen in der Richtcharakteristik (Koma) auftreten, gewinnen neuerdings S. mit sphärischem Reflektor (Kugelspiegel), die diesen Nachteil vermeiden, etwas mehr an Bedeutung.

Die sog. Kosekansantenne besitzt ein Vertikaldiagramm mit der in der Radartechnik gewünschten Abhängigkeit der Feldstärke vom Kosekans (= 1/sin) des Elevationswinkels (Kosekansdiagramm). Man kann ein solches Diagramm mit parabolischen Reflektoren und Mehrfacherregern, mit stärker von der Parabolform abweichenden Reflektoren mit einfachen Erregern oder mit speziell geformten Doppelreflektorantennen erzeugen (s. Nullstellenauffüllung → Richtcharakteristik). Bei den Doppelreflektorantennen (Bild 6) wird die vom Primärstrahler ausgehende Strahlung über einen Hilfsreflektor auf den meist parabolischen Hauptreflektor gelenkt. Die am meisten verwendete Doppelreflektorantenne ist die Cassegrainantenne (Bild 6a u. 7). Bei ihr werden die vom Wellenzentrum des Primärstrahlers ausgehenden Strahlen (Kugelwellen) an einem konvex hyperbolischen Hilfsreflektor so reflektiert, als ob sie von dessen virtuellem Brennpunkt F_2, der mit dem Brennpunkt F des parabolischen Hauptreflektors zusammenfällt, ausgingen. Der Vorteil des Cassegrainprinzips gegenüber der einfachen Primärfokusantenne, bei der sich der Erreger im Fokus des Hauptreflektors befindet, sind kurze Verbindungsleitungen vom Primärstrahler zum Sender oder Empfänger und damit geringere → Antennentemperaturen. Eine Modifikation dieses Prinzips stellt die Nahfeld-Cassegrain-Antenne dar, bei der der Primärstrahler (meist Hornparabol) so groß ist, daß der Hilfsreflektor sich in dessen Nahfeld befindet und daher von einer annähernd ebenen Welle getroffen wird. Er muß dann eine konvex parabolische Form haben.



Bild 7. Cassegrainantenne (Erdefunkstelle Raisting).

Bei den Gregoryantennen (Bild 6b) hat der Hilfsreflektor eine konkav elliptische Kontur. Er liegt vom Hauptreflektor aus gesehen hinter dem Brennpunkt des Parabols und ermöglicht so die Anbringung eines weiteren Primärerregers für längere Wellen.

Grundsätzlich kann der Hilfsreflektor auch andere Formen haben, wie z. B. konkav hyperbolisch, konkav parabolisch oder sogar eben (Bild 6c). Dann muß er jedoch zur Ausleuchtung des Hauptreflektors so große Dimensionen haben, daß die Apertur des Hauptreflektors zum großen Teil oder sogar ganz abgedeckt wird.

In letzter Zeit sind Doppelreflektorantennen mit nicht parabolischem Hauptreflektor vorgeschlagen und untersucht worden, bei denen durch geeignete Verformung von Haupt- und Hilfsreflektor eine über das übliche Maß hinausgehende Flächenausnutzung erreicht werden kann.

Die Bündelung bei Spiegelantennen ist wie bei allen Flächenstrahlern umgekehrt proportional zu den in Wellenlängen gemessenen Dimensionen der Spiegelapertur. Für Parabolspiegel mit kreisförmiger Apertur vom Durchmesser D gilt bei der üblichen, am Spiegelrand auf etwa 10 dB abgefallenen Ausleuchtung für die Halbwertsbreite der Hauptkeule die einfache Faustformel

$$\Theta_H = \frac{70}{D/\lambda} \text{ Grad}\,.$$

Zu den Spiegelantennen im weiteren Sinne muß man auch die nur als passive Elemente wirksamen Umlenkspiegel zählen. Zur Verringerung der Nebenmaxima werden statt rechteckiger Spiegel heute häufig rhombische oder manchmal sogar $\cos^2$-förmige eingesetzt [2].

Die Umlenkspiegel sind meist eben, und die von ihnen reflektierte Strahlung hat in der Richtcharakteristik die übliche glockenförmige Hauptkeule. Um der Hauptkeule eine Sektorform zu geben, werden in letzter Zeit auch geknickte und gestufte Spiegel verwendet [3].

Als Periskopantenne bezeichnet man eine Anordnung, die aus einer in der Nähe des Erdbodens befindlichen, senkrecht nach oben strahlenden Antenne und einem in einer Höhe von einigen zehn Metern angebrachten, um 45° geneigten Umlenkspiegel besteht.

Der als Radarreflektor benutzte Tripelspiegel ist eine aus drei senkrecht zueinanderstehenden leitenden Ebenen gebildete einspringende Ecke. Er hat sog. Rückspiegelcharakter, d. h. die Eigenschaft, in einem gewissen Winkelbereich einen großen Teil der auf ihn fallenden Strahlung in die Anstrahlrichtung zurückzuwerfen.

Literatur: [1] P. W. Hannan, Microwave Antennas Derived from the Cassegrain Telescope. IRE Transactions on Antennas and Propagation, March (1961) S. 140–153 — [2] G. F. Koch, Richtantennen mit besonderen Aperturformen. NTZ, Heft 4 (1957) S. 175–186 — [3] G. F. Koch, Richtfunkantennen mit Strahlungsdiagrammen geringer Winkel- und Frequenzabhängigkeit. NTZ 19, (1960) S. 92–100 — [4] F. R. Huber, M. Schiller u. R. W. Major, Das hochfrequenztechnische Konzept der 20-m-Parabolantennenanlage der Sternwarte Bochum. Rohde + Schwarz-Mitteilungen, Ausgabe 21, November 1957, S. 331–351 — [5] M. Schönfeld, Die Erdefunkstelle Raisting für den Nachrichtenverkehr über Fernmeldesatelliten. Luftfahrttechnik. Raumfahrttechnik, Bd. 11 (1965) Nr. 9, S. 230–237 — [6] G. von Trentini, K.-P. Romeiser, u. W. Jatsch, Dimensionierung und elektrische Eigenschaften der 25-m-Antenne der Erdefunkstelle Raisting für Nachrichtenverbindungen über Satelliten. Frequenz Bd. 19, (1965) Nr. 12, S. 402–421.

Koch

Spiegelbild, elektrisches. Befindet sich im einfachsten Fall in einem homogenen Isolator mit der Dielektrizitätskonstanten ε ein kleiner Träger einer elektrischen Ladung Q vor der unendlich ausgedehnten ebenen Oberfläche eines Leiters und ist x der Abstand des Ladungsträgers von dieser Ebene, so läßt sich in jedem Punkte des dielektrischen Halbraumes das elektrische Feld nach dem Prinzip der Spiegelung bestimmen: Wären in einem einheitlichen Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstanten ε zwei kleine Ladungsträger mit den Ladungen Q und $-Q$ im Abstand $2x$ voneinander angeordnet, so wäre die Mittelebene Äquipotentialfläche; in bezug auf diese ist (in zur Strahlenoptik analoger Ausdrucksweise) der eine Ladungsträger Spiegelbild des anderen. Denkt man sich am Ort der Mittelebene ein beliebig dünnes leitendes Blech, so wird dadurch das elektrische Feld im Isolator nicht geändert, auch dadurch nicht, daß man sich den eben begrenzten Halbraum durch einen Leiter ausgefüllt denkt. Zwischen dem Träger der Ladung Q im dielektrischen Halbraum und der ebenen Oberfläche des Leiters besteht also eine Anziehungskraft in Richtung x, die nach dem → Coulombschen Gesetz die Größe hat

$$F = \frac{Q^2}{16\pi\varepsilon x^2}.$$

Dieses von W. Thomson 1847 angegebene Prinzip der elektrischen Spiegelung kann auch auf zahlreiche andere Anordnungen angewandt werden (→ Antennen).

Literatur: K. Küpfmüller, Einführung in die Theoretische Elektrotechnik, 8. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York 1965 — J. Jeans, The mathematical theory of electricity and magnetism, 5. ed., Cambridge 1951

J. Fischer

Spiegeleisen → Eisen, → Mangan.

Spiegelfrequenz ist eine um das Doppelte der Zwischenfrequenz eines → Überlagerungsempfängers abweichende unerwünschte Empfangsfrequenz, die ebenfalls mit der Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz bildet.

Spiegelfrequenzfestigkeit → Trennschärfe.

Spielraum eines Telegrafenapparates. Aus dem Aufbau und den mechanischen oder elektrischen Eigenschaften des Apparates läßt sich errechnen, bei welcher Höchstverzerrung der Zeichen die Wiedergabe der Sendung noch richtig sein kann. Dieser Grenzwert heißt der Sp. des Apparates. Er ist wie die → Verzerrung eine relative Zahl, bezogen auf die Zeitdauer des kürzesten Schrittes. Synchrontelegrafenapparate haben einen größeren Spielraum als Start-Stop-Apparate, weil im letzten Falle wegen der Abhängigkeit von der Verzerrung des Startschrittes die Verschiebungsmöglichkeit für den Abtastzeitpunkt eingeengt wird. Das CCITT hat die verschiedenen Spielraumarten definiert. Höchstwert des Sp. bei Start-Stop-App. 50 %; praktisch erreichbarer Wert 45 %.

Literatur: Documents des C.C.I.T.T. Genf — F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Spindelöl → Mineralöl.

Spinner, Spinnmaschine → Isolierung von Kupferleitern.

Spinresonanz → Zirkulator.

Spinstabilisierung → Satellitenstabilisierung.

Spiritus → Äthylalkohol.

Spitzentransistor → Transistor.

Spitzenverlötung → Adernverbindung.

Spleißbündel, -wendel → Adernverbindung.

Splintholz ist ein lebendes, d. h. physiologisch aktives Holz, zwischen Bast und → Kernholz liegend. Es ist meistens hell gefärbt und dient der Wasserführung innerhalb des Stammes. S. ist der Holzbereich, der beim Tränken mit Holzschutzmitteln erfaßt werden soll.

Split-gate-ranging → Entfernungstor, Radartechnik.

Spornverlängerung → Echolotung, ionosphärische.

Sprachaufzeichnungsgeräte im öffentlichen Fernsprechnetz.

Mit der Bezeichnung »Apparate zur Aufzeichnung von Gesprächen« sind Sp. allgemein als → private Zusatzeinrichtungen für Teilnehmersprechstellen zugelassen. Die Geräte werden an die Sprechapparate wie zweite Hörer an die Steckverbinderzungen Z1 und Z2 der Fernsprechapparate 61 angeschaltet. Die als private Zusatzeinrichtungen zugelassenen Sp. gestatten u. a. Gespräche am Fernsprecher auf Magnettonband, Magnettonfolie u. dgl. aufzunehmen und später über einen eingebauten

Lautsprecher oder anzuschließende Kopfhörer wiederzugeben. Einige Sp. können zusätzlich auch als → Lauthörgeräte benutzt werden. Sp. sind in Nebenstellenanlagen auch als private → Sondereinrichtungen vornehmlich zur Aufzeichnung von Diktaten (Ferndiktiereinrichtungen) zulässig, soweit dies technisch und betrieblich ohne Beeinträchtigung des Fernsprechverkehrs möglich ist. Diese Sp. können auf dem Grundstück der Hauptstelle oder der Vermittlungseinrichtung einer Zweitnebenstellenanlage eingerichtet werden und müssen nichtamtsberechtigt geschaltet sein. Die Sp. werden von den Nebenstellen — soweit möglich auch von Sprechstellen einer Zweitnebenstellenanlage, einer anderen Nebenstellenanlage über Querverbindungen oder einer Privatfernmeldeanlage über Abzweigleitungen — über die aufgebaute Verbindung mit Hilfe von Schaltkennzeichen (Gleichstrom oder Wechselstrom unter 3400 Hz) gesteuert, wozu Schaltmittel der Sprechstelle oder bei diesen angebrachte Zusatzgeräte dienen. Diese Zusatzgeräte gelten dann als private Zusatzeinrichtungen. Steuertöne dürfen nur beim Diktieren gesendet werden. Sp. können bei einfacheren Aufgaben auch sprachgesteuert sein. *Paul*

Sprachbaustein → Sprache, synthetische.

Sprache, synthetische. Unter s. S. versteht man einen Schallvorgang, der der menschlichen Sprache physikalisch und linguistisch ähnlich ist und mit Hilfe mechanischer oder elektrischer Schwingungsgebilde automatisch erzeugt wird. Wenn man dagegen eine nach diesem Prinzip arbeitende Apparatur mittels einer Zusatzeinrichtung durch die menschliche Sprache selbst steuert, so spricht man von »quasisynthetischer Sprache«. Hierzu gehören vornehmlich die unter dem Namen → Vocoder bekannt gewordenen Einrichtungen. Synthetische Sprache ist u. a. von Bedeutung, wenn Sprachsignale unter Verringerung der in ihnen enthaltenen → Redundanz über schmalbandige Nachrichtenkanäle übertragen oder wenn Information von Datenverarbeitungsanlagen akustisch ausgegeben werden sollen (→ Informationstheorie).

Ein Generator für s. S. stellt im Prinzip eine Nachbildung des menschlichen Stimmbildungssystems dar, besteht also aus zwei wahlweise einschaltbaren Schallquellen — dem Tongenerator für stimmhafte Laute und dem Rauschgenerator für → Frikativ- und → Explosivlaute —, einer mechanischen oder elektrischen Nachbildung des menschlichen → Artikulationssystems und einer den Lungen entsprechenden Energiequelle. Da sich das menschliche → Artikulationssystem bei der Spracherzeugung in seinem Frequenzverhalten (Pol- und Nullstellenverteilung) ständig ändert, müssen gleiche Anforderungen auch an die mechanischen bzw. elektrischen Analoga gestellt werden. Hierdurch werden z. B. Zungen- und Lippenbewegungen, Bewegungen des Gaumensegels und Veränderungen in der Größe der Mund-, Nasen- und Rachenhohlräume nachgebildet, und nach einem bestimmten, durch die zu synthetisierende Sprache festgelegten Programm gesteuert.

Synthetische Sprache läßt sich weiterhin dadurch erzeugen, daß man Einzel- oder Doppelphoneme, Silben oder auch ganze Wörter, die als Sprachbausteine in einem Speicher zur Verfügung stehen, nach einem vorgeschriebenen Programm abruft und zu den nächst höheren Spracheinheiten synthetisch zusammensetzt. Bei der Verwendung von Einzel- oder Doppelphonemen als Bausteine müssen die für die Verständlichkeit wesentlichen Lautübergänge mit berücksichtigt werden, was man durch Zwischenschaltung eines oder verschiedener neutraler Übergangslaute, beispielsweise des Lautes /ə/ erreichen kann. Die so erzeugten synthetischen Sprachsignale sind von natürlich erzeugten Sprachsignalen kaum zu unterscheiden, lassen aber keine Variationsmöglichkeiten hinsichtlich der Ausdrucksform und der Stimmhöhe zu. Diesem Verfahren kommt insbesondere kommerzielle Bedeutung zu.

Ferner kann man synthetische Sprache dadurch herstellen, daß man die den Sprachvorgang charakterisierenden Zeitfrequenzspektren (→ Visible Speech) vereinfacht zeichnerisch oder als Rechnerprogramm darstellt und diese dann mit Hilfe eines geeigneten Rückspielgerätes akustisch ausgibt. Es entsteht eine zwar monoton klingende, aber durchaus verständliche Sprache. Untersuchungen dieser Art dienen vornehmlich der phonetischen und linguistischen Grundlagenforschung.

Literatur: W. Meyer-Eppler und W. Endres: Synthetische Sprache, In: K. Steinbuch (Hrsg.) »Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung«, 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York; Springer-Verl. 1967, S. 799—814. *Endres*

Sprachenhilfsplatz → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen, → Fernplatzarten.

Sprachentaste → Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen.

Spracherkennung, automatische. Ein Vorgang, bei dem mit Hilfe einer Apparatur einzelne Laute, Lautgruppen oder Wörter eines Sprachsignals identifiziert und in eine diskrete Folge definierter Symbole umgesetzt werden. Zur Erkennung werden nur wenige, apparativ erfaßbare Kriterien (sog. Unterscheidungsmerkmale) herangezogen, durch die sich die zu erkennenden Sprachsignale akustisch oder in ihrem elektrischen Äquivalent eindeutig voneinander unterscheiden. Jeder Sprechlaut (→ Phonem) läßt sich durch eine endliche Anzahl von Merkmalen, jedes Wort durch eine bestimmte Anzahl und durch eine bestimmte Folge von Phonemen beschreiben. Besondere Bedeutung kommt dem Merkmalpaar »stimmhaft/stimmlos« zu, durch das sich die Sprechlaute in zwei Lautklassen einteilen lassen: Stimmhafte Laute zeichnen sich dadurch aus, daß der sie charakterisierende Schwingungsvorgang quasiperiodisch ist, stimmlose Laute haben Rauschcharakter. Die spektralen Eigenschaften der → Vokale werden u. a. durch die Mittenfrequenzen der → Formantbereiche und deren unterschiedliche Energieniveaus beschrieben. Den → Explosivlauten ist gemeinsam, daß dem bei der Lautbildung notwendigerweise auftretenden Verschlußvorgang stets eine kurze Sprechpause unmittelbar vorausgeht, die bei stimmhaften

Explosivlauten durch den Stimmbandgrundton — auch Stimmgrundton genannt — ausgefüllt ist. Aus den Kombinationen der automatisch ermittelten oder fehlenden Merkmale lassen sich die einzelnen Phoneme und aus diesen wiederum die einzelnen Wörter erkennen. Merkmal-Erkenner für das Merkmalpaar »stimmhaft/stimmlos« sind u. a. in von H. Kusch und W. C. Dersch entwickelten, als Wort-Erkenner arbeitenden Geräten enthalten, Vorschläge für Phonem-Erkenner stammen von D. B. Fry, P. Denes u. a. Falls auch die Tonhöhe des Sprachsignals und deren zeitlichen Schwankungen automatisch erfaßt werden sollen, muß in einem Tonhöhen-Erkenner die Sprachgrundfrequenz (z. B. durch Messung des Abstandes zwischen aufeinanderfolgenden gleichphasigen Stellen der Sprachschwingung) registriert werden.

Ein noch nicht befriedigend gelöstes Problem besteht darin, die Phoneme innerhalb des zu erkennenden Wortes zu trennen, wenn ein gesprochener Text automatisch in → Lautschriftzeichen ausgegeben werden soll (phonetische Schreibmaschine). Wenn nur eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Wörtern, z. B. die gesprochenen Zahlwörter Null bis Neun, erkannt werden soll, so ist es nicht unbedingt notwendig, die zu erkennenden Wörter in Phoneme zu zerlegen. Es ist vielmehr möglich, die Wörter jeweils als Einheit zu betrachten und mit Musterwörtern als Prototypen zu vergleichen oder nur bestimmte Laute und Lautkombinationen, die sich in wenigen Merkmalen besonders auffällig voneinander unterscheiden, für den Erkennungsvorgang heranzuziehen.

Die bisher entwickelten Geräte zur automatischen Spracherkennung beschränken sich vornehmlich auf diesen letztgenannten Fall. Aber selbst bei sorgfältiger Artikulation treten Schwierigkeiten auf, wenn die zu erkennenden Wörter von verschiedenen Sprechern (gleichen oder verschiedenen Geschlechts) gesprochen werden.

Literatur: W. Meyer-Eppler und W. Endres »Automatische Spracherkennung«, In: K. Steinbuch (Hrsg.): Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New Yo k; Springer-Verl. 1967, S. 787—799.
Endres

Sprachgenerator → Sprache, synthetische.

Sprachkennziffer. Sie dient bei im halbautomatischen → Auslandsfernsprechverkehr aufgebauten Verbindungen zur Kennzeichnung der Arbeitssprache zwischen den Vermittlungskräften, die insbesondere allen an einer ankommenden Verbindung beteiligten Kräften geläufig sein muß.

Gemäß CCITT-Empfehlung sind zunächst folgende Zuordnungen getroffen: Ziffer 1 Französisch, 2 Englisch, 3 Deutsch, 4 Russisch, 5 bis 8 für bilaterale Vereinbarungen. Ziffer 9 ist für andere Aufgaben reserviert, Ziffer 0 steht an Stelle von S. bei vollautomatischen Verbindungen (Verkehrsunterscheidungsziffer).

Die S. muß bei allen halbautomatischen Auslandsverbindungen entweder durch abgehende Vermittlungskräfte eingegeben oder durch abgehende internationale Register abhängig von der Zielinformation eingefügt werden. Sie wird unmittelbar vor der → nationalen Rufnummer gesendet und zur Ansteuerung von Vermittlungsplätzen mit entsprechend sprachkundigen Vermittlungskräften ausgewertet (→ Fernplatzansteuerung über Codewahlleitungen).

Sprachschutzfaktor, -schaltung → Tonempfänger.

Sprachspeicher der DB sind Drahttongeräte mit in Kassetten untergebrachten, leicht auswechselbaren Tonträgern, die besonders auf eingleisigen Strecken ohne Streckenblock dazu dienen, betriebswichtige Ferngespräche elektromagnetisch zu speichern, um eine Wiedergabe des Gespräches für Kontrollzwecke zu ermöglichen. S. werden durch ein Relais in den Mikrofonstromkreis ihres zugehörigen OB-(Ortsbatterie-)Fernsprechers eingeschaltet, so daß alle über diesen Fernsprecher geführten Ferngespräche automatisch aufgenommen werden. Die Röhren des im S. eingebauten Verstärkers werden ständig vorgeheizt. Die Tonträgerkassetten sind so gebaut, daß sie ein aufgenommenes Gespräch nach 90 Aufnahmeminuten selbsttätig löschen. Der Tonträger kann ohne Rückspulung nach dieser Zeit wieder neu besprochen werden. Da der S. nur bei abgehobenem Sprechhörer läuft, ist die Speicherzeit je nach Zahl und Dauer der Gespräche ein Mehrfaches von 90 Minuten. Vorschriftsgemäß muß nach jedem Vorkommnis die Tonträgerkassette innerhalb von 3 Stunden durch einen Aufsichtsbeamten ausgewechselt und für die spätere Untersuchung sichergestellt werden.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1953, 1955 und 1964.

Sprachspitzenpegel: Meßwert bei elektrischer Übertragung von Sprache, erhalten an einem Aussteuerungsmesser, d. i. einem Quasi-Spitzenspannungsmesser gemäß DIN 45 406, mit einer Integrationszeit von etwa 10 bis 20 ms und Rücklaufzeit von etwa 1,5 s. Einzelne Spitzen, die kürzer als die Integrationszeit sind, ergeben eine erhebliche Minderanzeige (10 dB und mehr). Die Sprachspitzen treten jedoch im Verlauf stimmhafter Laute häufiger hintereinander auf, so daß die Minderanzeige in Praxis etwa 2 bis 3 dB nicht übersteigt. Der S., als Näherung für die Momentanleistung und -spannung der Sprache am Meßpunkt, ist das Kriterium für die Aussteuerung folgender Übertragungsglieder, z. B. der Funksender. Experimentell wurde gefunden, daß der Medianwert des S. etwa 8–9 dB über dem → Sprachvolumen liegt.

Sprachverschlüsselung. Wegen relativ leichter Abhörmöglichkeit hat die S. von Funkgesprächen eine erhöhte Bedeutung erlangt. Für den Inlandfunkverkehr gelten für zufällige Abhörer von Nachrichten, die von einer öffentlichen Zwecken dienenden Fernmeldeanlage übermittelt werden und für die abhörende Funkanlage nicht bestimmt sind, die Bestimmungen des Fernmeldeanlagengesetzes v. 14. 1. 1928 (§§ 11 und 18, Ausnahme nach § 10 Abs. 3), wonach der Inhalt der Nachrichten und die Tatsache ihres Empfanges anderen nicht mitgeteilt werden dürfen. Im → öbL ist das Abhören eines Gespräches durch andere öbL-Teilnehmer technisch verhindert.

Im Überseefunk, dessen Gesprächsgebühren relativ hoch sind, werden eine 5-Band-S., s. Bild, oder eine Sprachwende (Inverter-Umkehrung der Frequenzordnung) verwendet, die Schutz gegen unbeabsichtigtes Abhören bieten. In der 5-Band-S. kann jedes der 5 je 550 Hz breiten Teilbänder, die in der Sprechkanalbandbreite von 250 bis 3000 Hz enthalten sind, invertiert oder in seiner Regellage belassen werden und dazu noch seinen Platz mit jedem anderen Teilband vertauschen. Es können bei 5 Teilbändern $2^5 \cdot 5! = 3840$ Kombinationen hergestellt werden, von denen nur der geringere Teil unverständliche Sprache ergibt. Durch eine Zeitsteuerung, die den Schlüsselwechsel vornimmt, wird der Abhörschutz verbessert. Für die S., insbesondere auch für gesteigerte Anforderungen an den Abhörschutz, gibt es viele Lösungsmöglichkeiten. Eine unter ihnen ist der Schutz durch Redundanz, der im wesentlichen darin besteht, wichtige Nachrichten in einer Überzahl von belanglosen zu »verstecken«, so daß die Entschlüsselung zu zeitraubend wird und die entschlüsselte Nachricht nicht mehr aktuell ist. Man kann auch eine Nachricht digital codieren, diese mit einem ebenfalls digital codierten Zufallsschlüssel multiplikativ mischen und für die Übertragung wieder decodieren. So erhält man auf der Übertragungsstrecke ein geräuschähnliches Signal, das keine Verwandschaft mit der Sprache mehr erkennen läßt; eine komplementäre Behandlung dieses Signals mit Hilfe des gleichen Schlüssels auf der Gegenstelle ergibt wieder das verständliche Ursprungssignal. Bei erhöhten Anforderungen an den Abhörschutz muß der gesamte Übertragungsweg zwischen den Gesprächspartnern geschützt werden. Die Schlüssel sollen möglichst variationsfähig sein und rasch wechseln, die Schlüsselfolge soll entweder keine oder eine sehr lange Periode haben. Die durch den Einsatz von Sprachverschlüsselungsanlagen entstehende Qualitätseinbuße (an Bandbreite, Störabstand, Übertragungszeit u. a.) muß klein bleiben.

Schurig

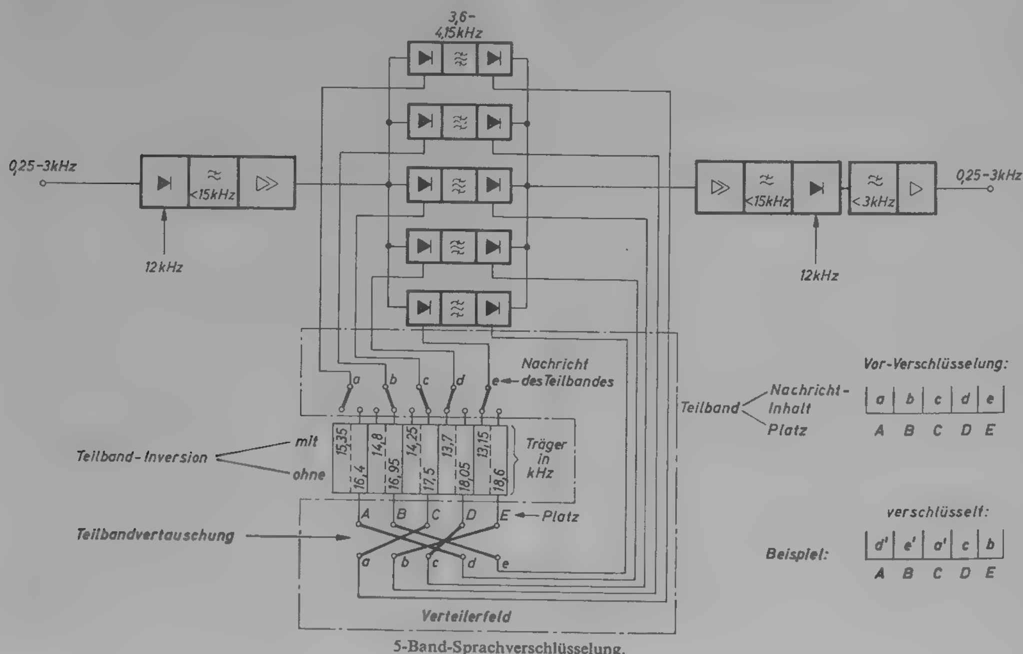
Sprachverzerrung ist die lineare und nichtlineare → Verzerrung der Sprache, wobei besonders die nichtlineare Verzerrung als störend empfunden wird.

Sprachvolumen. Meßwert bei elektrischer Sprachübertragung, gemessen mit einem Volumenmesser (in Deutschland wird als solcher der → Geräuschspannungsmesser — in der Schaltung zur Fremdspannungsmessung — verwendet) mit der Integrationszeit von etwa 200 ms und gleichgroßer Rücklaufzeit. Als S. während der aktiven Sprechzeit gilt der vom Beobachter festgestellte Mittelwert der Anzeigemaxima während der Sprachsilben. Dieser Wert ist der mittleren Sprechleistung während der Aktivzeit etwa gleich. Die Schwankungsbreite (→ Dynamik, Abs. B) des S. bei einer Gesamtheit verschiedener Sprecher beträgt etwa ± 8 dB gegenüber dem Medianwert, und zwar bei einer Über- bzw. Unterschreitungswahrscheinlichkeit von jeweils 10 %.

Sprachwende → Sprachverschlüsselung.

Spread-F = F-Streuung → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → Streuausbreitung, ionosphärische, → Rückstreuung.

Sprechapparat → Fernsprechapparate.



5-Band-Sprachverschlüsselung.

Sprechapparate besonderer Art. Rückfrageapparat, Ortsmünzfernsprecher, Mithörapparat, tragbarer Apparat mit Anschlußstöpsel sind Beispiele für S. Ihre Verwendung bei Haupt- und Nebenstellen statt gewöhnlicher Sprechapparate setzt die (allgemeine) Zulassung der DBP voraus. Daneben gibt es S., die nicht allgemein zugelassen sind; diese dürfen nur mit Genehmigung der DBP verwendet werden. Hierzu zählen die sog. Sprechapparate in Sonderanfertigung, z. B. Grubenapparate, Direktionsapparate, Apparate mit eingebautem Rufnummerngeber, Maklerapparate.

Sprechbelastung → Aussteuerung.

Sprechfunk kennzeichnet alle diejenigen Funkanwendungen, bei denen die menschliche Sprache übertragen wird im Gegensatz zum Telegrafiefunk und anderen Übertragungsarten, wie Fernsehen, Rundfunktonübertragung u.a. Sprechfunkanlagen (→ Funkanlage erfordern eine Frequenzbandbreite, die es gestattet, etwa 3 kHz breite Sprachbänder zu übertragen. Besonders ausgeprägt wird der Begriff im Bereich der → beweglichen Funkdienste verwendet. S.-Anlagen werden vorzugsweise im UKW-Bereich mit Frequenz- (oder Phasen-)modulation mit Leistungen zwischen 0,1 und 50 W betrieben, wobei Werte von 0,1, 1 und 6 W einer Norm zustreben, die von der überwiegenden Anzahl von Anlagen bereits eingehalten werden. Eine S.-Anlage des → beweglichen Betriebsfunks ist definiert als eine Sende- und Empfangsfunkanlage, zu der ein Sender und ein Empfänger einschl. Antenne, Bedienungsgerät mit Handapparat, Stromversorgung und gegebenenfalls Selektivrufeinrichtung gehören, in einer festen oder beweglichen Betriebsfunkstelle. Ein S.-Netz des beweglichen Betriebsfunks ist ein Netz, das aus einer festen Betriebsfunkstelle und einer oder mehreren beweglichen Betriebsfunkstellen besteht.

Sprechfunkalarmzeichen → Alarmzeichen.

Sprechfunkanlagen 1. → Funkanlage; 2. der Bundesbahn, des beweglichen Betriebsfunks sowie der Sicherheitsbehörden und -organisationen → nichtöffentlicher beweglicher Landfunkdienst (nöbl).

Sprechfunk für Küstenschiffahrt → nautischer Funkdienst.

Sprechfunkschein → Internationaler Rheinfunkdienst.

Sprechfunk-Sicherheitszeugnis → Sicherheitszeugnis.

Sprechkapsel. Ein elektroakustischer Wandler, der einen Schallvorgang (Sprache) in Wechselströme (Sprechströme) umsetzt. Er besteht im allgemeinen

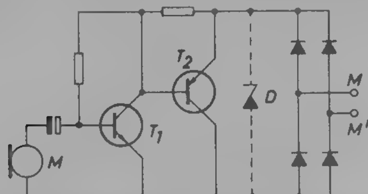


Bild 1. Schaltungsbeispiele transistorisierter Sprechkapseln mit dynamischen Wandlersystemen.

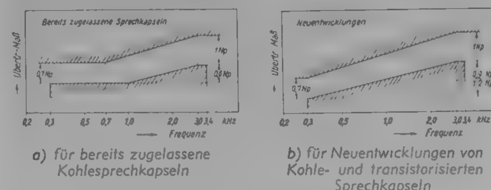
aus einem Kohlemikrophon (→ Mikrophon). Beim gegenwärtigen Stand der Technik kommen auch elektrodynamische, elektromagnetische, piezoelektrische und Elektret-Mikrophone (→ Mikrophon) in in Frage. Wegen ihres geringen Übertragungsfaktors ist ein Transistorverstärker notwendig, der aus dem Fernsprechnetz gespeist wird und in der Sprechkapsel untergebracht werden kann (Bild 1). Die äußeren Maße und ihre elektroakustischen Eigenschaften sind von der DBP vorgeschrieben. Hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit sind Sprechkapseln in drei Gruppen unterteilt:

Gruppe	→ Sendebezugsdämpfung in Neper
I (blau)	+ 0,9 bis + 0,5
II (grün)	+ 0,5 bis + 0,1
III (rot)	+ 0,1 bis – 0,3

Für den Einsatz von Mikrophonen mit Transistorverstärker gilt nach vorläufigen Richtlinien des FTZ folgende Einteilung:

Gruppe	→ Sendebezugsdämpfung in Np	
I (blau)	+ 0,2	± 1,5 Np
II (grün)	– 0,1	
III (rot)	– 0,4	

Die Frequenzkurve soll im Bereich von 300 und 3400 Hz innerhalb eines vorgeschriebenen Toleranzbereiches liegen (Bild 2).



a) für bereits zugelassene Kohlesprechkapseln

b) für Neuentwicklungen von Kohle- und transistorisierten Sprechkapseln

Bild 2. Toleranzbereiche.

Literatur: O. Hörner u. Langsdorff, Siemens-Zeitschrift 33, 1959, Heft 7.

Brosze

Sprechstelle. Allgemein versteht man unter S. jeden Apparat, der mit Mikrofon, Fernhörer und Schaltvorrichtung ausgerüstet ist und von welchem aus man mit einer oder mehreren gleichzeitig örtlich getrennten Sprechstelle(n) in Fernsprechbeziehung treten kann. Die Fernsprechbeziehung zwischen zwei S. bildet die Regel; die (gleichzeitige) Fernsprechverbindung von mehr als 2 S. bezeichnet man als Konferenzgespräch. Wenn eine S. immer nur mit derselben örtlich getrennten zweiten S. in Verbindung treten kann, handelt es sich um eine feste Verbindung. Falls jedoch die zweite S. aus einer Mehrzahl von S. auszuwählen ist, geschieht diese Auswahl mit Hilfe von Vermittlungseinrichtungen, verabredeten Rufzeichen oder Tastenbetätigung. Zur S. gehört auch die Leitungseinführung ggf. mit Sicherungseinrichtung und die Erdleitung.

Die Statistik der DBP (St F 2b) erfaßt (nur) die amtsberechtigten S. des öffentlichen Fernsprechnetzes; die Zahl der installierten (amtsberechtigten) S. ergibt sich in erster Näherung aus der Summe von Hauptanschlüssen und amtsberechtigten Nebenanschlüssen. Soweit es sich um Nebenstellenanlagen mit mehr als

einer Amtsleitung handelt, werden also zu viele S. gezählt. Unter Vernachlässigung der Tatsache, daß ein Teil der Nebenstellenanlagen als Zweitnebenstellenanlagen geschaltet ist, kann die Zahl der amtsberechtigten S. näherungsweise mit folgender Formel errechnet werden:

Summe der Hauptanschlüsse
— Summe der auf Nebenstellenanlagen geschalteten Hauptanschlüsse
+ Summe der Nebenstellenanlagen
+ Summe der amtsberechtigten Nebenstellen

Die Zahl d. S. hat sich wie folgt entwickelt:

Deutsches Reich	März 1930	3 203 642
	» 1935	3 134 103
	» 1937	3 431 074
Bundesrepublik Deutschland		
	Ende Dez. 1950	2 477 946
	» » 1955	3 985 212
	» » 1960	5 994 051
	» » 1965	8 802 166
	» » 1967	10 321 281
	» » 1968	11 248 979
	» » 1969	12 456 286

Die über 222 Mill. S. der Welt verteilen sich nach dem Stand vom 1. 1. 1968 auszugsweise wie folgt (in Millionen):

USA	103,752	Niederlande	2,715
Japan	18,217	Schweiz	2,533
Großbritannien	12,099	DDR	1,780
Bundesrepublik	10,321	Belgien	1,754
USSR	9,100	CSR	1,679
Kanada	8,385	Polen	1,530
Frankreich	6,999	Dänemark	1,469
Italien	7,057	Österreich	1,163
Schweden	3,935	Norwegen	0,987
Spanien	3,379	Finnland	0,950
Australien	3,178		

Die Zahl der im Jahre 1968 abgehend geführten Gespräche je S. beträgt in Tausend:

USA	1,28	Bundesrepublik	0,72
Schweden	1,20	Großbritannien	0,66
Niederlande	0,82	DDR	0,65
Schweiz	0,73	Frankreich	0,42

→ öffentliche Sprechstelle. *Breidt*

Sprechstellendichte. Zahl der Sprechstellen bezogen auf 100 Einwohner. → Hauptanschlußdichte.

Sprechstellenentstörer → Aufsicht, → Entstörer.

Sprechzeuge — auch Abfragegarnitur genannt — werden zum Sprechen und Hören in Fernmeldeanlagen überall dort verwendet, wo die Hände für andere Tätigkeiten als das Halten eines Handapparates frei bleiben müssen. Hauptsächlich ist dies an Vermittlungs- und Abfrageplätzen (Fernsprechauskunfts-, Fernsprechauftragsdienst-, Telegrammaufnahme-, Störungsannahmeplätzen usw.) sowie bei Prüfplätzen der Fall. Um ein günstiges Verhältnis von Nutzschall zu Störschall (Raumgeräusch) zu erreichen, soll das Mikrophon eine bestimmte Lage nahe dem Munde einnehmen und diese bei allen Betriebsvorgängen beibehalten. Deshalb werden heute anstelle der früher gebräuchlichen, aus dem an einem Trageband gehaltenen Brustmikrophon und einem Kopfhörer bestehenden zweiteiligen Sprechzeuge grundsätzlich einteilige Sprechzeuge bevorzugt.

Beim Sprechzeug 53a wird das Mikrophon von einem ausziehbar und schwenkbar mit der Hörmuschel verbundenen Mikrophonarm seitlich an den Mund herangeführt. Bei richtigem Sitz soll die Kapsel 5 bis 10 mm vom Mundwinkel entfernt sein. Dieses Sprechzeug eignet sich auch für Vierdraht-Fernplätze, weil die getrennte Anordnung von Mikrophon und Hörer



Bild 1. TELBA-Sprechzeug (Hörkapsel im rechten Gehäuse, Transistor-Sendeverstärker im linken Gehäuse).

eine günstige Entkopplung der beiden Sprechwege gewährleistet. — Beim Sprechzeug 59 ist die Mikrophonkapsel unmittelbar unter dem Hörer angeordnet. Die Schallwellen werden über einen als akustischen Leiter ausgebildeten, schwenkbaren Einsprechtrichter zugeführt. Deshalb keine Schwerpunktbildung am Ende des Mikrophonträgers. Gewicht: 110 p (mit Schnur, jedoch ohne Anschlußstöpsel). — Die elektrischen Daten beider Sprechzeuge sind: EBD —0,2 N, SBD +0,6 N, Widerstand des Kohlemikrophons 150 Ohm, Scheinwiderstand des Hörers 300 Ohm bei 800 Hz Mikrophon-Speisestrom 50 mA, übertragenes Frequenzband 300 bis 3400 Hz. Die Sprech- und Hörkapseln sind auswechselbar. — Beide Sprechzeuge werden in der Regel mit Einfachkopfhörern verwendet, in Räumen mit hohem Geräuschpegel werden Doppelkopfhörer bevorzugt, z. B. an Telegrammaufnahmeplätzen.

Bei der Weiterentwicklung der Sprechzeuge ist es das Ziel, Trageformen zu entwickeln, die ein angenehmes Tragen ohne Druck auf die Ohren und ohne die Frisur zu beeinträchtigen ermöglichen. Durch Verwendung dynamischer Schallwandler — u. U. mit Miniaturverstärkern im Anschaltestöpsel oder in der Hörmuschel — wird auch das Gewicht weiter herabgesetzt werden können. In diesem Bestreben wurden Sprechzeuge mit Nackenbügel und mit Kinnbügel



Bild 2. Sprechzeug STETOMIKE (Transistor-Sendeverstärker im Anschaltestöpsel).

entwickelt. Zwei solche neuartigen Sprechzeuge mit einem unter dem Kinn verlaufenden Bügel, der als Mikrophonträger dient, zeigen die Bilder 1 (TELBA-Sprechzeug) und 2 (Sprechzeug STETOMIKE).

Literatur: K. Braun, Minderung des Lärms in Räumen, Herabsetzung seiner Störwirkung beim Fernsprechen und Verbesserung der Hörsamkeit in Räumen. Telegraphen-, Fernsprech-, Funk- und Fernsehtechnik (TFT). Verlag Richard Dietze, Berlin 1942, Heft 4 — W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954. — W. Gänsler, Sprechzeuge – Grundsätzliches und Entwicklungstendenzen, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen (ZPF), Bd. 21 (1969, S. 562 ff.).

Gänsler

Spreizdipol → Dipolantenne.

Spreizrhombus → Rhombusantenne.

Sprifix RN 2303. Schwach alkoholisches, wenig schäumendes Entfettungsmittel, dient in der Galvanotechnik besonders zum Vorentfetten von Eisen- und Stahlteilen, Buntmetall, Zinkspritzguß.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Springschreiber. Sprungweise arbeitender Telegrafenapparat, bei dem im Betriebsruhezustand der Antriebsmotor eingeschaltet, die beiden über → Kupplungen anschaltbaren Funktionswellen (Sendewelle und Empfangswelle) aber in Schreibpausen ausgekuppelt sind, d. h. sich in Ruhestellung befinden. Bei der Zeichenübermittlung werden beide Wellen mit dem Antrieb gekuppelt und nach Aussenden jedes einzelnen Zeichens wieder angehalten (Start-Stop- oder Geh-Steh-Verfahren). Name gegenwärtig nicht mehr gebräuchlich, vielmehr durch die Bezeichnung »→ Fernschreibmaschine« oder kürzer »Fernschreiber« ersetzt. Weiteres s. u. Start-Stop-Apparate.

Spritzguß. Beim Spritzgußverfahren erwärmt man die Metalle oder thermoplastischen Rohmaterialien bis zur Verflüssigung und spritzt sie dann unter hohem Druck in geschlossene, zweiteilige, stählerne, wassergekühlte Hohlformen.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Spritzverzinken → Metallspritzen.

Sprung (bei ionosphärischer Wellenausbreitung) → Brechung, ionosphärische.

Sprungantwort → Laplace-Transformation.

Sprungentfernung → Brechung, ionosphärische.

Sprungfunktion. Rechteckfunktion, die nur an einer Stelle einen endlichen Wert besitzt und dabei so normiert ist, daß sie eine Fläche vom Werte der Flächeneinheit umschließt. Sie wurde 1930 von P. A. M. Dirac in die Physik eingeführt und erfuhr durch eine Erweiterung des Funktionsbegriffs aufgrund der Schwartzschen Theorie der Distributionen ihre logisch widerspruchsfreie Erklärung. Sie ermöglichte → N. Wiener die Ableitung des nach ihm benannten Theorems, das zum Fourierschen Theorem invers ist und die Grundlage der → Kybernetik bildet.

Sprungtemperatur → Kryotronspeicher.

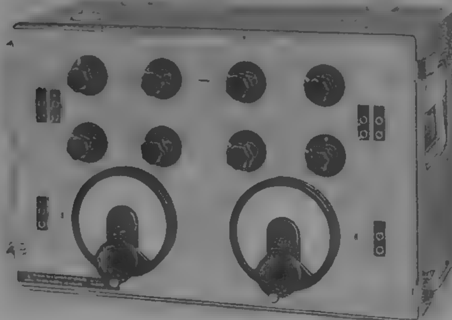
Sprungzone → Brechung, ionosphärische.

Spulenantenne → Wendelantenne.

Spulenblock → Pupinspulenbehälter.

Spulenfeldergänzungen (→ Ergänzungsnetzwerke) werden wie die Pupinspulen in Kästen oder Muffen geliefert und sind in sich so ausgeglichen, daß sie in ein bereits ausgeglichenes An- oder Auslauffeld der Kabelstrecke ohne weitere Maßnahmen eingebaut werden können. Die Spulenfeldergänzungen werden für die tatsächlich zu ergänzende Kabellänge beschafft und müssen für die in Betracht kommenden Verseilelemente gemäß Pflichtenheft den dort vorgeschriebenen elektrischen Eigenschaften wie Betriebskapazität, Verlustwinkel tg δ, Leiter-Schleifenwiderstand, Widerstandsunterschied, Isolationswiderstand, Nebensprech- und Erdkopplungen und Durchschlagsfestigkeit genügen. Veränderbare S. dienen dazu, bei Messungen an Fernsprechkabeln für alle Arten der

Pupinisierung und alle Spulenfeldlängen die tatsächlich vorhandene Kabelanlauflänge künstlich auf jeden beliebigen Wert, z. B. auf ein halbes Spulenfeld ($s/2$), zu ergänzen (s. Bild). Als Spulenfeld wird die zwischen zwei Spulen eines Pupinkabels liegende Leitungslänge s in Kilometern verstanden. Außerdem können die Spulen und die Kondensatoren der Spulenfeldergänzung als geeichte Selbstinduktions- und Kapazitätsnormale verwendet werden. Sie ist als symmetrische Drosselkette aufgebaut, so daß sie beliebig zwischen



Veränderbare Spulenfeldergänzung.

Kabel und Meßgerät geschaltet werden kann. Die Induktivitäten sind nach dem Gewichtssystem (1; 2; 2; 5 usw.) gestaffelt; durch diese Abstufung lassen sich sämtliche Induktivitätswerte von 0,1 bis 311 mH in Schritten von 0,1 mH einstellen. Auch die Kapazitätswerte von 0,1 bis 112 nF sind ähnlich gestaffelt. Die Abweichungen von den Sollwerten liegen unter den Toleranzen der Pupinspulen.

Knacke/Liersch

Spulenkern → Pupinspule.

Spulenkette, veralteter Ausdruck für eine Kette aus Tiefpaß-Grundgliedern (→ Vierpoltheorie 3.5).

Spulenleitung ist eine andere Bezeichnung a) für eine → Spulenkette, b) für eine Pupinleitung (→ Pupinisierung).

Spulensatz → Pupinspule.

Spurplanstellwerk → Gleisbildstellwerk.

Sputter → Streuausbreitung, ionosphärische.

SS-Telegramme → Telegrammarten.

Staatsgespräche sind im Fernsprechinlandsdienst als gewöhnliche, dringende Gespräche und als Blitz-Staatsgespräche (→ Gespräche, gewöhnliche, → Gespräche, dringende, → Blitzgespräche) sowie als solche mit absolutem Vorrang zugelassen. Letztere dürfen nur angemeldet werden vom Bundespräsidenten, dem Bundeskanzler, den Regierungschefs der Länder und einigen wenigen anderen hochgestellten Persönlichkeiten. Auch die Anmeldung von Blitz-Staatsgesprächen ist auf einen bestimmten Personenkreis beschränkt. Auch im → Auslandsferndienst ist der Kreis der Anmelder beschränkt (Staatsoberhäupter, Regierungschefs, Generalsekretär der UNO usw.). Über die Herstellung → Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen.

Staatstelegramme → Telegrammarten.

Stabantenne → Vertikalantenne.

Stabilisatorröhre → Glimmentladung.

Stadtrohrpost → Fernrohrpost.

Staffel. Mischung, in der die Anzahl der vielfachgeschalteten Suchstellungen gestaffelt ist. Die Anzahl der mit einer Abnehmerleitung verbundenen Ausgänge nimmt bei der Regelstaffel mit wachsender Nummer der Suchstellung zu, bei der sogenannten Umkehrstaffel nimmt sie ab. Das Schalten einer St. nennt man Staffeln. Stn. ist nur zweckmäßig bei Wählern mit einer bestimmten Absuchfolge und einer festen Nullstellung. Es steigert die Verkehrsleistung eines Abnehmerbündels um fast 20% gegenüber einer einfachen Vielfachschaltung. Man erhält die größte Verkehrsleistung, wenn die Abnehmerleitungen auf die Suchschritte wie folgt verteilt sind:

$$F(x) = \frac{N \cdot x}{6k}\left(11 - \frac{5x}{k}\right).$$

$F(x)$: Abnehmerleitungen an den ersten x Suchschritten, N: Anzahl der Leitungen des Bündels, k: Erreichbarkeit.

Diese Aufteilung der Abnehmer gilt nur bei einem Verlust von etwa 0,1 bis 2%. Sie stimmt ungefähr mit der Faustregel überein, daß etwa 70% der Abnehmer an der ersten Hälfte der Suchschritte angeschlossen sein sollen. Bei größerem Verlust $B > 5\%$ oder bei überfließendem Verkehr soll die Staffelung geringer sein.

Socher

Stahl. Nach einer älteren Definition werden härtbare Eisensorten mit 0,5 bis 1,7% Kohlenstoff als Stahl bezeichnet. Da heute auch viele nichthärtbare Stahlsorten bekannt sind, ist die Unterscheidung von Schmiedeeisen und Stahl vom Normenausschuß aufgegeben worden. Weitaus am häufigsten sind die billigen, nach dem Siemens-Martin- oder Thomasverfahren aus Roheisen gewonnenen Massenstähle. Die Massenstähle enthalten bis zu 1,7% Kohlenstoff, daneben auch kleinere, wechselnde, nicht absichtlich zugeführte Mengen von Mn, Si, S u. dgl. Zur Erzielung bestimmter, technisch wichtiger Eigenschaften legiert man die geschmolzenen Stähle unter Luftabschluß in Elektroöfen (Elektrostahl) oder bedeckten Tiegeln mit stahlveredelnden Metallen, wie z. B. Cr, Ni, W, Mo, Cu, Co, V u. dgl.

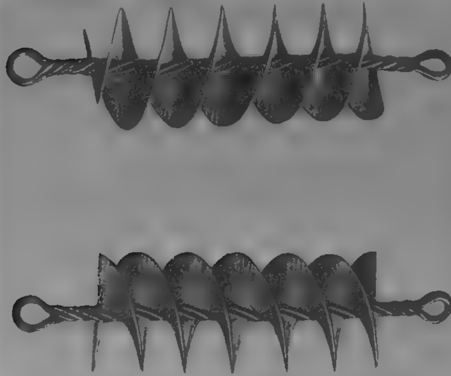
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Stahlakkumulator → Akkumulatoren.

Stahlbetonfertigdecke → Kabelkanal unter 10.

Stahldorn (für KKF) → Kabelkanal unter 2.

Stahldrahtbürste. Auf einer aus Stahldrähten entweder rechts oder links verdrallten Achse sitzen Stahldrahtborsten, so daß der Bürstendurchmesser 98 mm beträgt. An beiden Enden der Achse sind Ösen zum Befestigen von Zugseilen oder Stangen (s. Bild).



Stahldrahtbürstenpaar mit Rechts- und Linksdrall.

Die St. dient zur Reinigung von Zügen aus Kabelkanalformsteinen aus Beton. Das Hin- und Herziehen kann von Hand oder mit einer Seilhaspel erfolgen (→ Kabelverlegung unter 3.). Zum Schutz gegen starkes Verdrehen des Seiles wird ein Paar St. mit gegenläufigem Drall gemeinsam durchgezogen.

Stahlwell-, Stalpethmantel → Kabelmantel.

Stammfäule. Vorkommen: vorwiegend an stehenden Bäumen. Die wichtigsten Vertreter sind:

Kiefernbaumschwamm, lateinisch Trametes pini: Befall des Baumes über tote Aststummel, Einwachsen in das Stamminnere und Zerstören des Kernholzes. Das Wachstum ist abhängig von der Temperatur und dem Wasser- und Harzgehalt. Der Befall ist vor Fruchtkörperbildung erkennbar an der Rindeneinsenkung. Die Fruchtkörper werden an der Außenseite des Stammes konsolenartig ausgebildet. Das Auftreten der Fruchtkörper deutet auf einen langjährigen Befall hin. Der Kiefernbaumschwamm ist ein bedeutsamer Holzschädling.

Wurzelschwamm, lateinisch Trametes radiciperda = Polyporus (Fomes) annosus, ruft Rotfäule, vor allem an der Fichte, hervor; Befall über die Stammwurzeln, Aufsteigen der Fäulniserscheinungen mehrere Meter im Stamminnern mit starker Entwertung des Holzes. Der Befall im Frühstadium ist nur an Verfärbungen im Holzinnern erkennbar. Bei fortgeschrittenem Befall erfolgt flaschenartige Verdickung des unteren Stammteils. Fruchtkörper befinden sich nur im Wurzelbereich, nicht am Stamm.

Hallimasch, lateinisch Armillaria mellea; befällt Wurzeln und die unteren Stammteile mit besonderer Zerstörung des Kambiums. Seine Fruchtkörper sind eßbar. *Wefers*

Stammkreis nennt man jede der beiden Stammleitungen oder Doppeladern eines Vierers, aus denen ein 3. Leitungskreis, der Viererkreis (Phantomkreis) gebildet wird. Auf diese Weise werden aus je zwei Doppeladern im ganzen drei Sprechkreise gewonnen.

Stammspule → Pupinspule.

Standardabweichung. Maß für die Abweichung der Einzelwerte x_i von ihrem arithmetischen Mittelwert $\overline{x}$.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}$$

s: Standardabweichung, n: Anzahl der Einzelwerte x_i. Die St. ist das wichtigste Streuungsmaß. Sie ist gleich der Quadratwurzel aus der → Varianz. Sie wird benötigt zur Bestimmung der Größe des → Vertrauensintervalls von Stichprobenmittelwerten, z. B. bei Verkehrsmessungen (→ Fehlerbestimmung).

Standardatmosphäre → Brechung, troposphärische.

Standard-MUF → Brechung, ionosphärische, → Echolotung (ionosphärische), → Übertragungsfrequenzbereich.

Standardpotential → Potential, elektrochemisches.

Standard Telephones and Cables Ltd. → Seekabelfabriken.

Standbetrieb. Betriebsform des Telegrafen- und des allgemeinen Fernschreibbetriebes, bei der zwei Telegrafenapparate, z. B. Fernschreibmaschinen, durch eine Leitung fest miteinander verbunden sind. St. früher sehr gebräuchlich, aber auch heute noch — wenn teilweise auch in abgewandelter Form — angewendet.

Standglas ist ein längeres, zylinderförmiges Glasgefäß und dient, gefüllt mit Säureproben bekannter Dichte, zur Überprüfung von → Säuremessern und zur genaueren Untersuchung von Füllsäure aus Bleiakkumulatoren.

standing wave ratio → Welligkeit.

Standleitung. Bezeichnung für die beim → Standbetrieb geschaltete Leitung. Allgemeine Bezeichnung für jede fest geschaltete Leitung im Gegensatz zu den wechselnden Verbindungsleitungen beim Vermittlungsbetrieb.

Standlinien → Funkortung.

Standort → Funkortung, → Funkübertragungsstelle.

Stangenwähler. Ein von der Western Electric Comp. in New York entwickelter Wähler. S. werden von der DBP nicht eingesetzt.

Stanniol sind Folien aus sehr dünn ausgewalztem Zinn. Sie werden weitgehend durch Folien aus Aluminium ersetzt. Derartige Folien, die auf Papier aufgewalzt sind, dienen in der Kabeltechnik, als metallisiertes Papier um die Leiter gewickelt, zur Beseitigung kapazitiver Kopplungen.

Stanzmechanismus → Lochstreifengeräte.

Stanzstreifen → Lochstreifen.

Starkstromanlagen sind elektrische Anlagen mit Betriebsmitteln zum Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Fortleiten, Verbreiten und Verbrauchen von elektrischer Energie, um Arbeit zu verrichten — z. B. mechanische Arbeit, Wärme- und Lichterzeugung usw. Die Starkstromleitungen werden nach der Ausführungsform unterteilt in Starkstromfreileitungen, Starkstromkabelanlagen, elektrische Bahnanlagen.

Nach dem Verwendungszweck werden Starkstromleitungen für verschiedene Nennspannungen unterschieden: Anlagen bis 380 Volt, Anlagen über 380 Volt bis 1 kV und Anlagen über 1 kV: 1. Mittelspannungsanlagen (z. B. 10, 20, 30 kV), 2. Hochspannungsanlagen (z. B. 110 kV), 3. Höchstspannungsanlagen (z. B. 220, 380 kV).

Allgemeine Vorschriften über Errichtung, Aufbau und Bemessung s. Handwörterbuch für das Postwesen, Ausgabe 1970.

Starkstromanschalterelais. Das S. ist ein elektromagnetisches Schaltgerät, das durch den Rufstrom einer Fernmeldeanlage und somit ein Signal eines Schwachstromnetzes betätigt wird und über einen dabei schließenden Arbeitskontakt weitere Signaleinrichtungen,

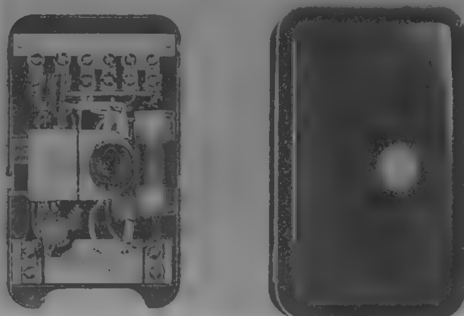
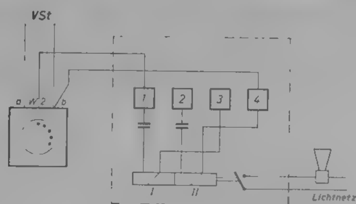


Bild 1. Starkstromanschalterelais.



Brückenanordnung bei Rufspannung



Bild 2. Starkstromanschalterelais.

wie Starkstromwecker, Hupen, Lichtsignale usw., in einem Starkstromnetz schaltet. Seine Anwendung ist dann erforderlich, wenn z. B. die Lautstärke des Apparateweckers oder eines zweiten Schwachstromweckers nicht ausreichen (s. Bild 1). Beim S. werden im allgemeinen zwei durch Brücken in Reihe oder parallel schaltbare Erreger-Wicklungen verwendet, um das Relais der Spannung auf der Fernmeldeleitung anpassen zu können (s. Bild 2). Bei dem Rufwechselstrom aus der Fernmeldeanlage ist es unwesentlich, ob es ein 25-Hz- oder 50-Hz-Ruf ist.

Schwachstromkreis und Starkstromkreis sind streng getrennt. Bei Erregung der Relaiswicklungen wird ein in einer Quecksilberschaltröhre befindlicher Anker gehoben. Durch diesen Hubanker wird der Arbeitskontakt des SAR und damit der zu schaltende Starkstromkreis geschlossen.

Der Anker bleibt so lange gehoben wie ein Rufstrom auf der Schwachstromseite die Erregerwicklungen durchfließt. *H. Fischer*

Starkstromeinwirkung auf Fernmeldeanlagen.

1. Allgemeines.

Bei → Kreuzungen und → Näherungen gefährden oder stören → Starkstromanlagen Fernmeldeanlagen oder beeinflussen sie so, daß sie ihrerseits gefährdend oder störend wirken. Die St. geschieht durch: Stromübertritt, Wärmewirkung, mechanische Beschädigung (s. unter 4.) oder Wirkung des elektrischen und magnetischen Feldes.

Gefährdungsbereich ist das beiderseits längs der Starkstromanlage liegende Gebiet, in dem die St. durch die Starkstromanlage auf eine Fernmeldeanlage als gefährdend angesehen wird und die Fernmeldeanlage geschützt werden muß. Im Telegrafenwegegesetz (TWG) und im Fernmeldeanlagengesetz (FAG) ist im Begriff »Beeinflussung« die Gefährdung durch Stromübertritt (Leitungsberührung = galvanische Kopplung, ohmsche Kopplung) und Gefährdung bzw. Störung durch das elektrische und das magnetische Feld der Starkstromanlage (kapazitive und induktive Kopplung) zusammengefaßt. In der Fachsprache werden unter Beeinflussung nur die störenden und gefährdenden St. der Starkstromanlage auf die Fernmeldeanlage durch das elektrische und magnetische Feld (Fernwirkung) verstanden (→ Beeinflussung). Die Gefährdung durch St. auf Fernmeldeanlagen hängt ab von der Höhe der in ihren Leitungsweg übertragenen Fremdspannung, von der Stromart, von der Betriebsweise und Beschaffenheit der Anlagen. Gefährdung der Menschen durch Starkstrom tritt ein, wenn auf seine Körper Wechselspannungen von mehr als 65 Volt gegen Erde oder Gleichspannungen von mehr als 100 Volt gegen Erde einwirken.

2. Grundlegende Bestimmungen.

Für das Nebeneinanderbestehen von Fernmeldeanlagen und Starkstromanlagen sind folgende Gesetze, Vorschriften, Leitsätze und Vereinbarungen gültig:

2.1. FAG, § 23 und TWG §§ 5 und 6. In erster Linie ist der Besitzer der späteren Anlage verpflichtet, für Schutzmaßnahmen zu sorgen. Im Einvernehmen mit dem Besitzer der anderen Anlagen können diese auch an der älteren Anlage angebracht werden. Die wirt-

schaftlichste Lösung ist unter Berücksichtigung der Kosten für die Schutzvorkehrungen, ihre Einrichtung, Unterhaltung und Erneuerung zu wählen. Falls der Besitzer oder Mitbesitzer der Starkstromanlage wegebevorrechtigt ist, trägt in der Regel die DBP die Mehrkosten.

2.2. Durchführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz v. 31. 8. 1937, § 1 B, Abs. 1 und 2. Elektrische Energieanlagen und -verbrauchsgeräte sind nach den anerkannten Regeln der Technik auszurichten und zu unterhalten. Für diese Regeln sind die VDE-Vorschriften maßgebend.

2.3. Postkreuzungsvorschriften für Starkstromanlagen (PKV) und Vereinbarung zwischen DBP und der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) beim Zusammentreffen zwischen Fernmeldeanlagen und Starkstromanlagen mit der zusätzlichen Post-Kreuzungsrichtlinie (PKR) (in Vorbereitung). PKV und PKR regeln die verwaltungsmäßige Zusammenarbeit DBP und den Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (EVU). Die in der Vereinbarung DBP—VDEW beschriebene Zusammenarbeit gestattet, auch in Sonderfällen abweichende Vereinbarungen mit einzelnen EVUs über die verwaltungsmäßige Abwicklung zu treffen.

Gemäß § 6 der Vereinbarung sind bei der Wahl der Durchführung von Schutzmaßnahmen folgende technischen Bestimmungen zu berücksichtigen: 1. Bestimmungen des Verbandes deutscher Elektrotechniker e.V. (VDE-Vorschriften). 2. Richtlinien und technische Empfehlungen der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen (SfB). 3. Etwaige Vereinbarungen zwischen der DBP und dem VDEW oder zwischen DBP und einzelnen EVUs.

2.4. Richtlinie des Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ) für das Zusammentreffen zwischen Fernmeldeanlagen und Starkstromfreileitungen für Nennspannungen unter 1 kV oder Starkstromkabeln. Sie enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Schutzvorkehrungen bei Gefahrenstellen mit Starkstromleitungen unter 1 kV oder mit Starkstromkabeln (wird in die Fernmeldebauordnung [FBO] 15 eingearbeitet).

2.5. Vereinbarung zwischen der DB—DBP und der VDEW über die Zusammenarbeit zur Regelung von Fragen der Beeinflussung von Fernmeldekabeln durch Energieanlagen und zwischen Fernmeldeanlagen untereinander mit Ausnahme der Beeinflussung nicht leitungsgebundener Funkanlagen untereinander. Diese Vereinbarung regelt die Aufgabe, Zusammensetzung und Zusammenarbeit in der SfB.

2.6. Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung [BOStrab]) in der Fassung vom 14. 8. 1953, erlassen aufgrund des § 39 des Gesetzes über die Beförderung von Personen zu Lande. Die BOStrab ist gesetzliche Grundlage für Ausführung, Betrieb und Instandhaltung der Leitungen der Straßenbahnen, Oberleitungs-Busanlagen usw. und ist auch maßgebend für die Gültigkeit der VDE-Vorschriften beim Zusammentreffen mit Fernmeldeanlagen.

2.7. Vereinbarung zwischen der DB und der DBP über die Kostentragung für Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen der Post anläßlich der Einrichtung oder Änderung der elektrischen Zugförderung auf Bahnstrecken (Vereinbarung über Kosten für Schutzmaßnahmen an Post-Fernmeldeanlagen) vom Februar 1956. Es sind die Fälle geregelt, in denen an z. B. auf öffentlichen Wegen oder privaten Gelände verlaufenden Fernmeldefreileitungen oder -kabeln der DBP Schutzmaßnahmen anläßlich der Einrichtung der elektrischen Zugförderung auf einer benachbarten Bahnstrecke getroffen werden müssen.

Für Fernmeldeanlagen, die bahneigenes Gelände kreuzen, gilt die Vereinbarung zwischen Deutscher Reichsbahn (Bahn) und der Deutschen Reichspost (Post) über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen vom 16./30. 6. 1939.

3. Grundsätzliches über Schutzvorkehrungen.

3.1. Bei Spannungen über 380 Volt müssen die erforderlichen Schutzvorkehrungen so beschaffen sein, daß sie Stromübergang oder Störungen sicher verhindern. Bei geringeren Spannungen kann es genügen, die Einwirkung unschädlich zu machen.

3.2. Oberirdische Kreuzungen sollen so ausgeführt werden, daß die Starkstromanlage die Fernmeldeanlage überkreuzt. Bestimmte Mindestabstände sind einzuhalten. Schutzvorkehrungen sind an der Starkstromanlage anzubringen. Unterkreuzen der Fernmeldeanlage ist nur durch Starkstromanlagen mit Spannungen bis 380 Volt in Einzelfällen zulässig. Schutzvorkehrungen sind an einer oder an beiden Anlagen gemeinsam möglich.

3.3. Zwischen Kabeln für Starkstrom und Fernmeldekabeln sind Mindestabstände einzuhalten. Aus mechanischen, thermischen und elektrischen Gründen sind sie weit voneinander entfernt auszulegen. An Gefahrenstellen sind Schutzvorkehrungen an Fernmeldekabeln auf der dem Starkstromkabel zugekehrten Seite anzubringen.

3.4. Die Starkstromfreileitungen müssen nach den Bestimmungen VDE 0210 und VDE 0211 außerhalb des Handbereichs liegen, d. h. von den Fernmeldeanlagen aus dürfen sie in einer Entfernung von mindestens 2,5 m nach oben und 1,25 m nach unten und nach den Seiten nicht berührbar sein.

3.5. Fernmeldeanlagen, z. B. Schaltpunkte, öffentliche Fernsprechhäuschen, Fernmeldeerder usw. müssen zu Starkstromanlagen und deren Erdungen bestimmte Mindestabstände haben, die in den technischen Empfehlungen Nr. 3 der SfB festgelegt sind.

3.6. Die vorgeschriebenen Mindestabstände zwischen Fernmeldeanlagen und Wechselstrombahnen sind in den technischen Empfehlungen Nr. 3 der SfB angegeben.

3.7. Eine mittelbare Gefährdung liegt vor, wenn eine dritte Leitung mit einem oder mit mehreren Leitern ein Kreuzungsfeld überkreuzt. Es sind für alle Leiter die gleichen Sicherheitsmaßnahmen anzuwenden, die

an diese Leitung bei unmittelbarer Überkreuzung jeder einzelnen Anlage erforderlich würden.

4. Schutzmaßnahmen gegen Stromübertritt, Wärmewirkung und mechanische Beschädigung.

4.1. Stromübertritt aus Starkstromanlagen auf Fernmeldeanlagen erfolgt unmittelbar bei mechanischer Berührung der beiderseitigen Leitungen, mittelbar über die Erde. Unmittelbarer Stromübergang ist nur bei blanken Freileitungen möglich. Zum Schutz der Fernmeldeleitungen in den Kreuzungs- und Näherungsbereichen mit Starkstromleitungen sind besondere bautechnische Maßnahmen nötig. Für die Abstände und für die Leitungsausführung bei Kreuzungen und Näherungen gelten für Starkstrom-Freileitungen die Bestimmungen der VDE-Vorschriften 0210 und 0211. Für den Bau der Fernmeldeleitungen gelten die FBO 5, 7 und 15 (siehe auch Bauweise mit erhöhter Sicherheit). Mittelbarer Stromübergang durch die Erde kann schädigende Wirkungen auslösen durch die Erzeugung von Erdpotentialen bzw. durch elektrolytische Zerstörung der Kabelmäntel (→ Korrosion). Der Erdausgleichsstrom einer Starkstromanlage kann bei ungünstiger Lage der Erdungspunkte einer nicht erdfrei arbeitenden Fernmeldeanlage dort eine so große Potentialdifferenz hervorrufen, daß an der Fernmeldeleitung ein Strom von störender Stärke entsteht.

4.2. Läßt sich bei oberirdischen Kreuzungen und Näherungen die nötige Sicherheit gegen Stromübertritt nicht anders erreichen, so ist die Fernmeldeleitung im Gefahrenbereich zu verkabeln.

4.3. Zum Schutz der Kabel bzw. der Amts- und Teilnehmereinrichtung gegen überhöhte Spannungen, die trotz Schutzmaßnahmen oder aus anderen Gründen auf den Blankdraht der Fernmeldeleitungen gelangt sind, dienen Überspannungsableiter, Sicherungen und → Erdungen.

4.4. Starkstromkabel werden durch den hindurchfließenden Strom erwärmt. In den Zeiten des Spitzenbedarfs, besonders aber im Kurzschlußfall, können hohe Temperaturen entstehen. Zum Schutz der Fernmeldekabel gegen diese Wärmewirkung sind an diesen, wenn der Abstand weniger als 30 cm beträgt, Betonabdeckplatten, Kabelschutzhauben, Ziegelsteine oder Halbrohre aus Asbestzement oder anderem feuerfesten Material in Richtung nach den Starkstromkabeln vorgesehen. Der Schutz muß mindestens 50 cm über die Annäherungsstelle hinausragen. Fernmeldekabel in Kabelkanalformsteinen benötigen keinen besonderen Wärmeschutz.

4.5. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigung wird bei Kreuzungen oder Näherungen zwischen Kabeln das obenliegende Kabel (meist das Fernmeldekabel) mit Betonabdeckplatten, Kabelschutzhauben, Ziegelsteinen oder Halbröhrchen aus Asbestzement oder anderem Material abgedeckt oder es wird in Kabelschutzeisen oder -rohren verlegt.

Starkstrommaste oder ihre Gründungen müssen mindestens 0,8 m Abstand zu Fernmeldekabeln haben. Bei Spannungen unter 1 kV in der Starkstromanlage kann dieser Abstand bis auf 0,3 m herabgesetzt werden, wenn die Fernmeldekabel 0,5 m über den Näherungen hinaus durch Kabelschutzeisen oder -rohre gegen mechanische Beschädigung geschützt sind.

Stegmann

Starkverzinken. Herstellen von besonders dicken Zinküberzügen auf Draht nach dem Schmelztauchverfahren, dadurch vom normalen Feuerverzinken unterschieden, daß das flüssige Zink nicht abgestreift wird, so daß das Flächengewicht des Zinküberzuges je nach Drahtdurchmesser 50 bis 275 g/m² beträgt — irreführend auch als Doppelverzinken bezeichnet (siehe DIN 1548).

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

starrer Körper → Dynamik.

starrer Verstärker → Seekabelverstärker.

Startfrequenz. Bei Wechselstromtelegrafie mit Frequenzmodulation diejenige Frequenz, die dem Kennzustand A entspricht. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Startpolarität. Bei Doppelstrombetrieb diejenige Polarität, die dem Kennzustand A entspricht. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Startschritt → Start-Stop-Zeichen.

Start-Stop-Apparate. Nach der besonderen Arbeitsweise benannte Telegrafenapparate, welche den vollkommenen → Synchronismus ersetzt, so daß die Apparate auch Laien an die Hand gegeben werden können; vielmehr nur angenäherter Gleichlauf erforderlich, indem die Motordrehzahlen möglichst genau den Nenndrehzahlen entsprechen müssen. Die Funktionswellen der St. (Senderwelle, Empfängerwelle) befinden sich während des Betriebsruhezustandes in der Ruhestellung, während die Antriebsmotoren eingeschaltet sind. Jeweils zur Sendung eines Codezeichens werden die Funktionswellen für die Dauer einer Umdrehung mit dem Antrieb gekuppelt. Danach werden sie wieder stillgesetzt. Während dieses Umlaufs herrscht Asynchronismus, der jedoch beim Anhalten wieder aufgehoben wird. Der Grad des Asynchronismus hängt vom Ungleichförmigkeitsgrad des Motors ab. Dieser ist daher mit einem Regler, gewöhnlich einem Fliehkraftkontaktschalter, versehen. Von der Regelgenauigkeit hängt die Eigenverzerrung des Telegrafenapparates ab. Zu den St. gehören die modernen → Fernschreibmaschinen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Start-Stop-Betrieb. Auch arhythmischer Betrieb genannt. Telegrafierverfahren, bei dem Sender und Empfänger nicht dauernd synchron laufen müssen, sondern nur jeweils für die Dauer eines Telegrafierzeichens. Zu diesem Zweck sendet der Sender vor der Schrittgruppe, die die zu übertragende Information enthält, einen Startschritt, der den Empfänger im richtigen Augenblick in Betrieb setzt, und im Anschluß an die Schrittgruppe einen Stopschritt, der den Empfänger wieder stillsetzt. Bei dem meist

verwendeten internationalen Telegrafenalphabet Nr. 2 besteht der Startschritt aus einem Schritt mit A-Polarität mit der Dauer eines Einheitsschrittes, der Stopschritt aus einem Schritt mit Z-Polarität mit der 1,5fachen Dauer eines Einheitsschrittes. Die Schrittgruppe besteht beim internationalen Telegrafenalphabet Nr. 2 aus 5 Einheitsschritten.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 92.

Start-Stop-Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

Start-Stop-Zeichen. Telegrafierzeichen, das beim → Start-Stop-Betrieb verwendet wird.

Startzustand, der Zustand, der dem Kennzustand A entspricht. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Statik. Die St. ist die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte. Mehrere an einem Bauteil angreifende Kräfte heben sich in ihrer Wirkung auf, der Bewegungszustand bleibt unverändert, er kann Null sein (Fall der Ruhe) oder nach Größe und Richtung gleichförmig, gradlinig verlaufen.

Grundbegriffe. Die Kraft F wird in der Physik und in der Techn. Mechanik als Kraftvektor dargestellt. Die Pfeilspitze gibt die Richtung der Kraft (Wirkungslinie), die Länge des Vektors die Größe der Kraft an. In ihrer Wirkungslinie kann eine Kraft ohne Einfluß auf den Bewegungszustand des Körpers verschoben werden. Gleich große entgegengesetzt gerichtete Kräfte heben sich auf (Bild 1).

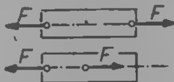


Bild 1. Kraft und Wirkungslinie.

Die Einheit der Kraft ist im Techn. Maßsystem 1 Kilopond = 1 kp eine Grundeinheit. Im Intern. System ist die Kraft $F = m \frac{dv}{dt}$ eine abgeleitete Einheit 1 Newton = 1 N, wobei m die Masse in kg und $b = \frac{dv}{dt}$ m/s² die Beschleunigung ist. Beide Maßsysteme sind in der Mechanik gebräuchlich, in der Festigkeitslehre jedoch nur die Techn. Einheiten (DIN 1350).

Greifen an einem Punkt zwei oder mehr Kräfte an, so werden die Vektoren a) zu einem Kräfteparallelogramm, b) zu einem Kräftedreieck oder c) zu einem Krafteck zusammengesetzt (Bild 2).

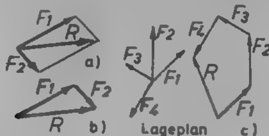


Bild 2. Krafteck.

Die Resultierende R der Kräfte ergibt sich nach Größe und Richtung als Diagonale im Parallelogramm bzw. als Schlußlinie im Kräftedreieck und Krafteck.

Vektorengleichung: $\boldsymbol{R} = \boldsymbol{F}_1 + \boldsymbol{F}_2 + \cdots \boldsymbol{F}_n$. Das Verfahren nach Bild 2 a) und b) wird auch beim Zerlegen einer Kraft nach 2 Richtungen angewendet, d. h. wenn R gegeben und F_1 und F_2 nur der Richtung nach bekannt sind.

Geht der Angriffspunkt einer Kraft F oder ihre Wirkungslinie nicht durch den Mittelpunkt 0 (Schwerpunkt oder Achse) des Körpers, sondern hat sie von 0 den Abstand a, so bezeichnet man das Produkt aus $F \cdot a$ als statisches Moment M N · m, kpm (Bild 3 a).

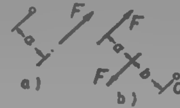


Bild 3. Statisches Moment.

Zwei gleich große, parallele, entgegengesetzte Kräfte F_1 und F_2 ($F_1 = F_2 = F$) nennt man ein Kräftepaar.

Das Moment M, bezogen auf Punkt 0, ist

$$M = F_1 (a + b) - F_2 \cdot b = F \cdot a \quad \text{(Bild 3b)}.$$

Das Moment hat also unabhängig von der Lage des Bezugspunktes immer den gleichen Wert $M = F \cdot a$.

Moment und Kräftepaar kann man genauso wie die Kraft als Vektor darstellen. Der Momentenvektor $\boldsymbol{M}$ steht senkrecht auf der Wirkungsebene des Moments und zeigt bei Linksdrehsinn mit der Pfeilspitze auf den Beschauer (DIN 1315, Bild 4), er läßt sich beliebig parallel verschieben. Wirken die Momente $M_1, M_2, \ldots M_n$ in einer Ebene, so ist das res. Moment

$$M_{Res} = M_1 + M_2 + \cdots M_n$$

die algebraische Summe. Wirken die Momente in verschiedenen Ebenen, so muß (analog Bild 2) ein Momentendreieck oder -vieleck gezeichnet werden, und das resultierende Moment ergibt sich als geometrische Summe aus der Vektorengleichung

$$\boldsymbol{M}_{Res} = \boldsymbol{M}_1 + \boldsymbol{M}_2 + \cdots \boldsymbol{M}_n.$$

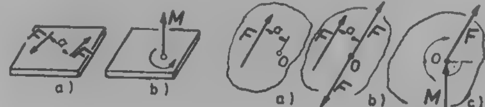


Bild 4. Momentenvektor.

Bild 5. Wirkungsweise einer Kraft im Abstand a von Bezugspunkt 0.

Zur Lösung statischer Aufgaben gehört (siehe Bild 5 a und b) das Parallelverschieben einer Kraft. Wird die Kraft $\boldsymbol{F}$ vom Angriffspunkt A zum neuen Bezugspunkt 0 parallel verschoben, ist in 0 eine gleich große entgegengesetzte Kraft $\boldsymbol{F}$ anzubringen. Es verbleibt die Kraft $\boldsymbol{F}$ (durch Punkt 0) und das Moment $\boldsymbol{M} = \boldsymbol{F} \cdot a$ (im Bild 5 c) in die Zeichnungsebene geklappt und als Momentenvektor $\boldsymbol{M}$ dargestellt). Der Vektor $\boldsymbol{M}$ steht senkrecht auf der Zeichnungsebene und weist mit der

Spitze nicht auf den Beschauer, sondern entgegengesetzt (Rechtsdrehsinn).

Zerlegen und Zusammensetzen von Kräften. Soll eine Kraft F in einer Ebene nach den Richtungen 1, 2 und 3, die sich nicht in einem Punkt schneiden, zerlegt werden, so verbindet man den Schnittpunkt der Gerade 2 und 3 und den Schnittpunkt der Wirkungslinie mit der Gerade 1 miteinander. Diese Verbindungslinie, die Culmannsche Gerade (Bild 6a) und die Parallele dazu im Krafteck (Bild 6b), benutzt man als Hilfsresultierende C. Analog zu Bild 2c) ist F dem Umfahrungssinn des Kraftecks entgegengesetzt gerichtet.

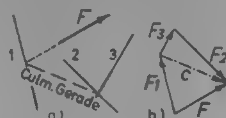


Bild 6. Kräftezerlegung und -zusammensetzung.

Bei Zusammensetzung von Kräften, die in einer Ebene liegen, aber nicht durch einen Punkt gehen, wird das Krafteck-Seileck-Verfahren angewandt. Zuerst wird das Krafteck (Bild 7) analog Bild 2c)

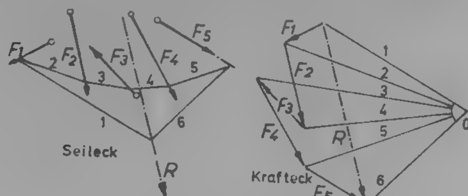


Bild 7. Krafteck-Seileck-Verfahren.

mit der Resultierenden R gezeichnet. Dann zieht man von einem beliebigen Punkt 0 die Polstrahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6 an die Ecken des Kraftecks. Zu den Polstrahlen parallel wird von einem Kraftvektor zum anderen im Lageplan das Seileck gezeichnet. Durch den Schnittpunkt der Seilstrahlen 1 und 6

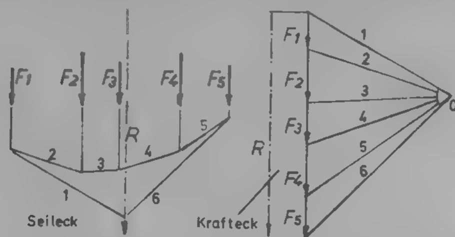


Bild 8. Krafteck-Seileck-Verfahren für parallele Kräfte.

geht die Resultierende R. In gleicher Weise verfährt man, wenn die Kräfte parallel in einer Ebene liegen (Bild 8).

Zerlegen und Zusammensetzen von Kräften im Raum wird analog Bild 2, 6 und 7 nach den Regeln der Darstellenden Geometrie oder nach analytischen Verfahren durchgeführt. Im Bild 9 liegen die Vektoren der Kräfte $\boldsymbol{F}_1 + \boldsymbol{F}_2 = \boldsymbol{R}_{12}$ und $\boldsymbol{F}_3 + \boldsymbol{F}_4 = \boldsymbol{R}_{34}$ in zwei verschiedenen Ebenen. Die Resultierenden $\boldsymbol{R}_{12} + \boldsymbol{R}_{34} = \boldsymbol{R}$ liegen in einer 3. Ebene.

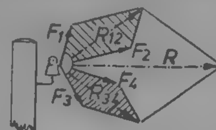


Bild 9. Zusammensetzung von Kräften im Raum.

Gleichgewicht herrscht in einem statischen System, wenn die Resultierende Kraft und das resultierende Moment Null sind oder wenn der nach Bild 2, 7 od. 9 ermittelten resultierenden Kraft eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft die Waage hält bzw. dem res. Moment ein gleich großes Moment mit umgekehrtem Drehsinn entgegengesetzt wird.

Das in der Praxis am meisten vorkommende statische System oder Bauelement ist der Stab (Träger). In Bild 10 wirken auf einen Träger mehrere Kräfte. Es sollen die dadurch ausgelösten Auflagerkräfte, die Querkräfte (Querkraftfläche) und die Momente (Momentenfläche) ermittelt werden.

Rechnerische Lösung:

Auflagerkräfte: $B \cdot l = F_1 \cdot a + F_2 (a + b) + F_3 (a + b + c);$

$A + B = F_1 + F_2 + F_3;$

Querkräfte: $Q_l = A - F_1; \; Q_r = B - F_2 - F_3;$

$Q_l + Q_r = 0;$

Momente: $M_A = 0; \; M_1 = A \cdot a;$

$M_2 = M_{max} = A (a + b) - F_1 \cdot b;$

$M_3 = B \cdot d; \; M_B = 0;$

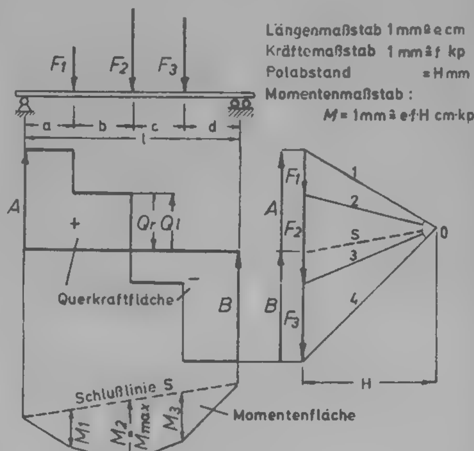


Bild 10. Wirksame Kräfte an einem Träger.

Zeichnerische Lösung (Bild 10):

Krafteck mit Polstrahlen und Seileck werden (wie in Bild 8) gezeichnet. Die Schlußlinie s des Seil-

ecks wird parallel ins Krafteck übertragen, und dadurch werden A und B und die Querkraftfläche ermittelt. Die vom Seileck und von der Schlußlinie umschlossene Fläche ist die Momentenfläche. Die y-Ordinate ist jeweils das Maß für die Größe des Momentes.

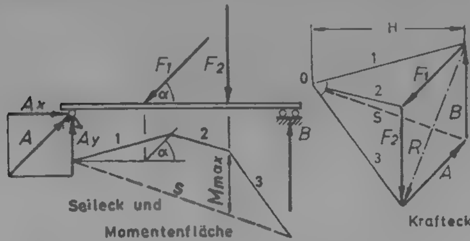


Bild 11. Wirksame Kräfte an einem belasteten Träger.

Bei Trägern auf 2 Stützen mit Lasten in beliebiger Richtung tritt außer den senkrechten Auflagerkräften eine waagerechte Auflagerkraft auf, die nur im Lagergelenk A aufgenommen werden kann. Aus Bild 11 ist die Konstruktion von Krafteck, Seileck und Momentenfläche zu erkennen.

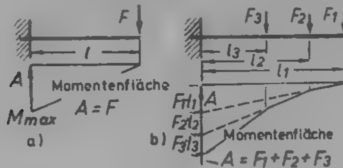


Bild 12. Auftreten von Biegemomenten am belasteten Freiträger.

Zur Auflagerkraft A tritt beim belasteten Freiträger ein mit dessen Länge l linear wachsendes Biegemoment M, das an der Einspannstelle am größten ist; $M_{max} = F \cdot l$ (Bild 12a). Diesem

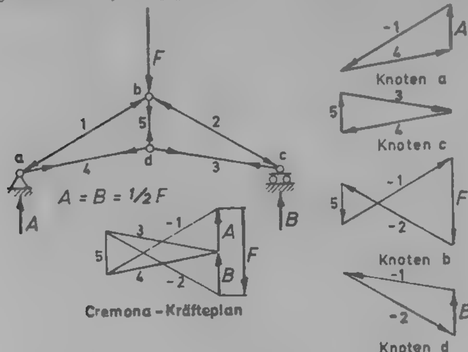


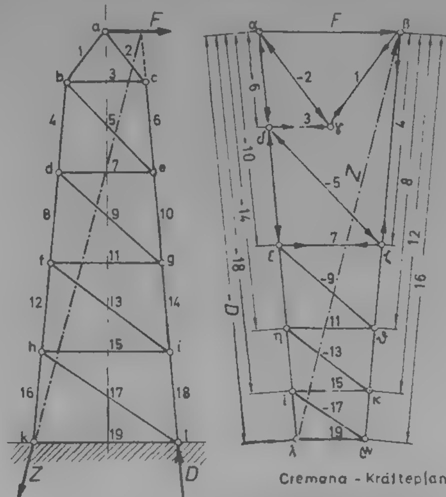
Bild 13. Kräfteverteilung in einem Fachwerk.

rechtsdrehenden Moment M_{max} des Stabes wirkt ein gleich großes linksdrehendes Moment M_A (des Mauerwerks) entgegen.

Bild 12b) zeigt die Momentenfläche bei einem Freiträger mit mehreren Lasten.

$$M_{max} = F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_3 = M_A .$$

Das Gesetz vom Gleichgewicht der Kräfte und die Methoden der Kräftezerlegung finden beim Fachwerk entsprechende Anwendung im Cremona-Kräfteplan (Bild 13). Er ist anwendbar, wenn die Anzahl der Knoten K und die Anzahl der Stäbe s = 2K-3 beträgt, mit anderen Worten, wenn das Fachwerk »statisch bestimmt« ist. Man geht vom Knoten a aus und zerlegt die äußere Auflagekraft $A = {}^1/_2\,F$ in Richtung 1 und 4, d. h. in die Stabkräfte 1 und 4. Stab 1 wird auf Druck (negativ), Stab 4 auf Zug (positiv, → Festigkeitslehre) beansprucht. Gleicherweise verfährt man mit Knoten d,



Knotenpunkt	Bekannte Stabkraft	Kräftezug	Gefund. Kräfte Nr.	kp
a	F = 800 kp	αβγα	1 2	680 -680
c	2	αγδα	3 6	340 -540
b	1 und 3	δγβζδ	4 5	1200 -900
e	5 und 6	αδζεα	7 10	580 -1200

usw

Bild 14. Kräfteverteilung in einem Gittermast.

dessen Stabkraft 4 bekannt ist und zerlegt nach Richtung 3 und 5. Die Stäbe 3 und 5 werden auf Zug (positiv) beansprucht. Im Knoten b sind die äußere Kraft F, die Stabkraft 5 und die Richtungen 1 und 2 bekannt. Das Krafteck läßt sich zeichnen. Knoten c analog a. In der Praxis werden diese Einzelüberlegungen in einem Kräfteplan nach Cremona zusammengefügt und die zeichnerisch ermittelten Kräfte in Listen übersichtlich zusammengestellt.

Im Bild 14 ist ein quadratischer Gittermast als ebenes Fachwerk gezeichnet. Vom gesamten Spitzenzug S (Bild 14 Grundriß) entfällt auf jede der vier Gitterflächen F kp. Diese Kraft wird im Knoten a in die beiden Stabkräfte 1 und 2 zerlegt und ihre Größe im Cremonaplan durch den Kräftezug $\alpha, \beta, \gamma, \alpha$ ermittelt. Die übrigen Stabkräfte ergeben sich

analog in der angegebenen Weise. In den Punkten k und l greifen die Auflagerkräfte (Fundamentankerkraft) D und Z an. Da sich die Wirkungslinien der 3 äußeren Kräfte D, Z und F in einem Punkt schneiden müssen, können die Größen D und Z aus dem Kräftezug α, β, λ, α bestimmt werden. Der Gittermast befindet sich damit statisch im Gleichgewicht.

Reibung. Gleitet ein Körper mit gleichbleibender Geschwindigkeit v auf einer Ebene, so wirken verschiedene Kräfte, das Gewicht G, die Normalkraft $F_n = G$ und die Kraft F zur Überwindung des Gleitwiderstandes $R = F$. Nach dem Coulombschen Gesetz ist der Reibungswiderstand

$$R = \tan\varrho \cdot F_n = \mu \cdot F_n\,,$$

hierbei bezeichnet man den Proportionalitätsfaktor μ als Gleitreibungsziffer (Bild 15).

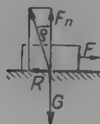


Bild 15. Gleitreibung auf horizontaler Ebene

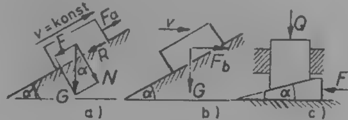


Bild 16. Reibungsverhältnisse bei Bewegung auf schiefer Ebene unter aufwärts wirkender Kraft a) parallel zur schiefen Ebene, b) horizontal gerichtet. c) ähnliche Wirkung eines Keils.

Solange ein Körper sich in Ruhe befindet, sind seine Haftreibung und die Haftreibungsziffer μ_0 größer als seine Gleitreibung und die Gleitreibungsziffer μ:

$\mu_0 > \mu$; $\varrho_0 > \varrho$. (Mittelwerte, siehe Tabelle!)

Werkstoffpaarung	Haftreibung trocken	Haftreibung geölt	Gleitreibung trocken	Gleitreibung geölt
Stahl–Stahl	0,15	0,1	0,1	0,04
Stahl–Grauguß	0,2	0,1	0,16	0,04
Stahl–Bronze	0,18	0,08	0,15	0,035
Metall–Holz	0,6	0,1	0,35	0,05
Holz–Holz	0,7	0,2	0,3	0,09
Bremsbelag–Stahl			0,5	0,3

Wird ein Körper mit gleichbleibender Geschwindigkeit v auf einer schiefen Ebene aufwärts bewegt, wirken der Hangauftriebskraft F_a, die Reibung R und die Hangabtriebskraft F entgegen, $F_a = F + R$. Aus den Beziehungen $F = G \cdot \sin\alpha$, $R = N \cdot \mu = G \cdot \mu \cdot \cos\alpha$ und $\mu = \tan\varrho$ folgt:

$F_a = G\,(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha) = G \cdot \sin(\alpha + \varrho)/\cos\varrho$ (Bild 16a).

Wird der Körper in waagerechter Richtung gezogen (Bild 16b), ergibt sich:

$$F_b = G \cdot \frac{\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha} = G \cdot \tan(\alpha + \varrho)\,.$$

Eine ähnliche Formel kann man für den Keil (Bild 16c) ableiten, $F = Q \cdot \tan(\alpha + \varrho)$. Auch die belastete Gewindespindel (Bild 17) ist in der Abwicklung eine gewichtsbelastete schiefe Ebene mit der waagerecht wirkenden (Tangential-) Kraft U im Abstand $^1/_2\,d_2$ vom Mittelpunkt der Spindel. Das erforderliche Drehmoment M_t zum Heben der Last ist:

$$M_t = {}^1/_2\,d_2 \cdot U = {}^1/_2\,d_2 \cdot Q \cdot \tan(\alpha + \varrho)\,.$$

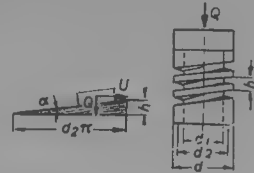


Bild 17. Gewindespindel.

Die Bilder 16 und 17 sind Beispiele für gleitende Reibung.

Der Seiltrieb ist ein Beispiel für die Haftreibung R, in der Technik ein beliebtes Antriebsorgan (Bild 18a, z. B. Seilpost, Treibscheibenaufzüge und Bandförderanlagen). Nach dem Coulombschen Gesetz ist

$\mathrm{d}R = \mu \cdot \mathrm{d}F_n$; $\ln S_1 - \ln S_2 = \mu \cdot \operatorname{arc}\alpha$;

$S_1 = S_2 \cdot e^{\mu\widehat{\alpha}}$.

Die Gesamtreibungskraft R ist

$$R = S_1 - S_2 = S_2\left(e^{\mu\widehat{\alpha}} - 1\right).$$

Um eine möglichst große Umfangskraft zu übertragen, macht man den Umschlingungswinkel α möglichst groß (Bild 18b).

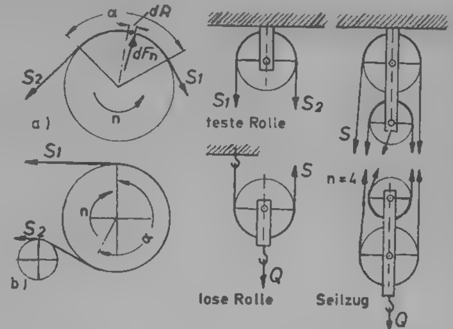


Bild 18. Seiltrieb.

Bild 19. Rolle und Rollen-(Flaschen-)Zug.

Bei der Rolle und beim Rollenzug kommt man zu sehr einfachen Gleichgewichtsbedingungen, wenn man die Reibung zunächst vernachlässigt (Bild 19):

Feste Rolle $S_1 = S_2 = S_0$

lose Rolle $S_1 + S_2 = Q$ oder $Q = {}^1/_2\,S_0$

Rollenzug $S_0 = \dfrac{Q}{2n}$,

wobei n die Anzahl der tragenden Seilstränge der unteren Flasche bedeutet. Das Verhältnis Kraftweg/Lastweg oder das Übersetzungsverhältnis i ist $i = n$. Die Reibungswiderstände bestehen aus Lagerreibung und Biegewiderstand des Seiles. Die zum Heben einer Last Q erforderliche Kraft S ist infolge der Reibungswiderstände größer als die Kraft S_0 bei

Reibungsfreiheit, $S > S_0$. Das Verhältnis beider Kräfte $\eta = S_0 / S \approx 0{,}95$ bezeichnet man als Wirkungsgrad einer Rolle:

Rollenzahl feste oder lose Rolle	Wirkungsgrad	
	Drahtseil	Hanfseil
2	0,91	0,85
4	0,87	0,76
6	0,83	0,67

aufzuwendende Kraft $S = \dfrac{Q}{2n \cdot \eta}$. *Diekamp*

stationäre (ortsfeste) Akkumulatoren → Akkumulatoren.

stationärer Prozeß → stochastischer Prozeß.

stationärer Zustand → Laplace-Transformation.

Stationierungsstreitkräfte. Die Rechte der in der BRD stationierten Truppen der nichtdeutschen Vertragsstaaten des Nordatlantikvertrages vom 19. 6. 1951 auf dem Gebiet des Fernmeldewesens sind in Art. 60 des Zusatzabkommens zum Nordatlantikvertrag vom 3. 8. 1959 (BGBl. 1961 Teil II S. 1183) geregelt. Hiernach können die St. errichten, betreiben und unterhalten: 1. Drahtfernmeldeanlagen innerhalb der von ihnen benutzten Liegenschaften. 2. Funkstellen für feste Funkdienste nach Konsultation der deutschen Behörden. 3. Funkanlagen für bewegliche Funkdienste und Ortungsfunkanlagen. 4. Sonstige Funkempfangsanlagen. 5. FMA jeder Art für den Einsatz bei Übungen, Manövern und in Fällen eines Notstandes.

statischer Wechselrichter.

1. Elektronischer W. mit Transistoren (Bild 1). Der Einsatz von Schalttransistoren ergibt einfachen, betriebssicheren Aufbau der W. Nachteilig ist das

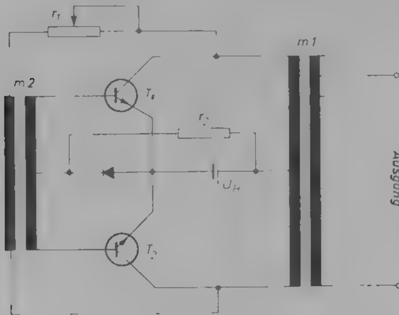


Bild 1.
Statischer (elektronischer) Wechselrichter mit Transistoren.

begrenzte Sperrvermögen der Transistoren. Mit hochsperrenden Transistoren lassen sich in kapazitiver Brückenschaltung trotzdem W. für Eingangsspannungen bis 250 V realisieren. Bei normalen Eingangsspannungen wendet man häufig die Mittelpunktschaltung mit Selbststeuerung über einen hochgesättigten Zwischenübertrager an.

Beim Einschalten wird ein Strom über den Anfahrwiderstand r2 fließen. Infolge geringer Unsymmetrien der Schaltung sind die Kollektorströme der Schalttransistoren T_1 und T_2 ungleich. Der Differenzstrom wird über den Sättigungsübertrager m2 an die Basen der Schalttransistoren übertragen und vergrößert bei einem der Transistoren den Strom, während er ihn beim anderen verringert. Hierdurch schaltet der erstgenannte Transistor T_1 durch. Jetzt liegt die doppelte Batteriespannung an der Serienschaltung aus Stellwiderstand r1 und Sättigungsübertrager m2. Die Spannung an der Sekundärseite des Übertragers m2 hält den Transistor T_1 leitend. Hierbei steigt die magnetische Feldstärke im Kern gleichmäßig an, bis die Sättigung erreicht wird. Nach Erreichen der Sättigungsfeldstärke bricht die Sekundärspannung zusammen, so daß der Transistor abschaltet. Hierbei entsteht eine Selbstinduktionsspannung im Haupttransformator m1, die den Sättigungsübertrager ummagnetisiert. Die hierbei entstehende, umgepolte Induktionsspannung schaltet den bisher gesperrten Schalttransistor durch, der jetzt seinerseits so lange geöffnet bleibt, bis der Sättigungsübertrager die negative Sättigung erreicht hat. Der Magnetisierungsstrom des Übertragers wird mit dem Widerstand r2 eingestellt. Bei kleinem Widerstandswert wird die Sättigung früher erreicht, so daß die Transistoren früher schalten und die Frequenz steigt, während sie bei großem Widerstandswert sinkt. Aufgrund der Stromabhängigkeit ändert sich die Frequenz linear mit der Eingangsspannung. Bei größeren Ansprüchen an die Frequenzkonstanz ist es notwendig, die Transistoren mit einem besonderen Taktgeber zu steuern.

Anwendung: Statische W. für Leistungen 0,1 bis 1,5 kVA zur Wechselstromversorgung von Fernmeldeanlagen; eingesetzt in dezentralen Stromversorgungs-Einschüben mit Gleichstromeingang und Wechselstromausgang (dezentrale Stromversorgungsgeräte), ferner als W.-Teil in → Gleichspannungsumsetzern mit Wechselstromzwischenkreis.

2. Elektronischer W. mit → Thyristoren (Bild 2). Der Thyristor eröffnet neue Wege beim Umformen von Gleichspannung in Wechselspannung und beim Konstanthalten der erzeugten Wechselspannung. Dabei gibt es mehrere → Wechselrichter-Schaltungen, deren jeweiliger Einsatz vorwiegend von der Größe der Eingangs-Gleichspannung und der Verbraucherlast abhängt. Die Art der Regelung richtet sich nach der gewählten W.-Schaltung.

Die Mittelpunktschaltung eignet sich für niedrige Speisegleichspannungen und benötigt einen verhältnismäßig geringen Aufwand. Ein Taktgeber zündet abwechselnd zwei Thyristoren S1 und S2, so daß die beiden Teilwicklungen m1 und m2 abwechselnd vom Batteriestrom durchflossen werden. Dadurch entsteht auf der Sekundärseite des Transformators M eine Rechteck-Wechselspannung, deren Größe in erster Linie von der Batteriespannung und dem Übersetzungsverhältnis des Transformators abhängt.

Der Anodenstrom eines Thyristors läßt sich nach dem Zünden nicht mehr durch einen Steuerstrom beein-

flussen. Der Thyristor sperrt erst dann wieder, wenn der Anodenstrom einen Mindestwert — den Haltestrom — unterschreitet. Diesem Löschvorgang dient der Kondensator C. Solange einer der beiden Thyristoren geöffnet ist, wird der Kondensator etwa auf die doppelte Batteriespannung geladen. Zündet nun, durch den Taktgeber angesteuert, der andere Thyristor, so sind beide Thyristoren leitend, und der Kondensator ist kurzgeschlossen. Sein Entladestrom

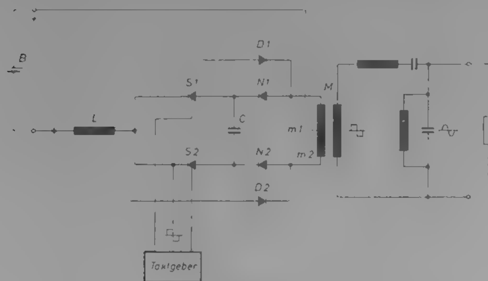


Bild 2.
Statischer (elektronischer) Wechselrichter mit Thyristoren.

unterstützt den Strom durch den neu gezündeten Thyristor und vermindert den Strom durch den anderen derart, daß sein Haltestrom unterschritten und der Thyristor damit gelöscht wird. Während dieses Kommutierungsvorganges begrenzt die Drossel L den Stromanstieg und verhindert einen kurzzeitigen Batteriekurzschluß. Die Dioden N1 und N2 verhindern ein Entladen des Löschkondensators über die Transformatorwicklungen m1 und m2. Die Dioden D1 und D2 ermöglichen es, daß auch Verbraucher mit Blindwiderständen angeschlossen werden können. Über diese Gleichrichter gelangt die Blindleistung zur Batterie zurück. Siebglieder am Ausgang des W. formen die Rechteckspannung in eine sinusförmige Spannung um. Anwendung: S. W. für die Wechselstromversorgung von Fernmeldeanlagen mit 60-V-Eingangsspannung und Leistung über 1,5 bis 7,5 kVA; bei Verwendung hochsperrender Thyristoren auch für W. mit Eingangsspannung 212 V bis zur Leistung 63 kVA. Um die Verwendung dieser relativ kostspieligen Thyristoren zu umgehen, werden W. für 212 V Eingangsspannung vielfach auch in Brückenschaltung (→ Wechselrichterschaltungen) ausgeführt. *Vetter*

Statistik.

1. Allgemeines über die St. der DBP. Im Bereich der DBP werden aus betriebs- und volkswirtschaftlichen Gründen umfangreiche statistische Arbeiten durchgeführt, die sowohl die dem Postkunden angebotenen Dienst- und Verkehrsleistungen als auch die zur Erstellung dieser Leistungen notwendigen Faktoren, wie Personal, Finanz- und Sachwerte erfassen. Die St. über betriebliche Vorgänge und Einrichtungen sind ein unerläßliches Mittel der Betriebskontrolle. Sie dienen als Entscheidungsgrundlage für betriebliche Maßnahmen aller Art, wie z. B. Planungen technischer Anlagen oder Bemessung von Arbeitsplätzen, und liefern Ausgangsdaten für die → Kostenrechnung. Für die Öffentlichkeit von besonderem Interesse sind die Angaben über die Dienst- und Verkehrsleistungen der DBP. Sie geben Aufschluß über Stellung und Bedeutung der DBP innerhalb der Volkswirtschaft. Die praktische Durchführung der statistischen Erhebungen geschieht nach den in der Betriebswirtschaftslehre allg. anerkannten Grundsätzen. Bei der Aufbereitung und Auswertung des Zahlenmaterials bedient sich die DBP weitgehend der rationellen Arbeitsverfahren der elektronischen Datenverarbeitung. Einzelheiten über Aufbau und Organisation der St. der DBP regelt die »Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt XIII Statistik (ADA XIII)«.

2. Fernmeldestatistiken. Bei den speziellen Fernmeldestatistiken handelt es sich überwiegend um Verkehrs- und Bestandsstatistiken, d. h., es werden der Verkehr in seiner Größe und Richtung sowie die hierfür notwendigen Einrichtungen, wie Leitungen, Vermittlungseinrichtungen, Sprechstellen usw., erfaßt. Bezüglich des sachlichen Inhalts ist zwischen den St. der Telegrafie, des Fernsprechdienstes und des Funks zu unterscheiden. Diese Gliederung ist, obwohl von der Systematik her etwas problematisch (der Funk ist lediglich ein Übertragungsmittel, das überwiegend für Zwecke des Fernsprechens und der Telegrafie benutzt wird), auch international gebräuchlich. Im einzelnen werden bei der DBP folgende St. regelmäßig geführt:

Statistiken der Telegrafie

St T 1	Monatsübersicht über die Zahl der Telegramme
St T 1 a	Monatsübersicht über die Zahl der Funktelegramme
St T 2	Zählblatt über Merkmale der aufgegebenen Telegramme
St T 3	Nachweis über Apparate und Geräte im Telegrafendienst
St T 4	Monatsübersicht der aufgegebenen gebührenpflichtigen Auslandstelegramme
St T 4 a	Monatsübersicht der an das Ausland im Gentexverfahren gesendeten Telegramme
St T 5	Monatsübersicht der ankommenden gebührenpflichtigen Auslandstelegramme
St T 5 a	Monatsübersicht der aus dem Ausland im Gentexverfahren empfangenen Telegramme
St T 6	Monatsübersicht der umtelegrafierten Telegramme des Transits durch Deutschland
St T 6 a	Monatsübersicht der Telegramme des Transits über Gentex-Einrichtungen
St T 6 b	Monatsübersicht der Telegramme des Transits über durchgeschaltete Standverbindungen
St T 7	Nachweis über Fernschreibverbindungen im öffentlichen Presse-Fernschreibnetz
St T 8 a	Monatsübersicht über den Umfang und die Belegung der Telexvermittlungsstellen
St T 8 b	Monatsübersicht über das Telex-Gebührenaufkommen
St T 9	Nachweis über den Telexverkehr nach dem Ausland
St T 9 a	Übersicht über die Abwicklung des Telexverkehrs nach dem Ausland

St T 10 Nachweis über Bildtelegramme
St T 11 a Verlustnachweis A für den Telegrammdienst
St T 11 b Verlustnachweis B für den Telegrammdienst
St T 11 c Verlustnachweis C für den Telegrammdienst
St T 12 Monatsübersicht über den Datexdienst

Statistiken des Fernsprechdienstes

St F 2 a Nachweis über Fernsprechortsnetze und Ortsvermittlungsstellen
St F 2 b Nachweis der in Betrieb befindlichen Haupt- und Nebenanschlüsse
St F 2 c Nachweis der Öffentlichen Sprechstellen
St F 2 d Nachweis für Veränderungen an Hauptanschlüssen, Nebenanschlüssen und Nebenstellenanlagen
St F 3 Nachweis der Gespräche
St F 3 a Nachweis der Gesprächsarten
St F 4 a/I Nachweis der abrechnungspflichtigen Ferngespräche und Gebührenminuten nach dem Ausland
St F 4 a/II Nachweis der nichtabrechnungspflichtigen Ferngespräche und Gebührenminuten nach dem Ausland
St F 4 b Nachweis der nach Ländern aufgeteilten ankommenden Auslandsferngespräche
St F 4 c Nachweis der nach Gesprächsarten aufgeteilten abgehenden Auslandsferngespräche
St F 5 Nachweis über die Sprechstellen in Ortsnetzen mit 50 000 und mehr Einwohnern
St F 6 a Übersicht über das Fernmeldeleitungsnetz (Fernmeldelinien)
St F 6 b Übersicht über das Fernmeldeleitungsnetz (Fernmeldefernleitungen)
St F 7 Nachweis über die Inanspruchnahme des Fernsprechauftragsdienstes und der Ansagedienste

Statistiken des Funkdienstes

St Fu 3 Nachweis über den Seefunkdienst
St Fu 5 Funkstörungs-Meßdienst
St Fu 6 Statistik der Funkanlagen des nichtöffentlichen beweglichen Landfunks

Die wichtigsten Daten werden in dem Statistischen Jahresheft der DBP (Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen), der Statistischen Monatsübersicht (Bundesministerium fürdas Post- und Fernmeldewesen), dem Statistischen Monatsheft der DBP (Posttechnisches Zentralamt) und der monatlichen Bezirksstatistik (Posttechnisches Zentralamt) zusammengestellt (in Klammern der Herausgeber).

Diese St. sind nur für den Dienstgebrauch bestimmt. Die Herausgabe statistischer Zahlen an verwaltungsfremde Stellen und Personen regelt der § 12 der ADA XIII. Umfangreiches statistisches Zahlenmaterial veröffentlicht die DBP in ihrem jährlichen Geschäftsbericht. Darüber hinaus erhält die Presse monatliche Mitteilungen über die Entwicklung der wichtigsten Verkehrsleistungen und der Zahl der Ton- und Fernsehrundfunkgenehmigungen.

3. Internationale Fernmeldestatistiken. Die Internationale Fernmeldeunion (UIT) veröffentlicht gemäß dem Internationalen Fernmeldevertrag (Montreux 1965) und den Vollzugsordnungen für die Fernsprech-, Telegrafen- und Funkdienste in regelmäßigen Zeitabständen statistische Übersichten über das internationale Fernmeldewesen. Die wichtigsten sind die Allgemeine Fernsprechstatistik (Statistique Générale de la Téléphonie) und die Allgemeine Telegrafenstatistik (Statistique Générale de la Télégraphie), die jährlich vom Generalsekretariat der UIT (Genf) herausgegeben werden. Daneben stellen auch private Betriebsgesellschaften und die großen Firmen der Fernmeldeindustrie St. über das Welt-Fernmeldewesen auf. Die bedeutendste davon ist die Fernsprechstatistik der American Telephone & Telegraph Company (The World's Telephones). Für die Bundesrepublik Deutschland ist die »Internationale Fernsprechstatistik« und der »Welt-Telex-Atlas« der Firma Siemens zu erwähnen.

4. Statistische Angaben. Die folgenden St. enthalten allgemein interessierende Zahlen über den Fernmeldeverkehr und die Einrichtungen des Fernmeldewesens auf nationaler und internationaler Ebene. Die Angaben sind den amtlichen St. der DBP (Statistisches Jahresheft der DBP für das Rechnungsjahr 1967) und der Internationalen Fernmeldeunion sowie der internationalen Fernsprechstatistiken der Firma Siemens AG. entnommen.

Fernmeldestatistiken für den Bereich der BRD

Entwicklung des Telegrammverkehrs

Kalenderjahr	Zahl der Telegramme (Millionen Stück)			
	nach dem Inland	nach dem Ausland	Insgesamt (Sp. 2 u. Sp. 3)	Im Durchgang bearbeitete Telegramme
	1	2	3	4
1958	19,000	4,988	23,988	31,708
1959	19,520	5,367	24,887	32,170
1960	19,512	5,548	25,060	33,899
1961	19,335	5,654	24,989	34,229
1962	19,586	5,874	25,460	32,530
1963	18,656	5,671	24,327	33,774
1964	18,186	5,312	23,498	33,469
1965	17,705	5,393	23,098	33,398
1966	15,455	5,282	20,737	31,851
1967	13,700	4,831	18,531	29,908

Entwicklung des Telexdienstes

Kalenderjahr	Gebührenpflichtiger Telexverkehr			Ende Dezember	
	im Inland Gebühreneinheiten	nach dem Ausland Telexminuten	aus dem Ausland Telexminuten	Telexvermittlungsstellen	Telexanschlüsse
	Millionen			Zahl	
1958	457,4	14,381	15,027	335	26 912
1959	531,3	17,764	18,728	371	30 835
1960	599,8	20,375	21,765	382	35 236
1961	619,9	22,685	23,859	416	39 525
1962	674,5	25,053	25,220	450	44 166
1963	725,8	28,423	29,409	499	48 049
1964	796,2	32,648	31,842	522	51 816
1965	828,0	36,946	—	539	56 170
1966	849,7	41,008	—	586	60 200
1967	921,8	45,513	—	631	63 815

Orts- und Ferngespräche je 100 Einwohner und je Hauptanschluß

Kalenderjahr	je 100 Einwohner			je Hauptanschluß		
	Ortsgespräche	Abgehende Ferngespräche	Insgesamt	Ortsgespräche	Abgehende Ferngespräche	Insgesamt
1958	5 499	1 482	6 981	1 123	303	1 426
1959	5 798	1 667	7 565	1 109	319	1 428
1960	6 247	1 935	8 182	1 104	342	1 446
1961	6 495	2 165	8 660	1 064	355	1 419
1962	6 689	2 410	9 099	1 018	367	1 385
1963	7 175	2 653	9 828	1 015	375	1 390
1964	7 106	2 757	9 863	936	363	1 299
1965	7 618	3 105	10 723	939	383	1 322
1966	8 145	3 422	11 567	929	390	1 319
1967	8 630	3 775	12 405	897	392	1 298

Fernsprechortsnetze und Vermittlungsstellen

Kalenderjahr	Zahl der Fernsprechortsnetze	Zahl der Vermittlungsstellen	davon	
			mit Handvermittlung	mit Wählvermittlung
Ende Dezember				
1958	3 714	4 307	282	4 025
1958	3 768	4 370	282	4 088
1959	3 767	4 446	136	4 310
1960	3 774	4 486	66	4 420
1961	3 779	4 514	24	4 490
1962	3 772	4 550	14	4 536
1963	3 780	4 597	8	4 589
1964	3 779	4 651	7	4 644
1965	3 783	4 720	2	4 718
1966	3 778	4 811	—	4 811
1967	3 780	4 888	—	4 888

Fernsprechortsnetze nach gebührenpflichtigen Ortsnetzgrößen
Stand: Ende der Kalenderjahre 1959 bis 1966

	Gebührenpflichtige Ortsnetze								Ortsnetze insgesamt
	A 1 bis 100 H	B 101 bis 200 H	C 1 201 bis 500 H	C 2 501 bis 1000 H	D 1 1001 bis 10 000 H	D 2 10 001 bis 50 000 H	D 3 50 001 bis 100 000 H	D 4 über 100 000 H	
	Ortsnetze								
1959	1 183	1 021	901	340	289	25	5	3	3 767
1960	1 111	1 030	918	379	301	26	6	3	3 774
1961	996	1 036	976	391	341	29	7	3	3 779
1962	997	1 011	1 022	420	369	32	6	5	3 772
1963	857	996	1 060	438	382	36	5	6	3 780
1964	750	1 009	1 081	467	423	38	4	7	3 779
1965	675	985	1 111	488	473	39	5	7	3 783
1966	592	950	1 151	522	509	42	5	7	3 778
1967	491	932	1 205	537	558	44	5	8	3 780

Sprechstellen in Ortsnetzen mit 50 000 und mehr Einwohnern
Stand 31. Dezember 1967

Lfd. Nr.	Ortsnetze (nach der Einwohnerzahl geordnet)	Einwohnerzahl aller zum ON gehörenden Orte usw. (fortgeschriebene Bevölkerungszahlen)	Zahl der				Auf je 100 Einwohner entfielen Sprechstellen
			Hauptanschlüsse	Nebenanschlüsse	Öffentlichen Sprechstellen	Sprechstellen insgesamt	
		1	2	3	4	5	6
1	Berlin (West)	2 185 403	405 774	181 760	2 538	590 072	27,00
2	Hamburg	1 982 700	478 206	240 093	2 263	720 562	36,34
3	München	1 425 918	279 098	187 217	1 883	468 198	32,83
4	Köln	891 565	159 744	119 805	869	280 418	31,45
5	Stuttgart	844 767	145 232	129 281	1 090	275 603	32,62
6	Frankfurt (M)/Offenbach	806 951	172 474	155 030	973	328 477	40,71
7	Essen	722 229	94 073	63 840	704	158 617	21,96
8	Düsseldorf	712 218	150 914	125 940	889	277 743	39,00
9	Dortmund	672 890	59 826	46 339	458	106 623	15,85
10	Nürnberg - Fürth	671 442	85 966	66 018	768	152 752	22,75
11	Hannover	636 093	109 879	87 172	634	197 685	31,08
12	Bremen	635 701	95 859	62 559	592	159 010	25,01
13	Duisburg	518 723	46 993	38 397	350	85 740	16,53
14	Wuppertal	421 218	64 250	41 552	421	106 223	25,22
15	Gelsenkirchen	410 569	20 189	19 681	138	40 008	9,75
16	Bochum	361 464	27 060	24 189	230	51 479	14,24
17	Mannheim	335 949	41 976	42 757	282	85 015	25.31
18	Augsburg	316 849	35 700	28 534	278	64 512	20,36
19	Kiel	310 930	40 790	30 652	238	71 680	23,05
20	Karlsruhe	300 010	39 528	35 983	263	75 774	25,26
21	Bielefeld	274 180	27 779	30 112	211	58 102	21,19
22	Kassel	263 521	28 222	27 255	270	55 747	21,15

Lfd. Nr.	Ortsnetze (nach der Einwohnerzahl geordnet)	Einwohnerzahl aller zum ON gehörenden Orte usw. (fortgeschriebene Bevölkerungszahlen)	Zahl der Hauptanschlüsse	Zahl der Nebenanschlüsse	Zahl der Öffentlichen Sprechstellen	Zahl der Sprechstellen insgesamt	Auf je 100 Einwohner entfielen Sprechstellen
		1	2	3	4	5	6
23	Krefeld	263 019	33 585	23 338	199	57 122	21,72
24	Braunschweig	261 109	33 493	25 681	264	59 438	22 76
25	Lübeck	259 676	32 726	19 263	188	52 177	20.09
26	Oberhausen, Rheinland	254 527	16 812	11 751	116	27 679	10,87
27	Wiesbaden	234 174	42 824	34 270	233	77 327	33,02
28	Bonn	231 801	39 066	48 270	222	88 008	37,97
29	Aachen	219 352	26 520	24 744	193	51 457	23,46
30	Münster, Westf	208 960	29 685	29 746	159	59 590	28,52
31	Hagen, Westf	202 225	17 927	17 150	142	35 219	17 42
32	Mülheim, Ruhr	188 905	23 115	14 760	96	37 881	20,05
33	Solingen	175 829	21 189	14 280	118	35 587	20,24
34	Ludwigshafen	175 772	15 423	15 324	99	30 846	17,49
35	Freiburg, Breisgau	174 170	20 094	22 378	214	42 686	24,51
36	Mönchengladbach	171 128	17 313	15 504	178	32 995	19,28
37	Mainz	170 656	21 061	22 057	140	43 258	25,35
38	Saarbrücken	164 654	25 501	27 166	180	52 847	32,10
39	Osnabrück	161 044	16 798	17 857	109	34 764	21,59
40	Würzburg	160 871	18 682	17 350	154	36 186	22,49
41	Hamm	155 316	10 528	8 803	105	19 436	12,51
42	Bremerhaven	151 446	15 011	12 406	107	27 524	18,17
43	Heidelberg	151 394	22 734	19 960	157	42 851	28,30
44	Darmstadt	150 275	20 661	23 234	143	44 038	29,30
45	Neuß	139 436	17 836	9 757	99	27 692	19,86
46	Regensburg	139 266	13 278	13 464	131	26 873	19,30
47	Oldenburg, Oldb	135 926	15 115	14 197	110	29 422	21.65
48	Siegen	132 709	14 248	13 204	122	27 574	20,78
49	Remscheid	132 686	15 282	12 301	120	27 703	20,88
50	Koblenz	129 040	15 434	19 810	157	35 401	27,43
51	Recklinghausen	127 578	8 745	8 166	83	16 994	13,31
52	Göttingen	125 204	13 566	13 380	132	27 078	21,63
53	Hildesheim	120 859	10 163	10 475	118	20 756	17,17
54	Pforzheim	120 607	13 600	14 475	110	28 185	23,37
55	Hanau	116 618	11 458	10 516	108	22 082	18,94
56	Rheydt	114 422	11 067	7 269	97	18 433	16,11
57	Heilbronn	113 668	12 774	12 288	95	25 157	22,13
58	Ludwigsburg	113 569	12 829	10 079	85	22 993	20,25
59	Bottrop	111 478	4 342	3 587	35	7 964	7,14
60	Reutlingen	111 173	9 338	10 004	92	19 434	17,48
61	Witten	111 009	7 752	5 799	50	13 601	12,25
62	Herne	107 827	5 382	4 948	54	10 384	9,63
63	Wanne-Eickel	107 254	4 668	4 319	45	9 032	8,42
64	Flensburg	106 740	12 759	10 453	97	23 309	21,84
65	Trier	106 615	9 654	11 197	124	20 975	19,67
66	Siegburg	106 524	9 816	7 908	81	17 805	16,71
67	Leverkusen	105 428	10 498	9 446	84	20 028	19,00
68	Wilhelmshaven	104 312	8 122	8 211	66	16 399	15,72
69	Erlangen	101 406	11 317	12 357	90	23 764	23,44
70	Minden, Westf	101 096	8 100	8 377	82	16 559	16,38
71	Moers	100 015	7 537	4 344	49	11 930	11,93
72	Göppingen	99 590	9 316	7 971	98	17 385	17,46
73	Böblingen	98 185	9 133	9 157	85	18 375	18,71
74	Bamberg	96 096	9 295	8 421	73	17 789	18,51
75	Düren	95 040	7 959	7 966	82	16 007	16,84
76	Neunkirchen, Saar	94 934	6 341	4 109	51	10 501	11,06
77	Ulm	94 330	11 646	13 921	105	25 672	27,22
78	Kaiserslautern	93 511	10 507	9 758	74	20 339	21,75
79	Aschaffenburg	90 578	8 496	8 092	72	16 660	18,39
80	Gießen	89 804	10 504	10 958	90	21 552	24,00
81	Neumünster	88 717	6 605	5 761	50	12 416	14,00
82	Wolfsburg	85 557	6 310	7 756	57	14 123	16,51
83	Castrop-Rauxel	85 024	3 757	3 105	39	6 901	8,12
84	Völklingen	84 989	5 360	3 853	47	9 260	10,90
85	Schweinfurt	84 221	7 770	6 305	76	14 151	16,80
86	Waiblingen	84 032	7 578	4 761	59	12 398	14,75
87	Viersen	83 375	6 926	4 869	59	11 854	14,22
88	Lünen	83 322	3 879	2 763	48	6 690	8,03
89	Sulzbach, Saar	83 217	5 183	2 608	44	7 835	9,42
90	Marl, Westf	82 669	4 052	4 715	37	8 804	10,65
91	Bad Godesberg	82 596	17 171	12 770	67	30 008	36,33
92	Gladbeck, Westf	82 540	3 875	3 098	21	6 994	8,47
93	Wattenscheid	81 836	4 685	2 681	36	7 402	9,05
94	Ingolstadt, Donau	80 767	5 399	6 066	46	11 511	14,25

Lfd. Nr.	Ortsnetze (nach der Einwohnerzahl geordnet)	Einwohnerzahl aller zum ON gehörenden Orte usw. (fortgeschriebene Bevölkerungszahlen)	Zahl der				Auf je 100 Einwohner entfielen Sprechstellen
			Hauptanschlüsse	Nebenanschlüsse	Öffentlichen Sprechstellen	Sprechstellen insgesamt	
		1	2	3	4	5	6
95	Lüdenscheid	80 456	8 154	7 723	64	15 941	19,81
96	Fulda	80 438	6 164	7 065	127	13 356	16,60
97	Paderborn	80 168	5 253	5 868	42	11 163	13,93
98	Luneburg	79 655	9 777	7 748	132	17 657	22,17
99	Herford	79 325	5 732	7 064	34	12 830	16,17
100	Hattingen, Ruhr	78 920	5 798	3 639	75	9 512	12,05
101	Saar Louis	75 242	5 341	4 438	41	9 820	13,05
102	Lörrach	72 795	5 676	5 662	72	11 410	15,64
103	Wetzlar	72 079	5 241	6 045	70	11 356	15,75
104	Pirmasens	72 004	5 755	6 140	53	11 948	16,59
105	Worms	71 707	5 850	5 220	59	11 129	15,52
106	Rheinhausen, Niederrhein	71 405	4 542	2 906	36	7 484	10,48
107	Bayreuth	71 093	6 234	7 573	70	13 877	19,52
108	Gütersloh	70 096	5 367	7 341	33	12 741	18,18
109	Langen	69 941	8 723	3 510	37	12 270	17,54
110	Iserlohn	69 726	6 384	6 779	49	13 212	18,95
111	Ravensburg	69 663	5 928	6 833	102	12 863	18,46
112	Celle	69 602	7 687	6 500	73	14 260	20,49
113	Delmenhorst	68 721	4 720	4 681	44	9 445	13,74
114	Russelsheim	67 875	4 250	3 784	34	8 068	11,89
115	Weinheim	66 877	5 586	3 331	57	8 974	13,42
116	Landshut	66 762	5 845	5 908	72	11 825	17,71
117	Tübingen	66 529	6 694	7 698	110	14 502	21,80
118	Pinneberg	66 166	7 391	3 822	37	11 250	17,00
119	Marburg	65 468	6 611	6 817	76	13 504	20,63
120	Hof, Saale	64 936	4 275	4 980	62	9 317	14,35
121	Gummersbach	64 631	6 372	4 915	107	11 394	17,63
122	Porz	64 587	5 539	4 731	68	10 338	16,01
123	Rendsburg	63 759	5 647	4 965	40	10 652	16,71
124	Kamen	63 028	3 101	2 060	36	5 197	8,25
125	Bocholt	62 983	3 415	3 419	43	6 877	10,92
126	Hameln	61 905	6 002	6 155	67	12 224	19,75
127	Rosenheim	61 363	4 868	4 423	43	9 334	15,21
128	Kempten, Allgäu	61 251	5 383	6 301	95	11 779	19,23
129	Bünde	60 637	3 678	3 452	32	7 162	11,81
130	Rheine	60 610	3 161	3 662	35	6 858	11,31
131	Offenburg, Baden	60 140	4 556	5 492	65	10 113	16,82
132	Konstanz	59 758	6 786	7 234	63	14 083	23,57
133	Detmold	59 642	6 156	6 095	57	12 308	20,64
134	Amberg, Oberpf.	59 331	3 623	3 895	67	7 585	12,78
135	Singen, Hohentwiel	59 140	3 660	3 632	48	7 340	12,41
136	Aalen, Württemberg	58 793	4 006	4 303	52	8 361	14,22
137	Coburg	58 662	4 926	5 327	62	10 315	17,58
138	Salzgitter-Lebenstedt	58 624	3 543	2 549	37	6 129	10,45
139	Schwäb. Gmünd	58 467	5 008	4 794	55	9 857	16,86
140	Frechen	58 349	5 702	2 833	36	8 571	14,69
141	Menden	57 889	3 762	3 568	37	7 367	12,73
142	Wesel	57 065	5 128	4 543	45	9 716	17,03
143	Bad Homburg v. d. H.	56 634	9 070	5 527	52	14 649	25,87
144	Kleve	56 218	4 439	3 427	62	7 928	14,10
145	Velbert, Rheinland	55 965	5 402	4 543	27	9 972	17,82
146	Bad Kreuznach	55 750	6 392	6 068	61	12 521	22,46
147	Eschweiler	55 307	3 290	2 954	47	6 291	11,37
148	Bad Oeynhausen	54 758	4 720	4 140	48	8 908	16,27
149	Speyer	54 333	3 416	4 777	33	8 226	15,14
150	Bergisch-Gladbach	54 220	6 245	3 902	53	10 200	18,81
151	Heidenheim, Brenz	54 079	4 851	4 263	42	9 156	16,93
152	Dinslaken	53 993	3 762	2 822	30	6 614	12,25
153	Hermülheim	53 496	4 077	2 677	40	6 794	12,70
154	Goslar	53 004	5 180	5 146	47	10 373	19,57
155	Weiden (i. d. Oberpf.)	52 623	3 149	3 876	62	7 087	13,47
156	Rastatt	52 620	3 292	3 005	43	6 340	12,05
157	Herten, Westfalen	52 372	1 867	1 520	12	3 399	6,49
158	Neuwied	52 104	4 355	4 468	45	8 868	17,02
159	Wolfenbüttel	51 722	5 523	3 175	38	8 736	16,89
160	Schwerte, Ruhr	51 368	3 929	2 161	48	6 138	11,95
161	Stolberg, Rheinl	51 192	3 373	2 797	33	6 203	12,12
162	Schwetzingen	51 105	3 798	1 665	25	5 488	10,74
163	Peine	50 500	3 136	3 417	36	6 589	13,05
164	Alsdorf	50 466	2 101	1 165	39	3 305	6,55
165	Schorndorf	50 384	3 876	3 492	53	7 421	14,73
166	Neustadt, Weinstr	50 322	5 066	4 946	38	10 050	19,97

Ton- und Fernseh-Rundfunkgenehmigungen nach Sendebereichen und Oberpostdirektionsbezirken

Sendebereich und OPD-Bezirk	Zahl der Ton-Rundfunk-genehmigungen am 1. 2. 1969	Zahl der Fernseh-Rundfunk-genehmigungen am 1. 2. 1969	Zugang an Fernseh-Rundfunk-genehmigungen gegenüber dem Stand am 1. 1. 1969
Westdeutscher Rundfunk			
Dortmund	1 188 447	1 025 185	8 942
Düsseldorf	1 791 450	1 559 795	12 184
Köln	1 070 819	913 731	9 185
Münster (Westf.)	1 165 944	985 650	10 899
Norddeutscher Rundfunk			
Braunschweig	471 352	389 457	3 685
Bremen (o. Land Bremen)	715 813	600 707	7 217
Hamburg	1 087 026	901 965	9 625
Hannover	808 386	659 648	7 830
Kiel	600 967	493 885	5 252
Bayerischer Rundfunk			
München	1 463 106	1 064 555	17 132
Nürnberg	1 138 073	835 094	12 963
Regensburg	533 997	383 213	6 292
Südwestfunk			
Freiburg im Breisgau	526 719	370 381	7 517
Koblenz	522 250	431 602	5 709
Neustadt an der Weinstraße	398 427	312 835	4 330
Trier	147 640	118 588	1 218
Tübingen	461 953	304 779	6 172
Hessischer Rundfunk			
Frankfurt am Main	1 682 186	1 343 241	19 918
Süddeutscher Rundfunk			
Karlsruhe	637 014	463 052	6 317
Stuttgart	1 118 515	752 752	10 293
Sender Freies Berlin			
Berlin (West)	935 058	731 427	6 049
Saarländischer Rundfunk			
Saarbrücken	322 784	276 248	2 827
Radio Bremen			
Land Bremen	265 828	223 960	2 046
Insgesamt:	19 053 754	15 141 750	183 602

Meier

Statistik der oberirdischen und unterirdischen Fernmeldelinien weist Bestand an Anlagen des Fernmeldeleitungsnetzes nach und bildet Grundlage für Vermögensaufnahme (Inventur), für Veranschlagung der zur Unterhaltung des Netzes notwendigen Arbeiten und für organisatorische Überlegungen. Die Statistik für Ortsnetze (ON) fußt auf Stücklisten, die an das Planzeug (→ Planunterlagen für Fernmeldenetze) gebunden sind. Für jede oberirdische Linie wird ein Stützpunktnachweis geführt, der alle Angaben über Standort und Art der einzelnen Stützpunkte, eine schematische Darstellung der Linie und die wichtigsten Mastbilder enthält. Zu jedem von ihnen gehört eine Stückliste, aus der die Belegung des Überführungsendverschlusses (ÜEVs) oder des Endverzweigers (EVz), an dem die Linie beginnt, sowie die Länge der oberirdischen Leitungen hervorgeht. Zum Zusammenstellen der in der Statistik zu erfassenden Angaben aus den Stücklisten zu den Stützpunktnachweisen dienen »Bestandskarten für oberirdische Linien«, die für jede Erhebung neu aufgestellt werden. Daten aus allen Stücklisten eines Anschlußbereichs (AsB) (→ Ortsnetzaufbau) werden in einer Bestandskarte (ggf. mit mehreren Blättern) zusammengefaßt, wobei die Summen aus je einer Stückliste in eine Zeile eingetragen werden. Kabelkanal- und Ortskabelanlagen werden in Stücklisten erfaßt, die zu den einzelnen Netzplänen (Nzp) und den Kabellängenplänen (KLäp) bestimmter Kabelgruppen gehören und mit diesen ständig auf dem laufenden gehalten werden. Nach ihrem Inhalt sind vier Stücklisten für Kanal- und Ortskabelanlagen zu unterscheiden: Stückliste 1a für Kabelkanalanlagen, Verzweigungs- und Endeinrichtungen und Luft-Ask mit einer Leiterdicke von 0,6 mm und darüber, Stückliste 1b für Ask-Röhren, Erd- und Flußkabel mit Leiterdicken von 0,6 mm und darüber, Stückliste 2 für Ask-Röhren-, Erd- und Flußkabel mit 0,4 mm dicken Leitern, Stückliste 3 für OVk-Röhren- und Erdkabel mit 0,6, 0,8 und 0,9 und mehr mm dicken Leitern. Jede Stückliste trägt im Kopf die Bezeichnung des Nzp bzw. der KLäp, zu denen sie gehört, sowie die Angabe von ON und ggf. AsB. Der aus den Nzp oder KLäp ermittelte Bestand wird in Zeile 1 den Spalten entsprechend eingetragen. Bei Weiterführung der Stücklisten sind bei jeder bestandsverändernden Planberichtigung in weiteren Zeilen Zu- oder Abgänge an den Anlagen als Plus- oder Minuszahlen zu buchen. Bei Bestandserhebungen werden die Summen der einzelnen Spalten unter Berücksichtigung der inzwischen eingetragenen Berichtigungen gebildet. Diese Summen gehen in die je ON bzw. AsB den Stücklisten entsprechend aufzustellenden 4 »Bestandskarten für Kanal- und Ortskabelanlagen« über. Jede Karte enthält Angabe des ON, ggf. des AsB und des Erhebungszeitpunktes. Für jede Stückliste ist eine Zeile in der Bestandskarte zu verwenden, in die Angaben über Verzweigungs- und Endeinrichtungen sowie über Zwischenkabel und Teilnehmerendkabel aus den Bestandskarten für oberirdische Linien zu übernehmen sind. Zahlen aus Bestandskarten wurden bis zum Jahre 1964 von den Fernmeldeämtern einmal jährlich zu Amtssummen aufgerechnet und dem Fernmeldetechnischen / Posttechnischen Zentralamt (FTZ/PTZ) zur Zusammenstellung der Bundesstatistik gemeldet. Hier wurden die Oberpostdirektions- und Bundessummen und bestimmte Zu- und Abgänge als Absolut- und Verhältniszahlen im Handrechenverfahren ermittelt. Dieses Verfahren war zu arbeitsaufwendig, und da in zunehmendem Maße das Bedürfnis für die Auswertung von Netzdaten auf Ortsnetzebene an zentraler Stelle auftrat und auch für organisatorische Entscheidungen die auf Amtsebene verdichteten Daten nicht ausreichten, wurde die zentrale Aufbereitung der Fernmeldelinien-Statistik auf der Grundlage der AsB-Daten seit dem Aufstellungsstichtag 31. 12. 1965 in die elektronische Datenverarbeitung übernommen. Da die Bestandskarten in der bisherigen Form zum unmittelbaren Ablochen beim Rechenzentrum nicht geeignet waren, wurden besondere Lochbelege geschaffen, in die die ON- bzw. AsB-Summen aus den Bestandskarten eingetragen werden. Die Daten eines ON oder AsB erscheinen jeweils auf einer Zeile des Lochbelegs. Die Lochbelege tragen Bezeichnungen (StF 6 a/KA 2 bis

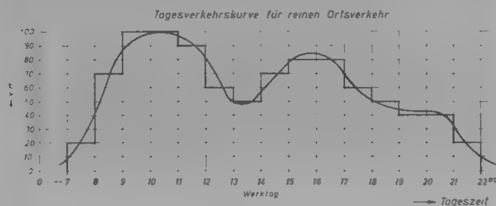
KA 11 sowie KA 20—22), durch die die Zusammengehörigkeit eines Lochbelegs mit einer bestimmten Lochkarte (Karten-Art) zum Ausdruck kommt. Die Lochkarten können für die weitere Bearbeitung an den Ziffern 2, 3 usw. erkannt und unterschiedlichen Sortierungen und Rechengängen zugeführt werden.

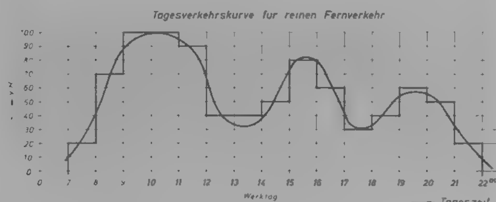
Der Lochbeleg KA 2 bringt die Netzstatistik ergänzende Angaben wie Flächengröße, Einwohnerzahl, Zahl der vorhandenen und der belegten Beschaltungseinheiten und Zahl der vorhandenen Sprechstellen je ON bzw. AsB. Lochbelege KA 3 bis KA 11 enthalten die Bestandszahlen aus den Bestandskarten für oberirdische Linien und aus den Bestandskarten für Kanal- und Ortskabelanlagen. In Lochbeleg KA 20—22 ist der aus den Fern- und Bezirkskabel-Planbüchern entnommene Bestand an Kabelanlagen des Fernnetzes, die Länge der symmetrischen Doppeladern in den Kabeln des Ferndienstes und der Bestand an stationären Druckluftüberwachungsanlagen und an von der DBP zu unterhaltenden Leitungen von Privatfernmeldeanlagen zusammengefaßt.

Nach Ablochen des Datenmaterials werden die Bestandszahlen der ON und AsB je Fernmeldeamt (FA) aufgelistet und absolute und relative Zu- und Abgänge gegenüber dem Vorjahr und bedeutsam erscheinende Verhältniszahlen errechnet.

Die auf FA-, OPD- und Bundeswerte verdichteten Zahlen werden jährlich in der »Übersicht über das Fernmeldeleitungsnetz (Fernmeldelinien) (StF 6 a)« veröffentlicht. *Bath*

statistische Eigenschaften des Fernsprechverkehrs. Der Fernsprechverkehr setzt sich aus Belegungen vieler voneinander unabhängiger Benutzer zusammen.





Tagesverkehrskurven für Orts- und Fernverkehr.

Die Anzahl gleichzeitiger Belegungen ist eine Zufallsvariable mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung. → Zufallsverkehr. Die zufallsbedingten Schwankungen sind aber noch überlagert durch folgende systematische Schwankungen, die periodisch auftreten, nämlich jahreszeitliche Schwankungen, Schwankungen von Wochentag zu Wochentag und tageszeitliche Schwankungen (s. Bild).

statistische Methoden → Belegungsdauer, → Binominal-Verteilung, → Blockierungswahrscheinlichkeit, → Durchlaßverteilung, → Engset-Verteilung, → Engsetsche Verlustformel, → Erlangsche Interconnection-Formel, → Erlangsche Verlustformel, → Erlang-Verteilung, → Fehlerbestimmung, → Fehlergrenze, → Gaußsche Verteilung, → gereihte Verluste, → Informationstheorie, → Kybernetik, → Ladungsträgerstatistik, → mathematische Statistik der Wellenausbreitung, → modifizierte Palm-Jacobaeus-Verlustformel, → Monte-Carlo-Methode, → O'Dellsche Formel, → Poissonverteilung, → Sperrwahrscheinlichkeit, → Standardabweichung, → statistische Eigenschaften des Fernmeldeverkehrs, → Streuwert, → t-Verteilung, → Telexverkehr, → Tagesverkehrsübersicht, → Übergangswahrscheinlichkeit, → Überschreitungswahrscheinlichkeit einer bestimmten Wartedauer, → Varianz, → Verlustwahrscheinlichkeit, → Wahrscheinlichkeitsdichte, → Wartewahrscheinlichkeit, → Zufallsverkehr, → Zufallszahlen.

statistische Sicherheit. Wahrscheinlichkeit, mit der der wahre Wert innerhalb des Vertrauensintervalls der Stichprobe liegt. In der folgenden Beziehung

$$\bar{x} - \lambda \cdot s \leq \mu \leq \bar{x} + \lambda \cdot s$$

liegt die wahre Größe μ innerhalb des Vertrauensintervalls $\pm \lambda \cdot s$ um das Stichprobemittel $\bar{x}$. Bei der Auswertung von Verkehrsmessungen wird im allgemeinen eine st. S. von 95% zugrunde gelegt.

$\bar{x}$: Mittelwert der Stichprobe
s: Standardabweichung der Stichprobe
λ: Parameter, $\lambda = f$ (st. S.)

statistisches Gleichgewicht ist der Zustand, der besteht, wenn die Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Belegungszustände zeitunabhängig sind. Das ist der Fall, wenn der Verkehr stationär ist, d. h. wenn er sich in einem eingeschwungenen Zustand befindet oder, mit anderen Worten, wenn sich die endgültige Verteilung der Belegungszustände eingestellt hat. Die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen eines bestimmten Zustandes, z. B. x Leitungen belegt, ist dann ebenso groß wie die Wahrscheinlichkeit für das Verschwinden dieses Zustandes. Aufgrund des st. G. können die Zustandsgleichungen für die verschiedenen Belegungszustände eines Leitungsbündels aufgestellt werden. Das st. G. sagt nichts aus über das Entstehen oder Enden einer bestimmten Belegung. Es wurde durch A. K. Erlang in die Verkehrstheorie eingeführt.

Steatit → Speckstein.

Steckerzieher für Trennleisten. Seit der Einführung des Hauptverteilers (HVt) 55 werden an diesem nur noch die platzsparenden → Trennleisten 55 zu 25 Doppeladern (DA) oder 50 DA eingebaut. Je nach Bedarf werden in die Trennleisten Trennstecker, Blindstecker, Halter für → Überspannungsableiter und Prüfstecker eingeführt. Da die Trennleistenelemente sehr dicht aufeinandergeschichtet sind, liegen eingeführte Stecker so dicht nebeneinander, daß sie nur mit Hilfe des St. aus Stahldraht wieder entfernt werden können. Die Stecker besitzen zu diesem Zweck an den Ecken der vorderen Kante Greif-

nasen. In diese fassen die schlaufenartigen Enden des u-förmigen St. und gestatten so ein bequemes Entfernen des jeweiligen Steckers.

Steckverbindung. Definition nach DIN 41 630: »Eine elektrische Steckverbindung ist die Vereinigung von elektrischen Steckverbindern. Sie stellt eine oder mehrere Kontaktverbindungen zwischen elektrischen Leitern dar.«

Steckverbinderpaar: Eine St. ist die Steckverbinder-Kombination, die im Rahmen der Prüfungen zusammen bleibt.

Kontaktteil: An den Kontaktteilen wird beim Vereinigen oder Trennen die Stromführung geschlossen oder geöffnet.

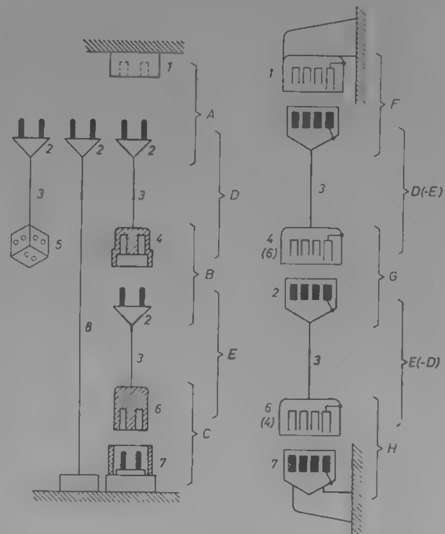
Anschluß: Ein Anschluß ist das Teil, an dem die Stromführung betriebsmäßig von den Kontaktteilen an die Verbindungselemente, wie Drähte, Leiterbahnen u. dgl. übergeht.

Ausbildung der Kontaktteile: 1. Der gestanzte Gabelkontakt. Der Kontaktwiderstand ist niedrig. Nachteilig sind jedoch die schlechten Federeigenschaften, bedingt durch die Starrheit der kurzen Kontaktarme. 2. Bandkontakte. Bei der Herstellung wird federndes Bandmaterial zur Form eines Kontaktes gebogen. Das Material kann auch noch geschlitzt werden, um voneinander unabhängige Auflagestellen zu schaffen. B. können nicht nur gebogen, sondern auch gefaltet und sogar doppelt gefaltet werden. 3. Vierflächen-Kontakte. Es ist das von der Firma Elco entwickelte hermaphroditische Vierflächenprinzip. 4. Kontakte aus geformtem Draht. Ein gewisser Nachteil von Bandkontakten ist ihr Raumbedarf. Bei Teilungen von 2,5 bzw. 2,54 mm sind Kontakte aus geformtem Draht vorteilhafter. 5. Stift- und Buchse-Prinzip. Verbindungen nach diesem Prinzip sind leicht zu identifizieren; grundsätzlich besteht eine Seite aus einem runden Stift und ebenso grundsätzlich die andere Seite aus einem Sockel, in den der Stift eingeführt wird.

Literatur: DIN 41 630. Industrie Elektrik und Elektronik, B. 8, April 1968.
Dietrich

Steckvorrichtungen (Steckdosen und Stecker) werden zum Anschließen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel an eine Stromquelle benötigt. Die Begriffe für die St. und die dazugehörigen Leitungen sind zeichnerisch im Bild 1 dargestellt.

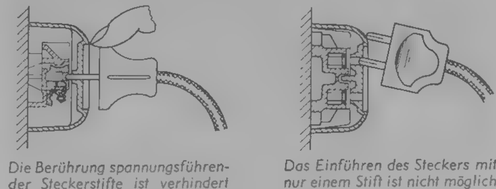
St. für Fernmeldezwecke unterliegen den VDE-Vorschriften 0800 »Bestimmungen für Fernmeldeanlagen«, VDE 0804 »Bestimmungen für Fernmeldegeräte« und VDE 0860 »Vorschriften für netzbetriebene Rundfunk- und verwandte Geräte«. St. für Starkstromzwecke unterliegen den VDE-Vorschriften der Gruppe 6 »Installationsmaterial, Schaltgeräte, Hochspannungsgeräte«. St. für Starkstromzwecke sind so konstruiert, daß spannungsführende Teile nicht berührt werden können (→ Schutz gegen zufälliges Berühren). Die Hülsen der Steckdosen sind deshalb durch Abdeckung der zufälligen Berührung entzogen. Stecker für Starkstromzwecke mit 2 und mehr Stiften können nicht einpolig in Steckdosen eingeführt werden, um das evtl. Auftreten von Rückspannung am freien Stift über ein angeschlossenes Betriebsmittel zu vermeiden (s. Bild 2).



A Wand- und Kragensteckvorrichtung
B Kupplungssteckvorrichtung
C Gerätesteckvorrichtung
D Verlängerungsleitung
E Geräteanschlußleitung
F Kragensteckvorrichtung
G Kragenkupplungssteckvorrichtung
H Kragengerätesteckvorrichtung

1 Wandsteckdose bzw. Kragensteckdose
2 Stecker bzw. Kragenstecker
3 Bewegliche Anschlußleitung
4 Kupplungsdose bzw. Kragenkupplungsdose
5 Mehrfachkupplung
6 Gerätesteckdose bzw. Kragengerätesteckdose
7 Gerätestecker bzw. Kragengerätestecker
8 Festangeschlossene Anschlußleitung an ortsveränderliche Stromverbraucher

Bild 1. Steckvorrichtungen.



Die Berührung spannungsführender Steckerstifte ist verhindert

Das Einführen des Steckers mit nur einem Stift ist nicht möglich

Bild 2. Schutzstecker.

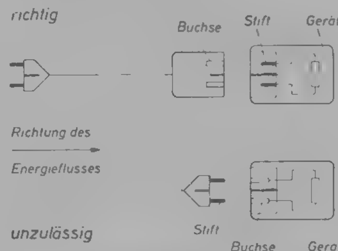


Bild 3. Stecker und Steckdosen im Leitungszug.

Stecker und Steckdosen müssen im Leitungszug so angebracht sein, daß die Steckerstifte in nicht gestecktem Zustand nicht unter Spannung stehen. Die Reihenfolge von Steckdosen und Stecker im Leitungszug wird durch die Richtung des Energieflusses nach Bild 3 bestimmt.

Es gibt St. mit und ohne Schutzkontakt. In den Vermittlungs- und Übertragungsstellen der DBP werden nur St. mit Schutzkontakt (→ Schukosteckvorrichtungen und → Terkosteckvorrichtungen) verwendet. *Vetter*

Stefan-Boltzmannsches Gesetz → Thermodynamik.

Stegleitung → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

stehende Wellen → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Stehwellenverhältnis → Welligkeit.

Steilheit (bei Röhren) → Barkhausengleichung.

Steilheitskonstante → Raumladungsstrom.

Steinerscher Satz → Dynamik.

Steinheil, Karl, August, geb. 12. Oktober 1801 zu Rappoltsweiler (Elsaß), gest. 14. September 1870 zu München. Er verbesserte den Gauß-Weberschen Telegrafen; sein Apparat war spätestens Juni 1837 im Betrieb verwendbar. Er erfand 1846 einen Blitzableiter nach der Art des späteren Plattenblitzableiters, entdeckte die Erdrückleitung. 1849 übernahm er die Einrichtung der österreichischen elektrischen Telegrafie, 1851 die in der Schweiz. Im gleichen Jahr erfand er das Telegrafenrelais.

Literatur: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 35, S. 720ff. Leipzig: Duncker & Humblot 1888. Arch. Post Telegr. 1888, S. 402. Dt. Verk. Zg. Nr. 42. Z. d. deutsch-österr. Telegr.-Vereins 1854, H. I/II, S. 2ff. und 1859, H. I/II, S. 5 (farbige Telegraphenschrift vor Morse). Marggraf, Hugo: Gedenkschrift Karl August Steinheil, Kommissionsverlag München. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil, S. 364 u. a. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1909. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 102, 104ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908 Steinheil, Dr.C.A.: Über Telegraphie, insbesondere durch galvanische Kräfte, öffentliche Vorlesung, gehalten in der festlichen Sitzung der Kgl. Bayr. Akademie der Wissenschaften am 25. August 1838. München: Carl Wolf. Webster's Biographical Dictionary. C. Matschoß: Männer der Technik. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Steinkohlenteeröl ist ein bei der Aufbereitung von Kokereiteeren anfallendes flüssiges Gemisch verschieden hoch siedender Destillate aus den Fraktionen Carbolöl, Naphthalinöl, Anthrazenöl, Waschöl; Siedebereich zwischen 200 und 400°C liegend; chemisch charakterisiert durch Gehalt an Teersäuren (Phenole, Kresole, Naphthale usw.), Teerbasen (Chinolin, Pyridin, Acridin usw.) und neutralen Kohlenwasserstoffen (Naphthalin, Anthrazen, Phenanthren, Pyren usw.). Der Gehalt an Teersäuren (= saure Öle) und neutralen Kohlenwasserstoffen (Naphthalingehalt) ist in Verbrauchervorschriften teilweise festgelegt. Beschaffenheit nach DBP-Vorschrift: spezifisches Gewicht bei 20°C 1.040—1.150; übersiedende Anteile beim Typ 1: bis 235°C maximal 15%, bis 300°C mindestens 30%, bis 355°C 65—85%, beim Typ 2: bis 235°C maximal 15%, bis 300°C mindestens 30%, bis 355°C mindestens 85%. Gehalt an sauren Ölen mindestens 3%; Wassergehalt im Frischöl maximal 1%, im Betriebsöl maximal 3%; Klarpunkt 23°C. Die DBP fordert reines S.; im Ausland sind Beimischungen von Mineralölen (bis 50%) zulässig. Die Wirksamkeit der Fraktionen sowie der Teersäuren und Basen gegen holzzerstörende Organismen ist unterschiedlich. Unempfindlichster Pilz: → Sägeblättling (Lentinus lepideus); Grenzwerte des Gesamtöls ermittelt nach dem Klötzchenverfahren (s. DIN 52 176, Blatt 1) für Sägeblättling (Lentinus lepideus) 10 bis 30 kg/m³, → Keller- oder Warzenschwamm (Coniophora cerebella: 4 bis 13 kg/m³, → Porenhausschwamm (Poria vaporaria) 6 bis 18 kg/m³. Als allgemeiner Grenzwert wird eine Menge von 25 bis 30 kg/m³ angesehen. Die DBP schreibt als Mindestaufnahme beim Tränken von Fernmeldemasten eine Menge von 80 kg S. je Kubikmeter Kiefernmastenholz vor. *Wefers*

Steinmetz, Hans, Dr. jur., Staatssekretär im BPM vom 8. Februar 1956 bis 31. Mai 1969. Geboren am 23. Mai 1908 in Dieburg. Nach Absolvierung des Gymnasiums in Bensheim Studium der Rechts- und Staatswissenschaften in Frankfurt am Main und Gießen. 1933 erste Juristische Staatsprüfung. 1934 als Gegner des Nationalsozialismus »wegen politischer Unzuverlässigkeit« aus dem Vorbereitungsdienst bei der Justizverwaltung entlassen. Von 1936 bis 1940 Stundenlöhner und Montagehilfsarbeiter, von 1940 bis 1941 Angestellter bei der Deutschen Fernkabelgesellschaft in Berlin. Von 1941 bis 1943 Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim RPZ in Berlin. 1944 Promotion zum Dr. jur. mit der Dissertation »Rechtsformen zwischenstaatlicher Fernmeldekonzerne und des europäischen Fernmeldewesens«. Bis 1945 Wirtschaftsjurist in der Privatindustrie. Im Juni 1945 Wiedereintritt in den Staatsdienst. Regierungsrat bei der ersten Hessischen Regierung in Darmstadt, dann kommissarischer Stadtkämmerer der Stadt Darmstadt. 1946 Große Juristische Staatsprüfung vor dem Oberlandesgericht in Frankfurt am Main. Mitglied der verfassungsberatenden Landesversammlung von Hessen. 1946 CDU-Abgeordneter im Hessischen Landtag. 1946 bis 1948 Landrat des Landkreises Bergstraße. Im September 1948 unter Ernennung zum Ministerialdirigenten in die Hauptverwaltung für das Post- und Fernmeldewesen des Vereinigten Wirtschaftsgebiets berufen. Von Februar 1949 bis April 1951 Leiter der Personalabteilung des BPM. Seit dem 1. April 1949 Ministerialdirektor und kommissarischer Staatssekretär. Am 30. April 1951 Leiter der OPD Koblenz, am 1. April 1954 Geschäftsführer der Deutschen Postreklame GmbH. Vom 8. Februar 1956 bis 31. Mai 1969 Staatssekretär im BPM.

Umfangreiche schriftstellerische Tätigkeit auf fachlichem, verwaltungspolitischem und -soziologischem Gebiet, u. a. »Der Mensch in der Verwaltung« (1963). Herausgeber des Jahrbuchs des Postwesens (seit 1956), des Handwörterbuchs des Postwesens und Mitherausgeber der Schriftenreihe zur Organisation und Dienstpostenbewertung der Deutschen Bundespost. Inhaber hoher in- und ausländischer Aus-

zeichnungen, u. a. des Großen Verdienstkreuzes mit Stern und Schulterband des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

Steinzeug → Tonwaren.

Stellenvorsteher → Ämter des Fernmeldewesens.

Stellgröße → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Stelltisch → Gleisbildstellwerk.

Stellwerk. In technischer Hinsicht sind zu unterscheiden die mechanischen, elektromechanischen und die vollelektrischen St. (→ Gleisbild-St.). Nach ihrer betrieblichen Bedeutung unterscheidet man:

1. Befehl-St. Auf ihnen hat der Fahrdienstleiter (→ Bahnhof) seinen Dienstsitz.
2. Befehlstelle. Die Kommandogeräte des Fahrdienstleiters sind nicht mit einem St. vereinigt.
3. Abhängige St., mitwirkende St. oder Wärter-St. Sie sind am Einstellen der Fahrstraßen (→ Bahnhof) beteiligt und durch den → Bahnhofsblock vom Fahrdienstleiter abhängig.
4. Rangier-St. Sie sind in gesonderten Rangierbezirken auf größeren Bahnhöfen zu finden und nicht an der Fahrstraßenbildung beteiligt.
5. Ablauf-St. Sie sind eine Abart des Rangier-St. und werden auf den bedeutenden Bahnhöfen als vollelektrische St. gebaut. Für die Weichenstellung arbeiten sie mit Relaistechnik, für die Speicherung und Fortschaltung der Ablauffolgen mit elektronischen Bauelementen.

Eine weitere Unterscheidung der St. ist im Hinblick auf die Lage im Bahnhof oder auf den Umfang des Stellbezirks möglich. End-St. liegen an den Enden der Bahnhöfe, Mittel-St. in der Bahnhofsmitte. Kleine Bahnhöfe haben oft nur ein Mittel-St. Große Bahnhöfe kommen mit einem vollelektrischen Zentral-St. aus. Dehnt sich der Wirkbereich des Zentral-St. über den Bahnhof hinaus und auf dessen Vorfeld aus, so wird das St. als Knoten-St. bezeichnet. Strecken-St. bedienen mit Hilfe von Fernsteuereinrichtungen die Signalanlagen ganzer Strecken. Knoten-St. und Strecken-St. sind nur vollelektrisch möglich. Stellwerk, elektromechanisches, → Fernsteuern von Signalanlagen, Stellwerk, mechanisches.

Das mechanische Stellwerk arbeitet mit Doppel-Drahtzugleitungen, um die durch das Umlegen des Stellhebels vom Stellwerkswärter ausgeübte Kraft auf die Weichen- oder Signalantriebe zu übertragen. Die Antriebe übersetzen die Bewegung der Leitung in die Bewegung von Stellstangen, die die Weichenzungen bzw. Signale in die entgegengesetzte Lage bringen. Darüber hinaus müssen die Antriebe bei Leitungsbruch die Weichenzungen in ihrer augenblicklichen Lage festhalten bzw. die Signale auf Halt stellen und darin festhalten. Die in die Leitungen eingebundenen Spannwerke wirken mit. Ihre Hauptaufgabe ist das Straffhalten der Drahtzüge. Im Stellwerk sind die Weichen- und Signalhebel auf einer Hebelbank nebeneinander aufgereiht (s. Bild). Bei Drahtbruch scheren die Hebel unter Wirkung der Spannwerke aus und gelangen in eine Sperrstellung, aus der sie erst nach Beseitigung des Leitungsbruchs wieder befreit werden können. Währenddessen kann der Stellwerkswärter die Hebel nicht mehr bedienen. Beim Einstellen einer Fahrstraße (→ Bahnhof) werden die Weichenhebel in die entsprechende Lage gebracht.

Der seitlich der Hebelbank im Blockuntersatz untergebrachte Fahrstraßenhebel wird umgelegt. Er bewegt die im Verschlußkasten hinter der Hebelbank



Hebelbank.

liegende Fahrstraßenschubstange. Die auf der Schubstange angebrachten Verschlußstücke verschließen die Weichenhebel und sperren sie gegen Zurücklegen. Schubstangen und Verschlußstücke bilden das mechanische Verschlußregister. Das Signal kann erst auf »Fahrt« gestellt werden, wenn der Fahrstraßenhebel durch die elektrische Fahrstraßenfestlegung gegen Zurücklegen gesperrt ist (→ Bahnhofsblock). Der Signalhebel bewegt die Signalschubstange, die über Blocksperren im Blockuntersatz die Abhängigkeit zwischen Signalhebel und (→) Streckenblock vermittelt.

Die Weichen und Signale des elektromechanischen Stellwerks werden von der Hebelbank im St.-Gebäude aus durch elektrische Antriebe mit 136 V Gleichstrom betrieben. St. und Antriebe sind durch ein Kabelnetz verbunden. Im St.-Gebäude ist auch die Stromversorgungsanlage untergebracht. Der Weichenantrieb des elektrom. St. hat einen Gleichstrommotor mit 2 getrennten Feldwicklungen für Rechts- und Linkslauf. Der Motor bewegt über Getriebe und Kupplung die Stellstange und stellt die Weiche je nach seiner Drehrichtung in die eine oder andere Stellung. In den Endstellungen wird der Antrieb jeweils durch einen Steuerschalter festgehalten, über dessen Kontakte dann der Überwachungsstrom (34 V Gleichstrom) fließt. Durch das Umlegen des Weichenhebels wird der Überwachungsstrom unterbrochen und der Stellstrom (136 V Gleichstrom) eingeschaltet. Eine Reibungskupplung im Getriebe zwischen Motor und Stellstange bremst die Schwungenergie nach dem Umstellen der Weiche durch gleitende Reibung ab. Bei übermäßigem Schwergang der Weiche läuft der Motor von der Reibungskupplung gebremst mit erhöhter Stromaufnahme so lange weiter,

bis die Stellstromsicherung durchbrennt. Dadurch wird der Motor abgeschaltet und die Störung dem St. angezeigt. Eine Auffahrkupplung verhindert, daß das Getriebe im Weichenantrieb beim Auffahren der Weiche beschädigt wird. Bei Gleisbild-St. werden die gleichen Weichenantriebe, jedoch statt mit Gleichstrommotoren mit Drehstrommotoren (380 V) verwendet. Die meisten elektrom. St. arbeiten mit Formsignalen, die von Signalantrieben gestellt werden. Der Signalantrieb hat ebenfalls einen Gleichstrommotor (136 V) mit 2 getrennten Feldwicklungen: Halt- und Fahrtwicklung. Der Motor bewegt über ein Getriebe die Motorschalter im Antrieb und die Signalflügel. Die Motorschalter schließen beim Anlaufen des Motors den Stromkreis für die Rückstellung und unterbrechen den Überwachungsstromkreis. Beim Auslaufen schalten sie den Stellstrom von der Fahrtwicklung ab und den Überwachungsstromkreis an. Eine Reibungskupplung im Getriebe bremst die beim Abschalten des Stellstroms noch vorhandene Schwungenergie des Motors ab und schützt den Motor bei Schwergang des Signals vor Überlastung. Lichtsignale besitzen keine bewegten Teile, daher auch keine Antriebe. Am Fuße der Signalmaste sind in Schaltkästen einige Relais und die Trafos für das Herabsetzen der Speisespannung von 220 V auf die Lampenspannung (tags 10,5 V, nachts 5,5 V) untergebracht. Stellstrom (136 V) und Überwachungsstrom (34 V) sowie ggf. der Strombedarf für die Lichtsignale (220 V) werden im Regelbetrieb über Gleichrichter aus dem öffentlichen Netz bezogen. Bei Netzausfall oder Stoßbetrieb decken Batterien den Energiebedarf, die von den Gleichrichtern in selbstregelnder Dauerladung gespeist werden. Den Energiebedarf der Lichtsignale liefert ein Umformer, der aus der Stellbatterie betrieben wird. Jede Stromversorgungsanlage besitzt Steckeranschlüsse, an die bei längerem Netzausfall ein fahrbares Netzersatzgerät angeschlossen werden kann. Die Stellorgane für die Weichen und Signale sind als Drehschalter ausgebildet und ebenso wie sämtliche signaltechnischen Abhängigkeitseinrichtungen — Relais, Kontakte und mechanische Verschlüsse — im Hebelwerk untergebracht. Der Einheitlichkeit wegen werden die Drehschalter Hebel genannt (→ Stellwerk, mechanisches). Die richtige Hebelstellung wird durch das mechanische Verschlußregister sichergestellt. Die Hebelgriffe ragen aus der Vorderseite des Hebelwerks heraus. Ihre Fortsetzung bilden profilierte Achsen, auf denen Achskontakte angebracht sind. In die Verschlüsse des mechanischen Verschlußregisters greifen die Sperrstücke und -pendel der elektromagnetischen Sperr- und Überwachungseinrichtungen ein. Weichenhebel besitzen eine, die Fahrstraßensignal-, Zustimmungs- und Befehlshebel zwei Umschlagrichtungen. Jeder Umschlagrichtung entspricht eine Fahrstraße. Stimmt die Stellung von Hebel und Weiche (Signal) überein, so fließt Überwachungsstrom, der den Überwachungsmagnet angezogen hält. Dies erkennt der St.-Wärter an einem Meldelämpchen. Beim Umlegen des Hebels wechseln die Achskontakte ihre Stellung, unterbrechen den Überwachungsstrom und schalten den Stellstrom ein. Hat die Weiche (das Signal) die gewünschte Endlage erreicht, unterbrechen die Motorschalter den Stellstrom und schalten den Überwachungsstrom ein. Der Überwachungsstrom läßt den Überwachungsmagnet anziehen und gibt damit die erreichte Übereinstimmung zwischen Hebel und Weiche (Signal) am Meldelämpchen zu erkennen. Überwachungs- und Stellstrom benutzen abwechselnd die gleichen Kabeladern zwischen St. und Antrieb. Die Befehls-, Zustimmungs- und Fahrstraßensignalhebel können nach links oder rechts bis 30° umgestellt werden, wenn die zur Fahrstraße gehörenden Weichenhebel richtig liegen. Bis 45° können sie erst umgestellt werden, wenn die Überwachungsmagnete sämtlicher Weichen die Ordnungsstellung melden und der Hebelsperrmagnet anzieht sowie das mit dessen Anker verbundene Sperrpendel die Weiterbewegung des Hebels freigibt. In der 45°-Stellung rastet das Sperrpendel des Festlegemagnets in ein Sperrstück auf der Hebelachse ein und sperrt den Hebel gegen Zurücklegen, bis der Festlegemagnet bei der Fahrstraßenauflösung erregt wird und das mit seinem Anker verbundene Sperrpendel aus der Rast der Sperrscheibe zurückzieht. Die Fahrstraßensignalhebel haben zwei Aufgaben: Von der Grundstellung bis zur 45°-Stellung reicht ihr Fahrstraßenteil, von der 45°- bis zur 90°-Stellung der Signalteil. Ist die Fahrstraßenfestlegung bei 45° eingetreten, so kann der Hebel bis in die 90°-Stellung weiterbewegt werden. Bei 80° wird der Stellstrom durch die Achskontakte des Hebels geschaltet. Das mechanische Verschlußregister liegt im Vorderteil des Hebelwerks unmittelbar über den Hebeln. Meldelämpchen im Aufbau des Hebelwerks unterrichten den St.-Wärter über Ordnungs- und Störzustände, Signalstellungen, Fahrstraßenfestlegung, Befehls- oder Zustimmungsempfang. Weichenverschluß und Fahrstraßenfestlegung schützen gegen Umstellen der Weichen unter Zugfahrten. Bei Rangierbewegungen lassen sich die Weichen gegen versehentliches Umstellen durch Weichenhebelsperren sichern. Die Weichenhebelsperre besteht aus einem Sperrmagnet, der das Umstellen der besetzten Weiche verhindert. Die Weiche selbst ist isoliert. Solange die Isolierschiene von Fahrzeugachsen frei ist, fließt ein Überwachungsstrom ständig von der Batterie über die Isolierschiene und den Sperrmagnet nach der Batterie zurück. Bei besetzter Weiche wird der Stromkreis kurzgeschlossen und damit der Sperrmagnet stromlos. Das mit seinem Anker verbundene Sperrpendel rastet in ein Sperrstück auf der Weichenhebelachse ein und sperrt den Hebel gegen Umlegen.

Literatur: Eisenbahn-Lehrbücherei der DB, Bd. 114. *Sasse*

v. Stephan, Ernst, Heinrich, Wilhelm, geb. 7. Januar 1831 zu Stolp, gest. 8. April 1897 zu Berlin. Zum Generalpostdirektor des Deutschen Reiches ernannt, führte er die Verschmelzung der deutschen Postverwaltungen — mit Ausnahme der bayerischen und württembergischen — durch. St. bedeutendstes Werk ist das zielbewußte Hinarbeiten auf die Gründung des »Allgemeinen Postvereins«, der am 1. Juli 1875 ins Leben trat und vom Postkongreß in Paris (1878) an Weltpostverein genannt wurde. Er wurde

Generalpostmeister, im September 1876 zum Geheimen Rat mit dem Prädikat Exzellenz, 1880 zum Staatssekretär des Reichspostamts ernannt. Er legte unterirdische Telegrafenlinien an, außerdem geht auf ihn die Verlegung des Überseekabels Emden–Vigo zurück. Am 12. November 1877 ließ er den Fernsprecher als Ersatz für den Morsetelegrafen in den Dienst des öffentlichen Verkehrs stellen.

Ehrungen: 1872 Mitglied des Bundesrats und des Herrenhauses; 1873 Ehrendoktor der philosophischen Fakultät der Universität Halle; 1884 Berufung in den preußischen Staatsrat; 1885 Verleihung des erblichen Adels; 1890 Verleihung einer Domherrenstelle beim Domstift in Merseburg; 1895 Verleihung des Ranges eines preußischen Staatsministers; Ehrenbürger mehrerer deutscher Städte; Ehrenmitglied einer Anzahl wissenschaftlicher und künstlerischer Gesellschaften; Ritter zahlreicher hoher und höchster in- und ausländischer Orden.

Literatur: Allgemeine deutsche Biographie, Bd. 54, S. 477ff. Leipzig: Duncker & Humblot 1908. Dt. Verk. Zg. 1897, S. 179ff. Arch. Post Telegr. 1890, S. 475; 1919, Nr. 3, S. 72; 1922, Nr. 4, S. 105ff. (Giesecke: Zum 25jährigen Todestage des Staatssekretärs von Stephan). Z. V. d. I., 1922: Heinrich von Stephan, ebenfalls von Giesecke. Arnim: Internat. Personalbibliographie. C. Matschoß: Männer d. Technik.

Feiertag/Teichmann

Stepped Atomic Time → Zeitsysteme.

Sterba-Antenne → Dipolantenne.

stereoakustisches Hören → Richtungshören.

stereofone Rundfunkübertragung. Die Stereofonie befaßt sich mit dem akustischen Raumempfinden, dem zweiohrigen Hören. Zur Vermittlung der räumlichen Klangwirkung sind mindestens zwei Übertragungswege erforderlich. Im Gegensatz zur einkanaligen Übertragung, bei der das gesamte Schallereignis bei der Wiedergabe nur punktförmig abgebildet werden kann, vermittelt die Stereofonie einen Richtungseindruck von den einzelnen Klangkörpern. Die Darbietung wird akustisch aufgelöst, das Klangbild erscheint durchsichtig (transparent).

Zur Übertragung stereofoner Rundfunksendungen sind verschiedene Verfahren entwickelt worden. Aus einer Reihe von Vorschlägen wurde 1961 von der amerikanischen Behörde FCC (Federal Communications Commission) das Pilottonverfahren zur Norm erklärt. Nach eingehender Erprobung ist dann dieses Verfahren von der EBU (European Broadcastung Union) zur Einführung in Europa empfohlen worden. Seit 1963 strahlen die Sender in der BRD auch stereofone Programme aus. Für die st. R. kommt nur der UKW-Rundfunk in Betracht, weil die Übertragungseigenschaften dieses Wellenbereiches allein die Voraussetzungen für eine hohe Wiedergabegüte erfüllen. Forderungen an das Übertragungsverfahren: es muß kompatibel sein (→ Kompatibilität), und es darf das Versorgungsgebiet bei stereofonen Sendungen, die von älteren Empfängern monofon abgehört werden können, nicht merklich eingeschränkt werden.

Die Stereo-Informationen werden zunächst auf der Senderseite im Coder nach Bild 1 in Stereo-Multiplexsignale umgewandelt. Die Entschlüsselung der codierten Signale erfolgt im Empfänger mit dem Decoder. Elektronische Einrichtungen bewirken, daß zur gleichen Zeit das Rechtssignal (R) und das Linkssignal (L) im Sender und Empfänger umgeschaltet werden. Die Schaltfrequenz ist 38 kHz. Sie wird im Empfänger durch Verdopplung des zur Synchronisation übertragenen Pilottones (daher Pilottonverfahren) von 19 kHz gewonnen und außerdem als Hilfsträger für die Differenzsignale verwendet. Nach der Demodulation stehen am Ausgang des Decoders die ursprünglichen Rechts- und Linksinformationen zur Verfügung.

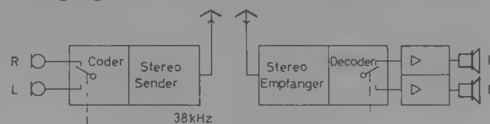


Bild 1. Blockschaltbild der Stereoübertragung nach dem Pilottonverfahren.

Mit dem Stereo-Multiplexsignal wird der Träger des UKW-Senders frequenzmoduliert. Das Spektrum besteht nach Bild 2 aus dem Summensignal (Mitteninformation M = L + R) im Frequenzbereich 40 Hz ... 15 kHz, dem 19-kHz-Pilotton und dem einem unterdrückten Hilfsträger von 38 kHz aufmodulierten Differenzsignal (Seiteninformation S = L – R). Die beiden Seitenbänder des Hilfsträgers belegen den Frequenzbereich von 23 ... 53 kHz. Das Summensignal (L + R), das durch Zusammenschalten der Informationen beider Aufnahmekanäle entsteht, erfaßt das Klanggeschehen in seiner Gesamtheit und entspricht damit dem Informationsinhalt der monofonen Sendung und kann mit einem für einkanalige Wiedergabe eingerichteten Empfänger abgehört werden. Das Differenzsignal hat ausschließlich die Aufgabe, den Stereoeindruck zu vermitteln.

(In den USA enthält das Frequenzspektrum des Multiplexsignals außerdem einen zweiten Hilfsträger von 67 kHz, der mit 6,7 kHz moduliert ist. Dieser sogenannte SCA-Kanal wird zur Übertragung eines zusätzlichen Programmes — Hintergrundmusik — verwendet. In Europa wird dieser Kanal nicht benutzt.)

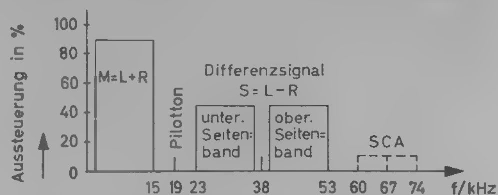


Bild 2. Frequenzspektrum des Stereo-Multiplexsignals.

Im UKW-Empfänger durchläuft der mit dem Multiplexsignal frequenzmodulierte Träger die HF- und nach der Mischung die ZF-Verstärkerstufen in gewohnter Weise bis zum Ratiodetektor, der das gesamte Frequenzspektrum dem Decoder zuführt. Der Decoder hat die Aufgabe aus diesem Spektrum die ursprünglichen Informationen der Aufnahmekanäle R bzw. L zu gewinnen. Es gibt verschiedene Prinzipien für die Decodierung. Ein Verfahren, das in der Praxis häufig angewendet wird, ist die Zeitmultiplex-Decodierung nach Bild 3. Danach wird der im gesamten

Multiplexsignal enthaltene 19-kHz-Pilotton zunächst ausgefiltert, in der Frequenz verdoppelt und in einem weiteren Filter zu einer sinusförmigen 38-kHz-Spannung umgeformt. Diese Spannung wird zur Speisung eines elektronischen Schalters benötigt, der aus zwei Diodenpaaren besteht.

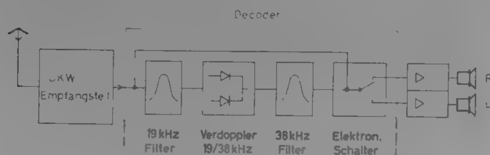


Bild 3. Blockschaltbild eines UKW-Stereoempfängers mit Prinzipschaltung des Decoders.

Im Takte der Halbperioden der 38-kHz-Schwingungen werden die Diodenpaare abwechselnd leitend oder gesperrt. Durch die Übertragung des 19-kHz-Pilottones ist dafür gesorgt, daß die 38-kHz-Spannung, die den elektronischen Schalter betätigt, von genau gleicher Frequenz und Phasenlage ist wie der Hilfsträger des codierten Signals im Sender. Um die Informationen gut getrennt voneinander zu erhalten, müssen an den Decoder hohe Anforderungen gestellt werden. Der Abgleich der Filter muß sehr sorgfältig vorgenommen werden, und die verwendeten Bauteile dürfen sich in ihren elektrischen Eigenschaften auch über längere Zeiträume nicht verändern.

Zur Vermittlung des Stereoeindrucks ist strenge Trennung der beiden Informationen R und L bis zum Ausgang des Wiedergabeverstärkers Voraussetzung.

Zur Wiedergabe müssen mindestens zwei Lautsprecher verwendet werden. Dabei spielt die Entfernung, in der die beiden Lautsprecher voneinander aufgestellt werden, eine wichtige Rolle. Je größer der Abstand, desto größer ist die Basisbreite der wiedergegebenen Darbietung. Die dazu notwendige Trennung der Lautsprecher vom Empfangsgerät hat einen neuen Empfängertyp geschaffen, die Klasse der Steuergeräte. Sie enthalten ein vollständiges Empfangsteil für den UKW-Bereich und meistens auch für mehrere AM-Rundfunkbereiche einschließlich des Decoders und zweier gleichwertiger NF-Verstärker mit Leistungsendstufen. Über Ausgangsbuchsen werden die Lautsprecher oder Lautsprechergruppen angeschaltet. Die Lautstärkeeinstellung erfolgt in vielen Fällen mit einem Doppelpotentiometer, mit dem die Lautstärke beider Kanäle über eine gemeinsame Welle kontinuierlich verändert werden kann. Über Klangregler, die den Frequenzgang beider Kanäle gleichzeitig beeinflussen, läßt sich das Klangbild in weiten Grenzen verändern. Da Steuergeräte nur den Empfangs- und Wiedergabeteil enthalten, lassen sie sich in verhältnismäßig kleinen Abmessungen bauen. Kleine Gehäuse erleichtern die Unterbringung und Einfügung der Geräte in Wohnräumen. Die kleine Bauform verdanken die Geräte außerdem der Transistortechnik, die es durch Anwendung von eisenlosen → Gegentaktendstufen ermöglicht, große Ausgangsleistungen mit weit über die Hörgrenze reichendem Übertragungsbereich und kleinem Klirrgrad zu erzielen:

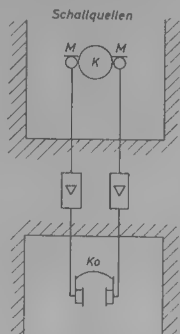
Bei hochwertigen Wiedergabeanlagen werden Lautsprechereinheiten verwendet, die aus einem Langhublautsprecher für den tiefen Tonfrequenzbereich und einem oder mehreren Mittel-Hochtonlautsprechern bestehen. Das Lautsprechergehäuse ist luftdicht verschlossen und der Innenraum mit Schallschluckstoffen gedämpft, um unerwünschte Gehäuseresonanzen zu vermeiden. Nach diesem Prinzip kann ein breiter Übertragungsbereich mit Baßfrequenzen bis zu 30 Hz und darunter wiedergegeben werden.

Literatur: W. Kleische, Einrichtungen für den Stereorundfunk auf der Senderseite. Telefunken-Ztg. 38 (1965), Heft 3/4 — E. P. Pils, Rundfunk-Stereofonie, Franck'sche Verlagshandlung — K. Wilhelm. Der Empfänger beim UKW-Stereofonie-Rundfunk, Telefunken-Ztg. 38 (1965) Heft 3/4 — K. Wilhelm, Durch Stereofonie bedingte zusätzliche Anforderungen an die UKW-Rundfunkübertragung, Telefunken-Ztg. 38 (1965) Heft 3/4 — H. Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik Bd. 2, Leipzig 1960 — P. Schinnerling, Konstruktionsmerkmale einer Hi-Fi-Lautsprecherbox, Funkschau 37 (1965) Heft 2.

Franke

Stereomodulation → Tonrundfunksender mit Frequenzmodulation.

Stereophonie. Ein Verfahren zur Übertragung von Schallereignissen über mehrere Kanäle. Es ist hierdurch möglich, den binauralen Hörvorgang nachzubilden. Das einfachste Verfahren ist die Übertragung mittels zweier Mikrophone und einem Kopfhörer, wie es in Bild 1 dargestellt ist. Diese Art der Übertragung macht es möglich, den plastischen Ein-



M = Mikrophon, K = künstlicher Kopf, Ko = Kopfhörer.

Bild 1. Stereophonische Kopfhörerübertragung.

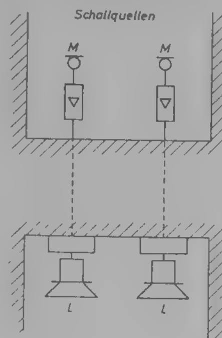


Bild 2. Stereophonische Übertragung allgemein.

druck bei der räumlichen Verteilung von mehreren Schallquellen, z. B. eines Orchesters, naturgetreu wiederzugeben. Die Aufnahme eines Schallvorganges kann auch durch zwei oder mehrere Mikrophone, wie es in Bild 2 wiedergegeben ist, erfolgen. Ein Schallereignis läßt sich sowohl durch → Schallspeicher, deren technische Konstruktionen es erlauben, zwei getrennte Informationen aufzuzeichnen, aufnehmen und wiedergeben (z. B. Stereoschallplatte und Stereotonband) als auch direkt über Rundfunk zweikanalig ausstrahlen und mit entsprechenden Empfängern wiedergeben. *Brosze*

Stereoübertragung → Tonrundfunksender mit Frequenzmodulation, → Tonübertragungstechnik.

sternförmige Erdung → Erdung.

Sternnetz, Netzgrundform, bei der jeder Netzpunkt (Np) mit einem Stern- oder Knotenpunkt verbunden ist. Unter Np werden Vermittlungsstellen, Endeinrichtungen, Verzweigungseinrichtungen u. ä. verstanden. Verbindungen zwischen zwei Np werden so hergestellt, daß die betr. Leitungen in dem Knotenpunkt

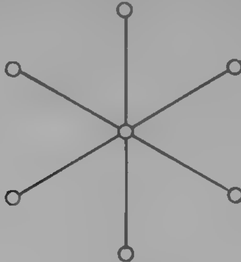


Bild 1. Sternnetz.

verbunden werden. Sie müssen für den Durchgangsbetrieb geeignet sein. Ein Leitungsbündel von einem Np nach dem Knotenpunkt führt Verkehr, der nach allen anderen Vermittlungsstellen gerichtet ist. Umgekehrt führt ein Leitungsbündel vom Knotenpunkt nach einer Vermittlungsstelle den ankommenden Verkehr von allen anderen Np. Durch die Bündelung des Verkehrs ist beim St. im Vergleich zum → Maschen-

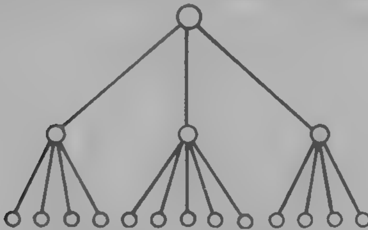


Bild 2. Sternnetz mit 3 Netzebenen.

netz die Anzahl z der Leitungsbündel kleiner; nämlich bei gerichtetem Betrieb zwischen n Vermittlungsstellen $z = 2n$. Durch die Bündelung wird die Auslastung der einzelnen Leitungen erhöht. Sie macht gleichzeitig das St. verwundbar gegen Störungen. In großen Bereichen mit vielen Np ist die sternförmige Zusammenschaltung in einem Knotenpunkt wegen der langen Leitungen nicht sinnvoll. Die Np werden dann in mehreren Stufen verknotet. Jede Stufe wird als Netzebene bezeichnet. Mit der Anzahl der Netzebenen steigt die Anzahl der Leitungsabschnitte in einer Verbindung. Minimale Kosten werden erzielt, wenn Np mit starkem gegenseitigen Verkehr über möglichst wenige Knoten verbunden werden. Das wird durch eine zweckmäßige gegenseitige Zuordnung erreicht.

Sternnetz in Stromversorgungsanlagen bezeichnet die Schaltungsanordnung der drei Wicklungen des Stromerzeugers. Die drei Wicklungsenden

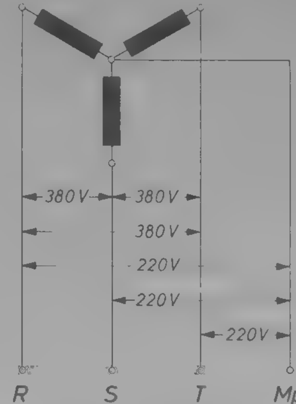


Bild 3. Sternspannung.

sind miteinander zum »Sternpunkt« verbunden, und die freien Wicklungsanfänge sind nach außen als »Außenleiter« (R, S, T) geführt. Die vom Sternpunkt nach außen führende Leitung wird als »Sternpunktleitung« (Mp) bezeichnet (s. Bild 3). Die zwischen einem Außenleiter und dem Sternpunktleiter herrschende Spannung heißt Sternspannung oder Phasenspannung. Die zwischen den Außenleitern herrschende Spannung heißt Dreieckspannung oder verkettete Spannung (→ Dreiecknetz). Die öffentlichen Starkstromnetze sind überwiegend St. mit herausgeführten Sternpunkten. *Socher/Vetter*

Sternschaltung → Gleichrichterschaltungen, → Sternnetz.

Sternschauzeichen → Schauzeichen.

Sternverkehr → Verkehrsarten (Funk).

Sternverseilung → Verseilarten.

Steudelsche Untersuchungen → Funkstörmeßgeräte.

steuerbare Halbleiter-Gleichrichterzellen → Thyristor.

Steuergerät → stereofone Rundfunkübertragung.

Steuerschärfe, -spannung → Raumladungssteuerung.

Stichprobe ist eine zufällige Auswahl von Proben, die auf bestimmte Merkmale z. B. Größe, Gewicht oder bezüglich irgendeiner Abweichung von einer ge-

gebenen Norm untersucht wird. Die Menge der wahllos herausgegriffenen Proben ist nur ein Teil der Gesamtmenge; z. B. die Verkehrsbelastung eines Leitungsbündels, die während einer begrenzten Anzahl von Tagen gemessen wird, ist nur eine Stichprobe des tagaus tagein fließenden Verkehrs. Der Umfang der S., d. h. die Anzahl der entnommenen Proben, hängt ab von der gewünschten Größe des → Vertrauensintervalls und der geforderten → statistischen Sicherheit, mit der das Ergebnis der Stichprobe auf die Gesamtmenge zutrifft. Man macht den Umfang der S. aus ökonomischen Gründen so klein wie möglich.

Literatur: van der Waerden, B. L. Mathematische Statistik. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1965. Zurmühl, R.: Praktische Mathematik, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1961. Fisz, M.: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1958.

Stichwort → Fernsprechbuch.

Stillegung von Teilnehmereinrichtungen. § 12 Abs. 5 der Fernsprechordnung (FeO) verpflichtet den Fernsprechteilnehmer, aus Gründen des öffentlichen Wohls die vorübergehende Stillegung (d.h. Außerbetriebsetzung) seiner → Teilnehmereinrichtungen zu dulden. Die vorübergehende Stillegung von Teilnehmereinrichtungen kommt z. B. in Betracht, wenn bei Störungen, Unglücksfällen, Unwetterverheerungen usw. die Leitungen der Einrichtungen dringend anderweitig benötigt werden. Die Stillegung von Teilnehmereinrichtungen gehört zur Zuständigkeit der OPD. Nur wenn die Entscheidung der OPD auch telegrafisch oder durch Fernsprecher nicht rechtzeitig eingeholt werden kann, ist der Vorsteher des zuständigen Fernmeldeamtes berechtigt, die Stillegung anzuordnen. → Ruhen der Gebührenpflicht.

Stimmton. Ein musikalischer → Ton zum Einstimmen von Musikinstrumenten. Als Norm-Stimmton ist das eingestrichene a^1, dessen Grundfrequenz auf 440 Hz festgelegt ist. Die Orchester stimmen meist ihre Instrumente nach dem a^1 der Oboe. Die DBP sendet innerhalb ihres Fernsprechansagedienstes den Norm-Stimmton mit dem Klangspektrum der Oboe.

Literatur: DIN 1317, 350- Recommendation R 16.

Stimmtrakt → Artikulationssystem.

stochastischer Prozeß. Der zeitliche Ablauf zahlreicher physikalischer Vorgänge läßt sich funktionsmäßig nicht erfassen. Es ist daher nicht möglich, für einen beliebigen Zeitpunkt exakte Voraussagen über die Größe gewisser Meßwerte zu machen. Die Werte haben vielmehr Zufallscharakter und lassen sich nur mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung beschreiben. Jeder beobachtete Wert ist also nur einer von vielen möglichen Werten, die zu dem betreffenden Beobachtungszeitpunkt hätten auftreten können. Beispiele hierfür sind: die Luftdruckschwankungen an einem bestimmten Ort oder die elektrische Ausgangsspannung an den Klemmen eines Rauschgenerators. Einen solchen Vorgang nennt man einen Zufallsprozeß oder stochastischen Prozeß (gr. στοχάζεσθαι = durch Vermutung schließen, erraten) und versteht darunter ein Ensemble von Zeitfunktionen $\{{}^k x(t)\}$ mit $k = 1,2 \ldots$ für $-\infty < t < \infty$, wobei das Ensemble durch statistische Eigenschaften charakterisiert ist.

St. P. lassen sich in zwei Untergruppen einteilen, in die stationären und in die nichtstationären Prozesse. Unter ${}^k x(t)$ seien beliebige, zum Ensemble gehörende Zeitfunktionen verstanden. So beschreibe beispielsweise ${}^1 x(t)$ den zeitlichen Verlauf der Spannungsschwankungen an den Ausgangsklemmen eines Rauschgenerators, ${}^2 x(t)$ den zeitlichen Verlauf der Spannungsschwankungen an den Ausgangsklemmen eines zweiten Rauschgenerators usw., ${}^k x(t)$ die gleichen Vorgänge bei einem k-ten Generator. Es läßt sich dann in einfacher Weise zu jedem beliebigen Zeitpunkt t_1 der Mittelwert ${}^k\mu_x(t_1)$ aus den Augenblickswerten der Funktion ${}^k x(t_1)$ zum Zeitpunkt t_1 berechnen (sog. Moment erster Ordnung). In ähnlicher Weise läßt sich auch eine Korrelation zwischen den Werten des Zufallprozesses zu zwei verschiedenen Zeitpunkten dadurch bestimmen, daß man den Ensemble-Mittelwert von dem Produkt der Augenblickswerte zu zwei Zeitpunkten t_1 und $t_1 + \tau$ errechnet (sog. Autokorrelationsfunktion ${}^k R(t_1, t_1 + \tau)$. Diese Vorgänge werden mathematisch beschrieben durch

$$ {}^k\mu_x(t_1) = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} {}^k x(t_1), $$

$$ {}^k R_x(t_1, t_1 + \tau) = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} {}^k x(t_1)\, {}^k x(t_1 + \tau). $$

Im allgemeinen ändern sich die Werte ${}^k\mu_x(t_1)$ und ${}^k R_x(t_1, t_1 + \tau)$, wenn sich t_1 ändert. Man sagt dann, der St. Pr. sei nicht stationär. Falls sich aber ${}^k\mu_x(t_1)$ und ${}^k R_x(t_1, t_1 + \tau)$ bei Variationen von t_1 nicht ändern, spricht man von einem stationären Prozeß. Für einen solchen hängt also die Autokorrelationsfunktion nur von der Zeitdifferenz τ ab. In vielen Fällen ist es möglich, die Eigenschaften eines stationären Zufallsprozesses durch Berechnung zeitlicher Mittelwerte über spezifische Funktionen des Ensembles zu beschreiben. Für die k-te Funktion erhält man dann

$$ {}^k\mu_x = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^{+T} {}^k x(t)\, dt, $$

$$ {}^k R_x(\tau) = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^{+T} {}^k x(t) \cdot {}^k x(t + \tau)\, dt. $$

Wenn der Prozeß $\{x(t)\}$ stationär ist und wenn sich die Werte ${}^k\mu_x$ und ${}^k R_x(\tau)$ bei Betrachtung der verschiedenen Zeitfunktionen nicht voneinander unterscheiden, spricht man von einem ergodischen Prozeß. Für einen solchen ist also jede beliebige, zum Ensemble gehörende Zeitfunktion repräsentativ.

Literatur: J. S. Bendat und A. G. Piessol: Measurements and Analysis of Random Data. John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sidney 1966 — J. S. Bendat: Principles and Applications of Random Noise Theory, New York London, John Wiley & Sons Inc. 1958.

Endres

Stoffpläne → Ausbildungsordnungen.

Stopfrequenz. Bei Wechselstromtelegrafie mit Frequenzmodulation diejenige Frequenz, die dem Kennzustand Z entspricht. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Stopfstelle. Um ein Kabel zum Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit unter → Druckgasüberwachung zu nehmen, sind die Enden durch St. luftdicht abzuschließen. Es werden besondere St. in das Kabel eingebaut, oder das Kabel wird im Endgerät (→ Endverschluß [EVs]) druckdicht abgeschlossen.

Zum Ausfüllen der Hohlräume innerhalb der Kabelseele und zwischen Kabelseele und Mantel dienen Zwei-Komponenten-Gießharze. Für St. in Kabeln mit Metallmänteln und mit papierisolierten Kabeladern ist Gießharz Typ LDF (auf Epoxydharz-Basis), für Polyäthylenortskabel ist Gießharz-Stopfmasse Typ SDL (Protolin 60 auf der Basis Polyurethan) versuchsweise eingeführt (Februar 1969).

Harz und Härter sind in flexiblen Kunststofftuben enthalten, die zum Mischen miteinander verschraubt werden. Durch einen Satz Einwegzubehör (Tüllen, Schlauch usw.) wird das Gemisch in die vorbereitete Stopfmuffe bzw. Vergußkammer des EVs gefüllt.

Zur Herstellung der St. wird bei papierisolierten Kabeln ein Einfüllstutzen in den Kabelmantel gelötet. Bei Polyäthylen-(PE-)Kabeln wird der Mantel abgesetzt (erforderliche Länge l, bei Kabeldurchmesser bis 75 mm: l = 180 mm; bei über 75 mm Kabeldurchmesser: l = 240 mm), der Cu-Schirm mit einem verzinkten Cu-Seil von 6 mm in einem perforierten Isolierschlauch wieder durchverbunden, und um die Absetzstelle wird eine Gießform aus Polyvinylchlorid-(PVC-)Hartfolie (0,3 mm stark) über die beiderseits ringförmig auf dem PE-Mantel gelegten Gießformträger aus Moosgummi mit selbstklebendem PVC-Weichband festgeklebt. Durch die Eingießöffnung wird so viel Gießharz in die aufgelockerte, nach beiden Seiten in das Kabel hinein mit Glasgewebeband abgedichtete Kabelseele eingegossen, bis die Gießform ausgefüllt ist. *Stegmann*

Stopper → Seekabellegung und -instandsetzung.

Stoppolarität. Bei Doppelstrombetrieb diejenige Polarität, die dem Kennzustand Z entspricht. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Stopschritt → Start-Stop-Zeichen.

Stöpsel, ein Steckverbindungsbauteil, mit dem Verbindungen über → Klinken hergestellt werden können. Die konzentrisch hintereinander angeordneten Ringe, Stifte oder Bahnen des St. bilden Kontakt mit den Klinkenfedern. St. werden hauptsächlich an → Stöpselschnüre angeschlossen.

In der Vermittlungstechnik sind besonders drei-, vier- und sechspolige St. gebräuchlich. Sie werden auch nach dem Durchmesser des Stöpselschaftes (5,75 mm, 7,0 mm, 8,5 mm) bezeichnet. Das mechanische Zusammenarbeiten eines sechspoligen St. mit der Klinke und die Bezeichnung der Stöpselringe zeigt Bild 1. Die auf dem Stöpselgriff angeordneten Anschlußklemmen werden durch eine farbige Stöpselschutzhülse abgedeckt. Um eine Beschädigung der Schnur durch scharfes Umknicken an der Schnureinführungsstelle zu erschweren, werden die Schnüre durch Knickschutzspiralen geschützt.



Bild 1. Mechanisches Zusammenarbeiten eines 6poligen Stöpsels mit der Klinke (s. auch Bild 1 unter Stichwort Klinke).

Für den Anschluß von → Sprechzeugen an Anschalteklinken (→ Klinken) werden vierpolige Anschaltestöpsel mit seitlicher Schnureinführung (Stöpselschaftdurchmesser 10,5 mm) verwendet (s. Bild 2).

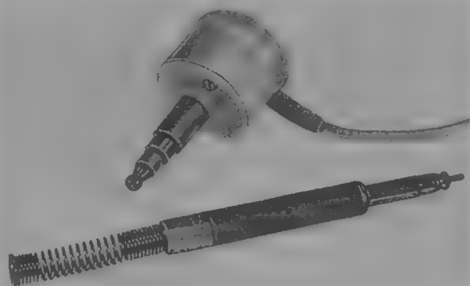


Bild 2. 4poliger Stöpsel und Anschaltestöpsel mit seitlicher Schnureinführung.

Lose Stöpsel aus Isolierstoff dienen dazu, Klinken betrieblich besonders zu kennzeichnen, die an den Klinkenfedern liegenden Stromkreise zu isolieren oder Klinkenkontakte zu betätigen. Sie werden als Deck-, Hinweis-, Isolier- und Trennstöpsel bezeichnet. *Gänsler*

Stöpsellehre → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel.

Stöpselmeßbrücke → Meßbrücken.

Stöpselschnur an handbedienten Vermittlungsplätzen mit angeschaltetem → Stöpsel — auch als Leitungsschnur bezeichnet — ist, da sie viel bewegt wird, hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt.

Um eine gute Bewegbarkeit zu ermöglichen, werden Litzenleiter verwendet, deren einzelne Litzenfäden aus einem schmalen, sehr dünn ausgewalzten und auf einem Kunststoffträgerfaden aufgewickelten Kupferband von etwa 0,3 mm × 0,02 mm bestehen. Das Metallband wird als Lahn bezeichnet, jeder einzelne Leiter als Lahnfaden. Ein aus mehreren Lahnfäden verseilter Leiter ist der Lahnlitzenleiter. Von der aus Perlongewebe bestehenden Außenhülle wird besonders hohe Abriebfestigkeit gefordert. Die Außenhülle übernimmt auch die zugentlastende

Anzahl der Adern	1	2	3	4	5	6
d			5,5		6	6,6
zul. Abw.			−0,8		−0,6	−0,7

Aufbau einer Stöpselschnur.

Befestigung der Schnur an beiden Enden (s. Bild). Zum Zurückführen dienen → Schnurgewichte und → Schnuraufroller, → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen. *Gänsler*

Stöpselwiderstand. Die einzelnen Meßwiderstände werden zu Widerstandssätzen vereinigt. St. sind die ältere Art solcher Widerstandssätze. Sie bestehen aus mehreren hintereinander geschalteten Dekaden, von denen jede einzelne wiederum aus vier hintereinander geschalteten Meßwiderständen besteht, die entweder nach dem Schema

...., 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, ... Ohm,

oder nach dem Schema

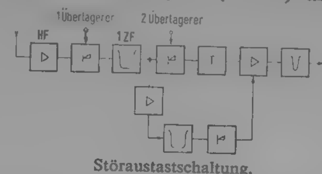
...., 1, 2, 3, 4, 10, 20, 30, 40, ... Ohm

angeordnet sind. Jeder einzelne Widerstand ist zunächst durch einen Stöpsel kurzgeschlossen. Man schaltet einen Teilwiderstand durch Herausziehen seines Stöpsels ein. Der Gesamtwiderstand ergibt sich dann durch Zusammenzählen der nicht-kurzgeschlossenen Teilwiderstände. Kontaktklötze und Stöpsel müssen sorgfältig gepflegt werden, um unerwünschte Übergangswiderstände zu vermeiden. St. werden wie → Kurbelwiderstände geschirmt.

Stopzustand ist der Zustand, der dem Kennzustand Z entspricht. → K e n n z u s t ä n d e bei der Telegrafie.

Störabstand → Empfindlichkeit.

Störaustaster. Er bringt bessere Entstörung als der → Störbegrenzer, ist aber aufwendiger. Der St. wird aus einer Stufe v o r den schmalbandigen ZF-Filtern des Funkempfängers (s. Bild) angesteuert,

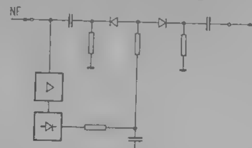


Störaustastschaltung.

welche die Störimpulse umgekehrt proportional zu ihrer Bandbreite verbreitern. Der Ausgang des St. sperrt den ZF-Kanal kurzzeitig während der Störimpulsdauer. Das setzt voraus, daß u. U. ein Verzögerungsglied (T) im Nachrichtenzug vorhanden ist, damit der im gleichen oder benachbarten Frequenzgebiet aufgenommene und ausreichend breitbandig verstärkte und gleichgerichtete Störimpuls den Nachrichtenkanal rechtzeitig sperren kann.

L i t e r a t u r : Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits Mc Graw-Hill Book Company, 1964.

Störbegrenzer → Amplitudenbegrenzung. Er dient der Empfangsverbesserung bei kommerziellen amplitudenmodulierten Empfängern, wenn impulsartige Störungen auftreten. St. wirken nur, wenn die Störspitzen größer als die Nutzmodulation sind, und wenn die Impulshäufigkeit klein ist gegenüber der Modulationsfrequenz. Einfache St. schneiden hinter dem Demodulator bipolar oberhalb eines festeingestellten oder von Hand einstellbaren Modulationsgrades ab. Andere



Störbegrenzer mit automatischer Schwelleneinstellung.

St. (s. Bild) nutzen die relativ kurze Impulsdauer zur selbsttätigen Bildung einer dem durchschnittlichen momentanen Modulationsgrad proportionalen Begrenzerschwelle.

L i t e r a t u r : Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc Graw-Hill Book Company 1964 — Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Akad. Verl. Ges. Geest u. Portig, Leipzig 1959.

Störfähigkeit (von Starkstromanlagen) → Geräuschspannung.

Störfeldstärke → Sendernetzplanung.

Störfestigkeit ist die zu fordernde Eigenschaft an einen guten Funkempfänger. Diese Eigenschaft ist ein Maß seiner Störempfindlichkeit. Eine gute Einstrahlungsfestigkeit gegenüber HF-Feldern setzt eine Schirmung (→ Entkopplung) der kritischen Empfän-

gerteile voraus. Die Störspannungsfestigkeit wird dem gegenüber als Dämpfung b_F zwischen Netzeingang und den mit dem Antennenwiderstand belasteten Hochfrequenzkreisen des Empfängers ausgedrückt.

$$b_F = 20 \log \frac{U_L}{U_{As}} \text{ in dB} .$$

U_L = Funkstörspannung an der Netzleitung,
U_{As} = Störspannung am Empfängereingang.

Störfrequenz → Funkstörquelle.

Störfunkfeld → Funkfeld.

Störgeräusche → Geräusch, → Richtfunkverbindungen.

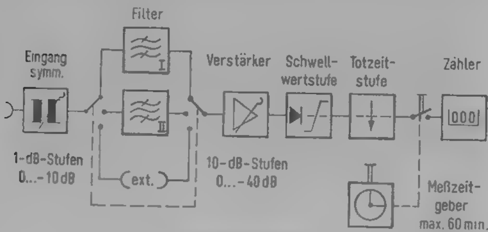
Störgewicht → Geräuschspannung.

Störgrad. Anteil der Störungen an den bis zum gerufenen Teilnehmer aufgebauten Verbindungen. Der St. einer Vermittlungsanlage gibt einen Anhaltspunkt dafür, ob die Unterhaltung der technischen Einrichtungen ausreichend ist. Berechnung des St. → Gütemerkmale.

Störgröße (in Stromversorgungsanlagen) ist eine vom Regler nicht erfaßte Einflußgröße. Der Einfluß der St. kann durch die St.-Aufschaltung (→ Regelung) verringert werden.

Störimpuls → Funkstörquelle.

Störimpulszähler dient zum Beurteilen der Eignung einer Fernmeldeleitung für die Übertragung von Daten in digitaler Form durch Messen der Störimpulshäufigkeit nach einem vom CCITT empfohlenen Meßverfahren. Der St. registriert die durch ein Empfangsfilter bewerteten Störimpulse, deren Amplituden eine einstellbare Ansprechschwelle überschreiten; dabei



Störimpulszähler.

werden Störimpulse nur dann getrennt gezählt, wenn sie einen größeren zeitlichen Abstand als die mit Totzeit bezeichnete Zeitdauer haben. Durch die Totzeit wird dem gebräuchlichen Verfahren der blockweisen Übertragung der Daten Rechnung getragen und eine Relation zur Blockfehlerrate erhalten. Die Bewertung der Störimpulse kann durch Auswahl von Empfangsfiltern unterschiedlicher Durchlaßbreite verändert werden. Die Messung wird an einer beidseitig abgeschlossenen Leitung durchgeführt. Die Meßzeit ist mit einer Kurzzeitschaltuhr oder von Hand einstellbar. Die Anzahl der während einer Meßzeit registrierten Störimpulse wird mit einem mehrstelligen dekadischen Zählwerk angezeigt. Im Bild ist das Schaltungsprinzip eines St. dargestellt. Die Ansprechschwelle läßt sich in 1-dB-Stufen von −50 bis 0 dB einstellen (bezogen auf den Spitzenwert einer Sinusspannung, die an einem reellen Widerstand von 600 Ω eine Leistung von 1 mW erzeugt). Die Totzeit beträgt z. B. 125 ms. Das Filter I hat einen Durchlaßbereich (±1 dB) von 275 bis 3250 Hz und das Filter II von 750 bis 2300 Hz (Werte nach CCITT). *Bidlingmaier*

Störleistungsmeßzusatz → Funkstörmeßgeräte.

Störmodulation ist eine nicht gewünschte Modulation, die im → Modulator oder im Sender infolge von Komponenten, die nicht zum Zeichen gehören, z. B. Störbrummen infolge schlechter Siebung, entsteht. Die dadurch hervorgerufene Störenergie wird aufgrund einer an einem bestimmten Kennwiderstand auftretenden Fremdspannung und Geräuschspannung ermittelt. Die Fremdspannung wird am Senderausgang nach linearer → Demodulation gemessen. Die Geräuschspannung wird wie die Fremdspannung, jedoch unter Einschaltung eines → Bewertungsfilters (psophometrisches Filter 1) nach der sog. Ohrkurve gemessen. Das Verhältnis der Störspannung zur Spannung des gewünschten Zeichens (Geräuschabstand) wird in Prozenten oder in dB ausgedrückt.

Literatur: Funksender, Meßtechnik, Güte der Nutzaussendung. DIN 45053, Blatt 5, Pkt. 2.

Störnebel → Funkstörquelle.

Störspannung, Störstrom → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen, → Geräuschspannung.

Störspannung in Stromversorgungsanlagen. Die einzelnen Komponenten der einer Gleichspannung überlagerten Wechselspannung, die z. B. von einem Gleichrichter geliefert werden, wirken sich wegen der frequenzabhängigen Empfindlichkeit des menschlichen Ohres verschieden stark auf das Ohr aus. Dies ist von Bedeutung für den Störeinfluß in Fernsprech- und Rundfunkanlagen. Um den Störeinfluß leichter erfassen zu können, wird eine sinusförmige Ersatzspannung eingeführt, die das Störgewicht der einzelnen Frequenzen berücksichtigt. Die frequenzbewertete St. ist diejenige Ersatzspannung mit einer festgelegten Bezugsfrequenz, die an Stelle der überlagerten Wechselspannung des Gleichrichtergerätes in einer Fernmeldeanlage die gleiche Störung erzeugen würde. Die Bezugsfrequenz ist bei Fernsprechanlagen 800 Hz und bei Rundfunkanlagen 1000 Hz.

Störspektrum → Funkstörquelle.

Störstellen → Bändermodell des Halbleiters.

Störstellenleitung → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Störstrahlung gehört zu den aktiven Störeigenschaften eines Empfängers. Im wesentlichen neigen zur Störstrahlung die Oszillatoren von Rundfunkempfängern. Hierzu gehören auch die Bild- und Zeilenkippfrequenzen von Fernsehempfängern mit ihren zahlreichen Oberwellen. Die Oszillatoren hierfür können sich als unangenehme Funkstörquellen bemerkbar machen, deren Störleistung oder Strahlung bei einer

Empfängermessung oder Funkstörspannungsmessung ermittelt werden muß. Wird der festgelegte Grenzwert nicht überschritten, so besteht Störstrahlungsfreiheit.

Störung liegt vor, wenn durch Abweichungen vom Regelzustand nachteilige Auswirkungen auf die Betriebsfähigkeit einer technischen Einrichtung entstehen. Durch vorbeugende Maßnahmen können St. verursachende Fehler (schadhafte Bauteile, Bedienungs- und Schaltfehler, induktive Beeinflussung durch Hochspannung oder -frequenz sowie Funkverkehrsbeeinträchtigung durch Wettereinflüsse und Sonneneruptionsstrahlung) und → Mängel weitestgehend erkannt werden, bevor sie den Betriebszustand merkbar beeinflussen. Von einer Teil-St. wird gesprochen, wenn z. B. ein Fernsprechanschluß aufgrund eines Fehlers nur abgehend oder nur ankommend betriebsfähig ist, oder bei einer → Wählsterneinrichtung eine Übertragung bzw. in einem Leitungsbündel eine Übertragungsrichtung ausfällt. Fällt dagegen ein Fernsprechanschluß, ein Kabel oder eine Vermittlungsstelle vollständig aus, so liegt eine Voll-St. vor. Der Ausfall zahlreicher Adern, mehrerer Kabel oder Verbindungswege durch einen oder mehrere gleichartige Fehler wird als → Massenstörung bezeichnet.

Störungsannahme. Jede → Fernsprechentstörungsstelle (FeESt) besitzt eine St., die Anfragen und Meldungen von Fernsprechteilnehmern und Dienststellen über Störungen entgegenzunehmen, aufzuzeichnen und ggf. vorzuprüfen hat sowie über den Betriebszustand von Fernsprechanschlüssen und technischen Einrichtungen für den Fernsprechorts- und -fernverkehr Bescheid erteilen muß. Sind zusätzliche Prüfungen oder Erkundungen notwendig, werden die → Prüfplätze oder → Karteiplätze mit der weiteren Bearbeitung betraut. In Ausnahmefällen sind zusätzlich den Funkstörungsmeßdienst oder die Unterhaltung von Fernschreibgeräten betreffende Anrufe abzufragen. Alle St. sollen unter einer einheitlichen Rufnummer zu erreichen sein. Bei kleineren FeESt werden die Aufgaben der St. zusammen mit dem Verwalten der Karteiunterlagen und der Prüfplatztätigkeit an → Allplätzen ausgeführt. Größere FeESt erhalten → Störungsannahmetische. Innerhalb des Bereiches eines Fernmeldeamts wird eine St. zusätzlich mit → Selbstwählferndienst-(SWFD-)Vorprüftischen ausgerüstet, die gegenüber Störungsannahmetischen entweder geringfügige zusätzliche Einbauten oder nur die für die SWFD-Vorprüfung erforderliche Ausrüstung erhalten. Im einzelnen fallen folgende Tätigkeiten an:

1. Entgegennahme von Störungsmeldungen: je nachdem, ob die Meldung Fernsprecheinrichtungen nur des eigenen oder auch anderer Ortsnetze (ON) betrifft, wird von einer Störungsmeldung oder einer SWFD-Störungsmeldung gesprochen.

2. Die St. kann Vorprüfungen ausführen, indem sich die Kraft auf den Fernsprechanschluß aufschaltet. Dabei kann ermittelt werden, ob gesprochen wird, eine Störung vorliegt, der Beginnimpuls richtig einsetzt und die Zählimpulse zeitlich stimmen.

3. Auskünfte über den Betriebszustand der technischen Einrichtungen erteilt die St. aufgrund des Ergebnisses des Probeverbindungsaufbaues einschließlich der Vorprüfung anhand der Eintragungen auf den Störungskarten und sonstiger vorliegender Informationen. Bei Bedarf können St. eines ON oder benachbarter ON untereinander zur Weiterleitung von Störungsmeldungen und Anfragen mit → Abwurfleitungen versehen sein. Weitere Abwurfleitungen werden nach der Innenaufsicht, zum → Leitplatz und zum Störungsprüfplatz der eigenen FeESt geschaltet. Größere FeESt verfügen über Leitungen zu den Karteihilfekräften, von denen die St. Auskünfte über Karteikarteneinträge u. ä. anfordern. Für Störungsmeldungen werden Störungszettel ausgefertigt, die von Karteihilfekräften abgeholt oder ihnen über Hochkantförderbänder zugeleitet werden. Damit die St. auch nach Betriebsschluß und nachts abgefragt werden kann, ist eine Umschaltung nach anderen, besetzten Dienststellen vorgesehen.

Harbarth

Störungsannahmetisch. Der S. ist Bestandteil einer Technik für Fernsprechentstörungsstellen (FeESt) mit Anrufverteilung und Wartefeld. Die Störungsmeldeanrufe aus dem eigenen Bereich und von fremden FeESt werden über Anrufübertragungen und → Platzanrufsucher dem S. oder dem Wartefeld zugeleitet. Die Anrufe aus fremden FeESt werden aus dem Wartefeld bevorzugt ausgespeichert und sind gebührenpflichtig; Anrufe aus dem eigenen Bereich



Störungsannahmetisch.

sind gebührenfrei. An dem S. abgefragte Anrufe können zu anderen Platzgruppen oder zur Aufsicht abgeworfen werden. Von den S. kann im Gebiet des eigenen Bereiches vorgeprüft werden. Hierfür sind drei Ausgänge, die zu Gruppenwählern führen, vorgesehen.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 12/67, S. 316 bis 318.

Kailing

Störungsermittlung umfaßt alle Tätigkeiten von der Entgegennahme der Störungsmeldung an der → Störungsannahme bis zum Feststellen des Ermittlungsergebnisses am → Prüfplatz. Die St. wird von dem im Betriebsraum der → Fernsprechentstörungsstelle be-

findlichen Personal ausgeführt, während der → Entstörer die Fehlereingrenzung und das Entstören der schadhaften Einrichtung übernimmt. Im einzelnen sind folgende Tätigkeiten auszuführen:

Entgegennehmen von Mitteilungen, die den Fernsprechverkehr, den Betriebszustand der Fernsprechanschlüsse oder Sondereinrichtungen betreffen; Ausfertigen von Störungszetteln u. a. Belegen, Vorprüfen von Fernsprechanschlüssen, Prüfen von Störungsmeldungen, meßtechnisches Unterstützen und Anleiten der Entstörerer und Sprechstelleneinrichter, Regeln des Arbeitseinsatzes der Entstörer und Führen der Arbeitsunterlagen.

Störungskarte → Bestandskartei, → Abnahmeprüfen.

Störungsmeldegerät. Das S. für Teilnehmer dient der Störungsermittlung bei wiederholt von Fernsprechteilnehmern gemeldeten Störungen. Mit dem in der Vermittlungsstelle aufgebauten S. werden gestörte Verbindungen durch den Teilnehmer gehalten und durch Wahl einer »1« dem Bedienungspersonal im Wählersaal gemeldet. Durch dieses S. kann der Teilnehmer zugleich mit der Störungsmeldung auch den Beweis für die angegebene Störung erbringen, was die Beseitigung der Störungsursache wesentlich erleichtert.

Störungsmelder. Automatische Störungsmelder für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind private → Zusatzeinrichtungen, und gehören zu den Einrichtungen für die → Fernansage und Fernanzeige. St. wählen selbsttätig beim Auftreten von Störungen oder bei Zustandsänderungen technischer Einrichtungen eine oder mehrere vorher fest eingespeicherte Rufnummern und geben entsprechende, auf Magnettonträger aufgesprochene Meldungen ab. Der Anruf zu derselben Sprechstelle erfolgt in Abständen größer als 2 Minuten höchstens bis zu viermal. St. können auch angerufen werden und nach vorliegenden Meldungen abgefragt werden. Der Störungsmelder hat sich sowohl bei ankommenden als auch bei abgehenden Verbindungen stets in offener Sprache zu identifizieren. Bei abgehenden Verbindungen darf die Identifizierung erst abgegeben werden, wenn die Gegenstelle sich gemeldet hat. Meldet sich der angerufene Fernsprechteilnehmer innerhalb von 40 Sekunden nicht, so wird die aufgebaute Verbindung vom St. ausgelöst. Der Text der Benachrichtigung wird im übrigen nur abgegeben, wenn die Gegenstelle mittels eines Kennungs- oder Startimpulses von 1860 Hz ihre Berechtigung für den Empfang nachgewiesen hat. Dieser Startimpuls wird mit einem 1860-Hz-Tongenerator in einem Kennungsgeber erzeugt, der als private Zusatzeinrichtung der Gegenstelle zugeordnet ist.

Der St. besteht im wesentlichen aus einem Antwortgeber — eine einem automatischen → Anrufbeantworter ähnliche Einrichtung —, einer Relaiseinrichtung mit einem Sprachempfänger, einem 1860-Hz-Tonfrequenzempfänger und einem automatischen → Rufnummerngeber. Beim Vorlegen von Meldungen erfolgt die Wahl der eingespeicherten Rufnummern. Nach Meldung des Angerufenen wird der Antwortgeber des St. durch das Kriterium »Sprache« eingeschaltet. Der St. meldet sich wie ein automatischer Anrufbeantworter, jedoch mit den Worten »Hier automatischer Störungsmelder«. Wird von der angerufenen Stelle kurzzeitig das Startsignal von 1860 Hz gesendet, so werden die vorliegenden Meldungen und die Schlußansage »Ende der Mitteilung« durchgegeben. Wird das Startsignal nicht gegeben (z. B. bei Falschwahl), so erfolgt nur Meldung und Schlußansage. Anschließend wird die selbsttätige Wahl, wie oben beschrieben, wiederholt. Wird der St. angerufen, so wird der Anruf zuerst durch die Ansage beantwortet. Erst nach Abgabe des Startsignals durch die anrufende Stelle wird die Durchgabe vorliegender Meldungen veranlaßt. Nicht berechtigte Anrufer erhalten nur die Meldung und die Schlußansage. St. werden wie Rufnummerngeber vor die Fernsprechapparate an die Anschlußleitung angeschaltet. *Paul*

Störungsmeldung → Störungsannahme.

Störungsprüfplatz → Prüfplatz.

Störungssignalisierung (in FernVSt.). Die St. erfolgt am Gestellrahmen (GR) durch die Lampen bl, rt, gn, ge, gews und an den Gestellreihenenden je nach Dringlichkeit durch eine blaue oder rote Lampe (Leitlampe). Das dringende oder nichtdringende Signal wird zum Gruppensignalrahmen (FGSR) weitergemeldet, dort umgesetzt und zu einem Lampenfeld (Signalwiederholung) oder Lampenfeldsteuerteil bzw. über Tasten zur Störungssignalisierung oder zum Betreuer durchgeschaltet. Außerdem wird ein akustisches Signal gegeben (je VSt für mehrere FGSR 1 Wecker), das durch Betätigen des Nachtschalters abgeschaltet werden kann. Bei besetzten FernVStW wird das akustische Signal durch die Gestellreihentasten (Tb oder Tr) abgeschaltet. Die blaue oder rote Leit-Lampe leuchtet dann im Rhythmus des Flackerzeichens als Erinnerung.

Die grüne Lampe im GR und das akustische Signal der Störung »Wähler-Kontrolle« wird 19 bis 28 s verzögert gebracht. Diese Verzögerung wird mit Verzögerungsketten und den Sekunden-Kontakten der RSM erzielt. Pro Verzögerungskette können max. 500 EMD-Wähler, 120 Wähler mit Schrittschaltwerk, 12 VZR oder 50 KRg angeschaltet werden. Alle vorkommenden Signalleitungen werden als Signalkabel vom FGSR an alle Enden der Gestellreihen geführt. Von diesen Signalleitungen werden in die einzelnen Gestellreihen nur die Signale geführt, die entsprechend den eingebauten GR erforderlich sind. An den Enden der Gestellreihen sind neben den Abschlüssen für die Signalleitungen noch Hebelschalter, Lichtschalter, Schukosteckdose, der Leitlampenzusatz mit den Relais GB und GR, die Lampenfassungen für die Lampen BLL1 und RLL1, die Tasten b, r, h, 450 Hz/Bston/Frton, —5 min/+5 min und die Lampenfassung Lh angebracht. Entgegengesetzt der Signalseite sind die Lampenfassungen der Lampen BLL2 und RLL2 angebracht. Die Signalverkabelung wird mit am Montageort gefertigten Drahtkabeln oder mit im Werk hergestellten Kabeln ausgeführt. Die Anschaltung eines »Automatischen Teilnehmers« an den

FGSR ist nicht durchführbar, da am Signalrahmen nur noch eine Unterscheidung zwischen dringend und nichtdringend möglich ist und eine dringende Störung in FernVStW sofort behoben werden muß, da durch die starke Zentralisierung (Rg, Umw) die Betriebsgüte durch Störungen sehr schnell absinken kann.

St. 65. In den Wählvermittlungsstellen (VSt) sind selbsttätige Signaleinrichtungen vorgesehen, die durch optische und akustische Zeichen Störungen in den technischen Einrichtungen melden. Zu den Signalen gehören u. a. Haupt- und Einzelsicherungsalarm, Ausfall des Starkstromnetzes, der Gleichrichteranlage und Störungsalarme der Ruf- und Signalmaschine. Die Signale werden in den VSt durch Wecker und verschiedenfarbige Lampen in den Gestellrahmen sowie Wiederholungslampen gegeben, sie können bei VSt, die nicht ständig mit Personal besetzt sind, zu den Betreuern oder über normale Fernwahlleitungen, die z. T. mit Zusätzen für die Störungssignalisierung ausgerüstet werden, zu übergeordneten VSt übermittelt werden. Dabei wird zwischen dringenden Signalen, die sofort bedient werden müssen, und nicht dringenden Signalen unterschieden.

Beim Schließen eines Störungskontaktes in einer Endvermittlungsstelle wird von der abgehenden Störungssignalisierung über die Fernwahlleitung, sobald diese frei ist, ein Störungsmeldeimpuls ausgesandt. Dieser wird in der übergeordneten Knotenvermittlungsstelle gespeichert und örtlich angezeigt und kann mit Hilfe eines Störungssignalmelders zur Hauptvermittlungsstelle weitergegeben werden. Dazu wird eine freie Leitung gesucht und die zur Ansteuerung eines Störungssignaldruckers erforderlichen Wahlimpulsserien ausgesandt. Durch Übermittlung eines Kennzeichens wird weiter automatisch mitgeteilt und vom Drucker aufgezeichnet, von welcher VSt die Meldung ausging und ob eine dringende oder nichtdringende Störung vorliegt. Die Dringlichkeit wird zusätzlich durch Lampen und Wecker angezeigt. Nähere Angaben über die Art der Störung geben automatische Teilnehmer, die in den VSt angewählt werden können. Sie senden je nach Art der vorliegenden Störung bestimmte Hörzeichen aus. Verschwindet das Störungssignal in der VSt, so wird dies auf demselben Wege wie bei der Störungsmeldung bis zum Störungssignaldrucker übertragen (s. Bild). *Altehage/Remer*

Übersichtsplan Störungssignalisierung 65.

Störungszettel → Störungsannahme.

Störverminderung. 1. Das am Ausgang eines Empfängers herrschende Verhältnis von Signal- zu Störleistung kann bei gleichen einfallenden Stör- und Signalleistungen P_R und P_s bei bestimmten Modulationsarten (→ Modulation 1.2, 2.2 und 2.3) gegenüber dem Eingangsverhältnis P_s/P_R verbessert werden, wenn die Signalleistung oberhalb einer gewissen Geräuschschwelle liegt. Die Verbesserung wird durch ein größeres Frequenzband erkauft.

2. Da ein Rauschen bei kleinen Spannungen besonders stört, kann (→ Kompander) durch eine relativ größere Verstärkung der kleinen Amplituden das Signal-Geräusch-Verhältnis bei kleinen Amplituden verbessert und dadurch bei gleicher Signalleistung und gleich empfundener Übertragungsgüte ein größeres Rauschen zugelassen werden.

Stoßausbreitungswiderstand → Erder.

Stoßbohrgerät → Kabelkanal unter 6.

Stoßdämpfung → Anpassung von Scheinwiderständen.

Stoßionisation → Gasentladung.

Stoßkurzschlußstrom → Kurzschlußstrom.

Stoßstelle ist jede Stelle einer Übertragungsstrecke, in der die Widerstände nach beiden Seiten nicht aneinander angepaßt sind. Die St. ruft durch Reflexionswirkung Unregelmäßigkeiten im Frequenzverlauf des Eingangswiderstandes hervor. Die Wirkung einer St. auf die Leistungsübertragung ist durch die Stoßdämpfung oder → Reflexionsdämpfung gegeben, → Anpassung von Scheinwiderständen.

Stoßzahl → Absorption, ionosphärische.

Strahl, außerordentlicher und ordentlicher → Echolotung (ionosphärische).

Strahlen. Mechanische Oberflächenvorbereitung durch Strahlen, Reinigungsstrahlen, Entzunderungs- und Entrostungsstrahlen.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Strahlentheorie → Modetheorie.

Strahler → Antennen.

Strahlperveanz → Wanderfeldröhre.

Strahlstärke → Antennen.

Strahltetrode → Mehrgitterröhre.

Strahlung, kosmische → kosmische Strahlung.

Strahlungsdämpfung → Verlustleistung einer Antenne.

Strahlungsdichte → Antennen.

Strahlungsfeld. Bereich im Abstand r einer Sendeantenne, für den r groß gegen die Wellenlänge λ ist, und in dem das Feld vorwiegend durch die Gesetze der Strahlung bestimmt wird, auch Strahlungszone, Strahlungsgebiet, Wellenzone oder Fernzone genannt. Im Gebiet des S. sind elektrische und magnetische Feldstärke prop. $1/r$ und zeitlich in Phase. Die Energiestrahlung zeigt in Richtung von der Antenne weg in den Raum.

Strahlungsgürtel der Erde → Magnetosphäre.

Strahlungskühlung → Kühlung von Funksendern.

Strahlungsleistung → Antennen.

Strahlungsvektor → Poyntingscher Vektor.

Strahlungsverlust → Verlustleistung einer Antenne.

Strahlungswiderstand → Antennenwiderstand, → Richtcharakteristik.

Straßenbaulast → Träger der Straßenbaulast.

Straßenkarte → Beschaltungsunterlagen für Ortsnetze.

Streckenblock. Auf zweigleisigen Strecken wird jedes Streckengleis nur in der einen Richtung im Raumabstand befahren. Daher werden die Strecken in feste Abschnitte aufgeteilt. Am Anfang jedes Abschnitts wird ein Signal aufgestellt, das auf zweigleisigen Strecken die Fahrt in den Abschnitt nur unter zwei Bedingungen erlauben darf: Der Abschnitt muß frei, also vom Vorläufer geräumt sein (Räumungsbedingung), und das Signal am Anfang des nächsten Abschnitts muß nach dem voraufgefahrenen Zuge auf Halt gestellt sein (Haltabhängigkeit); erst dann kann das rückwärtige Signal wieder auf Fahrt gestellt werden. Bei eingleisigen Strecken tritt als dritte Bedingung der Gegenfahrtausschluß hinzu. Diese drei Blockbedingungen sind unabhängig von der jeweiligen Blocktechnik. In Deutschland haben sämtliche Hauptbahnen und stärker befahrene Nebenbahnen einen St., zumeist den Handblock, der vom Stellwerkspersonal bedient wird. Auf Stadtschnellbahnen hat der zugbediente St., der Selbstblock, auch automatischer St. genannt, vor längerer Zeit Eingang gefunden. Seit einigen Jahren wird der Selbstblock auf den Fernstrecken in größerem Umfange eingeführt. Ende 1968 waren 25% der Hauptbahnen der DB mit Selbstblock ausgerüstet. Bei geringer Zugdichte reichen die vorhandenen Bahnhofsabstände aus, um eine ausreichende Streckenleistung zu bekommen. Liegen die Bahnhöfe weit auseinander oder ist die Strecke stärker belastet, so wird sie in mehrere Blockabschnitte unterteilt, an deren Anfang Blocksignale aufgestellt werden. Auf Strecken mit Handblock werden die Blocksignale der beiden Fahrtrichtungen in einer Blockstelle zusammengefaßt, um Bedienungspersonal zu sparen. Auf Selbstblockstrecken besteht dafür keine Notwendigkeit. Die Signalstandorte der beiden Richtungen werden unabhängig voneinander gewählt. Die Blockstreckenlängen und damit die Signalteilung müssen auf die geforderte Streckenleistung abgestellt werden. Auf fast allen Hauptbahnen beträgt der Vorsignalabstand 1000 m. Die Abweichung vom Regelabstand darf sich zwischen 950 und 1300 m bewegen. Die untere Grenze des Vorsignalabstandes gilt auch für die Mindestlängen der Blockabschnitte. Deutschland und eine Reihe mittel- und osteuropäischer Eisenbahnen verwenden für den handbedienten St. Wechselstromblockfelder. Der St. beginnt an den Ausfahrsignalen des einen Bahnhofs und endet am Einfahrsignal des folgenden. Jedem Streckengleis einer zweigleisigen Strecke wird ein Blockfeld zugeordnet: das Anfangsfeld am Anfang, das Endfeld mit elektrischer Streckentastensperre (→ Blockfeld) am Ende eines Streckengleises. Auf nicht elektrifizierten Strecken werden je eine Leitung für das Vor- und Rückblocken zwischen zwei Blockstellen je Richtung, zusammen 4 Leitungen benutzt. Die Erde dient als Rückleitung (Vierdrahtschaltung). Auf elektrifizierten Strecken wird die Sechsdrahtschaltung verwendet, je Richtung für das Vor- und Rückblocken getrennte Leitungen und eine gemeinsame Rückleitung. Blockschaltungen mit Rückleitung über Erde sind gegen Beeinflussung durch Erdschlußströme benachbarter Hochspannungsleitungen zu schützen. Der Gegenfahrtausschluß auf eingleisigen Strecken wird dadurch gelöst, daß auf den korrespondierenden Blockendstellen je ein Erlaubnisfeld dem Anfang- und Endfeld hinzugefügt wird. Die Erlaubnisfelder der beiden Nachbarn arbeiten zusammen, d.h., das eine ist entblockt, das andere geblockt. Das geblockte Erlaubnisfeld verschließt alle auf das Streckengleis weisenden Ausfahrsignale in der Haltstellung. Das entblockte Erlaubnisfeld auf der Gegenseite läßt die Bedienung der Signale zu. Der Erlaubniswechsel ist nur möglich, wenn auf der Erlaubnisabgabestelle das Anfangsfeld entblockt ist

und kein Ausfahrsignal auf Fahrt steht. Für die Ausgestaltung des Selbstblocks ist von Bedeutung, ob bei der Vorbeifahrt der Züge an gestörten Selbstblocksignalen ein ferner Fahrdienstleiter mitwirken muß oder ob der Zug ermächtigt wird, unter Beachtung strenger Vorschriften in den vorliegenden — besetzten oder gestörten — Blockabschnitt am Haltsignal vorbei einzufahren. Beim absoluten Blocksystem darf ein Zug bei Halt am Selbstblocksignal nur mit Erlaubnis des zuständigen Fahrdienstleiters weiterfahren, beim permissiven Blocksystem unter eigener Verantwortung. Die französischen Bahnen verwenden nur das permissive, die DB mit einer Ausnahme — der Hamburger S-Bahn — nur das absolute Blocksystem. Das absolute System gilt als sicherer als das permissive, weil nicht die Gefahr des Auffahrens besteht. Es ist kostspieliger, weil zwischen Signal und Fahrdienstleiter-Stellwerk außer der Fernsprechverbindung Kabeladern für das Stellen und Überwachen des Ersatzsignals (→ Hauptsignal) und zur Information des Fahrdienstleiters über die Stellung des Signals, über den Ordnungs- oder Störzustand der einzelnen Signallampen und über das Frei- oder Besetztsein des zugeordneten Blockabschnitts erforderlich sind. Der deutsche Fernbahn-Selbstblock arbeitet mit Lichtsignalen. Sie werden durch → Gleisschaltmittel gesteuert, bisher durch Gleisstromkreise (Gleisblock). Künftig werden Achszählkreise eingebaut (Zählblock). Die Schalteinrichtungen der einzelnen Selbstblocksignale werden in Schaltschränken oder in begehbaren Schalthäusern untergebracht. Sie werden von der zentralen Stromversorgungsanlage eines Nachbarbahnhofs über ein Speisekabel (bei den älteren Anlagen 3 × 500 V, bei den neueren 3 × 750 V Drehstrom) längs der Strecke versorgt. Der Gleisblock arbeitet auf nicht elektrifizierten Strecken mit einer Frequenz von 50 Hz, auf elektrifizierten mit 100 Hz wegen der Beeinflussung durch die Oberwellen des Traktionsstromes. Der Zählblock arbeitet immer mit 50 Hz. Beim älteren Gleisblock wird die Frequenz von 50 auf 100 Hz durch einen ruhenden Frequenzwandler in der zentralen Stromversorgungsanlage, beim neuen Gleisblock durch einen Frequenzverdoppler im Schalthaus erhöht. Die Speisespannung wird im Schalthaus auf 220 V herabgespannt. Die Wechselstromverbraucher werden so angeschlossen, daß die drei Phasen gleichmäßig belastet sind. Über Lade-/Puffergeräte werden die 24-V-Batterie für die Nebenrotlampe und die 60-V-Batterie für die Achszähleinrichtungen gespeist. Die übrigen Gleichstromverbraucher — hauptsächlich Relais — werden über Gleichrichter betrieben. Die beiden Batterien stellen die Betriebsbereitschaft — unabhängig von der zentralen Speisung — des Achszählkreises und des Rotlichtes sicher. Die 30-V-Signallampen werden mit Wechselstrom betrieben. Eine Ausnahme bildet die Nebenrotlampe, die mit Gleichstrom aus der 24-V-Batterie gespeist wird und in einer zweiten Rotlaterne untergebracht ist. Sie wird nur bei Ausfall des Hauptrots eingeschaltet, wenn die zentrale Stromversorgung ausgefallen oder die Hauptrotlampe durchgebrannt ist. Beim Gleisblock dienen die Fahrschienen als Informationsträger. Am Anfang jedes Blockabschnitts liegt das Gleisrelais, am Ende die Einspeisung. Bei eingleisigen Strecken werden die Einrichtungen verdoppelt und gegensinnig angeordnet. Beim Erlaubniswechsel werden durch das Erlaubnisrelais Einspeisestelle und Gleisrelaisanschluß gewechselt. Damit sich benachbarte Gleisstromkreise nicht beeinflussen, werden die Anschlüsse an das Speisekabel von Signal zu Signal vertauscht. Das Gleisrelais besitzt zwei Wicklungen: Die Gleiswicklung nimmt ihren Strom aus den Schienen, die Hilfswicklung aus dem Speisekabel unmittelbar. Die Hilfswicklung ist dauernd erregt, die Gleiswicklung nur bei freiem Gleisabschnitt. Nur wenn beide Wicklungen gleichzeitig durch Wechselstrom gleicher Frequenz erregt sind, erhält der Motor das für die Kontaktgabe nötige Drehmoment. Beim Zählblock werden für die selbsttätige Gleisfreimeldung Magnetschienenkontakte als Zählpunkte und Motorzählwerke eingesetzt. Die richtungsabhängigen Magnetschienenkontakte (→ Gleisschaltmittel) werden an den Trennstellen der Blockabschnitte eingebaut. Am Beginn und Ende jeden Blockabschnitts liegt ein Zählpunkt. Das Motorzählwerk wird im Schalthaus am Anfang des Blockabschnitts untergebracht. Befährt ein Zug einen Zählpunkt, so zählt er gleichzeitig nach vorwärts ein und nach rückwärts aus. Dieser Doppelaufgabe entsprechend arbeitet jeder Zählpunkt auf zwei örtlich getrennte Zählwerke. Jedes Zählwerk hat zwei Zählmotoren. Jeder Zählmotor zählt in der einen Richtung ein, in der Gegenrichtung aus. Auf zweigleisigen Strecken zählt der eine Zählmotor ein, der andere aus. Beide Zählmotoren sind durch ein Auswertegetriebe miteinander verbunden, das bei der Achsendifferenz Null ein Freizählrelais anziehen läßt. Da die Achszählkreise nur die Frei- und Besetztmeldungen des zugehörigen Gleisabschnitts angeben, müssen die Halt- und Fahrtmeldungen von Signal zu Signal entgegen der Fahrtrichtung über eine besondere Verbindung im Streckenkabel, die Sig/Sig-Verbindung, übertragen werden. Bei den neueren Schaltungen des Gleisblocks werden auch die Halt- und Fahrtinformationen über die Sig/Sig-Verbindung übertragen. Um den Selbstblock betreiben zu können, sind Verbindungen längs der Strecke notwendig. Die Stromversorgung übernimmt ein besonderes Speisekabel. Alle anderen Verbindungen sind im Streckenfernmeldekabel untergebracht. Beim Zählblock ist für die Gleisfreimeldung jedem Streckengleis ein Leitungspaar zugeordnet, das von Schalthaus zu Schalthaus verläuft. Ebenso wie die Achszählverbindung läuft die Sig/Sig-Verbindung von Signal zu Signal und ist jeweils dem betreffenden Streckengleis zugeordnet. Über die Sig/Sig werden die Halt- und Fahrt-Informationen des Folgesignals entgegen der Fahrtrichtung übertragen. In Fahrtrichtung transportiert die Sig/Sig Anrückmeldungen — Besetzt- und Freimeldungen eines oder mehrerer Blockabschnitte — nach dem nächsten Bahnhof und nach den an der Strecke liegenden Haltepunkten, Haltestellen, Schrankenposten und Blinklichtanlagen. Auch zum Erlaubniswechsel auf eingleisigen Strecken und für das Umschalten von Tag- auf Nachtspannung und umgekehrt wird die Sig/Sig benutzt. Mehrere Informationen

können auf der Sig/Sig gleichzeitig und unabhängig voneinander übertragen werden. Als Übertragungsmittel dienen Einzelfrequenzen. Ihnen ist eine Gleichstromschleife unterlagert, über die die Halt-Information des Folgesignals übertragen wird. Aus Sicherheitsgründen wird hierfür Gleichstrom verwendet. Über die Sig/Bahnhof-Verbindung wird der Fahrdienstleiter des Bahnhofs, dem das betreffende Selbstblocksignal zugeteilt ist, darüber unterrichtet, ob das Signal Halt oder Fahrt zeigt, in Ordnung, fehlerhaft oder gestört ist, ob das zugehörige Ersatzsignal leuchtet oder dunkel ist und ob der dem Signal zugeordnete Blockabschnitt frei oder besetzt ist. Zu diesen Melde-Informationen kommen Kommando-Informationen hinzu: Der Fahrdienstleiter kann das Signal auf Halt stellen, sperren und wieder entsperren, das Ersatzsignal ein- und dunkelschalten, letzteres, wenn die Automatik versagt, und bei Achszählstörungen den Achszähler in Grundstellung schalten. Bei den älteren Selbstblockanlagen wird für jedes Signal ein besonderes, mehrfach ausgenutztes Leitungspaar als Sig/Bahnhof (Bf) verwendet. Die älteren Anlagen arbeiten mit Gleich- und Wechselstrom (50 Hz). Der Gleichstrom kann die Schleife in Plus- oder Minusrichtung durchfließen. Er kann dauernd oder in regelmäßigem Rhythmus unterbrochen fließen. Er kann die Schleife auch in regelmäßigem Rhythmus abwechselnd in der Plus- und Minusrichtung durchfließen. Der Wechselstrom kann dauernd oder unterbrochen fließen. Im Laufe der Zeit sind weitere Informationen verlangt worden, die durch aufgestockte Einzelfrequenzen übertragen werden. Bei den neuen Schaltungen wird eine Sig/Bf nicht nur für ein, sondern für mehrere Signale ausgenutzt. Das System Siemens arbeitet je Signal mit 4 Einzelfrequenzen für die Melderichtung und mit 4 modulierten Trägerfrequenzen für die Kommandorichtung. An eine Sig/Bf können bis zu 4 Signale angeschlossen werden. Das System SEL (Standard Elektrik Lorenz) benutzt Codetelegramme $\binom{10}{2}$ in 12 verschiedenen Frequenzlagen. Damit können 6 Signale an eine Sig/Bf angeschlossen werden. Die 6 Meldekanäle können unabhängig voneinander gleichzeitig arbeiten, die Kommandokanäle nur hintereinander, weil der Fahrdienstleiter immer nur ein Kommando gleichzeitig durch Tastenbedienung abgeben kann. Die neuerliche Möglichkeit, Signale von einem Stellwerk aus bis zu 6,5 km unmittelbar stellen zu können, hat die technische Durchbildung des Selbstblocks grundlegend geändert und zum Zentralblock geführt, mit dem ohne Zwischenschaltstellen Bahnhofsabstände bis zu 13 km beherrscht werden können, wenn bei mehr als 6,5 km die Signale auf die beiden begrenzenden Bahnhöfe aufgeteilt werden. Beim Zentralblock sind die Selbstblocksignale über Einzelkabeladern mit dem Relaisraum des Nachbarbahnhofs verbunden, in dem ihre Relais- und Achszählgruppen untergebracht sind. Die Relaisgruppen der aufeinanderfolgenden Signale sind wie im Spurplanstellwerk durch Spurkabel verbunden (→ Gleisbildstellwerk). Wenn auch beim Zentralblock die Anzahl der Adern im Signalkabel bis nach den näher liegenden Signalen steigt, so sinken doch die Gesamtkosten erheblich, weil das Speisekabel längs der Strecke, die Schalthäuser sowie die Sig/Sig und die Sig/Bf mit ihren Übertragungseinrichtungen entfallen.

Literatur: Eisenbahn-Lehrbücherei der DB, Bd. 14 — Signal und Draht, Febr. 1957, Jan. 1962 (hierzu überarbeiteter Sonderdruck).

Sasse

Streckenfernmeldekabel → Eisenbahnkabeltechnik.

Streckenfernsprecher, ein leichter, tragbarer Fernsprechapparat, der — wie → Feldfernsprecher — in seiner robusten wettersicheren Ausführung besonders für den beweglichen Einsatz im Freien geeignet ist. Er kann im → OB-Betrieb, → ZB-Betrieb und



Bild 1. Streckenfernsprecher mit Tragetasche.

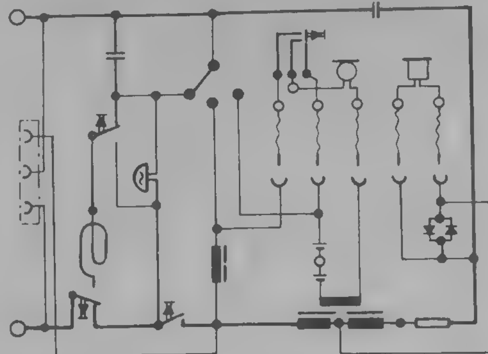


Bild 2. Schaltung des Streckenfernsprechers.

mit einem Wählzusatz in Wähl- und Nebenstellenanlagen sowie in Verbindung mit einem Funk-Draht-Überleitgerät auch für → Funksprechverkehr verwendet werden. Ein Betriebsartenschalter ermöglicht die Einstellung (mit einer Münze oder einem Schrau-

benzieher) auf die gewünschte Betriebsart. Die Ausführung mit Tragetasche zeigt Bild 1, die Schaltung Bild 2. Abmessungen ohne Tasche 90 × 155 × 235 mm; Gewicht mit Tragetasche 3,6 Kp. Bei OB-Betrieb dienen 2 Monozellen zu 1,5 V als Mikrophonspeisung und ein → Kurbelinduktor zum Erzeugen des Rufwechselstromes (27 Hz bei $3^1/_2$ Kurbeldrehungen/Sek.). Beim Sprechen ist zur Schonung der Batterie eine Sprechtaste zu drücken, nach Gesprächsschluß ist der Handapparat auf eine Gabel aufzulegen. Damit der Hörer nicht als unerwünschtes Mikrophon wirkt, schaltet der Gabelschalter den Hörer ab. — Bei ZB-Betrieb ist beim Sprechen ebenfalls die Sprechtaste zu drücken, weil das Mikrophon auch bei ZB-Betrieb aus den 2 Monozellen des S. gespeist wird. Beim Abnehmen des Handapparates wird eine Gleichstromschleife von 100 Ohm gebildet (Anruf der Vermittlung), die beim Auflegen (Gesprächsschluß) unterbrochen wird. Bei Betrieb in Wählanlagen ist der Wählzusatz (Bild 3) mit drei Steckerstiften in die

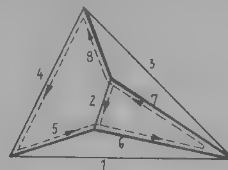


Bild 3. Wählzusatz für Streckenfernsprecher.

vorgesehenen Buchsen zu stecken. Die Anschlußleitung muß in diesem Fall an den Wählzusatz angeschlossen werden. Auf der Oberseite des Wählzusatzes befinden sich eine Erd- und Flackertaste, mit der wahlweise einstellbar die a-Ader oder b-Ader geerdet werden kann. Die Erdtaste ermöglicht in Nebenstellenanlagen auch das Herstellen abgehender Amtsverbindungen sowie Rückfragen. Das Mikrophon wird aus der eigenen Mikrophonbatterie gespeist. Bei Einstellung auf Funkbetrieb entsteht die Gleichstromschleife von 100 Ohm im Gegensatz zu ZB-Betrieb erst dann, wenn bei abgenommenem Handapparat die Sprechtaste gedrückt wird. *Gänsler*

Streckenfernsprechverbindungen der DB sind OB-(Ortsbatterie-)Verbindungen von Zugmeldestelle zu Zugmeldestelle, ohne Verbindungsmöglichkeiten mit anderen Fernsprechverbindungen. St. sind Gesellschaftsleitungen, in die alle Schrankenwärterposten und Fernsprechkästen zwischen zwei benachbarten Zugmeldestellen eingeschaltet sind. Auf St. werden die Züge fernmündlich gemeldet. Bei Unterhaltungsarbeiten an den Gleisen schalten sich die Rotten mit tragbaren Fernsprechern in die St. ein und unterrichten sich über die Zugfahrten. Auf Freileitungslinien verwenden sie hierfür Anschaltgestänge. Die in die St. eingeschalteten Stellen rufen sich gegenseitig durch einen Kurbelinduktor mit Morserufzeichen. Soll eine angeschlossene Stelle nicht alle Anrufe mithören, so schaltet man an dieser Stelle in die St. einen Rufausscheider, der die Morserufzeichen auswertet und nur den Ruf der eigenen Stelle akustisch hörbar macht.

Streckenkomplex ist die Darstellung einer elektrischen Schaltung nach rein geometrischen Gesichtspunkten, also eine Darstellung der geometrischen Struktur ohne Schaltelemente und elektromotorische Kräfte unter Beibehaltung der einzelnen Zweige und Knotenpunkte. Der orientierte St. enthält noch die in den einzelnen Zweigen angesetzten Stromrichtungen. Durch den St. und die Angabe, welche Zweige elektromotorische Kräfte haben, wird eine Schaltung topologisch vollkommen beschrieben. Zwei wichtige Begriffe sind der vollständige Baum (v. B.) und ein System unabhängiger Zweige (S. Z.). Ein v. B. ist ein System von Zweigen, welches jeden Knotenpunkt mit jedem anderen Knotenpunkt (mittelbar oder unmittelbar) verbindet, diese Eigenschaft aber nach Fortfall eines Zweiges verliert. Bei k Knotenpunkten hat ein v. B. (k-1) Zweige, z. B. die Zweige 5, 6, 7, 8 bei 5 Knoten, s. Bild. Es gibt



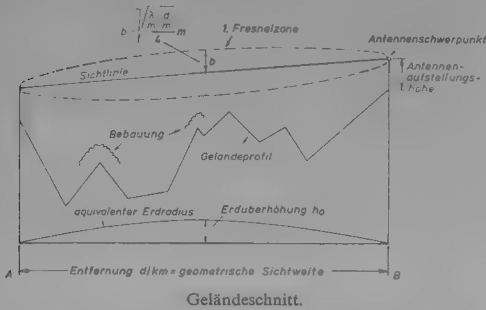
Streckenkomplexbeispiel.

mehrere verschiedene v. B. zu ein und demselben S. Ein v. B. enthält keine geschlossenen Kreise. Ein S. Z. ist ein System von Zweigen, welches aus dem S. nach Fortnahme eines v. B. übrigbleibt, z. B. die Zweige 1, 2, 3, 4 im Bild.

Die Spannungen der Zweige eines v. B. können unabhängig gewählt werden und bestimmen sämtliche Knotenpunktspotentiale, bezogen auf ein bestimmtes Knotenpunktspotential als Nullpotential. Die Ströme in den Zweigen eines S. Z. können unabhängig voneinander gewählt werden und bestimmen nach den Kirchhoffschen Knotenpunktsgleichungen sämtliche Zweigströme. Man kann geschlossene Kreise aus je einem Zweig des S. Z. und den Zweigen des v. B. bilden, z. B. die Kreise 4, 5, 6, 7, 8 oder 2, 6, 7 usw.

Literatur: W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen, 2. Aufl., Berlin 1954 — F. M. Reza u. S. Scely, Modern network analysis, New York 1959. *Zuhrt*

Streckenprofil. Um die Übertragungsbedingungen für eine → Richtfunk-Grundleitung abschätzen zu können, muß man das St. kennen. Das St. setzt sich aus dem Geländeprofil der einzelnen → Funkfelder zusammen. Das Geländeprofil wird durch den Geländeschnitt (s. Bild) dargestellt:



Geländeschnitt.

Da die Erhebungen im Gelände gegenüber der Entfernung, der Funkfeldlänge, sehr klein sind, wird beim Anfertigen eines Geländeschnittes für das Auftragen der Höhen der Höhenmaßstab und für das Aufzeichnen der Entfernungen der Längenmaßstab benutzt.

Das Verhältnis

$$\frac{\text{Höhenmaßstab}}{\text{Längenmaßstab}} = \approx \frac{1}{100}.$$

Infolge der Atmosphäre erfolgt in der Ausbreitung des Funkstrahls in den meisten Fällen eine Brechung in Richtung Erdoberfläche. Die Brechung wird mit dem äquivalenten Erdradius $K \cdot r_E$ (km), einem modifizierten Erdradius, berücksichtigt.

K = von der Brechzahl der Luft abhängiger Faktor,
r_E = Erdradius.

Bei $K = 1$ ergibt sich die natürliche Erdüberhöhung $= h_0$ (m) in der Mitte des Funkfeldes mit der Länge d (km)

$$h_0 = \frac{d^2}{51}.$$

Unter Berücksichtigung des Krümmungsfaktors der Erde wird:

$$h_0 = \frac{d^2}{K \cdot 51}.$$

Bedingt durch die Atmosphäre (Dunst, Nebel u. ä.) besteht zwischen den beiden Standorten eines Funkfeldes meistens keine optische Sicht. Es ist lediglich quasioptische Sicht vorhanden.

Um einwandfreie Übertragungsbedingungen zu erhalten, muß für Frequenzen über 1 GHz die erste → Fresnelzone möglichst frei von Hindernissen sein. Ragt ein Hindernis in die erste Fresnelzone oder bis an bzw. über die Sichtlinie, so tritt Sichtbehinderung ein, was Abschattungsverluste ergibt. Durch die Sichtbehinderung ergibt sich eine Zusatzdämpfung. Sie ist bei der Berechnung der → Übertragungsdämpfung mit einzubeziehen. *Gierz*

Streckenstellwerk → Stellwerk.

Streckentastensperre (elektrische) → Blockfeld.

Streichung ist die vom Anmelder nachträglich vorgebrachte Willensäußerung, seine schon aufgegebene Gesprächsanmeldung nicht zur Ausführung kommen zu lassen. Die St. erfolgt ohne Gebühr, wenn dem Anmelder die Gesprächsverbindung noch nicht angekündigt worden ist. Bei bestimmten → Gesprächsarten wird unter bestimmten Voraussetzungen die Zuschlaggebühr angesetzt.

Streifendrucker. Fernschreibmaschine, bei der die empfangene Nachricht auf einen Papierstreifen gedruckt wird.

Streifenlocher → Lochstreifengeräte.

Streifenschreiber. Andere, nicht ganz zutreffende Bezeichnung für einen Streifendrucker. St. sind z. B. der Siemens-Hell-Schreiber, der Farbröhrchenschreiber, der Farbrädchenschreiber u. ä. Apparate.

Streifenzieher. Zusatzgerät für einen Schnellmorseempfangsplatz, an dem der Papier-Empfangsstreifen durch den Schnellmorseempfänger und über eine Sichtschiene an der Schreibmaschine vorbeigezogen wird, mit welcher der Klartext vom Empfangsbeamten sofort auf ein Telegrammformblatt niedergeschrieben wird.

Streitigkeiten im Beschaffungswesen der DBP. Treten bei Auftragsabwicklung Meinungsverschiedenheiten auf, soll Auftragnehmer vor dem gerichtlichen Verfahren zunächst Entscheidung des Präsidenten der zuständigen OPD bzw. des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ) oder für das Postwesen des Posttechnischen Zentralamtes (PTZ) herbeiführen. Erhebt Auftragnehmer gegen Bescheid des betreffenden Präsidenten Einspruch, steht es ihm frei, wegen Rechtsstreitigkeiten aus Vertragsverhältnis und über Gültigkeit des Vertrages gerichtliche Entscheidung herbeizuführen. Zuständiges Gericht bestimmt sich nach Sitz der OPD bzw. des FTZ, PTZ. DBP wird im Prozeß durch jeweiligen Präsidenten vertreten. Handelt es sich um Meinungsverschiedenheiten über Beschaffenheit von Stoffen, findet Untersuchung durch FTZ (für Fernmeldezeug), andernfalls durch das PTZ statt. Erkennt Auftragnehmer Ergebnis nicht an, kann er Untersuchung durch staatlich anerkannte Materialprüfungsstelle beantragen. Bei Meinungsverschiedenheiten über Zuverlässigkeit der bei der Prüfung verwendeten Maschinen oder angewendeten Prüfungsverfahren kann jeder Teil Entscheidung durch Gutachten einer zu vereinbarenden Materialprüfungsstelle verlangen. Ein solches Gutachten ist in vorstehend angeführten Fällen für beide Vertragspartner verbindlich, so daß Rechtsweg für diese Streitigkeiten ausgeschlossen ist (s. auch Meinungsverschiedenheiten bei der → Güteprüfung.) Streitfälle begründen grundsätzlich keine Veränderung vereinbarter Leistungstermine, es sei denn, daß im Einzelfall — ergänzend zum Auftrag — Veränderungen der Termine nachträglich vereinbart wurden.

Wigand/Dewitz

Streudämpfung → troposphärische Streuausbreitung.

Streumatrix oder Verteilungsmatrix → Vierpoltheorie 1.6.

Streuquerschnitt → troposphärische Streuausbreitung, → ionosphärische Streuausbreitung, Rückstreuung.

Streuscheibe → Signaloptik.

Streustrom, -ableitung, -absaugung → Streustrombeeinflussung.

Streustrombeeinflussung. Streustrom ist der unbeabsichtigt aus stromführenden Leitern elektrischer Anlagen in den Erdboden austretende Strom. Er kann erdverlegte Rohrleitungen, Metallmäntel von Kabeln usw. für die Stromführung benutzen. Gleichstrom verursacht bei seinem Austritt aus diesen Leitern in den Erdboden Korrosionsschäden. Wechselströme technischer Frequenzen bei den im Erdreich vorkommenden Stromdichten verursachen keine nachweisbare Korrosion. Die Ausdrücke Fremdstrom, vagabundierender Strom und Irrstrom für Streustrom sind zu vermeiden. Streustrom kann nur von ausgedehnten Gleichstromanlagen mit mehr als einer Betriebserde hervorgerufen werden. Dazu gehören: Elektrische Bahnen, O-Busanlagen, Fernmeldenetze, sofern sie Gleichströme großer Stromstärke mit Erde als Rückleitung verwenden, Gleichstromstarkstromnetze mit blank in Erde verlegtem Nulleiter und kathodische Korrosionsschutzanlagen. Die stärkste St. stammt von elektrischen Gleichstrombahnen. Die 1951 wiedergegründete DVGW/VDE-Arbeitsgemeinschaft für Korrosionsfragen (AfK) fungiert als Schiedsstelle bei Streitfragen in St.-Problemen. Der Streustrombereich einer Gleichstromanlage ist der Einflußbereich, in dem ein Stromaustausch zwischen der Gleichstromanlage und metallenen Rohrleitungen oder Kabelmänteln möglich ist.

1. Streustromschutzbereich ist der Teil des Streustrombereiches, in welchem Streuströme in erdverlegte, metallene Anlagen eintreten und eine noch meßbare (ca. 20 mV) Potentialabsenkung hervorrufen können.

2. Der kathodische Schutzbereich ist der Bereich, in dem eine metallene Anlage durch galvanische Anoden, eine kathodische Fremdstromschutzanlage oder eine Streustromableitung oder -absaugung kathodisch geschützt ist.

3. Auslaufender Schutzbereich ist der an einen kathodischen Schutzbereich angrenzende Grenzbereich, in dem das Potential der metallenen Anlage noch meßbar (ca. 20 mV) gegenüber dem Ruhepotential abgesenkt wird.

4. Gefährdungsbereich ist der Teil eines Streustrombereiches, in welchem Streuströme aus metallenen Anlagen in den Erdboden austreten, d. h. eine Potentialanhebung verursachen.

Grundsätzlich muß die Streustromgefahr durch Maßnahmen an den die Streuströme verursachenden Anlagen in Grenzen gehalten werden. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß z. B. bei Gleichstrombahnen ein möglichst geringer Streustromanteil aus den Schienen in das umgebende Erdreich übertritt. Entsprechende Vorschriften enthält VDE 0150:

1. Einhalten eines hohen Übergangswiderstandes zwischen Schienen und Erdboden durch Verwendung von sauberem Schotter und Entwässerung, Verguß der Fugen von Rillenschienen in der Straße und einwandfreie Isolierung der mit den Schienen verbundenen Rückleitungskabel nach den Unterwerken.

2. Erreichen niedriger Längswiderstände im Schienennetz durch Schienenschweißung oder Überbrücken der Schienenstöße mit Längsverbindern.

3. Vermeiden metallener Verbindungen mit anderen geerdeten Anlagen wie Rohrleitungen, Straßenarmaturen, Metallbrücken usw. mit Ausnahme von Streustromschutzeinrichtungen. Metallbewehrte Kabel und Rohrleitungen sollten von Gleisanlagen möglichst weiter als 1 m entfernt sein.

4. Begrenzen der Schienenspannungsabfälle auf folgende auf 24 h umgerechnete Mittelwerte:

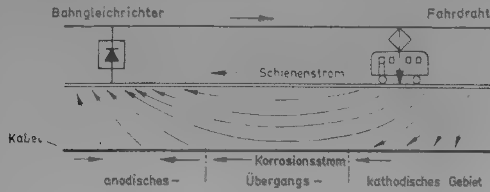
Bahnart	Mittlerer Spannungsunterschied im Netzkern V	Mittleres Spannungsgefälle aus auslaufenden Strecken V/km
Bahnen mit Gleisverlegung im Straßenkörper und tägliche Betriebszeit über 3 h	2,5	1,0
Bahnen mit Gleisverlegung im Straßenkörper und tägliche Betriebszeit von 1—3 h	1,25	0,5
Bahnen mit Gleisverlegung im Straßenkörper und tägliche Betriebszeit unter 1 h	0,6	0,3
Bahnen mit Gleisverlegung in offener Schotterbettung in bebautem Gelände	2,5	1,5
Bahnen mit Gleisverlegung in offener Schotterbettung in freiem Gelände und Fernbahnen	—	2,0
Stadtschnellbahnen und Vorortbahnen mit Gleisverlegung in offener Schotterbettung	*)	*)
Tunnel- und Hochbahnen mit isolierten Röhren oder Sockeln und Gleisverlegung in Schotterbettung	*)	*)
Grubenbahnen über Tage und im Tagebau	—	*)

*) Festlegung der Werte in Vorbereitung; Spannungsabfall längs Tunnelanlagen $< 0,1$ V.

5. Reichen bei ungünstigen Verhältnissen diese Maßnahmen zur Begrenzung der Streuströme aus Gleichstrombahnanlagen nicht aus, so empfiehlt es sich, an zusätzlichen Punkten Rückleitungen von den Unterwerken nach den Schienen zu schaffen, weitere Unterwerke zu errichten und ggf. Streustromschutzmaßnahmen an den gefährdeten Anlagen durchzuführen.

Die St. von einem zu einer elektrischen Gleichstrombahn parallel geführten Kabel zeigt das Bild. Die Darstellung gilt für die gebräuchliche Technik, nach der der negative Pol der Gleichstromquelle mit der Schiene verbunden ist.

1. In der Nähe des Bahngleichrichters befindet sich ein deutlicher Gefährdungsbereich durch austretende Streuströme und damit eine Korrosionsgefährdung für das Kabel.



Streustromkorrosion in Umgebung eines Bahngleichrichters.

2. In dem anschließenden Übergangsgebiet können je nach dem Standort des Triebwagens sowohl ein- als austretende Streuströme vorkommen.

3. Am Ende des auslaufenden Streckenabschnittes ist, nachdem der negative Pol der Gleichstromquelle mit der Schiene verbunden ist, ein Streustromschutzbereich vorhanden, in dem Streustrom in die Kabel eintritt. Bei genügender Potentialabsenkung kann in diesem Bereich kathodisches Schutzpotential vorliegen.

Im Falle der ungebräuchlichen Fahrweise — negativer Pol der Gleichstromquelle an der Oberleitung — kehren sich die Verhältnisse um, 3. wird dann ausgedehnter Gefährdungsbereich, abhängig vom Standort des Triebwagens.

Literatur: C. Michalke, Vagabundierende Ströme elektrischer Bahnen, Verlag F. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1904, S. 1–85 — Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, IV. b Fernmeldetechnik, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin–München 1962, S. 1475–1499, Beeinflussung durch elektrochemische Korrosion.

v. Baeckmann

Streustromschutzbereich → Streustrombeeinflussung.

Streuung. 1. Abweichung von Einzelwerten vom Durchschnittswert einer Wertemenge, z. B. bei einer Meßreihe. Ist n die Anzahl der Einzelwerte und sind δ deren Abweichungen vom Durchschnittswert, so ist die S.

$$S = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n}}$$

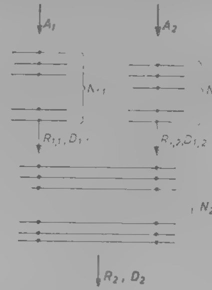
und das Verhältnis von Streuung und Durchschnittswert die relative S. → Statistik. 2. Erscheinung in der Feldtheorie, daß ein von einer Anordnung (Primärstromkreis) ausgehendes Feld nur zum Teil mit einer zweiten Anordnung (Sekundärkreis) verkettet ist. Der nur z. B. mit dem erregenden Kreis verkettete Teil des Feldes heißt Streufeld, worunter man auch den Teil des Feldes an den Berandungen einer Anordnung versteht, der infolge Randwirkungen von einem gewollten Feldverlauf abweicht (Randstreuung), z. B. das Feld am Rande und zwischen den äußeren Elektrodenoberflächen eines Plattenkondensators. Im magnetischen Feld ist der nur mit der ihn erzeugenden Anordnung verkettete Fluß als Streufluß das Kennzeichen der S. Streufluß und der mit allen Windungen einer Anordnung verkettete Nutz- oder Hauptfluß ergeben den Gesamtfluß. Der Quotient aus Streufluß und Gesamtfluß heißt dann Streufaktor.

Streuvolumen → ionosphärische Streuausbreitung, → troposphärische Streuausbreitung.

Streuwert. Der St. ist ein Maß für die Größe und Häufigkeit momentaner Verkehrsspitzen. Seine Größe ist gleich der Differenz D zwischen den beiden ersten Momenten der Verteilungsdichte gleichzeitiger Belegungen, nämlich der Varianz σ^2 und dem Verkehrswert R; $D = \sigma^2 - R$. Reiner Zufallsverkehr (mit Poissoncharakter) hat den St. $D = 0$., Überlaufverkehr hat den St. $D > 0$, und bei geglättetem Verkehr ist der St. $D < 0$. Man verwendet den St. für die Berechnung von Überlaufbündeln, z. B. II. Anrufsuchergruppen, Leitungsbündeln, die gerichtet und wechselseitig betriebene Leitungen enthalten, Überlaufbündel im Selbstwählferndienst. Für einen Verkehr mit St. $D > 0$ benötigt man bei gleicher Verlustwahrscheinlichkeit mehr Leitungen als für einen gleich großen Verkehrswert bei Zufallsverkehr. Der St. eines von einem Bündel mit voller Erreichbarkeit überfließenden Verkehrs wird nach folgender Formel berechnet.

$$D = R\left(\frac{A}{N + 1 + R - A} - R\right).$$

R: Verkehrswert des Überlaufverkehrs, N: Leitungszahl des mit voller Erreichbarkeit abgesuchten Bündels, A: Verkehrsangebot (Zufallsverkehr).



Zusammenfließen von Überlaufverkehr.

Beim Zusammenfließen von m unabhängigen Verkehrsströmen addiert man jeweils ihre Verkehrswerte R und auch ihre St. D. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der gleichzeitigen Belegungen des Summenverkehrs wird durch die beiden Größen (Momente)

$$\overline{R} = \sum_{i=1}^{m} R_i, \qquad \overline{D} = \sum_{i=1}^{m} D_i$$

charakterisiert. Der Summenverkehr wird weiter behandelt, wie ein Verkehr, der in einer Koppelstufe von der Suchstellung N auf die Suchstellung $N + 1$ überläuft (s. Bild). Für seine Verarbeitung sind dann bei vorgegebenem Verlust noch N_2 Leitungen erforderlich. $N_2 = f(k, R, D, B)$.

Literatur: Störmer, H.: Verkehrstheorie, Oldenbourg Verlag München-Wien 1966 — Herzog, U., Lotze, A.: Das RDA-Verfahren, ein Streuwertverfahren für unvollkommene Bündel NTZ 19 (1966) S. 640 bis 646 — Wilkinson, R.: Theories for toll traffic engineering in the USA, Bell Syst. Techn. Journal 1956, S. 421 bis 514.

Socher

Streuwertverfahren ist ein Verfahren zur Berechnung von Leitungsbündeln für Überlaufverkehr mit Hilfe des → Streuwertes. Es ist anwendbar für Bündel mit voller Erreichbarkeit und Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit.

Strichschreiber. Gerät mit bis zu 50 nebeneinanderliegenden Schreibstiften, unter denen ein Papierstreifen gleitet. Jeder Schreibstift ist mit einem Relaisanker verbunden. Ist ein Relaisanker angezogen, so zeichnet der zugehörige Stift einen Strich. Im abgefallenen Zustand wird kein Strich gezeichnet. Der St. wird z. B. verwendet zum Ermitteln der einzelnen Belegungsdauern von Schaltgliedern und Leitungen.

Strom (elektrischer), Stromstärke, Stromdichte → elektrische Größen.

Strom-Modus-Logik → digitale Mikroschaltungen.

Strombauch → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Strom-, Spannungsdämpfung. Mit S. bezeichnet man das in → Übertragungseinheiten gemessene, also logarithmische Verhältnis zweier Ströme bzw. Spannungen an zwei verschiedenen Stellen einer Übertragungsstrecke, → Dämpfungsmaß. Bei ungleichen Widerständen an den beiden Stellen hat die S. nichts mit der Ab- oder Zunahme der übertragenen Leistung zu tun.

Stromknoten → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

Stromkreisgleichung → Laplace-Transformation.

Stromquelle. Bezeichnung für eine Zweipolquelle, also für einen → Zweipol, der an einen angeschlossenen Verbraucherzweipol Energie abzugeben vermag, wobei im besonderen an das Stromquellen-Ersatzbild der Zweipolquelle (Parallelschaltung eines Quellen- bzw. Urstromes und eines Leitwertes) gedacht wird.

Stromquellen-Ersatzbild der Zweipolquelle → Zweipol, elektrischer.

Stromresonanz andere Bezeichnung für Parallelresonanz → Resonanz.

Stromrichter. Ein → Gleichrichter ist ein ruhendes Gerät, das Wechselstrom in Gleichstrom verwandelt. Ein → Wechselrichter verwandelt Gleichstrom in Wechselstrom; ein Umrichter Wechselstrom in Wechselstrom anderer Frequenz, unmittelbar oder als Reihenschaltung von Gleichrichter und Wechselrichter über einen Gleichstromzwischenkreis. S. ist der Oberbegriff für diese Geräte. Für die Umformung werden elektrische Ventile benutzt (Quecksilberdampf-S., Halbleiter-S.), aber auch synchron gesteuerte Kontakte (Kontaktumformer). Bei Gleichrichtung von einphasigem Wechselstrom kann eine Halbwelle unterdrückt (Bild 1a) oder umgepolt (1b) werden. Wird von Drehstrom ausgegangen, so können mehrere Spannungen nach 1b phasenverschoben überlagert werden, und es ergibt sich eine drei- (1c), sechs- (1d), zwölf- und mehrphasige Gleichrichtung, p ist die Phasenzahl oder Pulszahl. Die der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung wird mit steigendem p kleiner und nach höherer Frequenz verschoben. Einfache Ventile gestatten nur Gleichrichtung. Gesteuerte Ventile (Gittersteuerung) erlauben, den Übergang von einem Puls nach dem nächsten zu verzögern (1e) und dadurch die Gleichspannung zu regeln oder, bei Fremdsteuerung, Gleichstrom in Wechselstrom zu verwandeln. Die Bedeutung der S. für Beeinflussungsfragen liegt

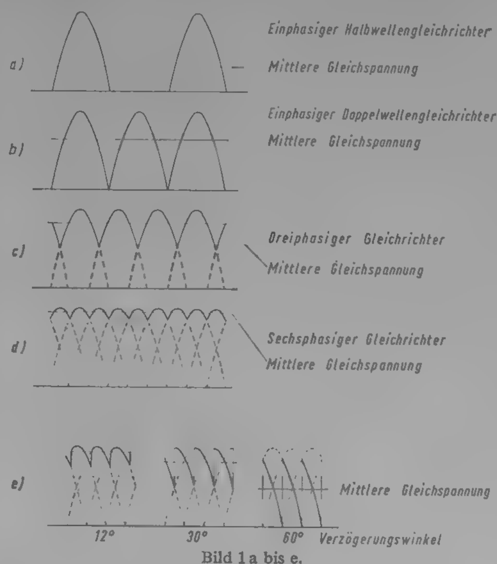


Bild 1a bis e.

darin, daß sie unerwünscht große Oberschwingungen erzeugen können. Jeder Gleichstromgenerator benutzt die Gleichrichtung über den Kommutator. Abgesehen von Maschinen sehr kleiner Leistung ist die Anzahl der Ankerspulen und Kommutatorlamellen, d. h. die Pulszahl, sehr hoch und daher die Amplitude der Oberschwingungen sehr klein. Harmonische Analyse ergibt, daß Gleichrichtung von sinusförmigem Wechselstrom der Frequenz f_0 Hz bei einer Anordnung

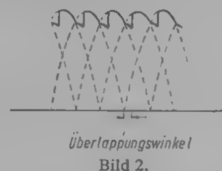


Bild 2.

mit p Pulsen die Oberschwingungen pf_0, $2pf_0$, ..., npf_0, ... Hz ergibt. Die Amplitude ist $2/(n^2p^2-1)$. Wenn eine Frequenz auftritt, hat sie bei allen Pulszahlen den gleichen Wert. Der hiernach berechnete Fernsprechformfaktor ist in %: 1,53 für $p=6$, 0,83 für $p=12$ und 0,25 für $p=24$. Es ist zu berücksichtigen, daß wegen unvermeidlicher Unsymmetrien im Transformator usw. auch die »verbotenen« Frequenzen auftreten, mit etwa 1/10 bis 1/5 der

Amplitude, die sie bei einem Gleichrichter kleinerer Pulszahl haben würden. Bei Belastung erfolgt wegen der Reaktanz der Übergang des Stromes von einem Puls zum folgenden nicht unmittelbar. Während der »Überlappungszeit« tragen zwei Pulse zum Strom bei. Die Spannung ist der Mittelwert beider Pulsspannungen bis sie plötzlich auf den Wert der folgenden Phase springt (Bild 2). Die Überlappungszeit wächst mit Stromstärke und Reaktanz. Die Folge ist, daß die niedrigen Harmonischen etwas, die höheren stark vergrößert werden. Die folgende Tafel gibt ohne Überlappung berechnete und mit Überlappung gemessene Werte des Effektivwertes der Oberschwingungen eines sechspulsigen Gleichrichters (300 bis 1800 Hz) an.

$n p$	6	12	18	24	30	36
berechnet	4,04	0,99	0,44	0,246	0,157	0,109
gemessen von	4,5	1,25	0,5	0,6	0,4	0,4
bis	6,0	1,4	0,9	0,7	0,8	0,7

Mit diesen gemessenen Werten, ergänzt durch geschätzte Werte für höhere Frequenzen, und unter Berücksichtigung der »verbotenen« Frequenzen mit 1/10 ergeben sich für 6, 12 und 24 Pulse die Fernsprechformfaktoren 2,5; 1,5 und 0,83‰. Die Richtwerte in den Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) sind für 6 und 12 Pulse 3 und 1,5‰, in VDE-Vorschriften 0226 3 und 2‰. Wenn die Spannung eines Gleichrichters mit Gittersteuerung geregelt wird, können die Fernsprechformfaktoren mehrfach größer sein, besonders, falls bei kleiner Belastung weit heruntergeregelt wird. Bei steigender Belastung pflegen Verzerrung und Formfaktor abzunehmen. Wenn Störungen zu befürchten sind, kann die Spannungskurve durch → Glättungseinrichtungen verbessert werden.

Ein Gleichrichter entnimmt dem Netz einen Strom, der um so mehr verzerrt ist, je besser die Gleichspannung geglättet ist. Die Stromharmonischen haben die Frequenzen $(n p \pm 1) f_0$. Jede Harmonische gleichstromseitig ist von zwei Stromharmonischen wechselstromseitig begleitet, die um f_0 höher und niedriger sind. Bei vollkommener Glättung ist der Strom der Harmonischen $(n p \pm 1)$ das $1/(n p \pm 1)$fache des Stromes der Grundschwingung. Bei 6 Pulsen und 100 A von f_0 ergeben sich

f	250	350	550	650	850	950	1150	Hz
I_f	20	14,3	9,1	7,7	5,9	5,3	4,35	A.

Der Gleichrichter kann als Generator für diese Oberschwingungsströme angesehen werden, die er dem speisenden Netz aufzwingt. Wegen der Impedanz des Netzes wird auch seine Spannungskurve verzerrt. Soweit die Impedanz rein reaktiv und somit der Frequenz proportional ist, ist die Spannung der Oberschwingungen für alle vorkommenden Frequenzen die gleiche, und zwar gleich dem Spannungsabfall des Grundschwingungsstromes. Bei höheren Frequenzen sind Resonanzen möglich. Wenn ein Drehstromnetz nur Gleichrichterlast hat und der Spannungsabfall des Grundschwingungsstromes 10% beträgt, können alle vorkommenden Spannungsharmonischen 10% der Netzspannung haben. Unter solchen Bedingungen, z. B. bei der Speisung von Elektrolyseanlagen, werden Gleichrichter sehr hoher Phasenzahl eingesetzt ($p = 48$ oder mehr). Gittersteuerung hat auf die Größe der Wechselstromharmonischen keinen erheblichen Einfluß. Gleichrichtergespeiste Leitungen, die stören können, sind in erster Linie → Gleichstrombahnen; ferner Hochspannungs-Gleichstromübertragungen (HGÜ), die trotz der Umformungskosten wirtschaftlicher sein können als Wechselspannungsleitungen gleicher Leistung, wenn die Kapazität der Leitung hoch ist, d. h. bei sehr langen Freileitungen und bei Kabeln, besonders Seekabeln. Hier kann die Störung durch die speisenden und gespeisten Drehstromnetze stärker sein als die durch die eigentliche Gleichstromleitung.

Literatur: M. Demontvignier: Harmoniques irréguliers de la tension continue des redresseurs et onduleurs. Rev. Gén. El. 54 (1945) S. 89 — I. C. Read: The Calculation of Rectifier and Inverter Performance Characteristics. J. Inst. El. Eng. 92, Part II, (1945) S. 495 — E. Fässler: Ein Streifzug durch die netzseitigen Spannungen und Ströme von Mutatoren. Bull. schweiz. el. V. 37, (1946) S. 677 — Inductive Co-ordination Aspects of D-C Systems Supplied by Rectifiers. Transact. Am. Inst. El. Eng. 70 (1951) I S. 1034 — E. Gralla, K. Heintze u. J. Kohaut: Steuerkennlinie, Welligkeit und Oberschwingungen von Gleichrichtern mit drehstromseitiger Anschnittsteuerung. ETZ-A 85 (1964) S. 79. HGÜ: E. Schulze: Zur Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom. ETZ-A 74 (1953) S. 319 — H. v. Bertele: Höchstspannungs-Gleichstrom-Kraftübertragungen. El. u. Masch. 71 (1954) S. 261 u. 287 — U. Lamm: Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom in Schweden. ETZ-A 76 (1955) S. 590 — B. v. Gersdorff: Aussichten der Elektrizitätsübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom in der Sowjetunion. Elektr.wirtschaft 58 (1959) S. 138 — R. Bartenstein: Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. Elektr.wirtschaft 63 (1964) S. 739.

Klewe

Stromschritt. Bei Einfachstrombetrieb ein Telegrafierschritt, dessen Kennzustand durch das Fließen des Telegrafierstromes dargestellt wird. → Betriebsweisen der Telegrafie. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Stromübergang von Starkstromanlagen, Starkstromschutz. Stromübergang erfolgt unmittelbar bei metallener Berührung von Starkstrom- und Fernmeldeleitungen, mittelbar durch die Erde bei deren gemeinsamer Benutzung durch Erder oder Leitungen der Starkstrom- und Fernmeldeanlagen.

Unmittelbarer Stromübergang ist im allgemeinen nur bei blanken Freileitungen an Kreuzungen und engen Näherungen möglich und sollte entweder durch dauerhafte Isolierung einer der beiden Leitungen oder durch bautechnische Maßnahmen ausgeschlossen werden. Letzteres gelingt aber nicht immer. Er kann zu Beschädigungen der technischen Einrichtungen und Gebäude (Brandgefahr) sowie zu Gesundheitsschäden für die Personen führen, die sich mit den Leitungen befassen oder die Einrichtungen benutzen. Um bei Leitungsberührungen das Eindringen von Starkstrom in die technischen Einrichtungen zu verhüten, werden die Fernmeldeanlagen in den Ämtern und bei Teilnehmern durch Strom- und Spannungssicherungen geschützt (→ Schutzmaßnahmen).

In Teilnehmeranlagen, besonders in Privathaushaltungen, ist eine ausreichende räumliche Trennung zwischen beiden Arten von Anlagen nicht immer sicher-

gestellt. Stromübergang zwischen beschädigten isolierten Leitungen ist kaum zu verhindern; Stromübergang von metallenen Gehäusen von Starkstromgeräten, die bei Isolationsfehlern Spannung annehmen können — Berührungsspannung ist der Teil dieser Spannung oder der Spannung eines Erders, der von einem Menschen überbrückt werden kann —, soll durch die üblichen Maßnahmen zum Berührungsschutz verhindert werden. Bei der Schutzerdung werden die zu schützenden Metallteile geerdet. Sie setzt voraus, daß der Sternpunkt des speisenden Netzes geerdet ist und daß der Erdungswiderstand beim Teilnehmer so niedrig ist, daß entweder die Berührungsspannung kleiner ist als 65 V oder die vorgeschaltete Sicherung sofort anspricht. Ein so niedriger Widerstand ist oft nicht zu erreichen, besonders wenn nicht weitere Erder zur Erdung herangezogen werden können. Bei der Nullung werden die zu schützenden Metallteile mit einem geerdeten Leiter, dem Nullleiter, verbunden, der direkt zum Sternpunkt des speisenden Transformators führt und mindestens dort, bei Freileitungsnetzen auch an den Enden der Netzausläufer, zu erden ist. Der Nulleiter ist ein Teil des Betriebsstromkreises, so daß alle damit verbundenen Gehäuse eine Spannung annehmen, die dem kleinen Spannungsabfall am Nulleiter entspricht. Bei einer Unterbrechung des Nulleiters können Gehäuse die Netzspannung erreichen. Bei der Schutzschaltung spricht ein besonderer Schutzschalter entweder auf die am Gehäuse auftretende Spannung oder auf den Fehlerstrom an und schaltet allpolig ab. Diese Schalter erfordern eine Hilfserdung, die aber wesentlich schlechter sein darf als bei der Schutzerdung. Alle diese Maßnahmen haben eine gewisse, wenn auch kleine Zeitverzögerung, die bezüglich des Schutzes von Personen wohl unbedenklich ist, die aber Überschläge in Fernmeldeeinrichtungen zuläßt. Das Auftreten einer Berührungsspannung erfordert nicht notwendig einen Fehler. Induktive oder besonders kapazitive Kopplung kann zu einer ständigen Berührungsspannung führen. Sie muß dann offenbar klein sein, oder es muß mindestens der mögliche Strom begrenzt sein, ein Fall, der bei der Rundfunkentstörung von beweglichen Geräten oft vorkommt.

Mittelbarer Stromübergang durch die Erde kann durch Erzeugung von Erdpotentialen (Spannungstrichter) und durch elektrolytische Zerstörung von Kabelmänteln — dies wesentlich nur bei Gleichstrom → Korrosion — schädlich werden. Wenn über einen Starkstromerder von kleiner räumlicher Ausdehnung (Staberder, Halbkugelerder) Strom in das Erdreich fließt, so ist das Potential an der Erdoberfläche in der Nähe des Erders groß, nimmt aber mit wachsender Entfernung schnell ab. Erderspannung ist die Spannung der Erdelektrode gegen eine weit entfernte Erdung. In Anlehnung an die Form der graphischen Darstellung des Potentials über dem Abstand bezeichnet man den Verlauf des Erdpotentials in der Umgebung des Erders als Spannungstrichter. Das Potentialgefälle an der Oberfläche in der Nähe des Erders kann so groß sein, daß die Schrittspannung, d. h. die mit der Länge eines Schrittes — als 1 m angenommen — überbrückbare Spannung gefährlich ist. Die Erdungsanlage eines Umspannwerks ist in der Regel ein in sich verbundenes ausgedehntes Erdungsnetz, das das Potential innerhalb des Werksgeländes konstant hält (Potentialausgleich innerhalb des Umspannwerks). An der Umrandung bildet sich aber ein dem Trichter ähnliches Spannungsgefälle aus. Auch wenn der Erdungswiderstand sehr klein ist (0,1 Ω), kann wegen des hohen Fehlerstromes (→ Kurzschlußstrom) in Netzen mit starr geerdetem Sternpunkt die Erderspannung hohe Werte annehmen (mehr als 1000 V), besonders in Gebieten mit hohem Erdwiderstand. Sehr hohe Spannungen können auch an Leitungsmasten auftreten, wenn bei einem Isolatorüberschlag ein hoher Fehlerstrom fließt. Da sich aus wirtschaftlichen Gründen die Erderspannung nicht ausreichend senken läßt, wird die Berührungsspannung durch Potentialsteuerung (Potentialausgleich, unter Benutzung von Potentialausgleichsleitungen) herabgesetzt. Bei einem Leitungsmast kann man z. B. konzentrische Ringe mit abgestufter Verlegungstiefe (entferntere Ringe tiefer) um den Mast anordnen und mit ihm elektrisch verbinden. Die Ringe nehmen verschieden große Ströme auf und erzwingen an der Erdoberfläche ein ziemlich gleichmäßig mit der zulässigen Schrittspannung abfallendes Potential. Andere Möglichkeiten zum Potentialausgleich sind Metalleinlagen im Mauerwerk von Gebäuden oder bei Geräten, deren Gehäuse Spannung annehmen kann, ein metallener, mit dem Gehäuse verbundener Bedienungsstandort, der nur über eine ausreichend breite (1,25 m) isolierende Umrandung betreten werden kann und ein Zusammenschluß aller geerdeten Metallteile in der Umgebung. Wenn die Betriebserdung einer Fernmeldeanlage im Spannungstrichter einer Starkstromerdung liegt, kann der im Regelbetrieb oder bei Fehlern über Erde fließende Starkstrom zwischen den Erdungen der Fernmeldeleitung durch galvanische Kopplung eine so große Potentialdifferenz erzeugen, daß in dieser Leitung ein störender Fremdstrom fließt. Fernmeldebetriebserdungen müssen daher die Spannungstrichter vermeiden. Hierfür erforderliche Mindestabstände können nicht allgemein angegeben werden. Auch in der Nähe elektrischer Bahnen mit Schienenrückleitung können störende Erdpotentiale auftreten. Auch Fernmeldekabel und -anlagen, die in Spannungstrichter kommen, brauchen unter gewissen Bedingungen einen besonderen Schutz. Die VDE-Vorschriften 0228 bringen ausführliche Angaben; hier seien nur einige Möglichkeiten erwähnt: Zwischenkabel in einer oberirdischen Fernmeldelinie dürfen sich einem Masterder auf 2 m nähern, wenn sie beiderseits des Mastes für etwa 15 m eine isolierende Umhüllung haben. Einrichtungen zur Potentialsteuerung dürfen offenbar nicht mit den Mänteln verbunden werden, weil das Potential sonst in undefinierter Weise verschleppt werden könnte. Die Metallmäntel könnten in sehr ungünstigen Fällen sogar durch die Fehlerströme beschädigt werden. Wenn das Erdreich sehr hohen spezifischen Widerstand hat, kann es sicherer sein, die Fernmeldelinie nicht zu verkabeln, sondern als Freileitung so nahe an dem Hochspannungsmast vorbeizuführen, daß auch bei Bruch eines Hochspannungsseils keine Berührungsgefahr be-

steht. Sonstige Fernmeldeanlagen (Schaltpunkte, z. B. kleine Verstärkerämter) sollen mindestens 15 m von der Masterdungsanlage entfernt sein. Besondere Maßnahmen erfordern Fernmeldeanlagen in Umspannwerken, die über Kabel mit einer außerhalb liegenden Vermittlung verbunden sind, weil sowohl die Adern wie auch die Mäntel das Potential einer entfernten Erde in das Umspannwerk bringen können. Ein mit dem Erdungsnetz verbundener, am anderen Ende geerdeter Mantel kann einen erheblichen Teil des Fehlerstromes führen und bringt, wenn sein Reduktionsfaktor gut ist, die Fernmeldeanlagen im Umspannwerk angenähert auf das Erderpotential. Falls der Mantel nur an den Enden geerdet, sonst aber isoliert ist, kann ein Neutralisationstransformator auch bei schlechtem Reduktionsfaktor zu dem gleichen Ergebnis führen. Anderseits kann man die Apparate an beiden Enden durch Isoliertransformatoren von den Adern trennen und hat dann Freiheit in der Behandlung des Mantels (Korrosionsschutz; Kunststoffmantel) (Einzelheiten siehe VDE 0228).

Literatur: W. Koch, Erdungen in Wechselstromanlagen über 1 kV, Springer-Verlag 1961.

Klewe

Stromübertritt → Starkstromeinwirkung.

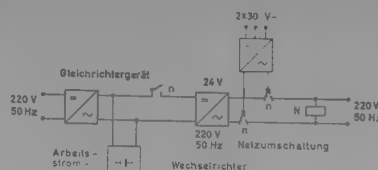
Stromverdrängung → Skineffekt.

Stromversorgungsanlagen für Fernmeldeeinrichtungen sind Einrichtungen zur unmittelbaren Versorgung der Fernmeldestromverbraucher (Vermittlungs-, Verstärker-, Telegrafen- und Richtfunkeinrichtungen sowie Nebenstellenanlagen) mit der benötigten elektrischen Energie (Gleich- oder Wechselstrom). Zu den St. gehören → Akkumulatoren, → Gleichrichter, Maschinen usw. und die Schaltgeräte, welche dem Zusammenarbeiten der Stromquellen untereinander (Batterieschaltfeld) und mit den Verbrauchern (Netzschaltfeld) dienen sowie die Beobachtung und Bedienung der Anlagen ermöglichen. Die zum Betrieb der St. notwendige Energie wird in der Regel dem öffentlichen Starkstromnetz entnommen. Ortsveränderliche und in besonderen Fällen ortsfeste → Netzersatzanlagen dienen dazu, den Energiebedarf der St. bei Ausfall des Starkstromnetzes zu decken.

Stromversorgungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen. 1. Schleifensystem. Es sind unabhängige St. für den allgemeinen Teil einer Anlage und je Schleife notwendig. Eine St. für den allgemeinen Teil besteht aus einem Gleichrichtergerät und einer Batterie mit ausreichender Leistungsreserve bei Netzausfall gemäß VDE 0800/3.63, § 34. Der Ruhestrom für die Meldeschleife wird von der Schleifenstromversorgung geliefert. Diese wird von den zwei unabhängigen Stromquellen Netz und Batterie gespeist. Bei Ausfall des Netzes wird unterbrechungslos auf die Batterie umgeschaltet. Ebenso unterbrechungslose Umschaltung bei Netzwiederkehr (s. Bild).

Die Batterie für den allgemeinen Teil einer Anlage muß erdfrei betrieben werden. Geerdet wird jedoch die Schleifenstromversorgung in ihrem Mittelpunkt, um auch bei Drahtbruch eine Meldung aufnehmen zu können (→ Prüfeinrichtungen in Feuermeldeanlagen).

2. Liniensysteme kommen mit einer St. für den allgemeinen Teil der Anlage und alle Linien aus, die aus Gleichrichtergerät und Batterie besteht. Auch hier



Schleifenstromversorgung in Feuermeldeanlagen.

ist VDE 0800/3.63, § 34 für die Bemessung maßgebend. Die Erdung der Stromversorgung wird über ein Relais vorgenommen, das Erdschluß im Leitungsnetz erkennt.

Weinrich

Stromversorgungsgeräte (dezentrale) sind entweder → Gleichspannungsumsetzer bei zentraler Gleichstromversorgung, oder → Gleichrichter bei zentraler Wechselstromversorgung. Die zentralen Fernmeldestromversorgungsanlagen liefern zur Versorgung von Fernmeldeeinrichtungen stabilisierte Gleich- oder Wechselspannungen, z. B. für Wählvermittlungsstellen 60 V=, für Röhrenverstärkereinrichtungen 212 V= und für Verstärker- und Richtfunkeinrichtungen 220 V≈. Weichen die für die Fernmeldeeinrichtungen benötigten Betriebsspannungen von der zentral erzeugten Betriebsspannung ab, so werden diese Betriebsspannungen an der Bedarfsstelle in dem d. St. aus der Normalspannung abgeleitet und umgeformt. In einem Teil der d. St. wird die abgegebene Spannung zusätzlich stabilisiert.

Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne. Die Verteilungsfunktionen lassen sich aus denjenigen für Lineardipole (Gesamtlänge $= 2h$) herleiten, welche wiederum als bedämpfte Paralleldrahtleitungen von der Länge h auffaßbar sind. Der Drahtdurchmesser und -abstand dieser Ersatzleitung entsprechen den elementaren Gegebenheiten im Dipolspeisepunkt, und Z_a ist ihr Wellenwiderstand. Wird die Leitung (h, Z_a) durch einen Generator (U_o, R_i) mit einer ihrer Länge angepaßten Schwingungsfrequenz $f = v/\lambda'$ ($v < c$ = Fortschreitungsgeschwindigkeit, $\lambda' < \lambda_{Luft}$ = Länge der Wellen auf Leitung bzw. Dipol) erregt, dann finden am offenen Ende gleichphasige Spannungs- und gegenphasige Strom-Reflexionen statt, so daß dort stets ein Spannungsbauch sowie ein Stromknoten vorhanden sind. Bei längeren Leitungen wiederholt sich diese Kombination jeweils in Abständen von einer halben Leitungs-Wellenlänge, während in den Mitten dieser Abschnitte jeweils ein Strombauch mit einem Spannungsknoten zusammentrifft. Allerdings existiert wegen der Leitungsverluste in keinem anderen Punkte ein echter Strom- oder Spannungsknoten, sondern lediglich ein entsprechendes Minimum. Die Strom-Spannungsbelegungen einer Antenne sind daher sowohl aufgrund der Strahlungsdämpfung als auch infolge des mit dem Abstand x vom Speisepunkt zunehmenden elementaren Wellenwiderstandes Z_x nur angenähert

sinusförmig verteilt. In Anlehnung an vereinfachte Darstellungen der Leitungstheorie und unter Bezugnahme auf den Strom

$$I_a = \frac{U_0}{\underline{R}_a + R_i}$$

im Antennenspeisepunkt mit dem Eingangswiderstand

$$R_a = Z_a \cdot \frac{\text{Sinh}\, 2\alpha h - j \cdot \sin 4\pi \frac{h}{\lambda'}}{\text{Cosh}\, 2\alpha h - \cos 4\pi \frac{h}{\lambda'}}$$

läßt sich schreiben:

$$I_x = I_a \cdot \sqrt{\frac{Z_a}{Z_x}} \cdot \frac{\sin 2\pi \frac{h-x}{\lambda'}}{\sin 2\pi \frac{h}{\lambda'}} \cdot \cos \omega t$$

bzw.

$$U_x = I_a \cdot \sqrt{Z_a \cdot Z_x} \cdot \frac{\cos 2\pi \frac{h-x}{\lambda'}}{\sin 2\pi \frac{h}{\lambda'}} \cdot \sin \omega t\,.$$

Die Koeffizienten der Zeitfunktionen kennzeichnen die örtlichen Amplituden der jeweils insgesamt konphas schwingenden Belegungen (stehende Wellen) und die Frequenzabhängigkeit von $\underline{R}_a$ bedingt selektive Resonanzeffekte der Antennenwirksamkeit, welche um so besser ist, je größer entweder der Speisestrom I_a oder die Fußpunktspannung $I_a \cdot R_a$ wird. Die erste Voraussetzung ist mit einem Halbwellendipol ($2h = \lambda'/2$), die zweite mit einem Ganzwellendipol ($2h = \lambda'$) erfüllbar (abgestimmte Antenne). Soll ein größerer Wellenbereich optimal erfaßt werden, dann müssen die dabei auftretenden Blindkomponenten von $\underline{R}_a$ durch konjugierte Blindwiderstände kompensiert werden (beschaltete → Antenne). Die Frequenzabhängigkeit des Fußpunktwiderstandes nimmt mit dem Antennenwellenwiderstand ab (→ Breitbandantenne, Reusenantenne). Grundsätzlich breitbandig sind Antennen mit unterdrückten Endreflexionen (→ Langdrahtantenne), bei denen ein einseitig gerichteter Energiefluß stattfindet (travelling-wave-Antenne, unabgestimmte Antenne); die Str.-Sp.-V. zeigt einen logarithmisch abnehmenden Verlauf mit endlichen Werten am Antennenabschluß.

Literatur: H. Meinke u. F. W. Gundlach, Taschenbuch der HF-Technik, S. 501; Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer-Verlag, 1962.

Bohnenstengel

Stromverzweigungsmessung nach Graf wird bei der DBP kaum noch durchgeführt, weil das Verfahren zu umständlich ist und hohe Anforderungen an den Messenden stellt. In der Regel kann die S. durch die Doppelbrückenschleifenmessung nach Graf ersetzt werden. Bei sehr starken Feuchtigkeitsfehlern und alladrigem Nebenschluß hat sich das Meßverfahren mit Hilfe eines Impulsechomeßgerätes bewährt.

Stromweg ist ein Begriff der Verordnung über Privatfernmeldeanlagen vom 1. Dezember 1942; St. ist die allgemeine Bezeichnung für einen Übertragungsweg in einer → Privatfernmeldeanlage. Der Begriff umfaßt Übertragungswege von der Bandbreite einer Telegrafenleitung über die einer Fernsprechleitung und einer Tonleitung bis zur Bandbreite von Übertragungswegen für Fernseh-Bild- und Radar-Bildübertragungen.

Stromzeitverfahren. Verkehrsmeßeinrichtungen, die nach dem Stromzeitverfahren arbeiten, messen das Zeitintegral des Registrierstromes, d. h. seine Strommenge. Diese ist eine analoge Größe der Verkehrsmenge (→ Erlangmeter).

Stücklen, Richard, Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen vom 28. Oktober 1957 bis 1. Dezember 1966. Geboren am 20. August 1916 in Heideck. Nach praktischer Ausbildung im Elektrohandwerk Besuch der Ingenieurschule Mittweida. Im Anschluß an das Studium Abteilungsleiter in einem Betrieb der Elektroindustrie. 1945 Mitbegründer der CSU im Landkreis Hilpoltstein/Mittelfranken. Aktive Tätigkeit in der Partei, besonders in der Jungen Union. Ununterbrochen Mitglied des Deutschen Bundestages seit seinem ersten Zusammentritt im Jahre 1949. Im ersten Deutschen Bundestag Angehöriger des Ausschusses für Post- und Fernmeldewesen und des Ausschusses für Wirtschaftspolitik. Federführend beteiligt an der Schaffung der neuen Deutschen Handwerksordnung, lebhaftes Interesse für alle Fragen des Post- und Fernmeldewesens. Auch im zweiten Deutschen Bundestag Mitglied des Ausschusses für Post- und Fernmeldewesen und des wirtschaftspolitischen Ausschusses sowie Vorsitzer des Ausschusses für Sonderfragen des Mittelstandes. Mitglied des Verwaltungsrates der Deutschen Bundespost seit dessen Bestehen, ferner stellvertretender Vorsitzer der Gesamtfraktion der CDU/CSU und geschäftsführender Vorsitzer der CSU-Landesgruppe. Am 28. Oktober 1957, während des dritten Deutschen Bundestages, zum Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen ernannt. In diesem Amt zu Beginn des vierten und auch des fünften Deutschen Bundestages bestätigt. Unter seiner verantwortlichen Leitung Durchführung weitreichender Maßnahmen der Rationalisierung, Technisierung und Automation, z. B. Einführung der Postleitzahl. Am 1. Dezember 1966 aus dem Amt ausgeschieden. Seitdem Vorsitzender der CSU-Landesgruppe im Deutschen Bundestag und seit Juli 1968 erneut Mitglied des Verwaltungsrates der Deutschen Bundespost. Inhaber zahlreicher hoher in- und ausländischer Auszeichnungen, u. a. des Großkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

Stückliste → Bestandsnachweise für Fernmeldelinien.

Student-Verteilung → *t*-Verteilung.

Studienbeihilfen. 1. Söhnen und Töchtern von Postangehörigen können zur Erleichterung der Durchführung eines Studiums an einer Universität (Dr.-Karl-Sautter-Stiftung) bzw. an einer Technischen Hochschule (Heinrich-von-Stephan-Stiftung) St. gewährt werden. 2. Studierende an den → Ingenieur-

akademien der DBP erhalten eine St., bestehend aus einem monatlichen Unterhaltsbeitrag, einem Zuschuß für die Beschaffung von Lernmitteln, einem Beitrag zu den Studiengebühren und sonstigen Gebühren und einem Beitrag zu lehrplanmäßigen Exkursionen. Diese S. kann auch ehemaligen Fernmeldepraktikanten und Fernmeldehandwerkern, die zum Studium an einer staatlichen oder staatlich anerkannten Ingenieurschule bzw. Ingenieurakademie zugelassen werden, gewährt werden, wenn sie sich vertraglich verpflichten, nach Abschluß des Studiums in den → Vorbereitungsdienst für den gehobenen technischen Dienst der DBP einzutreten (siehe Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1970: → Dr.-Karl-Sautter-Stiftung, → Heinrich-von-Stephan-Stiftung).

Studioanlage. Die in einem Funkhaus für Rundfunk und Fernsehen erforderlichen elektroakustischen Einrichtungen für die Tonaufnahme, -aufzeichnung und Übertragung auf Leitung und Sender werden allgemein als St. bezeichnet. Sie ermöglichen die Schallaufnahme von Wort- und Musikdarbietungen in den eigenen Studioräumen und von außerhalb über Verbindungswege, z. B. aus Theatern, Hallen und vom Freigelände, oft unter Einschaltung eines → Übertragungswagens. Man unterscheidet Direktsendungen (Live) und Wiedergabe von Schallaufzeichnungen von Tonband und Schallplatte.

Die Größe eines Musikstudios liegt zwischen 200 bis 1000 m² Fläche bei Höhen von 6 bis 12 m. Mit direktem Einblick durch ein schalldichtes Regiefenster sind neben den Musikstudios die Regieräume und kleineren Sprecherstudios für Sprachsendungen mit Musikprogramm angeordnet.

Je nach Zweck und Größe der Aufnahme-Studios wird versucht, durch schallzerstreuende Raumbegrenzungsflächen und durch Wahl geeigneten Schallschluckmaterials eine zwischen etwa 1,1 und 2,5 s liegende Nachhallzeit zu erreichen. Sie wird bei großen Studiosälen durch anwesendes Publikum beeinflußt. Weitere technische Räume sind Tonträgerräume mit Tonbandmaschinen und Plattenabspielgeräten (mit zugehörigem Schallarchiv), Nachhall- bzw. Echoräume, Meßräume, ein Hauptschaltraum mit Endkontrolle und ein Postübergaberaum mit dem Kabelendgestell für die Postleitungen. Außer der Stromversorgungszentrale sind Klimaanlagen erforderlich, um in den nach außen schallisolierten, fensterlosen Studioräumen und Technikräumen mit ihren wärmeerzeugenden Geräten und Scheinwerfern Frischluftzufuhr und gleichmäßige Temperatur sicherzustellen. *Hoffmann*

Stumpfkabel, kurze, fabrikmäßig mit Pupinspulenkästen, Kabelendverzweigern und Kabelendverschlüssen fest verbundene Kabellänge. Die Anordnung (in USA, Japan und Großbritannien gebraucht) hat den Vorteil, daß z. B. Stumpfkabelkasten in Kabelschächten an einen beliebigen Platz gestellt werden können. Die Verbindung mit dem Hauptkabel wird mit dem Stumpfkabel durchgeführt. Bei der Montage von Stumpfkabel-Spulenkasten entsteht praktisch die gleiche Arbeit wie bei der Montage der Kabel. Bei Kabelendverzweigern hat die Anwendung von Stumpfkabeln besondere Vorteile. Die Kabelendverzweiger werden normalerweise an Hauswände in einer Höhe von etwa 3 m angebracht. Der Einbau des herangeführten Fernmeldekabels (5-p, 10-p oder 20-p) ist in solcher Höhe nicht ganz einfach, insbesondere das Ausgießen des Spleißraumes mit Isoliermasse; die Verpackung und der Transport der Garnituren mit Stumpfkabeln ist allerdings teurer und schwieriger. Das 5-, 10- oder 20paarige, 2 bis 3 m lange, in den Kabelendverzweiger eingespleißte Stumpfkabel wird an Ort und Stelle mit einem gewöhnlichen Verbindungsspleiß mit dem herangeführten Kabel an einer zugänglichen Stelle ohne Schwierigkeit verbunden; als Stumpfkabel werden die gleichen Kabel verwendet, die im Verteilnetz (5-, 10- oder 20paarige Kabel) vorhanden sind (gleicher Leiterdurchmesser, gleiche Aderisolierung, gleiche Manteldicken).

Bei Pupinspulenkästen mit Stumpfkabeln kann der Aufbau des Stumpfkabels sehr verschieden vom Aufbau des Hauptkabels sein. Oft sind die Leiterdurchmesser geringer als die Durchmesser der Leiter des Hauptkabels, um den Kabeldurchmesser geringer zu machen und damit die Biegbarkeit zu verbessern. Die Paarzahl ist insofern verschieden, als bei Spulenkasten mit geringer Spulenzahl das Stumpfkabel, welches die Hauptkabel mit Eingang und Ausgang des Spulenkastens verbindet, die doppelte Paarzahl hat gegenüber der Paarzahl des Spulenkastens. Da die Länge des Stumpfkabels nur 2 bis 3 m je Spulenkasten beträgt, sind die elektrischen Eigenschaften, Betriebskapazität und Kopplungen, nicht von so großer Bedeutung, wie bei dem Hauptkabel. Die Vorschriften brauchen also für diese Eigenschaften nicht ganz so streng zu sein. Die Dicke des Bleimantels wird in vielen Fällen größer vorgeschrieben als dem Seelendurchmesser entspricht, damit die Beanspruchung des Stumpfkabels beim Aufwickeln in einer Halteeinrichtung für den Transport infolge der dabei angewendeten geringen Biegeradien nicht zu groß wird (Faltenbildung).

Im wesentlichen bestehen 2 Nachteile der Pupinkastenbauart mit Stumpfkabel: Es muß am Pupinspulenkasten eine Haltevorrichtung angebaut werden, innerhalb derer das Stumpfkabel aufgewickelt und befestigt wird. Durch diese Haltevorrichtung wird der gesamte Kasten verhältnismäßig hoch und ist schwieriger zu transportieren. Die Stumpfkabelspulenkasten werden stets innerhalb von Kabelschächten mit dem Hauptkabel verbunden. Man muß also bei den über Land geführten Pupinkabeln an jedem Spulenpunkt einen Kabelschacht bauen für die Unterbringung der Spulenkästen. Dies bedeutet eine erhebliche Verteuerung der Kabelanlage gegenüber den bei der DBP üblichen Pupinkasten mit Spleißmuffe, welche unmittelbar in das Erdreich gebettet werden können. *Knebel*

Stumpfkabel - Pupinspulenkasten → Pupinspulenbehälter.

Stundung. Einem Teilnehmer, dem es ausnahmsweise nicht möglich ist, den mit der → Fernmelderechnung geforderten Betrag pünktlich zu begleichen, kann auf

Antrag Stundung gewährt werden, wenn aus der Sperrkarte ein einwandfreier Zahlungswillen erkennbar ist. Im allgemeinen sollen — aufgrund einer Stundungsbewilligung entstehende Gebührenrückstände bis zum Absendetag der nächsten Fernmelderechnung bezahlt sein; der Höchststundungssatz beträgt in der Regel 100 DM. Bewilligte Stundungsanträge sind der → Gebührenüberwachungsstelle zwecks stichprobenweiser Prüfung der Anrechnung der Stundungsgebühr und Zinsen vorzuzeigen.

Sturmwarnungsdienst → Deutscher Wetterdienst.

Stützisolator → Antennen, Ausführung.

Stützpunkte für oberirdische Linien. Es werden Trag-, Winkel-, Abspann- und Endstützpunkte und Linienfestpunkte unterschieden. Unter Linienfestpunkt versteht man einen Stützpunkt, der in Richtung der Leitungen zu beiden Seiten Linienstreben erhält, um bei einseitigem Leitungszug reihenweises Umbrechen und Überweichen der Masten eines Linienzuges zu verhindern. Als St. in den oberirdischen Linien werden nur Holzmaste — abgesehen von der Befestigung am Mauerwerk bei der Hauseinführung — benutzt. Dachständer sind kaum noch anzutreffen.

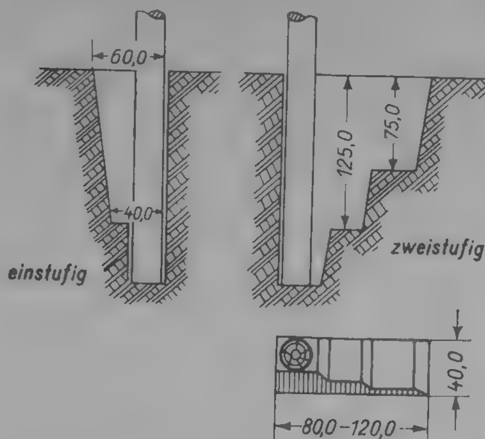


Bild 1. Gegrabene Mastlöcher.

Die Ausführung der Stützpunkte richtet sich nach den waagerechten Belastungen (Windeinwirkungen auf Drähte und Mastausrüstungen und den Leitungszug in End- und Winkelpunkten). Je nach der Belastung werden Einfachholzmaste, Maste mit Streben oder mit Ankern oder A-Maste in die Linie eingebaut. Die Holzmaste werden je nach Länge und Durchmesser zwischen 1,20 m und 1,90 m tief in den Erdboden gestellt (die Eingrabtiefe beträgt ungefähr ein Fünftel bis ein Sechstel der Länge). Die Maste sollen sich möglichst an gewachsenen Boden anlehnen können, daher soll das Mastloch die aus Bild 1 ersichtliche Form haben. Bis zu 1,60 m Tiefe wird das Mastloch einstufig, darüber hinaus zweistufig gegraben. Die für den Mast bestimmte Ecke ist senkrecht auszustechen. Die Stufen liegen in ebenem Gelände in Richtung der Linie; an Böschungen ist es vorteilhaft das Mastloch quer zur Linie anzulegen. Zur Herstellung von Mastlöchern können auch Erdbohrgeräte (Bild 2) verwendet werden. Die Löcher für A-Maste sind etwa 70 bis 80 cm breit in einer dem Unterriegel entsprechenden Länge ohne Stufen herzustellen.



Bild 2. Erdbohrgerät zur Herstellung von Mastlöchern mit Vergasermotorantrieb.

Zum Ausheben von Masten werden diese nach Abnehmen der Querträger so weit wie nötig durch Drehen gelockert. Anschließend können sie entweder von Hand oder unter Verwendung geeigneter Geräte (Bild 3) ausgehoben werden.



Bild 3. Mechanisches Mastenaushebegerät.

A-Maste müssen ausgegraben werden. Das verbleibende Mastloch ist wieder ordnungsgemäß zu verfüllen; fehlender Boden ist von anderer Stelle zu beschaffen.

In den Normblättern DIN 48350 (Einfachholzmaste) und DIN 48351 (A-Maste aus Holz) ist der zulässige horizontale Nutzzug für die verschiedenen Mastabmessungen (Durchmesser und Höhe) angegeben. Lotrechte Belastungen (Eigengewicht der Leitungen, Isolatoren, Stützen, Querträger und des Mastes selbst) werden ohne Schwierigkeiten aufgenommen.

Maste aus Beton haben sich nicht bewährt; sie sind durch ihr Gewicht auch schwierig zu handhaben. Die technische Entwicklung der Kunststoffmaste steht erst am Anfang, ein wirtschaftlicher Einsatz ist noch nicht gegeben.

Um eine wirtschaftliche Lebensdauer des Mastenholzes zu erhalten, sind vier Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1. brauchbare Holzarten,
2. Tränken mit wirksamen → Holzschutzmitteln,
3. Behandeln der Maste im geeigneten Tränkungsverfahren und
4. zweckmäßige Zusatz- oder → Nachschutzmethoden.

Die überwiegende Anzahl der Maste besteht aus Kiefern- oder Fichtenstämmen. Tanne oder Lärche kommen auch in geringem Maße vor.

Zum Holzschutz werden verwendet:
Ölige Mittel — Steinkohlenteeröl — für Kiefernmaste
wasserlösliche Mittel — Salze — für Fichtenmaste.

Entscheidend für die Güte des Holzschutzes ist nicht allein die vom Holz aufgenommene Tränkmittelmenge amtlich geprüfter, zugelassener und damit anerkannt wirksamer Tränkmittel, sondern insbesondere ihre zweckmäßige Verteilung in möglichst große Holztiefen.

Da der Mast im Erd/Luft-Bereich (d. h. 30 cm oberhalb bis etwa 50 cm unterhalb der Erdgleiche) mechanisch und biologisch am stärksten beansprucht wird, sind besondere Holzschutzmaßnahmen — vor allem bei Fichte, Salzmasten — durch zusätzliche Tränkung oder im Rahmen eines Nachschutzes notwendig. Es werden meist Großraumbandagen mit einem Salzvorrat im Schaumstoffpolster, der durch die Feuchtigkeit des Holzes im Laufe der Zeit in den betreffenden Mastteil diffundieren kann, angewendet. Auch ein Impfen dieser Erd/Luft-Zone mit speziellen Salzen ist ausgeführt worden. Seit einiger Zeit wird auch eine zusätzliche Teeröltränkung des Fußes (bis 1,8 m Höhe) der Salzmaste mit Vorteil eingesetzt.

Stegmann

Stützpunktnachweis → Bestandsnachweise der Fernmeldelinien.

Stützrelais → Signalrelais.

Styroflex. Warenname für biegsam gemachtes → Polystyrol in Form von Fasern, Bahnen und Borsten. Verwendung als Kondensatordielektrikum (sehr kleiner Verlustfaktor) in Form von gereckten Folien, welche nach dem Wickeln durch Erwärmen entreckt werden. Dadurch sehr große Konstanz der Eigenschaften (Styroflexkondensator). Kabelisolation, (→ Isolierhülle, → Isolierstoffe).

Literatur: Ullmann, Enzyklopädie der techn. Chemie Bd. VII S. 261, 294, 653.

Subclutter-Visibility. (SCV). Eine Verdeutschung dieses speziellen Fachausdruckes existiert nicht. Bei MTI-Verfahren, → Bewegtziel-Anzeige (und sinngemäß auch bei den den Dopplereffekt auswertenden Verfahren wie CW-, CW-FM- und Puls-Dopplertechniken, → Radaranlagen) ist eine ideale Löschung der Festziel-Echos nicht erreichbar. Der Grund liegt darin, daß im Empfangssignal von Festzielen auch Phasenschwankungen enthalten sind, die durch geringe Bewegungen von Bodenbewuchs durch Wind usw., durch Erschütterungen oder durch Niederschläge hervorgerufen werden. Die Auswirkungen dieser genannten Einflüsse nennt man Clutter.

Ein Maß für die Güte eines MTI-Verfahrens ist nun die SCV. Sie gibt, in db ausgedrückt, den Leistungsgewinn für das Nutzsignal gegenüber dem Cluttersignal an. Die SCV existenter Radaranlagen liegt zwischen ca. 15 bis > 60 db. Das bedeutet, daß ein Bewegtziel noch angemessen werden kann, wenn seine Rückstreuleistung, die vom Radarempfänger aufgenommen wird, ca. 32 bis $> 10^6$ mal kleiner ist als die des Clutters.

Submarine Cables Ltd. → Seekabelfabriken.

Substitutionsfehler bei der → automatischen Zeichenerkennung: Erkennungsfehler, der von der Erkennungseinrichtung nicht als solcher festgestellt wird (Falschlesung). Im Zahlungsverkehr werden Substitutionsfehlerraten $< 1 \cdot 10^{-7}$ (bezogen auf die Zahl der gelesenen Zeichen) gefordert.

Substitutionsverfahren. Ersetzt man in einem Stromkreis einen unbekannten Widerstand durch einen Meßwiderstand und regelt diesen so, daß ein Strommesser den gleichen Ausschlag anzeigt, so ist der unbekannte Widerstand gleich dem Meßwiderstand. Das S. kann auch bei anderen Meßverfahren angewandt werden. Gleicht man z. B. eine Wheatstone-Brücke mit dem unbekannten Widerstand ab, ersetzt diesen dann durch einen Meßwiderstand und regelt diesen so, daß die Brücke wieder abgeglichen ist, so ist wiederum der unbekannte Widerstand gleich dem Meßwiderstand. Das S. liefert sehr genaue Meßergebnisse, weil Fehler und Ungenauigkeiten der übrigen Meßschaltung aus dem Meßergebnis herausfallen. Auch bei Vierpolmessungen, z. B. beim Messen der Nebensprechdämpfung zwischen zwei Leitungen, mißt man die Dämpfung nach dem S., indem man die Ausgangsspannung am Ausgang des in geeigneter Weise abgeschlossenen Vierpols mit der Ausgangsspannung eines Spannungsteilers mit Hilfe eines Spannungsmessers, der einen hohen Eingangswiderstand hat, vergleicht.

Suchanker → Seekabellegung und -instandsetzung.

Suchhilfen → Fernsprechbuch.

Suchlaufautomatik → Autoempfänger.

Suchnachrichten → Dringlichkeitsmeldung.

Suchschritt → Suchstellung.

Suchstellung ist ein einzelner Ausgang einer Zubringerteilgruppe in einer Wahlstufe. An die S. werden die Abnehmerleitungen und die Vielfachverbindungen der Mischung angeschlossen. Die S. sind numeriert, wenn sie von den Wählern immer in der gleichen Reihenfolge abgesucht werden.

Suchtau → Seekabellegung und -instandsetzung.

Suchtonanalysator. Er wird zur Ermittlung des Fourier-Amplitudenspektrums von Klängen und Geräuschen und anderen Frequenzgemischen im Tonfrequenzbereich (30 Hz ... 20 kHz) und den anschließenden Frequenzbereichen (0,1 Hz ... 100 Hz oder 50 Hz ... 50 kHz) benutzt. Das zu analysierende Gemisch wird mit Hilfe eines Mikrofones in elektrische Schwingungen umgewandelt, verstärkt und über einen Tiefpaß, dessen Grenzfrequenz die obere Frequenz-Meßbereichgrenze des Gerätes bildet, einem → Ringmodulator als Signalspannung zugeführt. Eine zweite, in der Frequenz stetig veränderbare Spannung, die ein Oszillator im S. erzeugt, wird als Steuerspannung mit der Frequenz f_0 ebenfalls dem Modulator zugeführt.

Am Modulatorausgang tritt die ursprüngliche Signalspannung mit der Frequenz f_S als oberes $(f_0 + f_S)$ und unteres $(f_0 - f_S)$ Seitenband der Steuerspannung mit der Frequenz f_0 auf. In der Regel wird die Spannung mit der Differenzfrequenz $f_D = f_0 - f_S$ weiterverarbeitet und zu diesem Zweck mit einem fest auf f_D abgestimmten Bandfilter herausgefiltert, verstärkt und nach Gleichrichtung an einem Instrument angezeigt. Die Amplitude der ausgefilterten Spannung U_D ist proportional der ursprünglichen Signalspannung U_S, so daß der S. an einer eingebauten Normalspannungsquelle auch absolut geeicht werden kann.

Das Bandfilter hat einen Durchlaßbereich Δf, der bei modernen Geräten, die hochwertige, mehrkreisige Quarzbandfilter oder Abtastfilter verwenden, in Stufen zwischen etwa 2 Hz und 200 Hz umgeschaltet werden kann.

Der Steueroszillator wird beim Messen beispielsweise von der tiefsten zur höchsten Frequenz durchgestimmt und dabei das Anzeigeinstrument beobachtet und bei Anzeige einer Spannung auf maximalen Ausschlag abgestimmt. Auf diese Weise werden sämtliche unbekannten Komponenten U_{Sn} des Signalgemisches mit Hilfe des Steueroszillators gesucht (Suchton) und ihre Amplitude am Instrument angezeigt, wobei die dazugehörige Frequenz f_{Sn} direkt an der Oszillatorskala abgelesen werden kann, da diese mit der Frequenz $f_S = f_0 - f_D$ beschriftet wird. Man wählt auch oft $f_0 = f_S$, also $f_D = 0$ (Nullüberlagerung), was in bestimmten Fällen Vorteile bietet.

Moderne S. überlagern in die Frequenzlage $f_D = 20$ kHz bis $f_D = 100$ kHz, je nachdem, wo die obere Meßbereichgrenze des S. liegt.

S. werden je nach Ausführung auch als Klirranalysatoren oder → Frequenzanalysatoren bezeichnet.

Literatur: J. Sommer, Akustische Analysatoren. ATM-Blatt V 51-3 (Januar 1956).

Sommer

Suchwort → Fernsprechbuch.

Suchzug → Seekabellegung und -instandsetzung.

Sudverfahren. Tauchverfahren in gegebenenfalls bis zum Sieden erwärmten Lösungen.

Literatur: Entwurf DIN 50 909.

Sulfattheorie → Akkumulatoren.

Summationston → Kombinationston.

Summenhäufigkeitskurve → Dynamik.

Super-Drehkreuz-Antenne → Rundstrahler.

supergain → Übergewinn.

Super-Mode → Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten, → Rückstreuung.

Superorthikon. Das S. ist die meistverwendete Bildaufnahmeröhre in → Fernsehkameras. Auf der Innenseite der ebenen Frontscheibe ist die Photokathode aufgedampft, auf der das optische Bild entworfen wird. Im Bildwandlerteil werden die von der Photokathode emittierten Elektronen beschleunigt. Das Emissionsbild der Photokathode wird auf die Speicherkathode, einer ebenen Glasfolie (2 bis 5 μ Stärke), abgebildet. Die auf der Glasfolie ausgelösten Sekundärelektronen werden von der Netzelektrode aufgenommen. Das auf die andere Seite der Glasfolie übertragene Ladungsbild wird durch einen im Strahlsystem erzeugten feinen Elektronenstrahl, der durch die Ablenkspulen zeilenweise über die Speicherelektrode geführt wird, abgetastet. Vor der Speicherelektrode werden die Strahlelektronen stark abgebremst. Je nach der örtlich verschiedenen Ladung landen mehr oder weniger Strahlelektronen auf der Speicherplatte und entladen diese. Die nicht von der Speicherelektrode aufgenommenen Strahlelektronen kehren um und laufen auf annähernd der gleichen Bahn zum Strahlsystem zurück. Der rückkehrende Strahlstrom ist mit dem Bildsignal moduliert. Die Strahlelektronen treffen auf die Anode des Strahlsystems und lösen auf dieser Sekundärelektronen aus, die im anschließenden fünfstufigen Sekundärelektronenvervielfacher, welcher das Strahlsystem umgibt, rund 1000fach verstärkt werden. Von der Anode des Sekundärelektronenverstärkers wird das Bildsignal abgenommen.

Supraleitfähigkeit → Kryotronspeicher.

Suszeptanz → Wechselstromgrößen.

Suszeptibilität, elektrische → elektrische Größen; magnetische S. → magnetische Feldgrößen.

SWF → plötzliche Ionosphärenstörungen.

Symbol → Zeichen.

Symmetrie der Fernmeldeanlagen → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen.

Symmetriemessung ist die Messung der Unsymmetriedämpfung, auch Unsymmetriegrad einer elektrischen Schaltung (z. B. Fernmeldeanlage, elektro-akustisches Gerät) an Eingangs- bzw. Ausgangsklemmen (z. B. Sprechadern, symmetrische Meßbuchsen). Unter (Erd-) Symmetrie wird absolute Gleichheit der Scheinwiderstände gegen Erde an den Klemmen einer Zweipol- oder Vierpolschaltung verstanden. Bei Ungleichheit besteht Gefahr, daß durch Erdpotentialdifferenzen (z. B. bei Beeinflussung der angeschlossenen Kabel durch Starkstrom oder elektrische Bahnen) in den symmetrischen Kreisen Fremd- oder Geräuschspannungen verursacht werden.

1. Als Unsymmetriedämpfung ist das logarithmische Verhältnis der Spannungen (hier nicht der Leistungen!) zwischen der an die Mitte eines symmetrischen Abschlußwiderstandes gegen Erde angelegten Sendespannung zu der an den Klemmen des

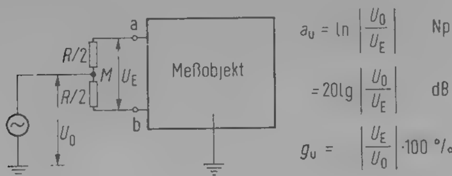


Bild 1.
Messung der Unsymmetriedämpfung am Zweipoleingang.

Systems abgegriffenen Empfangsspannung definiert (Bild 1). Anstelle der in Np oder dB angegebenen U.-dämpfung a_U wird auch das in % angegebene reziproke Verhältnis als U.-grad g_U bezeichnet. (Dem U.-grad von Geräten entspricht der in gleicher Weise zu messende → Empfindlichkeitsfaktor von Fernmeldekabeln.) Die U. ist frequenzabhängig und wird bei diskreten Frequenzen, hauptsächlich im NF- und TF-Bereich, gemessen.

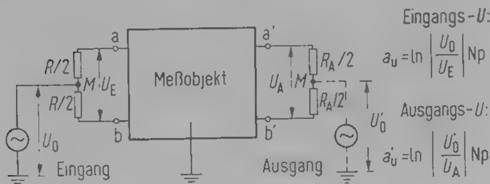


Bild 2.
Messung der Unsymmetriedämpfung am Vierpol.

2. Bei Vierpolschaltungen (z. B. Fernsprechamtsschaltung, Verstärker) ist zwischen der Eingangs- und Ausgangs-U. zu unterscheiden, die verschieden groß sein können. Sofern beide für Störgeräusche von Bedeutung sind, müssen sie in getrennten Messungen an beiden Enden des Vierpols ermittelt werden, wobei der Sender an die betreffende Seite anzulegen ist (Bild 2). Eine Umrechnung der Spannung U_E aus U_A bei Meßobjekten mit Verstärkung oder Dämpfung ist nur zulässig, wenn auf der Ausgangsseite keine wirksamen Scheinwiderstände zur Erde vorhanden sind.

3. Die U. von Längswiderständen eines Vierpols (z. B. Abriegelungskondensatoren, Kabeladern usw.) wird durch Erdung der Mitte des Abschlußwiderstandes R_A erfaßt (Bild 3). Bei offenem Kontakt der Erdtaste wirkt sich vorwiegend die U. der quer liegenden Scheinwiderstände gegen Erde aus. Nach Messung der Längs- und Quer-U. ist der ungünstigere Wert zu berücksichtigen.

4. Die U.-dämpfung kann aus den nach Bild 1 oder 2 einzeln gemessenen Spannungen U_0 und U_E (bzw. U_A) berechnet werden. Eine größere Genauigkeit läßt sich

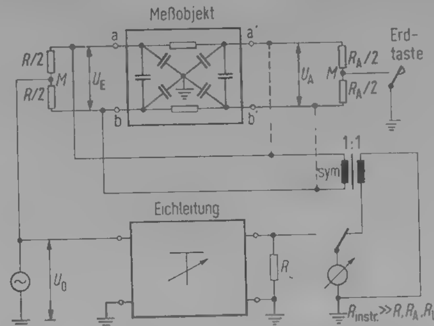


Bild 3. Bestimmung der Unsymmetriedämpfung durch Vergleichsmessung.

aber durch Vergleichsmessung mittels Eichleitung erzielen, an der die U.-dämpfung direkt abgelesen werden kann (Bild 3), wenn die Spannungen von Meßobjekt und Eichleitung übereinstimmen.

5. Die Symmetrie der Meßanordnung muß mindestens eine Größenordnung besser sein als die der zu messenden Objekte. Um U.-dämpfungen von > 7 Np (60 dB) noch sicher messen zu können,

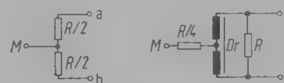


Bild 4.
Schaltung zur Verbesserung der Symmetrie der Meßanordnung.

wird vorzugsweise anstelle zweier Widerstände $R/2$ eine äquivalente Schaltung mit einer symmetrischen Drossel und zwei Widerständen R und $R/4$ nach Bild 4 verwendet. Durch bifilare Wicklung lassen sich Drosseln mit hoher U.-dämpfung > 11,5 Np (100 dB) herstellen.

6. Für die Messung der Empfangsspannung sind hohe Anforderungen an die Symmetrie des Spannungsmessers zu stellen (etwa > 10 Np bzw. 90 dB). Sie lassen sich durch Vorschalten eines Übertragers mit großer U.-dämpfung erfüllen, der es auch ge-

stattet, Spannungsmesser mit unsymmetrischem Eingang ohne Rückwirkung auf das Meßobjekt zu verwenden (Bild 3). Um fälschende Einflüsse durch Geräusche auszuschließen empfiehlt es sich, die Spannung selektiv zu messen.

7. Die U. von Schaltungen oder Geräten mit stromabhängigen Widerständen (z. B. Relais, Drosselspulen, Dioden usw.) muß unter betriebsmäßigen Bedingungen gemessen werden, d. h. bei Fernsprech-Amtsschaltungen im Gesprächszustand. Die benötigten Gleichstromkreise dürfen die Messung nicht beeinflussen. Bild 5 zeigt eine geeignete Meßanordnung für gleichstrom-durchflutete Objekte,

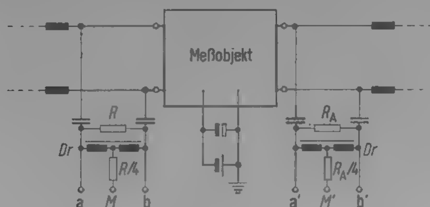


Bild 5.
Meßanordnung für gleichstrom-durchflutete Objekte.

die sowohl die Gleichstrom-Magnetisierung der Bauteile über die Drosseln sicherstellt, als auch den Einfluß vor- und nachgeschalteter Anlageteile verhindert. Die Meßwechselspannung wird über symmetrisch abgeglichene Kondensatoren großer Kapazität angelegt bzw. abgegriffen. Die von Fernsprechschaltungen erreichte U.-dämpfung liegt zwischen ca. 4,5 bis 7 Np (40 bis 60 dB).

8. Die U.-dämpfung von Meßempfängern mit symmetrischem Eingang ist nach Bild 1 zu messen, wobei die Spannung U_B am eingebauten Instrument abgelesen wird. Übliche Werte betragen etwa > 4,5 Np (40 dB). — Für Meßsender mit symmetrischem Ausgang ist die U.-dämpfung wegen der möglichen eigenen Störwirkung angeschlossener Leitung auf benachbarte Stromkreise von

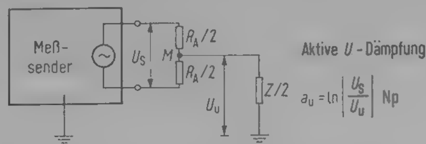


Bild 6.
Messung der Unsymmetriedämpfung am Zweipolausgang.

Bedeutung. Sie kann in der Meßanordnung nach Bild 6 gemessen werden. Die Empfangsspannung U_U muß über einem definierten Widerstand zwischen Symmetriepunkt und Erde abgegriffen werden, vorzugsweise wird $Z/2$ gewählt.

Literatur: 1. CCITT-Directives (Genf 1963), Kap. XVI/2, Unbalance to earth of telephone installations — 2. DIN 45404 (März 1966), Messung der Unsymmetrie elektro-akustischer Geräte — 3. VDE 0228/4.65, § 26e, Messen des Unsymmetriegrades von Fernmeldegeräten — 4. F. Pfleiderer, ETZ-A (1943), H. 5, Messung und Beurteilung der Unsymmetrie in Fernsprech- und Vermittlungsanlagen — 5. v. Schau, Fernmeldepraxis (1957), H. 17, Messen der Symmetrie- und Mitsprechdämpfung von Übertragern — 7. A. Wirk, H. G. Thilo, Nieder- und Mittelfrequenz-Meßtechnik, Hirzel (1956) — 8. E. Widl, Verfahren zur Nachbildung der Starkstrombeeinflussung bei Fernmeldekabeln, AEÜ (1959), H. 9.

Hannig

Symmetrier- und Transformationsleitungen (STL). Bei den neuzeitlichen kommerziellen Kurzwellen-Sendestellen sind die Senderausgänge und die Antennenwahlschalter erdunsymmetrisch gebaut, während die Breitband-Richtstrahler (z. B. → Rhombusantennen) über erdsymmetrische Speiseleitungen gespeist werden. Für den Übergang von z. B. 60 Ohm Erdunsymmetrie auf 500 Ohm Erdsymmetrie benötigt man bei Sende-Rhombusantennen STL. Diese breitbandigen STL werden durch Kombination von Symmetrierschleifen und Exponentialleitungen gebildet. Sie arbeiten mit einer zweistufigen Kompensation. Während die auf der niederohmigen Seite erforderliche Induktivität durch die Symmetrierschleife gebildet wird, benutzt man auf der hochohmigen Seite je einen Serienkondensator in Keramikausführung.

Literatur: H. Graziadei, Eine Lösung für einen praktisch frequenzunabhängigen Übergang zwischen einem HF-Koaxialkabel und einer erdsymmetrischen HF-Leitung, Fernmeldetechn. Z. (1953) Heft 7, S. 311–319.

Symmetrietheorem von Bartlett → Vierpoltheorie 2.2, 4.8.

symmetrische Komponenten. In einem s. Dreiphasensystem (Drehstromsystem) können z. B. alle Ströme durch den Strom in einem Phasenleiter ausgedrückt werden. Die anderen Ströme ergeben sich daraus gesetzmäßig. Alle Berechnungen brauchen nur für diesen einen Strom durchgeführt zu werden. Bei unsymmetrischen Drehstromsystemen, die bei der Untersuchung von Fehlern (Erdschluß, Doppelerdschluß usw.) zu behandeln sind, müssen die Ströme der drei Phasen getrennt berechnet werden. Es wird oft nur ihre vektorielle Summe benötigt. Bei solchen Berechnungen, in die außer den Selbst- auch die Gegenimpedanzen eingehen, zeigt sich, daß es oft einfacher ist, zunächst Kombinationen der gesuchten Ströme usw. zu berechnen und dabei Kombinationen der Impedanzen einzuführen. Ein systematisches Verfahren, solche Kombinationen zu finden, ist 1918 von C. L. Fortescue angegeben und als »Symmetrical Co-ordinates« bezeichnet worden. Es wird jetzt meist von s. K. gesprochen. Es beruht darauf, daß jedes unsymmetrische Dreiphasensystem $\overline{U}_1$, $\overline{U}_2$ und $\overline{U}_3$, bei dem die drei Beträge verschieden sind, ihre Winkel von 120° abweichen und oft auch ihre vektorielle Summe nicht Null ist, durch drei getrennte s. Systeme ersetzt werden kann: das Mitsystem mit der gleichen Phasenfolge wie das gegebene System, das Gegensystem mit entgegengesetzter Phasenfolge (Drehsinn) und das Nullsystem, das aus drei identischen Vektoren besteht. Entsprechend gibt es Mitströme, Gegenspannungen, Nullimpedanzen usw. Die besondere Bedeutung für die Beeinflussungstechnik liegt darin, daß oft nur die Nullströme oder -spannungen benötigt werden. Bei kleinen Abständen müssen alle Komponenten berechnet werden.

Ist $\bar{a} = \exp(\bar{j}\,2\,\bar{\pi}/3)$, so sind die drei s. Komponenten des Systems $\bar{U}_1$, $\bar{U}_2$, $\bar{U}_3$

$$\bar{U}_{\bar{m}} = \frac{1}{3}\left(\bar{U}_1 + \bar{a}\,\bar{U}_2 + \bar{a}^2\,\bar{U}_3\right) \qquad \bar{U}_1 = \bar{U}_{\bar{m}} + \bar{U}_{\bar{g}} + \bar{U}_{\bar{0}}$$

$$\bar{U}_{\bar{g}} = \frac{1}{3}\left(\bar{U}_1 + \bar{a}^2\,\bar{U}_2 + \bar{a}\,\bar{U}_3\right) \quad \text{und} \quad \bar{U}_2 = \bar{a}^2\,\bar{U}_{\bar{m}} + \bar{a}\,\bar{U}_{\bar{g}} + \bar{U}_{\bar{0}}$$

$$\bar{U}_{\bar{0}} = \frac{1}{3}\left(\bar{U}_1 + \bar{U}_2 + \bar{U}_3\right) \qquad \bar{U}_3 = \bar{a}\,\bar{U}_{\bar{m}} + \bar{a}^2\,\bar{U}_{\bar{g}} + \bar{U}_{\bar{0}}$$

(Es ist ja $1 + \bar{a} + \bar{a}^2 = 0$).

Für ein s. System normaler Phasenfolge verschwinden Gegen- und Nullsystem; für ein von Erde isoliertes System ohne Rückströme über Erde verschwindet das Nullsystem. Für alle Teile eines Stromkreises ohne Rotation und mit geometrischer Symmetrie der Phasen (Transformatoren, verdrillte Leitungen, ruhende Belastungen) sind Mit- und Gegenimpedanz gleich; bei rotierenden Maschinen sind sie grundsätzlich verschieden. Das Verhältnis zwischen ihnen ändert sich während eines Kurzschlusses, bis der Dauerzustand erreicht ist. Im Augenblick der Entstehung eines Kurzschlusses sind jedoch Mit- und Gegenimpedanz der Generatoren von gleicher Größenordnung und können als gleich angesehen werden. Die Nullimpedanz hängt von den Erdverbindungen ab und ist bei einem isolierten System kleiner Kapazität hoch. Jeder Widerstand in einer Erdverbindung des Sternpunktes (wie Löschspule) wird von der Summe der drei Komponenten des Nullsystems durchflossen, ist also bei Berechnungen mit seinem dreifachen Wert einzusetzen. Die Nullimpedanz eines Generators mit geerdetem Sternpunkt ist klein, $^1/_2$ bis $^1/_5$ der Mitimpedanz. Bei Transformatoren ist die Schaltung der Wicklungen zu beachten. Bei den Leitungen sind Mit- und Gegenimpedanz gleich und, als Werte »je Phase«, die Hälfte der Impedanz der mittleren Schleife einer vollkommen verdrillten Linie. Die Nullimpedanz je Phase ist das Dreifache der Impedanz des Bündels aus drei parallel geschalteten Phasenleitern mit Erdrückleitung. Für Berechnungen in der Starkstromtechnik werden auch andere Kombinationen benutzt.

Literatur: C. L. Fortescue, Method of Symmetrical Co-ordinates Applied to the Solution of Polyphase Networks. Tr. Am. Inst. El. Eng. 37 (1918), S. 1027 — G. Oberdorfer, Das Rechnen mit symmetrischen Komponenten, Buch. Leipzig 1929 — Directiven des CCITT.
Klewe

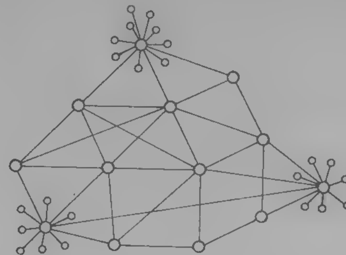
symmetrische Leitung ist eine ungleichmäßige Leitung, die spiegelbildlich zur Leitungsmitte ist.

symmetrische Stromkreise sind Schaltungen oder Doppelleitungen, die a) in elektrischer Beziehung symmetrisch gegen Erde oder benachbarte Leitungen sind, wodurch eine störende Beeinflussung der Schaltung oder Leitung durch benachbarte Fernmeldeleitungen oder Starkstromanlagen verhindert oder wenigstens eingeschränkt wird. Die Symmetrie kann durch Verdrillen, Abgleichwiderstände u. dgl. erreicht werden. Eine Symmetrie kann b) hinsichtlich der Mitte der Schaltung oder Leitung vorliegen, wodurch die Übertragungseigenschaften für beide Richtungen gleich werden.

symmetrische Trägerfrequenz-Fernkabel → Trägerfrequenz-Fernkabel.

symmetrischer Spulensatz → Pupinspule.

symmetrisches Netz, Fernmeldenetz, in dem die Fernvermittlungsstellen gleichrangig, d. h. ohne hierarchische Abstufung, in einer einzigen Netzebene liegen. Verbindungen werden so aufgebaut, daß die dem Ziel am nächsten liegende Fernvermittlungsstelle zuerst angesteuert wird. Wenn keine freie Leitung dorthin verfügbar ist, wird eine zweite, eine dritte, eine vierte und vielleicht eine fünfte dem Ziel naheliegende Fernvermittlungsstelle angesteuert. Von dieser Fernvermittlungsstelle wird die Verbindung unmittelbar oder über weitere Zwischen-Vermittlungsstellen in das Ziel aufgebaut. Die freizügige Leitweglenkung wird durch folgende Punkte eingeschränkt: 1. Für ein Gespräch wird der Weg ausgewählt, der ohne Umweg in die Nähe des Zieles führt. 2. Von jedem Ursprung aus wird für eine



Symmetrisches Netz.

Verbindung eine vorgebbare Anzahl, z. B. fünf verschiedene Wege, zur Auswahl gestellt. 3. Eine Verbindung über Umwege darf höchstens z. B. zwei Abschnitte länger sein als die kürzestmögliche Verbindung. 4. Leitungsbündel werden nur eingerichtet, wenn der Verkehr eine gewisse Größe erreicht, z. B. vier Erlang. Die Aufgaben, die an die Leitwegsteuereinrichtungen im Ursprung und in den Durchgangs-Fernvermittlungsstellen gestellt werden, sind hoch. Die Planung und Bemessung der Leitungsbündel sind schwieriger als in einem → Hierarchischen Netz. Ein s. N. ist bei geringem Verkehrsfluß und wenigen Fernvermittlungsstellen dem Hierarchischen Netz gleichwertig. Bei großem Verkehr ist es aufwendiger. Es ist gegenüber Störungen größeren Ausmaßes relativ unempfindlich. Das s. N. kann als unvollständiges Maschennetz, in dem Maschenverbindungen fehlen, betrachtet werden. *Socher*

SYMPHONIE. Satellitenprojekt nach einem am 6. 6. 1967 zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Französischen

Republik geschlossenen Abkommen. Das Abkommen betrifft Entwicklung, Fertigung, Start und Nutzung eines Versuchsfernmeldesatelliten zur Übertragung von Ton- und Fernsehsendungen sowie für Fernsprech- und Fernschreibverkehr und für Datenübertragung. Das gesamte Projekt umfaßt die Entwicklung eines Prototyp-Satelliten, die Fertigung von zwei Flugmodellen, die Beschaffung der Trägerraketen einschließlich Bereitstellung der Startvorrichtungen und Entwicklung und Errichtung von Erdefunkstellen für die fernmeldetechnischen Versuche und für die Nutzung des Satelliten. Beide Länder beteiligen sich je zur Hälfte an der Durchführung des Projektes, insbesondere an Entwicklungsarbeiten und an Fertigung der Satelliten sowie an den Kosten für die Trägerraketen.

Zur Erreichung der im Abkommen genannten Ziele wurde ein Direktionsrat gebildet, der sich aus je drei von der deutschen und französischen Regierung ernannten Direktoren zusammensetzt. Dem Direktionsrat steht der Exekutivausschuß zur Seite, dessen zwei ständige Sekretäre ebenfalls von der deutschen und französischen Regierung benannt werden. Jeder der beiden Sekretäre kann sich von Sachverständigen unterstützen lassen und zu diesem Zweck Arbeitsgruppen aus Mitgliedern von zuständigen Behörden und Organisationen bilden. Mit diesem Stab von Fachberatern führt der Exekutivausschuß unter der Weisungsbefugnis des Direktionsrates das Projekt in technischer und finanzieller Hinsicht durch. Der Start der Satelliten ist für 1972 geplant. Die SYMPHONIE-Satelliten sollen in der Synchronbahn bei 15° westl. Länge über dem Atlantik positioniert werden. Im Gegensatz zu den spinstabilisierten → INTELSAT-Satelliten sind sie mit Hilfe eines Drallrades und eines Kaltgassystems dreiachsig stabilisiert. Damit können die Richtantennen fest auf den Satelliten montiert werden. Die Empfangsantenne (für 6 GHz) erfaßt den gesamten Bereich, während die beiden Sendeantennen (für 4 GHz) die Gebiete Europa — Afrika bzw. Amerika mit elliptischen Richtdiagrammen erfassen. Masse der Satelliten 200 kg; Transponderbandbreite 2 × 90 MHz; eirp ca. 750 W; erwartete Lebensdauer 5 Jahre.

Schröter

Synchronapparate. Telegrafenapparate, deren Arbeitsweise auf vollständigem → Synchronismus beruht. Beispiele: Baudot-Apparat, Siemens-Schnelltelegraf, Hughes-Apparat, Seekabel-Telegrafenapparate.

Synchronbahn → Synchronsatellit.

Synchrondemodulator → Fernsehen 3.

Synchrongenerator ist ein Drehstromgenerator mit verhältnismäßig einfachem Aufbau. Man unterscheidet zwischen Innenpol- und Außenpol-S. Der überwiegende Teil aller Drehstrom-S. sind Innenpol-S. Hier wird der erzeugte Drehstrom direkt an den Klemmen der ruhenden Ständerspulen abgenommen. Den rotierenden Feldspulen wird über zwei Schleifringe der erforderliche Gleichstrom zugeführt. Bei den Außenpol-S. sind die Feldspulen im Stator. Der erzeugte Drehstrom wird über Schleifringe, die mit den Rotorwicklungen verbunden sind, abgenommen. Der Erregerstrom kann einer fremden Gleichstromquelle entnommen werden. In den meisten Fällen wird er von einer mit dem S. gekuppelten Erregermaschine erzeugt. Um die Klemmenspannung auf einen konstanten Wert zu halten, muß die Felderregung entweder von Hand oder selbsttätig in Abhängigkeit von der Belastung eingestellt werden. Bei der DBP werden die S. bei Schwungradumformern mit ankuppelbarem Dieselmotor verwendet.

Synchronisiereinrichtung in Stromversorgungsanlagen wird dann benötigt, wenn Wechsel- oder Drehstromgeneratoren parallelgeschaltet werden sollen. Grundsätzlich ist eine Parallelschaltung in diesen Fällen nur dann möglich, wenn bei beiden parallelzuschaltenden Generatoren die Spannung, die Phasenlage und die Frequenz in etwa übereinstimmen. Kleinere Anlagen haben einfache S. wie Doppelfrequenzmesser, Nullspannungsmesser und Doppelspannungsmesser. Die Synchronisierung erfolgt von Hand. In größeren Anlagen verwendet man ein Synchronoskop, das ein rasches Parallelschalten ermöglicht. Das Synchronoskop besteht aus einer Phasenvergleichseinrichtung mit einem Induktionsmeßwerk, dessen Zeiger sich hinter einer Mattscheibe bewegt und von einer Phasenlampe in Hellschaltung beleuchtet wird. Bei Synchronismus steht der Zeiger senkrecht nach unten, und die Mattscheibe ist hell erleuchtet. Die Bewegungsrichtung des Zeigers gibt an, ob der zuzuschaltende Generator schneller oder langsamer laufen muß. Bei der DBP werden alle angegebenen S. eingesetzt. Bei Schwungradumformern mit ankuppelbarem Dieselmotor (SUD-Anlagen) wird das Synchronoskop verwendet. Wechselrichter im Halblastparallelbetrieb haben vollautomatische S. Dauerlaufumformer kleiner Leistung werden von Hand mit Hilfe einer einfachen S. parallel geschaltet.

Synchronisierkanal ist bei der Synchrontelegrafie ein besonderer Kanal, in dem ein Synchronisierzeichen oder → Phasenzeichen übertragen wird.

Synchronisierung von PCM-Übertragungssystemen. Bei der Übertragung mehrerer NF-Kanäle (z. B. Fernsprechkanäle) über → PCM-Übertragungssysteme werden die codierten Abtastwerte (→ Abtastung, → Quantisierung, → Codierung) der einzelnen Kanäle innerhalb eines → Rahmens und, zeitlich gesehen, hintereinander übertragen (PCM-Zeitmultiplex). Die Kanalzuordnung ist also durch die zeitliche Aufeinanderfolge der den Kanälen zugeordneten codierten Abtastwerte festgelegt. Durch besondere Synchronisiersignale, die man den übertragenen Signalen in geeigneter Form zufügt, muß dafür gesorgt werden, daß diese zeitliche Aufeinanderfolge sende- und empfangsseitig eingehalten wird, d. h. die sendende und die empfangende PCM-Endstelle müssen in jedem beliebigen Zeitpunkt im Synchronismus sein. Zur Erzwingung des Synchronismus werden sendeseitig an bestimmten Stellen des Rahmens (→ Rahmen) Synchronimpulse eingefügt, die empfangsseitig von den z. B. der Sprachübertragung dienenden Im-

pulsen getrennt und in einer besonderen Schaltungsanordnung ausgewertet werden. Die Schaltungsanordnung steuert dann alle Schaltvorgänge in der empfangenden PCM-Endstelle derart, daß sie synchron mit denjenigen in der sendenden Endstelle verlaufen. Für die Einfügung der Synchronimpulse in den Rahmen hat man zwischen drei Verfahren zu unterscheiden:

a) Einfügung eines Synchronimpulses (z. B. am Ende des Rahmens),

b) Einfügung mehrerer Synchronimpulse, die »gebündelt« an einer Stelle innerhalb des Rahmens untergebracht werden,

c) Einfügung mehrerer Synchronimpulse, die unter Ausnutzung der Vielfachrahmenbildung (→ Rahmen) über den Rahmen »verteilt« untergebracht werden.

Bei Synchronisierverfahren nach a) und b) spricht man von »gebündelter« (bunched) oder auch »konzentrierter« Synchronisation (da die Synchronisierinformation an einer Stelle des Rahmens »gebündelt« ist. Entsprechend bezeichnet man das Synchronisierverfahren nach c) als »verteilte« (distributed) Synchronisation, da die Synchronimpulse über die Rahmenlänge verteilt sind.

Anwendung der verschiedenen Synchronisierverfahren: Das PCM-Übertragungssystem T1 der AT & T verwendet z. B. das Synchronisierverfahren nach a) (Einfügung eines Synchronimpulses am Rahmenende). Dieses PCM-System überträgt (bei 24 Kanälen und 8 Bit pro Zeitkanal) pro Rahmen $24 \times 8 = 192$ Bit; der Synchronimpuls wird dann am Rahmenende als 193. Impuls zugefügt. Das Verfahren ist einfach, erfordert nur geringen Aufwand und ist für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen recht gut anwendbar. Nachteilig ist jedoch für weiterreichende Anwendungsfälle, daß durch das Nachsetzen des 193. Impulses ein sogenannter »hinkender Rahmen« entsteht und daß die Resynchronisationszeit (d. h. die Zeit, die bei kurzzeitigem Ausfall des Synchronismus vergeht, bis Sende- und Empfangsseite wieder im Synchronismus sind) relativ lang ist.

Das Synchronisierverfahren nach b) (Einfügen mehrerer Synchronimpulse »gebündelt« innerhalb des Rahmens) benutzt man z. B. beim PCM-Übertragungssystem, das von der CEPT empfohlen wird (→ PCM-Übertragungssystem). Dieses PCM-Übertragungssystem besitzt 32 Zeitkanäle (→ Zeitkanal) zu je 8 Bit; ein Zeitkanal (Zeitkanal 32) dient der Übertragung der Synchronisierinformation. Man verliert zwar hierdurch einen Zeitkanal, den man sonst für die Fernsprechübertragung ausnutzen könnte; dafür gewinnt man eine sehr kurze Resynchronisationszeit und man hat für zukünftige Anwendungsfälle noch gewisse Freizügigkeiten. Es ist z. B. nicht unbedingt erforderlich, alle 8 Bit des Zeitkanals 32 für die Synchronisation heranzuziehen. Nimmt man z. B. nur 7 Bit für die Übertragung der Synchronisierinformation, so kann man mit dem verbleibenden Bit zusätzliche Information, etwa zur Überwachung der PCM-Endstellen, übertragen. Es ist auch möglich, die Synchronisierinformation nur in jedem zweiten Rahmen zu senden und die so gewonnene Signalkapazität in denjenigen Rahmen, in denen keine Synchronisierinformation übertragen wird, anderweitig zu verwenden.

Zwar steigt dann die Resynchronisierzeit wieder an, jedoch könnte diese zusätzliche Signalkapazität bei künftigen Anwendungsfällen von PCM-Übertragungssystemen nützlich sein.

Das Synchronisierverfahren nach c) (Einfügen mehrerer Synchronimpulse verteilt über die Rahmenlänge) findet sich im PCM-Übertragungssystem der englischen Postverwaltung (GPO-PCM-System, → PCM-Übertragungssystem). Dieses PCM-System verwendet für die Sprachcodierung nur sieben der innerhalb eines Zeitkanals zur Verfügung stehenden acht Bit. Das freie achte Bit wird zum Aufbau eines Vielfachrahmens (→ Rahmen) verwendet, der aus Einzelrahmen besteht. Zwei Rahmen des Vielfachrahmens dienen der Übertragung der vermittlungstechnischen Kennzeichen (→ Kennzeichenübertragung); ein Rahmen ist zur späteren Verwendung freigelassen und der vierte Rahmen schließlich dient zur Übertragung der Synchronisierimpulse. Diese Synchronimpulse erscheinen also wegen der Vielfachrahmenbildung über die Rahmenlänge verteilt; auch hier genügt es, von den 24 für die Synchronisation zur Verfügung stehenden Bits z. B. nur 16 für diesen Zweck auszunutzen und mit den anderen zusätzliche Informationen zu übertragen. Wegen der Verteilung der Synchronisierimpulse über die Rahmenlänge steigt die Resynchronisationszeit an (erst nach vier Rahmen kann die vollständige Folge der Synchronisierimpulse erkannt werden); auch der Schaltungsaufwand ist etwas höher als beim Verfahren nach b); für den praktischen Betrieb von PCM-Übertragungssystemen ist es jedoch wie das Verfahren nach b) gleich gut geeignet.

Außer diesen drei Verfahren zur Synchronisierung von PCM-Übertragungssystemen sind bereits mehrere Varianten vorgeschlagen worden (z. B. Übertragung von Synchronisierimpulsen nur im Fall des gestörten Synchronismus). Diese Synchronisierverfahren sowie diejenigen, die für die Synchronisation von PCM-Übertragungssystemen in integrierten Netzen (→ integriertes Netz) oder für solche Netze selbst anwendbar sind, werden hier nicht behandelt. *Irmer*

Synchronisierverfahren von Sender und Empfänger bei Synchrontelegrafie. Die heute angewendeten Verfahren sind:

1. bei → ARQ-Mux-Systemen: Ableitung der Synchronisierimpulse aus den Kennzeitpunkten.

2. bei → Kabelmux-Systemen: Übertragung eines → Phasenzeichens in einem besonderen Viertelkanal.

Synchronisierzeichen → Phasenzeichen.

Synchronismus. Bei → Synchrontelegrafie Gleichlauf der Verteiler von Sender und Empfänger bezüglich Umlaufgeschwindigkeit und Phase.

Synchronsatellit ist ein Satellit (Sat.), der sich in der Synchronbahn befindet. Als Synchronbahn wird die äquatoriale Kreisbahn mit Radius 42163 km bezeichnet (Bahnhöhe 35785 km). Die anomalistische

Umlaufzeit (→ Satellitenbahn) von Sat. in der Synchronbahn entspricht einem Sterntag von 23 h 56 m 04,09054 s. Damit haben S., umlaufend in östl. Richtung, die für viele Anwendungszwecke nützliche Eigenschaft, daß sie von der Erde aus gesehen stillstehen. Da von einem S. 41% der Erdoberfläche einzusehen ist (die Winkelausdehnung der Erde beträgt 17,4°), erfassen drei S. fast die gesamte Erdoberfläche (Bsp. Erfassungsbereiche der INTELSAT III Sat. [→ INTELSAT-Sat.], Bild 1).

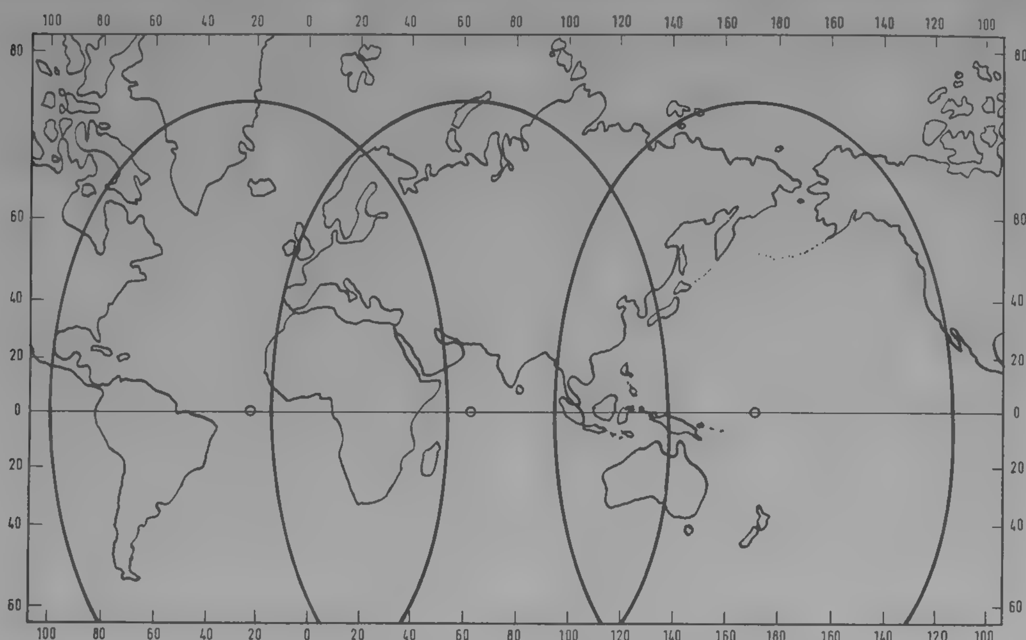


Bild 1. Erfassungsbereiche von 3 INTELSAT-III-Satelliten.

Von der Erde aus gesehen befinden sich alle S. auf einem Bogen, der Synchronbahn. In Bild 2 ist als Bsp. die Synchronbahn eingetragen, wie sie von der → Erdefunkstelle Raisting aus erscheint. Angegeben sind die mittleren Standorte der vier von Raisting beobachtbaren S. (Nov. 1967).

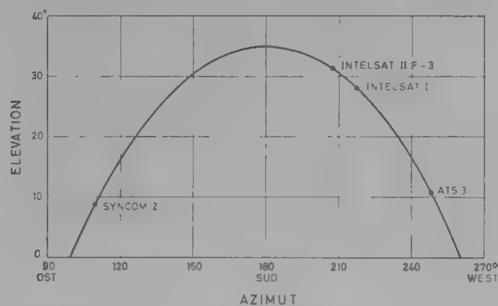


Bild 2.
Synchronbahn und Synchronsatelliten (Erdefunkstelle Raisting).

Bisherige S. wurden in zwei Phasen in ihre Bahn gebracht. Nach dem Start (bisher stets von Kap Kennedy) bewegt sich der S. in einer ellipsenförmigen, zur Äquatorebene geneigten Bahn. Der Impuls des Apogäumsmotors (→ Satellitenbauelemente), der im Apogäum der Bahn ferngezündet wird, bewirkt Drehung der Bahnebene in Äquatorebene und Ausweitung der Bahn zur Synchronbahn. Bild 3 zeigt diese Vorgänge am Bsp. des Starts des S. INTELSAT I.

Exakter Synchronismus der S. mit der Erddrehung wäre nur dann zu erreichen, wenn Bahnhöhe, Richtung und Größe des Impulses im Zündzeitpunkt des Apogäumsmotors den Bedingungen der Synchronbahn entsprächen. Selbst bei fehlerfreier Erfüllung dieser Bedingungen bewegen sich S. relativ zur Erde in Längenrichtung infolge der Wirkung des von einer Kugel abweichenden Gravitationspotentials der Erde (Ausnahme: »Stabile Punkte«, s. Lit.). Bild 4 zeigt als Bsp. die Längendrift des S. INTELSAT I in den Jahren 1965—1967.

An den Unstetigkeitsstellen der Driftkurve wurde eine Positionskorrektur durch ferngesteuertes Ausstoßen von Gas vorgenommen. Neben der Längendrift stört die durch Einwirkung des Gravitationsfeldes von Sonne und Mond entstehende Bahnneigung von 0,85°/Jahr (Mittelwert). Wegen Bahnneigung pendeln S. in Breitenrichtung um den Äquator (Periode 24 h).

Die Bahnstörungen bewirken, daß auf die Nachführung der Beobachtungsgeräte (z. B. der Antennen der Erdefunkstellen) i. A. nicht verzichtet werden kann, es sei denn, Längenposition und Bahnebene von S. werden korrigiert. Bei Verwendung von Gas als Abtriebsmittel ist damit die Lebensdauer der S. auf einige Jahre begrenzt.

Für Nachrichtenübertragungen zeigen S. gegenüber Sat. in anderen Bahnen wesentliche Unterschiede, u. a. vereinfachte oder sogar wegfallende Antennennachführung der Erdefunkstellen, unterbrechungsfreie Benutzung des gleichen Sat., Fortfall des Dopplereffektes. Die relativ große Entfernung der S. von den Erdefunkstellen (35785 bis max. 41700 km am Rand des Erfassungsbereiches) bedingt eine Signallaufzeit von 238 bis 278 ms (Erdefunkstelle — S. — Erdefunkstelle).

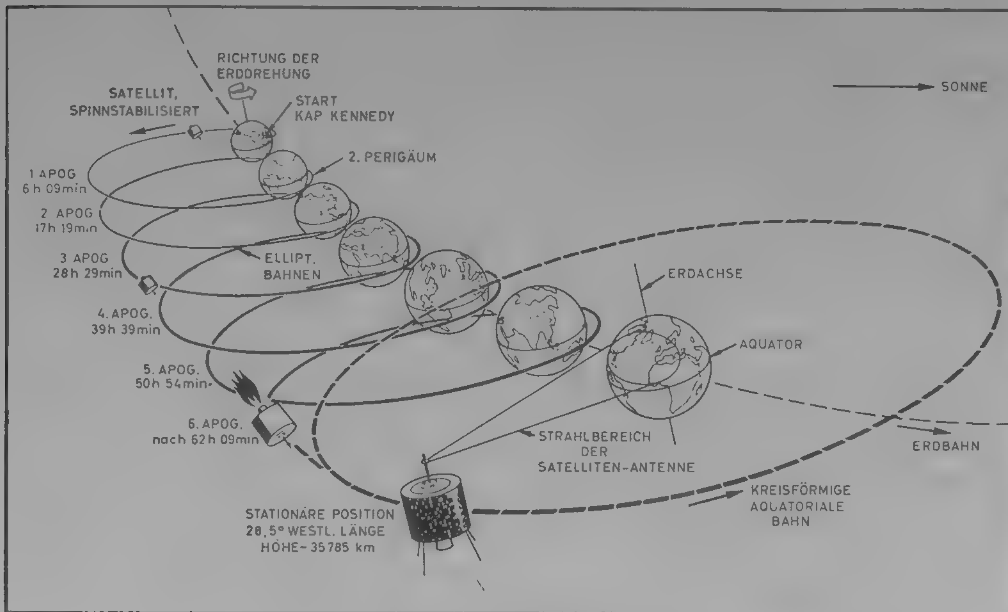


Bild 3. Start des INTELSAT I.

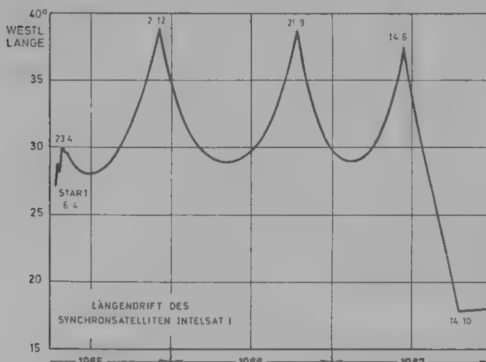


Bild 4. Längendrift des INTELSAT I.

Übersicht über die bis Ende 1967 gestarteten S. (s. a. → Fernmeldesatellit, → INTELSAT-Sat., → ATS):

Satellit	Start	Standort (Nov. 67)	Bemerkungen
SYNCOM 1	14.2.63	?	Elektronik versagte beim Zünden des Apogäumsmotors
SYNCOM 2	26.7.63	75° Ost	Bahnneigung 30°, Übertragungssystem noch benutzbar
SYNCOM 3	19.8.64	160° Ost	Übertragungssystem noch benutzbar
INTELSAT I	6.4.65	18° West	erster kommerzieller Sat., wird für Übertragungen Europa–Amerika benutzt
ATS 1	6.12.66	151° West	Versuchssat. der NASA
INTELSAT II F-2	11.1.67	175° Ost	kommerzieller S. für Asien–Amerika-Verkehr
INTELSAT II F-3	27.3.67	11° West	ergänzt INTELSAT I
ATS 3	5.11.67	49° West	Versuchssat. der NASA

Literatur: R. Allan, Perturbation of a geostationary satellite, Technical Note No. Space 43, July 1963, Royal Aircraft Establishment Farnborough — H. Weber, Unterbrechungen des Betriebs von Nachrichten-Satelliten beim Durchlaufen des Erdschattens und die Folgen für den Nachrichtenverkehr, NTZ 6/1965, S. 308–310 — G. Erler, M. Schönfeld, Störungen des Nachrichtenverkehrs über Fernmeldesatelliten durch die Sonne, NTZ 11/1966, S. 653–658 — E. Dietrich, Die Anfänge der kommerziellen Nutzung von Fernmeldesatelliten, Jahrb. d. elektr. Fernmeldewesens 1967, S. 253–296 — Exposures of the antennae of radio-relay systems to emissions from communication-satellites, CCIR-Report 393, Oslo 1966, Band IV, S. 435–443. *Schröter*

Synchronsignal. Das aus Horizontal-Synchronimpulsen, Vertikal-Synchronimpulsen und Ausgleichsimpulsen zusammengesetzte Signal. Kurzbenennung: S-Signal (→ Fernsehen 1. → Fernsehnorm).

Synchrontelegrafie. Telegrafierverfahren, bei denen Sende- und Empfangsapparate dauernd arbeiten, praktisch die gleiche Umlaufgeschwindigkeit haben und bei denen die gewünschte Phasenbeziehungen zwischen Sender und Empfänger wenn nötig durch eine Korrektureinrichtung aufrechterhalten wird.

Synchrotronstrahlung → solare und → kosmische Radiostrahlung.

SYNCOM → Synchronsatellit.

SYNOP → Wetterschlüssel.

Synoptik → Funkprognosen.

synoptische Meteorologie. Synoptisch wird in der Meteorologie eine Arbeitsweise genannt, bei der die Beobachtungen von einem bestimmten Zeitpunkt (z. B. 0 Uhr Weltzeit) in Kartenform zusammengestellt werden, um daraus die Wetterlage festzustellen. Bereits aus der Gegenüberstellung von synoptischen Wetterkarten aufeinanderfolgender Termine (z. B. 0 Uhr und 12 Uhr Weltzeit) kann die Entwicklung und Wanderung bestimmter Wettererscheinungen festgestellt und daraus eine Wettervorhersage für die folgende Zeit abgeleitet werden. Die s. M. dient also in erster Linie der Wettervorhersage.

Diese empirische Methode wurde im Laufe der Jahrzehnte weiterentwickelt (1. Wetterkarte von H. W. Brandes 1818 nach Beobachtungen der Societas Meteorologica Palatina von 1783). Aus der Karte der Beobachtungen am Erdboden von einem kleinen Teil Europas wurde die Zirkumpolarkarte, die heute mindestens zweimal täglich zur Verfügung steht. Zu den Beobachtungen am Boden traten die Beobachtungen aus den höheren Schichten der Atmosphäre, aus denen man lernte, daß die Wetterentwicklung im großen auch von den Luftdruckgebilden in hohen Atmosphärenschichten und den damit zusammenhängenden Luftströmungen abhängt. Zum Handwerkszeug der s. M. gehören daher heute unbedingt die Höhenkarten, z. B. des 500-, 300-, 100-mbar-Niveaus oder der Temperaturverteilung in den Schichten vom Boden bis 500 mbar, 500 bis 300 mbar, 300 bis 100 mbar. Alle diese Karten werden heute unter dem Namen »Wetterkarte« zusammengefaßt.

Die moderne Entwicklung der s. M. setzt ein umfangreiches und gut funktionierendes Beobachtungs- und Wetterfernmeldewesen voraus, in dem Beobachtungen nach einheitlichen Gesichtspunkten angestellt werden (→ Wetterschlüssel). Dieser Einheitlichkeit diente die Internationale Meteorologische Organisation, seit 1951 die → Weltorganisation für Meteorologie. Die neueste Entwicklung auf diesem Gebiet läuft unter dem Namen → Welt-Wetter-Wacht. Für die Entwicklung der Luftdruck- und Wettergebilde konnten Regeln und Gesetze aufgestellt werden, so daß es heute möglich ist, die Wetterkarten durch entsprechend eingerichtete und programmierte Rechenmaschinen selbständig zeichnen zu lassen mit den Daten, die das Fernmeldewesen liefert. So entstehen auch Vorhersage-Wetterkarten. Die Wettervorhersage besteht in der Interpretation solcher Karten unter Berücksichtigung der örtlichen (orographischen) und sonstigen Einflüsse, die man heute noch nicht in das Maschinenprogramm eingeben kann. Insofern kann man heute von einem teilweisen Umbruch in der s. M. sprechen, der allerdings noch längst nicht abgeschlossen ist. Ihre modernen Ergebnisse sind zwar wesentlich genauer geworden, aber die Anforderungen der Praxis haben sich gewaltig gesteigert, weil die modernen Planungen fast immer auch das Wetter berücksichtigen müssen. Das trifft vor allem für die mittleren und höheren Breiten der Erde zu, in denen das Wetter von Tag zu Tag großen Schwankungen unterworfen ist. Für die niedrigen Breiten hat man früher gelegentlich geglaubt, mit mittleren (klimatologischen) Werten auskommen zu können. Aber auch diese Auffassung hat sich unter dem Druck der praktischen Anforderungen (z. B. Orkanwarnungen) gewandelt.

Literatur: R. Scherhag, Neue Methoden der Wetteranalyse und Wetterprognose, Springer-Verlag, Berlin, 1948 — Sv. Petterssen, Weather Analysis and Forevasting, Mc. Graw Hill, New York, 1956 — H. Mollwo, Grundlagen der Wettervorhersage. — Synoptische Methoden, Leitfäden f. d. Ausbildung im Deutschen Wetterdienst, Nr. 2, Offenbach, 1964.
Keil

Synthesator → Vocoder.

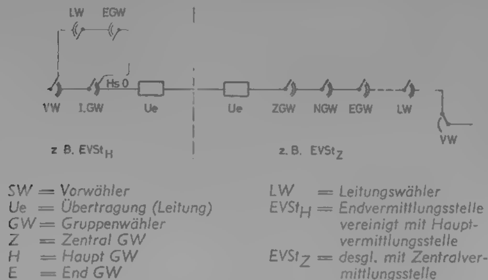
Syntheseverfahren → Frequenzerzeuger, dekadischer, → Frequenzsynthese.

SYNTOC-System. SYNTOC ist abgeleitet von »Synchronous time multiplex system for teleprinting over cables« → Kabelmux-System der Firma Hasler, Bern.

System TW 35 ist der Vorläufer des → Systems TW 39 (1935—1939). Direkte Steuerung, Viereckwähler, Nummernschalterwahl. Wichtigster Unterschied gegenüber System TW 39: Rückrichtung bereits während des Wählzustandes in Z-Lage (positive Polarität), so wie heute bei Systemen mit Kennzeichenplan A üblich (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik). Führte damals zu Auslöseschwierigkeiten bei Verbindungsunterbrechungen (keine kennzeichenmäßige Unterscheidung des Wähl- und Schreibzustandes) und in Fällen, wo Endstelle besetzt oder gestört war. Heute in A-Systemen durch verfeinerte Signalgabe behoben.

System TW 39 wird für Voll- und Teil EVSt des → Telex-, → Telegrafenwähl- und des → Datexnetzes verwendet. Es ist ein durch Nummernschalterwahl

direkt gesteuertes Wählsystem (Bild 1). Die 2- oder 4adrige Anschlußleitung (Asl) ist durch eine Teilnehmerschaltung (TS) abgeschlossen, die zugleich die Vorwahlstufe (11 tlg. Drehwähler) und die Umsetzerschaltung Einfachstrom/Doppelstrom umfaßt (Bild 2). Auf der Anschlußleitung (Asl) wird mit



SW = Vorwähler
Ue = Übertragung (Leitung)
GW = Gruppenwähler
Z = Zentral GW
H = Haupt GW
E = End GW
LW = Leitungswähler
$EVSt_H$ = Endvermittlungsstelle vereinigt mit Hauptvermittlungsstelle
$EVSt_Z$ = desgl. mit Zentralvermittlungsstelle

Bild 1. Verbindungsweg im System TW 39.

Unterbrechungstastung (120 V) innerhalb der Vermittlungsstellen und auf den Fernleitungen mit Doppelstromtastung (2 × 60 V) gearbeitet. In den Gruppen- und Leitungswahlstufen sind Viereckwähler eingesetzt. Die wechselseitig oder gerichtet betriebenen Fernleitungen erhalten einen Relaisschluß — Übertragung (Ue) genannt —, der beide Schreibrichtungen mit Telegrafenrelais abschließt und die Kriterien der Prüfader (c-Ader) für die Schreibadern umsetzt bzw. aus dem Potential dieser Adern ableitet.

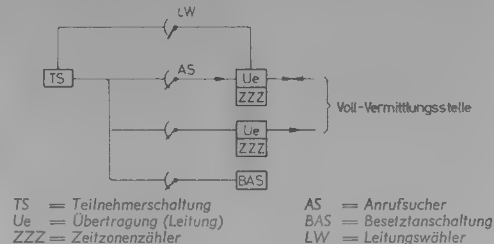
Die Asl gestattet Halbduplex- (2adrig) oder Duplexverkehr (4adrig). Bei Halbduplex-Asl in der TS für die Gabelschaltung eine Nachbildung (N) erforderlich, weil innerhalb der Vermittlungsstellen und auf den Fernleitungen wegen gleichzeitiger Signalgabe in Vor- und Rückwärtsrichtung Duplexbetrieb erforderlich ist (Bild 2).

Einrichtungen für die Leitweglenkung → Umrechner (Telex) und → Richtungswähler TW 39. Einrichtungen für Gebührenerfassung → Gebührenerfassung im Telexdienst.

Literatur: Schiweck Schomburg, Fernschreib-Vermittlungstechnik, Teil 1, Erich Herzog, Goslar — Neumann, Die Telegrafen-Wähltechnik, Unterrichtsblätter der DBP (B), Heft 10ff. 1960.
Jendra

System TW 56, 56a, 56b wird verwendet für Telex-Teilendvermittlungsstellen mit max. 20 Endstellen (Orts- und Fernteilnehmer) und max. 5 Fernleitungen (s. Bild). In der Vorwahlstufe sind Anrufsucher (AS) und in der Leitungswahlstufe 45 tlg. Motordrehwähler (LW) eingesetzt. In der Richtung zur Endstelle wird mit Kurzschlußtastung, in der Gegenrichtung mit Unterbrechungstastung gearbeitet. Die Umsetzerschaltung Einfachstrom ⇄ Doppelstrom ist mit der Leitungsübertragung vereinigt. Die bei der Gabelschaltung für den Übergang von 2 Draht-Einfachstrom auf Doppelstrom erforderliche Nachbildung ist der Teilnehmerschaltung zugeordnet (TS).

2 Ausführungen: TW 56a für den ortsfesten, TW 56b für den mobilen Einsatz.

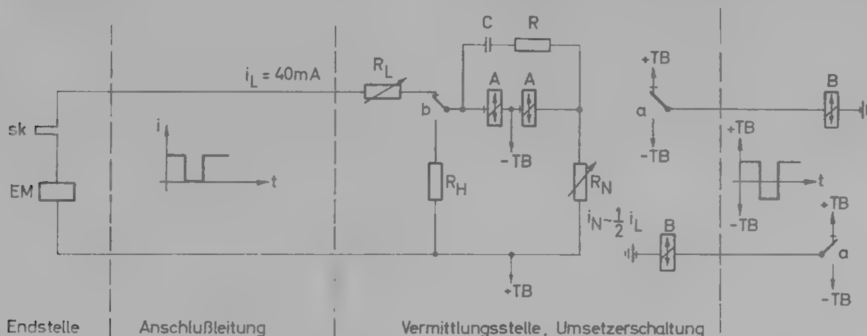


TS = Teilnehmerschaltung
Ue = Übertragung (Leitung)
ZZZ = Zeitzonenzähler
AS = Anrufsucher
BAS = Besetztanschaltung
LW = Leitungswähler

System TW 56 (Funktionschema).

Literatur: K. Eppelein, Das Kleinamt TW 56 — Unterrichtsblätter der DBP (B), Heft 7,8, 1958.
Jendra

System TW 100 wird zum Aufbau von Telex-Teilendvermittlungsstellen mit max. 100 Endstellen und max. 20 Fernleitungen verwendet. Die grundsätzliche Anordnung der Schaltaggregate ist wie bei System TW 56. In der Anrufsucher- und der Leitungswahlstufe befinden sich 2 × 4armige → Edelmetallmotordrehwähler ohne Nullstellung. Die Leitungswahlstufe wird markiert eingestellt. In Richtung zur



K = Sendekontakt   EM = Empfangsmagnet   A, B = Telegrafenrelais R_N = Nachbildwiderstand

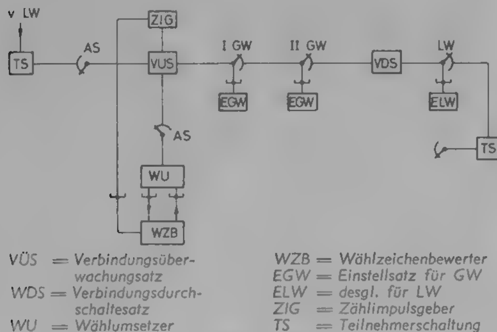
Bild 2. Umsetzerschaltung System TW 39.

Endstelle ist Kurzschluß- oder Unterbrechungstastung möglich, in umgekehrter Richtung nur Unterbrechungstastung.

Literatur: H. Schneider, Kleinvermittlungsstelle TW100a, Unterrichtsblätter der DBP (B), Heft 8, 1965.

System TWK ist ein zentralgesteuertes Telegrafen-Vermittlungssystem für Kennzeichenplan B (→CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik) mit mehrstufigen Relaiskopplern. Im Telexnetz der BRD ist dieses System nicht eingesetzt, hat aber wachsende Verbreitung im Ausland, z.B. USA, Kanada, gefunden. Das TWK arbeitet als Teilvermittlungsstelle für max. 400 Anschlüsse, 54 (48) Amtsverbindungsleitungen und 9 (12) Ortsübertragungen für den Internverkehr. Alle Aggregate für den Teilausbau von 100 Anschlüssen sind in Einschubbauweise in einem Schrank untergebracht. Die Konstruktion und die Verbindung der Einschübe untereinander erfolgt wie bei der Nebenstellentechnik ESK 400. Zusammen mit dem System TWKD (D = Durchgang) ergibt TWK eine Vollvermittlungsstelle. TWKD enthält nur die Anschlüsse für die Fernleitungen einschließlich der zugehörigen Steueraggregate. Das TWKD kann mit max. 792 doppeltgerichteten Leitungen beschaltet werden, die wiederum max. 50 verschiedenen Richtungen bzw. Bündeln angehören können. Es ist ausbaufähig in 11 Stufen von 72 bis 792 Leitungen. Es wurde das gleiche Konstruktionsprinzip angewendet wie bei dem TWK, unterscheidet sich jedoch dadurch, daß die offene Gestellbauweise bevorzugt wurde. Beide Systeme arbeiten im Steuerteil mit einer drahtgebundenen Logik.

System TWM. Das S. ist ein registergesteuertes Telegrafenvermittlungssystem für Kennzeichenplan B (→CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik) mit Edelmetall-Motordrehwählern (s. Bild). Es ist bisher nur in ausländischen Telexnetzen eingesetzt worden. Der übertragungstechnische Abschluß der Anschlußleitung ist zentral dem I. Gruppen- und dem Leitungswähler zugeordnet (VÜS und VDS). Die Steuerung ist ähnlich wie beim →Richtungswähler TW 39. Der Wählumsetzer (WU) entspricht dem Register, der Wählzeichenbewerter (WZB) dem Umwerter des Richtungswählers TW 39. WZB wertet die Kennzahl in bezug auf Leitweg und Zone aus.



VÜS = Verbindungsüberwachungsatz
WDS = Verbindungsdurchschaltesatz
WU = Wählumsetzer
WZB = Wählzeichenbewerter
EGW = Einstellsatz für GW
ELW = desgl. für LW
ZIG = Zählimpulsgeber
TS = Teilnehmerschaltung

System TWM.

Die Rückgabe der Einstellinformation erfolgt an den WU (Richtung) bzw. Zählimpulsgeber (Zone). Der WZB ist je Vermittlungsstelle einmal vorhanden und mit elektronischen Schaltmitteln aufgebaut.

Das System wird in 4 Ausführungsformen geliefert: TWM 1: Ohne den WZB in Schrankbauweise. Die Telegrafiespannung beträgt 2 × 60 V. Es ist eingesetzt z.B. in Finnland und in Luxemburg. TWM 2: Mit dem WZB in offener Gestellbauweise. Die Telegrafiespannung ist 2 × 120 V. Es wird im Netz der Western Union (WU) International und WU-Domestic (USA) verwendet. TWM 3: Wie TWM 2, jedoch für 2 × 60 V (z.B. in Dänemark). TWM 4: Entspricht im wesentlichen dem System TWM 2, jedoch zusätzlich mit Klassifizierung für AE- und Leitungsgruppen (max. 100 Klassen).

Literatur: Schiweck/Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 2. Teil, Erich Herzog, Goslar 1964. *Jendra*

System unabhängiger Zweige → Streckenkomplex.

Systemdämpfung ist das Zehnfache des Logarithmus des Verhältnisses der vom Sender ausgehenden zu der an den Empfänger abgegebenen Leistung (Verluste in den Antennen und Antennenzuleitungen sind eingeschlossen) (nach DIN 45020).

$L_s = 10 \lg P_s/P_e$ in dB (Formelzeichen auch a_s) (→ Richtfunk-System, → troposphärische Streuausbreitung).

systemeigene Zeichengabe → Zeichenübermittlung.

Systemfunktion → Laplace-Transformation.

Systemkabel → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Systemrauschtemperatur → Antennentemperatur.

Systemtheorie. Von → K. Küpfmüller eingeführte theoretische Betrachtungsweise von Übertragungsvorgängen der elektrischen Nachrichtentechnik, bei der nicht mehr mit vorgegebenen, sondern willkürlich angenommenen Wechselstromeigenschaften der Übertragungssysteme gerechnet wird. Die S. gehört zu den Vorläufern der → Informationstheorie.

Literatur: K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1949.

Systemwert. Der S. bei Richtfunksystemen ist eine Gerätekonstante; er wird üblicherweise in dB angegeben. Er wird für Systeme zur Übertragung von Fernsprechen und von Fernsehen ermittelt. Bei FDM/EM-Systemen ist der S. u. a. abhängig von der Sendeleistung und der Signalbandbreite, bei FDM/FM- und PPM/AM-Systemen zusätzlich vom Phasenhub. Bei FDM/FM-Systemen zur Fernsprechübertragung sind die Lage der Sprechkanäle im Basisband und die Preemphase von Bedeutung. Der S. ist gleich der Summe aus → Systemdämpfung a_s und dem Grund-Geräusch-Abstand a_{gr}. Der Grund-Geräusch-Abstand ist abhängig von der für das Rauschen wirksamen Bandbreite B und vom Phasenhub $\frac{\Delta F}{f}$; er ist unabhängig von der Belegung. Für

Fernsprechübertragungssysteme kann folgende Formel für den S. definiert werden:

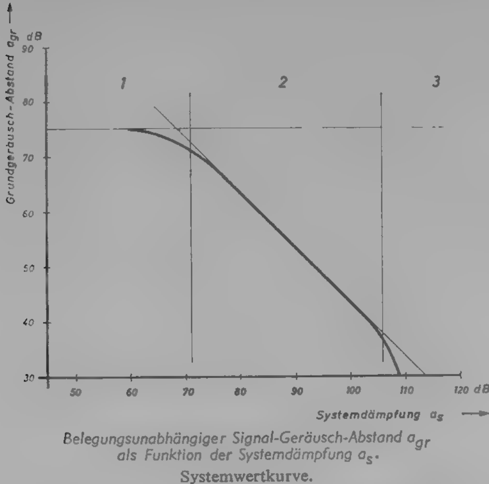
$$S = 10 \log \frac{P_s\,(\Delta F_{eff}/f)^2}{\psi\; B\, k\, T_0\, F} \quad [\mathrm{dB}]$$

Dabei sind
ΔF_{eff} der effektive Frequenzhub des betrachteten Fernsprechkanals mit der Frequenz f unter Berücksichtigung des Preemphasenwertes, Ψ die Psophometerkonstante, die die durch das menschliche Ohr subjektiv empfundene Störwirkung berücksichtigt, k die Boltzmann-Konstante, T_0 die Rauschtemperatur in °K und F die Empfängerrauschzahl.

Für Fernsehübertragungssysteme gilt die Beziehung

$$S = 10 \log \frac{P_s(\Delta F_{BASS}/f_{max})^2}{F\, k\, T_0\, f_{max}} + A \qquad [\mathrm{dB}]$$

Dabei sind
ΔF_{BASS} der Spitzenhub des Bildaustastungssignals, f_{max} die höchste mögliche Frequenz, A ein Summand in dB, der Preemphase und Bewertung bei Fernsehen berücksichtigt. Für ein 5-MHz-System mit 625 Zeilen und der CCIR-Bewertungskurve ist $A = 21$ dB.



Belegungsunabhängiger Signal-Geräusch-Abstand a_{gr} als Funktion der Systemdämpfung a_s.
Systemwertkurve.

Im Bild ist der typische Verlauf des belegungsunabhängigen Signal-Geräusch-Abstandes a_{gr} in einem Fernsprech- oder in einem Fernsehkanal als Funktion der Systemdämpfung aufgetragen. Solche Kurven werden auch S.-Kurven genannt. Meßkurven dieser Art beziehen sich auf ein Funkfeld mit einmaliger Modulation und Demodulation an den Endpunkten. In den Bereichen 1 und 2 des Bildes ergibt sich der Kurvenverlauf daraus, daß sich zur konstanten Grundgeräuschleistung der Geräte (→ Richtfunkverbindungen, Gesamtgeräusch) die dämpfungsabhängige thermische Geräuschleistung addiert. Bei gleichen Koordinatenmaßstäben ist der Verlauf in Bereich 2 stets eine unter 45° geneigte Gerade. In diesem Bereich arbeiten normalerweise alle Richtfunkgeräte. Treten Schwundeinbrüche auf, kann die Systemdämpfung in den Bereich 3 des Bildes fallen. Während bei EM-Systemen die Kurve weiterhin einer 45°-Geraden folgt, tritt bei FM-Systemen das sog. Schwellenverhalten auf (→ Modulation 1.2.).

Literatur: H. Mahr, Ein Beitrag für eine umfassendere Formulierung des Systemwertes bei Richtfunksystemen für Vielkanalfernsprechen, NTZ 17 (1964), S. 625–629 — H. Mahr, Systemwert bei der Übertragung eines TV-Bild-Signals über frequenzmodulierte Richtfunk-Übertragungssysteme. Technischer Bericht des FTZ Nr. 4012.

Kern

Systemzyklus. Werden in → Zeitmultiplex-Telegrafiesystemen (ARQ-Mux oder Kabelmux) durch → Kanalteilung Halb- oder Viertelkanäle gebildet, so muß sichergestellt werden, daß jede Endstelle mit Sicherheit immer mit dem richtigen Partner auf der Gegenseite verbunden ist. Dazu bildet man aus vier Verteilerumläufen zu je 145 5/6 ms einen übergeordneten S. Dieser besteht aus einem bestimmten Schema von Schritt-Umpolungen (bei ARQ-Mux-Systemen) oder Schrittvertauschungen (bei Kabelmux-Systemen). Richtige Phasenlage besteht mit Sicherheit dann, wenn alle Schritte eines S. bei der Sende- und der Empfangseinrichtung in ihrer Polarität bzw. Reihenfolge übereinstimmen. Ein solcher S. erleichtert auch das automatische Einphasen der beiden Zeitmultiplex-Einrichtungen. Man verwendet ihn deshalb auch dann, wenn keine Kanalteiler eingesetzt werden.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 141 — Biehler, Jahrbuch d. el. Fernmeldewesens, 1965, S. 310.

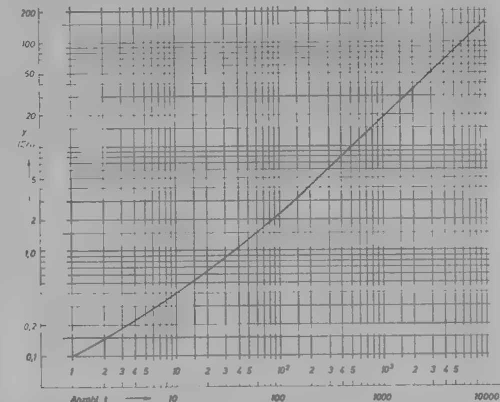
Szintillation → Wellenausbreitung, ionosphärische.

T

T-Antenne → Rundstrahler.

T-Glied, T-Schaltung → Vierpoltheorie 2.1.

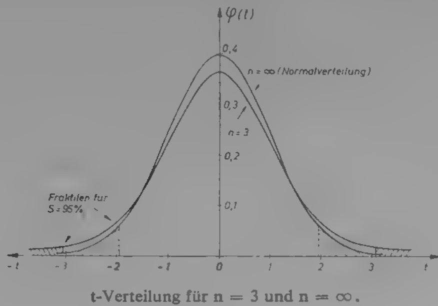
t-Teilchen sind Verkehrsteile, mit deren Hilfe die Verkehrswerte von zusammenfließenden oder sich teilenden Verkehrsströmen addiert oder subtrahiert werden. Bei der Addition der t-. wird der → Gruppenabzug und bei der Subtraktion der t-T. der → Gruppenzuschlag von selbst abgezogen bzw. hinzu-



Zusammenhang zwischen t-Teilchen und Verkehrswert y bei B = 1‰ Verlustwahrscheinlichkeit und Erreichbarkeit k = 10.

gerechnet. Der Zusammenhang zwischen t-T. und dem Verkehrswert in Erlang wurde halb experimentell, halb theoretisch ermittelt (s. Bild).

t-Verteilung stellt eine Stichprobenverteilung dar, nach der die Größe des Vertrauensintervalls für den Mittelwert einer Stichprobe ermittelt wird. Sie ist auch unter dem Namen Student-Verteilung (Pseudonym von W. S. Gosset, 1908) bekannt. Die t-V. geht



t-Verteilung für n = 3 und n = ∞.

mit zunehmender Anzahl von Stichproben in die Normalverteilung über (s. Bild). Die auf $\sigma/\sqrt{n}$ normierte Abweichung des Stichprobemittelwertes $\overline{x}$ vom Mittelwert μ der Grundgesamtheit, die Größe $u = \frac{\overline{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ ist normal verteilt. Dagegen ist die bei Stichproben interessierende Größe $t = \frac{\overline{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$ t-verteilt: $\mu = x \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$.

$\overline{x}$: Mittelwert der Stichprobe, μ: Mittelwert der Grundgesamtheit, σ: Standardabweichung der Grundgesamtheit, s: Standardabweichung der Stichprobe, S: Statistische Sicherheit, n: Anzahl der Stichproben. Verteilungsdichte der t-V.:

$$\varphi(t) = \frac{\left(\frac{(n-1)}{2}\right)!}{\sqrt{n \cdot \pi} \cdot \left(\frac{n-2}{2}\right)!} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{t^2}{n}\right)^{n+1}}.$$

Lage der t-Fraktilen für die Statistischen Sicherheiten S = 95% u. 99%.

	S = 95%	S = 99%
n = 3	3,18 · s	5,84 · s
n = 8	2,31 · s	3,36 · s
n = 20	2,09 · s	2,85 · s
n = ∞	1,96 · s	2,58 · s

Normalverteilung für n = ∞ *Socher*

TAF, TAFOR → Wetterschlüssel.

Tagesfrequenz → Rundfunkversorgung.

Tagesgang → Ionosphäre.

Tageskennzeichnung → Hindernisbefeuerung.

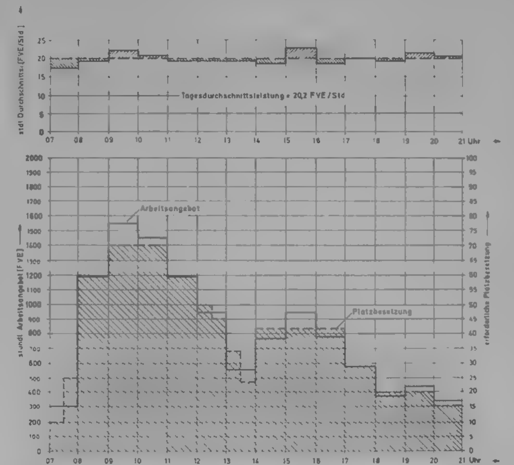
Tagesverkehrsübersicht (TVÜ). Die TVÜ ist das Kernstück der → Leistungszählung. Sie weist das Gesprächsangebot, die hierfür angesetzten Fernplatzstunden und die durchschnittliche Leistung der Vermittlungskräfte zahlenmäßig und graphisch für jede Tagesstunde sowie zahlenmäßig für den gesamten Tag aus.

Die Errechnung bzw. graphische Darstellung der Stundenwerte geschieht wie folgt:

Der Arbeitsaufwand für die einzelnen Tagesstunden wird durch Multiplizieren des stündlichen Gesprächsangebots mit dem Verkehrsfaktor errechnet.

Die Zahl der erforderlichen Fernplatzstunden ergibt sich zeichnerisch, indem die Treppenkurve des Arbeitsaufwandes (Verkehrskurve) im Maßstabverhältnis 20:1 zur Treppenkurve der zu besetzenden Fernplätze dargestellt wird. Die Zahl der erforderlichen Fernplatzstunden ist gleich der Zahl an erforderlichen Fernplätzen.

Die Zahl der erforderlichen Vermittlungskräfte ergibt sich aus der Summe der für die Werktage und den Sonntag errechneten Fernplatzstunden zuzüglich der vorgeschriebenen Pausen- und Dienstbesprechungsstunden sowie der Wochenarbeitszeit. Die Kräftezahl wird im Leistungsnachweis (LN 19) errechnet.



Graphische Darstellung des Arbeitsangebots, der Fernplatzbesetzung und der Leistung in einer TVÜ.

Die durchschnittliche Leistung der Vermittlungskräfte in jeder Stunde ergibt sich aus der Division des Arbeitsaufwandes (Fernverkehrseinheiten (FVE)) durch die Zahl der besetzten Fernplätze in der jeweiligen Stunde. Deckt sich Verkehrs- und Platzbesetzungskurve in der TVÜ, so beträgt die durchschnittliche Leistung 20 FVE.

Durch Summieren der Stundenwerte ergibt sich die Gesamtzahl der am Zähltag aufgekommenen Ferngespräche (abgehend und ankommend), die Summe der FVE und die hierfür erforderlichen Fernplatzstunden sowie die Tagesdurchschnittsleistung (es ist der aus den stündlichen Leistungen errechnete Mittelwert).

Alle ermittelten Werte sind zahlenmäßig und soweit möglich graphisch in dem Formblatt »Tagesverkehrsübersicht« zusammengestellt. *Bärenz*

tags zuzustellende Telegramme → Sonderdienste zu Telegrammen.

Takt. Rhythmus von Steuerzeichen, die die Arbeitsweise von → Synchrontelegrafiesystemen in ihrem zeitlichen Ablauf steuern.

Taktfrequenz. Frequenz des → Taktpulses, → Synchronisierkanal.

taktgebende Station. Gegenstelle der → korrigierten Station.

Taktimpuls → magnetomotorische Speicher.

Taktkanal → Synchronisierkanal.

Taktpuls. Periodische Folge von Stromstößen, die von einem i. allg. quarzgesteuerten Taktpulsgenerator erzeugt wird, um die Arbeitsweise von → Synchrontelegrafiesystemen in ihrem zeitlichen Ablauf zu steuern.

Taktspur → magnetomotorische Speicher.

Tampongalvanisieren. Herstellen von galvanischen Überzügen, wobei sich der Elektrolyt in einem Tampon befindet, der auf den zu überziehenden Gegenstand mit der Gegenelektrode aufgebracht wird.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Tangenskarte ist ein graphisches Hilfsmittel für Rechnungen an Wechselstromkreisen. Die T. enthält in der Ebene der komplexen Größe zwei Systeme rechtwinkliger Koordinaten, von denen das eine (geradlinige) die Größe $\mathbf{h} = he^{i\varphi}$ in Stufen von h und von φ darstellt, das andere (krummlinige) den zugehörigen Wert einer komplexen Größe $g = b + ia$ in Stufen von b und a. Die Größe $(b + ia)$ ist mit $\mathbf{h}$ durch die Gleichung verbunden $\tanh (b + ia) = he^{i\varphi}$. Die T. erleichtert also die Berechnung solcher Beziehungen, welche in der Leitungstheorie häufig vorkommen (→ Leitungstheorie I, 5 und II, 3, auch für die Literatur).

Tanklagereffekt → Seekabelprüfung.

Tanne. Volksmund: Weißtanne, Edeltanne; Vorkommen gering (Schwarzwald, Bayerischer Wald, Frankenwald). Stamm bis 65 m mit weißgrauer, glatter Rinde. Nadeln auf Oberseite glänzend, dunkelgrün; auf der Unterseite zwei bläulich-weiße Streifen, flach, 2—3 cm lang, 2,5 mm breit, zweizeilig mit Fußscheibe am Zweig angeordnet. Zapfen: stehen aufrecht, 10—16 cm lang, 5—6 cm dick; fallen nicht ab, sondern Zapfenschuppen blättern einzeln ab. Holz im Querschnitt: weiß, ohne sichtbaren Kern. Verwendung: Konstruktionsholz, im oberirdischen Linienbau der DBP als Fernmeldemast. Technische Eigenschaften: gute Tränkbarkeit des Splintholzes mit wasserlöslichen Mitteln.

Tannenbaum-Antenne → Dipolantenne.

Tannenblättling, Lenzites abietina, befällt vorzugsweise Tanne und Fichte. Der Pilz lebt im befallenen Holz (Substratpilz) und erscheint nur mit Fruchtkörpern an der Oberfläche. Der T. befällt Schwellen, Masten, Pfähle, Lagerhölzer usw. Lebensbedingungen: 5—36° C, optimal 28—30° C bei ca. 40% Holzfeuchte. Fruchtkörper in Muschel- oder Leistenform, braun, lederartig, anfangs filzig. Abnorme Fruchtkörper bei der Entwicklung unter schlechten Lichtverhältnissen. Ein Oberflächenmyzel ist nicht vorhanden.

Tantal, Ta, Atomgewicht 180,88, ϱ 16,65, Fp. 3030° C, Kp. 4100° C, stahlgraues, zu Blech ausziehbares Metall. Gewinnung: T.-Erze werden mit Kaliumbisulfat aufgeschlossen, das nach der Behandlung mit Wasser verbleibende Oxid in Flußsäure gelöst und das entstehende Kaliumfluortantalat mit Natrium reduziert. Verwendung: Senderöhren, Elektrolytkondensatoren.

Tantaltechnik → Mikroschaltungstechnik.

Tarife, internationale (Fernsprechwesen) → internationale Tarifentwicklung — Fernsprechwesen —.

Tarifordnung A für Angestellte im öffentlichen Dienst (TOA) → Tarifrecht.

Tarifrecht ist Teil des kollektiven → Arbeitsrechtes. Es entwickelte sich aus dem Bestreben der Arbeitnehmer, die Regelung der Arbeitsbedingungen zu beeinflussen, und begann mit dem Abschluß von Tarifverträgen Ende des 19. Jahrhunderts. Erste gesetzliche Regelung ist die Verordnung über Tarifverträge, Arbeiter- und Angestelltenausschüsse und Schlichtung von Arbeitsstreitigkeiten vom 23. 12. 1918. Nach Beseitigung aller Tarifverträge wurden 1934 staatliche Tarifordnungen mit besonderen Regelungen für den öffentlichen Dienst erlassen. Nach dem Zusammenbruch wurde für das Vereinigte Wirtschaftsgebiet, später für die gesamte Bundesrepublik das Tarifvertragsgesetz geschaffen, das in der Fassung vom 11. 1. 1952 (BGBl. I, S. 19) noch angewendet wird. Für den Bereich des Post- und Fernmeldewesens wurden 1920 der erste, in den folgenden Jahren weitere Tarifverträge abgeschlossen. Die wichtigsten waren der Reichsangestelltentarifvertrag vom 2. 5. 1924, der auch für die bei der Deutschen Reichspost beschäftigten Angestellten galt, und der Tarifvertrag für die Arbeiter im Bereich der Deutschen Reichspost vom 12. 7. 1929. Nach 1933 wurden die bis dahin geltenden Tarifverträge aufgrund des Gesetzes zur Ordnung der nationalen Arbeit vom 20. 1. 1934 im Laufe der Jahre durch einseitige Tarif- und Dienstordnungen ersetzt. Hier sind zu erwähnen:

die Allgemeine Tarifordnung für Gefolgschaftsmitglieder im öffentlichen Dienst (ATO, vom 1. 4. 1938),

die Tarifordnung A für Gefolgschaftsmitglieder im öffentlichen Dienst (TOA, vom 1. 4. 1938, für Angestellte),

die Tarifordnung B für Gefolgschaftsmitglieder im öffentlichen Dienst (TOB, vom 1. 4. 1938, für Arbeiter), sowie die hierzu erlassenen Allgemeinen Dienstordnungen (ADO), die Gemeinsame Dienstordnung (GDO) und die Besonderen Dienstordnungen der Deutschen Reichspost

(SDO), zu denen die Dienstordnung für die Arbeiter der Deutschen Reichspost (DOArb vom 1. 7. 1938) gehörte.

Nach 1945 galten die Tarif- und Dienstordnungen zunächst weiter. Sie wurden ergänzt und verbessert durch Tarifverträge, die ihre rechtliche Grundlage im Tarifvertragsgesetz hatten. Abschluß dieser Entwicklung bilden der → Tarifvertrag für die Arbeiter der Deutschen Bundespost und der → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost. Diese Tarifverträge wurden abgeschlossen, um den zum Unterschied vom übrigen öffentlichen Dienst vorhandenen besonderen betrieblichen Verhältnissen im Post- und Fernmeldewesen besser gerecht werden zu können. Dabei wurden jedoch wegen eines möglichst einheitlichen Tarifrechtes die für den übrigen öffentlichen Dienst geltenden Tarifverträge (Bundesangestelltentarifvertrag, BAT, vom 23. 2. 1961 und die Manteltarifverträge für die Arbeiter des Bundes, MTB, vom 27. 2. 1964, der Länder, MTL, vom 29. 2. 1964 und der gemeindlichen Verwaltungen und Betriebe, BMTG, vom 31. 1. 1962) weitgehend berücksichtigt. Die Tarifverträge regeln die Rechte und Pflichten der Tarifvertragspartner (Gewerkschaften und Arbeitgeber) und enthalten u. a. Rechtsnormen über Inhalt, Abschluß und Beendigung von Arbeitsverhältnissen, wie dies im Tarifvertragsgesetz vorgesehen ist. Die rechtliche Grundlage im Hinblick auf die Tariffähigkeit der DBP bildet das Postverwaltungsgesetz vom 24. 7. 1953, BGBl. I, S. 676. *Redlin*

Tarifvertrag für die Angestellten der DBP (TVAng) ist am 1. 4. 1961 in Kraft getreten. Er ersetzte die bis dahin anzuwendenden tarifrechtlichen Bestimmungen für die → Angestellten der Deutschen Bundespost (→ Tarifrecht) und wurde seit seinem Abschluß durch eine Reihe von Einzeltarifverträgen geändert oder ergänzt. Die wichtigsten Bestimmungen des TVAng regeln Geltungsbereich, Abschluß des Arbeitsvertrages, Probezeit, Gelöbnis, ärztliche Untersuchungen, allgemeine Pflichten, Schweigepflicht, Annahme von Geschenken, → Nebentätigkeit, Versetzung und Abordnung, Personalakten, Arbeitszeit und -versäumnis, Überstunden, Postdienstzeit und Dienstzeit sowie deren Nachweis, Ein- und Höhergruppierung, Vergütung (Grundvergütung, Ortszuschlag, Kinderzuschlag und örtlicher Sonderzuschlag), Zulagen und Entschädigungen, Auszahlung der Vergütung, Krankenbezüge, -zuschuß und -beihilfe, Zuwendungen, Beihilfen in Krankheits-, Geburts- und Todesfällen, Sterbegeld, Reise- und Umzugskosten sowie Trennungsgeld, Mitgliedschaft bei der Versorgungsanstalt der Deutschen Bundespost (→ Personalfürsorge), Erholungs- und Sonderurlaub sowie Arbeitsbefreiung, Kündigung und Beendigung des Arbeitsverhältnisses, Zeugnisse, Übergangsgeld, Werkdienstwohnungen, Dienst- und Schutzkleidung, Übergangs- und Schlußbestimmungen. Als Anlagen gehören zum TVAng: Übersicht über die Überstundenvergütung, Verzeichnis der Tätigkeitsmerkmale, Vergütungsordnung und die Bestimmungen über die Gewährung einer Wechseldienstschichtzulage. Im Anhang zum TVAng sind ergänzende Bestimmungen zu einzelnen Paragraphen des TVAng enthalten. Wichtige Einzelheiten des aufgeführten Inhalts sind im Handwörterbuch des Postwesens ausgeführt. *Redlin*

Tarifvertrag für die Arbeiter der DBP. Der T. (TVArb) vom 6. 1. 1955 ist am 1. 3. 1955 in Kraft getreten. Die bis dahin anzuwendenden tarifrechtlichen Bestimmungen für die → Arbeiter der Deutschen Bundespost (→ Tarifrecht) verloren mit ihm ihre Gültigkeit. Eine erhebliche Anzahl von nach dem 1. 3. 1955 abgeschlossenen Tarifverträgen haben den TVArb geändert oder ergänzt. Der wesentliche Inhalt des TVArb entspricht etwa den wichtigsten Bestimmungen, die unter → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost aufgeführt sind, wobei jedoch die sich aus dem Tarifrecht, der Aufgabenstellung usw. für Arbeiter ergebenden Änderungen zu beachten sind. Dies gilt besonders für die Einteilung der Arbeiter (z. B. vollbeschäftigt, nichtvollbeschäftigt), die Arbeitsordnung (Anlage 1 des TVArb), Arbeitszeitregelung, Entlohnung (z. B. nach Art der Tätigkeit, die für die Einreihung in eine Lohngruppe aufgrund des Verzeichnisses der Lohngruppen — Anlage 2 zum TVArb — maßgebend ist), → Entschädigungen und Zulagen. Für die Lehrlinge der DBP gilt ein besonderer Tarifvertrag. Wegen weiterer Einzelheiten aus dem Tarifrecht für Arbeiter der DBP wird auf das Handwörterbuch des Postwesens verwiesen.

Tarifvertragsgesetz → Tarifrecht.

Taschenförderbandanlagen entsprechen im wesentlichen → Hochkantförderern. Das Fördergut — Schriftstücke aller Art, einzeln oder gebündelt, Schnellhefter, Laborproben usw. — wird in kassettenförmigen Fördertaschen als »geschlossene Sendung«

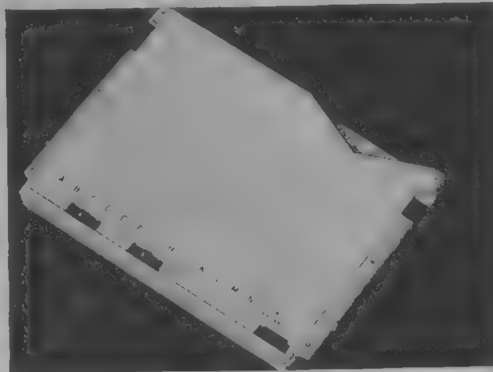


Bild 1.
Kassettenförmige Fördertasche mit Zieleinstellvorrichtung.

transportiert. Die Fördertaschen mit den Innenmaßen 265 × 365 × 20 mm bestehen aus schlagfestem Polystyrol (Bild 1). Daneben werden flexible Taschen mit 6 mm Ladedicke verwendet.

An den kassettenartigen Fördertaschen kann ein Zielkennzeichen eingestellt werden, das berührungslos abgetastet wird. Mit einem, zwei oder drei mit

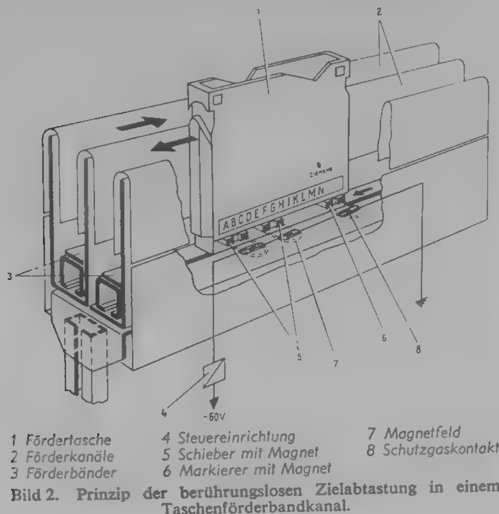
Dauermagneten versehenen Einstellschiebern kann das Ziel markiert werden. Jede Abtaststelle, an der die Tasche vorbeiläuft, prüft während der Fahrt die eingestellte Zielkombination. Sobald Übereinstimmung besteht mit der festen Einstellung einer Empfangsstelle, wird die Fördertasche ausgeschleust. — Mit einem Schieber können 13, mit zwei Schiebern 66, mit drei Schiebern 165 Ziele eingestellt werden (Bild 1). Die Taschen fahren ohne jeden Eingriff von Hand vollautomatisch zur Empfangsstelle. Sie werden automatisch aus- oder umgeladen.

T. bestehen aus Hochkantförderbandanlagen für den horizontalen Transport und Aufzügen für den vertikalen Transport. Durch Kombination beider Anlagearten ist die Beförderung in allen Ebenen möglich. Das Förderprinzip bei berührungsloser Zielabtastung zeigt Bild 2.

Die Taschen werden senkrecht stehend auf einem im unteren Teil des Förderkanals laufenden 28 mm breiten Band transportiert. Seitliche Wangen dienen der Führung der Taschen und verhindern deren Abkippen. In der Regel sind zwei parallel angeordnete Förderstrecken mit gegenläufigen Förderrichtungen vorhanden. An den Enden der Förderstrecken sind Kehren angebracht, die die Taschen zwangsläufig in den benachbarten rücklaufenden Förderkanal überladen. Eine Förderstrecke ist somit fördertechnisch stets ein geschlossener Ring. Die Kehren haben die gleiche Baubreite wie der Doppelförderkanal, so daß kein zusätzlicher Raumbedarf entsteht.

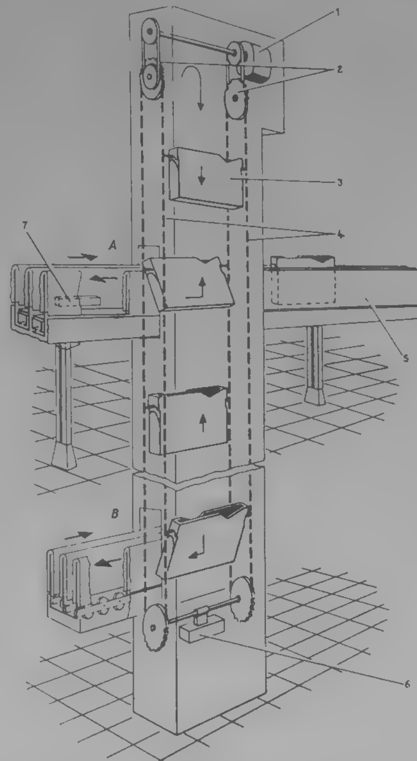
Die Empfangsstrecke an einer Förderbandstrecke besteht aus einer Abtasteinrichtung zur Auswertung des eingestellten Taschenziels und einer Röllchenbahn (in Normalausführung für zwei Taschen), die parallel zum Doppelförderkanal angeordnet ist.

Der Taschen-Umlaufaufzug arbeitet nach dem Paternoster-Prinzip mit zwei synchron umlaufenden endlosen Förderketten (Bild 3). Die Ketten enthalten im Abstand von jeweils 1,27 m Mitnehmerstifte, die die Taschen an den beiden Stirnseiten fassen und



1 Fördertasche
2 Förderkanäle
3 Förderbänder
4 Steuereinrichtung
5 Schieber mit Magnet
6 Markierer mit Magnet
7 Magnetfeld
8 Schutzgaskontakt

Bild 2. Prinzip der berührungslosen Zielabtastung in einem Taschenförderbandkanal.



1 Getriebemotor
2 Antriebsräder
3 Fördertasche
4 Förderketten
5 Förderkanäle
6 Kettenspanneinrichtung
7 Abtasteinrichtung

A Be- und Endladestelle im 1. Stock (Tasche im Augenblick des Überladens von der Förderbandanlage in den vertikal fördernden Aufzug)

B Sende- und Empfangsstelle im Erdgeschoß (Tasche im Augenblick des Ausladens vom vertikal fördernden Aufzug auf die Sende- und Empfangsstelle)

Bild 3. Förderprinzip des Taschenumlaufaufzugs.

mitnehmen. Dabei werden die Taschen an der aufwärtsfördernden Seite des Aufzuges aus den Bandanlagen oder den Sendestellen in den Aufzug übernommen und auf der abwärtsfördernden Seite den Empfangsstellen oder den Bandanlagen zugeführt. Das Beladen des Aufzuges und das Entladen in die Bandanlagen oder Empfangsstellen geschieht völlig selbsttätig in Abhängigkeit von dem an der Tasche eingestellten Ziel (Bild 3).

In der horizontalen Richtung werden die Taschen mit 0,8 m/s, in der vertikalen Richtung mit 0,5 m/s befördert.
Gänsler

Taschenumlaufaufzug → Taschenförderbandanlage.

TASI, gebildet aus den Anfangsbuchstaben der amerikanischen Wörter Time Assignment Speech Interpolation, ist ein Verfahren zur Mehrfachausnutzung von Sprechwegen nach dem Prinzip der Zeitstaffelung. Es nutzt die Tatsache aus, daß jeder Teilnehmer an einem Ferngespräch wegen Zuhör- und Denkpausen nur während etwa 40% der Gesprächszeit aktiv spricht. Die T.-Endeinrichtungen an jedem Ende des mehrfach ausgenutzten Sprechwegbündels schalten die Sprechwege nur tatsächlich sprechenden Teilnehmern zu; daher kann die Anzahl der Zubringerleitungen (= Anzahl der Abnehmerleitungen) höher als die Leitungszahl des T-Systems sein. Die Sprechwege bleiben fest durchgeschaltet, solange die Anzahl der belegten Zubringerleitungen die Leitungszahl des T.-Systems nicht übersteigt.

In der ankommenden Sprechrichtung (vom T.-System aus gesehen) einer Zubringerleitung auftretende Energie wird durch einen Sprachdetektor erkannt, der mit einer minimalen Zuschaltezeit von 18 ms die Zusammenschaltung mit einem Sprechweg des Systems bewirkt. Der Beginn jedes »Sprachfetzens« wird während der Zuschaltezeit unterdrückt. Die Zuschaltezeit und damit die Verstümmelung wächst bei zunehmender Anzahl von belegten Zubringerleitungen. Dadurch wird die Mehrfachausnutzung nach oben begrenzt. Für ein T.-System für Transatlantik-(TAT-)Kabel mit 36 Sprechwegen je Richtung und 72 angeschlossenen Leitungen (Mehrfachausnutzung maximal 2 : 1) ergeben sich:

Zuschaltezeiten	mit der Wahrscheinlichkeit
= 125 ms	1:100
= 250 ms	1:700
= 500 ms	1:15 000

Nach Ende eines »Sprachfetzens« wird der Sprechweg freigegeben und kann einer anderen besprochenen Zubringerleitung zugeschaltet werden. Die Freigabe wird durch Nachwirkzeit des Sprachdetektors verzögert, um häufige Umschaltungen bei sehr kurzen Sprechpausen zu vermeiden; die Nachwirkzeit beträgt

$$50 \text{ ms für Sprachdauer} \leqq 50 \text{ ms}$$
$$240 \text{ ms für Sprachdauer} > 50 \text{ ms.}$$

Um Durchschaltung eines Sprechweges auf reflektierte Energie (Echo) zu verhindern, wird während des Auftretens von Energie in abgehender Sprechrichtung (vom T.-System aus gesehen) der Sprachdetektor der Gegenrichtung unempfindlich geschaltet. Wegen variabler Echolaufzeiten auf den Zubringerleitungen müssen diese → Echosperren erhalten.

Merz

Tastatur. Apparatteil der Fernschreibmaschine, mit dem die Zeicheneingabe, Codierung und Aussendung der Schrittkombinationen bewirkt wird. Entspricht dem Tastenwerk einer Büroschreibmaschine.

Tastaturwahl. Wählverfahren in der Fernschreibvermittlungstechnik, bei dem die Wählziffern mit der Tastatur der Fernschreibmaschine gegeben werden. Zur Steuerung der Wähler müssen die Wählzeichen über einen Speicher (Register) und Zeichenwandler geleitet werden. Die Ausspeicherung kann nach Beendigung oder schon während der Wahl vor sich gehen. Vorteil der T.: Durch Mitschreiben kann sich der Teilnehmer jederzeit über die gesendeten Ziffern informieren. T. allgemein auch bei Teilstrecken-Vermittlungssystemen angewendet.

Literatur: F. Schiweck und K. Schomburg, Einführung in die Fernschreibvermittlungstechnik. Herzog-Verlag, Goslar 1964 — E. Roßberg und H. Korta, Fernschreibvermittlungstechnik. Verlag R. Oldenbourg. München, Berlin 1959.

Taste → Tastschalter.

Tastenschnelltelegraf. Aus dem Siemens-Schnelltelegrafen entwickeltes vereinfachtes Fernschreibgerät mit Start-Stop-Synchronisierung. Arbeitet auf elektrischer Grundlage. Vorläufer der elektrischen Fernschreibmaschine. Beschreibung → HwF 1929.

Tastensperre → Streckenblock.

Tastenstreifen → Tastschalter.

Tastkopf. Der T. ist ein Bestandteil von Voltmetern, die zur Spannungsmessung bei höheren Frequenzen ($\geqq$ 0,1 ... 100 MHz) oder zur Messung sehr hoher Gleich- und Wechselspannungen (1 ... 50 kV) bestimmt sind.

Im ersten Fall besteht der T. aus einem schlanken, röhrenförmigen Gehäuse, das wie ein Bleistift gehandhabt werden kann und das am vorderen Ende eine gegen das Gehäuse isolierte lange Metallspitze besitzt und am anderen Ende über ein u. U. mehradriges, etwa 1 m langes Kabel mit dem eigentlichen Voltmeter verbunden ist. Die zu messende Spannung wird zwischen dem T.-Gehäuse (geerdet) und der T-Spitze angelegt. Im T. ist entweder ein fester (z. B. 1 : 10 oder 1 : 100) oder auch umschaltbarer kapazitiver Spannungsteiler untergebracht, der die Aufgabe hat, die Eingangskapazität des Voltmeters einschließlich der Kabelkapazität (50 ... 100 pF) zu verkleinern (2 ... 10 pF), oder eine Gleichrichterdiode (Halbleiter- oder Röhrendiode) oder eine Impedanzwandlerstufe (Röhre- oder Transistor in Anoden- bzw. Collektorschaltung), die ebenfalls eine kleine Eingangskapazität (hohen Eingangswiderstand) besitzt, aber keinen Teilungsverlust bringt. T. werden auch bei Oszillographen und anderen Meßgeräten verwendet, da sie direkt am Meßpunkt angeschlossen werden können und wegen ihres hochohmigen Einganges die Verhältnisse am Meßpunkt nur unwesentlich stören. Die geteilte oder gleichgerichtete bzw. über die Trennstufe ausgekoppelte Meßspannung gelangt dann völlig unkritisch über das Kabel zum Meßgerät, wo sie weiter verarbeitet und angezeigt wird.

T. mit Gleichrichterdioden oder Impedanzwandlerstufen können auch mit (meist) kapazitiven Vorsteckteilern versehen werden, wenn größere Spannungen gemessen werden sollen als der T.-Eingang verträgt. Mit T. können auf diese Weise Spannungen im Bereich zwischen etwa 0,1 mV und 1 kV gemessen wer-

den, wobei T. mit Diodengleichrichtung ab etwa 50 mV arbeiten.

Im zweiten Fall dienen die T. zur Sicherheit beim Messen hoher, lebensgefährlicher Spannungen (Berührungsschutz). Der T. ist hier größer und länger, als eine Art Meßspieß, ausgeführt, mit einem Schutzkragen als Berührungsschutz vor der Spitze, die an die Hochspannung angelegt wird. Hochohmige Teiler- und Schutzwiderstände werden im T. hochspannungssicher isoliert untergebracht. An dem zum Voltmeter führenden Verbindungskabel liegen dann keine gefährlichen Spannungen mehr (→ Diodenvoltmeter). *Sommer*

Tastschalter (auch als Druckschalter oder einfach nur als Taste bezeichnet) dienen — ebenso wie Hebelschalter — als Mittel zum Ein- und Ausschalten von Stromkreisen. Die Kontaktfedersätze entsprechen denen von Relais und richten sich nach den jeweils vorliegenden Schaltaufgaben. T. werden

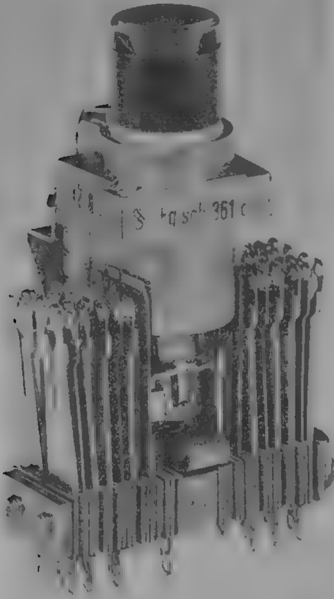
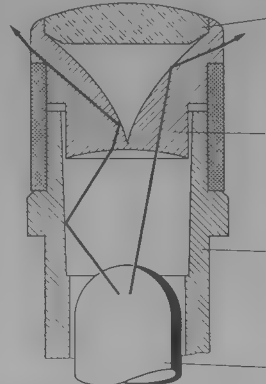


Bild 1. Nicht einrastende Leuchttaste.

bevorzugt in Anlagen der Vermittlungstechnik an Abfrage- und Vermittlungsplätzen, ferner in Fernmeldeschaltplatten, in Bedienungsfeldern für Prüfeinrichtungen usw. als Druck-, Dreh- und Druck-Dreh-Tasten — mit oder ohne Rastung, einzeln oder zu Tastenstreifen vereinigt — in großer Ausführungsvielfalt verwendet. Um in Bedienungsfeldern T. und Anzeigelampen möglichst platzsparend unterbringen zu können, wurde die Leuchttaste (Bild 1) geschaffen, bei der T. und Einzellampenfassung ein gemeinsames Bauteil bilden.

Bild 2 zeigt den Schnitt durch den Tastenknopf einer Leuchttaste. Das von unten auftreffende Licht einer → Fernmeldelampe wird von einem Flutlichtkörper so gelenkt, daß es am oberen Rand des Knopfes gebündelt austritt. Der so entstehende helle Rand des im übrigen schwarzen Knopfes tritt besonders beim seitlichen Draufblicken, auch bei



a) Fernmeldelampe c) Flutlichtkörper
b) Führungsbuchse d) Abdeckplättchen

Bild 2. Schnitt durch einen Leuchttastenknopf.

auftreffendem Fremdlicht oder Sonnenlicht, deutlich hervor. Zur Kennzeichnung der Taste dient ein farbiges Abdeckplättchen, das graviert werden kann. Sein Durchmesser ist kleiner als der des Tastenknopfes, so daß auch von oben der erleuchtete Flutlichtkörper als heller Ring gut erkennbar ist. Je nachdem, ob die Lampe ruhig, flackernd oder flimmernd leuchtet, kann zum Betätigen einer Taste aufgefordert, ein vollzogener Schaltvorgang quittiert, eine Belegung angezeigt werden usw. — Um die Einheitlichkeit der Bedienungsfelder zu erhöhen, werden Leuchttasten als Universalbauteil mitunter auch dann verwendet, wenn ausnahmsweise nur eine Anzeigelampe ohne Schaltaufgabe oder eine Druck- oder Drehtaste ohne Leuchteffekt gebraucht wird. — Durch Austauschen der Fernmeldelampe gegen ein → Blindentastzeichen können Leuchttasten auch von Blinden bedient werden. T. mit eingebautem Allsichtschauzeichen werden als Schauzeichentaste (→ Schauzeichen) bezeichnet und ähnlich wie Leuchttasten verwendet.

Rastende T. können mechanisch oder elektromagnetisch in die Ruhelage zurückgeführt werden. Bei der mechanischen Auslösung ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen T. mit Eigenauslösung (Bild 3), die bei nochmaligem Tastendruck auslösen und T. mit Fremdauslösung, die entweder beim

Drücken einer anderen Taste oder von zentraler Stelle aus ausgelöst werden. Bei Fremdauslösung sind die auszulösenden T. meistens zu einem Streifen zusammengefaßt. Die Sperrhebel der einzelnen T. können dann durch eine Schiene gemeinsam betätigt werden. Für die mechanische Kopplung mehrerer Tastenstreifen und gegebenenfalls das Ansetzen eines fremden Auslösegliedes werden weitere Hebelanordnungen benötigt. — Elektromagnetisch rastende Tasten werden als Magnettasten bezeichnet (Bild 4). Eine Haltespule verhindert das Auslösen so lange, bis der Haltestromkreis aufgetrennt wird. Die Anordnung von Magnettasten in einem Bedienungsfeld richtet sich allein nach der betrieblichen Zweckmäßigkeit. Magnettasten können in beliebiger Abhängigkeit nach einem jeweils aufzustellenden Auslöseplan ausgelöst werden. Welche vielfältigen Möglichkeiten Magnettasten bieten, zeigt das Schema



Bild 3. Einrastende Leuchttaste mit Eigenauslösung.

der wechselseitigen Auslösung von Magnettasten unter → Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62, Bild 2.

In Belegungsplänen für Tastenfelder werden die verschiedenen Tastenarten (Drucktaste, Drehtaste, Druck-Drehtaste, Magnettaste, Leucht-Drucktaste, Leucht-Drehtaste, Leucht-Druck-Drehtaste, Leucht-Magnettaste) mit den im Bild 5 angegebenen Symbolen bezeichnet.

Um in Tastenfeldern eine freie Beweglichkeit der Tastenknöpfe zu erhalten, werden den Tastenknöpfen



Bild 4. Leucht-Magnettaste.

Tasten ohne Leuchteffekt	Tasten mit Leuchteffekt
Drucktaste, nicht einrastend	Leucht-Drucktaste, nicht einrastend
Drehtaste	Leucht-Drehtaste
Druck-Drehtaste	Leucht-Druck-Drehtaste
Drucktaste, einrastend	Leucht-Drucktaste, einrastend
Magnettaste	Leucht-Magnettaste

Bild 5. Symbole für Tastschalter.

Schwimmringe zugeordnet, die die Einbaubohrung staubdicht abdecken und seitlichen Spielraum bieten, um Einbautoleranzen zu überbrücken.

Literatur: F. Franzen und H. Vogel, Leuchttasten als Mittel zum Anzeigen und Schalten. Siemens-Zeitschrift 34. Jahrg. (1960), Heft 7, S. 427—430.

Gänsler

Tastung. Zeitliche Veränderung eines Stromes entsprechend der zu übertragenden Nachricht und dem verwendeten Code.

Tastverfahren. Entsprechend den → Betriebsweisen der Telegrafie unterscheidet man Doppelstromtastung und Einfachstromtastung. Die Doppelstromtastung kann bewirkt werden entweder durch Umpolen einer

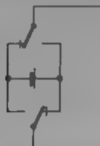


Bild 1. Doppelstromtastung mit zwei Umschaltekontakten.

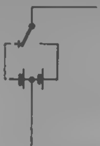


Bild 2. Doppelstromtastung mit zwei Stromquellen.

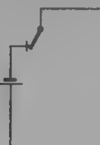


Bild 3. Einfachstrom-Unterbrechungstastung.



Bild 4. Einfachstrom-Kurzschlußtastung.

Stromquelle mit Hilfe von zwei Relais-Umschaltekontakten (Bild 1) oder durch wechselweises Anschalten von zwei Stromquellen umgekehrter Polarität mit Hilfe von einem Relais-Umschaltekontakt (Bild 2).

Die Einfachstromtastung kann entweder nach dem Prinzip der Unterbrechungstastung (Bild 3) oder nach dem Prinzip der Kurzschlußtastung (Bild 4) vorgenommen werden. Die Kurzschlußtastung hat den Vorteil, daß Ein- und Ausschwingvorgang etwa die gleiche Zeitkonstante besitzen. Dadurch werden die Telegrafierzeichen beim Einschalten des Stromes etwa in gleicher Weise verzögert wie beim Ausschalten, so daß keine einseitige Verzerrung entsteht.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 56 und 63.

Tastwahlapparat → Fernsprechapparate.

Tastzeichen für Blindenbedienung → Blindentastzeichen.

TAT → Transatlantiktelefonie, TAT 1...4 → Seekabelnetz.

TAT-Anschaltesatz ist ein besonderer → Auslandsanschaltesatz für die → Transatlantiktelefonie. Er ist das Bindeschaltglied zwischen den vermittlungstechnischen Einrichtungen des → Auslandsfernwählsystems 64 und den besonderen, nachgeordneten Einrichtungen für die TAT-Wahl des CCITT-Systems Nr. 5.

Für die Zeit des Verbindungsaufbaues wird an den T. ein zentral angeordnetes TAT-Register über Relaissuchwähler angeschaltet.

TAT-Kabel ist die Kurzbezeichnung für Transatlantikfernsprechkabel, deren Stromkreise erstmalig alle übertragungstechnischen Forderungen an einen Übersee-Wählbetrieb erfüllen (breites Frequenzband, niedriger Geräuschpegel, geringe Dämpfungsschwankungen und genügend kleine Laufzeitverzerrungen).

Verlegt wurden bisher:

TAT 1 1956 zwischen Schottland–Neufundland mit 48 Sprechkreisen

TAT 2 1959 zwischen Frankreich–Neufundland mit 48 Sprechkreisen

CANTAT 1961 zwischen Schottland–Canada mit 80 Sprechkreisen

TAT 3 1963 zwischen England–New Yersey mit 128 Sprechkreisen

TAT 4 1965 zwischen Frankreich–New Yersey mit 128 Sprechkreisen.

TAT-Register. Neben den allgemeinen Aufgaben und Funktionen eines → Registers sind die T. im besonderen Teil der → Auslandsvermittlungsstelle für TAT-Wahl eingesetzt und für das CCITT-System Nr. 5 ausgelegt. Nach der Verkehrsrichtung unterteilt gibt es T. für abgehenden Verkehr (TATRg-g) und T. für ankommenden Verkehr (TATRg-k).

Das TATRg-g verarbeitet auf der Eingabeseite wahlweise → Registerzeichen des → CCITT-Zeichengabesystems Nr. 4 und der europäischen MFC-Wahl. Auf der Ausgabeseite sendet das TATRg-g Registerzeichen des CCITT-Zeichengabesystems Nr. 5. Sie können bei Bedarf für → Überlauf-Verkehr auf Leitungen mit CCITT-Zeichengabesystem Nr. 4 für das Senden und Empfangen von Registerzeichen dieses Systems ergänzt werden. Für die Zeit des Verbindungsaufbaues wird das zentral angeordnete TATRg-g über Relaissuchwähler einem TAT-Anschaltesatz zugeschaltet. Das TATRg-k kann auf der Eingabeseite Registerzeichen des CCITT-Zeichengabesystems Nr. 5 aufnehmen und auf der Ausgabeseite wahlweise Registerzeichen der dekadischen Impulswahl, des CCITT-Zeichgabesystems Nr. 4 oder der europäischen MFC-Wahl verarbeiten. Für die Zeit des Verbindungsaufbaues wird das zentral angeordnete TATRg-k über Relaissuchwähler einer TAT-Übertragung zugeschaltet.

TAT-Übertragung. Sie ist jeder Leitung des CCITT-Zeichengabesystems Nr. 5, die im allgemeinen wechselseitig betrieben werden, fest zugeordnet. Auf der Leitungsseite sendet und empfängt die T. die tonfrequenten, codierten → Leitungszeichen. Die T. ist dazu mit → Tonempfängern ausgerüstet. Auf der Vermittlungsseite sendet und empfängt die T. Gleichstromdauerzeichen als Potentiale (→ Zustandssteuerung). Die T. übernimmt somit die Umsetzung der Leitungszeichen an der Schnittstelle zwischen dem TAT-Wahlnetz und dem nationalen oder internationalen Netz der Zubringerleitungen. Nationales Netz mit Impulskennzeichen, internationales Netz mit Leitungszeichen des CCITT-Zeichengabesystems Nr. 4 oder der europäischen MFC-Wahl.

Für den ankommenden Verkehr ist der T. ein TAT-Zonenkoppler fest zugeordnet. Für die Zeit des Verbindungsaufbaues wird an die T. ein zentral angeordnetes TAT-Register über → Relaissuchwähler anläßlich der Leitungsbelegung angeschaltet.

TAT-Wahl ist die deutsche Kurzbezeichnung für das Wählverfahren CCITT-Zeichengabesystem Nr. 5.

TAT-Zonenkoppler ist im Prinzip ein → Auslandszonenkoppler. Er ist für die Bildung von 25 Zonenpunkten ausgelegt und einer TAT-Übertragung fest zugeordnet.

Der T. wird bei ankommendem Verkehr der wechselseitig betriebenen TAT-Leitungen zur Bildung von Registrierpunkten genutzt. An den Registrierpunkten können Messungen für betriebliche oder statistische Zwecke vorgenommen werden; z. B. die Registrierung für den Anteil des Verkehrs auf dem → Pool-Bündel zu den einzelnen Pool-Partnern. *Schönbach*

Tauchlöten. Dies ist im wesentlichen ein Verzinnungsvorgang, bei dem ein Weichlot statt Zinn verwendet wird. Durch Eintauchen der Teile in flüssiges Lot nach der üblichen Reinigung und Behandlung mit Flußmitteln werden die Oberflächen benetzt, und dort, wo die Zwischenräume zwischen den zu lötenden Flächen genügend eng sind, bleibt das Lot durch Kapillarwirkung bis zu seiner Erstarrung zurück. Daraus ergibt sich, daß die Tauchlötung nicht für die Herstellung massiver Lötnähte geeignet ist; sie läßt sich aber besonders gut bei Blecharbeiten anwenden, bei denen die Zwischenräume zwischen den zu lötenden Flächen eng sind.
Literatur: Weichlöt-Handbuch, W. R. Lewis, 1963.

Tauchphosphatieren. Phosphatieren unter Eintauchen in die Behandlungslösung.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Tauchverfahren. Metallabscheidung durch Eintauchen eines Metalles in eine Lösung, die Metallionen eines edleren Metalls enthält.
Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Taupunkt → Troposphäre.

Taupunkttemperatur → Luftfeuchtemeßgeräte.

Taxquadrat → Gebührenfeldzahl.

Taylor-Reihe → Reihenentwicklung.

***TE*-Welle,** andere Bezeichnung für → *H*-Welle, gekennzeichnet durch das Vorhandensein rein transversaler Komponenten der elektrischen und rein longitudinaler der magnetischen Feldstärke.

Technische Richtlinien für Fernmeldeanlagen mit leitungsgerichtetem Hochfrequenzbetrieb. Zum Anschluß nichtamtsberechtigter Nebenstellen können Sprechwege benutzt werden, die aus Hochfrequenzeinrichtungen an Hochspannungsanlagen gebildet sind; für diese gelten die »Technischen Richtlinien für Fernmeldeanlagen mit leitungsgerichetem Hochfrequenzbetrieb« (Beilage 4 der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen VI, 3 A).

Technische Verwaltungsanweisungen für Teilnehmereinrichtungen sind ein Teil der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 3 A (Fernsprechordnung mit Ausführungsbestimmungen und Verwaltungsanweisungen). Die Technischen Verwaltungsanweisungen (TVAnw) fassen die technischen Verwaltungsvorschriften für die Teilnehmereinrichtungen (Hauptanschlüsse, Nebenstellenanlagen, Leitungen, Sprechapparate besonderer Art, Zusatzeinrichtungen und höherwertige Leitungen) zusammen. So wird z. B. darin vorgeschrieben, welchen Sprechapparat eine einfache Hauptstelle in der Regel erhält, wie zweite Sprechapparate angeschaltet und wie Hauptstellen mit Sprechapparaten besonderer Art ausgerüstet werden können. Die TVAnw gelten auch für private Nebenstellenanlagen, soweit die Bestimmungen nicht auf post- und teilnehmereigene Nebenstellenanlagen beschränkt sind. Die TVAnw finden ihre Rechtsgrundlage in § 4 Abs. 2 der Fernsprechordnung, wonach die DBP die technische Gestaltung der Teilnehmereinrichtungen bestimmt.

Technischer Baubezirk, Technischer Bautrupp → Ämter des Fernmeldewesens.

technischer Labormitarbeiter. Im → Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamtes Angestellter mit Aufgaben für Techniker oder Meister oder Beamter des mittleren fernmeldetechnischen Dienstes mit vergleichbaren Aufgaben.

Teer ist ein Sammelbegriff für Stoffe, die durch zersetzende thermische Behandlung organischer Naturstoffe wie Steinkohle, Braunkohle, Torf und Holz gewonnen werden. Es sind flüssige bis halbfeste Erzeugnisse von bräunlicher bis schwarzer Farbe, die einen üblen Geruch haben. → Steinkohlenteeröl wird zur Tränkung von Leitungsmasten benutzt (→ Korbolineum).

Teflon. Polytetrafluoräthylen: Mischpolymerisat aus Tetrafluoräthylen und Hexafluorpropylen; erweicht bei ca. 285° C, zäher Kunststoff mit mittelguten mechanischen Eigenschaften.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Teilauslösung (Telex) → Mux-Übertragung.

Teilausspeicherung. Als T. wird die Übermittlung der drei richtungsbestimmenden Kennziffern Z, H und K vom → Knotenregister 62 (KRg 62) (oder auch vom Verzoner) zum Hauptregister (HRg 62) bezeichnet. Die Ziffernsendung in der KVStW wird nach der K-Ziffer unterbrochen und erst nach Eingang des Abrufzeichens, das das HRg in der folgenden FernVSt nach Ausführung aller Funktionen mit seinem Abschalten veranlaßt, fortgesetzt.

Teilfehler → Fehlerbestimmung.

Teilkanal → Kanalteilung.

Teilkapazitäten von Mehrleitersystemen: Sind mehr als zwei Leiter vorhanden, die verschiedene Potentiale haben, so stellen sich auf den verschiedenen Leitern Ladungen ein, die durch die Potentialdifferenzen bestimmt werden. Sind n Leiter vorhanden und φ_1, φ_2, …, φ_n die Potentiale, so ist z. B. die Ladung des Leiters 1

$$Q_1 = C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + C_{13}(\varphi_1 - \varphi_3) + \ldots + C_{1n}((\varphi_1 - \varphi_n)$$

und entsprechend $Q_2, \ldots, Q_n$. Die Koeffizienten C dieses linearen Gleichungensystems nennt man Teilkapazitäten des Mehrleitersystems (→ Kapazität). Es gilt stets $C_{ik} = C_{ki}$. Die Einheit der Teilkapazität ist die SI-Einheit der Kapazität, also 1 Farad (F) = 1 As/V. — Beispiele für Mehrleitersysteme: Doppeldrahtleitung über Erde, Mehrleiter-Kabel mit Bewehrung, Dreiphasen-Energieübertragungs-Freileitungen, die drei Elektroden einer Triode.

Teilnehmer (Tln) → Änderung im Namen des Teilnehmers, → Änderung in der Person des Teilnehmers, → Fernsprechordnung, → Telegrafenordnung.

Teilnehmerabwurf → Fernplatzansteuerung im Landesfernwahlnetz.

Teilnehmeranruffeld → Ortsschrank ZB 48.

teilnehmerbesetzt. Zustand, in dem eine Verbindung nicht hergestellt werden kann, weil der angerufene Teilnehmer besetzt ist. Der Anteil der Verbindungen, die wegen t. nicht zustande kommt, beträgt durchschnittlich:

14%, bezogen auf die Verbindungsversuche oder

20%, bezogen auf die bereits bis zum gerufenen Teilnehmer hin aufgebauten Verbindungen.

teilnehmereigene Nebenstellenanlage → Nebenstellenanlage.

Teilnehmereinrichtung. Als T. gelten sämtliche Fernsprech-, Fernschreib-, Dateneinrichtungen und Leitungen, die von der DBP einem Fernsprech-, Fernschreib- oder Datexteilnehmer überlassen oder die mit Genehmigung der DBP an ein öffentliches Fernmeldenetz angeschaltet werden. Zu den T. gehören z. B. die Vermittlungseinrichtung und Stromversorgung einer Wählnebenstellenanlage, die Zusatzeinrichtungen und Querverbindungen. → Auswechslung von Teilnehmereinrichtungen, → Hilfsvorrichtungen, → Sondereinrichtungen, private, → Überlassung von Teilnehmereinrichtungen für kurze Zeit, → Umwandlung von Teilnehmereinrichtungen, → vorzeitige Aufgabe von Teilnehmereinrichtungen, → Sperre und fristlose Aufhebung von Teilnehmereinrichtungen, → Herstellen von Teilnehmereinrichtungen, → Stillegung von Teilnehmereinrichtungen, → Technische Verwaltungsanweisungen für Teilnehmereinrichtungen.

Teilnehmerfehler. Fehler, die von Teilnehmern beim Benutzen des Fernsprechers gemacht werden. Sie vermindern den Grad der erfolgreichen Verbindungen. Fehler, die von rufenden Teilnehmern begangen worden sind: Falsches Wählen und vorzeitiges Einhängen. Diese sogenannten Senderfehler betragen durchschnittlich etwa 10% der versuchten Verbindungen. Beim gerufenen Teilnehmer vermindert der sogenannte Empfängereinfluß den Grad der erfolgreichen Verbindungen. Unter dem Empfängereinfluß faßt man zusammen: Teilnehmerbesetzt und keine Antwort bei abgehendem Ruf. Das sind etwa 25% der bis zum gerufenen Teilnehmer aufgebauten Verbindungen.

Teilnehmerfernschreibdienst → Telexdienst.

Teilnehmergruppenkennzeichen → Fahrzeugfunknummer.

Teilnehmerkapazität (T) ist die maximale Anzahl der Teilnehmer, die je Funkrufbereich an ein Rufnetz angeschlossen werden kann. Sie hängt ab von der Rufkapazität (R), von der mittleren Anzahl (c) der Rufe je Teilnehmer in der Hauptverkehrsstunde und von einem Ausnutzungsfaktor (A).

Teilnehmerkennung → Datexnetz, → Datexdienst, → Kennung von Telexanschlüssen.

Teilnehmermünzfernsprecher → Münzfernsprecher.

Teilnehmerrufnummer → Rufnummer.

Teilnehmerschaltung (Telex). Die T. ist das Abschlußorgan der Anschlußleitung, das das Anrufzeichen der Endstelle aufnimmt und im ankommenden Verkehr das Kriterium »Endstelle frei oder besetzt« für die Leitungswahlstufe liefert. Die technische Ausführung und die weiteren Aufgaben sind abhängig von der Ausführung des verwendeten → Systems (TW 39, 56, 100).

Teilnehmerverbindungsfeld → Ortsschrank ZB 48.

Teilnehmerverhältnis → Benutzungsverhältnis.

Teilnehmerwarteeinrichtung im Selbstwählanschlußnetz der DB. Bevorzugte Teilnehmer der Bahnselbstanschlußanlagen haben die Möglichkeit, die Rufnummern besetzter Teilnehmer oder Verbindungswege ihrer eigenen oder anderer Wählanlagen durch Knopfdruck von ihrem Teilnehmerapparat aus in einer T., die in der Wählanlage untergebracht ist, einzuspeichern. Die T. versucht im Abstand von 40 Sekunden durch Wiederaussenden der von ihr gespeicherten Ziffernserie die gewünschte Verbindung aufzubauen. Solange die T. auf »besetzt« stößt, wiederholt sie den Verbindungsaufbau. Stößt sie auf »frei«, erhält der angerufene Teilnehmer nach Abheben des Sprechhörers von einem Tonband die Mitteilung »bitte warten«, während beim rufenden Teilnehmer ein Dauerruf hörbar ist.

Teilregister → Auslandsregister.

Teilstörung → Störung.

Teilstrecken-Speicherverfahren → Umtelegrafiernetz.

Teilstreckenverfahren. Streckenweise Übermittlung von Fernschreiben oder Telegrammen im Gegensatz zu dem Verfahren der → Durchschaltevermittlungssysteme, z. B. Telex. Hauptbestandteil des T. ist die → Speichervermittlung, die sich jeweils an den Kopplungspunkten befindet. Dem Kopf des Fernschreibens wird entnommen, welches Ziel anzusteuern ist. Diese Aufgabe besteht stets am Anfang einer Teilstrecke; Hauptkennzeichen des T. Zielangabe kann abgelesen (z. B. bedruckter Lochstreifen) oder vollautomatisch durch Auswerten der entsprechenden Lochkombinationen entnommen werden. Die frühere Art des Übermittelns von Telegrammen im Wege der Umtelegrafierung ist ebenfalls zu den T. zu rechnen. Dabei ist unerheblich, ob ein

Telegramm noch einmal abgeschrieben oder — bei gleichzeitigem Lochstreifenempfang — sogleich oder später für die folgende Sendung verwendet wird (→ Fernschreibsondernetze).

Literatur: E. Roßberg und H. Korta, Fernschreibvermittlungstechnik. R. Oldenbourg München 1959 — F. Schiweck und K. Schomburg, Einführung in die Fernschreibvermittlungstechnik. Herzog-Verlag, Goslar 1964.

Teilstreckenvermittlungssystem → Speichervermittlung.

Teilvermittlungsstelle. Fernsprechortsvermittlungsstelle, die nicht alle zum Aufbau einer Verbindung innerhalb eines Anschlußbereiches oder Ortsnetzes erforderlichen Wahlstufen enthält. Sie besteht aus der Vorwahlstufe mit den Einrichtungen für Speisung sowie Aufnahme und Weitergabe der Wahlimpulse anstelle der I. Gruppenwähler (I. GW) in Vollvermittlungsstellen (VollVSt), der Leitungswählstufe und ggf. den letzten Gruppenwahlstufen.

In T. mit geringem Internverkehr wird der gesamte abgehende Verkehr über die zugehörige VollVSt abgewickelt. Dazu werden dort I./II. GW verwendet, das sind I. GW, die schaltungstechnisch den einfacheren II. GW entsprechen. In der T. tritt an die Stelle der I. GW eine Stromstoßübertragung (StrUe). Größerer Internverkehr kann über Umsteuerwähler abgespalten werden, die 2 oder auch mehrere Richtungen anzusteuern erlauben.

Teilwelle, räumliche → Verzögerungsleitung.

Telecommand → Telemetrie.

Telefaxapparate (fax = fac simile) gehören zur Gruppe der Bildtelegrafengeräte (→ Bildtelegrafie). T. geben nur zwei Kennzustände (schwarz/weiß) wieder. Übertragene Vorlagen (Zeichnungen, geschriebene oder gedruckte Dokumente u. ä.) werden direkt auf Papier aufgezeichnet. T. sind häufig als Transceiver ausgebildet (Trommelgeräte). Für eine automatische Betriebsweise eignen sich Flachbettsender und endlos aufzeichnende Empfangsgeräte. Die meisten kommerziellen Geräte sind für den Einsatz auf Fernsprechleitungen bestimmt. T. können in dem Bereich der DBP als Zusatzgeräte zu Fernsprechanschlüssen betrieben werden.

Wie im Bildtelegrafensender wird die Vorlage im Telefaxsender von einer umlaufenden Trommel mit einem punktförmigen Lichtstrahl abgetastet. Das reflektierte Licht trifft auf eine Fotozelle, die je nach dem eingestellten Schwellwert die Endstufe eines Tonfrequenzgenerators sperrt (weiß) oder öffnet (schwarz). Die tonfrequenten Rechteckimpulse müssen gegebenenfalls für die Übertragung auf Leitungen abgeflacht werden (Weichtastung). Die Übertragung einer DIN-A 4-Vorlage dauert bei 3,8 Abtastlinien je Millimeter, Modul 264 und Trommeldrehzahl 180 U/Min etwa 7 Minuten.

Im Telefaxempfänger werden die empfangenen Zeichen demoduliert und unmittelbar dem Aufzeichnungssystem zugeführt. Neben der elektromagnetischen Direktaufzeichnung mit einem Tintenschreibsystem gibt es Empfangsgeräte mit Umdruckverfahren, bei denen ein Kunststoffband eingefärbt wird, das dann mittels Schlagschiene zeilenweise abdruckt. Weiterhin sind Verfahren bekannt, die zum Abdruck Kohlepapier verwenden. Außerdem werden Verfahren angewendet, die elektrolytisch oder durch oberflächliche Verbrennung das Aufzeichnungsmaterial einschwärzen.

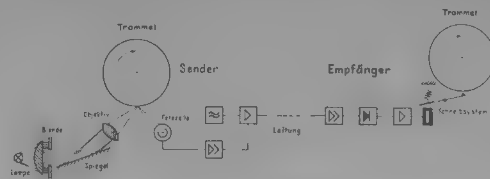


Bild 1. Arbeitsschema.

Für eine verzerrungsfreie Wiedergabe ist der Gleichlauf zwischen Sender und Empfänger erforderlich. T. sind in der Regel netzsynchronisiert. Wo sich die Netzfrequenz hierzu nicht eignet, müssen zur Erlangung einer ausreichenden Wiedergabequalität (Bildschiefe $<1\%$) stimmgabel- oder quarzgesteuerte Frequenzgeneratoren verwendet werden.

Der Sende- und Empfangsvorgang muß phasenrichtig ablaufen. Moderne Geräte werden in der Nulllage (Zeilenanfang) angehalten und starten nach Eintreffen eines Phasenimpulses automatisch.

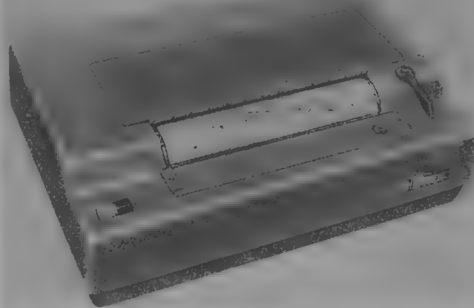


Bild 2. Hell-Faksimile-Transceiver HF 146.

Geschichtlicher Überblick: Erste Versuche durch Alexander Bain (1843), Frederick Collier Bakewell (1847) und Giovanni Caselli (1855). Der »Pan-Telegraph« Casellis (1861) diente von 1865 bis 1868 bereits zur Übermittlung von Börsentelegrammen zwischen Paris und Marseille bzw. Paris und Le Havre. Die Apparate benutzten zur Zeilenfortschaltung und zur Synchronisation Pendel. Die Vorlage wurde mit isolierender Tinte hergestellt. Die Aufzeichnung geschah elektrolytisch. Caselli verwendete erstmals den Begriff »facsimile«. Geatano Bonelli (1860) verbesserte die Synchronabtastung, Henry Cook (1870) verwendete erstmals Kohlepapier. Meyer und Hardy fertigten (1. Modell 1864) den Helix-Recorder, bei dem eine Schlagschiene und eine umlaufende Wendel zur Aufzeichnung diente. Lenoirs Electrograph

(1866) synchronisierte mittels Tonrad, später dann D'Arlincourt (1869) mittels Stimmgabel. Poul la Cour entwickelte dieses System weiter und erwarb 1878 eines der ersten US-Patente für Zeitmultiplextelegrafie und Faksimile. Ab 1906 wurden Selenzellen (Dr. Arthur Korn) für die Abtastung und von 1919 an Elektronenröhren (Dr. W. H. Accles) in Telefax-Apparaten verwendet. Die internationale Normung (ab 1932) des CCITT und der WMO schufen die Voraussetzung für eine weltweite Anwendung. Bedeutende Anwendungsgebiete sind die Wetterkarten- und Telegrammübermittlung sowie die Zeitungsseitenübertragung mit Fotoaufzeichnung.

Literatur: Schröter, Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens, 1932 — Schiweck, Faksimile-Telegraphie auf Fernsprechleitungen, 1956–1957 — Times Facs. Corp.: History of facsimile, 1950.

Heil

Telegrafenalphabete. Nach einer Definition des CCITT versteht man unter einem Telegrafen- oder Datenalphabet eine Tabelle der Zuordnungen zwischen einem abgesprochenen Zeichenvorrat und den Signalen, mit denen sie abgebildet werden. Die Begriffe Code und T. überschneiden sich teilweise und werden vielfach gleichsinnig verwendet. Nach den Begriffsfestlegungen im deutschen Sprachraum kann ein T. als ein Code bestimmter Ausführung mit bestimmten ergänzenden Vorschriften (z. B. für → Start-Stop-Betrieb) verstanden werden.

Ältere Telegrafenapparate benutzten jeweils besondere Alphabete zur Darstellung der Zeichen (z. B. Hughes-Alphabet, Baudot-Alphabet, Murray-Alphabet, Siemens-Alphabet). Eine internationale Normung erfuhr erst das T. für den im Synchronverfahren arbeitenden Baudot-Mehrfachtelegrafen, das als Internationales Telegrafenalphabet Nr. 1 bekanntgeworden ist. Es wurde unter Berücksichtigung auf leichte Erlernbarkeit der Bedienung dieses Telegrafenapparates entwickelt. Es war bereits ein Fünf-Schritte-Alphabet.

Ein anderes T. ist der Morse-Code.

Die größte Bedeutung hat das Internationale Telegrafenalphabet Nr. 2 erreicht, das seit 1929 eingeführt ist.

Die Zeichen werden durch fünf binäre Stromschritte dargestellt, denen ein Startschritt vorangeht und ein Stopschritt angefügt ist. Da der Zeichenvorrat eines binären Fünf-Schritte-Codes nur $2^5 = 32$ beträgt und diese Menge nicht ausreicht, um Buchstaben, Ziffern und Interpunktionszeichen darzustellen, hat man die Signale zweifach ausgenutzt und zwei Umschaltezeichen (Buchstabenstellung und Ziffernstellung) eingeführt.

Dieses T. (Nr. 2) hat die heutige Ausdehnung der Telegrafendienste wesentlich bedingt, denn mit ihm war eine allgemeine Verständigung über die »Maschinensprache« erreicht, welche die einheitliche Wiedergabe aller Sprachen erlaubte, die sich lateinischer Schriftzeichen bedienen.

Obwohl sich dieses T. im Fernschreibverkehr glänzend bewährt hat, bedeutet der geringe Zeichenvorrat für viele Anwendungsfälle — vor allem der neuen Aufgabenstellung der → Datenübertragung und → Datenfernverarbeitung — eine fühlbare Beschränkung. Wünsche nach Groß- und Kleinbuchstaben, nach Steuer- und Trennzeichen, nach einer größeren Anzahl von Zeichen für den nationalen Gebrauch und Zeichensymbolen, die für die Programmsprachen in der Datenverarbeitung benötigt werden, führten zu internationalen Bestrebungen, einen einheitlichen binären Code für Benutzungen von Fernmeldewegen zu entwickeln. Damit sollen auch die Anzahl der Code-Umsetzungen bei der Zusammenarbeit von Anlagen mit verschiedener Codierung auf ein Mindestmaß reduziert werden können. Die Diskussionen

Nr. der Strombilder	Buchstabenreihe	Ziffernreihe	Start	1	2	3	4	5	Stop
1	A			○	○				○
2	B		?	○				○	○
3	C				○	○	○		○
4	D		4)	○			○		○
5	E		3	○			○		○
6	F		1)	○		○	○		○
7	G		1)		○		○	○	○
8	H		1)			○		○	○
9	I		8		○	○			○
10	J		Hörbares Zeichen	○	○		○		○
11	K		(	○	○	○	○		○
12	L		)		○			○	○
13	M		.			○	○	○	○
14	N		,			○	○		○
15	O		9				○	○	○
16	P		0		○	○		○	○
17	Q		1	○	○	○		○	○
18	R		4		○		○		○
19	S		'	○		○			○
20	T		5					○	○
21	U		7	○	○	○			○
22	V		=			○	○	○	○
23	W		2	○	○			○	○
24	X		/	○				○	○
25	Y		6	○				○	○
26	Z		+					○	○
27	Wagenrücklauf [2]								○
28	Zeilenvorschub [2]				○				○
29	Buchst.(-Stell.) [3] [5]			○	○	○	○	○	
30	Ziffern(-Stellung) [5]			○	○				
31	Zwischenraum								
32	Nicht benutzt								

Sinnbilder	Arbeitsweise: Einfachstrom	Arbeitsweise: Doppelstrom
	Kein Strom	Negativer Strom
○	Positiver Strom	Positiver Strom

[1] *Verfügbar für den inneren Dienst jeder Verwaltung (oder anerkannten privaten Betriebsgesellschaft)*

[2] *Für Blattschreiber.*

[3] *Dient bei Lochstreifenübermittlung auch zum „Löschen" von Fehlern. Bei Lochstreifenübermittlung muß der Lochstreifen die in den Spalten 1 bis 5 durch das Sinnbild ○ bezeichneten Löcher enthalten.*

[4] *a) Zum Auslöschen des (selbsttätigen) Namengebers der Gegenstelle, und zwar bei mit Fernschreibapparaten betriebenen, durchgeschalteten Verbindungen im Europäischen Vorschriftenbereich sowie für die Verwaltungen (oder anerkannten privaten Betriebsgesellschaften) des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs, die von dieser Möglichkeit Gebrauch machen.*

b) Verfügbar für den inneren Dienst anderer Verwaltungen (oder anerkannter privater Betriebsgesellschaften) des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs.

[5] *Die Strombilder Nr. 29 (Buchstaben-Stellung) und Nr. 30 (Ziffern-Stellung) bewirken keinen Zwischenraum.*

Bild 1. Internationales Telegrafenalphabet Nr. 2 (Vollzugsordnung für den Telegrafendienst Artikel 16).

führten zu einem Internationalen Telegrafenalphabet Nr. 5, das in der CCITT-Empfehlung V.3 festgelegt ist (s. Bild 2). Der Deutsche Normenausschuß hat ein Normblatt herausgegeben (DIN 66003), das sich inhaltlich weitgehend damit deckt und — soweit international vorgesehen — für nationale Zwecke ergänzt. Es ist offenbar, daß der gefundene Kompromiß zwar die Grundlage für eine universelle Anwendbarkeit bildet, andererseits aber zu Einschränkungen der verschiedenen Interessengruppen (Datenverarbeitung, Fernmeldewesen) zwang.

Der Zeichenvorrat ist durch die Tabelle festgelegt. Er besteht aus Schriftzeichen (Ziffern, Buchstaben, Sonderzeichen) und Steuerzeichen. (Die Symbolik ist

gegenüber Bild 1 geändert. Auch das Internationale T. Nr. 2 läßt sich auf diese Weise anordnen. Es wurde bei Bild 1 jedoch die konventionelle Tabellenart benutzt.)

Die einzelnen Zeichen können durch ihre Bitkombination in der Reihenfolge b_7, b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1 oder durch die Angabe von Spalten- und Zeilennummer ihres Platzes in der Code-Tabelle gekennzeichnet werden. Beispiel:

Buchstabe A entspricht Bitkombination 1000001 oder Platz 4/1.

Die Kennzeichnung kann auch mit den Kennzuständen A und Z (A = binär 0 und Z = binär 1) vorgenommen werden. Bei diesem Beispiel somit: ZAAAAAZ.

Bei der Ordnung des Zeichenvorrates wurde auf eine gute Sortierfähigkeit Wert gelegt. Soweit natürliche Ordnungen wie Alphabet und Ziffernreihe ein Ordnungsprinzip anbieten, wurde eine binäre Sortierreihenfolge eingehalten. Darüber hinaus erhielten die Steuerzeichen eine niedrigere binäre Wertigkeit (b_7, b_6 sind 0) und sind deshalb von den Schriftzeichen leicht zu unterscheiden. Nur das Zeichen »Löschen

$b_4\,b_3\,b_2\,b_1$	Zeile \ Spalte	0	1	2	3	4	5	6	7
b_7		0	0	0	0	1	1	1	1
b_6		0	0	1	1	0	0	1	1
b_5		0	1	0	1	0	1	0	1
[illegible]	0	NUL	[illegible]	SP	0	@ (§)* ③	P	`	p
[illegible]	1	[illegible] SOH	[illegible]	!	1	A	Q	a	q
[illegible]	2	[illegible] STX	[illegible]	" ⑥	2	B	R	b	r
[illegible]	3	[illegible] ETX	[illegible]	£ # ⑦	3	C	S	c	s
[illegible]	4	[illegible] EOT	[illegible]	$ ¤ ⑦	4	D	T	d	t
[illegible]	5	[illegible] ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
[illegible]	6	[illegible] ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
[illegible]	7	BEL	ETB	' ⑥	7	G	W	g	w
[illegible]	8	FE0 BS	CAN	(	8	H	X	h	x
[illegible]	9	FE1 HT	EM	)	9	I	Y	i	y
[illegible]	10	FE2 LF ①	SUB	*	: ⑧	J	Z	j	z
[illegible]	11	FE3 VT	ESC	+	; ⑧	K	[(Ä)* ③	k	{ (ä)* ③
[illegible]	12	FE4 FF	(IS4) FS	,	<	L	\ (Ö)* ③	l	| (ö)* ③
[illegible]	13	FE5 CR ①	(IS3) GS	-	=	M	] (Ü)* ③	m	} (ü)* ③
[illegible]	14	SO	(IS2) RS	.	>	N	^ ④ ⑥	n	‾ (ß)* ④ ⑤
[illegible]	15	SI	(IS1) US	/	?	O	_	o	DEL

Bild 2.
Internationales Telegrafenalphabet Nr. 5, identisch mit 7-Bit-Code für Datenverarbeitung und Datenübertragung (DIN 66 003).

(DEL)« hat wegen seiner Verwendung in Lochstreifen die Stelle mit der höchsten Wertigkeit. Um Anwendern, denen der Zeichenvorrat nicht in allen Fällen ausreicht, eine Möglichkeit zu schaffen, den Standard-Code trotzdem zu benutzen, wurden Code-Erweiterungen vorgesehen (ESC, SO, DLE). Für die verschiedenen nationalen Wünsche nach speziellen Zeichen (im Deutschen z. B. den Umlauten) sind besondere Plätze für nationalen Gebrauch freigegeben. Die Darstellung des Codes auf Datenträgern ist in einer besonderen DIN-Norm (66 004) geregelt.

Die Struktur des Telegrafenalphabetes Nr. 5 auf Fernmeldewegen wird durch eine CCITT-Empfehlung geregelt (V. 4). Die Übertragung der Code-Kombinationen soll in der Reihenfolge $b_1 \ldots b_7$ erfolgen. Dem

Zu Bild 2:
( )* nationale Belegung entsprechend DIN 66 003. Stehen in der Klammer zwei Zeichen, so gilt vorzugsweise das jeweils erste. Die Benutzung bedarf der Vereinbarung.

Symbol 0 in der Tabelle entspricht auf Fernmeldewegen der Zustand A, dem Symbol 1 der Zustand Z. Der Code soll im allgemeinen mit einem Paritätsbit an achter Stelle (b_8) übertragen werden. Für Start-Stop-Verfahren werden gerade Parität, einfacher Startschritt und (in Wählnetzen doppelter, sonst einfacher) Stopschritt, für Synchron-Verfahren ungerade Parität gefordert.

Allgemein gültige Anmerkungen zum Telegrafenalphabet Nr. 5

① Die Steuerzeichen CR und LF sind für druckende Geräte bestimmt, die in getrennten Funktionen den Rücklauf des Wagens und den Vorschub einer Zeile vorsehen.

Bei Geräten, bei denen ein einziges Zeichen für Wagenrücklauf und Zeilenvorschub benutzt wird, erhält die Funktion FE 2 die Bedeutung von »New Line (NL) — Neue Zeile«. Die Benutzung bedarf der Vereinbarung.

Bei Geräten in öffentlichen Wählnetzen ist die Zusammenfassung der beiden Zeichen LF und CR zu einem einzigen Steuerzeichen nicht erlaubt.

② Im internationalen Verkehr bezeichnen die Symbole $ und £ nicht die Währung eines bestimmten Landes. In anderen Empfehlungen soll der Gebrauch dieser Symbole in Verbindung mit anderen graphischen Zeichen zur Kennzeichnung nationaler Währungen geregelt werden.

③ »Für nationalen Gebrauch«. Diese Plätze sind vorzugsweise für weitere Alphabetzeichen bestimmt. Wenn sie für diesen Zweck nicht benötigt werden, können sie für Sonderzeichen verwendet werden. Für die Plätze 4/0, 5/11 und 5/13 werden dann die Zeichen »kommerzielles á«, »eckige Klammer auf« und »eckige Klammer zu« empfohlen.

④ Den drei Plätzen 5/14, 6/0 und 7/14 sind im allgemeinen die diakritischen Zeichen »Zirkumflex«, »Gravis« und »Überstreichung« zugeordnet. Diese Plätze können aber auch für andere graphische Zeichen verwendet werden, wenn es erforderlich ist, mehr als die sieben Zeichen für den nationalen Gebrauch laut ③ zu bilden.

⑤ Für internationalen Verkehr hat der Platz 7/14 die Bedeutung »Überstreichung«, welcher auch entsprechend nationalen Wünschen die Bedeutung »~ (Tilde)« oder eines anderen diakritischen Zeichens zukommen kann, falls keine Gefahr zur Verwechslung mit anderen Symbolen der Tabelle gegeben ist.

⑥ Den Zeichen der Plätze 2/2, 2/7 und 5/14 entspricht die Bedeutung »Anführungszeichen«, »Apostroph« und »Aufwärtspfeil«. Sie nehmen die Bedeutung »Trema«, »Akut« und »Zirkumflex« an, wenn ihnen das Zeichen »Rückwärtsschritt (BS)« vorangeht oder folgt.

⑦ Für internationalen Verkehr haben der Platz 2/3 die Bedeutung des Symbols £ und der Platz 2/4 die Bedeutung des Symbols $. In Übereinstimmung zwischen Ländern, welche die Symbole £ und $ nicht anwenden wollen, können statt dessen ein »Nummernzeichen (♯)« und ein »Währungszeichen (¤)« an diesen Plätzen verwendet werden.

⑧ Wenn die Zahlen 10 und 11 als einzelne Zeichen benötigt werden (z. B. für Teilungen der Sterling-Währung, sollen sie an die Stelle der Zeichen »Doppelpunkt (3/10)« und »Semikolon (3/11)« treten. Die Benutzung bedarf der Vereinbarung. In öffentlichen Netzen ist diese andere Zuordnung nicht erlaubt.

Benennung der in der Code-Tabelle vorkommenden Sonderzeichen

Spalte/ Zeile	Schrift-zeichen		Benennung
2/0	(normalerweise nicht abgedruckt)		Zwischenraum (auch Steuerzeichen »SP«)
2/1	!		Ausrufungszeichen
2/2	"		Anführungszeichen
		⑥	Diäresis, Trema
2/3	£	②	Währungszeichen (Pfund)
	#	⑦ ()*	Nummernzeichen
2/4	$	②	Währungszeichen (Dollar)
	¤	⑦	Währungszeichen
2/5	%		Prozent
2/6	&		kommerzielles Und
2/7	'		Apostroph
		⑥	Akut (Akzent)
2/8	(		runde Klammer auf
2/9	)		runde Klammer zu
2/10	*		Stern
2/11	+		Pluszeichen
2/12	,		Komma
2/13	—		Minuszeichen
2/14	.		Punkt
2/15	/		Schrägstrich
3/10	:		Doppelpunkt
		⑧	10
3/11	;		Semikolon
		⑧	11
3/12	<		kleiner als
3/13	=		Gleichheitszeichen
3/14	>		größer als
3/15	?		Fragezeichen
4/0	@	③	kommerzielles à
	§	③ ()*	Paragraph
5/11	[	③	eckige Klammer auf
	Ä	③ ()*	Umlaut Großbuchstabe Ä
5/12	\	③ ()*	Schrägstrich nach links, oder
	Ö	③ ()*	Umlaut Großbuchstabe Ö
5/13	]	③	eckige Klammer zu
	Ü	③ ()*	Umlaut Großbuchstabe Ü
5/14	∧	④ ⑥	Aufwärtspfeil, Zirkumflex
5/15	_		Unterstreichung
6/0	`	④	Gravis (Akzent)
7/11	{	③ ()*	geschweifte Klammer auf, oder
	ä	③ ()*	Umlaut Kleinbuchstabe ä
7/12	|	③ ()*	senkrechter Strich, oder
	ö	③ ()*	Umlaut Kleinbuchstabe ö
7/13	}	③ ()*	geschweifte Klammer zu, oder
	ü	③ ()*	Umlaut Kleinbuchstabe ü
7/14	—	④	Überstreichung
	~	⑤	Tilde
	ß	④ ()*	Kleinbuchstabe ß

Erklärung der in der Code-Tabelle benutzten internationalen Kurzzeichen

Platz	Kurzzeichen	Benennung
0/0	NUL	Nil (Null)
0/1 und weitere	TC	Übertragungssteuerung (Transmission Control)
0/1	SOH	Anfang des Kopfes (Start of Heading)
0/2	STX	Anfang des Textes (Start of Text)
0/3	ETX	Ende des Textes (End of Text)
0/4	EOT	Ende der Übertragung (End of Transmission)
0/5	ENQ	Stationsaufforderung (Enquiry)
0/6	ACK	Positive Rückmeldung (Acknowledge)
0/7	BEL	Klingel (Bell)
0/8 bis 0/13	FE	Formatsteuerung (Format Effector)
0/8	BS	Rückwärtsschritt (Backspace)
0/9	HT	Horizontal-Tabulator (Horizontal Tabulation)
0/10	LF	Zeilenvorschub (Line Feed)
0/11	VT	Vertikal-Tabulator (Vertical Tabulation)
0/12	FF	Formularvorschub (Form Feed)
0/13	CR	Wagenrücklauf (Carriage Return)
0/14	SO	Dauerumschaltung (Shift-out)
0/15	SI	Rückschaltung (Shift-in)
1/0	DLE	Datenübertragungsumschaltung (Data Link Escape)
1/1 bis 1/4	DC	Gerätesteuerung (Device Control)
1/5	NAK	Negative Rückmeldung (Negative Acknowledge)
1/6	SYN	Synchronisierung (Synchronous Idle)
1/7	ETB	Ende des Datenübertragungsblocks (End of Transmission Block)
1/8	CAN	Ungültig (Cancel)
1/9	EM	Ende der Aufzeichnung (End of Medium)
1/10	SUB	Substitution (Substitute Character)
1/11	ESC	Umschaltung (Escape)
1/12 bis 1/15	IS	Informationstrennung (Information Separator)
1/12	FS	Hauptgruppen-Trennung (File Separator)

Platz	Kurzzeichen	Benennung
1/13	GS	Gruppen-Trennung (Group Separator)
1/14	RS	Untergruppen-Trennung (Record Separator)
1/15	US	Teilgruppen-Trennung (Unit Separator)
2/0	SP	Zwischenraum (Space)
7/15	DEL	Löschen (Delete)

Erläuterungen zur Code-Tabelle

1. Schriftzeichen

Die in der Code-Tabelle mit ③ oder ④ versehenen Bitkombinationen sind die sogenannten »nationalen Plätze« für wahlweisen Gebrauch innerhalb der einzelnen Länder. Hier können dann entsprechend den besonderen Bedürfnissen zusätzliche Buchstaben und Sonderzeichen eingesetzt werden. Bei internationalem Datenaustausch ist eine Vereinbarung über diese Plätze erforderlich. In der deutschen Norm ist für Platz 2/3 das Nummernzeichen als Verzugsbelegung gewählt worden.

2. Übertragungssteuerzeichen

Diese Zeichen sind ausschließlich dazu bestimmt, den Betriebsablauf der Übertragung von digitalen Daten zwischen Datenstationen zu steuern.

Zu dieser Gruppe gehören:
SOH, STX, ETX, EOT, ENQ, ACK, DLE, NAK, SYN, ETB

3. Formatsteuerzeichen

Diese Zeichen bestimmen die Anordnung der Daten auf Datenträgern für die Ein- und Ausgabe und damit gegebenenfalls auch ihre Gliederung. Die angegebene Bedeutung der einzelnen Zeichen gilt für zeichenweise druckende Geräte (z. B. Schreibmaschinen und Fernschreibgeräte). Bei anderen Geräten dürfen diese Zeichen mit verwandter Bedeutung benutzt werden; hierzu bedarf es aber besonderer Vereinbarungen.

Zu dieser Gruppe gehören:
SP, BS, HT, LF, VT, FF, CR

4. Gerätesteuerzeichen

Diese Zeichen dienen zum Steuern von Zusatz- und Hilfsgeräten in Datenverarbeitungsanlagen und Übertragungssystemen, insbesondere zum Ein- und Ausschalten dieser Geräte. Beispielsweise können sie bei Lochstreifenbetrieb folgendermaßen benutzt werden:

DC 1 — Erster Locher ein
DC 2 — Zweiter Locher ein
DC 3 — Abtaster ein
DC 4 wird zum Abschalten der Geräte verwendet.

Das Benutzen der Gerätesteuerzeichen bedarf besonderer Vereinbarungen.

5. Informationstrennzeichen

Die vier Trennzeichen
Teilgruppen-Trennung (US)
Untergruppen-Trennung (RS)
Gruppen-Trennung (GS) und
Hauptgruppen-Trennung (FS)
dienen zur logischen Gliederung von Daten. Sie werden in der vorstehenden Rangfolge verwendet, wobei die Teilgruppe die kleinste Einheit ist.

6. Steuerzeichen zur Code-Erweiterung

Mit den Zeichen ESC, SO/SI und DLE können Zeichen in bestimmter Weise außerhalb der Code-Tabelle interpretiert werden. Hierzu bedarf es besonderer Vereinbarungen.

7. Sonstige Steuerzeichen

Dazu gehören NIL (NUL), BEL, CAN, EM, SUB, DEL.

Das Telegrafenalphabet Nr. 3 ist ein gleichgewichtiger Sieben-Schritte-Code, der in Multiplex-ARQ-System verwendet wird (CCITT-Empfehlung S. 13). Es dient zur Umsetzung des Alphabetes Nr. 2 unter Hinzufügung von Redundanz auf dem Übertragungsweg, die zur Fehlererkennung benutzt wird.

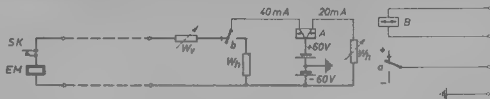
Das Telegrafenalphabet Nr. 4 ist ein Sechs-Schritte-Code, der für Kabel-Mux-Systeme benutzt wird. Es dient ebenfalls zur Fehlererkennung auf dem Übertragungsweg und übersetzt den Zeichenvorrat des Alphabetes Nr. 2.

Literatur: Vollzugsordnung für den Telegrafendienst, Genf 1958 — Dokumente der ISO und des CCITT, DIN-Norm 66 003 — H. Gabler, Der 7-Bit-Code für Datenverarbeitung und Datenübertragung, Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen, Heft 11/1967.
W. Tietz

Telegrafenamt → Ämter des Fernmeldewesens.

Telegrafenanlage ist die Telegrafenlinie einschl. der zu ihrem Betriebe erforderlichen Einrichtungen (Apparate, Vermittlungseinrichtungen, Batterien usw.). Über den Begriff der T. im Sinne des FAG s. unter Telegraf und Telegrafenhoheitsrecht.

Telegrafenanschlußschaltung (TAn). Die Ortskreise von Telegrafie-Verbindungen — das sind die Verbindungswege innerhalb von Telegrafenübertragungs- und vermittlungsstellen — werden im Vierdraht-Doppelstrom-Verfahren betrieben. Der Telegrafenapparat selbst und die Anschlußleitung werden jedoch meist im Zweidraht-Einfachstrom-Verfahren betrieben. Die Umsetzung von Vierdraht-Doppelstrom-Betrieb in Zweidraht-Einfachstrom-Betrieb und umgekehrt geschieht



Prinzip der TAn mit Unterbrechungstastung des Einfachstromkreises.

in Telegrafenanschlußschaltungen (s. Bild). Ist die Endstelle an eine Vermittlungsstelle angeschlossen, so hat die TAn auch die Aufgabe, die Schaltkennzeichen zu verarbeiten.

Für den unmittelbaren Anschluß von Fernschreibstellen des Telex- und des Telegrammnetzes ist die Anschlußschaltung in der Schaltung des Teilnehmer-Anschlußorgans der Vermittlungsstelle enthalten.

Für den Anschluß von Telex- und Telegrafenstellen über Telegrafen-Kanäle (Fernanschlußschaltung) sowie für den Einsatz in Sondernetzen werden jedoch Anschlußschaltungen als selbständige Baueinheiten benötigt, die in Gestellen (ältere Bauweise AN 39) oder in Schränken (neuere Bauweise TAnSB 36) zusammengefaßt sind.

Zur Umsetzung von Einfachstrom in Doppelstrom wird in den TAn das A-Relais nach dem Prinzip der → Differenzschaltung betrieben. Der Einfachstromkreis kann nach dem Prinzip der Kurzschlußtastung oder der Unterbrechungstastung betrieben werden.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 62 — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 607 — Biehler, Jahrbuch d. el. Fernmeldewesens, 1965, S. 313.

Biehler

Telegrafenapparat. Gerät, das an Telegrafenleitungen betrieben wird. Die meisten T. arbeiten nach dem Prinzip der → Digitalübertragung, Ausnahme: Bildtelegrafenapparate mit → Analogübertragung.

Telegrafenbauamt. Frühere Bezeichnung für Fernmeldebauamt; → Ämter des Fernmeldewesens.

Telegrafenbüro. Früher gebräuchliche Bezeichnung für gewerbliche Unternehmungen zur schnellen, hauptsächlich telegrafischen Verbreitung öffentlich wichtiger Nachrichten. → Geschichte des Fernmeldewesens unter 1.2.

Telegrafengleichung. Die Abnahme der Spannung längs einer Leitung rührt erstens vom Spannungsabfall her, den der Leitungsstrom im Leitungswiderstand erzeugt, zweitens von dem induktiven Spannungsabfall in der Induktivität der Leitungsschleife. In Zeichen:

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RJ + L\frac{\partial J}{\partial t},$$

(V Spannung, J Stromstärke, R Widerstand je Längeneinheit, L Induktivität je Längeneinheit der Leitung.) Der Strom nimmt ab, weil ein Verluststrom über die Ableitung fließt, der von mangelhafter Isolation oder von den elektrischen Verlusten im Isolationsmaterial herrührt; zweitens weil ein Ladestrom über die Kapazität der Leitung fließt. Also

$$-\frac{\partial J}{\partial x} = GV + C\frac{\partial V}{\partial t},$$

(G Ableitung und C Kapazität der Leitung, beides je Längeneinheit gerechnet.) Diese beiden Leitungsgleichungen werden auch häufig zur Telegraphengleichung vereinigt:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = RGV + (RC + LG)\frac{\partial V}{\partial t} + LC\frac{\partial^2 V}{\partial t^2};$$

dieselbe Gleichung gilt auch für die Stromstärke J. Über Lösungen dieser Gleichungen → Leitungstheorie I, 1 und → Wellenausbreitung (auf Leitungen).

Literatur: Courant-Hilbert, Methoden der mathematischen Physik, Bd. 2, Berlin 1937 — Smirnow, Lehrgang der höheren Mathematik, Teil 2, Berlin 1955.

Telegrafenkabel, Kabel für den Telegrafenbetrieb. Heute nur noch als → Telegrafen-Seekabel in Benutzung. Älteste Art der → Telegrafen-Landkabel mit Einzeladern, die durch Guttaperchaumpressung bzw. Faserstoff- oder feste Papierbespinnung isoliert waren (Guttaperchakabel, Faserstoffkabel, Papierkabel); neuzeitlichere T. mit papierisolierten, paarverseilten Kupferleitern von 0,9 mm Durchmesser in der Bauart der Bezirkskabel; in Fernkabeln Benutzung einzelner Aderpaare für den Telegrafenbetrieb (Wechselstromtelegrafie).

Telegrafenkanal ist ein Übertragungsweg zur Übermittlung digitaler Signale. Je nachdem, ob der T. durch Verwendung eines Wechselstromtelegrafiesystems, eines Gleichstromtelegrafiesystems oder eines Mux-Systems geschaffen wurde, spricht man von einem WT-Kanal, GT-Kanal oder Mux-Kanal.

Telegrafenlandkabel. 1. Telegrafen-Erd- und -Flußkabel.

Heute nicht mehr in Benutzung; bis Anfang der 30er Jahre in ihrer ursprünglichen Zweckbestimmung in Betrieb.

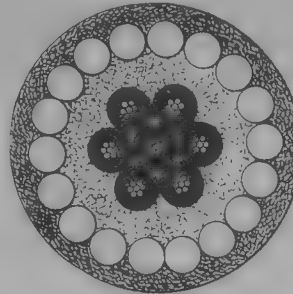


Bild 1. Guttapercha-Erdkabel.

1.1. Ältere Telegrafen-Erd- und -Flußkabel mit → Guttaperchaisolierung. Als stromführende Leiter anfänglich Vollkupferdrähte, später Litzenleiter verwendet (Bild 1 u. 2).

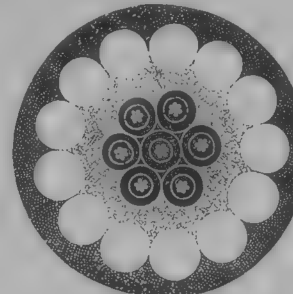


Bild 2. Guttapercha-Flußkabel.

Aufbau:

Sieben Adern wurden zur Kabelseele vereinigt. Zur Bewehrung des Kabels dienten anfangs 10 verzinkte Eisendrähte von je 4 mm Stärke, später 16 bis 18 von

3,75 mm Stärke. Diese Drähte sollten auf je 23 bis 26 cm Kabellänge einen Umgang um das Kabel bilden (Schlaglänge) und vollständig dicht aneinander schließen.

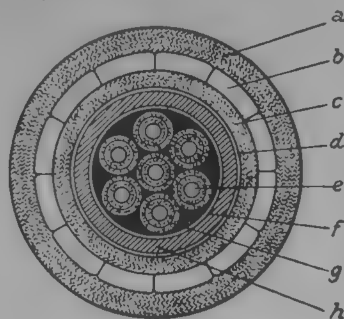
Die elektrischen Eigenschaften der Kabeladern waren:

Leitungswiderstand	bei	$15°C = 7{,}5\ \Omega/km$
Isolationswiderstand	bei	$15°C = 500 \cdot 10^6\ \Omega/km$
Kapazität	bei	$15°C = 0{,}2$ bis μ $0{,}24$ F/km

Bei den Guttapercha-Flußkabeln waren die 7 Drähte der Kupferlitze je 0,73 mm stark. Die Kupferlitze war zunächst mit Chatterton-Compound umgeben, dann folgte zweimal je 1 Lage Guttapercha und 1 Lage Chatterton-Compound, dann eine dritte Lage Guttapercha. Die übrige Konstruktion entsprach derjenigen der Guttapercha-Erdkabel; doch waren die eisernen Bewehrungsschutzdrähte erheblich stärker.

1.2. Telegrafen-Erd- und -Flußkabel mit → Faserstoffisolierung und Bleimantel

Nach dem Erfolg, den faserstoffisolierte und mit Bleimantel versehene Starkstrom- und Fernsprechkabel aufzuweisen hatten, verließ man in der zweiten Hälfte der 90er Jahre das verhältnismäßig teuere Guttapercha-Telegrafenkabel und verwendete zunächst als Landkabel, sowohl als Erd- als auch als Röhrenkabel, faserstoffisolierte Telegrafenkabel mit Bleimantel (Bild 3).



a = Juteumspinnung zwischen Asphaltschichten
b = Bewehrung
c = getränkte Juteumspinnung
d = Papierlage zwischen Compoundschichten
e = Kupferleiter 1,5 mm Durchmesser
f = Bandumspinnung getränkt
g = Umspinnung mit 2 Lagen (Jutegarn)
h = Bleimantel.

Bild 3. Faserstoffkabel.

Die wesentliche Verbilligung gegenüber dem Guttaperchakabel lag in den geringen Herstellungskosten und dem größeren Fassungsvermögen begründet.

1.3. Papier-Luftraumkabel

Während noch die Faserstoffkabel in Erprobung waren, wurden auch Kabel mit einer Art Papier-Luftraum für Telegrafenzwecke entwickelt analog der gleichen Entwicklung bei Fernsprechkabeln. Der Grundgedanke war, möglichst viel Luftraum um den Leiter zu schaffen, um dadurch die Kapazität der Ader zu senken.

Es wurden 4-, 7- und 14adrige derartige Kabel hergestellt.

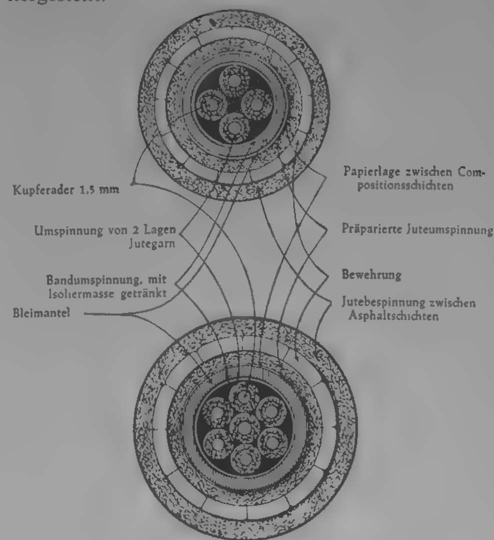


Bild 4.
4- und 7adriges Telegrafen-Erdkabel mit Faserstoffisolation.

Die Kabel hatten folgenden Aufbau:

Als stromführende Leiter wurden Rundkupferdrähte von 1,85 mm ⌀ verwendet. Sie wurden in die Höhlungen eines sternförmig gefalteten, imprägnierten Papiers gebettet. Bei den 7adrigen Kabeln befindet sich eine Ader in der Mitte des Papiersternes (Bild 5), die 6 übrigen in den äußeren Papierfalten.

Bei den 14adrigen Kabeln wurde ein Kern von 4 Adern auf die gleiche Weise gebildet; um diesen wurden 10 weitere Adern, ebenso isoliert, als Außenlage verseilt. Die Kabelseele wurde mit imprägniertem Papier und Baumwollband bewickelt und mit einem Bleimantel von 1,8 mm Dicke (3 % Zinnzusatz) umpreßt. Darüber kam eine Bewicklung mit asphaltiertem Band (Bild 6).

Als Bewehrung dienten zunächst verzinkte runde Eisendrähte für Erdkabel und verzinnte Flachdrähte für Röhrenkabel.

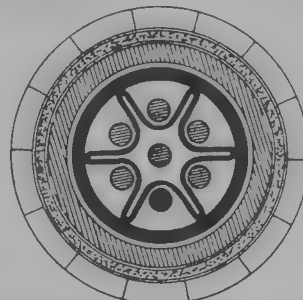


Bild 5. 7adriges Telegrafenkabel mit Luftraumisolierung 1892.

Ein Leiter der äußeren Lage war als Zählleiter verzinnt. Die elektrischen Werte lagen bei 7,5 SE (7,06 Ω)/km bei 15° C für den Widerstand, 500 · 10⁶ SE für Isolationswiderstand und 0,12 μF für die Kapazität.

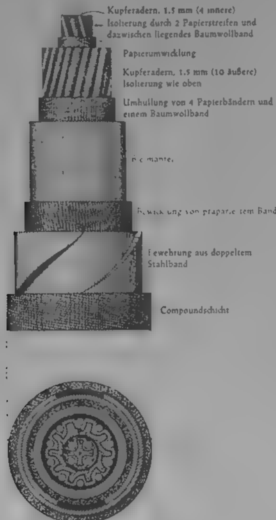


Bild 6. 14adriges Telegrafen-Erdkabel mit Luftraumisolierung und getränktem Papier.

2. Telegrafenkabel neuerer Art

Bevor Fernkabelleitungen für Unterlagerungstelegrafie oder Wechselstromtelegrafie benutzt wurden, gab es einige spezielle Telegrafenkabel nach Art der Fernleitungskabel (jetzt Bezirkskabel) mit 0,8, 0,9 und 1,5 mm Doppeladern und Papierisolierung, die heute zum kleinen Teil noch als Ortskabel in Betrieb sind. *Knebel*

Telegrafenleitung ist die dauernde Verbindung zwischen zwei Endstellen oder Vermittlungsstellen, die keine dazwischenliegende Vermittlungseinrichtungen enthält. Eine Telegrafenleitung besteht aus einem → Telegrafenkanal oder aus mehreren hintereinandergeschalteten Telegrafenkanälen.

Telegrafennetz für den Allgemeinen Telegrafendienst (Telegrammdienst) dient zur Übermittlung von Telegrammen und umfaßt als Oberbegriff 1. das → Telegrafenwählnetz (Tgw-Netz) einschließlich des bei der DBP integrierten → Gentexnetzes, 2. alle → Telegrafenstandverbindungen (TG) nach dem In- und Ausland und 3. das → Umtelegrafiernetz.

Telegrafenordnung (TO) vom 30. 6. 1926 in der Fassung vom 22. 12. 1938 (Amtsbl. S. 849 = BGBl. III 9027–1). Die TO regelt die Rechtsbeziehungen zwischen der DBP und den Benutzern ihrer Anlagen auf dem Gebiet der Telegrafie. Sie beruht auf § 4 des Gesetzes zur Vereinfachung und Verbilligung der Verwaltung vom 27. 2. 1934 (RGBl. I S. 130). Die TO enthält auch die für das öffentliche Fernschreibnetz (Teilnehmer-Fernschreibdienst) und für das Datexnetz maßgebenden benutzungsrechtlichen Normen (§§ 32, 32a TO), abgesehen von den Gebühren, die in der Verordnung über Gebühren für Nebentelegrafen und für den Fernschreibdienst vom 12. 6. 1942 (Amtsbl. S. 415) zusammengefaßt sind, und erklärt die Bestimmungen der FeO über das Verhältnis des Fernsprechteilnehmers zur DBP, insbesondere über die Gebührenpflicht, die Mindestüberlassungsdauer, die Kündigung, die Sperre und die Haftung auf das Fernschreib- und Datexteilnehmerverhältnis für sinngemäß anwendbar (§ 32 II, § 32a II TO). Die TO gilt auch für den Telegrafendienst mit dem Ausland, soweit nicht der IFV nebst der Vollzugsordnung für den Telegrafendienst oder besondere Verträge (→ Internationaler Fernmeldevertrag nebst → Vollzugsordnungen) und Abkommen etwas anderes vorsehen (§ 33). Eine Haftung übernimmt die DBP im Telegrafendienst nicht (→ Haftung der DBP). Bestandteil der TO sind auch die Anlagen A und B, die die Gebührensätze für den Telegrafendienst bzw. die gebührenpflichtigen Dienstvermerke enthalten. → Allgemeine Dienstanweisung (ADA VI, 1).

Die zur TO erlassenen → Ausführungsbestimmungen, die keine Gesetzeskraft haben und die durch Amtsblatt-Verfügungen ergänzt bzw. geändert worden sind, erläutern die Texte der Verordnung. *Aubert*

Telegrafenseekabel (→ Seekabelnetz und → Geschichte des Fernmeldewesens 2.1.6) werden heute nicht mehr gebaut und ausgelegt. An ihre Stelle sind Fernsprech-Seekabel getreten, von denen einzelne Stromwege für Telegrafenzwecke benutzt werden. Die letzten, seit langer Zeit ausgelegten T. wurden 1968/69 außer Betrieb genommen. Als Vorläufer der Fernsprechseekabel verdient ihre Entwicklung kurz festgehalten zu werden.

1. Technischer Aufbau (→ Seekabelaufbau). See-Telegrafenleitungen als Einfachleitungen mit Erde als Rückleitung betrieben; dabei dient die See, und nur zum geringen Teil die Bewehrung, als Rückleitung. Telegrafierströme kann man als eine Übereinanderlagerung von Wechselströmen auffassen. Der Telegrafier-Rückstrom durch das Meer drängt sich an der inneren Oberfläche der See, d. h. in der Nähe des Kabels zusammen; dadurch wird die Induktivität des Kabels verringert, und es wird der Widerstand der Rückleitung erhöht. Bewehrungsdrähte beeinflussen wegen ihrer hohen magnetischen Permeabilität die Stromverteilung so, daß ein großer Prozentsatz des Rückstromes nicht im Wasser, sondern in den Bewehrungsdrähten fließt (Abhilfe: Kupferbänder unter Bewehrungsdrähten setzen Verlustwiderstand des wirksamen Rückleiters herab, jedoch große Aufwendungen für spürbaren Erfolg).

Klassischer Aufbau eines einadrigen Telegrafen-Seekabels: Zentraler Kupferleiter, Isolierung, ggf. Metallband zum Schutz gegen Schädlinge, Schutzpolster, Bewehrung, Äußere Schutzschichten.

Ausführungsform:

Kupferlitze, ggf. mit Krarupdraht oder Krarupband umwickelt, darüber 2 bis 3 Lagen Guttapercha; für geringe Wassertiefen Umwicklung der isolierten Ader mit Messingband, hierüber mit Erdwachs getränktes Baumwollband, sodann 1 bis 2 Lagen Jutegarn und eine Bewehrung aus Eisendrähten, bei Tiefseekabeln aus mit Band umwickelten Stahldrähten. Bei Küstenkabeln meist noch eine 2. Bewehrungslage, bestehend aus Jute und Eisendrahtbewicklung. Bei dem im Anschluß an die Küstenstrecke verlegten Kabeln unterscheidet man schweres und leichtes Zwischenkabel und schweres und leichtes Tiefseekabel. Erhöhung der Induktivität der Kupferlitze durch Bewickeln mit Krarupdraht oder -band erreicht.

2. Planung

Zur Planung eines T. erreichbare Telegrafiergeschwindigkeit für den zu bewältigenden Verkehr zu Grunde gelegt. Sie hängt von Länge des Kabels, seinen elektrischen Eigenschaften und von den Endschaltungen und Endapparaten ab. Leitfähigkeit ist proportional der Dicke des Kupferleiters. Elektrostatische Kapazität um so kleiner, je dicker Guttaperchaisolierung. Ableitung durch Art und Dicke der Guttapercha bestimmt.

Induktivität hängt von Permeabilität und Dicke des Krarupdrahtes oder -bandes auf dem Kupferleiter (Litze) ab; ist zu vernachlässigen, wenn Krarupisierung fehlt. Verhältnis von Kupfer, Krarupdraht (oder Band) und Guttapercha so gewählt, daß verlangte Telegrafiergeschwindigkeit mit Minimum an Kosten erreicht wird. Möglichkeit eines Duplexbetriebes steigert Leistungsfähigkeit eines T. sehr (bis zu 80%).

3. Technische Entwicklung

3.1. Erste Telegrafen-Seekabel

Das erste, 1850 zwischen Dover (England) und Kap Gris Nez (Frankreich) verlegte Telegrafen-Seekabel hatte keine Bewehrung. Die Festigkeit der Kabelader genügte der Zugbeanspruchung bei einer Verlegetiefe von maximal etwa 55 m. Das Kabel wurde aber bereits einen Tag nach der Auslegung, wahrscheinlich durch Scheuern auf dem felsigen Meeresgrund, schadhaft und mußte aufgegeben werden. Die in der folgenden Zeit ausgelegten Kabel erhielten eine Runddrahtbewehrung, wie die Bilder 1, 2 und 3 zeigen:

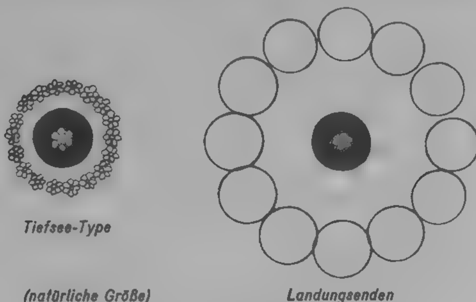


Bild 1. Erstes Atlantisches Kabel 1857/58.

Tiefseetype: Außendurchmesser 16 mm, Bewehrung 18 Litzendrähte aus 7 je 0,71 mm starken unverzinkten Drähten aus Holzkohleneisen; Gewicht des Kabels in der Luft 1016 kg/sm, im Wasser 685 kg/sm; Zerreißfestigkeit 3300 kg; Gewicht der Ader 107 lbs für den Kupferleiter, 261 lbs für die Guttaperchaisolierung.

Landungsenden: 12 Bewehrungsdrähte von je 7,6 mm ∅.

Nach 2 erfolglosen Versuchen wurde dieses Kabel nach der 3. mit Erfolg durchgeführten Auslegung bereits etwa nach knapp 2 Monaten unbrauchbar.



Bild 2. Zweites Atlantisches Kabel 1865/66.

Tiefseetype: Bewehrung bestehend aus 10 Litzen, jeweils ein verzinkter Stahldraht, 2,4 mm ∅, mit 5fädiger Hanfumspinnung. Durchmesser des Kabels 28 mm, Zerreißfestigkeit 7875 kg. Gewicht in der Luft 1820 kg/sm, im Wasser 710 kg/sm.

Küstenkabel: Zweite Bewehrung aus 12 Litzen, jede bestehend aus 3 Drähten von 7,2 mm ∅.

Das Kabel brach bei den Verlegearbeiten nach Auslegung von 1184 Seemeilen und konnte aus einer Tiefe von 3570 m s. Zt. nicht mehr hochgehoben werden.

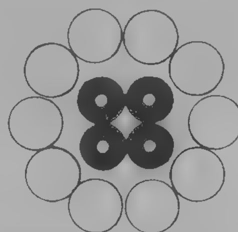


Bild 3. Seekabel Dover–Kap Sangatte (bei Calais) von 1851 bis 1936 in Betrieb.

Als Ersatz wurde ein neues Kabel unter grundsätzlicher Beibehaltung des Aufbaues der Tiefseetype gebaut; es wurde nur Stahl von weicherer Qualität verwendet, außerdem erhielten die Drähte eine Verzinkung, und die Hanfumspinnung wurde nicht mehr mit Compound getränkt. Die Konstruktion der Lan-

dungsenden war anders, man verwendete 12 Runddrähte von je 11 mm Durchmesser, über die eine compoundierte Juteschicht aufgebracht wurde. Die Auslegung dieses Kabels gelang im Jahre 1866; es wurde auch das im Jahr zuvor verlorengegangene erste Kabel wieder gefunden und ebenfalls in Betrieb genommen. Dieser Tiefseetyp wurde zunächst für die folgenden transozeanischen Kabel beibehalten.

3.2. Telegrafen-Seekabel aus den Jahren 1879–1894 (Bilder 4 bis 9):

Bei den ersten Kabeln bis zum Jahr 1879 betrug beim Tiefseetyp der Anteil des Stahls 30–35%, der von Hanf und Compound 40–50% des Gesamtgewichts. Das war insofern von Vorteil, als das Kabel verhältnismäßig langsam bei der Auslegung in die Tiefe sank, die Zugbeanspruchung also niedrig war. Der Spielraum in der Bruchfestigkeit des Kabels war jedoch sehr gering, so daß die Kabel bei einer Wiederaufnahme (Reparatur) häufig brachen. Auch machte sich die starke Oberflächenreibung durch den rauhen, äußeren Hanf sehr nachteilig bemerkbar. Aus diesem Grund Stahlanteil auf 40–50% des Gesamtgewichts erhöht.

Neuer Tiefseetyp geschaffen; Bewehrung aus 18 verzinkten Stahldrähten von 2,41 mm ⌀, unmittelbar nebeneinander gelegt, darüber Manilahanf und Asphalt. Kabel ließ sich schwerer in Tanks einlegen wegen Fehlens eines Zwischenraumes (Spiel) zwischen einzelnen Bewehrungsdrähten.

Ab 1894 jeder einzelne gut verzinkte Bewehrungsdraht mit getränktem Baumwollband umwickelt (getapt); hierdurch größerer Korrosionsschutz, Kabel leichter, trotzdem genügend hohe Zerreißfestigkeit bei Wiederaufnahme (3- bis 4faches des berechneten Aufnahmezuges). Diese »getapten« Drähte bis Ende des 2. Weltkrieges verwendet.

Herstellung von Kurzschlagkabeln mit doppelter Bewehrung mit z. B. 3 Einzeladern; äußerer Durchmesser 72 mm, äußere Kurzschlagbewehrung aus 6 runden Eisendrähten von 8,64 mm ⌀; innere Bewehrung 15 runde Eisendrähte von 7,62 mm Durchmesser.

Kabeltypen des 1900 verlegten 1. Azorenkabels Emden–Borkum–Fayal (Azoren)–New York (Bild 10):

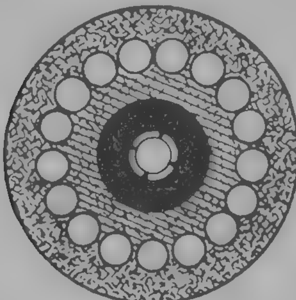


Bild 4. Tiefseekabel mit dünnen Schutzdrähten aus Stahl.

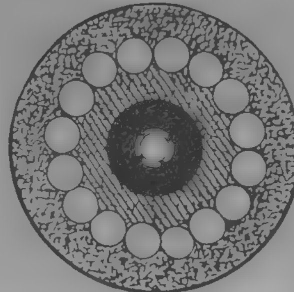


Bild 5 Tiefseekabel mit etwas stärkeren Schutzdrähten aus Stahl.

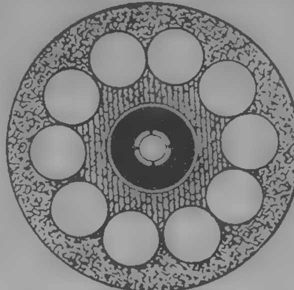


Bild 6. Leichtes Zwischenkabel mit einem Messingband über der Ader (Teredoband) und eisernen Schutzdrähten.

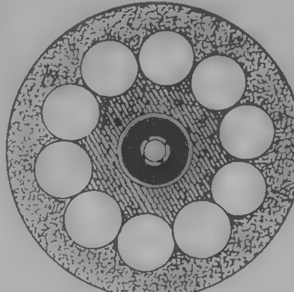


Bild 7. Schweres Zwischenkabel mit stärkeren Schutzdrähten.

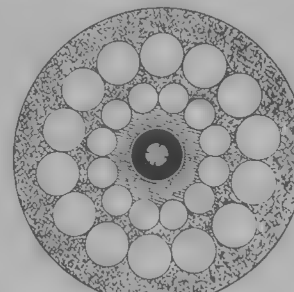


Bild 8. Küstenkabel mit doppelten eisernen Schutzdrähten.

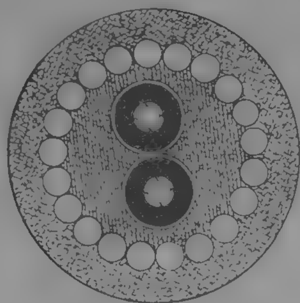


Bild 9. Erdungskabel mit zwei Adern, jede mit Messingband umgeben. Die zweite Ader dient als Erdrückleitung.

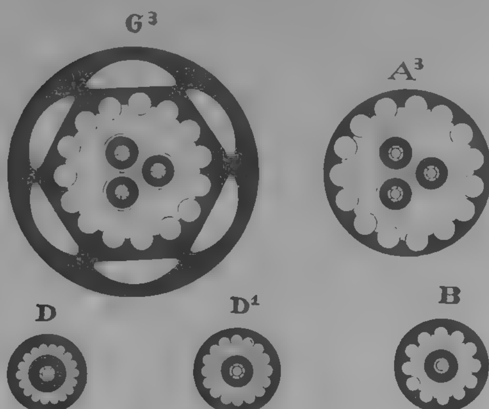


Bild 10. Kabeltypen des 1926 verlegten Telegrafen-Seekabels Emden - Borkum - Azoren.

3.3. Haupttypen der Telegrafen-Seekabel

Etwa um 1890 führt man Typenbezeichnungen ein, die heute noch — auch bei Fernsprech-Seekabeln — gebräuchlich und anerkannt sind (→ Seekabelaufbau unter 8.).

3.4. Deutsche Seekabel nach 1926

3.4.1. Azorenkabel von 1926 (→ Deutsche Telegrafen-Seekabel unter 2.3.)

Das Kabel ist ein sog. Permalloykabel und hat folgenden Aufbau:

Als Leiter dient eine Kupferlitze, bestehend aus einem 3,5 mm starken Mittelleiter, um den 6 je 0,35 mm starke und 2 mm breite Kupferbänder herumgelegt sind. Der Leiter ist umgeben von einem Permalloyband von 0,15 mm Dicke und 2,5 mm Breite. Die einzelnen Windungen des Permalloybandes auf dem Leiter haben einen kleinen Abstand voneinander. Der Zweck ist, zu verhüten, daß sich um den Kupferleiter ein röhrenförmiger Permalloyleiter bildet, der sich ungünstig auf die Induktivität des Kabels auswirken würde. Über dem Permalloy befindet sich eine Schicht von plastischem Asphalt. Auf diese Weise bleibt der Leiter unter der Guttaperchahülle etwas beweglich, was sich vorteilhaft bei der Kabelauslegung und dem großen Wasserdruck in der Tiefsee auswirkt, weil so die Guttaperchaschicht ausgleichend wirken und Deformationen des Permalloybandes erschweren kann. Die Guttaperchahülle ist in 3 Schichten aufgebracht. Mit Ausnahme des leichten Tiefseekabels (Typ D) haben alle Kabeltypen als besonderen Schutz ein 0,1 mm starkes und 20 mm breites Messingband um die Guttaperchahülle. Hierüber folgen 1 Lage tanniertes (gegerbtes) Band, 2 Lagen Jutebewicklung und schließlich die Bewehrungsdrähte. Letztere sind — jeder Draht für sich — geteert, bei den Tief-

Haupttypen des Azorenkabels (Bilder 10 u. 11).

Type	Adern	Bewehrungsdrähte mm	Durchmesser mm	Gewicht (in Luft) to/sm	Bemerkungen
A Küstenkabel mit Bleimantel	3+)	17 × 7,62	56	17,974	Landungskabel Borkum und Horta
A Küstenkabel	3+)	15 × 7,62	51	13,949	Nur Küstenkabel Borkum
G Küstenkabel	3+)	6,8 × 64 / 15 × 7,62	71	31,423	Küstenkabel Horta, doppelte Bewehrung
E Flachseekabel	2+)	15 × 7,21	49	12,428	Schweres Zwischenkabel an beiden Enden
B Übergangskabel	2+)	20 × 5,08	46,5	9,015	Übergang von Flach- in Tiefsee, Azorenseite
D^1 Übergangskabel	2+)	24 × 3,4	41,5	6,284	Leichtes Übergangskabel, Azorenseite
E Flachseekabel	1	10 × 7,21	34	7,716	Schweres Flachseekabel
B Übergangskabel	1	12 × 5,08	31,5	5,008	Schweres Übergangskabel, europäische Seite
D^1 Übergangskabel	1	16 × 3,05	28	2,949	Leichtes Übergangskabel an beiden Enden
D Tiefseekabel	1	18 × 2,11	23,5	1,836	Tiefseekabel

+) Die 2. und 3. Ader bei einzelnen Typen dienen als Erdleitung für die Batterie (Type A und G) sowie als Induktionsschutz (Type A, G, E, B, D^1)

seetypen umsponnen und durch eine doppelte Lage Jute bzw. Hessiansband geschützt. Das Kabel enthält je Seemeile: 500 (engl.) Pfund Kupfer, 335 (engl.) Pfund Guttapercha, 63 (engl.) Pfund Permalloyband. Die

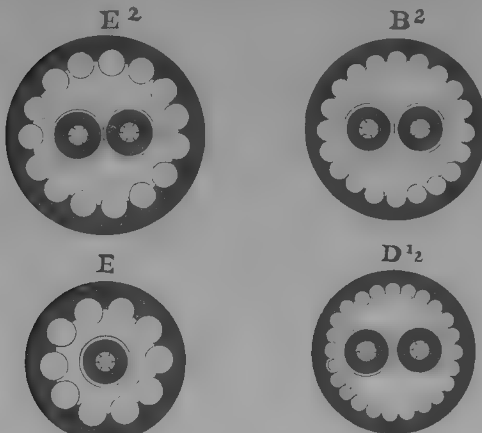


Bild 11. Weitere Kabeltypen des Azoren-Kabels.

mittlere Induktivität des Kabels beträgt 100 mH/sm bei 5 mA und 50periodischem Strom. Die Kapazität hat den Wert von 0,39 μF/sm. Die Gesamtdämpfung beläuft sich auf höchstens 7,5 Neper.

3.4.2. Vigo-Kabel von 1929/53,

Siehe → Deutsches Telegrafen-Seekabelnetz unter 2.4.

Zusammensetzung:

Gesamtlänge: 1137,568 nm		
davon entfallen auf	nm	Ader-Bauart
Küstenkabel und Anlandungen	6,097	B^2
		AB^2
		AB^3
Flachseekabel	585,787	E
Flachseekabel in Gebieten mit starker Gefährdung durch Seefischerei und Schiffsanker	135,577	BB
		ED
		E^1D
		EB
		E^1B
		EE
		AD
		AB
Leichtes Zwischenkabel	4,008	B
Schweres Tiefseekabel	128,964	D^1
Leichtes Tiefseekabel	313,870	D

Knebel

Telegrafenstandverbindungen. Fest geschaltete »Punkt-zu-Punkt-Verbindungen« (point-to-point-circuits) über Kabelkanäle (mit Fernschreibern im Duplex-verfahren betrieben) oder über Funkkanäle (mit Fernschreibern oder Schnellmorseapparaten betrieben); für den Telegrammdienst der DBP zur Verbindung von jeweils 2 Telegrafenstellen nur noch in Ausnahmefällen angewendet, wenn das Telegrafenwählverfahren (Inland/Gentex) nicht möglich ist (z. B. im Verkehr mit dem Ausland). Kurzbezeichnung »TG«. Besonderes Betriebsverfahren mit Leitungslaufnummern und Laufnummernprüfverfahren.

Telegrafenstelle (TSt), dient zur Annahme und/oder Zustellung von Telegrammen des Allgemeinen Telegrafendienstes und ist ggf. vereinigt mit einer Endtelegrafenstelle. Die DBP hat insgesamt rd. 39 000 TSt bei ihren Ämtern und Amtsstellen.

Telegraphentechnisches Reichsamt → Fernmeldetechnisches Zentralamt.

Telegrafenübertragungsstelle ist die Fernmeldebetriebsstelle, in der die Telegrafenübertragungseinrichtungen (Wechselstromtelegrafieeinrichtungen, Gleichstromtelegrafieeinrichtungen, Mux-Einrichtungen, Telegrafen-Anschlußeinrichtungen und Telegrafen-Knoteneinrichtungen) betrieben werden. Die Dienststelle, die den technischen Betrieb an Telegrafenübertragungseinrichtungen wahrnimmt, heißt laut Gliederungsrichtlinien für FÄ und TÄ »Dienststelle TÜ«.

Telegrafenübertragungssysteme sind Einrichtungen, die Telegrafenkanäle liefern. Je nach der Art des zur Verfügung stehenden Übertragungsweges benutzt man → Wechselstromtelegrafie (WT), → Gleichstromtelegrafiesysteme, → ARQ-Mux-Systeme oder → Kabelmux-Systeme.

Telegrafenwählnetz (Tgw-Netz) der DBP ist ein den Erfordernissen des Telegrammdienstes angepaßtes, vollautomatisches Tgw-Netz, das vom Telexnetz getrennt ist, zum unmittelbaren fernschriftlichen Übermitteln von Telegrammen zwischen Endtelegrafenstellen (ETSt) sowohl im Inland als auch im → Gentexverfahren dient, einheitlich mit Streifenschreibern (50 Baud, Telegrafen-Alphabet Nr. 2) und dem Telegrafen-Wählsystem TW 39 ausgestattet ist und ununterbrochen betrieben wird.

1. Netzaufbau ist vierstufig und besteht aus dem Endabschnitt mit den rd. 2100 Tgw-Anschlüssen der 666 ETSt, den 58 Telegrafen-Hauptvermittlungsstellen (TgHVSt), die als TW-Teil-VSt (mit Vorwähler (VW), Leitungswähler (LW) ausgebildet und entweder durch 681 Tg-Hauptverbindungsleitungen (TGX_H) auf ihre zuständige Telegrafen-Zentralvermittlungsstelle (TgZVSt) gestützt oder mit ihrer TgZVSt vereinigt sind, den 9 TgZVSt, die als TW-Voll-VSt (mit VW, Zentralgruppenwähler (ZGW), Hauptgruppenwähler (HGW), LW) ausgebildet und durch 530 Tg-Zentralverbindungsleitungen (TGX_Z) untereinander vermascht sind, und den Gentex-Vermittlungsstellen (Gentex-VSt) in Frankfurt/Main und Hamburg, die mit den TgZVSt vereinigt und durch 329 Gentexleitungen mit den ausländischen Gentex-VSt, Gentex-Fernteilnehmer-Telegrafenstellen und Umtelegrafier-Vermittlungsstellen (UTgVSt) verbunden sind. Das Tgw-Netz hat Ausgänge nach dem Telexnetz bei den TgZVSt, aber keine Eingänge vom Telexnetz.

2. Wählsystem ist ein unmittelbar gesteuertes Schrittschalt-System TW 39 für Halb-Duplex-Betrieb mit akustischen Betriebssignalen ohne Gebührenerfassungseinrichtungen, ergänzt durch Tgw-Rundschreibeinrichtungen (mit Rundschreib-(RS-)Plätzen bei den 9 Zentraltelegrafenstellen (ZTSt), Rs-Sende-, Empfangs- und Teilnehmerschienen in den TgVSt), durch Tgw-Platzbeobachtungseinrichtungen (mit Be-

obachtungsplätzen bei den 9 ZTSt und 2 großen Haupttelegrafenstellen (HTSt), Aufschalte-LW in den TgVSt), durch Auslandsumrechner (AUr-Tg) mit Durchschaltegliedern, Koppler und Zentralgruppenwähler für die Auslandswahl (ZGWa) zur Umrechnung der 2- oder 3ziffrigen Netzkennzahl in eine 2- oder 4ziffrige Leitwegzahl bei allen 9 TgZVSt, durch Leitungsgruppenwähler (LGW-Tg), Auslandsgruppenwähler (AGW-Tg), Zusatzübertragungen (Uez-Tg) und Auslandsumsetzer (AUs-Tg) bei den zwei Gentex-VSt in Frankfurt/Main und Hamburg, und durch je eine Gentex-Formatumsetzergruppe Streifenschreiber (Strs) — Blattschreiber (Bls) mit Fehlerkorrektureinrichtung bei den Gentex-VSt Frankfurt/Main und Hamburg.

3. Kennzahlen und Rufnummern. Inland: einheitlich vierziffrige (nationale) Tgw-Rufnummer mit verdeckter TgZVSt- und TgHVSt-Kennziffer und zweiziffriger Teilnehmernummer, keine Verkehrsausscheidungsziffer; Ausland (Gentex): Zugangskennziffer »0«, zwei- oder dreiziffrige Netzkennzahl gemäß → CCITT-Empfehlung F. 69 (diese wird vom AUr-Tg in eine zwei- oder vierziffrige Leitwegzahl umgesetzt) und zwei- bis sechziffrige nationale Rufnummer der Gentex-TSt oder UTgVSt (entfällt bei ausländischen Gentex-TSt, die als Fernteilnehmer an eine Gentex-VSt der DBP (Frankfurt, Hamburg) angeschlossen sind). Das Tgw-Netz ist für alle angeschlossenen Gentex-Verkehrsbeziehungen transitfähig.

4. Verbindungsaufbau durch Nummernschalterwahl nach dem Inland: direkt und schritthaltend mit den Nummernschalterimpulsen ohne Rufverzug; nach dem Ausland (Gentex): durch die Leitweglenkung (AUr-Tg) und die Anpassung der unterschiedlichen Netzsignalisierung indirekte Wahl mit Rufverzug von 2 bis höchstens 50 Sek. Dauer.

5. Tgw-Anschlüsse (TGA) sind Fernschreibanschlüsse der ETSt an das Tgw-Netz. Sie bilden den Endabschnitt des Tgw-Netzes und bestehen aus den Tgw-Teilnehmereinrichtungen der ETSt, den Anschlußleitungen und den Teilnehmer-Anschlußorganen in der zuständigen TgHVSt. Die Tgw-Teilnehmereinrichtungen je TGA, nämlich ein Streifenschreiber (T 68 d I) für 50 Baud, das Telegrafen-Alphabet Nr. 2 und der Halb-Duplex-Betrieb mit Fernschaltgerät und Kennungsgeber, aber ohne Zeichenzählvorrichtung, sowie die nötigen Zusatzeinrichtungen sind bei den ETSt mit den Arbeitshilfsmitteln zu Tgw-Plätzen zusammengefaßt. Mehrere gleichartige Tgw-Plätze bilden eine Tgw-Platzgruppe, die entsprechend ihrer Verwendung als Sende- oder Empfangsplatzgruppe bezeichnet und ggf. durch die Sammel-Rufnummer näher gekennzeichnet wird. Sendeplätze sind für eingehende Anrufe gesperrt. Alle Tgw-Anschlüsse sind gentexfähig und werden soweit erforderlich und zulässig für das Gentexverfahren mitbenutzt. Die Tgw-Kennung entspricht der Gentexkennung.

6. Tgw-Vermittlungen (TgVSt) sind: TgHVSt (offen oder verdeckt) mit der Aufgabe von Teil-Endvermittlungsstellen (EVSt). Der Anschlußbereich (TgHVSt-Bereich) umfaßt einen oder mehrere Telex - Hauptvermittlungsstellen - (TxHVSt -) Bereiche oder ausnahmsweise nur einen Teil davon; TgZVS (mit verdeckter Doppel-TgHVSt). Die TgZVSt-Bereiche decken sich weitgehend mit den Telex-Zentralvermittlungsstellen-(TxZVSt-)Bereichen (Ausnahme Dortmund); Gentex-VSt Frankfurt/Main und Hamburg. Alle TgVSt sind mit den TxVSt räumlich zusammengefaßt und werden von denselben Kräften instandgehalten.

7. Tgw-Verbindungsleitungen zwischen den TgVSt sind aus Wechselstromtelegrafie-(WT-)Kanälen (50 Baud) gebildet. Sie werden teils gerichtet (gehend (g), kommend (k)), teils wechselseitig (gk) betrieben. Die Inlandsbündel (TGX_H, TGX_Z) sind für V = 1%, die Gentexbündel für V = 2% bemessen.

8. Endtelegrafenstellen sind als Endstellen mit mindestens einem Tgw-Anschluß teilnehmergleich an das Tgw-Netz angeschlossen. Entsprechend den unterschiedlichen Aufgaben und besonderen Merkmalen (Größe, Dienstzeit) sind zu unterscheiden: vollausgebaute große ETSt (Klasse I), die außer dem örtlichen Verkehr auch den Verkehr mit den kleinen TSt (ohne Fernschreiber) und den Fernsprech- und Telexteilnehmern ihres Einzugs- und Verteilbereichs über die Fernsprech- und Telex-Telegrammaufnahmen (TgFe-Aufn, TgTx-Aufn) abzuwickeln haben und als Gentex-TSt ohne Einschränkungen am Gentexverfahren teilnehmen. Sie sind somit wichtige Knotenpunkte und entsprechend ihrer Größe auch mit Hausrohrpost- und Telegrammförderbandanlagen ausgestattet; ETSt mit eingeschränkten überörtlichen Aufgaben mittlerer Größe (ETSt II); ETSt III, die nur den örtlich anfallenden, abgehenden und/oder ankommenden Verkehr abwickeln und in den Postbetrieb eingeordnet sind.

9. Haupttelegrafenstellen (HTSt) sind ETSt (Klasse I) am Ort einer TgHVSt mit zusätzlichen überörtlichen Aufgaben (z. B. Empfangen und Weiterübermitteln von umgeleiteten Telegrammen bei Dienstschluß, Besetztfall oder Störung).

10. Zentraltelegrafenstellen (ZTSt) sind große ETSt (Klasse I) am Ort einer TgZVSt, die außer den überörtlichen Aufgaben einer HTSt noch zentrale Aufgaben haben.

11. Auswechslungsstelle (AWSt) ist eine Telegrafenstelle mit internationalen → Telegrafen-Standverbindungen. Die DBP hat zwei AWSt (Frankfurt, Hamburg), die mit der örtlichen ZTSt vereinigt sind und auch den Verkehr der nicht zum Gentexverfahren zugelassenen ETSt über Gentexverbindungen abzuwickeln haben.

12. Tgw-Verfahren ist ein Betriebsverfahren für das direkte fernschriftliche Übermitteln von Telegrammen im Tgw-Netz zwischen allen angeschlossenen ETSt über selbstgewählte Durchschalteverbindungen sowohl im Inland als auch — soweit möglich und zulässig — mit dem Ausland (→ Gentexverfahren). Besondere Merkmale: Ermitteln der Wählnummer (Empfangskennung) am Fernleit- und Gebührenplatz, möglichst in Verbindung mit der Telegrammannahme Fernsprecher (Fe), Telex (Tx); Herstellen einer Wählverbindung für fast jedes einzelne Telegramm mit der Möglichkeit einer Falschwahl, Fehlverbindung oder eines Besetztfalles; direktes (manuelles) Senden

von fehlerkorrigierten Telegrammen mittels Streifenschreiber (halb-duplex, mit Mitlesedruckstreifen) nach der Tgw-Streifenschreiber-Sendenorm A 1 für den direkten Empfang mittels Streifenschreiber und die manuelle Fehlerkorrektur durch Überkleben im Inlands-Tgw-Verfahren und im Gentexverfahren mit Streifenschreiber- oder den indirekten Empfang mittels Blattschreiber bei vorgeschaltetem Gentex-Formatumsetzer Strs—Bls mit Fehlerkorrektureinrichtung im Gentexverfahren mit Blattschreiber. Für den Gentexverkehr an ausländische UTgVSt ist die besondere Tgw-Streifenschreiber-Sendenorm A 2 (mit Numerierungs- und Steuerzeile) anzuwenden, die zwar auch direkt gesendet, aber durch den eingeschalteten Gentex-Formatumsetzer in die korrekturfreie Umtelegrafier-Blattschreiber-Sendenorm B 2 umgesetzt wird. Vor und nach dem Senden jedes Telegramms sind die Kennungen des Empfangs- und des Sendeplatzes auszulösen. Die 2. Empfangskennung gilt als automatische Empfangsbestätigung.

Trennen der Wählverbindung. Auswirkungen: Die Direktübermittlung über durchgeschaltete Leitungen erspart das manuelle oder automatische Umtelegrafieren der Telegramme in allen dazwischenliegenden Knotenpunkten und ermöglicht die Mitbenutzung des Telexnetzes. Einfachere Sendenorm, geringere Personalkosten, bessere Verkehrsgüte, aber geringere Leitungsausnutzung. Daher besteht ein größerer Leitungs- und ggf. auch Apparatebedarf als beim Umtelegrafierverfahren.

13. Verkehrsumfang: Im Tgw-Verfahren (Inland/Gentex) werden fast alle in der BRD aufgegebenen und/oder zugestellten Telegramme übermittelt, d. s. einschl. des Durchgangsverkehrs (Inland/Transit) etwa 30 Mio. Telegramme. Davon entfallen auf den Gentexverkehr 8,447 Mio. Telegramme (Rechnungsjahr 1966). *Großmann*

Telegrafenwählsystem (TW) → System TW 35; TW 39; TW 56, 56a, 56b; TW 100; TWK, TWM.

Telegrafenwähltechnik. Eine im Prinzip mit der Telexwähltechnik (→ Telexnetz) übereinstimmende Verbindungstechnik, bei der die Bedienungsperson des Fernschreibapparates die Telegrafenverbindung selbst durch Wählen der Rufnummer der Gegenstelle herstellt. In dieser Weise können alle Bedienungspersonen einer TSt verfahren, so daß die Verkehrsrichtung nicht an bestimmte Plätze gebunden ist. Die Auslastung der TSt wird infolgedessen gleichmäßiger und die Verkehrsleistung gesteigert. Die technischen Einrichtungen sind im allgemeinen in den Telex-Vermittlungsstellen untergebracht, so daß kein besonderer Aufwand für die Unterhaltung und die Verkehrsbeobachtung entsteht.

Telegrafenwegegesetz (TWG) vom 18. 12. 1899 (RGBl. S. 705 = BGBl. III 9021-1). Das TWG gewährt der DBP das Recht, die → Verkehrswege zur Unterbringung ihrer öffentlichen Zwecken dienenden Fernmeldelinien zu benutzen, regelt die Rechtsbeziehungen zwischen der DBP einerseits und den → Trägern der Straßenbaulast sowie den Eigentümern von → Baumpflanzungen auf und an den Wegen andererseits, enthält Bestimmungen über das Zusammentreffen von Fernmeldeanlagen (FMA) mit anderen Anlagen auf demselben Verkehrsweg (→ Kollisionsrecht), befaßt sich mit der der Inanspruchnahme der Wege durch die DBP vorausgehenden → Planfeststellung und gestattet der DBP, → Privatgelände im Luftraum zu kreuzen. Das TWG gehört dem öffentlichen Recht an und ist gem. Art. 123, 124 GG in Verbindung mit Art. 73 Nr. 7 GG Bundesrecht geworden. Zur Durchführung des TWG enthält § 18 eine Rechtssetzungsbefugnis. Auf ihr beruhen die »Ausführungsbestimmungen zum Telegrafenwegegesetz« (TWAusfBest) vom 26. 1. 1900 (RGBl. S. 4 = BGBl. III 9021-1-1), die, ebenso wie das TWG selbst, Rechtsnormen darstellen. Die Rechte aus dem TWG stehen auch dem Bundesminister der Verteidigung zu (§ 17 TWG), soweit dieser im Rahmen des ihm nach § 1 Abs. 2 Fernmeldeanlagengesetz (FAG) übertragenen Rechtes zur Ausübung der → Fernmeldehoheit FMA errichtet und betreibt, die zur Verteidigung des Bundes bestimmt sind (→ Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien).

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 268 ff — ders., 50 Jahre TWG, ZPF 1950, S. 82 — Neugebauer, Fernmelderecht und Rundfunkrecht, S. 389 ff — ders., Die Not im Telegrafenwegerecht, Jahrbuch des Postwesens 1941, S. 69 — v. Rohr, Kommentar zum TWG, Berlin 1900 — Schelcher, TWG, Leipzig 1900. *Aubert*

Telegrafenwesen, Geschichte → Geschichte des Fernmeldewesens.

Telegrafenzeugamt. Frühere Bezeichnung für → Fernmeldezeugamt; → Ämter des Fernmeldewesens.

Telegrafie. Die von Scheffler 1884 gegebene Begriffsbestimmung lautet: »Telegraf ist jede Vorrichtung, die eine Nachrichtenübermittlung dadurch ermöglicht, daß der an einem Ort zum Ausdruck gebrachte Gedanke an einem entfernten Ort sinnlich wahrnehmbar wieder erzeugt wird, ohne daß ein Gegenstand (z. B. Brief) mit der Nachricht befördert wird. Das Mittel, das zu dieser Wiedererzeugung angewandt wird, ist für den Begriff »Telegrafie« nicht von Bedeutung.« Danach fallen unter diesen Begriff optische, akustische und elektrische Telegrafen. Im Fernmeldeanlagengesetz von 1928 ist der Begriff »Telegrafenanlage« durch »Fernmeldeanlage« ersetzt worden, wodurch der Begriff von Scheffler überholt ist. Nach Neugebauer sind »für das Fernmelderecht des heutigen Staates Fernmeldeanlagen alle technischen Einrichtungen für das körperlose Übermitteln von irgendwelchem Geistesgut in die Ferne, einerlei, welche Energie für die Übermittlung verwendet wird, und auch völlig einerlei, welcher Übermittlungsmittel man sich dabei bedient«. Die moderne Telegrafie bedient sich der digitalen und der analogen Übertragungstechnik. Im ersten Falle handelt es sich um eine »künstliche« Übertragung, wobei eine Nachrichtenwandlung durch Codieren stattfindet. Ausgangselement ist der »Schritt«. Im zweiten Falle ist die Übertragung vorlagengetreu (Bildtelegrafie); es gibt auch eine Übertragung mit den Farbgrenzwerten »schwarz« und »weiß« (Faksimiletelegrafie). Die früher

so bedeutungsvolle Kanalbandbreite ist zweitrangig geworden. Im Vordergrund steht bei der Datenübertragungstechnik, die über die Telegrafie klassischen Stiles hinausgewachsen ist, die Sicherheit der Übertragung, die mit Zunahme der Kanalbandbreite wächst. Im übrigen ist die Skala in der Unterbringung von Telegrafie- bzw. Datenkanälen sehr weitgestreckt (Freileitungen, Kabel, Funk- einschließlich Satellitenwege). Eine moderne Definition des Begriffes Telegrafie sollte von den Grundformen »digitale« und »analoge« Nachrichtenübertragung ausgehen, allerdings mit der Beschränkung auf die elektrische Übertragung. Dies um so mehr, als die optischen und akustischen Telegrafen keine oder nur geringe Bedeutung haben. *Schiweck*

Telegrafie, öffentliche → Telegrammdienst.

Telegrafiefunk-Alarmzeichen → Alarmzeichen.

Telegrafiefunk-Sicherheitszeugnis → Sicherheitszeugnis.

Telegrafierfrequenz ist die Frequenz der Grundschwingung einer Sendung von 1:1-Signalen (Wechseln). Die T. ist gleich der halben → Schrittgeschwindigkeit dieser Signale.

Telegrafiergeschwindigkeit → Schrittgeschwindigkeit.

Telegrafierschritt ist der Bestandteil eines Telegrafierzeichens, der durch seinen → Kennzustand und seine Lage gekennzeichnet ist und dessen Soll-Dauer (→ Einheitsschritt) dem Reziprokwert der Schrittgeschwindigkeit entspricht.

Telegrafierzeichen sind eine Folge von Telegrafierschritten, die entsprechend einem Code zusammengestellt sind, um die Übertragung von Schrift-, Steuer-, Daten- oder sonstigen Zeichen zu ermöglichen.

Telegrafiesignalübertrager, elektronischer (ETS). Der T. ist der Ersatz für Telegrafenrelais (TRls) in elektronischer Ausführung mit Halbleiterbauelementen. Die Funktion entspricht den TRls mit mittlerer Ruhelage und zwei Arbeitslagen des Ankers. Der ETS wird besonders für Übertragung höherer Telegrafiegeschwindigkeiten (s. u. Übertragungsgeschwindigkeit) eingesetzt. Der Ein- und der Ausgang ist durch Trennübertrager galvanisch getrennt. Das Eingangssignal tastet die Oszillator-Hilfs-Frequenz aus/ein. Die getastete Frequenz wird hinter dem Trennübertrager gleichgerichtet und steuert den elektronischen Schalter (Transistorschaltung).

Telegrafieübertragung, gesicherte. Darunter ist im Gegensatz zur üblichen (ungesicherten) Zeichenübertragung, die fast immer durch eine relativ hohe Zeichen-Fehlerwahrscheinlichkeit gekennzeichnet ist, eine besonders hochwertige Übertragung zu verstehen, die eigens dafür entwickelte Sicherungsverfahren bzw. -einrichtungen erfordert. Das einfachste Verfahren ist die Wiederholung (Rücksendung) und Bestätigung bestimmter Zeichen, Teile oder ganzer Nachrichten z. B. von Telegrammen oder Fernschreiben. Im engeren Sinne ist die Sicherung der Übertragung durch technische Maßnahmen gekennzeichnet, die sich auf Einzelzeichen oder -schritte (Einzelzeichensicherung) oder auf Zeichenblöcke (Mehrzeichensicherung) beziehen. Erster Fall: Erhöhung der Zahl der Codeelemente oder Schritte, wobei aus einer Parität der Schritte oder aus bestimmten Schrittverhältnissen (Sicherheitscodes) Kriterien für die Fehlerkennung und damit für die Einleitung der Fehlerkorrektur gewonnen werden. Automatische Fehlerkorrektur möglich und praktisch ausgeführt. (Beispiele: van-Duuren-Sicherheitscode mit Siebenschrittzeichen; bei Funk-Fernschreibsystemen; nur Zeichen mit Schrittverhältnis 3 Z : 4 A ausgenutzt; Wägeschaltung auf der Empfangsseite prüft dieses Schrittverhältnis, stoppt bei Fehlempfang die Sendung durch Rücksignal und veranlaßt die Zeichenwiederholung, bis wieder richtiger Empfang einsetzt. Ziffernsicherheitscode Nr. 2: Fünfercode; Ziffern-Schrittgruppen mit Polaritätsverhältnis 3 Z : 2 A; bei fehlerhafter Übertragung lediglich andere Zeichen, aber nie falsche Ziffern; Fernschreibempfänger erkennt bei Zahlenwerten jeden Übertragungsfehler. Code mit Paritätssicherung: »Paritätssicherungsgerät« setzt automatisch jedem Fünferzeichen einen sechsten Schritt hinzu, so daß sich eine gerade Zahl von Z-Schritten ergibt: Querparität [also z. B. ○●○·●●●]).
1 2 3 4 5 6

Diese werden bei jedem Zeichen gezählt. Sind die Z-Schritte nicht geradzahlig, ist das Zeichen also nicht richtig übertragen worden, kann Wiederholung angefordert werden. Bei der Kreuzsicherung wird außer der Querparität auch Längsparität hergestellt, wobei Zeichenblöcke betrachtet werden (variabler oder festgegebener Länge). Jede Spur wird durch ein »Prüfzeichen« ergänzt, so daß die Z-Zeichen-Zahl gerade wird. Jeder Block wird auf Quer- und Längsparität geprüft. Bei Fehlern muß der ganze Block wiederholt werden. Mit zyklischem Code wird ein Sicherungsverfahren bezeichnet, bei dem jeder Zeichenblock im Sender und Empfänger schrittweise in ein rückgekoppeltes Schieberegister gespeichert wird, was jeweils einen bestimmten Inhalt ergibt. Dieser wird nach dem Zeichenblock als Prüfinformation ausgesendet und im Empfänger mit dem dort gebildeten Informationsinhalt verglichen. Fehler ergeben die Notwendigkeit der Blockwiederholung. Codeunabhängiges Verfahren mit sehr guter Sicherheit. *Schiweck*

Telegrafieverzerrung (Schrittverzerrung). Eine T. liegt dann vor, wenn die Länge der Telegrafierschritte von ihrem Sollwert bzw. die Lage der Kennzeitpunkte von ihrer Sollage abweicht. Um ein quantitatives Maß für die T. zu erhalten, bezieht man diese zeitliche Abweichung Δt auf die Dauer T_0 eines Einheitsschrittes und spricht dann vom Verzerrungsgrad. Betrachtet man auf diese Weise die Abweichung Δt eines einzelnen Kennzeitpunktes von seiner Sollage, so erhält man den individuellen Verzerrungsgrad

$$\delta_{\text{ind}} = \frac{\Delta t}{T_0} \cdot 100 \left[\% \right].$$

Die individuelle Verzerrung gilt als positiv oder nacheilend, wenn der Kennzeitpunkt nach dem Sollzeitpunkt liegt, im anderen Falle als negativ oder voreilend. Meist wird jedoch nicht ein einzelner

Kennzeitpunkt, sondern eine längere Schrittfolge gemessen. Handelt es sich dabei um eine Schrittfolge mit isochroner Tastung, so wird die isochrone Verzerrung gemessen, bei Start-Stop-Tastung die Start-Stop-Verzerrung. Der Isochronverzerrungsgrad δ_{is} einer Schrittfolge ist gleich dem Verhältnis der Differenz von Maximalwert Δt_{max} und Minimalwert Δt_{min} der Abweichungen der Kennzeitpunkte von den entsprechenden Zeitpunkten eines Bezugsrasters zur Dauer T_0 des Einheitsschrittes. Das Bezugsraster ist ein Zeitmaßstab, dessen Teilung dem Einheitsschritt entspricht. Der Beginn des Zeitmaßstabes ist beliebig.

$$\delta_{is} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{T_0} \cdot 100 \left[\% \right].$$

Da die Differenz $\Delta t_{max} - \Delta t_{min}$ immer positiv ist, ist der Isochronverzerrungsgrad immer positiv.

Der Start-Stop-Verzerrungsgrad δ_{st} (früher Bezugsverzerrungsgrad) eines Telegrafierzeichens ist gleich dem Verhältnis des größten Absolutwertes der Abweichungen $|\Delta t|_{max}$ der Kennzeitpunkte von den entsprechenden Zeitpunkten eines Bezugsrasters zur Dauer T_0 des Einheitsschrittes. Das Bezugsraster ist ein Zeitmaßstab, dessen Beginn durch den Beginn des Startschrittes festgelegt ist und dessen Teilung dem Einheitsschritt entspricht.

$$\delta_{st} = \frac{|\Delta t|_{max}}{T_0} \cdot 100 \left[\% \right].$$

Dabei ist $|\Delta t|_{max}$ die — unabhängig vom Vorzeichen — größte Abweichung der Kennzeitpunkte von den Sollzeitpunkten. Der Start-Stop-Verzerrungsgrad hat also kein Vorzeichen. Man bezeichnet jedoch in der Praxis die Start-Stop-Verzerrung als positiv bzw. nacheilend, wenn die Kennzeitpunkte eines Zeichens gegenüber den Sollzeitpunkten verspätet liegen, im anderen Fall als negativ bzw. voreilend. Der Start-Stop-Verzerrungsgrad einer Zeichenfolge ist der in dieser Zeichenfolge festgestellte größte Start-Stop-Verzerrungsgrad eines Zeichens.

Je nach Entstehungsursache und Erscheinungsform unterscheidet man folgende Arten der T.:

Unregelmäßige Verzerrung (δ_u): Verzerrung, deren Größe und Richtung dem Gesetz des Zufalls unterworfen ist. Als Entstehungsursache kommen in Frage: Fremdströme, Prellen der Anker der Telegrafenrelais, unvollkommener Abgleich in Gegenschreibschaltungen, Überschreiben zwischen WT-Kanälen. Einseitige Verzerrung (δ_e): Bei ihr sind alle Kennabschnitte des einen Kennzustandes um einen gleichen Betrag verlängert, die des anderen entsprechend verkürzt. Als Entstehungsursachen kommen in Frage: Nicht neutral eingestellte Telegrafenrelais, ungleiche Spannungen der T-Stromversorgung, Pegelabweichungen bei Wechselstromtelegrafie mit Amplitudenmodulation, Frequenzabweichungen bei Wechselstromtelegrafie mit Frequenzmodulation. Charakteristische Verzerrung (Einschwingverzerrung) (δ_c): Wegen der begrenzten Bandbreite von Telegrafenkanälen tritt bei Telegrafie-Signalen beim Übergang von einem Kennzustand in einen anderen ein Einschwingvorgang auf. Je nach der Länge des → Kennabschnittes ist dieser Einschwingvorgang bis zum nächsten Wechsel der Kennzustände mehr oder weniger abgeklungen und beeinflußt deshalb mehr oder weniger diesen nächsten Wechsel der Kennzustände. Ein kurzer Kennabschnitt wird also stärker von den Einschwingvorgängen beeinflußt als ein langer. Der Unterschied in der Beeinflussung von Kennabschnitten verschiedener Länge äußert sich als charakteristische Verzerrung. Die charakteristische Verzerrung ist also am größten bei einer Folge von Kennabschnitten stark wechselnder Länge (z. B. bei Wechsel 1:6) und verschwindet bei einer Folge von gleich langen Kennabschnitten (z. B. bei Wechsel 1:1). Die charakteristische Verzerrung hat ihre Bezeichnung daher, weil sie eine für ein bestimmtes Übertragungssystem charakteristische Systemeigenschaft ist. Die Eigenverzerrung (δ_K) eines Telegrafenkanals ist die Verzerrung, die am Kanalausgang gemessen werden kann, wenn der Kanaleingang mit unverzerrten Zeichen beaufschlagt wird. Sie ist diejenige Verzerrung, die die Telegrafierzeichen durch das Zusammenwirken von unregelmäßiger, einseitiger und charakteristischer Verzerrung in dem Telegrafenkanal erleiden. Die Eigenverzerrung (δ_L) einer Telegrafenleitung setzt sich zusammen aus den Eigenverzerrungen der n Telegrafenkanäle, aus denen sich die Telegrafenleitung zusammensetzt. Dabei addieren sich die charakteristischen Verzerrungen algebraisch, die einseitigen und die unregelmäßigen Verzerrungen wegen der Zufälligkeit ihrer Größe und Richtung geometrisch:

$$\delta_L = \sum_1^n \delta_c + \sqrt{\sum_1^n \delta_e^2 + \sum_1^n \delta_u^2}\,.$$

Die Drehzahlverzerrung (δ_d) entsteht dann, wenn die Senderdrehzahl eines Telegrafenapparates von der Soll-Drehzahl abweicht. Es werden dann alle Telegrafierschritte entweder verkürzt oder verlängert, je nachdem, ob die Drehzahl des Senders zu hoch oder zu niedrig ist. Von der sich daraus ergebenden Verschiebung der Kennzeitpunkte gegenüber den Sollzeitpunkten wird der letzte Schritt eines Telegrafierzeichens am stärksten und der erste Schritt am wenigstens betroffen. Der Begriff der Drehzahlverzerrung ist nur bei einer Übertragung nach dem Start-Stop-Prinzip anwendbar, da bei Synchronbetrieb eine Drehzahlabweichung nicht auftreten darf. Die Sendeverzerrung (δ_s) ist die Verzerrung, die am Ausgang eines Endabschnittes gemessen werden kann. Sie setzt sich zusammen aus der unregelmäßigen Verzerrung und der Drehzahlverzerrung eines Senders. Die Gesamtverzerrung (δ_g) einer Telegrafenverbindung setzt sich zusammen aus der Sendeverzerrung δ_s des Telegrafensenders und der Eigenverzerrung der Telegrafenleitung, die ihrerseits aus n Telegrafenkanälen besteht.

$$\delta_g = \sum_1^n \delta_c + \sqrt{\delta_s^2 + \sum_1^n \delta_e^2 + \sum_1^n \delta_u^2}\,;$$

(→ Güte der Aussendung).

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 24 — Schiweck, Telegrafenübertragungstechnik, 1954, S. 53 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 18.

Biehler

Telegramm. Durch Telegrafie zu übermittelndes Schriftstück, das dem Empfänger zugestellt werden soll. → Abfassen der Telegramme, → Aufgabe und Annahme von Telegrammen, → Auskünfte, → Zustellung der T., → Zurückziehen der T., Antwort, → Sonderdienste zu T., Weitersenden, Zuschreiben, Zusprechen.

Telegrammabschriften → Auskünfte zu übermittelten Telegrammen.

Telegrammanschriften → Abfassen der Telegramme.

Telegrammarten. Das gewöhnliche Telegramm (Tel) — allgemein das Tel — kann von jedermann aufgegeben werden, einen oder mehrere derjenigen gebührenpflichtigen Dienstvermerke haben, die es nicht zu einer Telegrammart einordnen, und an jedermann gerichtet sein.

Die T. unterscheiden sich vom gewöhnlichen Tel durch besondere Bestimmungen hinsichtlich des Kreises der Absender, der Empfänger und der Abfassung des Textes.

Tel zum Schutz des menschlichen Lebens auf dem Lande, auf See oder in der Luft und besonders dringende Seuchentelegramme der Weltgesundheitsorganisation haben Vorrang vor allen anderen Tel. Sie werden als SVH-Telegramme (SECURITE DE LA VIE HUMAINE) bezeichnet. Gebührenpflichtige Dienstvermerke sind nicht zugelassen, der Text und die Unterschrift müssen in offener Sprache abgefaßt sein.

SMIL-Telegramme sind Staatstelegramme von oder an militärische Dienststellen der NATO-Länder. Vor der Anschrift muß der gebührenpflichtige Dienstvermerk = SMIL = angegeben sein.

Vorrangtelegramme der Vereinten Nationen dürfen nur bei ernster politischer Lage unter Anwendung der Bestimmungen der Kapitel VI, VII und VIII der Charta der Vereinten Nationen ausgetauscht werden. Sie können gewechselt werden zwischen dem Präsidenten des Sicherheitsrates, dem Präsidenten der Generalversammlung, dem Generalsekretär der Vereinten Nationen, dem Präsidenten des Generalstabsausschusses, von im Auftrage der Vereinten Nationen tätigen Persönlichkeiten, Minister, die Regierungsmitglieder sind usw. Sie müssen den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = ETAT PRIORITE NATIONS = vor der Anschrift tragen.

Staatstelegramme sind Tel in Staatsangelegenheiten. Sie können ausgehen vom Staatsoberhaupt, den Regierungschefs und den Regierungsmitgliedern, den Oberbefehlshabern der Streitkräfte, den diplomatischen und konsularischen Vertretern, dem Generalsekretär der Vereinten Nationen, den Leitern der Organisationen der Vereinten Nationen, dem Internationalen Gerichtshof in Den Haag und außerdem in der Bundesrepublik Deutschland vom Bundespräsidenten, vom Präsidenten des Bundestages und des Bundesrates, den Bundesbehörden, den Ministerpräsidenten und den Ministern der deutschen Länder, den Landtagspräsidenten, den Länderbehörden, den Regierungspräsidenten, den Landräten und der Deutschen Bundesbank. Die Tel müssen als solche gekennzeichnet und mit dem Stempelabdruck oder der amtlichen Siegelmarke der absendenden Behörde versehen sein. Tel konsularischer Vertreter gelten nur dann als Staatstelegramme, wenn sie an eine amtliche Person, Dienststelle oder Behörde gerichtet sind und amtliche Angelegenheiten betreffen. Verlangt der Absender für das Staatstelegramm Vorrang, so hat er bei Inlandstelegrammen die Angabe »MIT VORRANG« und bei Tel nach dem Ausland den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = ETAT PRIORITE = auf das Telegrammformblatt zu schreiben. Wird auf den Vorrang verzichtet, so ist bei Inlandstelegrammen keine Angabe erforderlich, bei Tel nach dem Ausland ist der gebührenpflichtige Dienstvermerk = ETAT = vor die Anschrift zu schreiben. Staatstelegramme mit Vorrang werden nach den SVH-, SMIL- und den Vorrangtelegrammen der Vereinten Nationen, Staatstelegramme ohne Vorrang in der Reihe der gewöhnlichen Tel übermittelt. Staatstelegramme können auch als Brieftelegramme aufgegeben werden, sie müssen dann die gebührenpflichtigen Dienstvermerke = LFT = bzw. = ELTF = tragen.

Als Nachweis der Berechtigung eine Antwort auf ein Staatstelegramm als solches aufzugeben, gilt die Vorlage des erhaltenen Staatstelegramms.

Wettertelegramme enthalten Wetterbeobachtungen oder -vorhersagen. Sie sind von amtlichen Wetterdienststellen oder Wetterbeobachtungsstellen an Wetterdienststellen gerichtet und erhalten den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = OBS =. Sie gelten als Tel in offener Sprache, der Text kann aus 5stelligen Zahlengruppen bestehen; der Buchstabe X oder das Additionszeichen (+) werden als ein Schriftzeichen in der Gruppe, in der sie vorkommen, gezählt.

Wasserstandstelegramme sind nur im Inlandsdienst zugelassen. Sie gehen von einer amtlichen Pegel- oder Hochwasser-Beobachtungsstelle aus und sind an eine solche oder an Dienststellen der Wasserstraßenverwaltung oder an Private und Behörden gerichtet, die ein öffentliches Interesse an den Meldungen haben. Der Text darf nur Wassermeldungen, Hochwasservorhersagen, Eismeldungen usw. enthalten. Der gebührenpflichtige Dienstvermerk lautet = WOBS =.

Dringende Tel müssen den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = D = bzw. = URGENT = (im Auslandsdienst) vor der Anschrift tragen. Sie haben Vorrang bei der Übermittlung und Zustellung.

Pressetelegramme können von jedermann aufgegeben werden, sie müssen an Zeitungen, regelmäßig erscheinende Druckschriften, Nachrichtenagenturen oder -büros, Pressedienste diplomatischer Vertretungen, zugelassene Ton- oder Fernseh-Rundfunkanstalten, -Organisationen und -Stellen gerichtet sein, und der Text muß aus Nachrichten und Neuigkeiten bestehen, die zur Veröffentlichung bestimmt sind. Der Absender muß den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = Presse = vor die Anschrift schreiben. Für die Abfassung des Textes dürfen die deutsche, die französische oder die Sprache, in der die Zeitung

erscheint oder die Nachricht verbreitet wird, benutzt werden. Der Text darf keine Anzeige oder Nachricht enthalten, die die Eigenschaft einer privaten Mitteilung hat, auch keine Anzeige oder Nachricht, die gegen Entgelt oder unentgeltlich in irgendeine Veröffentlichung eingefügt werden soll. Anweisungen über die Veröffentlichung des Telegrammtextes müssen in Klammern am Anfang oder am Ende des Textes stehen. Die Wortzahl dieser Anweisungen darf bis zu 10 v. H. der Textwörter, aber höchstens 20 Wörter betragen.

RCT-Telegramme (RED CROSS TELEGRAM) sind Tel, die Personen betreffen, die in Kriegszeiten durch die Genfer Konventionen vom 12. 8. 1949 geschützt sind. Sie können von Kriegsgefangenen, Zivilinternierten oder deren Vertrauensleuten usw. abgesandt werden, ferner von den nationalen Auskunftsstellen und der Zentralauskunftsstelle sowie deren Delegationen. Der Inhalt der Tel muß Kriegsgefangene, Zivilinternierte oder in ihrer Freiheit beschränkte Personen betreffen. RCT-Telegramme können an Kriegsgefangene, Zivilinternierte oder deren Vertreter gerichtet sein. Die Tel sind nur im Auslandsdienst zugelassen und müssen vor der Anschrift den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = RCT = tragen.

Brieftelegramme, die durch den gebührenpflichtigen Dienstvermerk = LT = bzw. = ELT = (bei Staats-Brieftelegrammen = LTF = bzw. = ELTF =) als solche zu kennzeichnen sind, werden nach den gewöhnlichen Tel übermittelt und dem Empfänger wie gewöhnliche Briefe zugestellt. Der Text und die Unterschrift müssen ganz in offener Sprache abgefaßt sein, jedoch darf als erstes Wort im Text ein Kennwort von höchstens 5 Buchstaben oder eine Kennzahl von höchstens 5 Ziffern enthalten sein. Auf Verlangen muß der Absender erklären, daß das Tel ganz in offener Sprache abgefaßt ist. Für Brieftelegramme wird eine Mindestgebühr für 22 Wörter erhoben.

Tel des Geldverkehrs sind telegrafische Postanweisungen, Zahlkarten, Überweisungen, Zahlungsanweisungen und Rückzahlungsanweisungen im Postsparkassendienst. Sie werden als MDT (TELEGRAMME MANDAT) bezeichnet. Die Bestimmungen für telegrafische Postanweisungen sind in der Postordnung bzw. im Briefpostbuch, für telegrafische Zahlkarten, Überweisungen und Zahlungsanweisungen in der Postscheckordnung und für telegrafische Kündigungen und Rückzahlung von Postsparbeträgen in der Allgemeinen Dienstanweisung für den Postsparkassendienst enthalten.

Schiffsbrieftelegramme → Funktelegramm

Bildtelegramme sind Tel, die unter Beteiligung einer öffentlichen Bild-Telegrafenstelle übermittelt und dem Empfänger als Bild zugestellt werden. Als Bildtelegramm ist zugelassen, was bildtelegrafisch übermittelt werden kann, z. B. Photographien, Gedrucktes, Geschriebenes, Pläne, Zeichnungen usw. Das verwendete Papier darf nicht dünner als gewöhnliches Schreibpapier und nicht stärker als Lichtbildpapier sein. Auf Gefahr des Absenders werden Bildvorlagen mit den Farben Blau, Lila, Grün, Gelb und Golddruck sowie solche auf grauem, rotem oder gelbem Untergrund angenommen. Der Empfänger erhält das Bildtelegramm als Schwarz-Weiß-Reproduktion. Für die Güte der bildlichen Wiedergabe sowie für die Haltbarkeit der Filme und Abzüge wird keine Gewähr übernommen. Die zu übermittelnde Bildvorlage soll (möglichst) rechteckig sein und darf von der DBP festgesetzte Abmessungen nicht überschreiten. Größere Bildvorlagen müssen vom Absender zerlegt und die Reihenfolge der Übertragung von ihm angegeben werden. Die Telegrammgebühr wird im Inlandsdienst und im Dienst mit Ländern des Europäischen Vorschriftenbereichs nach mehreren Gebührenstufen — entspr. der gebührenpflichtigen Länge der Bildvorlage — berechnet. Im Dienst mit allen anderen Ländern werden die Gebühren nach der Bildfläche erhoben.

Trafacc-Telegramme (Transferred Account) sind Tel nach dem Ausland, die nur gegen Vorlage einer »Internationalen Kreditkarte für den Telegrafendienst« (Vordruck der UIT [→ Internationale Fernmeldeunion]) aufgegeben werden können und deren Gebühren gestundet sind. Zur Aufgabe muß ein besonderes Formblatt (C 189b) verwendet werden, das bei den zur Annahme von Trafacc-Telegrammen bestimmten Annahmeschaltern vorrätig ist. Als Trafacc-Telegramme sind, sofern im Ausweis keine Einschränkungen enthalten sind, alle Telegrammarten und besonderen Tel zugelassen. Der gebührenpflichtige Dienstvermerk = RP... = ist in keinem Fall zugelassen. Die Tel dürfen nur an Empfänger in den Ländern gerichtet sein, die im Ausweis angegeben sind. Das Posttechnische Zentralamt stellt aufgrund der den Aufgabeformblättern beigegebenen Gebührenabschnitte Rechnungen auf und überträgt diese Rechnungen zum Einziehen der Gebühren an die ausländischen Verwaltungen bzw. Betriebsgesellschaften, über deren Verbindung diese Tel geleitet worden sind.

Telexogramme sind Tel, die an einen ausländischen Telex-Teilnehmer gerichtet sind. Sie werden von der deutschen Telegrafenstelle dem Telexogramm-Empfänger direkt zugeschrieben. Der Dienst ist nur mit einigen europäischen Ländern zugelassen.

Gebührenpflichtige Dienstsprüche können vom Absender eines in Übermittlung befindlichen oder bereits zugestellten Tel veranlaßt werden, um es zu berichtigen, ergänzen, zurückzuziehen, nachzusenden oder um Angaben über die Zustellung zu erhalten, und vom Empfänger, um es sich teilweise oder ganz wiederholen zu lassen, den Namen und/oder die Anschrift des Absenders zu erfragen oder Tel weitersenden zu lassen. Die gebührenpflichtigen Dienstsprüche werden als ST (SERVICE TAXE) bezeichnet und von der TSt (Telegrafenstelle) abgefaßt. Für den Absender eines ST besteht Ausweispflicht, außerdem hat er nähere Angaben zum Bezugstelegramm zu machen. Für ST und die telegrafischen Antworten RST (REPONSE A UN SERVICE TAXE) werden Gebühren wie für gewöhnliche Tel erhoben.

Kreistelegramme sind Tel des BPM bzw. dessen Dienststellen an die OPDn und Ämter in außergewöhnlichen, dringenden Fällen. Sie werden als KS-Telegramme bezeichnet und müssen als Unterschrift die Angabe des Referats und den Namen des Referenten haben. Es werden keine Gebühren erhoben.

Bezirks-SS-Telegramme sind Tel der OPDn bzw. deren Dienststellen an die Ämter des Bezirks. Sie sind vom Präsidenten oder seinem Vertreter im Amt zu vollziehen. Es werden keine Gebühren erhoben.

SS-Telegramme sind Tel der DBP und ihrer Dienststellen an andere Dienststellen, Angehörige der DBP, Behörden und Private. Sie beziehen sich auf Post- und Fernmeldeangelegenheiten. Wird zu einem SS-Telegramm eine Antwort verlangt, so ist vor die Anschrift zwischen Doppelstrichen = ANTWORT FREI = zu schreiben. Eine Unterschrift ist nur erforderlich, wenn das Tel an die vorgesetzte Behörde oder an andere Behörden usw. gerichtet ist. Unterhalb der Mitteilung muß der Vermerk »PS« und der Dienststempelabdruck vorhanden sein; der Absender hat seinen Namen und seine Dienststelle auf dem Formblatt anzugeben. Es werden keine Gebühren erhoben.

Diensttelegramme betreffen den öffentlichen internationalen Fernmeldedienst und können ausgetauscht werden zwischen den Verwaltungen, den privaten Betriebsgesellschaften und dem Generalsekretär der Internationalen Fernmeldeunion. Gewöhnliche Diensttelegramme werden mit »A«, dringende mit »AD« bzw. »A URGENT« und solche, die Störungen der Nachrichtenwege betreffen, mit »ADG« bezeichnet. Sie sind gebührenfrei.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst; Gebührenbuch für Telegramme; »Der Telegrammdienst bei der DBP«, Band 30 der Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Damm-Verlag, Goslar.

Camrath

Telegrammaufnahmen. 1. Fernsprech-Telegrammaufnahme (TgFe-Aufn): für die fernmündliche Aufgabe von Telegrammen durch die Fernsprechteilnehmer, für die fernmündliche Zustellung von Telegrammen durch die Endtelegrafenstellen (ETSt) an Fernsprechteilnehmer und für die fernmündliche Telegrammübermittlung zwischen den ETSt und den zahlreichen kleinen Telegrafenstellen (Postämter und Amtsstellen). Fernsprechkurzrufnummer (113, 0113, 1113, 01113) s. Amtliches Fernsprechbuch. Besondere TgFe-Aufnahmeeinrichtungen (T 50 für große, T 50a für mittlere, T 50b für kleine TgFe-Aufn) bei ETSt (Klasse I, II) am Ort von Fernsprech-Knotenvermittlungsstellen (FeKVSt).

2. Telex-Telegrammaufnahme (TgTx-Aufn): für die fernschriftliche Aufgabe von Telegrammen durch die Telexteilnehmer und für die fernschriftliche Zustellung von Telegrammen durch die ETSt an Telexteilnehmer. Telexrufnummer s. Amtliches Verzeichnis der Telex-Teilnehmer (AVerzTx).

3. Verkehrsumfang (Rechnungsjahr 1967). TgFe-Aufn: von Fernsprech-Teilnehmern (Fe-Tln) aufgegeben 7,041 Mio. Telegramme (Tel), an Fe-Tln zugestellt 1,411 Mio. Tel, fernmündlich übermittelt von TSt 3,436 Mio. Tel, an TSt 2,930 Mio. Tel; insgesamt: 14,818 Mio. Tel. TgTx-Aufn: von Telex-Teilnehmern (Tx-Tln) 2,991 Mio. Tel, an Tx-Tln 2,428 Mio. Tel; insgesamt: 5,419 Mio Tel.

Telegrammcode → Abfassen der Telegramme.

Telegrammdienst wird von Telegrafenstellen (TSt) der DBP wahrgenommen, dies sind alle Ämter und Amtsstellen sowie die Gemeindlich Öffentlichen Sprechstellen, die → Telegramme (Tel) annehmen und/oder zustellen.

Die Bestimmungen für die Ausführung des Dienstes sind enthalten in
der → Allgemeinen Dienstanweisung, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung),
der → Allgemeinen Dienstanweisung, Abschnitt VI, 2 (Telegrafenbetriebsdienst),
dem Internationalen Fernmeldevertrag (→ Internationale Fernmeldeunion),
den → Vollzugsordnungen für den Telegrafen- und den Funkdienst,
dem → Gesetz über Fernmeldeanlagen.

Der T. kann von jedermann gegen Zahlung der entsprechenden Gebühren benutzt werden. Die DBP hat das Recht, den Dienst zeitweise ganz oder zum Teil für alle oder für bestimmte → Arten von Tel und → Sonderdienste einzustellen.

Die Einteilung der Tel geschieht nach dem Bewegungsgebiet (In- und Auslandstelegramme), der Abfassung des Textes (Tel in offener und/oder geheimer Sprache) und der dienstlichen Behandlung (gewöhnliche Tel, Tel mit Vorrang, Brieftelegramme, besondere Tel).

Telegramme, Annahme und Aufgabe → Aufgabe und Annahme von Telegrammen.

Telegramme des Geldverkehrs → Telegrammarten.

Telegramme, unzustellbare → Zustellung der Telegramme.

Telegramme zu Händen des Empfängers → Sonderdienste zu Telegrammen.

Telegramme zum Schutz des menschlichen Lebens → Telegrammarten.

Telegramme, zurückziehen → Zurückziehen von Telegrammen.

Telegrammförderanlage → Bandförderer.

Telegrammgebühren. Die Gebühren für ein Telegramm (Tel) werden nach der Anzahl der Wörter berechnet. Im Inlandsdienst werden die Wortgebühren auch als Hauptgebühren bezeichnet. Zu unterscheiden ist zwischen Tel zur vollen Wortgebühr (Tel zum Schutz des menschlichen Lebens [SVH-Tel], Staats-Tel, gewöhnliche Privat-Tel, dringende Presse-Tel, dringende »Rotes Kreuz«-[RCT-]Tel, gebührenpflichtige Dienstsprüche und telegrafische Antworten, Wiederholungen von Wörtern auf Verlangen des Empfängers), zur doppelten Wortgebühr (dringende Tel), zur halben Wortgebühr (Wetter-Tel, gewöhnliche Presse-Tel nach Orten im Inland und

in Ländern des Europäischen Vorschriftenbereichs, Brief-Tel nach Orten im Ausland), zur Drittel-Wortgebühr (Brief-Tel nach Orten im Inland, gewöhnliche Presse-Tel nach Orten in Ländern des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs) und zur Viertel-Wortgebühr (RCT-Tel). Für gewöhnliche und dringende Orts-Tel innerhalb Berlins gelten abweichende Gebührenvorschriften.

Im Auslandsdienst umfaßt die Gesamtgebühr je Wort:

1. die Endgebühren des Aufgabe- und des Bestimmungslandes;

2. die Durchgangsgebühren der beteiligten Verwaltungen (oder anerkannten privaten Betriebsgesellschaften) anderer Länder, wenn deren Gebiete, deren Anlagen oder deren Verbindungswege für die Übermittlung der Nachrichten benutzt werden;

3. für die auf dem Funkwege zwischen zwei Ländern übermittelten Tel gegebenenfalls die Funkgebühren, die jeder sendenden und empfangenden Funkstelle zustehen.

Für jedes Tel ist eine Mindestzahl gebührenpflichtiger Wörter (Mindestwortzahl) festgesetzt. Aus ihr und der Wortgebühr ergibt sich für jedes Tel die Mindestgebühr. Sie entspricht der 7fachen Wortgebühr. Abweichend hiervon wird für ein Presse-Tel die 14fache, für ein Brief-Tel die 22fache und für gewöhnliche und dringende Orts-Tel innerhalb Berlins die 10fache Wortgebühr als Mindestgebühr erhoben.

Für den Inlandsdienst sind die Wortgebühren (Hauptgebühren) in der Anlage A zur Telegrafenordnung vom 30. Juni 1926 in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1938 (Amtsblatt des Reichspostministeriums S. 849) festgesetzt worden. Die grundsätzlichen Gebührenvorschriften für den Auslandsdienst enthält die Vollzugsordnung für den Telegrafendienst (VOT), Genf 1958. Danach werden die im Auslandsdienst anzuwendenden Gebührensätze in → Goldfranken festgesetzt; sie sind grundsätzlich für denselben Leitweg zwischen zwei Ländern in beiden Richtungen gleich. Die Goldfranken-Gebührensätze werden von jedem Land dem Generalsekretariat der Internationalen Fernmelde-Union mitgeteilt, das sie in besonderen Übersichten (Tafeln) veröffentlicht, und zwar unterteilt nach Gebührensätzen des Europäischen und des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs. Diese Gebühren bilden die Grundlage für die Abrechnung der Auslandstelegramme zwischen den Aufgabe-, Durchgangs- und Bestimmungsländern.

Zur Erhebung der Gebühren vom Benutzer bedarf es der Umrechnung der Goldfrankenbeträge in die jeweilige Landeswährung. Die Gebühr in der Landeswährung (Erhebungsgebühr) soll sich so weit wie möglich der Gebühr in Goldfranken (Abrechnungsgebühr) nähern. Da der Umrechnungskurs zwischen Goldfranken und Landeswährung, der von den einzelnen Verwaltungen festgesetzt wird, vom tatsächlichen Wert des Goldfranken abweichen darf, kommt es vor, daß trotz gleicher Goldfranken-Gebühren für beide Richtungen im Verkehr zwischen zwei Ländern die vom Benutzer zu entrichtenden Erhebungsgebühren in der Landeswährung in ihrem Wert voneinander abweichen. Weitere geringfügige Abweichungen können außerdem dadurch entstehen, daß die DBP zur Vereinfachung ihres Annahmedienstes für Tel ins Ausland Erhebungsgebühren nach einem sogenannten Stufentarif eingeführt hat. Durch Zusammenfassung jeweils mehrerer annähernd gleich großer Gebührenbeträge zu einer mittleren Gebühr konnten etwa 250 unterschiedliche Erhebungsgebührensätze auf weniger als 40 Gebührenstufen verringert werden.

Im einzelnen sind die Inlandsgebühren für Telegramme und die Erhebungsgebühren für Auslandstelegramme im Gebührenbuch für Telegramme enthalten (→ Nebengebühren, → Rundung von Telegrammgebühren). *Hutter*

Telegrammgebühren, Erstattung → Erstattung von Telegrammgebühren.

Telegramm-Format → Gentexverfahren.

Telegrammkopf → Aufgabe und Annahme der Telegramme.

Telegrammtext → Abfassen der Telegramme.

Telemetrie. Aufgabe von T.-Systemen ist die Übertragung (im Weltraum drahtlos) gemessener physikalischer Größen über größere Entfernungen. Die physikalischen Größen werden durch Geber aufgenommen und in elektr. Signale umgewandelt, damit sie sich zur weiteren Übertragung in einem T.-System eignen (s. a. Fernwirktechnik). Zur drahtlosen Übertragung einer großen Anzahl von Meßwerten mit einer Trägerfrequenz werden Multiplexsysteme angewendet. Im Frequenzmultiplexsystem werden die Meßsignale einzelnen Unterträgern aufmoduliert. Die Trägerfrequenzen sind so gestaffelt, daß die bei der Modulation (vorwiegend Frequenzmodulation) entstehenden Seitenbänder sich nicht überlappen. Auf der Empfangsseite werden die Signale durch Filter getrennt und nach ihrer Demodulation ausgewertet. Nach IRIG (Inter Range Instrumentation Group, USA) sind Trägerfrequenzen und Bandbreiten der Unterträgerkanäle genormt. In dieser Norm ist ein System vorgesehen, in welchem die Bandbreite der einzelnen Kanäle proportional mit der Trägerfrequenz zunimmt, und ein zweites System, in welchem die Bandbreite der Unterträgerkanäle unabhängig von der Trägerfrequenz konstant bleibt. Im Zeitmultiplexsystem werden die Meßsignale durch einen mechanischen oder elektronischen Schalter (Kommutator) zeitlich nacheinander auf einen gemeinsamen Übertragungskanal geschaltet. Nach diesem Abtastvorgang liegt ein pulsamplitudenmoduliertes (PAM-) Signal vor, wenn analoge Meßsignale abgetastet werden. Werden Geber mit digitalen Ausgängen (z. B. elektronische Zähler) abgetastet, so entsteht ein pulscodemoduliertes (PCM-)Signal. PAM-Signale können in PCM-Signale, PCM-Signale auch in PAM-Signale umgeformt werden. Desgleichen ist eine Umsetzung beider Signalformen in eine Pulsdauermodulation (PDM) möglich. Für PAM- und

PDM-Zeitmultiplexsysteme sind die bevorzugten PAM- bzw. PDM-Frequenzen sowie die Formen der Signale und Synchronisiersignale, die in der Empfangsstation zur Dekommutierung benötigt werden, in der IRIG-Norm abgegeben. Für PCM-Zeitmultiplexsysteme ist die Stabilität der Pulsfolgefrequenz (sogen. Bit-Frequenz) nach IRIG festgelegt. Die Art, in der die zur Synchronisierung von Kommutator und Dekommutator erforderlichen Synchronisierwörter aufgebaut werden, wird empfohlen.

Zur Begrenzung des Umfanges der gerätetechn. Ausrüstung einer Empfangsstation werden maximale Wort-, Rahmen- und Unterrahmenlängen der PCM-Signale angegeben. Der gemeinsame Übertragungskanal eines Zeitmultiplexsystems kann aus einem Kanal eines Frequenzmultiplexsystems bestehen. So ergeben sich vielfältige Kombinationsmöglichkeiten beider Multiplexsysteme. Zur drahtlosen Übertragung wird ein Hochfrequenzsender von den Multiplexsignalen zumeist in der Frequenz oder Phase moduliert. Kehrt man in einem T.-System die Übertragungsrichtung um, d. h. werden elektrische Signale erzeugt, die über ein Übertragungssystem mit Zeit- oder Frequenzmultiplexkanälen physikalische Größen beeinflussen, dann entsteht ein Fernsteuersystem (Telecommandsystem). *Schröter*

Telephone Interference Factor, Telephone Influence Factor → Geräuschspannung.

Telexanschlüsse → Telexdienst, → Telexnetz, → Telexverbindungen.

Telexdienst. Der T. ist ein Telegrafendienst, der es seinen Teilnehmern ermöglicht, unmittelbar und vorübergehend untereinander mittels Fernschreibmaschinen über Leitungen des → Telexnetzes Nachrichten auszutauschen (vgl. Artikel 84 der → Vollzugsordnung für den Telegrafendienst). Frühere Bezeichnung: Öffentlicher Fernschreibdienst.

Der T. ist erst mit der Fernschreibmaschine möglich geworden, die im Gegensatz zu den älteren Telegrafenapparaten leicht zu bedienen ist. Die Tastatur ist ähnlich der einer Schreibmaschine. Die Einführung eines Internationalen → Telegrafenalphabetes (Nr. 2) brachte die erforderliche Vereinheitlichung. Innerhalb von dreißig Jahren haben sich in fast allen Ländern der Erde Telexnetze entwickelt. Die Dichte der Telexanschlüsse — worunter man die Anzahl der Telexanschlüsse je 10000 Einwohner versteht — ist am höchsten in den europäischen Ländern (z. B. Schweiz 11,1, Bundesrepublik Deutschland 9,4, Österreich 8,8) und am niedrigsten in den afrikanischen, asiatischen und südamerikanischen Ländern (z. B. Uganda 0,02, Thailand 0,01, Ecuador 0,13). Da allerdings der → Telexverkehr ausschließlich wirtschaftlichen und nicht privaten Zwecken dient, ist weniger die Zahl der Einwohner eines Landes, sondern mehr der Umfang der Industrialisierung eine geeignete Bezugsgröße für die Anzahl der Telexanschlüsse. Das Telexnetz der DBP umfaßte Ende 1969 74403 Telexanschlüsse und damit rund ein Viertel aller Telexanschlüsse der Welt. Es ist damit das größte Netz in der Welt.

Die fernschriftliche Übermittlung von Nachrichten nimmt im heutigen Wirtschaftsleben einen wichtigen Platz ein. Die schriftliche Fixierung einer Nachricht ist in vielen Fällen nicht zu umgehen. Die Schnelligkeit und Zuverlässigkeit einer → Telexnachricht verhilft Industriebetrieben, Handelsunternehmen usw. dazu, ihre Funktion in einem Wirtschaftsgefüge auszuüben, bei dem rasche Nachrichtenübermittlung eine unbedingte Voraussetzung ist.

Daß die Übermittlung einer Telexnachricht auch dann möglich ist, wenn bei dem gerufenen Anschluß kein Mensch anwesend ist, kann als wesentlicher Vorteil des Telexdienstes angesehen werden. Auch die Zeitunterschiede verschiedener Kontinente lassen sich dadurch ohne Schwierigkeiten überbrücken. Die Nachrichten, die während der jeweiligen Nachtzeiten ohne Mitwirkung von Menschen empfangen werden, liegen bei Öffnung der Büros vor und können ohne Verzug bearbeitet werden.

Durch die neuen Bedürfnisse der → Datenübertragung werden neue Anwendungen des T. erschlossen (vgl. → Dateldienste).

Jedermann kann → Telexteilnehmer werden. Als Rechtsgrundlage gilt der § 32 der Telegrafenordnung. Die Einrichtungen bei einer Telexstelle (einem Telexanschluß) sind privat. Sie werden in der Regel von der DBP unterhalten.

Der T. wird zu einem überwiegenden Teil (über 90 v. H.) automatisch abgewickelt, d. h. die → Telexverbindungen werden von den Teilnehmern selbst gewählt. Schon sehr früh (vgl. → Telexnetz) wurde der Selbstwahlverkehr über die nationalen Grenzen ausgedehnt. Auch nach verschiedenen Ländern der östlichen Erdhälfte — darunter die Sowjetunion — und des amerikanischen Kontinents (USA, Kanada) können Telexverbindungen vom Teilnehmer selbst gewählt werden.

Im Jahr 1969 sind abgewickelt worden:

rund 211,3 Millionen Minuten Telexverkehr im Inland

61,2 Millionen Minuten Telexverkehr nach dem Ausland

(etwa gleich viel Minuten Telexverkehr aus dem Ausland).

Die Wachstumsrate des Telexverkehrs im Inland betrug im Jahre 1968 rund 13,2 v. H. (1967: 8,6 v. H.). Der Auslandsverkehr stieg mit 17 v. H. (1967: 10 v. H.) stärker an. Dies läßt sich mit der zunehmenden Ausdehnung der Telexnetze in den anderen Ländern erklären, die einen großen Nachholbedarf haben, wohingegen die Entwicklung des größten Telexnetzes in Europa verständlicherweise niedrigere Zuwachsraten aufweist, die bereits Tendenzen einer Sättigung erkennen lassen.

Bereits absehbare neue Entwicklungen wie z. B. der → Datexdienst, die Einführung eines neuen → Telegrafenalphabetes (Nr. 5), Pläne für ein universelles → Datenwählnetz, das Vorhandensein unbedienter Sendestellen für Datenbetrieb werden die weitere Ausdehnung des T. sicherlich beeinflussen und ihn möglicherweise verändern. *W. Tietz*

Telexgebührenbereiche → Telexnetz.

Telexnachrichten. Nachrichten, die mit Fernschreibapparaten zwischen Telexanschlüssen während → Telexverbindungen übermittelt werden können, nennt man T. Wenn nach der Herstellung einer Telexverbindung die Prüfung ergeben hat, daß die empfangene → Kennung (der Namengebertext) mit dem des gewünschten Telexanschlusses übereinstimmt, kann sofort mit dem Übermitteln der Telexnachrichten begonnen werden.

Regeln für das Übermitteln von Telexnachrichten

Jede Übermittlung einer Telexnachricht muß mit einem einmaligen, aufeinanderfolgenden Betätigen der Wagenrücklauf-(WR-) und der Zeilenvorschub-(Zl-) Taste begonnen werden. Beim Übermitteln der Telexnachricht ist folgendes zu beachten:

a) Ungleichartige Gruppen aus Ziffern und Buchstaben werden ohne Zwischenräume übermittelt (z. B. h553a oder ag25). Bei gemischten Zahlen sind Bruch und ganze Zahl ohne Zwischenraum durch einen Bindestrich zu trennen (z. B. 1-3/4 für $1^3/_4$ oder 3/4-8 für $^3/_4 8$).

b) Als Anführungszeichen ist das Auslassungszeichen (') zu Beginn und am Schluß des betreffenden Wortes oder Wortlautes zweimal zu senden (z. B. ''sofort'').

c) Für die $^0/_0$- oder $^0/_{00}$-Zeichen übermittelt man nacheinander die Ziffer 0, den Bruchstrich und die Ziffer 0 bzw. die Ziffern 00 (z. B. 0/00).

d) Eine ganze Zahl, eine gemischte Zahl oder ein Bruch, gefolgt von einem $^0/_0$- oder $^0/_{00}$-Zeichen, werden übermittelt, indem die ganze Zahl, die gemischte Zahl oder der Bruch mit dem $^0/_0$- oder $^0/_{00}$-Zeichen durch einen Bindestrich verbunden werden (z. B. für $2^0/_0$ wird 2-0/0 und nicht 20/0 übermittelt; für $4^1/_2\,^0/_{00}$ wird 4-1/2-0/00 und nicht 41/20/00 übermittelt).

Nachdem der Wortlaut der Telexnachricht übermittelt ist, sind nacheinander die Wagenrücklauf-(WR-) und die Zeilenvorschub-(Zl-)Taste je einmal zu betätigen, und anschließend sind alle im Text enthaltenen Zahlen, Warenzeichen, Handelsbezeichnungen, Codegruppen usw. in der Reihenfolge ihres Auftretens zu wiederholen. Sind Akzente auf Buchstaben für den Sinn des Textes von Bedeutung, so wird das Wort, das den Buchstaben mit dem Akzent enthält, ebenfalls wiederholt, wobei vor und nach dem zu akzentuierenden Buchstaben ein Zwischenraum gegeben wird (z. B. ach e te für achète). Im Anschluß an die Wiederholung muß das »+«-Zeichen gegeben werden, wenn noch weitere Nachrichten vorliegen. Die Übermittlung der nächsten Telexnachricht muß wieder mit einem einmaligen, aufeinanderfolgenden Betätigen der Wagenrücklauf-(WR-) und der Zeilenvorschub-(Zl-)Taste begonnen werden.

Liegen keine weiteren Nachrichten vor, so müssen im Anschluß an die Wiederholung zur (letzten) Nachricht die Zeichen »+?« (zusammenhängend) gegeben, und die Buchstaben-(Bu-)Taste muß gedrückt werden. Damit wird der Gegenstelle angezeigt, daß sie ihrerseits mit dem Übermitteln beginnen kann.

Geht nach Durchgabe der Zeichen »+?« von der Gegenstelle keine Antwort ein, so wird ihre Kennung (ihr Namengebertext) angefordert, deren Empfang geprüft und anschließend der eigene Kennungsgeber (Namengeber) ausgelöst. Damit vergewissert sich der Teilnehmer, daß die Verbindung während der ganzen Übermittlungsdauer betriebsfähig war.

Das Ende des Nachrichtenaustausches wird durch zweimaliges Übermitteln des »+«-Zeichens und anschließendes zweimaliges Drücken der Buchstaben-(Bu-)Taste angezeigt. Darauf wird die Verbindung durch Betätigen der Schlußtaste am Fernschaltgerät getrennt.

Fehler in einem übermittelten Wort werden beim Senden von Hand angezeigt, indem man dreimal abwechselnd Zwischenraum und den Buchstaben »e« als Irrungszeichen gibt und danach mit dem zuletzt richtig übermittelten Wort — oder ggf. der Zahlengruppe — wieder beginnt (z. B. ''erwarte besuh e e e erwarte besuch'').

Für bestimmte, häufig auftretende Vorkommnisse sind → Kurzzeichen im internationalen Telexdienst festgelegt worden (CCITT-Empfehlung F. 60).

Muster einer Telexnachricht:

858244 gama d	1)
53797 ribbon d	2)
telex 74 9. 3. 1507 =	3)
ribbonnational agsb an gamaco dssd =	4)
unser telex 193 vom 28. 2. =	5)
automobilreifen =	6)
wo bleiben bestellte 2000 automobilreifen bsu56?	7)
sind in groesster verlegenheit,	
telexantwort dringend erbeten. =	
einkauf/krause	8)
col 74 193 28. 2. 2000 bsu56+?	9)
858244 gama d	10)
53797 ribbon d++	11)

Erläuterung:
1) Kennung (Namengebertext) des gerufenen Telexanschlusses;
2) Kennung (Namengebertext) des rufenden Telexanschlusses;
3) Lfd. Nr., Datum, Uhrzeit;
4) Absender, Empfänger;
5) Bezug;
6) Betreff;
7) Text;
8) Absendende Abteilung, Unterschrift;
9) Wiederholung der Zahlen, Warenzeichen usw. und Kurzzeichen »Ich habe meine Übermittlung beendet, Sie können jetzt senden«;
10) Kennung (Namengebertext) des gerufenen Telexanschlusses;
11) Kennung (Namengebertext) des rufenden Telexanschlusses und Kurzzeichen »Ende des Nachrichtenaustausches«.

Literatur: CCITT-Empfehlung F. 60. *W. Tietz*

Telexnetz. Das T. ermöglicht den → Telexdienst. Es ist ein öffentliches Fernschreibnetz. Im vollautomatischen T. der BRD wird eine Telegrafenvermittlungstechnik verwendet, die es jedem Teilnehmer ermöglicht, → Telexverbindungen von seinem Anschluß nach anderen deutschen Telexanschlüssen durch Wahl herzustellen. Automatischer Verkehr ist mit einer großen Anzahl von Netzen anderer Länder möglich. Handvermittlungsplätze ermöglichen → Telexverkehr nach Netzen, die nicht in Selbstwahl erreicht werden können. Weitere technische Voraus-

setzungen für den Telexdienst bilden die → Wechselstromtelegrafie und die → Springschreiber (Fernschreibmaschinen). Ein T. besteht aus: Telex-Vermittlungsstellen, Telexleitungen (Verbindungsleitungen, einschl. Übertragungseinrichtungen) und Telexanschlüssen.

A. Gliederung des T. der DBP. 1. Telex-Vermittlungsstellen. 1.1. Telex-Zentralvermittlungsstellen: Im T. der DBP befinden sich acht Zentralvermittlungsstellen (TxZVSt). Die Bereiche der TxZVSt (Z-Bereiche) decken sich mit denen der ZVSt des Fernsprechdienstes. Die TxZVSt haben ihre Lage in denselben Orten. Sie sind untereinander durch Telex-Zentralverbindungsleitungen (TxZl) vermascht. Als Wahlstufen sind ihnen Zentralvermittlungs-Gruppenwähler (ZGW) und Hauptvermittlungs-Gruppenwähler (HGW) zugeordnet. Für besondere Aufgaben können Einrichtungen hinzukommen, z. B. Zentralvermittlungs-Gruppenwähler für Auslandsverkehr (ZGWa), Durchschalteglieder (DSG), Auslandsumrechner (AUr), Verkehrsarten-Gruppenwähler (VGW), Mux-Gruppenwähler (MGW), Mischwähler (MW) und Auslandsumsetzer (AUs). 1.2. Telex-Hauptvermittlungsstellen: In jedem Z-Bereich sind ein oder mehrere Telex-Hauptvermittlungsstellen (TxHVSt) vorhanden (im T. der DBP insgesamt 63). Die Bereiche der TxHVSt (H-Bereiche) decken sich mit den Bereichen der HVSt des Fernsprechdienstes. Die TxHVSt haben ihre Lage in denselben Orten. Sie dienen als Netzknoten für den Nahverkehr, künftig auch für den abgehenden und ankommenden Weitverkehr. Als Wahlstufe sind ihnen Endvermittlungs-Gruppenwähler (EGW) zugeordnet. Weitere Schaltglieder können hinzukommen, z. B. Telex-Hauptvermittlungs-Richtungswähler (TxHRW). 1.3. Telex-Endvermittlungsstellen: In jedem H-Bereich sind ein oder mehrere Telex-Endvermittlungsstellen (TxEVSt) bzw. Telex-Teil-Endvermittlungsstellen (TxTeilEVSt) vorhanden. Jede EVSt hat ihren eigenen Bereich (E-Bereich). Die Grenzen der Bereiche stimmen mit den Grenzen der Fernsprechbereiche, nämlich Knotenvermittlungsstellen-(KVSt-)Bereich, Ortsnetz-(ON-)Bereich überein oder lehnen sich an diese an. Die Bereichsabgrenzung wird von den OPDn vorgenommen. Sie soll die wirtschaftlichste Führung der Anschlußleitungen ermöglichen. Die Telexanschlüsse sind an die EVSt anzuschließen, in deren Bereich sie liegen. Davon kann abgewichen werden, wenn die Führung der Anschlußleitung unwirtschaftlich sein würde oder andere Gründe vorliegen. Die Grenzen eines H-Bereiches dürfen Telexanschlußleitungen nur mit Genehmigung des Bundespostministeriums für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) überschreiten. Neue EVSt werden als TxTeilEVSt eingerichtet. Als Wahlstufen sind zugeordnet — den TxTeilEVSt: Vorwähler oder Teilnehmerschaltung (VW/TS), ggf. II. und III. Gruppenwähler (GW), Leitungswähler (LW), — den TxEVSt: zusätzlich I. GW. Für besondere Aufgaben können weitere Schaltglieder hinzukommen. Die Gebührenerfassung erfolgt für alle Verbindungen (außer für handvermittelte Verbindungen und für automatisch vermittelte interkontinentale Verbindungen) durch Zeitzonenzähler (ZZZ) in den EVSt. Ende 1967 befanden sich im T. der DBP 631 TxEVSt bzw. TxTeilEVSt. 1.4. Telex-Auslands-Vermittlungsstellen (TxAuslVSt) für den automatischen Verkehr: Einzelne Einrichtungen für den vollautomatischen Telex-Auslandsverkehr befinden sich — bei den TxEVSt: Zeitzonenzähler für Auslandsverkehr (ZZZa), — bei den TxZVSt: ZGWa, DSG, AUr, VGW, — bei den TxAuslVSt: Auslands-Gruppenwähler (AGW), AUs und ggf. weitere Einrichtungen, z. B. für Transitverkehr, wie Transitumrechner (TrUr), Zentralvermittlungs-Gruppenwähler für Transitverkehr (ZGWTr), Auslandsgruppenwähler für Transitverkehr (AGWTr) oder Zeiterfassungseinrichtungen (ZE). Die TxAuslVSt können bestimmt sein für den abgehenden automatischen Endverkehr nach dem Ausland (z. Z. 5 AuslVSt), für den ankommenden automatischen Endverkehr aus dem Ausland (z. Z. 6 AuslVSt) und — für den automatischen Telex-Transitverkehr (z. Z. 2 AuslVSt).

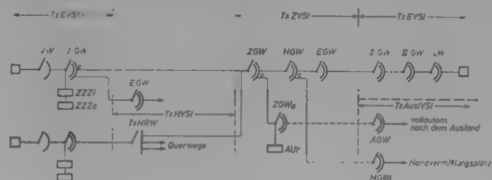


Bild 1. Vereinfachtes Schema der Wahlstufen im Telexnetz.

Für den Endverkehr nach einem bestimmten Land ist den einzelnen TxAuslVSt ein Einzugsgebiet zugeteilt, falls mehrere Vermittlungsstellen (VSt) Leitungsbündel nach diesem Land besitzen. Diese Einzugsgebiete werden vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) festgelegt, ebenso die von den AUr erzeugten Leitwegzahlen für den automatischen abgehenden Auslandsverkehr und die von den TrUr erzeugten Leitwegzahlen für den Transitverkehr.

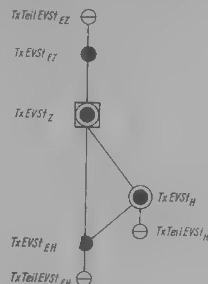


Bild 2. Bezeichnung der Telex-Endvermittlungsstellen.

1.5. TxAuslVSt für den handvermittelten Verkehr: Mit Telex-Vermittlungsplätzen für den handvermittelten Telexverkehr über Kabel- und Funkwege werden TxAuslVSt (Hand) gebildet. Teilnehmer können diese Vermittlungsplätze gebührenfrei erreichen, um Verbindungen nach Telexanschlüssen im Ausland an-

zumelden, die nicht in Teilnehmerselbstwahl erreicht werden können oder die eine besondere Behandlung erfahren sollen. Der Verkehr kann in Abschnitten oder über die ganze Strecke des Verbindungsweges entweder mit der Hand oder halbautomatisch abgewickelt werden. Eine TxAuslVSt (Hand) kann auch Transitaufgaben für den Teil des Verkehrs erfüllen, der nicht vollautomatisch das Netz der DBP durchlaufen kann.

2. Bisheriger Netzaufbau. TxTeil-EVSt waren bisher auf TxEVSt abgestützt (auch verdeckte TxEVSt — $TxEVSt_Z$ und $TxEVSt_H$ — werden hierbei als getrennte Einheiten betrachtet, um eindeutige Bezeichnungen zu erhalten).

TxEVSt sind abgestützt für den abgehenden und ankommenden Weitverkehr auf die TxZVSt (bedingt durch die Struktur des Telexverkehrs und das Bestreben, wenig Leitungsabschnitte je Verbindung zu haben); für den abgehenden und ankommenden Nahverkehr (Bereichsverkehr) auf die TxHVSt.

TxHVSt bilden i. allg. nur den Netzknoten für den Nahverkehr. Die EGW sind aufgeteilt. Der eine Teil ist für den ankommenden Fernverkehr in die TxZVSt

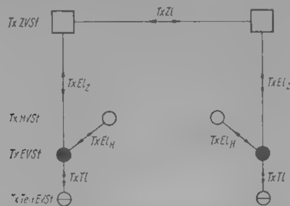


Bild 3. Verkehrswege zwischen Telex-Vermittlungsstellen (bisheriger Netzaufbau).

zurückgenommen worden. Damit konnte für die offenen TxEVSt ein gemischtes Leitungsbündel mit gerichtet und wechselseitig betriebenen Leitungen gebildet werden. Übergeordnete Telex-Hauptvermittlungsstellen (TxÜHVSt) sind dadurch entstanden,

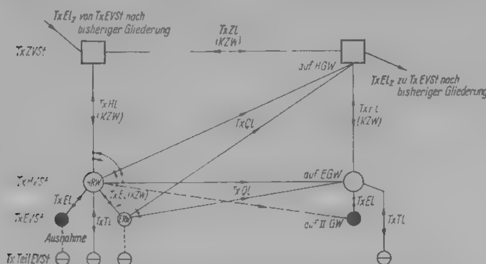
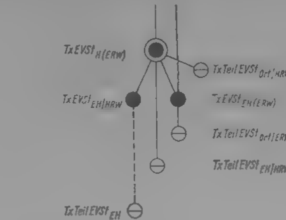


Bild 4. Verkehrswege zwischen Telex-Vermittlungsstellen (neuer Netzaufbau).

daß in mehreren Fällen ZGW in TxHVSt vorgezogen worden sind. Die Leitungen von solchen ZGW nach den anderen TxZVSt gelten als TxZl.

In den ZGW-Gassen sind vereinzelt (z. B. in Frankfurt/Main, Düsseldorf) Inlandsumrechner (IUr) eingesetzt, mit deren Hilfe Querbündel ohne Überlauf gebildet sind. 3. Neuer Netzaufbau in Teilen des T. mit Richtungswählern. Der überwiegende Teil des Telexverkehrs ist im Gegensatz zum Fernsprechverkehr in die Ferne gerichtet. Die Anschlußdichte im Telexdienst bringt es mit sich, daß erst große



Es bedeuten:

$TxTeilEVSt_{Ort/HRW}$: TxTeilEVSt am Orte der TxHVSt
$TxTeilEVSt_{Ort/ERW}$: TxTeilEVSt am Orte der offenen TxEVSt
. . . . / ERW: geführt auf ERW
. . . . / HRW: geführt auf HRW
. . . . (ERW): TxEVSt mit ERW

Bild 5. Bezeichnung der Telex-Endvermittlungsstellen in einem H-Bereich mit TxRW.

Verkehrswerte anfallen, die eine wirtschaftliche Benutzung von Telex-Querleitungen (TxQl) rechtfertigen, wenn der Verkehr eines H-Bereiches gesammelt wird. Eine Wirtschaftlichkeit dürfte bei etwa 400 bis 500 Telexanschlüssen für einen Quellbereich gegeben sein. Als wichtigste Einsatzorte für Telex-Richtungswähler (TxRW) müssen die TxHVSt angesehen werden. Große offene Endvermittlungsstellen können auch in Frage kommen. In den TxZVSt dagegen werden Einrichtungen einer neuen Vermittlungstechnik (Arbeitsbezeichnung: ETW 1) eingesetzt werden, die u. a. ebenfalls Leitwegaufgaben erfüllen können. Bei den Regeln, die für eine neue Netzgliederung mit TxRW angewendet werden sollen, werden Wirtschaftlichkeit, Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit angestrebt. So wurden z. B. für die H-Bereiche mit TxHRW die zurückgenommenen EGW in den TxZVSt aufgegeben. Der ansteigende Verkehr mußte in den TxHVSt gesammelt werden. Es empfahl sich, den absteigenden Verkehr über die TxHVSt zu führen, weil

- die kürzestmöglichen Telexnummern erreicht werden sollen. Das ist nur möglich, wenn auch TxTeilEVSt einheitlich an den EGW ausgeschieden werden und auf zurückgenommene EGW verzichtet wird;
- die Bündel zwischen TxEVSt/TxTeilEVSt und TxHVSt für beide Verkehrsrichtungen ggf. auch mit wechselseitig betriebenen Leitungen betrieben werden sollen. Das ist bei Aufteilung des abgehenden und des ankommenden Verkehrs nicht erreichbar;
- auch TxTeilEVSt bei ansteigendem und absteigendem Verkehr unmittelbar an die TxHVSt angeschlossen werden sollen, um für diese Verbindungen wenig Leitungsabschnitte aufkommen zu lassen.

Aufwendungen für den Einsatz von RW müssen durch Ersparnisse, die sich durch Querleitungen erzielen lassen, aufgehoben werden, wenn die Wirt-

Telexanschlüsse in den TxZVSt-Bereichen und den TxVSt-Gruppen (Stand: Oktober 1967).

Lfd. Nr.	TxEVSt-Gruppe	Anzahl der Telexanschlüsse in den TxZVSt-Bereichen								Summen Sp. 2 bis Sp. 9
		Berlin	Düsseldorf	Frankfurt am Main	Hamburg	Hannover	München	Nürnberg	Stuttgart	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	TxEVSt$_{Z}$	1 815	1 048	3 339	4 534	1 457	3 286	1 189	2 375	19 043
2	TxTeilEVSt$_{Z}$	457	1 747	581	1 259	490	236	112	495	5 377
3	TxEVSt$_{EZ}$	—	4 508	1 327	—	—	101	101	1 103	7 140
4	TxTeilEVSt$_{EZ}$	·	220	292		—	27	·	54	593
5	TxEVSt$_{H}$	—	3 700	2 044	2 609	1 759	904	1 012	1 707	13 735
6	TvTeilEVSt$_{H}$		2 204	1 948	855	1 605	815	627	1 185	9 239
7	TxEVSt$_{FH}$	—	3 344	601	82	453	—	443	1 321	6 244
8	TxTeilEVSt$_{EH}$	—	764	137	—	329		60	484	1 774
9	Summe je TxZVSt-Bereich	2 272	17 535	10 269	9 339	6 093	5 369	3 544	8 724	63 145

schaftlichkeit gewährleistet werden soll. In bestimmten Fällen können andere Gründe als die der Wirtschaftlichkeit den Ausschlag für den Einsatz von TxRW geben. Durch Kostenrechnungen wurde festgestellt, daß TxRW wirtschaftlich eingesetzt werden können, wenn mindestens ein Drittel des Verkehrs über TxQl nach TxZVSt abfließt. Wenn sämtlicher Querverkehr über TxQl nach TxHVSt abflösse, brauchten es nur etwa 15 bis 20% des Gesamtverkehrs zu sein.

Etwaige Änderungen im Netzaufbau, die durch das Einfügen von TxRW erforderlich werden, müssen sich so durchführen lassen, daß die alte und die neue Gliederung nebeneinander bestehen können. Es wird H-Bereiche im alten und H-Bereiche mit TxRW im neuen Netzaufbau geben. In GW-Gassen werden TxRW künftig im Normalfall nicht mehr eingesetzt. TxQl können hiernach abgehen von TxHRW in TxHVSt und von TxERW in TxEVSt. TxQl können gerichtet sein nach TxAuslVSt (in Bild 4 nicht dargestellt), nach TxZVSt, nach TxHVSt und nach TxEVSt, vorwiegend nach TxEVSt$_{Z}$ oder TxEVSt$_{H}$. Wenn TxQl nicht auf die Ankunfts-Wahlstufe für den betreffenden Zielbereich, sondern selbst wieder auf TxRW geführt sind, wodurch sie erneut Zugang nach dem gesamten Netz erhalten, wird von Telex-Durchgangs-Querleitungen (TxDgQl) gesprochen. Sie werden nur auf besondere Weisung in Betrieb genommen. Damit ergeben sich die folgenden Arten von TxQl: TxQl$_{E-A}$, TxQl$_{E-Z}$, TxQl$_{E-H}$, TxQl$_{H-A}$, TxQl$_{H-Z}$, TxQl$_{H-H}$ und TxQl$_{H-E}$ (nicht sehr häufig). Für besondere Fälle: TxDgQl$_{E-E}$, TxDgQl$_{E-H}$, TxDgQl$_{E-Z}$ (mit

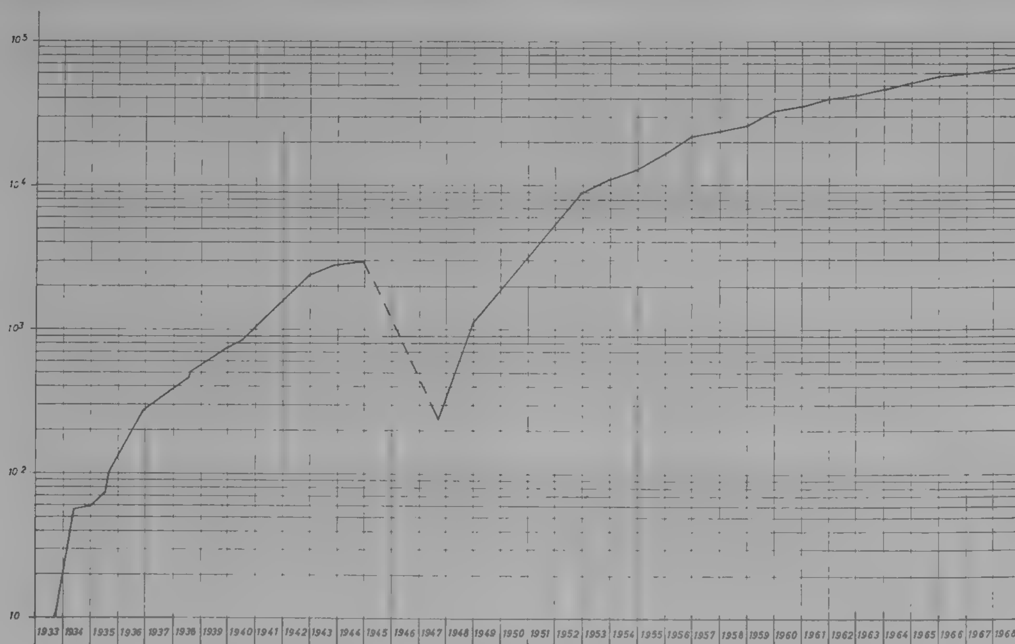


Bild 6. Entwicklung der Anzahl der Telexanschlüsse in Deutschland (ab 1946 in Westdeutschland).

späteren Leitwegeinrichtungen in TxZVSt), TxDgQl$_{H-E}$ (selten), TxDgQl$_{H-H}$ und TxDgQl$_{H-Z}$ (später). Der nicht über Querwege abgewickelte Verkehr läuft auf den Kennzahlweg (KZW) über, wobei die Möglichkeit besteht, zunächst auf einen höherwertigen Querweg überzulaufen (zweifacher Überlauf). 4. Telexan- schlüsse. Bei Telexanschlüssen sind private Fernschreibeinrichtungen (z. B. Fernschreibmaschine, Fernschaltgerät) durch Anschlußleitungen mit dem Anschlußorgan der Vermittlungsstelle verbunden.

Es ist erkennbar, daß mit dem Anwachsen der Gesamtzahl der → Telexteilnehmer die frühere Ballung der Anschlüsse auf die Großstädte abgelöst wird durch eine zunehmende Streuung über das gesamte Bundesgebiet. Ende 1969 bestanden im T. der DBP 74 403 Telexanschlüsse.

5. Telex-Gebührenbereiche. Die Gebühren für Telexverbindungen im Inland und für vollautomatisch vermittelte Verbindungen nach dem europäischen Ausland werden in der Zeitimpulszählung ermittelt. Für Verbindungen in den nachstehend aufgeführten Bereichen sind unterschiedliche Impulsabstände festgelegt:



Bild 7.
Ausschnitt aus dem Telexnetz der Bundesrepublik Deutschland.

zwischen zwei Telexanschlüssen desselben H-Bereiches; zwischen zwei Telexanschlüssen desselben Z-Bereiches, die jedoch nicht in demselben H-Bereich

liegen; zwischen zwei Telexanschlüssen verschiedener Z-Bereiche; zwischen zwei Telexanschlüssen, von denen der eine in einem anderen europäischen Land liegt.

(Die Telexanschlüsse des H-Bereiches Berlin (West) gelten gebührenmäßig als Anschlüsse des Z-Bereiches Hannover.) Im handvermittelten Telexdienst und für automatisch vermittelte Telexverbindungen, bei denen die Zeitimpulszählung nicht angewendet wird, werden die Gebühren in den TxAuslVSt(Hand) bzw. den TxAuslVSt ermittelt. 6. Telex-Auskunftsstellen. Für Auskünfte von Teilnehmern über den Telexdienst werden gebührenfrei erreichbare Telex-Auskunftsstellen eingerichtet. 7. Telex-Störungsmeldestellen. Für die Annahme von Störungen werden Telex-Störungsmeldestellen eingerichtet. Sie sind fernschriftlich oder fernmündlich gebührenfrei anwählbar.

B. Weltweite Verknüpfung der nationalen Telexnetze. Es gibt etwa eine Viertelmillion Telexanschlüsse auf der Welt. Rund ein Viertel davon befindet sich in der BRD.

Die Verteilung auf die Kontinente war Ende 1965: Afrika 2,0 %, Amerika Nord 34,9 %, Amerika Mittel 0,4 %, Amerika Süd 2,3 %, Asien 8,0 %, Australien und Ozeanien 1,0 % und Europa 51,4 %. Die Zunahme im Jahr 1965 betrug etwa 12 %. Verschiedene Länder, wie z. B. Japan, Großbritannien, Kanada, haben hohe Zuwachsraten. Die rasche Ausdehnung des Welt-Telexnetzes wird dadurch begünstigt, daß internationale Absprachen in Form von → CCITT-(Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique-)Empfehlungen vorliegen. Ferner im Internationalen → Telegrafenalphabet Nr. 2 ein einheitlicher Maschinencode vorliegt, der den Nachrichtenaustausch in allen Sprachen erlaubt, bei denen lateinische Schriftzeichen verwendet werden.

Bereits 1934 wurde der internationale Telexdienst zwischen Deutschland und der Schweiz eröffnet. Weitere Länder folgten. Nach dem Kriege wurde ab 1949 Zug um Zug der internationale Verkehr von der BRD nach einer Vielzahl von anderen Ländern aufgenommen. Bereits 1956 konnte die Teilnehmer-Selbstwahl mit mehreren europäischen Ländern aufgenommen werden. Seit 1964 können Telexteilnehmer der BRD durch Wahl mit Teilnehmern in den USA und seit 1965 mit Teilnehmern in Kanada in Verbindung treten. Mit rund 120 fremden Telexnetzen bestehen Verkehrsmöglichkeiten.

Das Ziel ist, möglichst viele Telexnetze so miteinander zu verknüpfen, daß die Verbindungen durch die Teilnehmer selbst gewählt und automatisch hergestellt werden können. Da nicht jedes T. mit jedem anderen durch eigene Telexbündel verbunden werden kann, müssen Vereinbarungen über die Leitwege und die Verfahren der Verkehrsabwicklung im automatischen Transitverkehr getroffen werden. Es werden als oberste Vermittlungsebene miteinander vermaschte interkontinentale Telex-Transitvermittlungen vorausgesetzt, an welche die internationalen Vermittlungen der einzelnen Länder herangeführt sind, die nicht selbst eine Transitvermittlung besitzen. Für die Transitvermittlungen ist ein besonderes Signalisierungssystem vorgesehen (CCITT-Empfehlung U. 11). In der CCITT-Empfehlung F. 68 sind zwei Möglichkeiten festgelegt: 1. Zwischen der internationalen Kopfvermittlung des Abgangslandes und der interkontinentalen Transitvermittlung bestehen direkte Verbindungsleitungen. Es wird genügen, auf diesen Leitungen die Netzkennzahl des Ziellandes zu übertragen und die nationale Nummer des gewünschten Teilnehmers anzufügen.

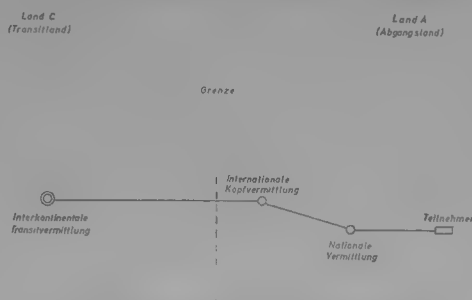


Bild 8. Abstützung einer internationalen Kopfvermittlung an eine interkontinentale Transitvermittlung.

2. Es gibt keine derartigen direkten Verbindungsleitungen. Statt dessen bestehen direkte Leitungen zwischen der internationalen Kopfvermittlung des Abgangslandes und einer internationalen kontinentalen Vermittlung des Transitlandes, die der interkontinentalen Vermittlung benachbart ist. Somit muß erst diese benachbarte Vermittlung durchlaufen werden, bevor das interkontinentale Netz erreicht wird.

Als einheitliche Zugangskennzahl (→ Telexrufnummern- und -kennzahlenplan) ist »00« vorgesehen.

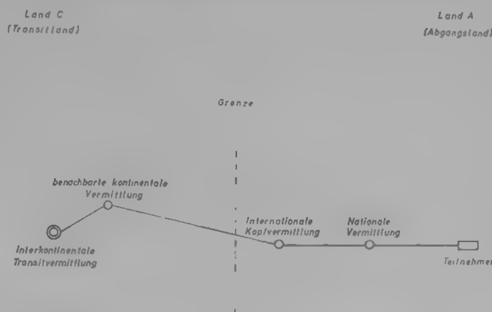


Bild 9. Abstützung einer internationalen Kopfvermittlung auf eine benachbarte kontinentale Vermittlung.

Für die interkontinentale Vermittlungsebene müssen Vorkehrungen getroffen werden, um einen Überlaufverkehr zu ermöglichen. Ein Überlaufverfahren anzuwenden, hängt von der Netzsituation ab. Oft wird es vorteilhafter sein, neue Telegrafenleitungen in einer überlasteten Verkehrsbeziehung einzurichten als

Überlaufeinrichtungen einzusetzen. Die Methode des Überlaufs sollte nur in Betracht gezogen werden, wenn die Hauptverkehrszeiten zwischen C D



Bild 10. Schema für Führung von Überlaufverkehr.

anders als zwischen C F und F D sind. Sonst muß befürchtet werden, daß die Vermittlungseinrichtungen in F überlastet werden.

Literatur: Amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer in der BRD — CCITT-Empfehlungen — Welt-Telex-Atlas, Ausgabe 1966 — Siemens & Halske AG, Wernerwerk, für Telegrafen- und Signaltechnik — W. Tietz: Gliederung des Telexnetzes und Leitweglenkung des Telexverkehrs durch Richtungswähler, Fernmeldepraxis, H. 14, 1966. *W. Tietz*

Telexnummer → Telexnetz, → Telexrufnummern- und -kennzahlenplan, → Telexverbindungen.

Telexogramme → Telegrammarten.

Telexplatz → Fernschreibfernplatz.

Telexprüfeinrichtungen, automatisch arbeitende, sind zur Entlastung des Betriebspersonals eingesetzte Einrichtungen zur Prüfung von Teilnehmeranschlüssen und Verbindungsleitungen. Sie enthalten den Zentralprüfsender (ZPS), die automatische Prüfeinrichtung (APrE) und den zentralen Prüfempfänger (ZPE).

Der ZPS wird zum Prüfen von → Fernschreibmaschinen einschließlich der Anschlußleitungen und der Verbindungsleitungen benötigt. Der ZPS sendet auf Anforderung automatisch und bis zur Verbindungsauslösung pausenlos Prüftext (50 Bd, Telegrafenalphabet Nr. 2). Drei verschiedene Prüftexte können über unterschiedliche Rufnummern angefordert werden, und zwar ein unverzerrter Maschinenprüftext, der alle Zeichen des Telegrafenalphabets Nr. 2 enthält, ein unverzerrter Leitungsprüftext, der aus allen Buchstaben des Alphabets und den Ziffern 1 bis 0 besteht, und ein verzerrter Leitungsprüftext mit gleichen Buchstaben und Zahlen wie vorstehend, jedoch zeilenweise in Stufen zu 0, 20, 30, 36 und 40% verzerrt. Dabei ist die erste Zeilenhälfte vor-, die zweite Zeilenhälfte nacheilend verzerrt. Je Prüftext 5 Anruforgane erreichbar.

Der ZPS wird in größeren Vermittlungsstellen (VSt) eingesetzt. Der elektromechanische ZPS erzeugt 32 Kombinationen durch motorgetriebene Nockenkontaktsender. Der Text (Zeichenfolge) wird durch eine Relaiskette gebildet, die Vorverzerrung der Zeichen durch elektronischen Meßverzerrer.

Der elektronische ZPS (EZPS) entnimmt 32 Kombinationen dem elektronischen Sendeverteiler mit Kombinationsfeld (→ Zeichengeber). Der Sendeverteiler und das Kombinationsfeld sind entweder im EZPS-Gestell oder zentral untergebracht. Im zentralen Steuerteil wird durch Relaiskette der Text geformt und der Einfachstrom in Doppelstrom umgesetzt. Der Text wird über elektronischen → Telegrafie-Signalübertrager (ETS) ausgesendet. Je Anruforgan ist ein ETS geschaltet.

Die APrE prüft selbständig nach eingestelltem Programm (Regelprüfungen) die → Sendeverzerrung und den → Empfangsspielraum von Fernschreibmaschinen bei Tln-Endstellen und die Sende- und Empfangsverzerrung der Verbindungsleitungen. Der Prüfumfang kann eingestellt und das Programm durch Tastendruck oder Uhrenimpuls gestartet werden. Die APrE stellt fest, ob ein vorgegebener Grenzwert der Start-Stopverzerrung überschritten bzw. der Grenzwert des Empfangsspielraums unterschritten wird. Die Ansteuerung des Prüflings — Leitung oder Endstelle — erfolgt über den I. Anschaltewähler (AW, eingebaut im APrE-Gestell) und II. AW (im Leitungs-Übertragungsgestell) bzw. dem Prüfleitungswähler (PrLW, einmal je LW-Hundert).

1. Die Leitungsprüfung erfolgt durch die Belegung der APrE in der fremden VSt über die zu prüfende Leitung. Die Aussendung eines Meßtextes und die Prüfung auf Grenzwertüberschreitung geschieht in der APrE der Gegen-VSt. Wird der Grenzwert eingehalten, fordert die APrE der Gegen-VSt durch Startimpuls (Impuls negativer Polarität) den Meßtext nochmals an und sendet ihn entzerrt an die abgehend belegte APrE zurück. Diese prüft ihrerseits, ob der Grenzwert eingehalten wird. Die Vor- und Rückwärtsrichtung einer Leitung wird somit einzeln gemessen.

2. Die Endstellenprüfung erfolgt durch die Belegung der Endstelle und die Aussendung eines Benachrichtigungstextes, sobald das → Freizeichen ausgewertet wurde. Zweimalige Anforderung des → Kennungsgebers geschieht durch die Aussendung des »Werda«-Zeichens (Ziffernseite D). Das erste Zeichen ist vor-, das zweite Zeichen nacheilend verzerrt. Dadurch ist die Prüfung des Empfängerspielraumes möglich. Die Messung der Sendeverzerrung erfolgt durch die Auswertung der Kennung. Grenzwertüberschreitungen werden nach Fehlerart und -ort von einer der APrE zugeordneten Fernschreibmaschine in einem Zahlencode aufgezeichnet.

Der ZPE ist ein automatisch arbeitendes Verzerrungsmeßgerät mit automatischer Rückmeldung des Meßergebnisses. ZPE werden in größeren VSt zur Entlastung des → Fernschreibmeßplatzes eingesetzt. Sie können von Kräften des Fernschreib-Unterhaltungsdienstes (→ Unterhaltung von Fernschreibapparaten) über besondere Rufnummer angewählt werden. Nach der Belegung sendet der ZPE zunächst einen Meldetext und ist dann empfangsbereit für beliebigen Prüftext. Das Meßergebnis (Verzerrungswert in %) wird dem Anrufer in Ziffern nach 2,5 bis 3,5 s zugeschrieben. Die Anzeige der Verzerrungswerte ist in 1%-Stufen eingeteilt. Der Meßbereich 0—49% ist vor- und nacheilend. *Jendra*

Telexrufnummern- und -kennzahlenplan. 1. Internationale Regeln. 1.1. Begriffe: In der → CCITT-(Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique-)Empfehlung F. 68 sind verschiedene

Bezeichnungen festgelegt, die für die Numerierung in Telexnetzen benutzt werden sollen. 1.1.1. Nationale Telexnummer: Gruppe von Ziffern, die von einem Anrufer gewählt werden muß, um einen bestimmten Teilnehmer desselben Landes zu erreichen. Wenn in nationalen Telexnetzen verkürzte Rufnummern für Orts- oder Nahverbindungen benutzt werden, so wird die verkürzte Rufnummer »(Orts)rufnummer« genannt. 1.1.2. Zugangskennzahl für das automatische Telex-Weitverkehrsnetz: Falls in nationalen Telexnetzen verkürzte Rufnummern für den Orts- oder Nahverkehr verwendet werden, soi st eine Zugangskennzahl zu wählen, um Zugang zur nächsthöheren Netzebene zu erhalten (Weitverkehrsebene). 1.1.3. Zugangskennzahl für das automatische internationale Telexnetz: Hierunter sind die Ziffern zu verstehen, die von einem Teilnehmer (ggf. im Anschluß an die Zugangskennzahl für den Weitverkehr) zu wählen sind, um Zugang zu den Wähleinrichtungen für den internationalen Telexverkehr zu erreichen. 1.1.4. Zugangskennzahl für das automatische interkontinentale Telexnetz: Hierunter sind die Ziffern zu verstehen, die von einem Teilnehmer (ggf. im Anschluß an die Zugangskennzahl für den internationalen Verkehr) zu wählen sind, um Zugang zu den Wähleinrichtungen für den interkontinentalen Verkehr zu erhalten. Das Abgangsland kann eine einzige »Zugangskennzahl für den internationalen Verkehr« verwenden anstelle zweier verschiedener Zugangskennzahlen für den internationalen und interkontinentalen Verkehr. 1.1.5. Zugangskennzahl für internationalen Transitverkehr: Für die automatische Leitweglenkung des Transitverkehrs gilt, daß der Code »00« als einheitliche Zugangskennzahl für das Durchlaufen einer kontinentalen Vermittlung benutzt werden soll. Ein Land, das bei der Anwendung von »00« Schwierigkeiten hat, kann eine andere Zugangskennzahl wählen, indem es bilaterale Vereinbarungen mit den betroffenen fremden Verwaltungen trifft. Auf diese Zugangskennzahl hat der Teilnehmer keinen Einfluß. Sie wird von Vermittlungseinrichtungen zur Steuerung des Leitweges erzeugt. 1.1.6. Identifizierungs-Code: Eine Gruppe von Buchstaben, die zur Ermittlung eines Teilnehmers oder eines Anschlusses in einem bestimmten Land — bzw. in einem bestimmten Netz eines Landes — dient. Der Code wird in den Teilnehmer-Verzeichnissen veröffentlicht. Außerdem wird er in den Kennungen der Telexanschlüsse verwendet. 1.1.7. Telex-Netzkennzahl: Eine Gruppe von Ziffern, die für Zwecke der Leitwegführung bestimmen, welchem Land oder welchem Netz eines Landes bestimmte Teilnehmer oder Anschlüsse angehören. 1.2. Internationaler Telex-Netzkennzahlenplan. Vom CCITT ist in der Empfehlung F. 69 ein internationaler Telex-Netzkennzahlenplan festgelegt worden. Die Netzkennzahlen bestehen aus zwei oder drei Ziffern. Der Plan weicht von dem des Fernsprechdienstes aus verschiedenen Gründen ab (z. B. mehrere Netze in einem Land). Die erste Ziffer hat folgende geographische Zuordnung erhalten:

0 als erste Ziffer nicht benutzt,
1 für besondere Dienste freigehalten,
2 Nordamerika und benachbarte Gebiete
3 Südamerika und benachbarte Gebiete,
4, 5, 6 } Europa, UdSSR und benachbarte Gebiete,
7 Pazifische und benachbarte Gebiete,
8 Mittlerer Osten, Ferner Osten und benachbarte Gebiete,
9 Afrika, Naher Osten und benachbarte Gebiete.

Anmerkung: 1) In dieser Zuordnung ist die Ziffer »1« zum Gebrauch für besondere Dienste freigehalten, z. B. um Kennzahlen für Verbindungen in Zielgebiete zu bilden, die über Leitungen erreicht werden, die andere Telegrafensignale zu übertragen gestatten als im Normalfall für Telex verwendet werden. 2) Die geographischen Grenzen der Kontinente wurden nicht genau eingehalten, um eine Beweglichkeit des Kennzahlensystems zu erlauben.

Die Ziffern 1 bis 6 an zweiter Stelle kennzeichnen eine zweistellige Kennzahl, die Ziffern 7, 8, 9 oder 0 entweder eine zwei- oder dreistellige Kennzahl. Diese Festlegung erlaubt eine große Beweglichkeit bei der Festsetzung der Kennzahlen und für die meisten Verbindungen eine schnelle Prüfung, ob es sich um ein-, zwei- oder dreiziffrige Kennzahlen handelt. Die Telex-Netzkennzahl der BRD ist »41«.

2. Rufnummernplan im Telexnetz der DBP. Im → Telexnetz wird ein gemischtes Rufnummernsystem verwendet. Für Weit- und Auslandsverkehr müssen offene Zugangskennzahlen vor der nationalen Telexnummer gewählt werden. Sie selbst enthält verdeckt die Kennziffern der Telexvermittlungen. 2.1. Zugangskennzahl für Auslandsverkehr: Wenn eine Verbindung nach einem Telexanschluß in einem T. eines anderen Landes hergestellt werden soll, muß zur Einleitung die Zugangskennzahl für Auslandsverkehr »00« gewählt werden. Anschließen müssen sich die internationale Netzkennzahl und die nationale Telexnummer des fernen Telexanschlusses. Aus technischen Gründen werden für den abgehenden Telex-Auslandsverkehr von der DBP zweistellige Netzkennzahlen verwendet. Deshalb wird bei Netzen, nach denen automatischer Verkehr abgewickelt wird und für die nach dem internationalen Plan dreistellige Zahlen vorgesehen sind, auf unbelegte Positionen mit zwei Stellen ausgewichen (z. B. für Spanien 58). Die internationalen Belange werden davon nicht betroffen. So werden z. B. für den Transitverkehr die dreistelligen Netzkennzahlen ohne Einschränkung verwendet. Die Zugangskennzahlen sind eine nationale Angelegenheit und international nicht vereinheitlicht. 2.2. Zugangskennzahl für Weitverkehr: Wenn eine Verbindung nach einem Telexanschluß hergestellt werden soll, der sich in einem anderen Hauptvermittlungsstellen-Bereich (H-Bereich) befindet, so muß als Zugangskennzahl vor der Telexnummer eine »0« gewählt werden. 2.3. Telexnummer: Eine Telexnummer im Telexnetz der DBP setzt sich zusammen aus: — einer Kennziffer der Telex-Zentralvermittlungsstelle (TxZVSt) (Ausscheidung am Zentralvermittlungs-Gruppenwähler), — einer Kennziffer der Telex-Hauptvermittlungsstelle (TxHVSt) (Ausscheidung am Hauptvermittlungs-Gruppenwähler,

für Verkehr innerhalb desselben H-Bereiches am ersten Gruppenwähler), — einer oder zwei Kennziffer(n) der Telex-Endvermittlungsstelle (TxEVSt) (Ausscheidung an Endvermittlungs-Gruppenwähler), — weiteren Ziffern, die benötigt werden, um eine Telexverbindung in der EVSt und ggf. Teil-EVSt bis nach dem gewünschten Telexanschluß einzustellen. Die erste Stelle der Telexnummer wird als offene »Kennziffer« weggelassen, wenn eine Verbindung nach einem Telexanschluß desselben H-Bereiches hergestellt werden soll.

Es ist erforderlich, die Telexnummern so kurz wie möglich zu halten, z. B. wegen der erforderlichen Speicherkapazität von Registern für den internationalen Verkehr und für den Transitverkehr in den Vermittlungen des In- und Auslandes; wegen der Unterbringung der Telexnummern in der Kennung (im Namengebertext); wegen des Wählaufwandes der Teilnehmer allgemein und in besonderen Fällen bei Rundschreibverbindungen; ferner wegen der mit einer längeren Wahl verbundenen nicht gebührenpflichtigen Belegungszeit der Vermittlungseinrichtungen und Leitungen. Die Stellenzahl (ohne die Zugangskennziffern) soll auf sechs beschränkt werden. Telexnummern mit mehr als sieben Stellen dürfen nur bei Vermittlungsstellen mit mehr als 10 000 Anschlußeinheiten (AE) auftreten.

Zum Erreichen der internationalen Telex-Vermittlungsplätze wird die Ziffernfolge (0)x0xx eingehalten. Die Platzrufnummern werden von Fall zu Fall vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) festgelegt. Die Kennziffern (Kennzahlen) der TxEVSt sind im »Verzeichnis der Telex-Endvermittlungsstellen (einschl. der Telex-Teil-Endvermittlungsstellen) in der Bundesrepublik Deutschland« enthalten, das jährlich neu herausgegeben wird. Die Kennzahlen der TxHVSt sind im Netzplan des Telexnetzes wiedergegeben.

Literatur: CCITT-Empfehlungen — W. Tietz, Gliederung des Telexnetzes und Leitweglenkung des Telexverkehrs durch Richtungswähler, Fernmeldepraxis, H. 14, 1966. *W. Tietz*

Telexstelle ist die Fernschreibstelle des Teilnehmers (→ Telexnetz).

Telextastaturen. Auf den Tastaturen der Fernschreibmaschinen bei Telexanschlüssen ist der Zeichenvorrat des im → Telexdienst in der Regel benutzten Internationalen → Telegrafenalphabetes Nr. 2 dargestellt. Die Tastaturen sind ähnlich der Tastatur einer Schreibmaschine. Allerdings gibt es einige Abweichungen, die hauptsächlich durch die Begrenzung des Zeichenvorrats hinsichtlich von Sonderzeichen und durch die Notwendigkeit der Buchstaben- und Ziffernumschaltung (A ..., 1 ...) bedingt sind. Außerdem gibt es keine Groß- und Kleinschrift, keinen Rücktransport um ein Zeichen usw.

Zur Benutzung bei Telexanschlüssen gibt es im Bereich der DBP zwei Regelausführungen von Tastaturen.

Die folgenden Regeln werden angewendet:

1. Die Tastatur der Fernschreibmaschine eines Telexanschlusses enthält mindestens alle für den internationalen Verkehr erforderlichen Zeichen des Internationalen Telegrafenalphabetes Nr. 2. Die Fernschreibmaschine muß sie auch — soweit vorgesehen — entsprechend abdrucken können. Andere Anwendungen der Tasten können in begründeten Ausnahmefällen besonders genehmigt werden.

2. Gegen eine andere Belegung der Normaltasten (nach 1.) z. B. mittels Masken wird nichts eingewendet. Die ursprüngliche Belegung muß erkennbar bleiben. Die Typenbelegung darf nicht geändert werden.

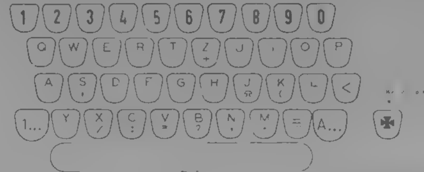


Bild 1. Deutsche Schmaltastatur.

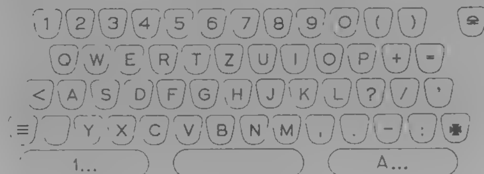


Bild 2. Deutsche Volltastatur.

3. Weitere Tasten können zusätzliche oder abweichende Belegungen erhalten; sie dürfen aber erst nach Vornahme der Umschaltung auf Datenbetrieb (Auswertung des Datenumschaltesignals) auslösbar sein. Die zusätzlichen oder abweichenden Zeichen können zum Abdruck gebracht werden (→ Dateldienste).

4. Ein Apparat, der erst nach einer Umschaltung in Betrieb gesetzt wird, ist frei in der Tasten- und in der Typenbelegung. *W. Tietz*

Telextechnik im Ausland. Trotz weitgehender Standardisierung und Normung der Schaltkennzeichen wird eine Vielzahl von Systemen in den ausländischen Telexnetzen verwendet (→ System TWM, → System TWK). Für die zwischenstaatliche Zusammenschaltung der Telexnetze gelten die CCITT-Empfehlungen der Serie U (→ CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik).

Literatur: F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 2. Teil, Verlag E. Herzog, Goslar 1964 — E. Rossberg H. Korta, Fernschreibvermittlungstechnik, Verlag R. Oldenbourg, München 1959.

Telextechnik im Inland → Telexnetz.

Telexteilnehmer. T. ist jeder Inhaber eines Telex-Hauptanschlusses. Das Teilnehmerverhältnis umfaßt auch etwaige zum Hauptanschluß gehörende Nebenanschlüsse.

Jedermann kann im Rahmen der Benutzungsvorschriften T. werden. Die Rechtsgrundlage bildet der § 32 der Telegrafenordnung. Für das Teilnehmerverhältnis werden im wesentlichen die Bestimmungen der → Fernsprechordnung angewendet.

Die überwiegende Anzahl der T. besitzt nur einen Anschluß. Nur etwa 7 v. H. Telexanschlüsse entfallen im Mittel auf T., die mehr als einen Anschluß besitzen.

Die verschiedenen Wirtschaftszweige sind mit den folgenden Anteilen an der Anzahl der Telexanschlüsse beteiligt:

Land- und Forstwirtschaft, Tierhaltung und Fischerei	0,35 v. H.
Energiewirtschaft und Wasserversorgung	0,43 v. H.
Bergbau	0,62 v. H.
Verarbeitendes Gewerbe (Industrie)	37,00 v. H.
Baugewerbe	1,60 v. H.
Handel	30,00 v. H.
Verkehr	10,10 v. H.
Kredit- und sonstige Finanzierungsinstitute	6,20 v. H.
Versicherungsgewerbe	1,40 v. H.
Dienstleistungsgewerbe	6,70 v. H.
Organisationen ohne Erwerbscharakter	1,40 v. H.
Behörden	2,50 v. H.
Sonstige	1,70 v. H.

W. Tietz

Textelegrammaufnahme → Telegrammaufnahmen.

Telexüberseeverkehr, Technik. Der Telexverkehr mit nichteuropäischen Kontinenten wurde anfänglich über geschützte Kurzwellen-Funkverbindungen abgewickelt. Der Schutz der Nachricht gegen Funkstörungen oder -ausfall wurde durch Einsatz von → Mux-Geräten erzielt. Die Telexverbindungen wurden manuell oder halbautomatisch über Mux-Telexplätze hergestellt. Nach der Einführung von Kabel- und Satellitenstromwegen wird der Telexverkehr vorwiegend über → Wechselstromtelegrafie-Kanäle bgewickelt. Ist das Telexnetz des Ziellandes automatisiert, wird der Telexverkehr vollautomatisch abgewickelt, oder es wird die Automatisierung angestrebt. Für den vollautomatischen Verkehr ist eine besondere Zeiterfassungseinrichtung in der Telex-Auslandskopfvermittlungsstelle zur → Gebührenerfassung erforderlich.

Telexverbindungen. T. werden entweder vom → Telexteilnehmer selbst gewählt oder nach Anmeldung mit Hilfe von Telexplätzen hergestellt. T. im Inland und nach einer großen Anzahl fremder → Telexnetze werden automatisch vermittelt. Nur noch ein geringer Anteil ($< 10\%$) der Auslandsverbindungen werden über Telexplätze handvermittelt.

Herstellen von automatischen Telexverbindungen

Zum Herstellen von Telexverbindungen dient das Fernschaltgerät, das mit einer Anruftaste, einer Schlußtaste, einem Nummernschalter (Wählscheibe) sowie mit Anzeigevorrichtungen für optische Signale ausgestattet ist. Zuerst muß die Anruftaste betätigt werden. Mit dem zügigen Wählen der Telexnummer des gewünschten Anschlusses muß begonnen werden, sobald ein optisches Signal hierzu auffordert. Die Verbindung mit dem gewählten Telexanschluß ist hergestellt, wenn der Motor der Fernschreibmaschine anläuft. Sodann ist die → Kennung (der Namengebertext) des erreichten Telexanschlusses durch Drücken der Ziffern(-Zi-) und der »Wer-da«-Taste anzufordern, und die eingehende Kennung (der Namengebertext) ist daraufhin zu prüfen, ob er mit dem des gewünschten Anschlusses übereinstimmt. Stimmt er nicht überein, dann ist die Schlußtaste am Fernschaltgerät sofort zu drücken und eine neue Verbindung herzustellen.

Entspricht die empfangene Kennung (der Namengebertext) dem des gewünschten Anschlusses, dann ist durch einmaliges Drücken der »Hier-ist«-Taste dem gerufenen Teilnehmer die eigene Kennung (der Namengebertext) bekanntzugeben. Wenn aber nach dem Betätigen der Anruftaste oder während des Wählens oder nach beendeter Wahl der Motor der Fernschreibmaschine ein- und sofort wieder ausgeschaltet wird, sind der gewählte Telexanschluß oder die Verbindungswege besetzt. In diesem Falle muß — jedoch erst nach einiger Zeit — die Anruftaste erneut betätigt und die Wahl wiederholt werden. Läuft der Motor der Fernschreibmaschine nach dem Wählen überhaupt nicht an (bei Inlandsverbindungen binnen 10 Sekunden, bei Auslandsverbindungen binnen etwa 30 Sekunden), dann ist der gewählte Telexanschluß oder der Verbindungsweg gestört.

Handvermittelte Telex-Auslandsverbindungen

Nachdem die Rufnummer des internationalen Telexplatzes gewählt worden ist, muß mit dem Anmelden einer Telexverbindung in jedem Falle so lange gewartet werden, bis die Fernschreibmaschine den vom internationalen Telexplatz gesendeten Meldetext (z. B. »telex hmb 21«) empfangen hat. In einigen Verkehrsbeziehungen wird an den Anmelder nämlich zunächst automatisch ein Wartetext (z. B. »telex ffm mom«) übermittelt, wenn im betreffenden Augenblick entweder keine internationale Telexleitung für die gewünschte Verbindung oder kein internationaler Telexplatz zur Entgegennahme der Anmeldung frei ist. Die Anrufe werden zwangsläufig in der Reihenfolge ihres Eintreffens beantwortet. Das Trennen der Verbindung und das anschließend vorgenommene, erneute Wählen derselben Rufnummer beschleunigen das Abfragen des Anrufes durch den internationalen Telexplatz nicht, sondern eine solche Handlungsweise bewirkt im Gegenteil eine ungünstigere (automatische) Einreihung des Anrufers unter die Wartenden. Es ist auch zwecklos, während der Wartezeit irgendein Zeichen auszusenden (z. B. durch Drücken der Taste »Wer-da«, um die Kennung (den Namengebertext) anzufordern, oder der Taste »Kl«, um ein hörbares Signal auszulösen). Die Fernschreibmaschine des internationalen Telexplatzes ist nämlich erst empfangsbereit, wenn sie dies durch Übermitteln ihres Meldetextes angezeigt hat.

Beim Anmelden ist der Telexanschluß, mit dem die Verbindung gewünscht wird, durch folgende Angaben zu bezeichnen:

a) Name der Fernmeldeverwaltung oder der privaten Betriebsgesellschaft, zu deren Telexnetz der verlangte Anschluß gehört;

b) die Telexnummer, wie sie im amtlichen Teilnehmerverzeichnis des betreffenden Verkehrsunternehmens aufgeführt ist.

Sonstige Mitteilungen müssen beim Anmelden unbedingt unterbleiben. Sie würden nur den internationalen Telexplatz am zügigen Vermitteln (der Verbindungen) behindern. Zu den »sonstigen Mitteilungen« zählen natürlich nicht Angaben über die Art der gewünschten Verbindung.

Die internationalen Telexplätze vermitteln folgende Arten von T.:

Telexverbindungen zur Übermittlung von Nachrichten, welche die Sicherheit des menschlichen Lebens auf dem Lande, auf See oder in der Luft betreffen — SVH-Telexverbindungen —. Diese genießen unbedingten Vorrang vor allen anderen Telexverbindungen.

Telexverbindungen für den Austausch persönlicher, geschäftlicher usw. Nachrichten — gewöhnliche Telexverbindungen —, die keiner besonderen Behandlung unterliegen.

Monats- und Wochen-Telexverbindungen, die auf schriftlichen Antrag während eines bestimmten Zeitraums täglich zwischen denselben Telexanschlüssen, zur gleichen voraus vereinbarten Zeit und für die gleiche Zeitdauer bereitgestellt werden. Diese Verbindungen dürfen zum Übermitteln ausschließlich persönlicher und geschäftlicher Nachrichten der Teilnehmer benutzt werden.

Die internationalen Telexplätze vermitteln T. in der Regel sofort im Anschluß an die Anmeldung. Ist dies nicht möglich, dann unterrichtet der Telexplatz den Anmelder über die weitere Behandlung seiner Anmeldung.

Wenn die Telexanschlüsse miteinander verbunden sind, empfangen ihre Fernschreibmaschinen die Kennungen (Namengebertexte) des verlangten und des anmeldenden Teilnehmers und in einigen Verkehrsbeziehungen auch noch Datum und Uhrzeit. Von diesem Zeitpunkt ab ist die Verbindung betriebsbereit und gebührenpflichtig. Stellt der Anmelder fest, daß die empfangene Kennung (der Namengebertext) der fernen Telexstelle nicht dem der verlangten Telexstelle entspricht, so muß er die Verbindung sofort trennen und den zuständigen internationalen Telexplatz davon benachrichtigen. *W. Tietz*

Telexverkehr. Das Bedürfnis, im → Telexnetz Nachrichten zu übermitteln, tritt nicht zufällig auf. Die → Telexnachrichten sammeln sich in einem Stapel bei den Telexanschlüssen und werden nacheinander übermittelt. Es handelt sich um den Übergang von einem Wartesystem in ein Verlustsystem. Der dadurch erzeugte Verkehr ist ein Häufungsverkehr. 1. Die geographische Verteilung des T. auf Bereiche. 1.1. Verteilung des T. nach Ursprungsbereichen: Der von einem Telexanschluß erzeugte Quellverkehr ist unterschiedlich groß. Bei Untersuchungen im Jahr 1961 wurden im Durchschnitt 0,0624 Erlang (Erl) bzw. 0,434 Erlangstunden je Tag (Erlh/Tag) abgehender Verkehr je Telexanschluß ermittelt. 1.2. Verteilung des T. nach Zielbereichen: Vom Gesamtverkehr sind durchschnittlich gerichtet in den eigenen Endvermittlungsstellen-(EVSt-)Bereich 3,30 %, in den eigenen Hauptvermittlungsstellen-(HVSt-)Bereich (einschl. eigenen EVSt-Bereich) 14,87 %, in den eigenen Zentralvermittlungsstellen-(ZVSt)-Bereich (einschl. eigenen HVSt-Bereich) 34,10 %, in fremde ZVSt-Bereiche 54,10 %, in das Ausland 11,80 % = 100 %. Die Aufteilung des T. nach den fremden ZVSt-Bereichen ist abhängig von der wirtschaftlichen Struktur und den Verkehrsbedürfnissen der Telexteilnehmer der Bereiche untereinander. In den meisten Fällen treten einige Zielbereiche mit stärkeren Verkehrsanteilen hervor. 2. Die zeitliche Verteilung des Telexverkehrs. 2.1. Verteilung des T. über einen Tag: An den Telexbündeln der obersten Netzebene (zwischen Telexzentralvermittlungsstellen (TxZVSt)) ergibt sich eine Verteilung über den Tag, die zwei bezeichnende Spitzen aufweist (Bild 1). Ab 17.00 Uhr ist allg. ein Rückgang des Verkehrs zu verzeichnen.

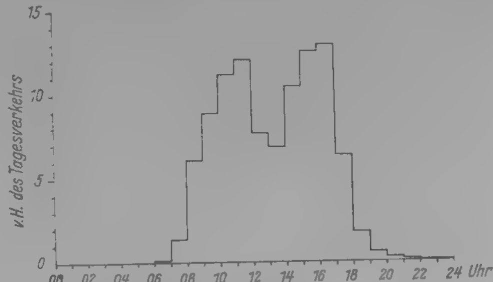


Bild 1. Verteilung des Telexverkehrs über einen Tag an Telexzentralvermittlungsleitungs-(TxZl-)Bündeln.

2.2. Verteilung des T. über eine Woche: Es zeigt sich ein gleichmäßiger Verkehrsanfall an den einzelnen Wochentagen (Bild 2). Der Mittwoch ist der verkehrsreichste Tag. Der Einfluß der Arbeitszeitregelung mit der Fünftagewoche ist deutlich erkennbar.

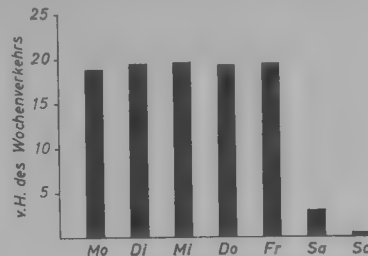


Bild 2. Verteilung des Telexverkehrs über eine Woche an TxZl-Bündeln.

2.3. Verteilung des T. über ein Jahr: Das Verkehrsbedürfnis schwankt während der einzelnen Wochen und Monate eines Jahres. Die verschiedensten Einflüsse, wie z. B. Jahreszeit und Witterung, (Betriebs-) Ferien und Feiertage, Ausstellungen und Messen usw., spielen eine Rolle. Sie können örtlich voneinander abweichen (Bild 3).

Der stärkste Verkehr tritt i. allg. in den Monaten Oktober und November auf. 3. Verbindungen, Belegungen, Konzentration. 3.1. Mittlere Ver-

bindungsdauer: Soweit für Telexverbindungen eine 3-Minuten-Mindestgebühr erhoben wird, beeinflußt diese die mittlere Verbindungsdauer (mittlere Dauer erfolgreicher Verbindungen). Im automatischen T. ist die Mindestgebühr für 3 Minuten weggefallen. Die mittlere Verbindungsdauer wurde im Jahre 1956 mit 3,05 Minuten angegeben. Neuere Untersuchungen ergaben einen Wert von 2,06 Minuten für den Inlandsverkehr, 2,35 Minuten für den automatischen Auslandsverkehr, 4,93 Minuten für den handvermittelten Auslandsverkehr und 2,13 Minuten für den Gesamtverkehr. Die mittlere Verbindungsdauer im dauern. Die mittlere Belegungsdauer beträgt am ersten Gruppenwähler (GW) 1,43 Minuten. 3.3. Konzentration: Hierunter wird der Prozentsatz des Tagesverkehrs verstanden, der in der Hauptverkehrsstunde auftritt. Der häufigste Wert bei Untersuchungen am ersten GW lag zwischen 14 und 16%; der Mittelwert (durch Zusammenfassen der Verkehrsmengen und Verkehrswerte in mehreren VSt) betrug 16,3%. Bei den Bündeln der obersten Netzebene (TxZl) betrug der Mittelwert 13,3%. 3.4. Erfolgreicher und erfolgloser Verkehr: Bei Untersuchungen des T. wurden folgende Durchschnittswerte festgestellt: Er-

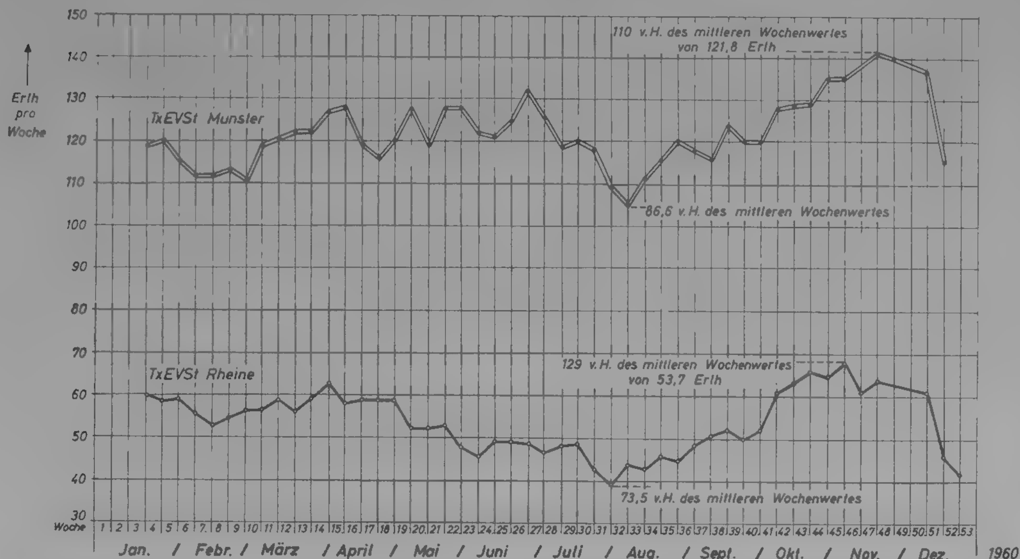


Bild 3. Beispiele der Verteilung des Telexverkehrs über ein Jahr in den Telex-Endvermittlungsstellen (TxEVSt) Münster und Rheine.

Inland nimmt geringfügig mit der Größe des Verkehrsbereiches ab, d. h. billigere Nahverbindungen sind im Mittel etwas länger als teuere Weitverbindungen. Im Auslandsverkehr ist ein höherer Wert zu beobachten. Vermutlich liegt die Ursache in den Sprachunterschieden begründet. Während die Verdichtung des Inhalts und die Verringerung der Redundanz einer Nachricht in der eigenen Sprache leicht möglich ist, dürfte dies in einer fremden Sprache nicht immer gelingen. Außerdem kann die Wichtigkeit einer Auslandsverbindung, vielleicht auch der Wunsch nach sofortiger Bestätigung der Nachricht im Anschluß an ihre Übermittlung, den Mittelwert der Verbindungsdauer mitbestimmen. 3.2. Mittlere Belegungsdauer: Die mittlere Belegungsdauer, d. h. die Zeitdauer, während der Schaltglieder oder Leitungen im Mittel für eine Belegung beansprucht werden, ist niedriger als die mittlere Verbindungsdauer, weil die erfolglosen Belegungen (Besetztfälle, Störungsfälle, nicht beendete Wahl) i. allg. kürzere Zeit als die erfolgreichen Belegungen (Verbindungen) folgreiche Verbindungen, bezogen auf die Gesamtzahl der Belegungen, 45,4%, erfolgreiche Verbindungsdauer, bezogen auf die Gesamtdauer der Belegungen, 69,7%. Die auf 100% zu ergänzenden Werte gelten für den erfolglosen Verkehr. Die Dauer der Verlustbelegungen (30,3%) erscheint hoch. Ein großer Anteil wird durch die zahlreichen Anschlußbesetztfälle bedingt. Die unzureichende Verhaltensweise der Teilnehmer verstärkt diese Wirkung, wenn z. B. das Anschlußorgan in der VSt belegt wird, ohne daß mit der Wahl begonnen oder sie beendet wird. Während dieser Zeit ist ein Anschluß gegen Anrufe blockiert. Die hohen Kosten der privaten Fernschreibeinrichtungen machen den Wunsch des Teilnehmers verständlich, sie mit viel Verkehr auszulasten. Im Interesse einer zu vertretenden Dienstgüte des öffentlichen Netzes muß jedoch eine Belastungsgrenze angesetzt werden. Für Einzelanschlüsse wird eine Belastung von 30 Minuten je Stunde als vertretbar angesehen.

Literatur: W. Tietz, Zur Struktur des Telexverkehrs, Fernmeldepraxis, H. 22/1962.

W. Tietz

Telexvermittlungsstelle, Telexwähltechnik → Telexnetz.

Tellur, Te, Atomgewicht 127,61, ϱ 6,24, Fp. 452° C, Kp. 1390° C. T. ist in amorphem Zustand ein schwarzes Pulver, nach dem Schmelzen silberweiß und metallglänzend. In der Natur findet es sich in Form von Telluriden, besonders der edlen Metalle. Es wird ebenso wie Antimon und Zinn gelegentlich dem Kabelbleimantel als Erhärtungsmittel zugesetzt.

Tellur-Schnelldrucker. Der T. ist der Schnellschreibempfänger eines Schnellfernschreibsystems, das von der Standard Elektrik Lorenz AG für die Übertragung von Fernschreiben und Daten bei Anfall großer Nachrichtenmengen, bei nur begrenzter Verfügungszeit von Verbindungswegen (z. B. Satellitenv.) oder bei kurzen Übertragungszeiten entwickelt worden ist (s. Bild). Die Arbeitsgeschwindigkeit des



Schnellfernschreibapparat für 1800 Baud.

T. beträgt das 10- bis 20fache der bei den bekannten mechanischen Fernschreibern üblichen Druckgeschwindigkeiten. Zeichengeschwindigkeiten des T.: 160, 200 oder 240 Zeichen/s, ggf. die halben Werte. Schrittgeschwindigkeit: 1200, 1500 oder 1800 Baud, ggf. die halben Werte. Für die Hauptwerte ist eine Kanalbandbreite von 3000 Hz erforderlich; bei wesentlich geringerer Bandbreite kommen die Halbwerte in Betracht. Bei diesen hohen Zeichengeschwindigkeiten ist Handsendung nicht mehr möglich. Daher gehören zu dem Schnellfernschreibsystem passende Lochstreifenleser nebst elektronischen Sendeteilen, für die Lochstreifen herzustellen sind (z. B. Anbaulocher mit Wickler). Es können auch Magnetbandspeicher verwendet werden.

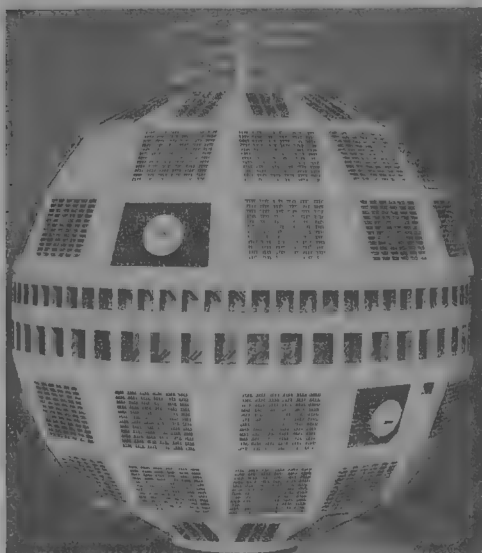
Wegen der hohen Zeichengeschwindigkeiten ist die Anwendung konventioneller mechanischer Bauteile nicht mehr möglich. Daher Übergang zu einem völlig neuen, vollelektronischen Empfangs- und Drucksystem. Der Schnellschreibempfänger besteht aus einem elektronischen Empfangsteil und dem Tellurdrucker, die getrennte Geräte darstellen, welche mittels Kabel verbunden werden. Der T. erzeugt die Schrift im Rasterdruck auf elektrolytischem Wege. Der Raster besteht aus 5 × 7 = 35 Punkten, und zwar 7 in senkrechter und 5 in waagerechter Richtung gelegen. In dieses fest gegebene Feld sind alle Zeichen eingeordnet. Auf dem Übertragungsweg wird nach dem durch Start- und Stopschritt erweiterten CCITT-Code Nr. 2 gearbeitet. Es ist demnach eine Umcodierung erforderlich, die im elektronischen Empfangsteil vorgenommen wird. Dieser dient außerdem zur Steuerung des gesamten Druckers. Dessen Hauptteil ist eine Walze aus → Tellur (= Grenzelement zwischen Metall und Nichtmetall von silberweißer Farbe), um die das Papierband herumgeführt ist. Auf der dem Beschauer abgewandten Seite liegen zwei Schreibköpfe mit je 7 in senkrechter Richtung angeordneten Nadeln leicht federnd auf. Sie haben die Aufgabe, die Rasterelemente unter Steuerung durch den Empfangsteil auf das Papier zu drucken, vielleicht besser: zu schreiben, denn es findet kein besonderer Andruck statt. Vielmehr wird das Papierband durch leichtes Anfeuchten elektrisch leitfähig gemacht, so daß ein Stromfluß zustande kommt, indem die Tellurwalze mit dem Minuspol und die Nadeln mit dem Pluspol einer Spannungsquelle verbunden sind. Die vorerwähnte Steuerung durch den Empfangsteil bezieht sich auf die codegerechte Verbindung der Nadeln mit dem Pluspol. Der durch Walze und Papier fließende Strom löst elektrolytisch Tellur ab, das sogleich in dem Papier kolloidal wieder ausfällt und als Element dort haften bleibt, wobei sich eine schwarze Färbung einstellt. Die sinnreiche Verwendung zweier Schreibköpfe, die gegenläufig arbeiten, erspart den Rücklauf eines Schreibkopfes über die ganze Walzenlänge, was einen erheblichen Zeitverlust bedeuten würde, abgesehen davon, daß wegen der hohen Arbeitsgeschwindigkeit ohnehin nur ein kontinuierlicher Betrieb angängig ist. Die Arbeitsweise ist folgende: Während beispielsweise der eine Schreibkopf, auf dem linken Walzenende beginnend, die Zeichen nach der Zeilenmitte hin abdruckt, wandert der andere Schreibkopf vom rechten Walzenende zur Mitte, wo er die Druckarbeit übernimmt und zum rechten Walzenende weiterführt. Währenddessen läuft der linke Schreibkopf zurück und beginnt am linken Walzenende eine neue Zeile. Der auf dem (nicht gleichförmigen) Rücklauf befindliche Schreibkopf ist spannungslos. Diese Bewegungen werden durch eine zweigängige Spindel erzeugt. Da der Papiervorschub ebenfalls kontinuierlich und die Zeilenrichtung senkrecht zum Papierrand ist, muß die Antriebsspindel geneigt sein. Eine umlaufende, photoelektrisch abgetastete Speiche bewirkt die elektronische Umsteuerung zwischen den beiden Schreibköpfen. Die sieben Schreibnadeln sind nebst zwei weiteren, die der Überwachung des Papierdurchlaufs dienen, zu einem Nadelpaket zusammengefaßt. Mechanische Abnutzung begrenzt die Lebensdauer eines Nadelpakets auf etwa 1000 Betriebsstunden (bezogen auf eine Schreibgeschwindigkeit von 200 Zeich/s). Anfeuchten des Papiers unmittelbar

vor dem Druck über einem feuchten Filzstreifen (Flüssigkeit besteht aus H_2O, NaCl und etwa 30% Spiritus). Für eine übliche Rolle mit 100 m holzfreiem Fernschreiberpapier von 209 mm Breite werden 0,8 l Flüssigkeit benötigt. Der elektronische Empfangsteil wandelt die in Serie eingehenden Zeichen in Zeichen mit Parallelschritten um, bewirkt die Umcodierung in die Feldraster und steuert die Schreibnadeln den Feldrastern entsprechend an.

Literatur: W. A. Kaiser und W. Schiebeler, High speed teleprinter system. IEEE International Convention Record 1965, part 1.

Schiweck

TELSTAR ist die Bezeichnung für 2 aktive Fernmeldeversuchssatelliten (→ Fernmeldesatelliten) der American Telephone and Telegraph Comp., die für die ersten erfolgreichen Vielkanal- und Fernseh-Übertragungen zwischen den USA und Europa benutzt wurden (Start 10. 7. 62 bzw. 7. 5. 63).



Fernmeldesatellit TELSTAR.

Literatur: Bell System Technical Journal, Nr. 4, Part 1, Juli 1963.

***TEM*-Welle,** Abkürzung für transversale elektromagnetische Welle → elektromagnetische Welle.

TEMP → Wetterschlüssel.

Temperatur → Thermodynamik, → Troposphäre.

Temperaturdämpfungsausgleich → Tonübertragungstechnik.

Temperatureinflüsse bei Fernkabeln bewirken eine Abhängigkeit der Dämpfung von der Temperatur dadurch, daß der Widerstand mit zunehmender Temperatur steigt, mit sinkender Temperatur fällt. Der Temperatureinfluß ist gering bei Erdkabeln; die Dämpfungsabhängigkeit von der Temperatur ist bei symmetrischen TF-Kabeln im allgemeinen so unbedeutend, daß es besonderer selbsttätiger Reguliereinrichtungen nicht bedarf. Bei koaxialen TF-Kabeln kann die Dämpfungsabhängigkeit von der Temperatur nicht mehr vernachlässigt, sondern muß durch besondere Regeleinrichtungen ausgeglichen werden. Es sind hierzu u. a. selbsttätige Regeleinrichtungen entwickelt worden.

Temperaturinversion untere → Atmosphäre, → Troposphäre.

Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes der wichtigsten Metalle → Metalle.

Temperaturspannung → thermische Elektronenemission.

Temperaturverteilung (Antennen) → Antennentemperatur.

TEMP SHIP → Wetterschlüssel.

Tensor. Affiner (linearer) Operator Φ, der sich als unbestimmtes Produkt zweier → Vektoren (Dyade) definieren läßt:

$$\begin{aligned}\Phi = \boldsymbol{AB} &= A_x B_x \boldsymbol{ii} + A_x B_y \boldsymbol{ij} + A_x B_z \boldsymbol{ik}\\ &+ A_y B_x \boldsymbol{ji} + A_y B_y \boldsymbol{jj} + A_y B_z \boldsymbol{jk}\\ &+ A_z B_x \boldsymbol{ki} + A_z B_y \boldsymbol{kj} + A_z B_z \boldsymbol{kk}\end{aligned}$$

wobei die Vektoren: $\boldsymbol{A} = A_x \boldsymbol{i} + A_y \boldsymbol{j} + A_z \boldsymbol{k}$ und $\boldsymbol{B} = B_x \boldsymbol{i} + B_y \boldsymbol{j} + B_z \boldsymbol{k}$ auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit den Einheitsvektoren $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ in Achsenrichtungen bezogen sind. Man bezeichnet die obige Gestalt des Tensors Φ als Neunerform und schreibt diese:

$$\Phi = \sum_{i,k\ 1}^{3} a_{ik}\, \boldsymbol{e} \cdot \boldsymbol{e}_k$$

mit $A_x B_x = a_{11}$; $A_x B_y = a_{12}$ ... $A_z B_z = a_{33}$, sowie $\boldsymbol{e}_1 = \boldsymbol{i}$; $\boldsymbol{e}_2 = \boldsymbol{j}$; $\boldsymbol{e}_3 = \boldsymbol{k}$.

Seine Anwendung auf Vektoren geschieht durch Bildung des skalaren Produktes:

$$\Phi \cdot \boldsymbol{C} = \boldsymbol{A}(\boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{C}); \quad \boldsymbol{C} \cdot \Phi = (\boldsymbol{C} \cdot \boldsymbol{A})\boldsymbol{B}$$

und liefert im ersten Falle einen Vektor in Richtung $\boldsymbol{A}$, im zweiten einen in Richtung $\boldsymbol{B}$. Der Tensor dreht und verlängert bzw. verkürzt ein Vektorbüschel. Er eignet sich zur Beschreibung von symmetrischen (Dehnung) und antisymmetrischen (Scherung) Vorgängen (z. B. in der Elastizitätstheorie und in der Elektrodynamik).

Teredoschutz → Seekabelaufbau, → Teredowurm.

Teredowurm, auch Bohrwurm oder Bohrmuschel genannt, gehört zur Familie der Muscheln Pholadidae. Er frißt bei verlegten Seekabeln kleine, runde Löcher in die → Guttapercha, die bis zum Kupferleiter gehen können. Die bis zu 15 cm langen, wurmförmigen Tiere besitzen eine kleine, verkümmerte Schale und stecken in einer nach hinten schmäler werdenden Kalkröhre. Es gibt 8 bis 10 Arten. Die Larven schwimmen frei herum, setzen sich dann fest und entwickeln sich zum Bohrwurm. Sie finden, meist im Larvenzustand, Lücken in der Bewehrung der Kabel, durch die sie eindringen können. Ein anderer Kabelfeind ist die Bohrassel, Limnovia

Lignorum. Es sind kleine Tierchen, die ebenfalls Guttapercha anfressen. Sie sind auch als Zerstörer von hölzernen Hafenbauten an den Küsten der Nordsee bekannt. Der beste Schutz gegen die Bohrwürmer ist eine geschlossene Metallhülle oder Metallbandbewicklung, die meist in Form von Messingbändern mit 15 bis 25 mm Breite und 0,1 mm Dicke und mit etwa 10% Überlappung auf die Ader aufgebracht wird (Teredoschutz).

Terkosteckvorrichtungen haben die gleiche Aufgabe wie → Schukosteckvorrichtungen. Sie unterscheiden sich nur durch die Anordnung des Schutzkontakts sowie der übrigen Steckerstifte und -hülsen. Sie sind system- und polunverwechselbar. Die Schutzkontakte der Terkosteckdosen sind wie die der Schukosteckdosen mit der Gestellkonstruktion als Schutzleiter verbunden.

Term-Inversion → Laser und Maser.

Terminzettel → Karteiplatz.

Termipoint → Verbindungstechnik, lötfreie.

Terpentinöl wird aus Terpentin durch Destillation gewonnen. Unter Terpentin versteht man natürlich vorkommende Lösungen von Harzen in ätherischen Ölen (Balsame), die nach Verwundung von Nadelbäumen austreten. Rohes T., eine klare, farblose oder gelbe, wenig viskose Flüssigkeit wird an der Luft unter Sauerstoffaufnahme durch Verharzung dickflüssig. Rektifiziertes T. ist farblos, ϱ 0,855–0,876, der Kp. muß für 80% zwischen 155 und 165°C liegen. T. dient bei der Herstellung von → Anstrichstoffen als Verdünnungsmittel.

terrestrischer Funkdienst. Jeder Funkdienst mit Ausnahme der Weltraumfunkdienste oder des Astronomiefunkdienstes.

Tesla ist der Name für die SI-Einheit der magnetischen Flußdichte, Kurzzeichen T. Es gilt $1\,T = 1\,Wb/m^2 = 1\,Vs/m^2$.

Tested RQ. Verfahren, um bei → ARQ-Mux-Systemen die durch → Transpositionsfehler verursachte Restfehlerhäufigkeit zu senken.

Bei dem Verfahren der Fehlererkennung durch Prüfung des 3:4-Verhältnisses ist es nicht möglich, Transpositionsfehler zu erkennen.

Das Tested RQ-Verfahren bietet jedoch die Möglichkeit, einen großen Teil der Transpositionsfehler auszuschließen und dadurch die Rest-Fehlerhäufigkeit wesentlich zu senken. Der Grundgedanke des Tested RQ-Verfahrens ist folgender: Bei normalen Übertragungsbedingungen ist die Wahrscheinlichkeit von Transpositionsfehlern sehr gering. Bei schlechten Übertragungsbedingungen, insbesondere bei bündelartig auftretenden Störungen, steigt jedoch die Wahrscheinlichkeit von Transpositionsfehlern unverhältnismäßig stark an. Wenn die Empfangseinrichtung nach Erkennen eines falschen Zeichens auch noch den Rest des Sperrzyklus prüft, d. h. die beiden an das falsche Zeichen anschließenden Zeichen der Nachricht sowie das als Wiederholungsankündigung eintreffende RQ-Zeichen, so kann die Empfangseinrichtung leicht erkennen, ob es sich um einen Einzelfehler oder um eine Bündelstörung gehandelt hat. Im letzteren Falle, d. h. wenn innerhalb des Sperrzyklus außer dem als falsch erkannten Zeichen, das der Anlaß zur Wiederholung war, noch weitere Zeichen als falsch erkannt werden, wird noch eine zweite Wiederholung angefordert, auch wenn die erste Wiederholung als fehlerfrei erkannt wurde, denn diese erste Wiederholung im Anschluß an eine Bündelstörung steht im Verdacht, einen Transpositionsfehler zu enthalten.

Durch die Anwendung des Tested RQ-Verfahrens erreicht man zweierlei:

a) Verringerung der Zahl der Transpositionsfehler bei massierten Funkstörungen, b) Verhinderung von falschem Einphasen durch scheinbar richtige Schrittfolge und damit Verhinderung von Zeichenverlust beim Einphasen.

Das Tested RQ-Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß es den Wirkungsgrad der Übertragungsstrecke etwas verkleinert. Deshalb ist die Tested RQ-Einrichtung abschaltbar, so daß es möglich ist, das Tested RQ-Verfahren nur bei Bedarf und beim Einphasen zu benutzen.

Tetrachloräthylen → Perchloräthylen.

Tetrachlorkohlenstoff, CCl_4, Molekulargewicht 153,8, ϱ 1,599, Kp. 76°C, n_D 1,460. T. ist eine farblose, chloroformähnlich riechende, nicht brennbare Flüssigkeit. T. ist ein sehr gutes Lösungsmittel für Fette und Öle. Es fand früher für die Reinigung von Wählern Verwendung, ist aber jetzt durch das wesentlich weniger giftige → Trichlorpropan ersetzt. Für Feuerlöscher wird es auch weiterhin benutzt, wenn sich die Anwendung von Wasser, wie z. B. bei elektrotechnischen Einrichtungen, verbietet.

Tetralin, Tetrahydronaphthalin, Molekulargewicht 132,19, ϱ 0,9732, Fp. −31°C, Kp. 206–207°C, ist eine eigenartig riechende, wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit. Ein noch weiter hydriertes Naphthalin ist Dekahydronaphthalin mit der Handelsbezeichnung Dekalin. Beide Stoffe besitzen ein sehr großes Lösungsvermögen für viele organische Stoffe und finden z. B. als Lösungsmittel in → Anstrichstoffen Verwendung.

Tetrode → Mehrgitterröhre.

Tetrodensender → Fernsehbildsender.

Textverzerrung ist der Verzerrungsgrad, der mit dem vom CCITT empfohlenen → Meßtext gemessen wurde.

TF → Trägerfrequenz, → Träger.

TF-Grundleitung. Die TF-Grundleitung ist der Teil des Übertragungsweges eines TF-Systems, in dem das verfügbare Frequenzband durchgehend übertragen wird. Sie beginnt in TF-Endstellen am Eingang des Leitungs-Sendeverstärkers, in Abzweigstellen am Ausgang der Trennweiche (→ Abzweigtechnik); sie

endet in TF-Endstellen am Ausgang des Leitungs-Empfangsverstärkers, in Abzweigstellen am Eingang der Trennweiche. Man unterscheidet TF-Grundleitungen für symmetr. und für koaxiale TF-Systeme und für Richtfunksysteme. Kabel- und Richtfunkstrecken in einer TF-Grundleitung gelten als TF-Grundleitungs-Abschnitte. Bei pilotgeregelten TF-Grundleitungs-Abschnitten ist ein Abschnitt gleichbedeutend mit Regelabschnitt. Regelpilote sollen die folgenden Abschnitte nur als Überwachungspilot durchlaufen, wenn ein Überwachungspilot für die TF-Grundleitung nicht vorgesehen ist.

TF-Kanal. Ein TF-Kanal umfaßt alle Übertragungsmittel zwischen den NF-Klemmenpaaren eines TF-Systems. Seine Frequenzband-Breite beträgt 3,1 kHz bei einer Basislage von 300 bis 3400 Hz. Er ist geschaltet zwischen 2 NF-Verteilern oder diesen gleichwertigen Punkten; die Verteiler-Schaltpegel betragen in Richtung »Senden« = —2,0 Npr, in Richtung »Empfangen« = +1,0 Npr.

TF-Pegelmesser → Pegelmesser.

TF-Sternverseilung → Verseilarten.

TF-Systeme (Trägerfrequenzsysteme) sind elektrische Nachrichten-Übertragungssysteme, in denen → TF-Kanäle durch frequenzmäßige Aneinanderreihung im Frequenzband des Übertragungsweges angeordnet sind (Frequenz-Multiplex-Systeme). Die Bildung der einzelnen TF-Kanäle erfolgt durch Modulation von Trägerfrequenzen mit Sprechfrequenz-Spannungen in Stufen bis zur Übertragungs-Frequenzlage und Demodulation in umgekehrter Stufenfolge bis zur Sprach-Frequenzlage (Modulation für TF-Systeme). TF-Systeme sind für Gegensprech-Verkehr eingerichtet. Sie bestehen aus 2 TF-Endstellen mit Frequenzumsetzern und einem drahtgebundenen Übertragungsweg oder einem Richtfunk-Übertragungsweg. Grundsätzlicher Aufbau deutscher TF-Systeme mit folgenden Geräten, in deren Empfangsrichtung aus der hohen in die tiefe Frequenzlage zurück umgesetzt wird:

1. Kanalumsetzer zur Umsetzung von Sprach-Frequenzbändern in die Frequenzlage der Grund-Primärgruppe (GPG), 2. Primärgruppen-Umsetzer zur Umsetzung von GPG in die Übertragungs-Frequenzlage von Primärgruppen-Systemen oder in die Frequenzlage der Grund-Sekundärgruppe (GSG), 3. Sekundärgruppen-Umsetzer zur Umsetzung von GSG in die Übertragungs-Frequenzlage von Sekundärgruppen-Systemen oder in die Frequenzlage der Grund-Quartärgruppe (GQG), 4. Systemumsetzer zur Umsetzung von Frequenzbändern aus der Übertragungs-Frequenzlage eines Systems in die eines anderen Systems.

TF-Systeme werden unterschieden in → Vierdraht- und → Zweidraht-Systeme, hinsichtlich der Übertragungsstrecke in → Freileitungs-, → Kabel- und → Richtfunk-Systeme, hinsichtlich ihres Einsatzes in den verschiedenen Netzebenen in → Nahverkehrs- und → Weitverkehrs-Systeme.

I. Bauweise der T.

1. Die Bauweise (Bw 52) wurde in den Jahren 1952/1953 als Normbauweise der Deutschen Bundespost für Trägerfrequenzeinrichtungen nach folgenden Festlegungen entwickelt:

Die Gestellabmessungen berücksichtigen die vom CCITT für einen international einheitlichen Aufbau von TF-Anlagen empfohlenen Grenzmaße: Höhe 2,6 m, 2 m oder 1,5 m; Breite 600 mm; Tiefe 225 mm, für die Aufstellung in Gruppenrahmen Rücken an Rücken oder für eine Wandaufstellung. Die Gestellbuchten sind durch Türen verschließbar.

Um bei einer TF-Gerätestörung kurze Entstörungszeiten zu erzielen, werden die TF-Geräte als Einschübe gebaut. Gestörte Geräte können aus dem Gestell gezogen und gegen ein Ersatzgerät ausgewechselt werden. Aus Gründen einer wirtschaftlichen Ersatzgeräte-Lagerung sind die verschiedenen Lieferfirmen gehalten, die Geräte elektrisch und konstruktiv so zu gestalten, daß sie gegenseitig austauschbar sind. Jeder Geräteeinschub enthält im allgemeinen die Elemente nur eines Übertragungskreises. Damit wird verhindert, daß das Auswechseln eines gestörten Einschubes vermeidet, daß andere noch betriebsfähige Übertragungskreise zusätzlich gestört werden.

Ein Übertragungskreis mit mehreren in sich geschlossenen Schaltkreisen (z. B. Filtern, Modulatoren, Verstärkern usw.) wird wiederum in Einzelbaugruppen aufgeteilt, die in Bechern gleicher Höhe und Tiefe untergebracht sind. Die Baugruppen werden nebeneinander auf einem Einschubrahmen befestigt und unter sich und zu den steckbaren Anschlußelementen auf der Rückseite des Rahmens fest verdrahtet.

Die Einschubrahmen selbst sind bei gleicher Höhe und Tiefe in ihrer Breite — bezogen auf die Gestellbreite — als Ganz-Einschübe, $^3/_4$-, $^1/_2$-, $^1/_4$-, $^4/_5$- bis $^1/_5$-Einschübe genormt.

Für den Meß- und Wartungsdienst erforderliche Meß- und Trennstellen und optische Signaleinrichtungen sind auf der Überwachungsschiene des Einschubrahmens vorgesehen.

Die der Einmessung und Einregelung unter Betrieb dienenden Regelglieder, Anzeigegeräte und Schalter und die Verstärkerröhren sind zu Baugruppen so zusammengefaßt, daß sie von vorn außen zugänglich sind. Die Einschübe selbst ruhen im Gestell auf Rahmen mit seitlichen Führungsschienen. Hierbei rasten die Anschlußelemente des Einschubrahmens in die Kontakt-Gegenelemente des Führungsrahmens ein und stellen so die elektrische Verbindung zwischen Einschub- und Gestellverdrahtung her. Neben besonderen Führungsbolzen sorgt die schwimmende Befestigung der Anschlußelemente in den Verbindungsleisten für eine sichere Kontaktgabe. Alle Metallteile des Gestelles sind mit ihren Flächen untereinander leitend verbunden. Das gleiche gilt für die Metallteile des Einschubes und zwischen Einschub und Gestell über die Metall-Führungsschienen. Diese als Flächenerdung ausgeführte Schutzerdung ist im Gestell mit den zu erdenden Betriebs-Stromkreisen verbunden.

Im Gestellkopf ist ein Anschlußfeld mit Lötösenstreifen oder mit Steckelementen für den Anschluß der Zubringerleitungen zum Gestell vorgesehen. In diesem Anschlußfeld können bei Bedarf passive Einzelbaugruppen untergebracht werden. Die Verbindungsleitungen vom Anschlußfeld zu den Einschubzeilen und zwischen den Einschubzeilen werden in den seitlichen Gestellholmen geführt. Für zentrale Schaltfelder ist der in Sichthöhe liegende Teil des Gestelles vorgesehen.

Das Stromversorgungsgerät zur Umwandlung der zentralen Versorgungsspannung in die Geräte-Betriebsspannungen ist wegen seines hohen Gewichtes stets im untersten Gestellplatz eingebaut.

2. Anlaß, die Bauweise 7 (Bild 1) einzuführen war die Verwendung von Transistoren anstelle der Röhren in der TF-Technik und damit die Verwendung kleinerer Schalt- und Bauelemente. So ergeben die

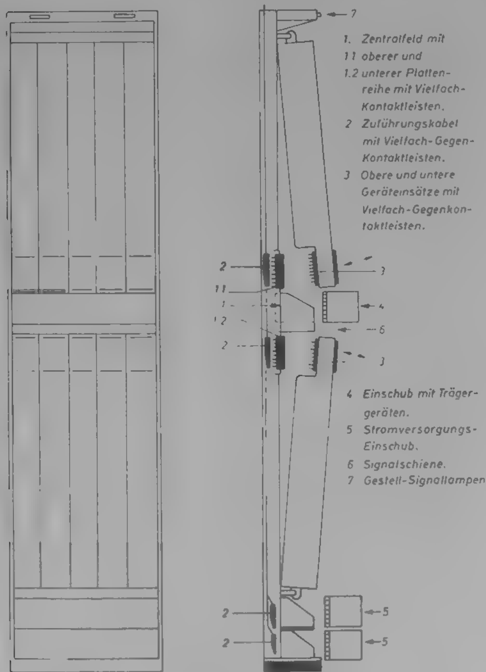


Bild 1. TF-Gestell (KU-Gestell) in Bauweise 7.

transistorisierten Geräte der Kanal- und der Primärgruppen-Umsetzung in Bw 7 gegenüber der Bw 52 eine solche Verkleinerung, daß die Gestelle bei gleichen Abmessungen die 2,5fache Zahl an Geräten aufnehmen können.

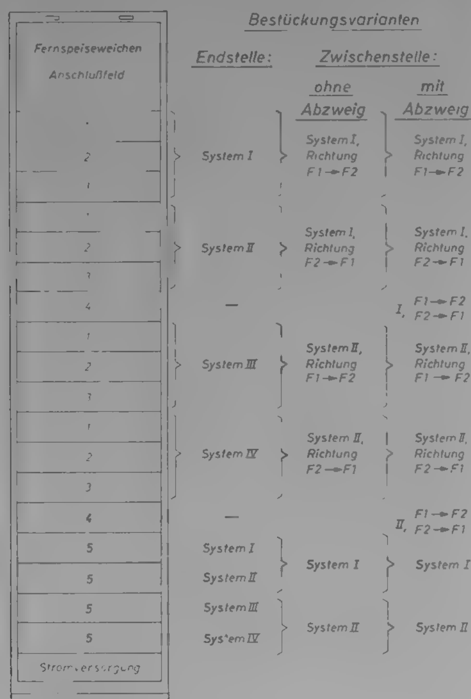
Die wesentlichen Merkmale dieser Bw. und ihre wirtschaftlichen Vorteile sind: Das Gestell, ein Profilrahmen ohne Verdrahtung, hat die Maße des vorverdrahteten Gestelles nach Bw 52. Damit lassen sich die Gestelle beider Bw. in einer Reihe nebeneinander aufstellen. Die hier verwendeten Profilschienen brauchen erst am Montageort zum Gestellrahmen verschraubt zu werden. Damit verringern sich die Kosten für Fertigung, Versand und Montage gegenüber denen der vorverdrahteten Gestelle erheblich. Das dreifach unterteilte Zentralfeld wird etwa in der Mitte des 2,6 m hohen Rahmengestelles eingeschraubt und bestimmt damit den Gestelltyp.

In seinem oberen und unteren Teil sind 5 nebeneinanderliegende Platten schwimmend befestigt, die von vorn und rückwärts zugänglich steckbare Vielfach-Kontaktleisten tragen. Auf ihrer rückwärtigen Seite befinden sich die steckbaren Gegen-Kontaktleisten der Zuführungskabel, die Kontaktleisten eines internen Kabels für die Träger- und Betriebsspannungen und für Signalleitungen. Oberhalb und um 180° gedreht unterhalb des Zentralfeldes hängen in einer Reihe nebeneinander je 5 etwa 1 m lange Geräteeinsätze in vertikaler Lage (Vertikalbauweise). Die Einsätze sind je nach ihrer Lage schwenkbar in den Gestellrahmen eingehängt. Gegenkontaktleisten am hinteren Ende des Einsatzes greifen nach dem Einschwenken in das Gestell in die ihnen gegenüberliegenden Kontaktleisten im Zentralfeld ein. Sie stellen über einen Führungsbolzen im Zentralfeld und über die schwimmende Anordnung der Kontakte und ihrer Leisten einen sicheren elektrischen Kontakt her. Der Mittelteil dieses Zentralfeldes enthält die Aufnahme für dezentrale Trägerversorgung (→Trägererzeugung) oder für Trägergeräte mit eigenem Grundgenerator. Eine unterhalb der Geräteaufnahme angeordnete Überwachungsschiene enthält die Sicherungen und Überwachungselemente der Stromversorgung der Träger- und der Pilotüberwachung.

Über dem Gestellfuß befindet sich die waagerechte Gerätaufnahme für 2 Stromversorgungs-Einschübe. Sie ist mit dem Gestellrahmen verschraubt.

Die Geräteeinsätze bestehen aus einem Stahlblechgehäuse, das an dem einen Ende eine Aufhängevorrichtung besitzt. Am anderen Ende ist vorn ein Schaltfeld mit Trennsteckern für Meßzwecke vorgesehen, ferner für die Verbindung mit den Kontaktleisten im Zentralfeld hinten steckbare Gegenkontaktleisten. Führungsschienen im Gehäuse nehmen die Geräteeinschübe in waagerechter Lage auf. Hierbei greifen Kontaktleisten der Geräte in die Gegen-Kontaktleisten im Gehäuse ein. Die Verdrahtung zwischen allen Kontaktleisten liegt über dem Bodenblech des Gehäuses. Die Geräteeinsätze werden durch eine eigene, seitlich aufklappbare Tür verschlossen, so daß besondere Türen für den Gestellrahmen nicht erforderlich sind. Die Geräteeinschübe sind im allgemeinen als steckbare Karten mit dem Flächenmaß 100×160 mm und mit aufkaschierten und geätzten Leiterbahnen ausgeführt. Die Bau- und Schaltelemente werden entweder einzeln oder in Gruppen zusammengefaßt, verkapselt in die Leiterbahnen eingesetzt und mit diesen durch Schwall-Lötung verbunden. Auf einer Blechschiene am vorn liegenden Kartenende sind die Bedienungs- und Anzeigeelemente der Geräte untergebracht.

Die allgemeinen Bedingungen der Anpassung an die internationalen Aufbaunormen und die Austauschbarkeit zwischen Geräten verschiedener Hersteller erfüllt auch die Bw 7. Darüber hinaus bietet das nicht vorverdrahtete Gestell die Möglichkeit, das Gestellvolumen auch in kleinen TF-Endstellen durch Bestückung mit den verschiedenen Geräteeinsätzen eines Systems zu Systemgestellen wirtschaftlich voll zu nutzen.



1 Endstelle: Sendeeinschub
Zwi.-Stelle o. Abzweig: Verbindungseinschub
Zwi.-Stelle m. Abzweig: Abzweigeinschub
2 Empfangseinschub
3 Entzerrereinschub
4 Sperrfiltereinschub
5 Fernspeiseeinschub

Bild 2. Leitungsverstärkergestell V300/V960.

3. Konstruktion der LVr-Gestelle und ihrer Geräte. Sie entsprechen den Abmessungen der Bauweise 52 (Bauweise der TF-Einrichtungen, s. o.). Ein Beispiel für die Unterbringung der LVr-Einrichtungen mit Transistoren für Endstellen und für vollgeregelte Zwischenstellen ist in Bild 2 enthalten. Das hierfür verwendete Gestell ist so verdrahtet, daß es je nach Bedarf als Endgestell oder als Zwischengestell ohne und mit Abzweigeinrichtungen für Systeme V 300 und V 960 bestückt werden kann.

Für die Transistor-Unterflurverstärker der Koaxial-Systeme wird ein würfelförmiges Normgehäuse mit 4 koaxialen Anschlußelementen verwendet. Ein Kabel mit beiderseitigen Steckerleisten verbindet den Verstärker mit den Kabel-Anschlußelementen im Unterflurbehälter. In der verstärkerseitigen Steckerleiste können die Verlängerungsleitungen zur Ergänzung zu kurzer Verstärkerfelder untergebracht werden.

II. Leitungsverstärker (LVr) für T.

1. Die LVr haben folgende Übertragungsanforderungen zu erfüllen: Die im Nutzfrequenzband enthaltene Anzahl der TF-Kanäle bestimmt den in Verbindung mit statistisch ermittelten Erfahrungswerten festzulegenden Maximalwert der Sprechbelastung der Verstärker-Endstufe.

Der Wert der Verstärkung wird für die höchste Übertragungsfrequenz im Nutzfrequenzband bemessen. Aus der Verstärkung und der Kabeldämpfung ergeben sich unter Berücksichtigung eines ausreichenden Abstandes zum Leitungs-Grundgeräusch die Dämpfung und die Länge des Verstärkerfeldes.

Wegen der Entzerrung ist der Dämpfungsverlauf der Leitungsentzerrer dem frequenzabhängigen Dämpfungsverlauf des Verstärkerfeldes umgekehrt proportional angepaßt. Die Werte gelten für eine mittlere Kabeltemperatur von +10° C in einer Bodentiefe von 80 bis 100 cm. Jahreszeitlich bedingte Bodentemperatur-Schwankungen verursachen Dämpfungsänderungen in den TF-Kabeln. Sie wirken sich in symmetrischen Leitern oberhalb 100 kHz, in Koaxial-Leitern auch darunter, als Längenänderungen des Kabels aus. Die frequenzabhängigen Leitungsentzerrer sind daher regelbar und werden von Hand oder über eine Leitungs-Pilotfrequenz (→ Pilottechnik) automatisch eingestellt. Ihr Regelbereich umfaßt den Bereich der Kabel-Dämpfungsschwankungen, die in Gebieten mit gemäßigten Temperaturen bei Änderungen der mittleren Bodentemperatur um ±10° C in 80 cm Tiefe auftreten.

Die Aussteuerungsgrenze entspricht der Leistung, die die Endstufe des LVr bei maximaler Sprechbelastung ohne Verzerrungen abgeben kann. Maßgebend für die Beurteilung der Linearität eines LVr sind die Klirrgeräusche, die bei maximaler Sprechbelastung durch nichtlineare Kennlinien der Röhren, der Transistoren, der Übertrager und Spulen oder durch Überschreiten der Aussteuerungsgrenze auftreten.

Das Grundgeräusch ist das Eigengeräusch der Verstärker. Es setzt sich zusammen aus dem thermischen Rauschen im Eingangswiderstand und dem Röhren- oder dem Transistorrauschen der ersten Verstärkerstufe. Die LVr für Weitverkehrs-Systeme sollen den im → Bezugskreis des CCITT geforderten Bedingungen für das Grundgeräusch in einem beliebigen TF-Kanal genügen. Fehlanpassungen der Ein- und Ausgangswiderstände der LVr an den Wellenwiderstand der Leitung ergeben Reflexionen an den Stoßstellen, die Nahnebensprechen und Dämpfungsverzerrungen verursachen können. Die LVr der Weitverkehrssysteme müssen daher an den Wellenwiderstand der TF-Leitung besonders gut angepaßt werden. Die kompensierende Wirkung der Gegen-

kopplung zwischen Endstufe und den Vorstufen bewirkt, daß Verstärkung und Entzerrung der LVr auch unter normalen Betriebsspannungs-Schwankungen oder bei Toleranzänderungen der Schaltelemente unter Klimaeinfluß oder durch Materialalterung weitgehend konstant bleiben.

2. Die LVr-Einrichtungen haben im Prinzip den folgenden Schaltungsaufbau: Die LVr der Weitverkehrs-Systeme sind allgemein dreistufig. Die erste Verstärkerstufe übersetzt den Wellenwiderstand der ankommenden Leitung auf den hohen Eingangswiderstand so, daß die Nutzspannung und damit der Abstand zum Grundgeräusch-Pegel möglichst groß sind. Diese erforderliche hohe Spannungsverstärkung wird über die Dimensionierung der Kopplungswiderstände zwischen den Verstärkerstufen erreicht. In der Endstufe wird der Wellenwiderstand der weiterführenden Leitung auf einen höheren, für die Leistungsabgabe günstigsten Wert angepaßt. Ein Teil der Ausgangsspannung wird über den regelbaren Leitungsentzerrer gegenphasig auf den Eingangskreis der Vorstufen zurückgekoppelt und damit der frequenzabhängige Verlauf und die Höhe der Verstärkung beeinflußt.

Gleichzeitig werden nichtlineare Verzerrungen kompensiert und die Verstärkung stabilisiert. In der Leitungsendstelle hebt ein Verstärker in Senderichtung (SVr) den frequenzunabhängigen Ausgangspegel der letzten Umsetzerstufe im Übertragungs-Frequenzbereich auf den relativen Kanal-Sendepegel der Leitung an. Die Verstärkung des SVr ist nicht regelbar und frequenzunabhängig. Zur weiteren Verbesserung des Geräuschabstandes zum Nutzpegel wird in Koaxial-Endstellen vor dem SVr in der Regel ein Verzerrer-Netzwerk (Preemphase) eingeschaltet. Durch dieses Netzwerk wird der Pegel nach den tiefen Frequenzen zu kontinuierlich fallend gesenkt. Am Eingang des SVr werden je nach der Systemart 1 bis 3 Pilotfrequenzen in die Leitung eingespeist (→ Pilottechnik in TF-Systemen). Ihre Sende-Pegel werden über Pilotempfänger am SVr-Ausgang überwacht. Über eine in Stufen einstellbare Verlängerungsleitung läßt sich ein zu kurzes Verstärkerfeld auf Normallänge ergänzen. Die Zuführung einer Fernspeisespannung, die Sperrung der Pilotfrequenzen und die Schaltungsanordnung zeigt Bild 3 für eine Leitungsendstelle V300.

Die frequenzabhängige Verstärkerfeld-Dämpfung wird mit einem nachfolgenden »entzerrenden« LVr (LVr »E« aufgehoben. Sein Entzerrer ist in einem Festentzerrer und einen regelbaren Entzerrer aufgeteilt. Im Festentzerrer wird nur ein Teil des Frequenzganges entzerrt. Der Rest ermöglicht geringeren Schaltungsaufwand für den Gegenkopplungs-Entzerrer, in dem über regelbare Schaltglieder zusätzlich die temperaturbedingten Dämpfungsschwankungen des Kabels ausgeregelt werden. Die regelbaren Schaltglieder werden bei den symmetrischen LVr mit Röhren von Hand, bei den mit Transistoren bestückten LVr und den Koaxial-LVr über ein im allgemeinen von der höchsten Leitungspilot-Frequenz gesteuertes Stellglied automatisch betätigt.

Die in Grundleitungen mit breitem Übertragungsband im unteren Frequenzbereich noch vorhandenen Verzerrungsreste können sich über eine Anzahl von Verstärkerfeldern hinweg zu unzulässigen Abweichungen addieren. Hinzu kommen die frequenzabhängigen Pegelunterschiede durch Anpassungsfehler zwischen Verstärkern und Leitungen, die gleichfalls über längere Leitungsstrecken hinweg unzulässige Werte erreichen können. Diese Abweichungen werden bei symmetrischen LVr »E« mit Röhren von Hand teilweise im Gegenkopplungsentzerrer, teilweise über einen besonderen Temperatur-Dämpfungsentzerrer ausgeglichen. Diese Zusatzentzerrer werden bei Bedarf nachträglich in den Gegenkopplungsweg eingeschleift.

In koaxialen Grundleitungen aufgelaufene Verzerrungsreste werden allgemein über Zusatzentzerrer entzerrt, die als selbständige Geräte oder als Baugruppen hinter dem LVr »E« in den Verbindungsweg eingeschaltet werden. In einem festen Entzerrer werden die systembedingten Pegelabweichungen ausgeglichen. Verbliebene systematische Verzerrungsreste aus der Gegenkopplungs-Entzerrung der LVr »E« werden in einem weiteren über einen Leitungspilot gesteuerten Entzerrerteil automatisch ausgeregelt. Durch Anpassungsfehler zwischen Leitung und Geräten verursachte Dämpfungsverzerrungen werden im allgemeinen von Hand über Grob- und

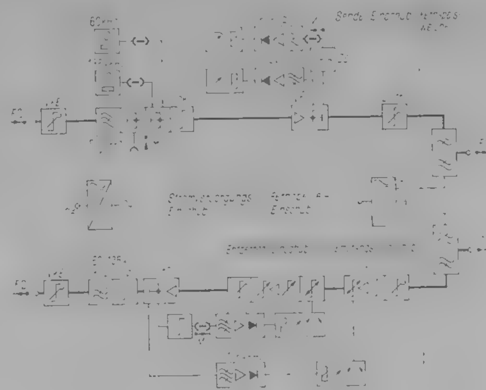


Bild 3. Endverstärkerstelle V300.

Feinstufen einstellbaren Resonanzentzerrern ausgeglichen. In Systemen mit großer Übertragungs-Bandbreite wird anstelle des Resonanzentzerrers ein Entzerrer nach dem Echoprinzip verwendet. Die Einfügungsdämpfung aller Zusatzentzerrer wird anschließend in einem Verstärker mit fester und frequenzunabhängiger Verstärkung aufgehoben. In längeren TF-Grundleitungen werden nach einer je Systemart verschiedenen Anzahl von Zwischenverstärkerstellen mit LVr »E« die bis dahin verbliebenen verschiedenartigen Verzerrungsreste in einer vollgeregelten Zwischenstelle wie in der Endstelle zusätzlich ausgeregelt. Der Schaltungsaufbau der voll-

geregelten Zwischenstelle entspricht im Prinzip dem der Empfangs-Endstelle. Die Rückentzerrung (Deemphase), die Sperrung der Leitungspilote, die Anordnung der Fernspeiseweichen und die Zusammenschaltung der Einzelgeräte sind im Prinzip in Bild 3 (Endstelle V300) und in Bild 4 (vollgeregelte Zwischenstelle V300) dargestellt.

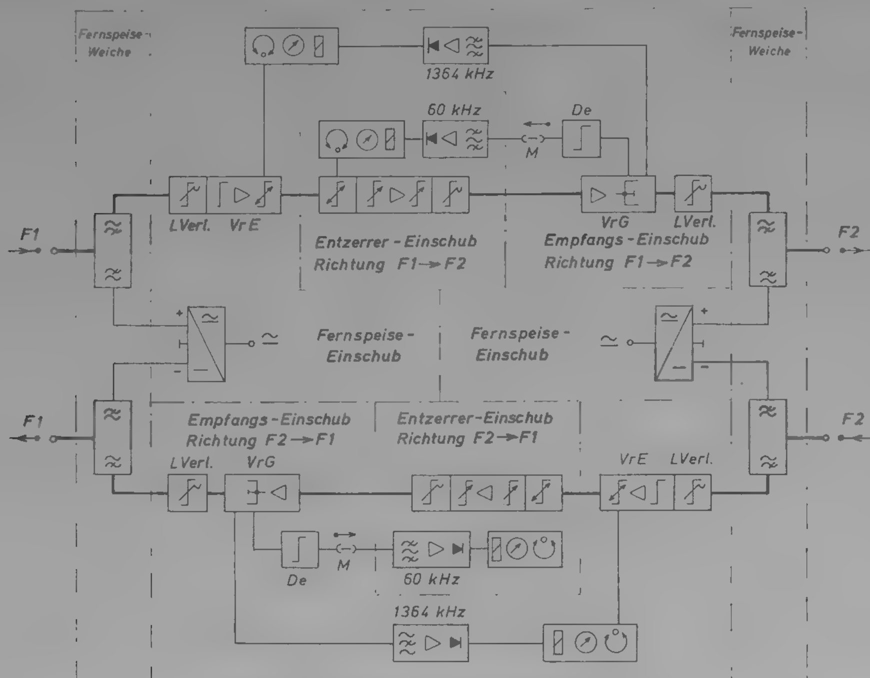


Bild 4. Vollgeregelte Zwischenverstärkerstelle V300.

Unter Ausnutzung der konstruktiven Vorteile der Transistortechnik wurden Transistorverstärker für TF-Grundleitungen entwickelt, die infolge ihrer kleinen Abmessungen in Verstärkerbehältern (→ Verstärkermuffe) untergebracht werden können. Die Behälter werden in Kabelschächten aufgestellt oder im Erdreich vergraben. Die wärmedämmende Wirkung der Erdschicht über dem Behälter oder eine besondere isolierende Abdeckung im Schacht reicht aus, um die Temperatur im Behälter und damit die Umgebungstemperatur des Verstärkers der Erdbodentemperatur in etwa 80 bis 100 cm Tiefe anzugleichen. Der Verstärker unterliegt wie die an den Behälter angeflanschten TF-Kabel den jahreszeitlichen Bodentemperatur-Schwankungen. Dies ermöglicht den Ausgleich der temperaturbedingten Kabel-Dämpfungsschwankungen über ein von der Umgebungstemperatur beeinflußtes temperaturabhängiges Regelglied im Gegenkopplungs-Entzerrer des Verstärkers. Dieser »temperaturgesteuerte« LVr »E« enthält außerdem die Fernspeiseweichen (→ Fernspeisung) und ein Ortungspilot-Umgehungsfilter (→ Fehlerortung). Im letzten ferngespeisten temperaturgesteuerten LVr »E« werden zusätzlich die Fernspeiseschleife geschlossen, der Gleichstromweg zum anschließenden Verstärkerfeld unterbrochen und der Ortungspilot gesperrt. Den Schaltungsaufbau der temperaturgesteuerten LVr »E«

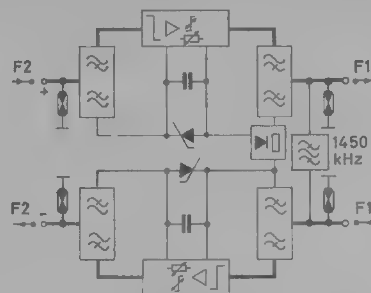


Bild 5a. Temperaturgesteuerter Zwischenverstärker.

zeigen die Bilder 5a und 5b. Da die Leitungsentzerrung durch Temperatursteuerung nicht ausreicht, muß nach einer Reihe temperaturgesteuerter LVr »E« innerhalb eines vollgeregelten Streckenabschnittes ein

pilotgeregelter LVr »E« vorgesehen werden. In ihm ist der Thermistorwiderstand durch einen vom Leitungspilot-Empfänger gesteuerten Regelwiderstand ersetzt. Bild 5c stellt den Schaltungsaufbau des pilotgeregelten LVr »E« V300 dar. Die Transistoren der Unterflurverstärker sind gegen induzierte hohe Spannungen durch Überspannungsableiter in den Ein- und Ausgängen der Verstärkerschaltung und über eine hohe Kapazität und eine Zenerdiode parallel zur Transistor-Betriebsspannung weitgehend

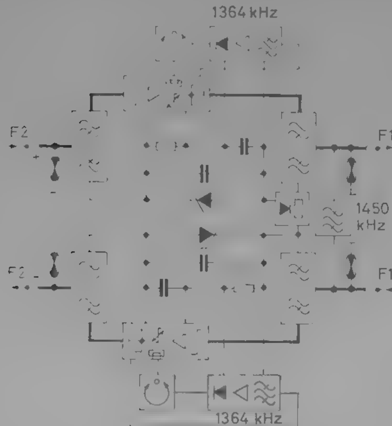


Bild 5b. Pilotgeregelter Zwischenverstärker.

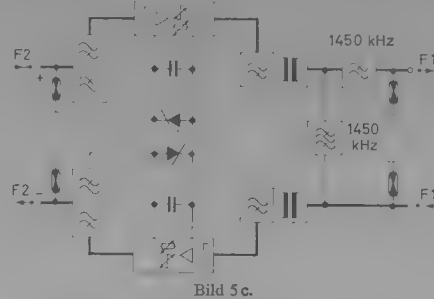


Bild 5c.
Letztgespeister, temperaturgesteuerter Zwischenverstärker.

Bild 5 a—c. Unterflur-Verstärkerstellen V300.

geschützt. Die Planungs- und Pflichtenwerte der koaxialen TF-Systeme und ihrer Transistor-Leistungsverstärker sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

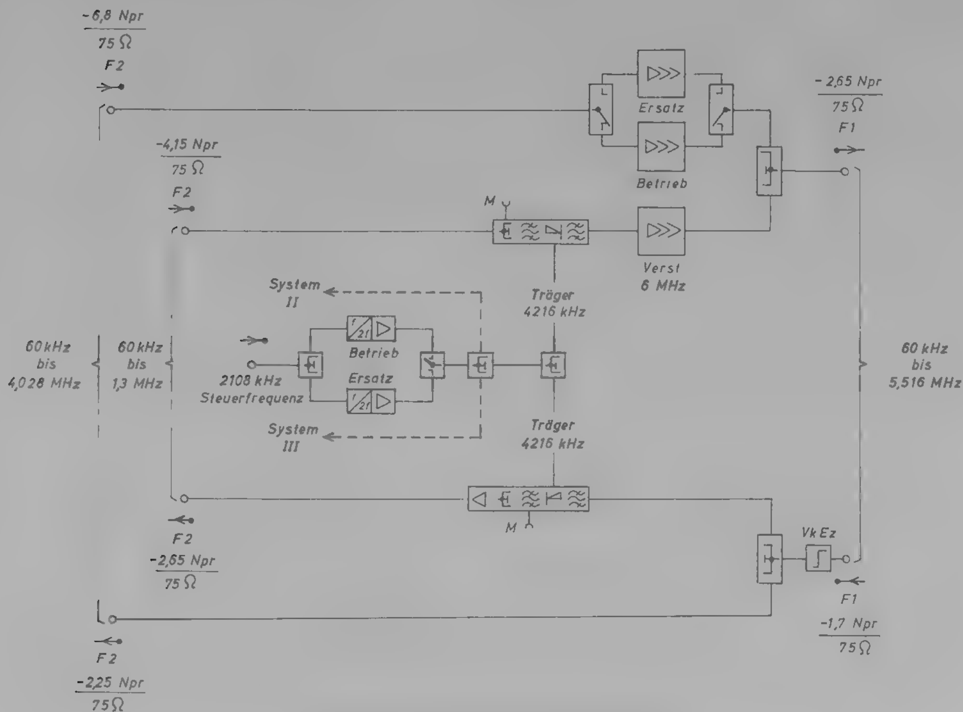


Bild 6. Blockschema der SyU-Endstelle V1260.

Tabelle. Planungs- und Pflichtenwerte der TF-Systeme mit Transistor-Leitungsverstärkern.

TF-System		V 300	V 300	V 960	V 960	V 2700
Koaxialpaare ...	mm	1,2/4,4	1,2/4,4	1,2/4,4	2,6/9,5	2,6/9,5
mittlere Verst.-Feldlänge ..	km	6	8	4	9,3	4,65
Verstärkerfelddämpfg. bei [illegible] der Übertragungsfrequenz von ...	KHz	1300	1300	4028	4028	12435
Planungswert ...	Np	4,2	5,6	4,9	5,0	4,4
obere Grenze ...	Np	4,4	5,8	5,1	5,2	4,6
untere Grenze ...	Np	4,0	5,4	4,7	4,8	4,2
Leitungsverlängerung						
Gesamt [illegible] ...	Np	—	0,5	0,6	0,6	1,33
[illegible] Kabellänge	m	—	720	500	1150	1400
einschaltbar [illegible] Stufen .	Np	—	0,25	0,3	0,3	0,19
entspr. Kabellänge .	m	—	360	250	575	200
Dämpfung [illegible] vollgeregelte [illegible] anschließenden Feldes .	Np	0,4.. 4,3	0,4.. 4,8	0,7.. 5,1	0,7.. 5,2	0.. 4,5
Übertragungs-Frequenzlage	KHz	60.. 1300	60.. 1300	60 4028	60 4028	312.. 12336
Leitungspilotpegel ..	NpmO	−1,15	−1,15	−1,15	−1,15	−1,15
[illegible] Trägerfrequenz	KHz	1450	1450	4660	4660	13500
Sendepegel bei höchster Übertragungsfrequenz ..	Np	−1,5	0,5	−1	1	1,5
Preemphasis .	Np	0,8	1,15	1,15	1,15	1,15
Geräuschleistung je km am rel. Pegel O	pW/km	<3	<3	<3	<3	<3
Aussteuerungsgrenze	Npr	≥+1,4	≥+2,1	≥+2,1	≥+2,1	≥+2,5
Übergabepegel am Leitungsverst. [illegible]						
[illegible] ..	Npr	4,15	4,15	−3,8	−3,8	−3,8
[illegible] ..	Npr	2,65	2,65	−3,8	−3,8	−3,8
Scheinwiderstand	Ω	75	75	[illegible]	75	[illegible]
Fernspeisung						
geregelter Gleichstrom ...	mA	40	40	60	60	90
Speisespannung	V	32..480	32..480	32..480	32..480	30..600
max. Abstand zwischen den speisend. Stellen...	km	126	168	84	195	116 (200)
Abzweig in vollgeregelten Zwischenverstärkerstellen mit Wiederbelegung		SG1+2	SG1+2	SG1 2 SG1..5 SG7..16	SG1 2 SG1..5 SG7..16	QG B1 QG B2+3

III. Systemumsetzer (SyU) für T. Im SyU wird ein Frequenzband aus der Übertragungslage eines Systems in die eines anderen Systems umgesetzt.

1. SyU V1260: Das Gerät wurde für die Erweiterung des Systems V960 um 5 Sekundärgruppen SG in ein transistorisiertes System V1260 (Bauweise der TF-Einrichtungen, s. o.) entwickelt. Es enthält für beide Übertragungs-Richtungen den Frequenzumsetzer mit Bandfilter zur Aussiebung des zu übertragenden Bandes. In Senderichtung wird das Band des Systems V300 (SG 1 bis 5 in Frequenzlage 60 bis 1300 kHz) mit dem Träger 4216 kHz in die Übertragungslage 4276 bis 5516 kHz umgesetzt. In Empfangsrichtung wird in umgekehrter Folge demoduliert. Die in die höhere Frequenzlage umgesetzten SG 1 bis 5 (V300) werden in Anlehnung an die Nummernfolge SG 1 bis 16 des Bandes 60 bis 4028 kHz mit SG 17 bis 21 bezeichnet. Das SyU-Gestell V1260 nimmt die Geräte für 3 SyU-Endstellen auf, dazu ein Trägergerät für Betrieb und Ersatz, in dem der Träger durch Verdopplung einer von außen zugeführten Steuerspannung 2108 kHz gebildet wird. Das Gestell enthält außerdem die für die Pegelanpassung zwischen SGU V960 in Röhrentechnik (→ Sekundärgruppen-Umsetzer) und Leitungsverstärker 6 MHz erforderlichen Anpassungsverstärker sowie Gabeln zur Zusammenfassung der 2 Teilbänder zur Übertragungslage 60 bis 5516 kHz. Ein Blockschema der SyU-Endstelle V1260 und eine Gestellansicht sind in Bild 6 und 7 enthalten.

2. SyU V2700: In Transistortechnik wurden folgende Geräte mit den Baugruppen für beide Übertragungsrichtungen ausgeführt: *a.* SyU 4/8 MHz für die Umsetzung einer Grund-Quartärgruppe (GQG »B« Frequenzlage 312 bis 4028 kHz, → Quartärgruppe) in die Übertragungslage 4404 bis 8120 kHz, *b.* SyU 4/12 MHz für die Umsetzung einer GQG in die Übertragungslage 8620 bis 12336 kHz, *c.* Anpassungs-Einschub 4 MHz für die Übertragung einer GQG in Basis-Frequenzlage 312 bis 4028 kHz.

3 Systeme V 1260
600
GL EL
2600
1 Anschlußfeld
2 Umschaltfeld
3 Leitungs-verst. (G) | Platz für Ersatz-Verst.
4 Umschaltfeld
5 Leitungs-verst. (G) | Platz für Ersatz-Verst.
6 Umschaltfeld
7 Leitungs-verst. (G) | Platz für Ersatz-Verst
8 Träger-verst Betrieb | Um-schaltg. | Träger-verst. Ersatz
9 Röhrenüberw. | Röhrenüberw.
10 Leitungs-verst (G) | Leitungs-verst (G)
11 Röhrenüberw
12 Leitungs-verst (G)
13 Systemumsetzer 1,3/6 MHz
14 Systemumsetzer 1,3/6 MHz
15 Systemumsetzer 1,3/6 MHz
16
17 Stromversorgung II
18 Stromversorgung I
System I
System II
System III
System I
System II
System III
System I
System II
System III

Bild 7. Systemumsetzergestell V1260.

Die Teil-Frequenzbänder werden über Entkoppler zur Übertragungslage 312 bis 12336 kHz zusammengefaßt. Die Träger für die Umsetzung werden einer

Trägerversorgung mit Betriebs- und Ersatzgerät entnommen, in der eine von außen zugeführte Steuerfrequenz 2108 kHz vervielfacht wird. In einem SyU-Gestell V 2700 können die Geräte für 2 Systeme, dazu Verkabelungs-Entzerrer, Piloteinspeisungen und Pilot-Überwachungen und das Stromversorgungsgerät untergebracht werden. Für den Abzweig der QG B2 und B3 in ihrer Übertragungslage über QG-Durchschaltefilter aus einem auf ein zweites System werden die SyU 4/8 MHz und 4/12 MHz durch je ein Pegel-Anpassungsgerät ersetzt. Einzelheiten über den Schaltungsaufbau der SyU-Endstelle und über die Ansicht des SyU-Gestelles V 2700 sind aus den Bildern 8 und 9 zu ersehen.

System Z 12) oder für den weiteren Aufbau von Systemen als PG-Verbindungen mit Primärgruppen-Umsetzern (PGU) zusammengeschaltet. Für die Durchschaltung von PG-Verbindungen (→ Durchschaltetechnik) können außerdem im PGVt PG-Durchschaltefilter (PGDFi) in die Verbindung eingeschleift werden. Die Vt-Schaltpegel der GPG aus Richtung PGU »Senden« in Richtung KU »Empfang« oder zum Eingang PGDFi sind = —3,5 Npr/150 Ohm, aus Richtung KU »Senden« oder Ausgang PGDFi in Richtung PGU »Empfang« = —4,2 Npr/150 Ohm. Die Pegeldifferenz von 0,7 Np entspricht der Einfügungsdämpfung des PGDFi bei PG-Durchschaltungen.

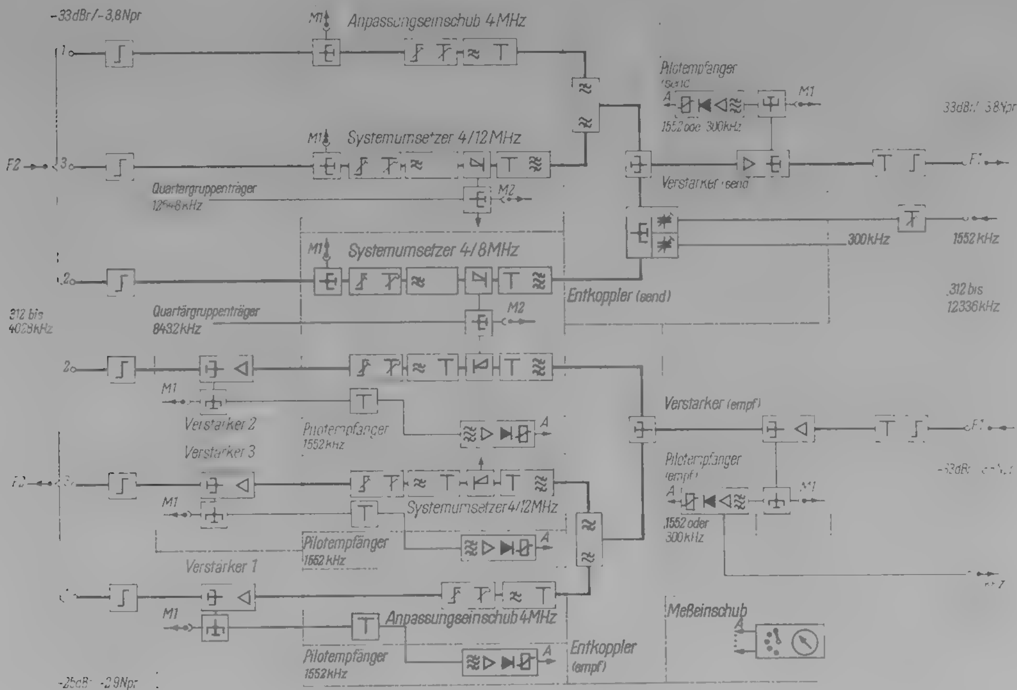


Bild 8. Blockschema der SyU-Endstelle V 2700.

IV. Verteiler in T. Vt sind vorgesehen in den international festgelegten Schaltebenen der Grund-Primärgruppe (GPG) als Primärgruppen-Verteiler (PGVt), der Grund-Sekundärgruppe (GSG) als Sekundärgruppen-Verteiler (SGVt) und der Grund-Quartärgruppe (GQG) als Quartärgruppen-Verteiler (QGVt). Sie werden außerdem als Leitungsverteiler (LVt) und als NF-Verteiler zur Beschaltung der System-Grundleitungen bzw. der TF-Kanäle eingesetzt.

1. PGVt Im PGVt werden die in den Kanalumsetzern (KU) gebildeten GPG entweder in den Endeinrichtungen der PG-Systeme (z. B. Zweidraht-

2. SGVt Im SGVt werden die in den PGU gebildeten GSG entweder mit den SGU der SG-Systeme oder mit den die GQG bildenden SGU (→ Quartärgruppe) verbunden. Für die Durchschaltung von SG-Verbindungen können außerdem im SGVt schaltbare SGDFi in die Verbindung eingeschleift werden. Die Vt-Schaltpegel des GSG aus Richtung SGU »Senden« in Richtung PGU »Empfang« oder zum Eingang des SGDFi sind = —3,5 Npr/75 Ohm, aus Richtung PGU »Senden« oder Ausgang SGDFi in Richtung SGU »Empfang« sind sie = —4,0 Npr/75 Ohm. Die Pegeldifferenz von 0,5 Np entspricht

der Einfügungsdämpfung des SGDFi bei SG-Durchschaltungen.

3. LVt V 60, V 120 Im LVt V 60/V 120 werden die in den SGU V 60 und V 120 gebildeten und im Sendeverstärker auf den Kanal-Sendepegel angehobenen Übertragungs-Frequenzbänder zur Leitung,

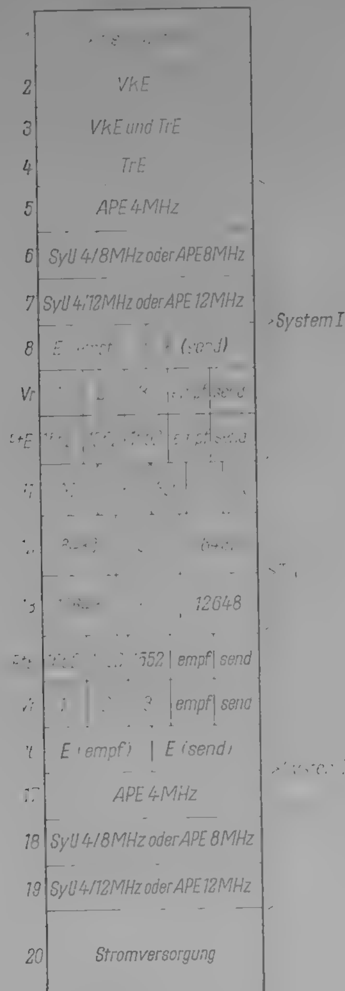


Bild 9. Ansicht des SyU-Gestelles V2700.

die Empfangsverstärker-Ausgänge dagegen zu den SGU V 60/V 120 durchgeschaltet. Außerdem können im LVt Trennweichen V 120 in die Verbindung eingeschleift werden (→ Abzweigtechnik). Die Vt-Schaltpegel in beiden Richtungen sind + 0,2 Npr/150 Ohm.

QVt, LVt V 300, V 960, V 1260 und V 2700. Die Schaltebenen des QGVt und der LVt V 300, V 960, V 1260 und V 2700 sind in einem zentralen Verteilergestell zusammengefaßt, in dem auch die Verbindungen zu Richtfunk-Endstellen und die Zuführungen zu QGDFi und Abzweigweichen enden. a. Im QGVt werden die in den SGU gebildeten QG »B« als QG-Verbindungen zu den Systemumsetzern (SyU) V 2700 durchgeschaltet, außerdem für QG-Durchschaltungen werden QGDFi eingeschleift. Der Vt-Schaltpegel aus Richtung SGU »Senden« oder Ausgang QGDFi beträgt — 3,8 Npr/75 Ohm. Der Vt-Schaltpegel aus Richtung SyU »Senden« in den Eingang QGDFi beträgt — 2,88 Npr/75 Ohm. Der Unterschied der Pegel entspricht der Einfügungsdämpfung des QGDFi von 0,92 Np. Für die Durchschaltung der QG-Verbindung aus dem SyU »Senden« zum SGU »Empfang« (Schaitpegel — 3,8 Npr/75 Ohm) ist im QGVt ein schaltbares Dämpfungsglied VL = 0,92 Np vorgesehen. b. Im LVt V 300 werden die SGU V 300 zu den Leitungsverstärkern V 300, den Richtfunk-Endeinrichtungen FM 300 oder zu Abzweigweichen 556 kHz oder 1,4 MHz durchgeschaltet. Die Vt-Schaltpegel sind in Richtung Sendeverstärker — 4,15 Npr/75 Ohm, aus Richtung Empfangsverstärker V 300 — 2,65 Npr/75 Ohm. c. Im LVt V 960 werden die SGU V 960 mit den LVr V 960, den Rifu-Endeinrichtungen FM 960 oder mit den Abzweigweichen 556 kHz oder 1,4 MHz verbunden. Die Vt-Schaltpegel sind in beiden Übertragungs-Richtungen gleich und betragen — 3,8 Npr/75 Ohm. d. Mit Rücksicht auf einfache Abzweigschaltungen liegt die Schaltverteiler-Ebene des Systems V1260 zwischen den SGU-Gestellen V960 und V300 und dem SyU-Gestell V1260. In diese Verbindung können Trennweichen 1,4 MHz und 4,1 MHz einrangiert werden. Die Vt-Schaltpegel entsprechen denen im LVt V300 und V960. e. Im LVt V2700 wird das SyU-Gestell V2700 zum Leitungsverstärker-Gestell V2700 oder zu Endeinrichtungen FM1800 durchgeschaltet. Außerdem können für Durchschaltungen in der Übertragungs-Frequenzlage QGDFi »B1«, »B2« oder »B3« eingeschleift werden. Die Verteiler-Schaltpegel in beiden Übertragungsrichtungen sind gleich und betragen — 3,8 Npr/75 Ohm.

4. Im Frequenzbereich der Tertiärgruppe (TG) = 812 bis 2044 kHz sind 5 Sekundärgruppen (= 300 Kanäle) in Kehrlage nebeneinander angeordnet; sie entsprechen der Übertragungs-Frequenzlage der SG 4 bis 8 des Systems V960 (→ Vierdraht-TF-System). Die TG in ihrer Basisfrequenzlage wird als Grund-Tertiärgruppe (GTG) bezeichnet (CCITT-Blaubuch G. 33, Fig. 58). Die TG-Verbindung reicht vom Punkt, an dem sie gebildet wird, bis zu dem Punkt, an dem sie aufgelöst wird, und umfaßt beide Übertragungsrichtungen. Durchschaltungen in der Basis-Frequenzlage über TG-Durchschaltefilter unterteilen die TG-Verbindung in TG-Abschnitte. Im deutschen TF-Netz werden statt der TG-Systeme V 300 und V 2700 SG-Systeme V 300 und V 2700 (→ Vierdraht-TF-System) betrieben, da bei der Entwicklung der TG-Systeme bereits SG-Systeme V 960 und FM 960 in größerer Anzahl in Betrieb waren; beide Systemarten im Netz nebeneinander hätten für die betriebsnotwendigen Durchschaltungen und Abzweige einen

wirtschaftlich nicht tragbaren zusätzlichen Aufwand an Frequenzumsetzern und Trägerversorgungen bedeutet. TG-Verbindungen werden jedoch bei Bedarf als Auslandsverbindungen (z. B. das um eine TG auf V 1260 erweiterte System V 960 für den Fernsprechverkehr nach der Schweiz) eingerichtet.

5. Im NF-Verteiler werden die Wähl- und die Handrufleitungen auf die TF-Kanäle der Systeme verteilt. Die Vt-Schaltpegel sind in Richtung TF »Senden« —1,0 Npr/600 Ohm, aus Richtung TF »Empfang« —2,0 Npr/600 Ohm. Bei systemeigener Ruf- und Wählzeichenübertragung (→ Kanalumsetzer) werden gleichzeitig die Signaladern »S an« und »S ab« zu den Kanälen durchgeschaltet.

V. Verkabelung der T. Die TF-Gestelle werden im allgemeinen in 10teiligen Gruppenrahmen Rücken an Rücken aufgestellt und ihre Verbindungskabel auf Kabelrosten verlegt. Für die Verkabelung gilt folgendes:

1. Für die Führung der Kabel in Gestellen der Bauweise 52 werden Sprossenroste als Gruppen- und Amtskabelroste verwendet. Die Gruppenroste werden mit Traghaltern in geringem Abstand auf die Gruppenrahmen aufgesetzt, damit die Kabel aus den Gestellen in ausreichendem Bogen auf den Rost übergeleitet werden können. Die Amtsroste führen an einem oder in großen TF-Stellen an beiden Enden der Gruppenrahmen über die Gestellreihen hinweg, liegen in geringem Abstand über den Gruppenrosten und sind auf sie abgestützt. Die Verbindungskabel zwischen den Gestellen desselben Gruppenrahmens werden im Gruppenrost, die Verbindungskabel zu anderen Gruppenrahmen aus dem Gruppenrost über den Amtsrost zum Gruppenrost des betr. Gruppenrahmens geführt. Hierbei sind die Kabel nach elektrischen Gesichtspunkten geordnet und die dem

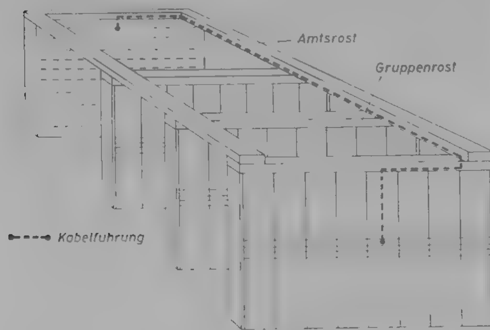


Bild 10. Kabelführung auf Sprossen-Kabelrosten.

gleichen Zweck dienenden Kabel zu Paketen zusammengefaßt. Die Kabelpakete werden im Rost so angeordnet, daß sie möglichst behinderungsfrei den Rosten zugeführt bzw. aus den Rosten abgeleitet werden können. Die Anordnung der Roste über dem Gestellaufbau zeigt Bild 10, die Anordnung der Kabelpakete in einem 10teiligen Gruppenrahmen mit Kanalumsetzergestellen zeigt Bild 11.

2. Die TF-Gestelle der Bauweise 7 enthalten bei gleichen Gestellabmessungen erheblich mehr Geräte als die der Bauweise 52. Bezogen auf die in Bild 11 dargestellte Gruppenrost-Kabelbelegung würden Kanalumsetzer-Gestelle in Bauweise 7 für ihre Zuführungskabel den 2,5fachen Platz benötigen. Ähnlich sind die Raumverhältnisse für Primärgruppenumsetzer-Gestelle in Bauweise 7. Höhere Gruppenroste sind bei den vorgegebenen Raumhöhen nicht möglich.

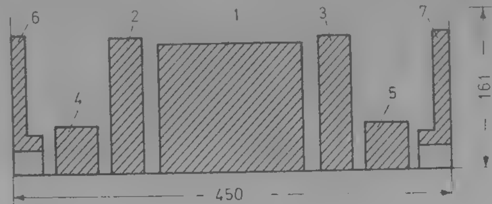


Bild 11. Belegung eines Gruppenrostes für KU-Gestelle 52.

Für TF-Stellen mit Einrichtungen in Bauweise 7 wurde daher ein Flächenkabelrost entwickelt. Er ist ein aus Aluminiumrohren zusammengesetzter Gitterrost, der in geringem Abstand mit Stützen auf die Gruppenrahmen der TF-Stelle aufgesetzt wird. Er wird zusätzlich seitlich an den Wänden und ggf. an Säulen befestigt, über freien und für Erweiterungen vorgesehenen Aufstellflächen an der Decke aufgehängt. In die Zwischenräume der Rohrgitter können ovale Kabelsprossen als weitere Auflagen für die Kabel eingesetzt werden. Etwa jedes dritte Feld im Gitternetz wird für das Einziehen der Kabel als Arbeitsöffnung vorgesehen. In den 4 Ecken jeder Öffnung halten senkrecht nach oben stehende Abweisrohre den Eingang von Kabeln frei. Der Rost wiegt je m² etwa 6 kg. Die Rohrkonstruktion wird an der Unterseite mit einzelnen abnehmbaren Rasterplatten aus schwer entflammbarem und gegen Staub astatischem Kunststoff verkleidet. Durch die Rasteröffnungen zieht die Warmluft des Raumes ab. Der Flächenrost überdeckt den gesamten Gestellaufbau. Für die Beleuchtung der Gestell-Fronten sind daher in der Mitte der etwa 1,5 m breiten Bedienungsgänge parallel zu den Gestellreihen an das Rohrgitter Leuchten mit nach unten weisenden Reflektoren angeklemmt. Die Leuchten liegen jeweils zwischen 2 Arbeitsöffnungen, ihre Reflektoren sind durch als Blendschutz wirkende Querlamellen abgedeckt. Das Beispiel eines Flächenrostes zeigt Bild 12. Sein Vorteil gegenüber den Sprossenrosten (Bild 10) liegt vor allem in einer erheblichen Ersparnis an Kabeln. Unter dem Flächenrost finden Gestelle beider Bauarten Platz. Bei Erweiterungen einer mit Sprossen-Kabelrosten erstellten TF-Stelle kann der Flächenrost an die Amtsroste angeschlossen werden.

3. Verkabelungsentzerrer. Die Verteiler-Schaltpegel sind frequenzunabhängig. Für die Verkabelung zwischen den TF-Gestellen und zu den Verteilergestellen werden daher innerhalb des Übertragungsbereiches nur geringfügige frequenzabhängige Dämpfungsverzerrungen zugelassen. Die Verbindungskabel

zu den Primär- und Sekundärgruppen-Verteilern sowie zu den Leitungsverteilern symmetrischer Systeme halten diese Bedingungen auch bei den zu erwartenden maximalen Verbindungslängen großer TF-Stellen ein. In Koaxial-Systemendstellen mit den für steckbare Kontaktelemente passenden Verbindungskabeln und bei Längen bis etwa 250 m zu örtlichen Richtfunkstellen treten jedoch innerhalb des Übertragungsbereichs bereits nicht mehr zu

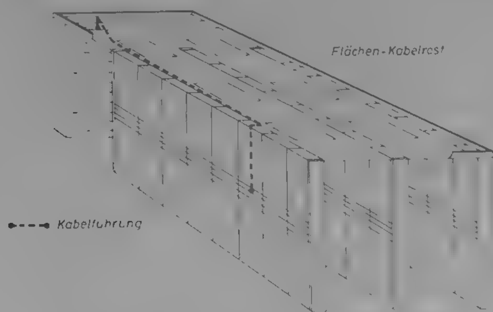


Bild 12. Kabelführung auf Flächen-Kabelrosten.

vernachlässigende Verzerrungen auf. In den koaxialen Umsetzer- und Verstärker-Einrichtungen ist deshalb eine Pegelreserve vorgesehen, die der Maximallänge des zu entzerrenden Verbindungskabels entspricht. Die für diese Länge entwickelten Verkabelungs-Entzerrer sind für kürzere Verbindungslängen in etwa 10-m- bis 20-m-Stufen unterteilt. Die Entzerrer werden in den Anschlußfeldern der TF-Gestelle untergebracht und entzerren in der Regel den Verbindungsweg zwischen TF-Gestell und Verteilergestell je nach Übertragungsrichtung als Vor- oder als Nachentzerrung. Die Einfügungsdämpfung der Entzerrer hängt von der vorgesehenen Pegelreserve ab und beträgt z. B. beim LVr-Gestell V 300 etwa 0,15 Np, beim SGU-Gestell V 300/V 960 und beim LVr-Gestell V 960 etwa 0,35 Np. *Wichmann*

TF-Tonkanal-System → Tonübertragungstechnik.

Tgw-Anschlüsse, -Verbindungsleitungen, -Verfahren, -Vermittlungen → Telegrafenwählnetz.

Theorem von Breit und Tuve → ionosphärische Brechung.

Theorem von Martyn → ionosphärische Absorption, → ionosphärische Brechung.

thermische Abisolierung. Die Isolation wird abgeschmolzen, so daß keine Isolationsrückstände entstehen und die abisolierten Adern blank sind. Es gibt dafür Geräte mit zwei Leistungsstufen, z. B. 8 W für etwa 150° C und 28 W für etwa 300° C. Die niedrige Stufe eignet sich sehr gut zum Abisolieren von PVC- und anderen thermoplastischen Massen mit niedrigem Schmelzpunkt. Die hohe Stufe mit etwa 300° C ist für Gummigewebe-Isolierungen und Kunststoffe mit höherem Schmelzpunkt geeignet.

Literatur: Funktechnik 18/1967.

thermische Elektronenemission ist die Emission von Elektronen, deren th. Energie genügt, das → Austrittspotentialminimum zu erreichen. Sie setzt sich aus der feldfreien th. E. und aus der Emission infolge des Schottky-Effektes (→ Austrittspotentialminimum) zusammen. Die feldfreie Emission ist die Emission aus einer Elektrode ohne Einfluß einer äußeren elektrischen Feldstärke und bei vernachlässigbaren Raumladungskräften. Die feldfreie th. Emissionsstromdichte j bei vorgegebener Temperatur T der Kathode folgt dem Gesetz

$$j = A \cdot T^2 \cdot exp\,(-U_p/U_T).$$

U_p Austrittsspannung (→ Austrittspotentialminimum), U_T Temperaturspannung, A Konstante, die bei reinen Metallen etwa das 0,5fache der Mengenkonstante 120 A cm^{-2} (°K)$^{-2}$ beträgt. Die Temperaturspannung U_T ist gemäß der Gleichung

$$m \cdot v_T^2 = 2\,k\,T = e\,U_T$$

ein Maß für die Temperaturgeschwindigkeit v_T der Elektronen. m ist die Ruhemasse des Elektrons, k die Boltzmannkonstante. Der feldfreie th. Emissionsstrom ist nur angenähert meßbar. Praktisch bedient man sich daher besser des Sättigungsstromes, der durch die → Emissionskennlinie festgelegt ist. Technik der th. E. → Glühkathode, → Metallkathode, → Vorratskathode.

Literatur: Flügge, Handbuch der Physik, Bd. XXI, Elektronenemission und Gasentladungen I, Springer-Verlag, Berlin 1964 — Herrmann und Wagener, Die Oxydkathode, Bd. 1 und 2, Barth, Leipzig 1948/50 — Knoll und Eichmeier, Technische Elektronik Bd. 1 und 2, Springer-Verlag, Berlin 1965/66 — H. Rothe, Hochvakuum-Elektronenröhren, Akad. Verlagsges., Frankfurt/Main, 1955 — H. Barkhausen, Grundlagen der Elektronenröhren, Bd. 1 bis 4, S. Hirzel, Leipzig 1960/62 — A. H. W. Beck, Thermionic Valves, University Press, Cambridge 1953. *Schnitger*

thermische Oberflächenvorbereitung. → Schmelztauchverfahren, → Oberflächenbehandlung.

thermischer Leistungsmesser. Der th. L. ist ein einfach aufgebautes und in seinen elektrischen Eigenschaften leicht überblickbares Gerät, das sich als Normal für Spannungs- und Leistungsmessungen im Dezimeter- und Zentimeterwellengebiet bewährt hat. Von ihm wird die Erwärmung eines in einen Meßkopf eingebauten Verbrauchers gemessen. Der HF-Leistungsabsorber und die Temperaturmeßeinrichtung sind dabei elektrisch völlig voneinander getrennt. Das elektromagnetische Feld der Hochfrequenzleitung bleibt dadurch ungestört und man erreicht eine Güte und Breitbandigkeit der Anpassung wie mit keiner anderen bisher bekannten Anordnung.

Als Verbraucher dient ein kleiner Schichtwiderstand von 50 oder 60 Ω. Da die Dicke der Schicht < 1 μm beträgt, bleibt die durch den Skineffekt verursachte Stromverdrängung selbst bei Frequenzen bis 10 GHz ($\lambda = 3$ cm) so gering, daß keine merkliche Widerstandsänderung gegenüber dem Gleichstromwert auftritt. Hat der Außenleiter der Koaxialleitung, in die dieser Widerstand eingebaut wird, angenähert die Form eines Kegels, so ergibt sich ein gut angepaßter

Leitungsabschluß für ein weites Frequenzgebiet, dessen Reflexionsfaktor sich leicht überprüfen läßt. Von der Wärme, die die zugeführte HF-Energie im Widerstand erzeugt, fließt ein Teil über den Innenleiter und der andere Teil über den Kegel zum Außenleiter ab. Wird der Kegel als »Wärmewiderstand« ausgebildet, so tritt ein Wärmestau auf und die Spitze des Kegels nimmt eine höhere Temperatur an als seine Basis, die gut leitend mit einer »Wärmekapazität« verbunden ist. Die Temperaturerhöhung der Kegelspitze gegenüber der Basis ist proportional der im Widerstand verbrauchten HF-Energie. Sie wird in einer NF-Brückenschaltung gemessen, die sich durch die Erwärmung verstimmt. Die Ausgangsspannung der Brücke wird verstärkt und nach Gleichrichtung einem Anzeigeinstrument zugeführt, das in Leistungseinheiten (mW) und Leistungspegeleinheiten (dBm) geeicht ist.

Literatur: A. Jaumann, Ein thermischer Leistungsmesser als Spannungsnormal im Frequenzgebiet 0 bis 3000 MHz. Siemens-Zeitschrift 27 (1953), 8, S. 416—420 — J. Turban, Ein thermischer Leistungsmesser für den Frequenzbereich von 0 bis 8500 MHz. Siemens-Zeitschrift 31 (1957), 7, S. 362—367.

Turban

thermisches Geräusch bei Richtfunkverbindungen Gesamtgeräusch bei → Richtfunkverbindungen.

thermisches Rauschen → Rauschen und → Wärmerauschen.

Thermistor ist ein Halbleiter mit großem Widerstands-Temperatur-Koeffizienten. Er wird verwendet, um einen Regelkreis ohne mechanische Kontakte durch einen anderen, z. B. Meßkreis, mittels Wärmeübertragung zu steuern (→ Halbleiter).

Thermodynamik. Die Th. befaßt sich mit den physikalischen Veränderungen (Änderung der Temperatur, des Volumens, des Druckes, des Aggregatzustandes usw.), die an festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern durch Wärmewirkung (Wärmezufuhr- bzw. -abfuhr) hervorgerufen werden. Physik und Technik sehen die Wärme als eine Energieform (Molekularbewegung — Schwingungszustand um eine gedachte Ruhelage — Schwingungsenergie der Moleküle) an. Während die Physik nur das Wesen der Wärme und die Wärmewirkungen erforscht, behandelt die technische Wärmelehre mehr die Möglichkeiten der Energieumwandlung von Wärme in Arbeit und umgekehrt von mechanischer Energie in Wärme. Da Arbeit = Druck × Volumenänderung ist und Gase und Dämpfe unter Wärmeeinwirkung sehr hohe Druck- und Volumenänderungen erfahren, werden Gase und Dämpfe vornehmlich als Arbeitsmedien (Energieträger) in allen thermischen Maschinen (Wärmekraft- und Wärmearbeitsmaschinen) verwendet.

In der Th. sind neben und in dem internationalen Einheitensystem noch viele inkohärente (nicht zusammenhängende), in den Normen aber anerkannte Einheiten des Technischen Einheitensystems gebräuchlich (z. B. die Kilokalorie = kcal statt kJ und die techn. Atmosphäre = at = kp/cm² statt N/m² oder bar u. a.).

Grundlagen: Nach Clausius (1857), Maxwell (1860) und Boltzmann (1877) ist Wärme kinetische Energie der Moleküle. Ihre Intensität entspricht der Temperaturhöhe. Gleiche Wärmemengen können aber verschiedene Temperaturen haben.

Zustandsgrößen. Die Temperatur charakterisiert den Wärmezustand eines Stoffes, sie ist ein Maß für den zeitlichen Mittelwert der kinetischen Energie seiner einzelnen Moleküle. Im Begriff Temperatur kann man ein statistisches Element erkennen, bei dem die thermodynamische Wahrscheinlichkeit eine wichtige, grundlegende Rolle spielt. Die Temperatur eines Stoffes wird in Grad Celsius (°C) als relative Temperatur t und in Grad Kelvin (°K) als absolute Temperatur T gemessen. Die relative Temperaturskala umfaßt bei einem Druck von 760 Torr vom Schmelzpunkt des Eises bis zum Siedepunkt des Wassers 100°C. Die absolute Temperaturskala beginnt bei —273,16°C mit dem absoluten Nullpunkt 0°K (*s. Wärmestrahlung und Atom*); hierbei sind die Temperatureinheiten °C und °K identisch. Da $T_1 = t_1 + 273{,}16$ und $T_2 = t_2 + 273{,}16$ sind, haben die Temperaturdifferenzen $T_2 - T_1 = t_2 - t_1$ die gleiche Größe; Temperaturdifferenzen ΔT oder Δt werden daher einheitlich mit Grad (grd) bezeichnet.

Der Druck stellt einen Spannungszustand dar. Nach DIN 1314 ist der Druck p:

$$p = \frac{\text{Normalkraft auf eine ebene Fläche}}{\text{Flächeninhalt}} = \frac{F}{A}.$$

Intern. Einheit: N/m² = Newton pro m²
1 bar = 100 000 N/m²; 1 mbar = 100 N/m²
Techn. Einheit: kp/m² = Kilopond pro m²
1 at = 1 techn. Atmosphäre = 1 kp/cm²
= 10 000 kp/m².

Als Bezugsgröße wird daneben noch die physikalische Atmosphäre (1 Atm) verwendet. Man versteht darunter den mittl. Luftdruck in Meereshöhe; 1 Atm = 760 mm Hg = 760 Torr

Einheit	kp/cm² = 1 at	mm Hg = Torr	phys. Atm.	bar = 10^5 N/m²
1 kp/cm²	1	735,6	0,9678	0,9807
1000 mm Hg ...	1,3595	1000	1,3158	1,3332
1 phys. Atm. ...	1,0332	760	1	1,0133
1 bar	1,0197	750,6	0,9869	1

Da die Druckmesser im allgemeinen nur den Überdruck $p_ü$ oder den Unterdruck p_u angeben, ist die Messung des herrschenden Luftdrucks p_b (Barometerstand) wichtig. Der absolute Druck p ist bei Überdruck $p = p_b + p_ü$; bei Unterdruck $p = p_b - p_u$.

Die Stoffmenge kann man nach dem internationalen Einheitensystem angeben in:

1. m³; der Rauminhalt wird als Volumen V bezeichnet,

2. kg; die Masse m entspricht dem Widerstand (der Trägheit) bei einer Bewegungsänderung, sie hat eine dem Körper eigene, von den Beschleunigungskräften unabhängige Größe; das Gewicht des Stoffes ist eine abgeleitete Größe = $m \times g$ N,

(3) kmol; unter Kilomol = 1000 Mol versteht man die Stoffmenge eines Körpers in seiner molekularen (chemischen) Zusammensetzung; 1 kmol = M kg, wobei M die Molekularmasse (das Molekulargewicht) ist*).

*) Als Bezugsstoff wird Sauerstoff (Atommasse $A = 16$ und Molekularmasse $M = 32$) zugrundegelegt, das ergibt für Wasserstoff $A = 1{,}008$ und $M = 2{,}016$. Beispiele:

1 kmol $H_2O \triangleq 2 \cdot 1 + 16 \cdot 1 = 18$ kg
1 kmol $H_2SO_4 \triangleq 2 \cdot 1 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4 = 98$ kg
1 kmol $CO_2 \triangleq 12 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 44$ kg

Auf die jeweilige Einheit bezogen sind folgende Ausdrücke gebräuchlich:

Werkstoff	spez. Gewicht $\frac{kp}{dm^3}$	Elastizitätsmodul E $\frac{kp}{mm^2}$	Dehnungskoeffizient $\frac{m}{m \cdot grd}$	spez. Wärme $\frac{kcal}{kg \cdot grd}$
Aluminium	2,70	6750	23,8	0,22
Blei	11,34	1600	28,3	0,031
Kupfer	8,96	12500	16,2	0,092
Messing	8,5	9000	19	0,093
Silber	10,49	8160	19,7	0,056
Stahl C 15	7,85	20800	11,1	0,11
Zink	7,14	9400	28,8	0,091
Zinn	7,30	5500	20,5	0,054

$$\text{spezifisches Volumen } v = \frac{\text{Volumen}}{\text{Masse}} = \frac{V}{m} \; m^3/kg$$

$$\text{Dichte (spez. Masse) } \varrho = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} = \frac{m}{V} \; kg/m^3$$

$$\text{Wichte (spez. Gewicht) } \gamma = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}} = \frac{m \cdot g}{V} = \varrho \cdot g \; N/m^3$$

$$\text{Molvolumen } \mathfrak{V} = \frac{\text{Volumen}}{\text{kmol}} = \frac{V}{\text{kmol}} \; m^3/kmol$$

Gasmengen werden im physikalischen Normzustand ($t_0 = 0°C$, $p_0 = 760$ Torr) in Normkubikmetern nm³ angegeben. Für das Volumen V_0 nm³, für die Dichte ϱ_0 kg/nm³ und für das Molvolumen $\mathfrak{V}_0$ nm³/kg gelten dann folgende Beziehungen

$$\varrho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{M}{\mathfrak{V}_0} \; kg/nm^3 \, .$$

Die Stoffmenge im Techn. Einheitensystem ist das Gewicht G des Stoffes in kp, sie ist identisch mit der Kraft in kp bei der Normalfallbeschleunigung $g = 9{,}81$ m/sec³, die Masse m ist hier die abgeleitete Größe $m = G/g$ kp · sec²/m.

Die Dichte ϱ kg Masse/m³ im internationalen System wird damit zahlenmäßig gleich dem spez. Gewicht ϱ kp/m³ im Techn. System.

Wärmedehnung ε und Wärmespannung σ_W. Alle Körper dehnen (verkürzen) sich bei zunehmender (sinkender) Temperatur mit Ausnahme von Wasser, das bei 4°C seine maximale Dichte hat.

$$\text{Dehnung } \varepsilon = \frac{\text{Längen-(Volumen-)änderung}}{\text{ursprüngl. Länge (Volumen)}} \, .$$

Dehnung ε		Dehnungskoeffizient	Längen-(Volum.-)änderung	Gesamtlänge m Gesamtvolumen m³
linear	$\frac{\Delta l}{l_0}$	$\alpha \; \frac{m}{m \cdot grd}$	$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$	$l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$
kubisch	$\frac{\Delta V}{V_0}$	$\beta \; \frac{m^3}{m^3 \cdot grd}$	$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t$	$V = V_0 (1 + \beta \Delta t)$

Wird bei festen Körpern die Längenänderung Δl verhindert, treten Wärmespannungen σ_W auf. Nach dem Hookschen Gesetz (s. Festigkeitslehre) ist $\sigma = E \cdot \varepsilon$, d.h. die Wärme-(Zug- oder Druck-)spannung

$$\sigma_W = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} = E \cdot \alpha \, \Delta t \, .$$

Wärme und spezifische Wärme.

Wärme (kinetische Energie der Moleküle) ist eine Energieform. Die Einheit der Energie im intern. Einheitensystem ein Joule = 1 J bzw. ein Kilojoule = 1 kJ ist zugleich die **Einheit der Wärme**. Die Wärmeeinheit war früher eine Kalorie = 1 cal bzw. eine Kilokalorie = 1 kcal. Eine Kalorie wurde definiert als die Wärmemenge, die man 1 g Wasser von 14,5°C zuführen muß, um die Temperatur um 1 grd auf 15,5°C zu erhöhen. Die Definition der »internationalen Tafelkalorie« lautet: $1\,cal_{IT} = 4{,}1868$ J (s. DIN 1301). Die Kilokalorie $kcal_{15°}$ ist die Wärmeeinheit im techn. Einheitensystem. Der Unterschied $1\,kcal_{IT} = 1{,}00031\,kcal_{15°}$ wird im allgemeinen vernachlässigt.

Wärme und Arbeit sind gleichwertige (äquivalente) Energieformen. Im internationalen System haben beide die gleiche Einheit, 1 J = 1 W × s (Wattsekunde). Im techn. Einheitensystem sind 426,78 mkp (Arbeitseinheiten) = 1 kcal (Wärmeeinheit); der Umrechnungsfaktor $\frac{1}{427}$ kcal/mkp wird als **mechanisches Wärmeäquivalent** bezeichnet. Die bekannte Beziehung 1 kWh = 860 kcal ergibt das im Bereich der Elektrotechnik sehr häufig vorkommende Wärmeäquivalent 860 kcal/kWh.

Die spezifische Wärme (Wärmeaufnahmefähigkeit des Stoffes) ist die Wärmemenge, die erforderlich ist, um die Masse von 1 kg, das Volumen von 1 m³ oder 1 kmol = M kg eines Stoffes um 1 grd zu erwärmen.

Für eine kleine Wärmezufuhr dQ, die die Temperaturänderung dt zur Folge hat, gelten die Gleichungen:

$$dQ = m \cdot c \, dt; \quad \text{spez. Wärme } c \; \frac{kJ}{kg \cdot grd} \quad \text{bzw.} \quad \frac{kcal}{kp \cdot grd} \, ,$$

$$dQ = V \cdot C\,dt; \quad \text{spez. Wärme } C = \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3 \cdot \text{grd}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3 \cdot \text{grd}},$$

$$dQ = M \cdot \mathfrak{C}\,dt; \quad \text{Molwärme } \mathfrak{C} = \frac{\text{kJ}}{\text{kmol} \cdot \text{grd}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{kmol} \cdot \text{grd}}.$$

In den Gleichungen ist m die Masse in kg (bzw. kp-Gewicht), V das Volumen in m^3 und M die Molekularmasse (Molekulargewicht).

Für den phys. Normzustand gelten die Bezeichnungen:

$$c = C/\varrho_0; \quad C = c \cdot \varrho_0; \quad \mathfrak{C} = M \cdot c = \mathfrak{V}_0 \cdot \mathfrak{C}.$$

Spez. Wärme bei konstantem Druck und konst. Volumen.

Wenn ein Gas bei konst. Druck (spez. Wärme c_p) erwärmt wird, ist die Wärmeaufnahmefähigkeit pro grd größer als wenn die Wärme dem Gas bei konst. Volumen (spez. Wärme c_v) zugeführt wird.

$c_p > c_v$;

bei idealen Gasen $c_p/c_v = \varkappa$,

bei konst. Druck $dQ = m \cdot c_p \cdot dt$;

bei konst. Volumen $dQ = m \cdot c_v \cdot dt$.

Die spez. Wärme ist kein konstanter Stoffwert sondern je nach Stoffart von der Temperatur und außer bei Gasen auch vom Druck abhängig. In der Praxis rechnet man im Bereich zwischen Zustand 1 und Zustand 2 mit Mittelwerten, $c_{m\,12}$, $C_{m\,12}$ und $\mathfrak{C}_{m\,12}$.

Kalorische Zustandsgrößen: Führt man einem Gas bei konst. Volumen Wärme zu, so steigen Druck und Temperatur. In gleicher Weise nimmt die mittl. kinetische Energie der einzelnen Moleküle zu. Man bezeichnet die kinetische Energiedichte des Gases oder seine innere Energie mit $U \triangleq$ kJ oder kcal bzw. $u \triangleq$ kJ/kg oder kcal/kg.

$$U = m \cdot c_v \cdot t; \qquad u = c_v \cdot t;$$

$$\Delta U = m \cdot c_v \cdot \Delta t = m \cdot c_v (t_2 - t_1) = U_2 - U_1;$$

$$\Delta u = u_2 - u_1.$$

Führt man dem Gas die Wärme bei konst. Druck zu, so muß, da $c_p > c_v$ ist, der Wärmeaufwand größer werden. Das Gas dehnt sich von V_1 auf V_2 aus und seine innere Wärme oder seine Enthalpie beträgt:

$I = m \cdot c_p \cdot t$ kJ oder kcal;

$i = c_p \cdot t$ kJ oder kcal/kg;

$\Delta I = m \cdot c_p \cdot \Delta t = m \cdot c_p (t_2 - t_1) = I_2 - I_1$;

$\Delta i = i_2 - i_1$.

Die Enthalpie I ist um die bei dem konst. Druck p geleistete äußere Dehnungsarbeit $W_{12} = p\,(V_2 - V_1)$ größer als die innere Energie U. $I = U + p \cdot V$ kJ.

In Physik und Technik unterscheidet man von der äußeren (Dehnungs-) Arbeit W die techn. Arbeit W_t, die ein Gas z. B. in einer Kraftmaschine verrichtet.

Der erste Hauptsatz der Thermodynamik oder der Satz von der Erhaltung der Energie lautet: Die einem Gas (Flüssigkeit) zugeführte Wärme dQ bewirkt (1) eine Vergrößerung der inneren Energie dU und (2) die äußere Arbeit $dW = p\,dV$:

$$dQ = dU + p\,dV \text{ kJ}$$

oder

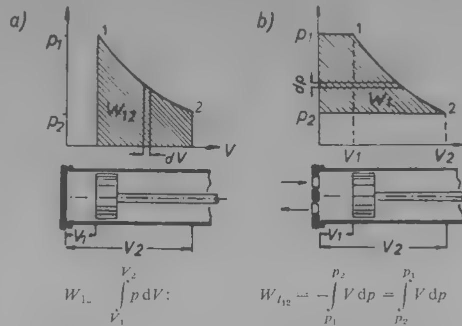
$$dQ = dU + \frac{1}{427}\,p\,dV \text{ kcal},$$

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + W_{12} \text{ kJ}$$

oder

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + \frac{1}{427}\,W_{12} \text{ kcal},$$

(1. Form des 1. Hauptsatzes.)



$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p\,dV; \qquad W_{t_{12}} = -\int_{p_1}^{p_2} V\,dp = \int_{p_2}^{p_1} V\,dp$$

zu 1a) Arbeit W ^ Druck × Volumänderung kJ od. kpm,
zu 1b) Arbeit W_t ^ techn. Arbeit pro Umdrehung einer Dampfmaschine bzw. techn. Arbeit pro Sekunde einer Dampfturbine (s. Kreisprozesse). Aus Bild 1b) folgt:

$$W_t = p_1V_1 + W_{12} - p_2V_2; \quad \text{kJ},$$
$$W_{12} = p_2V_2 - p_1V_1 + W_t; \quad \text{kJ}.$$

Bild 1. Äußere und technische Arbeit in einer Gas-Kraftmaschine.

Aus der Definition der Enthalpie $I = U + p\,V$ folgt:

$$dI = dU + p\,dV + V\,dp = dQ + V\,dp,$$

$$dQ = dI - V\,dp \text{ kJ}$$

oder

$$dQ = dI - \frac{1}{427} \cdot V\,dp \text{ kcal},$$

$$Q_{12} = I_2 - I_1 - \int_1^2 V\,dp = I_2 - I_1 + L_t \text{ kJ}$$

$$Q_{12} = I_2 - I_1 - \frac{1}{427} \cdot \int_1^2 V\,dp$$

$$= I_2 - I_1 + \frac{1}{427}\,L_t \text{ kcal}$$

(2. Form des 1. Hauptsatzes.)

Die vollkommene (ideale) Wärmekraftmaschine arbeitet verlustlos, wenn bei der Expansion von 1 nach 2 keine Wärme verlorengeht, d. h. zu- oder abgeführt wird, $dQ = 0$; $Q_{12} = 0$. Nach dem 1. Hauptsatz ist dann: $W_t = I_1 - I_2$ kJ oder

kcal; $W_t = i_1 - i_2$ kJ/kg oder kcal/kg. Die Differenz der Enthalpien $i_1 - i_2$ wird als Wärmegefälle bezeichnet. Sie ist Ausgangspunkt der Berechnung von thermischen Maschinen und vergleichbar mit der Druckhöhe oder dem Wassergefälle bei Wasserkraft-(Arbeits-)Maschinen (Bild 1).

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik. Treten zwei verschieden warme Körper bzw. ein warmer Körper mit der ihn umgebenden kälteren Atmosphäre in Wechselwirkung, so nehmen im thermischen Gleichgewichtszustand schließlich beide Körper die gleiche Temperatur an bzw. der warme Körper kühlt sich praktisch auf die Umgebungstemperatur ab. Niemals tritt das Umgekehrte von selbst ein. Wir unterscheiden daher umkehrbare und nicht umkehrbare Zustandsänderungen (Z.). Die nicht umkehrbaren Z. sind in der Natur und in der Technik die Regel, da die Wärme nie von selbst von einem kalten auf einen wärmeren Körper übergeht. Umkehrb. Z. sind theoretisch nur bei gleichbleibender Temperatur oder isotherm durchführbar.

Der Satz von der Erhaltung der Energie bedarf demnach einer Ergänzung. Bei der Umwandlung von Wärmeenergie in Arbeit ist das Arbeitsvermögen der Wärme eines Körpers (Gases) von der Temperatur T_1 begrenzt durch die Umgebungstemperatur T_2:

absolutes Arbeitsvermögen > tatsächliches Arbeitsvermögen

$$Q_{\text{abs.}} = m \int_0^{T_1} c \, \mathrm{d}T > Q_{\text{tats.}} = m \int_{T_2}^{T_1} c \, \mathrm{d}T$$

$$= m \cdot c_{m1} \cdot T_1 \qquad = m \cdot c_{m1} \cdot T_1 - m \cdot c_{m2} \cdot T_2$$

Die restliche Wärmeenergie $m \cdot c_{m2} \cdot T_2$ kann nicht in Arbeit umgewandelt werden, sie geht an die Umgebung verloren. Umgekehrt ausgedrückt ist eine Maschine, die aus der Wärme der Umgebung Arbeit gewinnt (perpetuum mobile zweiter Art), nicht möglich.

Clausius (1852) hat als Wärmeumwandlungsfaktor eine weitere Zustandsgröße, die Entropie S in die Wärmelehre eingeführt, sie wird definiert durch die Gleichung:

$$\mathrm{d}Q = T \mathrm{d}S .$$

$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q}{T} = \frac{\mathrm{d}U + p\,\mathrm{d}V}{T} \ \text{kJ/grd} = \frac{\mathrm{d}U + \frac{1}{427} p\,\mathrm{d}V}{T} \ \text{kcal/grd}$$

1. Form des 2. Hauptsatzes,

$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q}{T} = \frac{\mathrm{d}I - V\,\mathrm{d}p}{T} \ \text{kJ/grd} = \frac{\mathrm{d}I - \frac{1}{427} V\,\mathrm{d}p}{T} \ \text{kcal/grd}$$

2. Form des 2. Hauptsatzes.

Die Entropie S kJ/grd oder kcal/grad bzw. s kJ/kg · grd oder kcal/kg · grd läßt sich berechnen, wenn zwei der drei thermischen Zustandsgrößen (T, p, V) bekannt sind. Das Verhalten der Entropie S steht in unmittelbarer Beziehung zu der einseitigen Richtung des Wärmevorganges (d. h. zur thermodynamischen Wahrscheinlichkeit).

Analog zum pV- oder Arbeitsdiagramm benutzt man das TS- oder Wärmediagramm, um die Wärmevorgänge zu veranschaulichen (Bild 2).

Diagramm	Ordinate = Intensität	Abszisse = Kapazität	Fläche =
Arbeits-D.	Druck p	Volumen V	$\int p \cdot \mathrm{d}V$ = Arbeit
Wärme-D.	Temp. T	Entropie S	$\int T \cdot \mathrm{d}S$ = Wärme

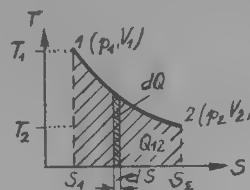


Bild 2. Wärmediagramm.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik lautet: Die Summe der Entropien eines abgeschlossenen Systems von Körpern, die miteinander in Wechselwirkung stehen, kann nur zu- aber nie abnehmen. Die Entropieänderung

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\mathrm{d}Q}{T}$$

wird niemals negativ. Der Extremfall $\Delta S = 0$ d. h. umkehrbare Zustandsänderung tritt ein, wenn von einem Körper mit der Temp. T_1 die Wärmemenge Q (Q = negativ) auf einen anderen Körper mit der Temp. T_2 übertragen wird und

$$\Delta S = -\frac{Q}{T_1} + \frac{Q}{T_2} = 0; \; T_1 = T_2 \text{ und } S_1 = S_2 = \text{const}$$

sind. Bei nicht umkehrbaren Wärmeübergang ist $\Delta S > 0$.

In der Praxis kommt die umkehrbare Zustandsänderung nicht vor; denn jede Energieumwandlung ist mit Verlusten verbunden. Bei mech. Arbeitsvorgängen z. B. tritt Reibung = Wärme auf, bei der Umwandlung elektr. Energie in Strahlungsenergie (elektr. Licht), bei Umspannern, in der Verstärkertechnik, überall sind die Verluste gleichbedeutend mit Wärme. Am verlustreichsten ist jedoch die Umwandlung der Wärmeenergie in Arbeit. Letzten Endes streben alle Energiearten zum Ausgleich und werden zu Wärme, d. h. aus gerichteter Energie wird ungeordnete Bewegungsenergie der Moleküle. Betrachtet man das Weltall als ein einziges System von Körpern, die miteinander in Wechselwirkung stehen, so strebt die Entropie des Weltalls einem Maximum zu (Clausius). Im Endzustand müßte der sogenannte Wärmetod eintreten.

Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik *(s. Wärmestrahlung und Atom).*

Thermodynamik der Gase. Ideale Gase sind Gase, bei denen die spez. Wärmen c_p und c_v nicht von der Temperatur abhängig sind. Man stellt sich ein vollkommenes Gas so vor, daß die Moleküle kein Eigenvolumen haben und zwischen ihnen keine Anziehungs- oder Abstoßungskräfte herrschen.

Tafel 1. Zustandsbeziehungen für ideale Gase.

konstante Zustandsgrößen	Isobare p = konstant v/T = konst.	Isochore v = konstant p/T = konst.	Isotherme T = konstant $p \cdot v$ = konst.	Isentrope s = konstant $p \cdot v^\kappa$ = konst.	Polytrope allgem. Fall $p \cdot v^n$ = konst.
thermische Zustandsgleichungen	$v_1 = v_0 \cdot (1 + \beta \cdot t_1)$ $v_2 = v_0 \cdot (1 + \beta t_2)$ $v_1/v_2 = T_1/T_2$ (Gay-Lussac)	$p_1 = p_0 \cdot (1 + \beta \cdot t)$ $p_2 = p_0 \cdot (1 + \beta t_2)$ $p_1/p_2 = T_1/T_2$	$p_1 v_1 = p_2 v_2$ (Boyle-Mariotte) $p \cdot v = R \cdot T$ R spezielle Gaskonst.	$p_1 v_1^\kappa = p_2 v_2^\kappa$ $v_1/v_2 = (p_2/p_1)^{\frac{1}{\kappa}}$ $= (T_2/T_1)^{\frac{1}{\kappa-1}}$ $T_1/T_2 = (p_1/p_2)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$	$p_1 v_1^n = p_2 v_2^n$ $v_1/v_2 = (p_2/p_1)^{\frac{1}{n}}$ $= (T_2/T_1)^{\frac{1}{n-1}}$ $T_1/T_2 = (p_1/p_2)^{\frac{n-1}{n}}$
kalorische Zustandsgleichungen	Wärmezufuhr $dq = du + p \cdot dv = di - v dp = T \cdot ds$ erster und zweiter Hauptsatz				
	$dq = di = c_p \cdot dT$ $= du + p \cdot dv$ $q_{12} = i_2 - i_1 = c_p (T_2 - T_1)$ $= u_2 - u_1 + p(v_2 - v_1)$ $s_2 - s_1 = c_p \cdot \ln T_2/T_1$ $= c_p \cdot \ln v_2/v_1$	$dq = du = c_v \cdot dT$ $q_{12} = u_2 - u_1$ $= c_v (T_2 - T_1)$ $s_2 - s_1 = c_v \ln T_2/T_1$ $= c_v \ln T_2/T_1$	$du = 0;\ dq = pdv$ $q_{12} = p_1 v_1 \ln v_2/v_1$ $= p_1 v_1 \cdot \ln p_1/p_2$ $= R \cdot T \cdot \ln v_2/v_1$ $s_2 - s_1 = R \cdot \ln v_2/v_1$	$dq = 0;\ ds = 0$ $du = -p \cdot dv$ $di = + v \cdot dp$ $u_1 - u_2 = c_v (T_1 - T_2)$ $i_1 - i_2 = c_p (T_1 - T_2)$ $q_{12} = 0;\ s_1 = s_2$	$dq = c_n \cdot dT$ $= c_v \cdot dT + p \cdot dv$ $c_n = c_v \frac{n-\kappa}{n-1}$ $q_{12} = c_n (T_2 - T_1)$ $= c_v \frac{n-\kappa}{n-1} (T_2 - T_1)$ $s_2 - s_1 = c_n \ln T_2/T_1$
äußere Arbeit $W_{12} = \int_1^2 p \cdot dv$ pv-Diagramm	$W_{12} = p \cdot (v_2 - v_1)$ $= R (T_2 - T_1)$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isobare, W_{12}]	$W_{12} = 0$	$W_{12} = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$ $= RT \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isotherme, W_{12}]	$W_{12} = \frac{p_1 v_1}{\kappa - 1} (1 - \frac{T_2}{T_1})$ $= \frac{p_1 v_1}{\kappa-1} \cdot [(\frac{p_2}{p_1})^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1]$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isentrope oder Adiabate, W_{12}]	$W_{12} = \frac{p_1 v_1}{n-1} (1 - \frac{T_2}{T_1})$ $= \frac{p_1 v_1}{n-1} [(\frac{p_2}{p_1})^{\frac{n-1}{n}} - 1]$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Polytrope, W_{12}]
technische Arbeit $W_{t12} \int_2^1 v \cdot dp$ pv-Diagramm	$W_{t12} = 0$	$W_{t12} = v (p_2 - p_1)$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isochore, W_{t12}]	$W_{t12} = W_{12}$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isotherme, W_{t12}]	$W_{t12} = \kappa \cdot W_{12}$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Isentrope oder Adiabate, W_{t12}]	$W_{t12} = n \cdot W_{12}$ [Diagramm: p, v, 1, 2, Polytrope, W_{t12}]
Wärmezufuhr q_{12} innere Energie u Arbeit W_{12} im Ts-Diagramm	$q_{12} = u_2 - u_1 + W_{12}$ [Diagramm: T, 1, 2, p = konst, v = konst, W_{12}, $u_2 - u_1$] Energiezuwachs	$q_{12} = u_2 - u_1$ [Diagramm: T, S, 1, 2, v = konst., $u_2 - u_1$] Energiezuwachs	$q_{12} = W_{12} = W_{t12}$ [Diagramm: T, S, 1, 2, T = konst., $q_{12} = W_{12} = W_{t12}$] konst. Energie u	$q_{12} = 0;\ u_1 - u_2 = W_{12}$ [Diagramm: T, S, 1, 2, v = konst., s = konst, $W_{12} = u_1 - u_2$] Energieverlust	$W_{12} = u_1 - u_2 + q_{12}$ [Diagramm: T, S, 1, 2, v = konst., W_{12}, $u_1 - u_2$, q_{12}] Energieverlust

Die Gasgesetze (Zustandsgleichungen) geben Aufschluß über die Beziehungen zwischen Druck p, Volumen V und Temperatur T:

$$p = f(T, V) \quad \text{und} \quad V = f(p, T).$$

Geht man davon aus, daß jeweils eine Zustandsgröße p, V, $-T$ oder S konstant ist, so ergeben sich für die Masse von 1 kg Gas — im internationalen Einheitensystem — folgende Beziehungen (s. Tafel 1).

Die »spezielle Gaskonstante« R ist gleich der von 1 kg Gas bei konst. Druck und $\Delta t = 1$ Grad Erwärmung geleisteten Gasarbeit W

$$p \cdot (v_2 - v_1) = R = W$$

(Nm/kg · grd = kJ/kg · grd oder mkp/kg · grd).

Gase enthalten bei gleichem Volumen, gleichem Druck und gleicher Temperatur die gleiche Anzahl Moleküle (Avogadro 1806). Die Anzahl der Moleküle im Molvolumen $\mathfrak{V}_0$ bei phys. Normzustand ist $N_L = 6{,}0236 \cdot 10^{26}$ (Moleküle/kmol) = Loschmidt'sche Zahl.

Für zwei Gase mit gleichem Volumen V gilt nach Avogadro:

$$m_1/m_2 = \varrho_1/\varrho_2 = M_1/M_2 = v_2/v_1$$

oder

$$M_1 v_1 = M_2 v_2 = M \cdot v = M/\varrho = \mathfrak{V} = \text{const}.$$

Das Produkt aus Molekularmasse M und spez. Volumen v in m³/kg gibt das Molvolumen $\mathfrak{V}$ in m³/kmol. Es hat für alle Gase bei dem physik. Normal-Zustand die gleiche Größe $V_0 = 22{,}41$ nm³/kmol. Nach der thermischen Zustandsgleichung $p \cdot v = R \cdot T$ kann man für die Molekularmasse M ableiten:

$$p \cdot M \cdot v = M \cdot R \cdot T \quad \text{oder} \quad p \cdot \mathfrak{V} = \mathfrak{R} \cdot T$$

(= thermische Zustandsgleichung für 1 kmol)

$$\frac{p \cdot \mathfrak{V}}{T} = \frac{p_0 \cdot \mathfrak{V}_0}{T} = M \cdot R = \mathfrak{R} = \text{const}$$

d. h. das Produkt aus Molekularmasse M in kg/kmol und spezieller Gaskonstante R in kJ/kg · grd ist für alle Gase gleich groß.

Die allgemeine oder molare Gaskonstante $\mathfrak{R}$ hat die Größe

$\mathfrak{R}$ = 8315 N m/kmol · grd = 847,9 mkp/kmol · grd = 1,987 kcal/kmol · grd.

Die Boltzmannsche Konstante ist die auf 1 Molekül bezogene molare Gaskonstante k

$$k = \frac{\mathfrak{R}}{N_L} = 1{,}3803 \cdot 10^{-23}\ \text{J/grd} = 3{,}298 \cdot 10^{-27}\ \text{kcal/grd}.$$

Man kann aus den vorstehenden Beziehungen für alle Gase, deren chemische Zusammensetzung und damit deren Molekularmasse M bekannt sind, berechnen:

a) die spezielle Gaskonstante $R = \frac{\mathfrak{R}}{M}$,

z. B. CH_4 (Methan):

$$\frac{8315}{16{,}042} = 518{,}8\ \frac{\text{Nm}}{\text{kg} \cdot \text{grd}} = \frac{847{,}9}{16{,}042} = 52{,}9\ \frac{\text{mkp}}{\text{kg} \cdot \text{grd}};$$

b) die Dichte $\varrho_0 = \frac{p_0 \cdot M}{\mathfrak{R} \cdot T_0}$,

z. B. CH_4:

$$\frac{101325 \cdot 16{,}042}{8315 \cdot 273} = \frac{10332 \cdot 16{,}042}{847{,}9 \cdot 273} = 0{,}717\ \frac{\text{kg}}{\text{nm}^3}.$$

c) das spez. Volumen $v_0 = \frac{R \cdot T_0}{p_0 \cdot M} = \frac{1}{\varrho_0}$;

$$\text{z. B. } CH_4\text{:} \quad \frac{1}{0{,}717} = 1{,}396\ \frac{\text{nm}^3}{\text{kg}}.$$

d) das Molvolumen $\mathfrak{V}$, die Dichte ϱ u. das spez. Volumen v für jeden Druck- und Temperatur-Zustand.

Aus den Definitionen von spez. Wärme und Gaskonstante ergeben sich die gegenseitigen Beziehungen: (Formel am Fuß der Seite).

Halbvollkommene Gase sind Gase, deren spez. Wärmen c_p und c_v von der Temperatur abhängen. Sie befolgen die thermische Zustandsgleichung $p \cdot v = R \cdot T$ in gewissen Grenzen. Innere Energie- und Enthalpiedifferenz sind dann:

$$u_2 - u_1 = c_{vm}\Big|_0^{t_2} t_2 - c_{vm}\Big|_0^{t_1} t_1,$$

$$i_2 - i_1 = c_{pm}\Big|_0^{t_2} t_2 - c_{pm}\Big|_0^{t_1} t_1.$$

Auch für halbvollkommene Gase gilt:

$$\mathfrak{R} = M \cdot R = M \cdot (c_p - c_v) = \text{konst}$$

$$= 8315\ \frac{\text{Nm}}{\text{kmol} \cdot \text{grd}} = 1{,}987\ \frac{\text{kcal}}{\text{kmol} \cdot \text{grd}}.$$

Wirkliche (reale) Gase befolgen die thermische Zustandsgleichung der idealen Gase nicht mehr. Erhebliche Abweichungen erfahren Luft und andere 1- bzw. 2atomige Gase bei sehr niedrigen Temperaturen und sehr hohen Drücken. Zwischen den Molekülen herrschen Kräfte, die den Druck beeinflussen und die Moleküle haben ein Eigenvolumen, so daß ein Zusammenpressen der wirklichen Gase auf $V = 0$ nicht möglich ist.

$$c_p - c_v = R; \qquad \text{analog } \mathfrak{C}_p - \mathfrak{C}_v = \mathfrak{R}; \qquad \varkappa = \frac{c_p}{c_v}; \quad c_p = \varkappa \cdot c_v.$$

$$c_v = \frac{R}{\varkappa - 1}; \qquad \text{analog } \mathfrak{C}_v = \frac{\mathfrak{R}}{\varkappa - 1}; \qquad \varkappa \cdot c_v - c_v = c_v(\varkappa - 1) = R,$$

$$c_p = \frac{\varkappa}{\varkappa - 1} \cdot R; \qquad \text{analog } \mathfrak{C}_p = \frac{\varkappa}{\varkappa - 1} \cdot \mathfrak{R}; \qquad c_p - \frac{c_p}{\varkappa} = c_p\,\frac{\varkappa - 1}{\varkappa} = R.$$

Tafel 2. Kreisprozesse für Wärme-Kraftmaschinen.

	Ottomotor Gleichraumprozess	Dieselmotor Gleichdruckprozess	Dampfturbine Clausius-Rankine Proz.
Arbeitsverfahren pV-Diagramm innere-indizierte Arbeit W_i	periodisches (Viertakt-) Arbeitsverfahren 1-2 Gas + Luft ansaugen 1. Takt 2-3 " " verdichten 2. " 3-4 " " verbrennen 3. " 4-5 Ausdehnung der Verbr.-Gase 5-1 Ausschieben " " 4. " Arbeitsleistung im 3. Takt beim Viertakt-Verfahren 2 Umdrehungen pro Arbeitsspiel Zweitakt- " 1 " " " Arbeit des Ansaugens und Ausschiebens wird nur im Indikator-Diagramm gezeichnet beim Vergleichprozess jedoch nicht berücksichtigt. p, 1, 2, 3, 4, 5, W_i, Indikatordiagramm, Atm. Linie, V, V_c, Hubvolum.	1-2 Luft ansaugen 1. Takt 2-3 Luft verdichten 2. " 3-4 Gasöl einspritzen u. verbr. 3. " 4-5 Ausdehnung der Verbr.-Gase 5 1 Ausschieben " " 4. " p, 1, 2, 3, 4, 5, W_i, Indikatordiagramm, Atm. Linie, V, V_c, V_h	kontinuierliches Arbeitsverfahren p_1-1 Dampfeintritt in die Turbine 1-2 Ausdehnung des Dampfes 2-p_2 Dampfaustritt und Kondensation p_2-p_1 Drucksteigerung (Speisepumpe), Verdampfen u. Überhitzen (Kessel) U, Dampfkessel, Turb., Gen., Speisepumpe, Kuhlwasser, Kondensat, 1, 2 p_1, p_2, 1, 2, W_i, Polytrope, V, V_1, V_2
Vergleichsprozess pV-Diagramm TS-Diagramm	1-2 adiabate Verdichtung 2-3 isochore Wärmezufuhr Q_1 3-4 adiabate Ausdehnung 4-1 isochore Wärmeabfuhr Q_2 p, Q_1, W, Adiabate, Q_2, V, V_2, V_1; T, v = konst, v = konst, W, S, S_{12}, S_{34}	1-2 adiabate Verdichtung 2-3 isobare Wärmezufuhr Q_1 3-4 adiabate Ausdehnung 4-1 isochore Wärmeabfuhr Q_2 p, Q_1, Adiabate, W, Q_2, V, V_2, V_3, V_1; T, p = konst, v = konst, W, S, S_{12}, S_{34}	p_2-p_1 isochore Drucksteigerung-Wasser p_1-1 isobare Wärmezufuhr Q_1 1-2 adibate Expansion des Dampfes 2-p_2 isobare Wärmeabfuhr Q_2 p_1, p_2, Q_1, Adiabate, W, Q_2, V, V_1, V_2; T, 1', 1'', p_1, W, p_2, 2', 2, w, S, S_2', S_{12}
Wärmezufuhr und abfuhr theoretisch mögliche Arbeit W Wirkungsgrade Leistung	$Q_1 = Bc_v(T_3-T_2)\ \frac{kcal}{h}$, $Q_1 = BH_u \frac{kcal}{h}$ $Q_2 = Bc_v(T_4-T_1)$ kcal/h $W = Q_1 - Q_2 \frac{kcal}{h} = \frac{1}{427}(Q_1-Q_2)\ \frac{mkp}{h}$ Q_1 stdl. zugeführte Wärme kcal/h Q_2 stdl. abgeführte Wärme kcal/h W Arbeit d. vollkomm. Masch. kcal/h $\eta_{th} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1-Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\varkappa-1}}$ $\varepsilon = V_1/V_2$ Verdichtungsverhältnis $P_v = \eta_{th}\frac{BH_u}{632}$ PS $= \frac{BH_u}{860}$ kW $\eta_i = \eta_g \eta_{th}$; $\eta_g = \frac{W_i}{W} = \frac{P_i}{P_v}$; $P_i = \eta_g P_v$ PS; $P_e = \eta_e \frac{BH_u}{632}$ PS; η_i innerer Wirkungsgrad $\eta_e = \eta_i \eta_m$ Gesamtwirkungsgrad der Maschine ohne Generator $\eta_e = \eta_i \eta_m \eta_{gen}$ Gesamtwirkungsgrad von Maschine und Generator W_i innere Arbeit (s. Indikatordiagr.)	$Q_1 = Bc_p(T_3-T_2)\ \frac{kcal}{h}$, $Q_1 = BH_u \frac{kcal}{h}$ $Q_2 = Bc_v(T_4-T_1)$ kcal/h $W = Q_1 - Q_2 \frac{kcal}{h} = \frac{1}{427}(Q_1-Q_2)\ \frac{mkp}{h}$ B Brennstoffverbrauch/Std. kcal/h H_u unt. Heizwert d. Brennstoffs kcal/kg H_{ad} Wärmegefälle-Turbine kcal/kg $\eta_{th} = \frac{Q_1-Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{\psi^{\varkappa}-1}{\varkappa\varepsilon^{\varkappa-1}(\psi-1)}$ $\psi = V_3/V_2$ Einspritzfüllungsgrad P_v Leistung d. vollkomm. Masch. $\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$ $\eta_{gen} = \frac{P_e \text{ Motor}}{P_e \text{ Generator}}$ $P_e = \frac{BH_u}{860}$ kW η_g Gütegrad des Motors P_i innere (indizierte) Leistung PS	$Q_1 = D(i_1 - i_w)$ kcal/h i_w Kondensatwärme kcal/kg $Q = D(i_2 - i_w)$ kcal/h $W = Q_1 - Q_2 = D(i_1 - i_2) = DH_{ad}\ \frac{kcal}{h}$ D Dampfverbrauch/Std kg/h i_1 Enthalpie Dampfeintritt kcal/kg i_2 Enthalpie Dampfaustritt kcal/kg $\eta_{th} = \frac{Q_1-Q_2}{Q_1} = \frac{i_1-i_2}{i_1-i_w} = \frac{H_{ad}}{i_1-i_w}$ η_{th} thermischer Wirkungsgrad $P_v = \frac{DH_{ad}}{632}$ PS $= \frac{DH_{ad}}{860}$ kW $\eta_i = \frac{P_i}{P_v} = \frac{H_i}{H_{ad}}$; $\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$ $P_e = \eta_e \frac{DH_{ad}}{632}$ PS; $P_e = \eta_e \frac{DH_{ad}}{860}$ kW η_m mechanischer Wirkungsgrad η_{gen} Generator-Wirkungsgrad P_e Leistung der Maschine PS P_e Leistung Masch. + Generator kW
Zahlen-Werte	η_{th} = 0,51 × 0,60 bei ε = 6 × 10 η_i = 0.26 × 0.37 Kfzmot. × Flugmot. η_e = 0.23 × 0,32 Motor ohne Gen.	η_{th} = 0,56 × 0,65 bei ε = 14 × 20 η_i = 0.38 × 0.47 Klein- × Großdiesel η_e = 0.35 × 0,43 Diesel ohne Gen.	(η_{th} = 0,40 × 0,65 Turbine + Kessel) η_i = 0,82 × 0,88 Turbine ohne Kessel η_e = 0.80 × 0.85 Turbine + Generator

Kreisprozesse. Bei der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie leistet ein gasförmiges Medium entweder kontinuierlich in einer Strömungsmaschine (Dampfturbine) oder periodisch in einer Kolbenmaschine (Otto- oder Dieselmotor) Dehnungsarbeit. Nach Austritt aus der Maschine wird das Medium (Dampf, Gasgemisch oder Luft), durch weitere Zustandsänderungen (Verdichtung) auf den Anfangszustand bei Dehnungsbeginn gebracht. Bei der Verdichtung muß aber ein anderer Weg als bei der Dehnung benutzt werden, sonst wäre die Nutzarbeit null. Die Aufeinanderfolge dieser Zustandsänderungen nennt man Kreisprozeß (Tafel 2). Den Kreisprozeß gibt es aber nicht nur für Wärme-Kraftmaschinen, sondern auch für Wärme-Arbeitsmaschinen (Verdichter, Kältemaschinen und Wärmepumpen).

Der Carnotsche Kreisprozeß. Beschreibung des Kreisprozesses mit Arbeits- und Wärmediagramm (Bild 3).

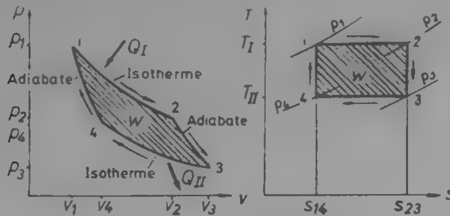


Bild 3. Carnotscher Kreisprozeß.

1–2 Isotherme Dehnung bei Zufuhr der Wärme Q_I

2–3 Isentrope (adiabate) Dehnung, keine Wärme $\frac{\text{zu}}{\text{ab}}$fuhr

3–4 Isotherme Verdichtung, abgeführte Wärme Q_{II}

4–1 Isentrope Verdichtung, keine Wärme $\frac{\text{zu}}{\text{ab}}$fuhr.

Die von den Isothermen und Isentropen umschlossene Fläche (im *pV*- und *TS*-Diagramm) ist die aus der Wärmeenergie gewonnene Arbeit *W* in Nm oder mkp bzw. in kJ oder kcal.

Zustandsgleichungen. Die von 1 nach 2 zugeführte und von 3 nach 4 abgeführte Wärmemenge und die Zustandsgrößen sind (Tafel 1, S. 1695) zu berechnen.

$$Q_I = m\,R \cdot T_I \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \text{ kJ};$$

$$Q_{II} = m \cdot R \cdot T_{II} \cdot \ln \frac{V_3}{V_4} \text{ kJ};$$

$$\frac{T_I}{T_{II}} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{K-1} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{K-1};$$

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{V_2}{V_1}; \quad \frac{Q_I}{Q_{II}} = \frac{T_I}{T_{II}};$$

$$W = Q_I - Q_{II} \text{ Nm}.$$

Der thermische Wirkungsgrad η_{th} gibt an, welcher Teil der zugeführten Wärme in Arbeit umgewandelt wird.

$$\eta_{th} = \frac{W}{Q_I} = \frac{Q_I - Q_{II}}{Q_I} = 1 - \frac{Q_{II}}{Q_I} = 1 - \frac{T_{II}}{T_I}.$$

Im Carnot-Prozeß ist η_{th} unabhängig von der Art des Arbeitsmediums. Der Carnot-Prozeß hat den höchstmöglichen Wirkungsgrad. Bei der Beurteilung eines Kreisprozesses spielt aber auch der mittlere indizierte Druck p_{mi} (Verhältnis der ind. Arbeit W_i zum Hubvolumen $V_3 - V_1$) d. h. $p_{mi} = \frac{W_i}{(V_3 - V_1)}$ eine ausschlaggebende Rolle. Beim Carnot-Prozeß ist p_{mi} gegenüber anderen Kreisprozessen klein.

Wärmepumpe. Wird der Carnot-Prozeß nicht im Uhrzeigersinn sondern entgegengesetzt durchlaufen, so wird keine Arbeit gewonnen, sondern muß die Arbeit *W* geleistet und zugeführt werden, um eine thermische Arbeitsmaschine zu betreiben. Die Wärme Q_{II} wird bei konst. Temp. T_{II} zugeführt und die Wärme Q_I bei T_I = konst. abgeführt. $Q_{II} = Q_I - W$. Die Maschine arbeitet als Verdichter, und es wird Wärme gepumpt.

Weitere Kreisprozesse. Der Carnot-Prozeß ist ein idealisierter Arbeitsprozeß, der in einer thermischen Maschine nicht verwirklicht werden kann. Es werden aber in analoger Weise für alle Arten von Wärmekraft- und Wärmearbeitsmaschinen Vergleichsprozesse aufgestellt, die der Praxis so weit als möglich nahekommen. Es sollen hier drei Fälle wärmetheoretisch (im techn. Einheitensystem) behandelt werden, die Ersatzstromversorgung in FÄ durch Otto- oder Dieselmotor und die allgemein übliche elektrische Energieversorgung durch Dampfkessel + Dampfturbine + Generator.

Wärmeübertragung ist jede Art von Wärmeeinwirkung auf einen Körper (Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung). Es ist kinetische Energie, die von Molekül zu Molekül in Richtung zum Medium mit der niedrigsten Temperatur übertragen wird. Ähnlich wie in der Elektrizitätslehre sprechen wir von einem Wärmestrom, der auf einen anderen Körper übergeht und verstehen darunter die Wärmeenergie $\dot{Q}$ in der Zeiteinheit

$\dot{Q} = Q/s$ J/s = Watt, kJ/s = kW bzw. $\dot{Q} = Q/h$ kcal/h.

Wärmeleitung ist die Fortpflanzung der Wärmeenergie innerhalb eines Stoffes. Ein Molekül überträgt die Bewegungsenergie auf ein anderes. Hierbei schwingen die Moleküle um eine Ruhelage, und die Lage der Teilchen zueinander verändert sich nicht. Wärmeleitung ist also Wärmeübertragung vornehmlich in festen Körpern.

Nach dem Fourierschen Gesetz strömt durch den Querschnitt *A* (m²) eines Körpers in der Zeiteinheit die Wärmemenge

$$\dot{Q} = -\lambda \cdot A \frac{dt}{dx} \quad \text{(Bild 4).}$$

Man bezeichnet λ als Wärmeleitzahl (s. Tafel 3), sie hat die Dimension

$$\frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{grd}} \text{ bzw. } \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{grd}}.$$

Umrechnung der Maßeinheiten:

$$\lambda = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} = 1{,}163 \frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{grd}} = 1{,}163 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{grd}}.$$

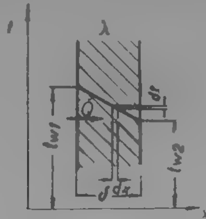


Bild 4. Wärmeströmung durch den Querschnitt eines Körpers.

Wärmeleitung durch eine ebene Wand (Bild 4): In einer Wand von der Dicke δ fällt die Temperatur t linear ab.

$$\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}x} = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{\delta}; \quad \dot{Q} = \frac{\lambda}{\delta} A (t_{w1} - t_{w2}).$$

Durch Einführung des Begriffs Wärmeleitwiderstand R_λ

$$R_\lambda = \frac{\delta}{\lambda \cdot A} \quad \frac{\text{h} \cdot \text{grd}}{\text{kcal}}$$

erhält man eine dem Ohmschen Gesetz ($U = R \times I$) entsprechende Gleichung:

$$\dot{Q} = \frac{t_{w1} - t_{w2}}{R_\lambda}; \quad t_{w1} - t_{w2} = \dot{Q} \cdot R_\lambda.$$

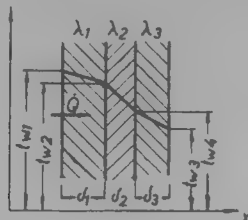


Bild 5. Wärmeleitung durch eine mehrschichtige Wand.

Wärmeleitung durch eine mehrschichtige Wand. Hat man eine mehrschichtige Wand (Bild 5), so wird die Fouriersche Gleichung für jede Schicht verwendet.

$$t_{w1} - t_{w2} = \dot{Q} \frac{\delta}{A \cdot \lambda_1} = \dot{Q} \cdot R_{\lambda 1}.$$

Durch Addition erhält man:

$$t_{w1} - t_{w4} = \left(\frac{\delta_1}{A \cdot \lambda_1} + \frac{\delta_2}{A \cdot \lambda_2} + \frac{\delta_3}{A \cdot \lambda_3} \right) \cdot \dot{Q}$$
$$= (R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{\lambda 3}) \cdot \dot{Q}.$$

Als Konvektion bezeichnet man die Wärmeübertragung von Molekül zu Molekül bei strömenden Flüssigkeiten und Gasen an ebenfalls strömende Medien oder an feste Körper. Durch die Temperaturunterschiede entstehen Dichteunterschiede, die das Gleichgewicht stören und die Flüssigkeitsteile (z. B. bei der Schwerkraftwarmwasserheizung) oder Gase (z. B. Wind, Sturm) in Bewegung setzen.

Im Bereich der Technik ist zwischen den strömenden Medien eine Trennwand. Der Wärmedurchgang durch die ebene Wand vollzieht sich in 3 Phasen:

1. Wärmeübergang vom strömenden warmen Medium 1 durch Konvektion an die Wand. Temperatur t_1 fällt auf t_{w1};

2. Wärmeströmung durch die Wand, d. h. Wärmeleitung und weiterer Temperaturabfall von t_{w1} auf t_{w2};

3. Wärmeübergang von der Wand an das kalte, ebenfalls durch Konvektion strömende Medium 2. tw_2 fällt auf t_2 (Bild 6).

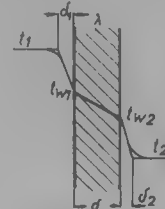


Bild 6. Wärmeübergang durch Konvektion.

Der Temperaturabfall von t_1 auf t_{w1} bzw. t_{w2} auf t_2 drängt sich zusammen auf die dünne Grenzschicht δ_1 bzw. δ_2 mit den Wärmeleitzahlen λ_1 und λ_2. Beim Wärmeübergang

$$(\text{zu } 1) \quad \dot{Q} = \frac{\lambda_1}{\delta_1} A \cdot (t_1 - t_{w1})$$

bzw.

$$(\text{zu } 3) \quad \dot{Q} = \frac{\lambda_2}{\delta_2} A \cdot (t_{w2} - t_2)$$

Tafel 3. Wärmeleitzahlen λ (kcal/m · h · grd) bei 20° C Meßtemperatur.

	Stoffe	λ	Stoffe	λ	Stoffe	λ
Metalle	Aluminium	180	Kupfer	320	Silber	360
	Blei, rein	29	Messing 70% Cu	96	Stahl 0,2% C	34
	Bronze 88% Cu	41	Nickel	50	Zink	97
	Grauguß	50	Rotguß 86% Cu	52	Zinn	57
Baustoffe	Beton	1,3	Holz ⊥ Faser	0,1	Sand, feucht	1,0
	Gipsplatten	0,35	Holz ‖ Faser	0,4	Sand, trocken	0,3
	Glas	0,62	Schamotte	0,5	Ziegelmauerw.	0,8
Isolierstoffe u. a.	Asbest	0,1	Kork	0,04	Leder	0,13
	Glaswolle	0,04	Wolle	0,04	Kunststoffe	0,2
	Kieselgur	0,1	Gummi, weich	0,15	Eis bei 0°	1,9

bezeichnet man das Verhältnis

$$\frac{\delta_1}{\lambda_1} = \alpha_1 \quad \text{bzw.} \quad \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \alpha_2$$

als Wärmeübergangszahl

$$\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grd}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} \,.$$

Die Abhängigkeit von sehr vielen Größen (Geschwindigkeit und Art des strömenden Mediums, Druck, Temperatur, Zähigkeit, spez. Wärme, Leitfähigkeit u. a.) machen die Berechnung der Wärmeübergangszahl α sehr schwierig. Für den Wärmedurchgang durch die ebene Wand ergeben sich die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} &(\text{zu } 1) \quad \dot{Q} = \alpha_1 A \cdot (t_1 - t_{w1}) \\ &(\text{zu } 2) \quad \dot{Q} = \frac{\lambda \cdot A}{\delta} \cdot (t_{w1} - t_{w2}) \\ &(\text{zu } 3) \quad \dot{Q} = \alpha_2 A \cdot (t_{w2} - t_2) \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} &t_1 - t_2 = \dot{Q} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_1 \cdot A} + \frac{\delta}{\lambda \cdot A} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot A}\right) \\ &t_1 - t_2 = \dot{Q}\,(R_{\alpha 1} + R_\lambda + R_{\alpha 2}) \,. \end{aligned}$$

Man rechnet aber im allgemeinen nicht mit dem Wärmedurchgangswiderstand

$$R_k = R_{\alpha 1} + R_\lambda + R_{\alpha 2}$$

sondern mit der reziproken Wärmedurchgangszahl k:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \,;$$

$$\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grd}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{grd}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} \,.$$

Dadurch vereinfacht sich die Gleichung für den Wärmedurchgang durch eine ebene Wand:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot (t_1 - t_2) = k \cdot A \cdot \Delta t \,.$$

Diese Gleichung wird nach DIN 4701 allgemein bei der Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden verwendet.

Wärmedurchgang bei erzwungener Strömung im Gleichstrom-Gegenstromprinzip (Bild 7):

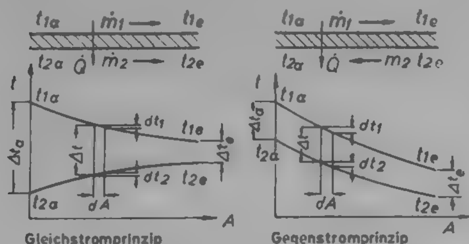


Bild 7. Wirkungsweisen von Wärmeaustauschern.

Wärmeübertrager (auch Wärmeaustauscher genannt, wie Dampferzeuger, Verdampfer, Kühler usw.) haben längs der Trennwandfläche auf beiden Seiten veränderliche Temperaturen. Während an der einen Seite der Trennwand das wärmere Medium sich laufend abkühlt, erwärmt sich das kältere. Man unterscheidet in gleicher Richtung und entgegengesetzt strömende Medien.

$$\text{d}\dot{Q} = k \cdot \text{d}A \cdot \Delta t = \dot{m}_1 c_1 \, \text{d}t_1 = \dot{m}_2 c_2 \, \text{d}t_2 \,.$$

$$\text{d}\Delta t = -\mu \cdot \text{d}\dot{Q} \,; \quad \Delta t_a - \Delta t_e = \mu \cdot \dot{Q}$$

beim Gleichstromprinzip:

$$\mu = \frac{1}{\dot{m} \cdot c_1} + \frac{1}{\dot{m} \cdot c_2} \,;$$

beim Gegenstromprinzip:

$$\mu = \frac{1}{\dot{m} \cdot c_1} - \frac{1}{\dot{m} \cdot c_2} \,;$$

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta t_m \,; \quad \Delta t_m = \frac{\Delta t_a - \Delta t_e}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_e}} \,;$$

Wärmestrahlung ist ein elektromagnetischer Schwingungszustand, ihre Intensität und spektrale Energieverteilung hängt nur von der Temperatur und der Beschaffenheit des strahlenden Körpers ab. Stehen sich zwei Körper gegenüber, ohne daß Wärmeleitung oder Konvektion stattfindet, so gleichen sich ihre Temperaturen durch Strahlung aus. Der eine Körper erwärmt sich dadurch, daß er die auf ihn fallende Strahlenenergie absorbiert und in Molekularenergie (Wärme) umsetzt und der andere kühlt sich durch Ausstrahlung (Emission) deshalb ab, weil sich ein Teil seiner Molekularenergie in Strahlungsenergie umwandelt.

Emission, Reflexion, Absorption

Die je Flächen- und Zeiteinheit abgestrahlte Energie (Emission) ist

$$E = \frac{\dot{Q}}{A} \,; \quad \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \,.$$

Wärmestrahlung ist bei hohen Temperaturen (etwa ab 525 °C) sichtbar, sehr wirksam und verhält sich wie die Lichtstrahlung. Wenn die Strahlen auf einen anderen Körper auftreffen, werden sie entweder reflektiert (Reflexionszahl R), absorbiert (Absorptionszahl A) oder durchgelassen. (Durchlaßzahl D). Für eine Strahlung mit der Intensität 1 ist

$$R + A + D = 1 \,;$$

Man bezeichnet einen Körper als

»schwarz«, wenn er alle auftretenden Strahlen absorbiert $A = 1$

»weiß«, wenn er alle auftretenden Strahlen reflektiert $R = 1$

»grau«, wenn er alle Wellenlängen im gleichen Verhältnis reflektiert

»farbig«, wenn er bestimmte Wellenlängen reflektiert.

Als schwarzer Körper gilt ein Hohlraum mit kleiner Öffnung und gleichmäßiger Wandtemperatur. Er hat die größte Absorption A_s und die größte Emission E_s.

Nach dem Kirchhoffschen Gesetz ist bei einem beliebigen Körper mit der Emission E und Absorptionszahl A:

$$E : E_s = A : A_s = \varepsilon = C : C_s ,$$

dabei hat C, die Strahlungszahl des beliebigen Körpers, die Dimension

$$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}^4} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2\,\text{grd}^4} \; .$$

Stoff	Oberfläche	Temp. °C	$C \dfrac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}^4}$
Grauguß	Gußhaut	20	4,0
	abgedreht	22	2,16
Stahl	angerostet	20	3,10
	poliert		1,42
Aluminium	roh	26	0,40
Kupfer	poliert	23	0,24
	gewalzt		3,18
Nickel	poliert	230	0,35
		380	0,43

Die wenigen Beispiele zeigen, daß die Strahlungszahl einmal vom Stoff und ganz wesentlich von der Oberflächenbeschaffenheit und der Temperatur abhängt. Das Kirchhoffsche Gesetz gilt nicht nur für die Gesamtstrahlung, sondern auch für die Strahlung jeder Wellenlänge.

Nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz wird von 1 m² Fläche eines schwarzen Körpers von der Temp T °K die Energie E_s ausgestrahlt:

$$E_s = C_s \left(\frac{T}{100} \right)^4 .$$

In dieser Gleichung ist die Strahlungszahl C des schwarzen Körpers eine Konstante:

$$C_s = 5{,}77 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot \text{grd}} = 4{,}96 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} .$$

Für den grauen Körper gilt analog:

$$E = \varepsilon \cdot E_s = \varepsilon \cdot C_s \left(\frac{T}{100} \right)^4 .$$

Die Gesamtstrahlung E einer Fläche breitet sich gleichmäßig nach allen Seiten oder vom Mittelpunkt der Fläche halbkugelförmig aus. In Richtung der Normalen geht nur der Anteil E_n, in Richtung $\measuredangle\,\varphi$ zur Normalen E_φ. Es bestehen dabei folgende Beziehungen:

(Lambertsches Gesetz)

$$E_\varphi = E_n \cdot \cos\varphi ,$$
$$E = \pi \cdot E_n .$$

Die Gesamtstrahlung ist das π-fache der Normalstrahlung.

Wärmestrahlung und Atom. Die Atomtheorie hat sich aus der Wärmetheorie entwickelt, besonders stark ist der Zusammenhang zwischen Atom und Wärmestrahlung.

Energieverteilung und Wärmestrahlung. Wird die Gesamtstrahlung des schwarzen Körpers, die nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz der 4. Potenz der absoluten Temperatur proportional ist, durch ein Prisma zum Spektrum auseinandergezogen und untersucht, so ergeben sich die in Bild 8 angegebenen Verteilungskurven, wobei E_λ die Strahlungsintensität bei der Wellenlänge λ ist. λ_{max} sinkt auf die Hälfte, wenn die absolute Temperatur verdoppelt wird.

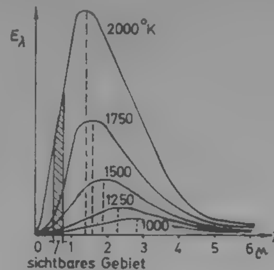


Bild 8. Spektrale Energieverteilung in der Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers.

Das nach Wien benannte Verschiebungsgesetz drückt dieses Verhalten durch die Gleichung aus:

$$\lambda_{max} \cdot T = 0{,}2898 \text{ cm} \cdot {}^\circ\text{K} = \text{const}$$

d. h. das Produkt aus der Wellenlänge der max. Strahlungsintensität λ_{max} und der absoluten Temperatur des Strahlers ist eine universelle Konstante (Bild 8).

Der Entropiebegriff als Funktion der Wahrscheinlichkeit. Nach R. Clausins ist Wärmeenergie Bewegungsenergie von Atomen und Molekülen der Materie. Wie die Energien in einem Gas bei einem durch Druck und Temperatur gegebenen Wärmezustand verteilt sind, läßt sich nicht messen; denn die Anzahl der Teilchen beträgt im k Mol $6{,}0236 \cdot 10^{26}$ Moloküle. Die Vielzahl der möglichen Wärmevorgänge läßt nur eine gewisse statistische Wahrscheinlichkeit zu und nach dem 2. Hauptsatz der Th. gehen die Wärmevorgänge in Richtung von der hohen zur niederen Temperatur, d. h. in Richtung der wahrscheinlicheren Verteilung vor sich. Die Entropie S ist — so gesehen — eine Funktion der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit W.

$$S = k \cdot \ln W \text{ kJ/grd}; \quad W \geqq 1 .$$

In der Gleichung ist $k = 1{,}3803 \cdot 10^{-26}$ kJ/grd die auf ein Molekül bezogene molare Gaskonstante (Boltzmannsche Konstante).

Plancksches Wirkungsquantum. Mit Hilfe des Entropiebegriffs als Funktion der Wahrscheinlichkeit und seiner Zuordnung zur Wärmestrahlung stellte M. Planck fest, daß die Energiedichte der Strahlung jeder Wellenlänge innerhalb eines von schwarzen Wänden begrenzten Hohlraumes zeitlich konstant bleibt.

$$\varepsilon = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} ,$$

dabei ist ε ein Elementarquantum der Energie (Energiequant = Photon), ν die Schwingungszahl und

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

die Wellenlänge bei der Fortpflanzungsgeschwindigkeit (des Lichtes)

$$c = 2{,}998 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \sim 300\,000 \text{ km/s}.$$

h ist eine Konstante, das Plancksche Wirkungsquantum, es hat die Dimension Energie × Zeit und beträgt

$$h = 6{,}625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}.$$

Masse und Bewegungsgröße der Energiequanten (Photonen). Die berühmte Einsteinsche Energiegleichung

$$E = m \cdot c^2 \text{ kJ},$$

bei der m jede beliebige Masse sein kann und c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist, zeigt, daß auch dem Energiequant oder Photon eine Masse E/c^2 zugeordnet werden muß.

$$m = \frac{h \cdot v}{c^2}.$$

Mit dem Energie- oder Lichtquant wird aber nicht nur Energie, sondern auch Bewegungsgröße (Impuls) durch den Raum übertragen. Nach dem Impulssatz ist die Bewegungsgröße $G = m \cdot v =$ konst, und da das Lichtquant die Geschwindigkeit $v = c$ hat, folgt:

$$G = \frac{h \cdot v}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

Es folgt ferner, daß der vom Licht oder einem Wärmestrahl getroffene Körper einen Impuls erhält. Bei der Absorption erfährt der Körper also einen Strahlungsdruck und bei der Emission einen Rückstoß (Boltzmann 1884).

Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik Durch die Quantentheorie findet auch der dritte Hauptsatz (das Nernstsche Wärmetheorem 1906) seine Begründung. Er sagt aus, daß sich die Entropie aller Körper bei Annäherung der Temperatur an den absoluten Nullpunkt dem Betrage Null nähert. Folglich sinkt auch die spezifische Wärme der Stoffe und geht gegen Null. Der absolute Nullpunkt kann nur asymptotisch, niemals aber vollständig erreicht werden.

Literatur: Thiem, Einführung in die Techn. Wärmelehre Carl Hanser Verlag, München 1967 — Dubbel und Hütte, Springer-Verlag — Teichmann, Einführung in die Atomphysik, Bibliogr. Institut, Mannheim 1966.
Diekamp

thermoelektrische Effektivität. Der Quotient

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\lambda} \; [{}^{\circ}\mathrm{K}^{-1}]$$

wird als th. E. bezeichnet. Für → thermoelektrische Generatoren und thermoelektrische Kühlelemente (→ Peltier-Effekt) ist neben hoher → Thermokraft α und elektrischer Leitfähigkeit σ eine minimale Wärmeleitfähigkeit λ zu fordern. Bei thermoelektrischen Halbleiterwerkstoffen (Wismutantimontellurid und Wismutselentellurid) erreicht man th. E. bis $3{,}5 \cdot 10^{-3}$ /°K.

thermoelektrischer Generator. Umwandlung thermischer in elektrische Energie mit Hilfe eines → Thermoelements. Der Wirkungsgrad eines th. G. wird durch die → thermoelektrische Effektivität Z des verwendeten Materials bestimmt. Praktische Bedeutung haben nur th. G. aus Halbleitersystemen (z. B. Bleitellurid/Bleiselenid) mit Wirkungsgraden von 15 bis 20% und maximal erreichten Leistungen von einigen Kilowatt.

Literatur: Birkholz, U., Fortschritte in der Entwicklung der Halbleiterthermoelemente, Halbleiterprobleme Bd. VI Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1960.

Thermoelektrizität. Bezeichnung der physikalischen Erscheinung, daß bei chemisch inhomogenen Leitern bei Temperaturdifferenzen elektrische Spannungen auftreten.

Thermoelement. Hält man die beiden Verbindungsstellen zweier zu einem Stromkreis geschlossener Leiterstücke aus verschiedenem Material (z. B. zweier Drahtstücke aus verschiedenem Metall, aber auch Halbleiterstücke) auf verschiedenen Temperaturen, so besteht zwischen den Verbindungsstellen eine elektrische Spannung, die (pauschal, in erster Annäherung) proportional zur Temperaturdifferenz zwischen den beiden Verbindungsstellen ist. Geräte dieser Art heißen Thermoelemente, auch wenn andere Bauweisen vorliegen (z. B. scheibenförmige Thermoelemente). Man nennt diese Spannung Thermospannung (der Ausdruck Thermokraft ist mißverständlich und daher nicht empfehlenswert). Sie wurde von Th. J. Seebeck 1821 entdeckt. Thermoelemente verschiedenster Bauarten und aus verschiedensten Materialien werden als Meßfühler für Temperaturmessungen in den verschiedensten Temperaturbereichen angewendet (Temperaturbereich von −270° C bis ca. +3000° C). Unter den Th. aus den unedlen Metallen ist das Leiterpaar Kupfer-Konstanten zwischen −250° C und +500° C verbreitet (außerdem Eisen-Konstanten und Chromnickel-Konstantan). Von den edlen Metallen ist dasjenige mit Platin und Platin-Rhodium gebräuchlich (bis ca. 1600° C). Die höchsten Temperaturen bis ca. 3000° C lassen sich mit Wolfram-Wolfram-Molybdän und ähnlichen Systemen messen. *Benz/J. Fischer*

Thermokette wird die bauliche Vereinigung einer Anzahl von Thermoelementen genannt, die (meist) in Serie geschaltet sind.

Thermokompression. Die Th. dient zur Verbindung der Zuleitungen der Gehäuseanschlußstifte mit den Kristallplättchen eines Halbleiterbauelements. Wegen der kleinen Abmessungen der Kristallplättchen können nur Drähtchen von etwa 25 µm Durchmesser und darunter benutzt werden. Schwierigkeitsgrad und Aufwand für das Anbringen der Zuleitungen sind daher erheblich. Die Zuleitungen werden meistens mit Hilfe der Th. angeschlossen. Das bekannteste und gebräuchlichste Verfahren ist die sog. Nagelkopfkontaktierung (nailhead bonding). Der aus einer Kapillare hervortretende Golddraht wird an seinem Ende durch Erhitzen mit einer kleinen Flamme zunächst zu einer Kugel geformt. Diese wird mit der Kapillare auf den Aluminium-Anschlußfleck der integrierten Schaltung gedrückt, die sich auf etwa 350° C befindet. Durch die dabei auftretende plastische Verformung entsteht ein elektrisch hochwertiger und

mech. stabiler Kontakt. Nach der nagelkopfförmigen Verdickung, die sich dabei bildet, hat das Verfahren seinen Namen. Hebt man die Kapillare ab, so kann man sie mit dem Golddraht zu einem der vergoldeten Anschlußstifte führen, wo das Kontaktieren durch Aufdrücken auf den Anschlußstift bei etwa 350°C geschieht. Danach hebt man die Kapillare wieder ab, wobei sich gleich die Kugel für die nächste Kontaktierung bildet. Bei einer anderen Art von Th. (scissors bonding) wird der durch die Kapillare geführte Draht am Ende rechtwinklig umgebogen. Das umgebogene Ende dient — ebenso wie die Kugel bei der Nagelkopfkontaktierung — dazu, das Material bereitzustellen, welches von der Kapillare auf die Anschlußfläche gepreßt werden soll. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, daß man keine Kugel mit der Flamme zu formen braucht, was nur bei Gold funktioniert und man infolgedessen Draht aus anderem Material, z. B. Aluminium, nehmen kann. Ist die Kontaktierung hergestellt, so wird der Draht mit einem scherenähnlichen Werkzeug abgeschnitten und gleichzeitig das Drahtende für die nächste Kontaktierung umgebogen.

Literatur: Integrierte Halbleiterschaltungen, I. Wüstehube, Valvo, 1966. *Dietrich*

Thermokraft. Auch Seebeck-Effekt genannt. Elektromotorische Kraft, die entsteht, wenn man bei einem Leiterkreis aus zwei verschiedenen Metallen oder Halbleitern die zwei Lötstellen auf verschiedene Temperaturen bringt. Das den Strom liefernde Metallpaar heißt → Thermoelement. Die Größe der Thermokraft hängt von der Temperatur der beiden Lötstellen ab, außerdem von der Natur der beiden Metalle und deren Reinheit.

Thermoplaste (wärmebildsam) sind → Kunststoffe, die beim Erwärmen weich werden, ohne chemische Zersetzung zu erleiden und bei der Abkühlung wieder erstarren. Halbzeuge aus thermoplastischen Kunststoffen lassen sich in der Wärme beliebig oft verformen. Beispiele: Plexiglas, Polyvinyle, Polyäthylen, Cellulosederivate usw. Thermoplastische Spritzgußmassen sind z. B. Polyvinylchlorid MP, Ultramid A und B, Lupolen H, Polystyrol usw.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

thermoplastischer Werkstoff. Kunststoff, der beim Erwärmen weich wird, ohne sich chemisch zu zersetzen, und beim Abkühlen sich wieder verfestigt. Diese Eigenschaften haben hochpolymere synthetische Werkstoffe aus verschieden langen, eindimensionalen Fadenmolekülen (Thermoplaste), im Gegensatz zu dreidimensional vernetzten Makromolekülen (Duroplaste), die nach einem durch Wärme bewirkten Aushärtevorgang nicht mehr ohne Zersetzung erweichen. Verarbeitung der th. W. durch Verformen in der Wärme, auch durch Pressen und Spritzen in Formen. Verwendung: → Isolierstoffe und Dielektrika.

Beispiele:

Chemische Bezeichnung	Handelsnamen
Celluloseacetat	Cellidor, Trolit
Polyäthylen	Hostalen G, Lupulen H, Polythen
Polyacetal	Delrin
Polyamid	Durethan, Ultramid A u. B
Polycarbonat	Makrolon
Polymethacrylsäureester	Perspex, Plexigum, Plexiglas
Polypropylen	Hostalen PP
Polystyrol	Trolytul III
Polytetrafluoräthylen	Hostalen TF, Teflon
Polyurethan	Durethan U
Polyvinylchlorid	PVC

Literatur: E. Rottner, Thermoplastische Kunststoffe I, II, München 1959, Hanser — H. Determann, Nichthärtbare Kunststoffe (Thermoplaste), Berlin 1953, Springer-Verlag.

Thermosphäre → Atmosphäre, obere.

Thermostat als Baustein der Nachrichtentechnik ist eine Einheit bestehend aus einem Nutzraum und einer Einrichtung zur selbsttätigen Aufrechterhaltung einer bestimmten Nutzraum-Temperatur. Der Nutzraum dient zur Aufnahme von Bauteilen, um deren temperaturbedingte Änderungen bestimmter elektrischer Werte in zulässigen Grenzen zu halten. Beispielsweise ist bei einem Schwingquarz-Oszillator zur Erzielung einer besseren Frequenzstabilität häufig der Schwingquarz in den Nutzraum eines T. eingebaut. T. für Bauteile der Nachrichtentechnik sind ausschließlich mit einer selbsttätig geregelten Heizung versehen. Das bedeutet, daß die Temperatur des Nutzraumes (Innentemperatur) immer etwas (im allgemeinen etwa 5 bis 10 grd) über der maximal zulässigen Umgebungstemperatur liegen muß. Allgemein besteht ein derartiger T. aus einer Bodenplatte, welche die elektrischen Anschlüsse für die Heizung und für die Anschaltung der Bauteile im Nutzraum trägt; einem Heizmantel (Metallmantel guter Wärmeleitfähigkeit), der den Nutzraum allseitig umschließt und das Heizelement trägt; einem an geeigneter Stelle angeordneten Temperaturfühler, der die Heizleistung entweder direkt oder über einen Leistungsverstärker regelt, und einer äußeren Kappe. Nach der Regelungsart unterscheidet man T. mit Zweipunktregelung, wobei als Temperaturfühler meist ein Bimetallschalter oder ein Kontaktthermometer verwendet wird, und T. mit stetiger Regelung, meist mit einem temperaturabhängigen Widerstand als Temperaturfühler. Die wichtigsten elektrischen und thermischen Eigenschaften eines T. sind gekennzeichnet durch die Betriebsspannung und die maximale Leistungsaufnahme, durch die Nenntemperatur (Nennwert der Innentemperatur) und deren Einstelltoleranz, durch den Arbeitstemperaturbereich (Temperaturbereich zwischen minimal und maximal zulässiger Umgebungstemperatur), durch die Änderung der Innentemperatur im Arbeitstemperaturbereich und durch die Einlaufdauer. Je nach Anwendungsfall können daneben aber auch eine Reihe weiterer Kennwerte von Bedeutung sein. Alle Kenndaten eines T. beziehen sich auf seinen Betrieb in ruhender Luft.

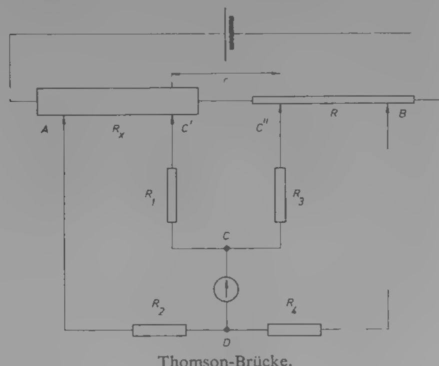
Anmerkung: Im allgemeinen Sprachgebrauch wird häufig auch ein Temperaturfühler in Form eines Temperaturschalters als »Thermostat« bezeichnet.

Literatur: DIN 45170 und 45172. *Schöfer*

Thomson, William (Lord Kelvin), geb. 26. 6. 1824 zu Belfast, gest. 17. 12. 1907 zu Largs Grfsch. Ayrshire in Schottland, Professor für mathematische und experimentelle Physik an der Universität Glasgow, entwickelte 1858 das Spiegelgalvanometer, seine wissenschaftlichen Arbeiten trugen in der Folgezeit zum schließlichen Gelingen der transatlantischen Telegrafie bei. Ehrungen: 1890 wurde er zum Präsidenten der Royal Society of London ernannt. 1892 wurde ihm die Pairswürde verliehen.

Literatur: Arch. Post Telegr. 1908, Nr. 6, ETZ 1885, S. 285ff. (Tobler: Über den Heberschreiber), ETZ 1892, H. 4, S. 51. Journ. tél. 1908, Nr. 1, S. 23. Henneberg, Frölich u. Zetzsche: Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne, erste Hälfte, S. 492ff. Berlin: Julius Springer 1887. Karraß: Geschichte der Telegraphie 1. Bd., S. 169ff. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1909. Websters Biographical Dictionary. C. Matschoß: Männer d. Technik. Telecommunication Pioneers.

Thomson-Brücke. Beim Messen von Widerständen mit der Wheatstone-Brücke werden die Widerstände der Zuleitungs- und Verbindungsdrähte mitgemessen



Thomson-Brücke.

und fälschen das Meßergebnis. Diese Fehler machen sich besonders beim Messen sehr kleiner Widerstände (< 1 Ohm) unangenehm bemerkbar.

Die T. (s. Bild) vermeidet diese Fehler. R_x ist der unbekannte Widerstand, der zwischen den beiden Schneidkontakten A und C′ gemessen werden soll. R ist ein Vergleichswiderstand, der z. B. ein → Normalwiderstand sein kann, oder der durch einen ausgespannten Draht oder durch einen Stab gebildet wird, dessen Widerstand zwischen den Schneidkontakten C″ und B berechnet werden kann. R_1 und R_2 sind zwei gleichgroße, gemeinsam regelbare Widerstände, ebenso R_3 und R_4. Man kann nun das Widerstandsdreieck C, C', C'' in einen gleichwertigen Widerstandsstern umwandeln. Man erhält dann unmittelbar die Abgleichbedingung

$$R_x = R\,R_1/R_3\,.$$

Mit dieser Brücke können Widerstände im Bereich von 1 μΩ bis 1 Ω mit großer Genauigkeit gemessen werden. *Haak*

Thomson-Filter → maximal flache Filter.

Thomsonsche Doppelbrücke → Thomson-Brücke.

Thomsonsche Schwingungsgleichung. Älterer Ausdruck für die Beziehung

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f_r = \frac{2\pi}{T_r}\,,$$

wobei L gesamte Selbstinduktivität, C gesamte Kapazität des Stromkreises (Schwingungskreises), ω_r Resonanz-Kreisfrequenz, f_r Resonanzfrequenz, T_r Resonanz-Periodendauer (→ Eigenschwingung, → Schwingungen, elektromagnetische).

thorierte Wolframkathode → Metallkathode.

Thorium, Th, Atomgewicht 232,12, ϱ 11,7, Fp. 1827° C, Kp. 3530° C. T. findet sich in verschiedenen Mineralien und wird hauptsächlich aus Monazitsand gewonnen. Sein Oxyd ThO_2 dient als Belag von Kathoden in Verstärkerröhren.

Thyratron → Elektronenröhre.

Thyristor. Der Th. ist ein Vierschichter, der in der Leistungselektronik als Wechselrichter und als gesteuerter Gleichrichter für Phasenschnittsteuerung und in vielen — auch schnellen — digitalen Schaltungen eingesetzt werden kann.

Der Th. hat einen Kathodenanschluß, einen Anodenanschluß, einen kathodenseitigen und manchmal noch einen anodenseitigen Steueranschluß.

Die Arbeitsweise des Vierschichters wird wie beim → Binistor anhand eines Zwei-Transistor-Äquivalents erklärt (Bild 1). Bei positiver Anodenspannung U_a ist der mittlere pn-Übergang gesperrt; die beiden anderen pn-Übergänge werden leicht in Vorwärtsrichtung betrieben. Es fließt nur ein geringer Sperrstrom, und der Th. befindet sich im Aus-Zustand (→ Doppelbasisdiode).

Wird die Anodenspannung bis zur Nullkippspannung U_{Ko} erhöht, so bricht der mittlere pn-Übergang infolge des Avalanche-Durchbruchs (→ Durchbrucheffekte) zusammen. Der jetzt einsetzende Laststrom

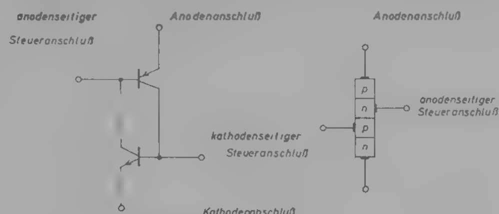


Bild 1. Die Schichtenfolge des Thyristors und sein Zwei-Transistor-Äquivalent.

wird nur durch äußere Schaltungsmaßnahmen begrenzt. Der Kollektorstrom des oberen pnp-Transistors fließt in die Basis des unteren npn-Transistors und treibt ihn und rückwirkend sich selbst in Sättigung, nachdem das Produkt der Kurzschlußstromverstärkungen beider Transistoren $\beta_1 \cdot \beta_2 = 1$ bzw. die Summe $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ geworden ist. Die Nullkippspannung liegt bei der Vierschichtdiode, die nur einen Anoden- und Kathodenanschluß hat, infolge des Aufbaues ihrer vier Schichten fest und nimmt mit wachsender Temperatur ab. Wird dem

Th. ein positiver Strom am kathodenseitigen Steueranschluß bzw. ein negativer Strom am anodenseitigen Steueranschluß zugeführt, so werden die Kurzschlußstromverstärkungen β_1 des npn-Transistors bzw. β_2 des pnp-Transistors vergrößert. Die Kippspannung nimmt in Anwesenheit eines Steuerstromes einen kleineren Wert als die Nullkippspannung an. Ist der Steuerstrom zu gering, so erreichen die vom oberen pn-Übergang injizierten Ladungsträger nicht den mittleren pn-Übergang, und der Kippunkt wird durch die Nullkippspannung bestimmt. Erst von einer gewissen Größe des Stromes ab verringert sich die Kippspannung. Die Einschaltzeit nimmt mit der Größe des Steuerstromes ab, da sie vom Produkt $\beta_1 \cdot \beta_2$ bzw. vom Anstieg von $\beta_1 \cdot \beta_2$ mit dem Steuerstrom abhängt. Weiterhin wächst die Einschaltzeit mit induktiver Last und wird mit geringer werdender Betriebsspannung und Temperatur ein wenig größer. Kürzere Einschaltimpulse benötigen zum sicheren Schalten höhere Amplituden.

Nach der Durchschaltung bleibt der stabile Zustand ohne weiteren Steuerstrom erhalten, solange der Strom mindestens die Größe des Haltestromes I_H erreicht, d. h. solange $\beta_1 \cdot \beta_2 \geq 1$ bzw. $\alpha_1 + \alpha_2 \geq 1$ bleiben. Bild 2 zeigt die Abhängigkeit des Anodenstromes I_a von der Anodenspannung U_a des Th.

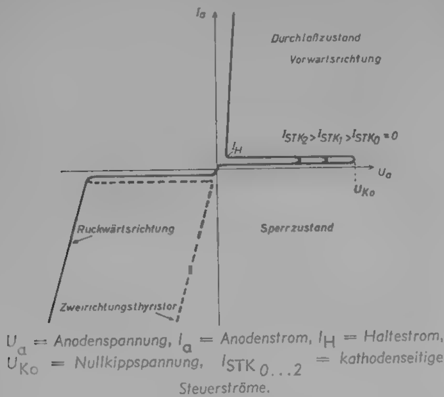


Bild 2. Die Anodenspannungs- und Anodenstromkennlinie des Thyristors.

Die Parameter sind die kathodenseitigen Steuerströme I_{StK}. Dasselbe Bild ergibt sich, wenn der Th. anodenseitig gesteuert wird; doch sind die Ströme I_{StA} dort etwas höher. Steuerströme und -spannungen nehmen mit steigender Temperatur ab.

Der Th. fällt in den gesperrten Zustand zurück, wenn der Anodenstrom unter den Haltestrom sinkt. Der Kollektorstrom des pnp-Transistors reicht dann nicht mehr aus, den unteren npn-Transistor in Sättigung zu halten. Die Kurzschlußstromverstärkungen werden $\beta_1 \cdot \beta_2 < 1$ bzw. $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$.

Eine andere Methode des Ausschaltens liegt in der Kommutierung, des Wechsels der Polarität der Anodenspannung. Nach der Freiwerdezeit, während der nach Stromnulldurchgang die Ladungsträger aus dem mittleren pn-Übergang ausgeräumt werden, beginnt der Th. am oberen und unteren pn-Übergang zu sperren. Bei höheren Temperaturen, höheren Lastströmen und größerer gespeicherter Ladung ist die Freiwerdezeit länger. Sie begrenzt die Arbeitsgeschwindigkeit des Th. in allen Schaltungen. Einige Th. können durch inverse Steuerströme ausgeschaltet werden. Die Ausschaltverstärkung, d.h. der Quotient der ausgeschalteten Leistung zur ausschaltenden Leistung, ist viel geringer als die Einschaltverstärkung; denn zur Ausschaltung wird eine größere Leistung als zur Einschaltung benötigt. Der Th. schaltet unerwünschterweise ein, wenn der Anstieg $\frac{du}{dt}$ einer angelegten Anodenspannung seine kritische Spannungssteilheit übersteigt. Der mittlere pn-Übergang bildet im gesperrten Zustand eine Sperrschichtkapazität, die sich beim Anlegen der Anodenspannung nach einer e-Funktion auflädt. Übersteigt die Steigung der e-Funktion im Nullpunkt die kritische Spannungssteilheit des Th., so ist der Verschiebestrom so groß geworden, daß das Produkt $\beta_1\beta_2 > 1$ wird. Durch geeignete äußere Schaltungsmaßnahmen kann ein unerwünschtes Einschalten verhindert werden.

In Rückwärtsrichtung, d. h. im Betrieb mit negativen Anodenspannungen, ist der Th. eine sperrende Diode, bis die Durchbruchspannung erreicht wird. Ist es erforderlich, bei einer Phasenschnittsteuerung nicht nur die positiven Halbwellen zu erfassen, sondern auch die negativen, so werden Zweirichtungsthyristoren eingesetzt, auch Triacs genannt. Ihre Arbeitsweise erklärt sich aus zwei antiparallel geschalteten Th. (im Bild 2 gestrichelt angedeutet). Der Zweirichtungsthyristor ist jedoch ein integrierter Fünfschichter, der an seinem einzigen Steueranschluß wahlweise mit positiven oder negativen Impulsen durchgesteuert werden kann. Bezüglich des Temperaturverhaltens, der Schaltzeiten und des unerwünschten Umschaltens gleicht der Zweirichtungsthyristor dem Th.

Literatur: G. Köhl, Ein bilateral schaltendes Thyristorsystem, Int. Elektr. Rundschau 20 (1966) Nr. 6, S. 353/356 — G. Köhl, Schaltverhalten und Spannungsfestigkeit von Thyristoren, Scientia electr. 11 (1965), Nr. 1, S. 22/32 — Entwurf DIN 41787 vom September 1966: Thyristoren, Richtlinien für Datenblattangaben.

J.-H. Kirchner

Thyristorsteuerung → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Thyristor-Wechselrichter → statischer Wechselrichter.

Tickerzeichen. Ein an handbedienten Vermittlungsplätzen — besonders in Nebenstellenanlagen — von einem → Tickerzeichengenerator erzeugtes, in bestimmtem Rhythmus getastetes Hörzeichen, das beim Mithören oder auch Mitsprechen der Vermittlungskraft in einer bestehenden Verbindung die Gesprächspartner auf das Eintreten einer Vermittlungskraft hinweist. Der Gesprächsablauf soll durch das eingeblendete Tickerzeichen möglichst nicht behindert werden.

Tickerzeichengenerator, auch kurz Ticker genannt, eine Schaltungsanordnung mit Schwingkreis und Transistor, die nach dem Prinzip des Sperrschwin-

gers — taktmäßig von der ansteigenden und abklingenden Ladespannung eines Kondensators über den Transistor gesteuert — etwa aller Sekunden einen Hörtonimpuls von etwa 1 kHz mit einer Dauer von etwa 40 ms aussendet. Dieses → Tickerzeichen wird als Hinweiszeichen dazu benutzt, den Gesprächspartnern anzuzeigen, daß eine Vermittlungskraft in die bestehende Verbindung — mithörend oder mitsprechend — eingetreten ist.

Tiefenmaß für Klinkenstreifen → Prüflehren für Klinkenstreifen und Stöpsel.

Tiefenprofil → Seekabellegung und -instandsetzung.

Tiefenstreuspiegel → Signaloptik.

Tiefpaß ist ein Filter mit einem einzigen Durchlaßbereich von der Frequenz Null bis zur → Grenzfrequenz des Filters (→Vierpoltheorie 2.5, 3.5).

Tiefpaßsystem ist ein System mit Tiefpaßeigenschaften, → Tiefpaß.

Tiefseekabel → Seekabelaufbau.

Tiefseethermometer → Seekabellegung und -instandsetzung.

Tiefseeverstärker → Seekabelverstärker.

tiegelfreies Zonenschmelzen → Silizium.

Tietgenschutz ist Doppellackisolierung von Kabelleitern, die zusätzlich zur Isolierhülle vorgesehen wird, damit betriebsfähige Meßadern bei Feuchtigkeitseinbruch in das Kabel gewährleistet bleiben.

TIF → Geräuschspannung.

time-sharing → Datenfernverarbeitung.

Tischapparat → Fernsprechapparate.

Tischfernamt 29 → Fernvermittlungsstelle (FernVSt Hand 29).

Titandioxyd. TiO_2-Mineral, tetragonale, holoedrische Kristalle. Unter Titandioxyd als Pigment ist ein weißes, anorganisches Pigment zu verstehen, das mindestens 90% TiO_2 enthält. Unter Titanweiß ist ein weißes Pigment zu verstehen, dessen wesentlicher farbbestimmender Anteil Titandioxyd ist.
Eigenschaften: Inaktives Pigment für Korrosionsschutzdeckanstriche mit hoher Reflexionswirkung, sehr guter Beständigkeit gegen atmosphärische und thermische Einwirkungen.
Vorteile: Hohe Deckkraft. Rein weiße Anstriche, die einen schwachen Filmabbau (Kreidung) zeigen und dadurch stets rein weiß bleiben, wenn nicht durch zu starke fettige Schmutzablagerungen eine Kreidung verhindert wird.
Nachteile: Der unter den Vorteilen aufgeführte schwache Filmabbau kann in einigen Fällen nachteilig sein.
Verwendung: Korrosionsschutzanstrichstoffe für Stahlkonstruktionen u. a. auf Öl-, Kunstharz-, Chlorkautschuk-Vinylharz-, DD-, Epoxydharzbasis.

Literatur: Konstruktion und Korrosionsschutz. K. A. van Oeteren. Vinzentz-Verlag, Hannover, 1967, DIN 55 912/1960 — Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Titanweiß → Titandioxyd.

Titelbücher. Kassen, die einen rechnungsmäßigen Nachweis führen müssen, haben die Haushaltseinnahmen und -ausgaben in der nach dem Voranschlag festgelegten Ordnung in einem T. einzutragen. Die T. zählen neben den Zeitbüchern (Haupttagebuch u. a.) als Sachbücher zu den Kassenbüchern. Sie sollen nicht nur die kassenmäßigen Vorgänge festhalten, sondern sind zugleich die Unterlage für die → Rechnungslegung und ermöglichen die spätere Prüfung, ob die darin gebuchten Einnahmen und Ausgaben im Rahmen der Ansätze des Voranschlags liegen. Somit rechnen sie nach § 8 der Postrechnungslegungsordnung (PRO) zu den Rechnungslegungsbüchern.
Die Vorschriften für die Einrichtung und Führung der T. bei der DBP finden sich in der PRO in den §§ 9 — 23 und in den Allgemeinen Dienstanweisungen für das Post- und Fernmeldewesen, z. B. in den ADA XI, 2, § 37 und XII §§ 27 und 37ff. Zur übersichtlichen Gestaltung des Voranschlags sind die Ansätze für Einnahmen und Ausgaben mit ihren Zweckbestimmungen unter bestimmten Titeln ausgebracht. Diese Titeleinteilung gilt auch für die spätere endgültige Buchung der Einnahmen und Ausgaben in den Kassenbüchern, insbesondere den T. Eine Übersicht über die bei der DBP verwendeten Titel, auch Verbuchungsstellen genannt, bietet das → Titelverzeichnis der DBP.

Titelverzeichnis der DBP. Ähnlich der Regelung in § 6 der Reichshaushaltsordnung (RHO) für den Bundeshaushaltsplan verlangt der § 6 der Posthaushaltsbestimmungen (PHB), den Voranschlag der DBP in Einnahme und Ausgabe und in Betrieb und Anlage nach Bedarf in Abteilungen und Unterabteilungen (Kapitel und Titel) zu zerlegen, sowie Zweck und Ansatz jedes Titels durch den Voranschlag zu bestimmen. Der Erfüllung dieser Forderung dient in der Haushaltsführung des Bundes der Eingliederungsplan. Die DBP, die unabhängig vom Bundeshaushaltsplan einen besonderen Voranschlag aufstellt, ist an diesen Eingliederungsplan nicht gebunden und teilt ihren Voranschlag den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend in Klassen, Gruppen, Kapitel und Titel ein. Sie bedient sich dazu eines T., das die übersichtliche Einordnung der Haushaltseinnahmen und Haushaltsausgaben, für die es Titelfolge und Zweckbestimmung festlegt, in den Voranschlag ermöglicht und die Haushaltsführung erleichtert. Auch ist es entsprechend § 54, Abs. 7 der Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) als Anhalt für die Buchung der Einnahmen und Ausgaben bestimmt.
Das T. enthält die nach den Zweckbestimmungen und Erläuterungen des Voranschlags erforderlichen Verbuchungsstellen und Angaben darüber, welche der wichtigeren Arten von Einnahmen und Ausgaben bei den einzelnen Verbuchungsstellen zu verrechnen sind. Die Vorbemerkungen zum T. enthalten die Bestimmung, daß die Einnahmen und Ausgaben für die Gewinn- und Verlustrechnung nach Betrieb (Klassen 1 und 2) und für die Vermögensrechnung nach Anlage (Klassen 3 bis 6) zu trennen sind. Auch bringen sie

eine Reihe von Sondervorschriften für die Buchung von Ausgaben bei Betrieb oder bei Anlage und geben Hinweise für die Rechnungsaufteilung für Zwecke der betriebswirtschaftlichen Ergebnisrechnung.

Dem T. sind folgende Anhänge beigegeben:

Anhang 1: Verzeichnis der Verbuchungsstellen nach dem Dezimalsystem (Umstellung gem. Amtsblatt-Verfügung Nr. 517/1961)

Anhang 2: Verzeichnis der Titel und ihre Aufteilung auf die Rechnungsnachweisungen A, B, F und V

Anhang 3: Verzeichnis der Bestandskonten (für die Vermögensrechnung)

Anhang 4: Verzeichnis der übertragbaren Titel

Anhang 5: Stichwortverzeichnis.

Literatur: Titelverzeichnis der DBP, herausgegeben vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, 1962, mit Berichtigungen zum neuesten Stand. *Clement*

t_m-Meßgerät. Gerät zum Messen der mittleren Belegungsdauer t_m. Es besteht aus einem Paar einfacher Rollenzähler. Einer davon zählt die Zahl der Belegungen c, der andere die Summe der Belegungsdauern ct in Sekunden. Die mittlere Belegungsdauer ist dann:

$$t_m = \frac{ct}{c}.$$

Das Gerät kann an jedes Schaltglied angeschaltet werden.

Literatur: K. Malischke: Aufgaben und Technik bei Verkehrsmessungen. Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, 13 (1960), S. 198...206 und 275...283.

***TM*-Welle,** andere Bezeichnung für → *E*-Welle, gekennzeichnet durch das Vorhandensein rein transversaler Komponenten der magnetischen und rein longitudinaler der elektrischen Feldstärke.

Tn/TV-Schaltstelle → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Toleranzen → ISO-Toleranzen.

TOM-Mux. Zeitmultiplex-Telegrafiesystem, das aus einem von der Radio Corporation of America (RCA) entwickelten Mux (Multiplex)-System und aus dem von der niederländischen PTT entwickelten TOM (Teleprinting on multiplex) durch Vereinigung beider Prinzipien entstanden ist. Das RCA-System ermöglichte die Fehlererkennung durch Anwendung des Siebenschrittcodes, jedoch ohne automatische Fehlerkorrektur. Das niederländische TOM-System ermöglichte die automatische Fehlerkorrektur durch Rücksenden eines RQ-Zeichens und automatische Wiederholung. Das TOM-Mux-System entspricht in seiner Wirkungsweise dem → ARQ-Mux-System.

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 588.

Ton. Schall mit sinusförmigem Schwingungsverlauf, dessen Frequenzen im Hörbereich liegen, bezeichnet man als reinen oder einfachen Ton. Mathematisch-physikalisch läßt sich ein solcher Ton darstellen zu:

$$p = \hat{p} \sin 2\pi f.$$

Hier ist p die Schalldruckamplitude, $\hat{p}$ die Höchstamplitude und f die Frequenz in Hertz. Nahezu reine Töne lassen sich nur mit Stimmgabeln oder durch mit Hilfe von Sinusgeneratoren angetriebene Schallsender erzeugen. In der physikalischen Akustik weicht der Begriff Ton von dem in der Musik üblichen ab. Musiker nennen einen einfachen → Klang »Ton«. Musikinstrumente können im allgemeinen keine rein sinusförmigen Schwingungen wiedergeben. Ihr Schwingungsverlauf ist immer mehr oder weniger obertonreich.

Literatur: DIN 1320.

Tonaufzeichnung. Es gibt drei Verfahren der Tonaufzeichnung, die in der Praxis Verwendung finden: 1. Das Schallplattenverfahren. Die Aufzeichnung der Schallwellen geschieht in Form eines gewellten Rillenzuges auf einem Schallträger (Bild 1).

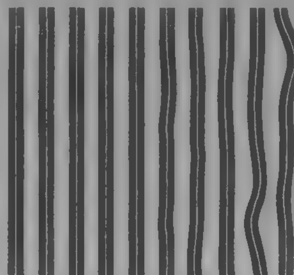


Bild 1. Schallplattenschrift stark vergrößert.

Die allgemein übliche monophone Aufzeichnung wird parallel zur Oberfläche der Platte durchgeführt (Bild 2). Diese Art der Aufzeichnung wird Seiten- oder Berliner-Schrift genannt. Daneben existiert noch die Tiefen- oder Edison-Schrift. Hier erfolgt die Aufzeichnung senkrecht zur Plattenoberfläche. Die

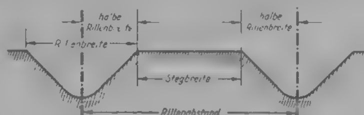


Bild 2. Rillen der Seitenschrift in starker Vergrößerung.

Tiefenschrift hat wieder Bedeutung erlangt, weil bei stereophonischen Aufnahmen die Tiefen- und Seitenschrift kombiniert wird (→ Stereophonie). Man hat sich geeinigt, die beiden Bewegungsrichtungen des Schreibstichels unter 45° zur Plattenebene aufzuzeichnen (→ Schallplattenwiedergabe). Die Aufzeichnung geschieht mit Hilfe von Schreibsystemen, die nach dem elektromagnetischen oder elektrodynamischen Prinzip aufgebaut sind und eine Umkehrung des Wiedergabesystems darstellen.

Für die aufgezeichnete Schallintensität gilt als Maß die Schnelleamplitude

$$\hat{v} = \omega\,\hat{\xi}.$$

Es ist ω die Kreisfrequenz und $\hat{\xi}$ die Maximalauslenkung. Bei konstanter Schalldruckamplitude ergeben sich für den unteren Frequenzbereich zu große Auslenkungen. Daher wurde nach DIN 45 532 genormt, daß unterhalb 3000 Hz mit konstanter Auslenkung

und oberhalb 300 Hz mit konstanter Schnelle geschnitten wird (Bild 5 unter Schallplattenwiedergabe). Eine Schneidkennlinie ist festgelegt. 2. Magnettonverfahren. Mit diesem Verfahren wird Schall magnetisch auf eine magnetisierbare Schicht aufgezeichnet. Diese Schicht ist auf ein Kunststoffband oder auf einen plattenförmigen Träger aufgebracht. Die Bänder finden in Tonbandgeräten und die plattenförmigen Tonträger u. a. in Hinweisansagegeräten der DBP Verwendung. Die magnetisierbare Schicht besteht aus voneinander isolierten Körnern aus ferro-magnetischen Eisenoxyd. Bild 4 stellt den Aufnahme- und Wiedergabemechanismus schematisch

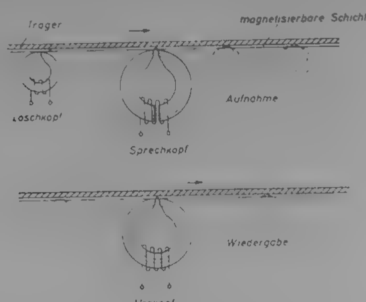


Bild 4. Aufnahme- und Wiedergabevorgang beim Magnetton.

dar. Das Band läuft zuerst an dem Löschkopf vorbei, wodurch jede bereits vorhandene magnetische Aufzeichnung gelöscht wird. Der Löschkopf wird mit einer Hochfrequenzspannung von 50—100 kHz betrieben. Der Aufsprechkopf erhält eine hochfrequente Vormagnetisierung und wird gleichzeitig von den tonfrequenten Strömen durchflossen, die dann vom Band aufgezeichnet werden. Bei der Wiedergabe wird im Hörkopf ein magnetischer Fluß erzeugt, der der Magnetisierung des Bandes entspricht. Die vom Hörkopf abgegebene tonfrequente Spannung wird verstärkt und einem Lautsprecher zugeführt. 3. Lichttonverfahren. Die photographische Schallaufzeichnung wird hauptsächlich beim Tonfilm benutzt. Eine tonfrequente Nutzspannung steuert die Helligkeit eines Lichtstrahles, der auf den vorbeilaufenden Film fällt. Nach dem Entwickeln erscheinen auf dem Film Streifen verschiedener Lichtdurchlässigkeit (Intensitätsverfahren). Beim Amplitudenverfahren wird durch einen Mechanismus ein Lichtband durch die tonfrequente Spannung derart abgelenkt, daß auf dem vorbeilaufenden Film Streifen wechselnder Breite entstehen. Bei der Wiedergabe läuft der Film an einem Spalt vorbei, der durch eine Lichtquelle voll ausgeleuchtet wird. Die Helligkeitsschwankungen hinter dem Film werden durch eine Photozelle aufgefangen und in tonfrequente Spannungen umgesetzt. Die Spannungen werden verstärkt und dem Lautsprecher zugeführt.

Literatur: DIN 45 507, DIN 45 532, DIN 45 533, DIN 45 536, DIN 45 537, DIN 45 547, DIN 45 510, DIN 45 511, DIN 45 512, DIN 45 513, DIN 15 503, DIN 15 506. *Brosze*

Tondemodulator → Wechselstromtelegrafie.

Tonempfänger ist in der Fernsprechvermittlungstechnik ein Gerät zur Aufnahme von Tonfrequenzzeichen entsprechender Zeichengabesysteme mit Innerbandzeichengabe (→ Zeichenübermittlung) und zu ihrer Umwandlung in Gleichstromzeichen, die von den vermittlungstechnischen Einrichtungen aufgenommen und ausgewertet werden. Die T. besitzen dazu im Eingang auf die Zeichenfrequenzen abgestimmte Filter, hinter deren Ausgang die Zeichenenergie verstärkt, gleichgerichtet und zur Steuerung der die Gleichstromsignale abgebenden Ausgangsschaltung benutzt wird. Die Verstärker sind in älteren T.-Typen mit Röhren, in neueren rein mit Transistoren bestückt; die Ausgangsschaltungen älterer Typen enthalten Telegrafenrelais, die neuerer Typen moderne, schnellschaltende Relais mit offenen oder gasgeschützten Kontakten, kontaktlose Ausgänge mit Transistorschaltstufen oder eine Kombination aus letzteren, wobei die Kontakte lastfrei schalten. Neben dieser Grundfunktion sind verschiedene Schutzfunktionen einzeln oder kombiniert vorgesehen, die weitgehend verhindern, daß die T. auf zeichenfrequente Störspannungen (Schaltknacke, erhöhtes Leitungsrauschen, Sprache, Hintergrundgeräusche bei Teilnehmersprechstellen) ansprechen und dadurch Sperreinrichtungen (→ Sperrverzögerung) die Leitung auftrennen oder bei ausreichender Ansprechdauer Zeichen vorgetäuscht werden. Die wesentlichen Schutzmaßnahmen sind:

Empfängerschutzzeit, d. h. verzögerte Abgabe der Gleichstromzeichen am T.-Ausgang. Sprachschutzschaltung, die aus Energieanteilen außerhalb des Zeichenfrequenzbereiches eine Regelspannung ableitet, welche die Ansprechempfindlichkeit des T. mit steigendem Pegel der Störenergie herabsetzt und den T. schließlich sperrt; der T. kann nur bis zu einem gewissen Störabstand der Zeichenenergie ansprechen. Die Wirksamkeit der Sprachschutzschaltung wird durch den Sprachschutzfaktor beschrieben, der definiert ist als die Pegeldifferenz (Δp_{spr}) zwischen dem unteren Ansprechpegel (pe_{min}) eines T. und dem Pegel eines sinusförmigen Störtones ($p_{stör}$), der den T. gerade sperrt:

$$\Delta p_{spr} = pe_{min} - p_{stör} .$$

Der Sprachschutzfaktor ist abhängig von der Frequenz des Störtones. Regelverstärker zum Einregeln der empfangenen Spannung oder Leistung auf einen konstanten Arbeitspegel für die frequenzselektiven Stufen der T., wobei störende Energieanteile teilweise unter den Ansprechpegel abgesenkt werden. Verrundung der empfangenen Zeichenvorderflanke durch verzögert aufregelnde Eingangsschaltung (Verrunder) zur Unterdrückung von Spannungsspitzen, die bei Anschalten der Zeichenfrequenzen entstehen können.

Analog zu entsprechenden Relaiskennwerten sind für T.-Typen Ansprech-, Nichtansprech- und Abfallpegel sowie Ansprech- und Abfallzeiten festgelegt. Zusätzliche Bedingungen gelten für Zeichenverzerrung und Ansprechen bzw. Nichtansprechen bei Abweichungen der Empfangsfrequenz von der Nennfrequenz sowie bei Anwesenheit von Störspannungen.

Die T. werden leitungsgebundenen Einrichtungen fest zugeordnet. Für zentralisierte Einrichtungen können sie u. U. zentral angeordnet und bedarfsweise angeschaltet werden. Die Anschaltung eines T. darf die übertragungstechnischen Eigenschaften der Leitungen nicht wesentlich verschlechtern. T. müssen daher auch gewissen übertragungstechnischen Bedingungen, z. B. hinsichtlich Eingangsscheinwiderstand und Symmetrie genügen. *Hoffmann*

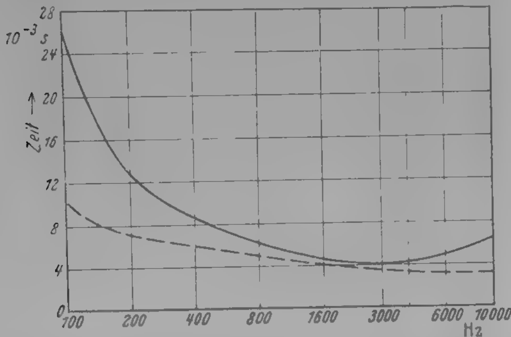
Tonfrequenzrundsteueranlagen → Induktion durch Starkstromanlagen.

Tonfrequenztelegrafie → Wechselstromtelegrafie.

Tonfunksysteme → Tonübertragungstechnik.

Tonhöhenerkenner → Spracherkennung.

Tonhöhenerkennungszeit, minimale. Sie ist die Zeitspanne, die das Ohr benötigt, um die Tonhöhe eindeutig zu identifizieren. Die m. T. liegt nach Messungen von Türk in der Größenordnung von Millisekunden (s. Bild).



Minimal erforderliche Tonhöhenerkennzeit in Abhängigkeit von der Frequenz (nach Türk). Ausgezogene Kurve bedeutet, daß der Ton plötzlich ein- und ausgeschaltet wurde. Die Hüllkurve war rechteckig. Die gestrichelte Kurve gilt für eine abgerundete Hüllkurve.

Literatur: W. Türk, Akustische Zeitschrift 5, 1940.

Tonleitungsnetz und Fernsehleitungsnetz.

1. Tn/TV-Schaltstelle und Übergabepunkt.

Im Bereich des Bundesgebietes einschl. West-Berlin bestehen zur Zeit 9 regionale Rundfunkanstalten der ARD, für welche von der DBP Leitungen einzurichten bzw. bereitzuhalten sind. Hinzu kommen Leitungen für die Rundfunkanstalten des Bundes, Deutschlandfunk und Deutsche Welle, für das Zweite Deutsche Fernsehen und eine Reihe ausländischer Rundfunkanstalten. Außerdem müssen Leitungen für internationalen Programmaustausch bereitstehen.

Der besonderen Vielfalt an Rundfunkanstalten in der BRD mußte sich die DBP durch eine geeignete Organisationsform anpassen. Jeder regionalen Rundfunkanstalt ist am gleichen Ort eine Tn/TV-Schaltstelle der DBP zugeordnet (s. Bild). Sie gehört organisatorisch zu einem Fernmeldeamt und befindet sich an einem für Richtfunklinien zugänglichen Ort (z. B. Fernsehtürme). Alle Arten von Programmleitungen enden hier und werden mit einer genügenden Zahl festeingerichteter Ortsleitungen (Ol) zum Funkhaus weitergeführt. Die Leitungen Schaltstelle—Funkhaus heißen Ortsempfangsleitungen (OEL), jene vom Funkhaus zur Schaltstelle Ortssendeleitungen (OSL). Fernleitungen verbinden die Schaltstelle mit dem fernen Ziel, dem Sender oder anderen Schaltstellen. Als Schnittstelle der Zuständigkeit Post—Rundfunkanstalt ist am Ende der Ol im Funkhaus ein Postübergabepunkt eingerichtet, für den die Rundfunkanstalten bzw. die DBP bestimmte Übertragungsbedingungen (Pegel, Anpassung) (→ Fernsehübertragungstechnik, → Tonübertragungstechnik) einhalten müssen. Bei den Sendern des 1. Fernsehprogramms und den Tonsendern der regionalen Anstalten, wo die Rundfunkanstalten die Ausstrahlung der Programme selbst vornehmen, gibt es entsprechend Übergabepunkte am Ende der von der DBP betreuten Leitungen zu den einzelnen Sendern.

Das Tonleitungsnetz (einschl. Fernsehbegleitton) der DBP umfaßt 765 Tonleitungen mit einer Länge von insgesamt 122830 km; das Fernsehleitungsnetz besteht aus 191 Fernsehleitungen mit einer Länge von 26444 km (Stand 31. 12. 1967).

2. Betriebliche Bezeichnungen der Ton- und Fernsehleitungen.

Im Ton- und Fernsehübertragungsbetrieb werden die Leitungen nach ihrer Verwendungsart bezeichnet. Unterschieden werden:

Modulationsleitungen (Modl), das sind Leitungen, die vom Funkhaus zu jedem Sender führen und den auf den Sender zu modulierenden Nachrichteninhalt übertragen;

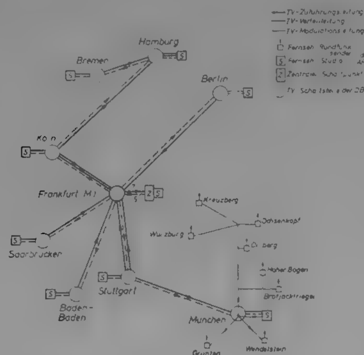
Austauschleitungen (Al). Sie dienen dem Zwecke des Programmaustausches zwischen zwei Funkhäusern oder zwischen einem Nebenstudio und dem Funkhaus;

Zubringerleitungen. Soll von irgendeinem Punkt des Sendebereiches einer Rundfunkanstalt zwecks Aufzeichnung oder Direktsendung eine Information (Reportage, Theater, Konzert-Übertragung o. ä.) zum Funkhaus gebracht werden, so bedarf es einer Zubringerleitung, die besonders zum Zwecke der Übertragung von dem beliebigen Ort eingerichtet werden muß.

Bei den Austauschleitungen ist ferner zu unterscheiden, ob der Stromweg der jeweiligen Rundfunkanstalt dauernd (d) oder vorübergehend (v) überlassen ist. Die Modl werden stets dauernd und die Zubringerleitungen immer vorübergehend überlassen.

3. Fernsehleitungs-Sternnetz (ARD-Sternpunkt). Da im Vergleich zum Tonrundfunk beim Fernsehen die Kosten für Programm und Technik um ein Vielfaches höher liegen, haben sich die deutschen Rundfunkanstalten zur Produktion eines Gemeinschaftsprogramms der ARD (Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands) entschlossen, zu dem jede Anstalt in eigener Verantwortung einen angemessenen Beitrag liefert. Diese Art der Programmbeisteuerung aus verschiedenen Studios in schnell

wechselnder Reihenfolge erforderte die Errichtung eines ARD-Sternpunktes im zentral gelegenen Ffm (s. Bild).



Fernsehleitungsnetz für das ARD-Fernsehprogramm.
(Das Modl-Netz ist nur für den Bereich des Bayerischen Rundfunks angedeutet).

Jedes Funkhaus liefert über eine eigene Zuführungsleitung (Zufl) einen Programmbeitrag an den Sternpunkt. Hier werden die Beiträge in der vorgesehenen Reihenfolge und ohne nennenswerte Umschaltezeiten auf Verteilleitungen (Vtl) gegeben, die zu sämtlichen Schaltstellen am Sitz der regionalen Anstalten führen. Das Programm wird dann in den Schaltstellen ZF-mäßig (→ Fernsehübertragungstechnik) auf die regionalen Modl-Netze zu den Sendern geschaltet. Diese Netzstruktur erlaubt es, daß in gewissem Umfang jede Rundfunkanstalt auch ein regionales Fernseh-Programm für den eigenen Sendebereich ausstrahlen kann. Die Zufl und Vtl werden der ARD dauernd überlassen.

4. Meldeleitungen (Ml).

Zu jeder Ton- und Fernsehleitung richtet die DBP in der Regel eine Meldeleitung ein. Falls diese Ml wechselzeitig auch für Kommando- und Konferenzzwecke benutzt werden soll, muß sie von Endstelle zu Endstelle vierdrähtig geführt werden. Sie dient betrieblichen Anweisungen zu der betreffenden Programmübertragung. Die Ml kann auch wechselzeitig zu Steuer- und Fernwirkzwecken mitbenutzt werden. Es sind Fernsprechrufleitungen, die im Fernsprechnetz der DBP geführt sind, sie haben jedoch keine Verbindung zum öffentlichen Fernsprechnetz.

Literatur: K. Scherber: Das Fernsehleitungsnetz der DBP. ZPF 1964, Heft 20, S. 783...787. *Scherber/Zedler*

Tonleitungsverstärker → Tonübertragungstechnik.

Tonpilz und Tonraum. Bei Schwingungskreisen macht es einen großen Unterschied, ob die Schwingungen in ihnen quasistationär verlaufen oder nicht. Ersteres ist z. B. bei einem geschlossenen elektrischen Schwingungskreis der Fall, der nur aus einer Spule und einem Kondensator besteht. Man kann dann nämlich annehmen, daß in allen Windungen der Spule der gleiche Strom fließt, die Spule enthält also nur magnetische, der Kondensator nur elektrische Energie. Wie bekannt, gibt es unter diesen Voraussetzungen nur eine Resonanzstelle. Trifft die obige Annahme aber nicht zu, muß man also die verteilte Kapazität der Windungen oder die Selbstinduktion des elektrischen Kraftlinienweges berücksichtigen, so sagt man, der Stromverlauf sei nicht mehr quasistationär. Das Gebilde nähert sich dann einer Antenne oder Leitung, für die es neben der Grundschwingung noch eine unendliche Reihe von Oberschwingungen gibt. Die gebräuchlichsten akustischen Schwingungsgebilde sind gerade von der letztgenannten Art (Saite, Stimmgabel, Membran, Pfeife). Da die Gebilde mit quasistationären Vorgängen wesentlich einfacher sind, haben Hahnemann und Hecht auch solche in die Praxis und Theorie eingeführt, und zwar bei festen Schwingungsgebilden den Tonpilz, bei gasförmigen den Tonraum. Der Tonpilz besteht aus 2 Massen m^1 und m^2, die durch einen Stab oder eine Feder miteinander verbunden sind, so daß das Verbindungsstück longitudinale Schwingungen ausführen kann. Um die Bedingung, daß der Vorgang quasistationär sein soll, zu erfüllen, muß die Masse des Stabes vernachlässigbar klein sein gegen die an den Enden angebrachten Massen, während diese wieder so starr sein müssen, daß sie bei den Schwingungen nur ihre Lage, nicht aber ihre Form ändern. Dann ist in den Massen die kinetische, im Verbindungsstück die potentielle Energie lokalisiert. Sind m_1 und m_2 die Massen, x_1 und x_2 die Abweichungen ihrer Schwerpunkte von der Ruhelage, C die Federungskonstante des Verbindungsgliedes (für einen Stab von der Länge l, dem Querschnitt q und dem Elastizitätsmodul E wird

$$C = \frac{l}{qE},$$

so sind die Bewegungsgleichungen

$$m_1 \frac{d^2 x_1}{dt^2} + \frac{x_1 - x_2}{C} = 0, \quad m_2 \frac{d^2 x_2}{dt^2} + \frac{x_2 - x_1}{C} = 0,$$

aus denen man leicht ableitet, daß die Kreisfrequenz der Eigenschwingung

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{c} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2}}$$

ist und daß die Amplituden von m_1 und m_2 sich umgekehrt wie die Massen verhalten. Wird $m_1 \gg m_2$, so vereinfachen sich die Formeln noch etwas; man hat dann den Fall, daß der Verbindungsstab nur an einem Ende eine Masse trägt, während das andere im Gebäude fest verankert ist. Der Tonpilz findet z. B. als Konstruktionselement bei Schallsendern Verwendung. Das entsprechende leistet für Luftschwingungen der Tonraum. Er besteht aus zwei Gasräumen, die durch eine Öffnung oder einen Kanal miteinander verbunden sind, und die Abmessungen müssen wieder so gewählt werden, daß in dem Verbindungsrohr nur Luftströmungen ohne wesentliche Druckänderungen stattfinden, während in den beiden Gasräumen die Luft im wesentlichen ruht und nur der Druck schwankt.

Dann hat die kinetische Energie ihren Sitz im Verbindungskanal, die potentielle in den Gasräumen. S_1 und S_2 seien deren Volumina, q der Querschnitt und l die Länge des Verbindungskanals, c die Schallgeschwindigkeit, so wird

$$\omega_0 = c \sqrt{\frac{q}{1+\alpha} \cdot \frac{S_1 + S_2}{S_1 S_2}};$$

α ist dabei eine Korrektionsgröße, deren Wert etwa 0,8 R ist (R der Radius des als kreiszylindrisch angenommenen Verbindungsrohres). Auch diese Formel wird einfacher, wenn $S_1 \ll S_2$ ist, d. h. wenn der Tonraum aus einem Gasraum besteht, der durch eine kleine Öffnung mit der freien Luft in Verbindung steht. Dieser Fall liegt z. B. beim Helmholtzschen Resonator vor. Ferner kann die vordere Luftkammer eines Fernhörers in Verbindung mit dem menschlichen Gehörgang als Tonraum angesehen werden.

Literatur: Hahnemann u. Hecht, Phys. Z. Bd. 21, S. 187, 1920; Bd. 22, S. 353, (1921) — F. A. Fischer, Grundzüge der Elektroakustik. Fachverlag Schiele u. Schön, Berlin, (1950). *Brosze*

Tonrad → Wechselstromtelegrafie.

Tonrundfunk → Rundfunkdienst.

Tonrundfunksender mit Frequenzmodulation (FM) werden i. allg. für den Frequenzbereich von 87,5 bis 108 MHz ausgelegt. Sie sind außerdem in den Frequenzbereichen I, III sowie IV/V Teil der Fernsehsendeanlagen zur Übertragung des Fernsehbegleittones. Für diese Tonsender ergeben sich wegen des

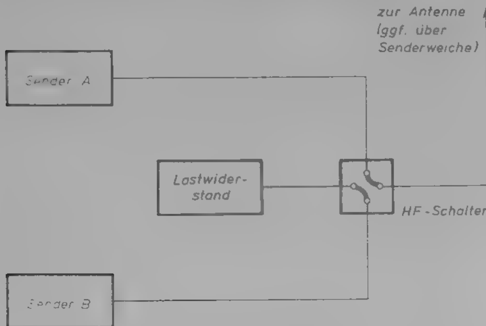


Bild 1. Prinzip des Senders mit voller passiver Reserve.

festen Bild/Ton-Trägerabstandes sowie der jetzt üblichen Trägermodulation über die Norm-ZF z. T. in Verbindung mit Funktionswechsel der Leistungsstufen des Bild- und Tonsenders besondere Lösungen. Sie sind bisher nur für die Übertragung monauraler Signale eingerichtet.

Die Forderung, im Interesse einer besseren Wiedergabequalität breitere NF-Frequenzbänder mittels eines wenig störempfindlichen Modulationsverfahrens zu übertragen, läßt sich in diesen hohen Frequenzbereichen gut durchführen. Trotz eines Spitzenhubes von 75 kHz bleibt auch bei Stereomodulation wegen Mehrtonmodulation die belegte Bandbreite relativ klein (< 180 kHz für 99 % Signalanteil).



Bild 2. Sender mit passiver Vorstufenreserve.

T. im UKW-Bereich werden bevorzugt mit Nennleistungen von 0,6, 1, 3 und 10 kW eingesetzt. Aus Gründen der Wartung und zur Erhöhung der Betriebssicherheit werden sie mit Reserveeinheiten aufgebaut. Die Regelbauweise sieht 100 %ige passive Reserve vor, damit im Ablösefall der Versorgungsbereich unverändert bleibt. Bild 1 zeigt das Prinzip der Anlage mit einer 100 %igen passiven Reserve. Soweit Anlagen mit passiver Vorstufenreserve aufgebaut werden, besteht die Möglichkeit der Leistungsrückschaltung. Bild 2 zeigt einen UKW-Sender mit 3 kW Nennleistung und passiver Vorstufenreserve. Bild 3 zeigt das Blockschaltbild eines modernen stereofähigen VHF-FM-Steuersenders, Bild 4 die praktische Ausführung als 19-Zoll-Einschub.

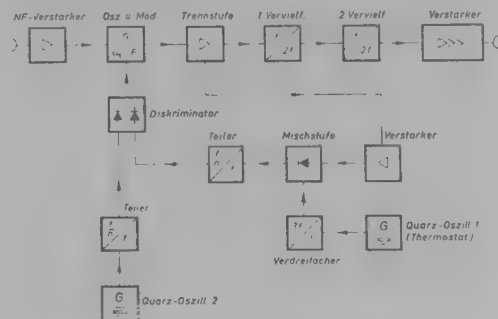


Bild 3. Blockschaltbild eines VHF-FM-Steuersenders (Fa. R & S).

Bei monauralem Betrieb begrenzt ein Tiefpaß das NF-Band bei 16 kHz. Zusätzlich wird die → Preemphase entsprechend einer Zeitkonstanten von 50 µs wirksam, wodurch eine Verbesserung des → Modulationsindexes für Frequenzen oberhalb 1 kHz erreicht wird. Stereo-Übertragung nach dem Pilottonverfahren ist in Verbindung mit einem vorgeschalteten Stereocoder möglich. Der NF-Eingangsverstärker



Bild 4. VHF-FM-Steuersender.

muß in diesem Fall im Frequenzbereich von 40 Hz bis 53 kHz sehr strengen Forderungen hinsichtlich des Amplitudenfrequenzganges und der Phasenlinearität genügen. Tiefpaß und Vorverzerrung sind ausgeschaltet, die Preemphase wird im Coder berücksichtigt.

Die Endfrequenz mit dem Soll-Frequenzhub (Spitzenhub ± 75 kHz) wird durch Vervielfachung erreicht. Hub und Frequenz des freischwingenden Oszillators der Modulationsstufe sind um den Vervielfachungsfaktor kleiner. Die Mittenfrequenz wird durch eine

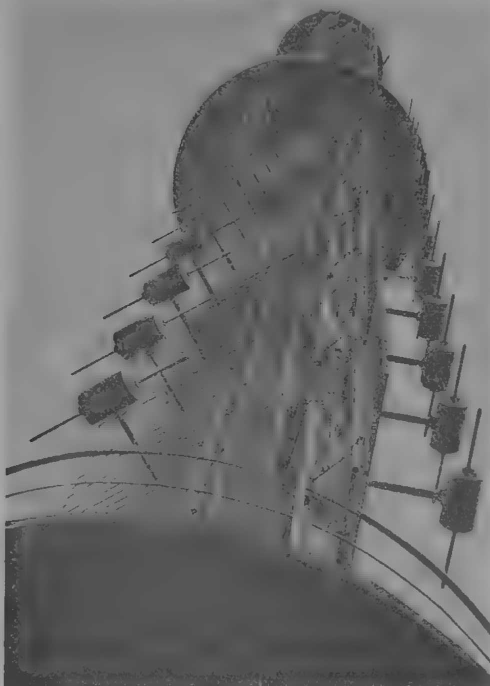


Bild 5. VHF-Sendeantenne, aufgebaut aus Richtstrahlfeldern.

Nachstimmeinrichtung konstant gehalten. Bei älteren Anlagen wurde die Nachstimmung mittels Stellmotor während der Modulationspausen durchgeführt. Moderne Anlagen werden elektronisch (Kapazitätsdiode) nachgestimmt. Um die Regelung der Mittenfrequenz auch bei anliegender Modulation zu ermöglichen, wird z. B. im Steuersender nach Abb. 3 über einen temperaturgeregelten Quarzoszillator auf eine Zwischenfrequenz abgemischt, stark heruntergeteilt und die Ist-Frequenz in einem → Diskriminator mit einer Referenzfrequenz verglichen. Durch die starke Teilung kann der Einfluß der modulationsbedingten Seitenspektren vernachlässigt werden. Zu jedem FM-Sender gehört ein Frequenzhubmesser mit Meßdemodulator, der die Messung und Überwachung des Senders gestattet.

Die Sendeantenne wird in der Regel teilbar ausgeführt und besteht entsprechend dem erforderlichen Gewinn aus 2, 4 oder 6 Ebenen. Bild 5 zeigt eine ausgeführte 6-Ebenen-Antenne, die aus Richtstrahlfeldern aufgebaut ist.

Über Senderweichen lassen sich mehrere Sender an der gleichen Antenne betreiben. Bei der Planung ist dabei jedoch zu berücksichtigen, daß Mindest-Trägerabstände eingehalten werden müssen. *Vogt*

Tonstudiotechnik. An die technischen Einrichtungen zur Schallübertragung in den Studios für Rundfunk, Fernsehen, Film und Schallplatte werden bei der Umwandlung der Schallenergie in elektrische Energie an die Wiedergabetreue höchste Ansprüche gestellt. Die anzustrebenden Werte sind in Pflichtenheften der Rundfunkanstalten bzw. des Institutes für Rundfunktechnik für alle Geräte der Studiotechnik festgelegt. Beginnend bei den niedrigen Mikrofonspannungen von wenigen Millivolt über die nachfolgende Verstärkung, Regelung, Mischung und Klangkorrektur mittels Entzerrer und Filter in der Regieeinrichtung, die Überwachung des abgegebenen Pegels durch Aussteuerungsmesser und Lichtzeigerinstrument und die Einhaltung der Übersteuerungsgrenze bis zum Ausgang zur Endkontrolle an der Postübergabestelle, alles ist Aufgabe des Tonmeisters, der durch Regelung von Hand aus oder mit Hilfe automatischer, elektronischer Regelschaltungen für Abgabe des richtigen Pegels und verzerrungsfreien Frequenzganges sorgt. Die bei Orchesterübertragungen auftretenden, als → Dynamik bezeichneten Pegelschwankungen zwischen Pianissimo und Fortissimo können nach unten die Geräuschspannungsgrenze der Verstärker unter- und nach oben die Übersteuerungsgrenze überschreiten. Tritt eine Überschreitung dieses Bereiches von etwa 70 dB auf, wird eine Dynamikeinengung von Hand durch Pegelregler oder automatisch durch Regelverstärker in Form von Begrenzern oder Kompressoren nötig. Zur Herstellung der Originaldynamik am Ende des Übertragungsweges kann ggf. ein → Expander (Dynamikdehner) verwendet werden.

Besondere Effekte lassen sich durch Zumischung von Decor- und Hallkanälen zur Grundmodulation erreichen. Ebenso kann durch einen Solisten-Verstärkerkanal eine größere Prägnanz des Klangbildes (Präsenzwirkung) erzielt werden.



Blick in einen Regieraum mit Sendesaal.

Für die Fernseh-Studiotechnik hat der Playbackkanal zum Einspielen vorher optimal aufgenommener Musikstücke und Gesangpartien in das Studio große Bedeutung gewonnen.

Neben der optischen Kontrolle durch den Aussteuerungsmesser erfolgt im Regieraum (s. Bild) auch eine laufende akustische Überwachung durch hochwertige Regie-Lautsprecher.

Literatur: → Reportageeinrichtungen. *Hoffmann*

Tontastgerät → Wechselstromtelegrafie.

Tonübertragung → Rundfunkübertragung.

Tonübertragungsgüte auf Leitungen. Ein Tonprogramm soll auf den Fernmeldestromkreisen in optimaler Qualität übertragen werden. Dazu sind eine Reihe von Übertragungs-Parametern festgelegt worden, mit deren Hilfe die Güte einer Übertragung hinreichend beurteilt werden kann. CCITT empfiehlt für Ton-Übertragungen auf internationalen Leitungsverbindungen die Einhaltung der in nachstehender Tabelle aufgeführten Werte. Sie gelten für einen hypothetischen Bezugskreis für Tonleitungen mit einer Länge von 2500 km. Diese Leitungskette enthält 2 Schnittpunkte, die die Strecke in 3 Abschnitte gleicher Länge teilen, an denen das Signal wie am Anfang B und Ende C in der originalen Lage erscheint. Das bedeutet im Falle von Übertragungen über TF-Tonkanal-Systeme an diesen Punkten eine Demodulation in die Audio-Lage und damit 3 Modulationsabschnitte. An den Punkten B und C endet die internationale Leitungskette in internationalen Schaltstellen (ISPC = international sound programme centre). Das sendende (A) wie auch das empfangende Funkhaus (D) werden im Normalfall über Ortsleitungen mit den Punkten B und C der internationalen Leitung verbunden.

Zur Angabe der einzelnen Parameter müssen der Programm- und Meßpegel für die Übertragung festliegen. Damit das Programm genügend aus dem nicht zu vermeidenden Rauschen der aktiven und passiven Glieder der Übertragungsstrecke gehoben wird, muß für die Programmpegelspitzen — gemessen mit Spitzenwert-Aussteuerungsmesser (10 ms Integrationszeit) — ein ausreichender Absolutpegel zugelassen werden. Zu hohen Pegeln werden Grenzen gesetzt durch Übersteuerungsgefahr von Verstärkern und Übertragern, durch zu starkes Nebensprechen auf Nachbarleitungen und vor allem durch Überlastungsgefahr von TF-Systemen, wenn Tonleitungen in solchen Systemen geführt werden. In Anlehnung an den Fernsprechpegel in TF-Kanälen ist für die Programmspitzen der Absolutpegel +9 dBmO festgelegt worden.

Güteparameter für hypothetischen Bezugskreis für 10 kHz[1]) breite Tonleitungen

1. Lineare Verzerrungen	
1.1. Dämpfungsverzerrungen:	s. Bild 1
1.2. Phasenverzerrungen:	$t_{10\,000\ Hz}$ zu $t_{min} > 8$ ms $t_{100\ Hz}$ zu $t_{min} > 20$ ms $t_{50\ Hz}$ zu $t_{min} > 80$ ms
2. Nichtlineare Verzerrungen:	k ≤ 4% (k für Grundfrequenzen) unter 100 Hz < 3% über 100 Hz < 2%
3. Störspannungen:	Geräuschspannung[2]): − 48 dBmO Fremdspannung[2]): − 28 dBmO

[1]) Neben der 10 kHz breiten Tonleitung (normal Typ A) gibt es zur Zeit noch Tonleitungen der Bandbreite 6,4 kHz.
Ein deutscher Vorschlag sieht eine neue Klasseneinteilung unter Berücksichtigung der bereits diskutierten Leitungen mit 15 kHz Bandbreite vor und zwar sollen 4 Klassentypen toleriert werden. Klasse 1: von 100 Hz bis 5 kHz (5,7 Oktaven), Klasse 2: von 75 Hz bis 7,5 kHz (6,7 Oktaven), Klasse 3: von 50 Hz bis 10 kHz (7,7 Oktaven), Klasse 4: von 40 Hz bis 15 kHz (8,7 Oktaven). Der Vorteil dieser Einteilung wird darin gesehen, daß das geometrische Mittel jeder Frequenzbandbreite bei etwa 750 Hz liegt und daß sich jede Klasse um 1 Oktave von der nächsten unterscheidet.

[2]) Bei der DBP sind diese Forderungen verschärft worden. Weil wegen der Netzstruktur mit 9 Rundfunkanstalten (→ Tn- u. TV-Leitungsnetz) die Verbindung JSCP (s. o.) — Funkhaus selten nur eine Ol ist, werden für den Endverkehr nochmals 3 dB gefordert, also Geräuschspannung: −51 dBmO. Die Fremdspannung darf bei den Tonübertragungseinrichtungen der DBP −37 dBmO nicht übersteigen.

Dies ist zugleich der Übergabepegel an die Ortssendeleitung am Postübergabepunkt (→ Ton- und Fernsehleitungsnetz). Bei NF-Führung wird dieser Pegel auf der Leitungsseite um 6 dB erhöht. Bevor Übertragungen über Leitungen vorgenommen werden, werden die Verstärker auf den richtigen Pegel eingeregelt. Die Einregelung soll eine optimale Übertragungsgüte gewährleisten. Zur Festlegung des Einregelungspegels bei Benutzung von TF-Systemen ist zu berücksichtigen, daß der zulässige Spitzenpegel (+9 dBmO) von einem charakteristischen Langzeitmittelwert der Programmleistung ausgeht. Dieser über mindestens eine Stunde zu integrierende Leistungspegel liegt bei normalem Tonprogramm bei etwa −6 dBmO. Bei frequenzabhängigen Messungen ist ferner zu bedenken, daß bei TF-Systemen ggf. Preemphasis-Netzwerke eingeschleift sind, womit höhere Frequenzen auf der Leitungsseite im Pegel angehoben werden.

Unter Beachtung der Überlastungsgefahren bei TF-Systemen empfiehlt CCITT neuerdings für das Einregeln und das frequenzabhängige Messen einen Pegel von −12 dBmO (bisher 0 dBmO). Die nebenstehende Tabelle enthält die bei Bezugskreislänge mindestens einzuhaltenden Parameter für eine 10 kHz breite Leitung.

Zu 1. Lineare Verzerrungen sind Amplituden- und Phasenabweichungen in Abhängigkeit von der Frequenz. Der Bezugspegel ist — 12 dBmO, die Bezugsfrequenz 800 Hz. Phasenabweichungen werden durch Angabe der Gruppenlaufzeitdifferenz bei bestimmten Frequenzen toleriert. Eine Bestimmung der Gruppenlaufzeit ist betrieblich erfahrungsgemäß nicht notwendig. Die Berücksichtigung der Werte bei der Systemplanung und die Ermittlung bei der Ersteinmessung genügen, da während des Betriebes keine wesentlichen Änderungen mehr auftreten.

Zu 2. Nichtlineare Verzerrungen werden nach CCITT mit dem Klirrprodukt $k = \sqrt{k_2^2 + k_3^2}$ angegeben. Man beschränkt sich auf die Messung der quadratischen und kubischen Verzerrungen, weil erfahrungsgemäß die Obertöne höherer Ordnung bei den in der Tonübertragung verwendeten qualifizierten Geräten in vernachlässigbarer Größenordnung liegen. Der empfohlene k-Faktor gilt für Spitzenaussteuerung. Die DBP verwendet zur k-Faktorbestimmung Töne mit maximaler Pegelspitze, allerdings wird durch

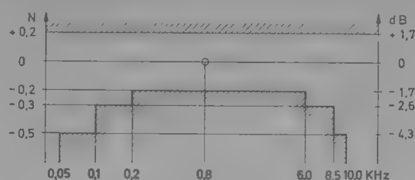


Bild 1. Dämpfungsverzerrungen nach CCI.

Verwendung eines Meßautomaten die Sendezeit der Einzeltöne auf je 1,33 sec reduziert, um die Überlastung von TF-Systemen zu vermeiden. Mit der k-Faktormethode lassen sich nichtlineare Verzerrungen im oberen Frequenzbereich des Übertragungsbandes nicht mehr bestimmen, wenn die doppelte bzw. dreifache Sendefrequenz außerhalb des Bandes fällt. Desgleichen versagt diese Methode im TF-Bereich eines TF-Tonkanals. Deshalb wird bei der DBP neben dem k-Faktor ein Differenz-Tonfaktor d — er ist ein Mischprodukt, das beim Senden zweier verschiedener Frequenzen gleichen Pegels auf nichtlineare Glieder entsteht — für bestimmte Frequenzpaare gemessen. Zwischen den Faktoren d und k bestehen für quadratische und kubische Verzerrungen die Beziehungen $d_2 = \frac{2}{4} k_2$ und $d_3 = \frac{3}{4} k_3$.

Die Faktoren k_2, k_3, d_2 und d_3 werden bei günstig gewählten Frequenzen bestimmt. Mit jeweils dem höchsten Wert (d. h. k_2 direkt gemessen oder k_2 aus $k_2 = 2\,d_2$ ermittelt, bei k_3 entsprechend) wird der Klirrprodukt k für die verschiedenen Frequenzbereiche (s. Tabelle) errechnet.

Zu 3. Störspannungen werden durch Rauschen aller Art, selektive Störer u. a. m. hervorgerufen. Es sind Spannungsanteile, die auf der Übertragungsstrecke zur Nachricht hinzutreten. Die Güte der Übertragung wird in diesem Falle durch die Größe der Störspannung bestimmt. Es werden Geräuschspannungen und Fremdspannungen unterschieden. Die Geräuschspannungen werden mit einem Ohrbewertungsfilter

(Psophometer) ermittelt. Das Psophometer bewertet die Lästigkeit von Geräuschen in Abhängigkeit von der Frequenz. Seine Charakteristik ist nicht zu verwechseln mit den Kurven gleicher Lautstärke (Fletcher-Munson). Es werden die Anteile zwischen etwa 1 und 9 kHz der hier auftretenden größten Empfindlichkeit des menschlichen Ohres am stärksten bewertet. Für die bisher international eingeführten Tonleitungen (s. Fußnote [1]) zur Tabelle) gilt die Bewertungskurve B. Da aber in zunehmendem Maße (besonders für Stereo-Übertragung) 15 kHz-Leitungen eingerichtet werden, muß ein neues Bewertungsfilter für solche Bandbreiten festgelegt werden. Die Kurve C wird für eine CCI-Empfehlung vorgeschlagen (Bild 2).

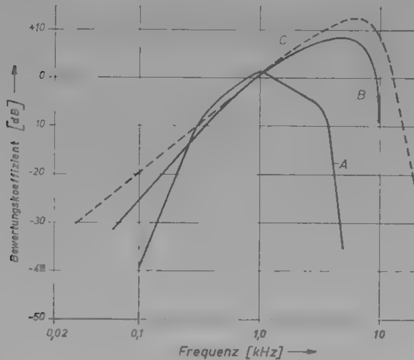


Bild 2. Bewertungskurve: A für Fernsprechleitungen; B für Tonleitungen mit 10 kHz Bandbreite; C für Tonleitungen mit 15 kHz Bandbreite.

Wertetabellen für Bild: Bewertungskurven

Kurve A		Kurve B		Kurve C	
kHz	dB	kHz	dB	kHz	dB
0,1	− 41,0	0,06	− 32,2	0,03	− 30,6
0,15	− 29,0	0,1	− 26,1	0,06	− 24,6
0,2	− 21,0	0,2	− 17,3	0,1	− 20
0,3	− 10,6	0,4	− 8,8	0,2	− 13,9
0,4	− 6,3	0,8	− 1,9	0,4	− 7,9
0,5	− 3,6	1,0	0	0,8	− 1,9
0,6	− 2,0	2,0	+ 5,3	1,0	0
0,8	0,0	4,0	+ 8,2	2,0	+ 5,8
1,0	+ 1,0	5,0	+ 8,4	3,0	+ 8,8
1,2	0,0	6,0	+ 8,2	4,0	+ 10,7
1,5	− 1,3	7,0	+ 7,3	5,0	+ 11,8
2,0	− 3,0	8,0	+ 5,1	6,0	+ 12,3
2,5	− 4,2	9,0	− 0,3	7,0	+ 12,1
3,0	− 5,6	10,0	− 9,7	8,0	+ 11,2
3,5	− 8,5			9,0	+ 10,0
4,0	− 15,0			10,0	+ 8,1
5,0	− 36,0			12,0	+ 2,2
				14,0	− 5,5
				16,0	− 12,5
				20,0	− 22,5

Die Geräuschspannungen können auch in der Studiotechnik bei der Aufzeichnung auf Magnettonband oder Schallplatte nicht beliebig klein gehalten werden. Eine Festlegung erfolgt über folgende Überlegung: Die Dynamik, das ist das Verhältnis des höchsten zum niedrigsten Programmpegel, soll 40 dB betragen. Damit nun der kleinste Nutzpegel von −40 dB (relativ zum Maximalpegel) noch einwandfrei wahrgenommen wird, gilt als Richtwert ein Abstand von ca. 20 dB zwischen Geräuschspannungspegel und kleinstem Nutzpegel. Daraus resultiert, daß der Abstand zwischen maximalen Programmpegel und Geräuschspannungspegel — er wird Geräuschspannungsabstand bzw. Signal-Geräuschverhältnis genannt — bei guter Übertragungsqualität in der Größenordnung von etwa 60 dB liegen sollte (CCI-Empfehlung s. Tabelle).

Da das menschliche Ohr für Spannungsanteile bei tiefen und sehr hohen Frequenzen weniger empfindlich ist, braucht hier nicht der gleiche Geräuschabstand wie bei den Frequenzen zwischen 1 und 9 kHz eingehalten zu werden. Um sicher zu sein, daß keine Einzeltöne (z. B. Netzbrummen) störend hörbar werden, ist ein Fremdspannungsabstand festgelegt worden, der nach CCI um 20 dB kleiner als der Geräuschspannungsabstand sein darf, dabei ist die Fremdspannung die breitbandig umbewertet gemessene Störspannung.

Literatur: CCITT-Blue Book (Vol. III (1965), Recommendation J. 21 und J 22 S. 359 ... 367 — CCITT-Blue Book Vol. IV (1965) Recommendations of the series N S. 176 ff. and Supplement No. 20 S. 339 ... 342 — F. Hautsch, Grundlagen der Ton-Übertragungstechnik. Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1965 S. 103 ... 129 — G. Fischer u. J. Rasch, Die bei Fernsprech- und Rundfunkübertragung auftretenden elektrischen Leistungen unter Berücksichtigung von Preemphasis und Kompander, NTZ 1965, H. 4, S. 205 ... 209 — DIN 45 403, Blatt 1, 2 und 3 — Darré, Methoden zur Messung nichtlinearer Verzerrungen im Tonfrequenzgebiet. Frequenz 1955, Heft 3 und 4 — E. Belger, Über die Messung und Bewertung von Störgeräuschen. Techn. Hausmitteilungen des NWDR 1953, Heft 1/2, S. 51—59. *Zedler*

Ton- und Fernsehübertragungsstelle → Rundfunkübertragung.

Tonübertragungstechnik.

1. Stromwegarten.

Tonprogramme werden über Leitungen in der Niederfrequenz (NF)- und Trägerfrequenz (TF)-Lage oder in Funksystemen übertragen.

a) NF-Ton-Stromwege.

In älteren NF-Fernkabeln diente der ursprünglich für Meßzwecke vorgesehene Kernvierer als Tonleitung. Er war von einem Bleimantel umgeben, über dem sich die übrigen Kabellagen befanden. Die erforderliche Frequenzverbreiterung wurde durch leichtere Bespulung erzielt.

Die nach 1930 ausgelegten Fernkabel enthielten mehrere gesondert gefertigte Paare (je 1,4 mm starke Kupferadern) in Metallfolie (PiMF) für Tonprogrammübertragung. Bespult wurde zunächst mit 17 mH/1,7 km mit der obersten Übertragungsnutzfrequenz $f_0 = 7$ kHz — um Phasenverzerrungen im oberen Frequenzbereich zu verringern, wird als $f_0 = 0{,}7 \cdot f_{grenz}$ zugelassen —, dann mit 12 mH/1,7 km ($f_0 = 8$ kHz). Heute werden geschirmte Paare entweder sehr leicht (3,2 mH/1,7 km mit $f_0 = 15$ kHz) oder nicht mehr bespult.

Etwa von 1950 ab wurden symmetrische Trägerfrequenz-Fernkabel verlegt. Hier konnten die zu Sternvierern verseilten Stammleitungen, als Phantomkreise geschaltet, zusätzlich mit einem Tonprogramm

belegt werden. Die Phantombildung erspart Filteraufwand. Um Mitsprechen aus dem 12 kHz aufwärts liegenden TF-Band zu vermeiden, mußte der Frequenzbereich durch Einschaltung eines Filters auf 11,5 kHz begrenzt werden.

b) TF-Ton-Stromwege

TF-Tonkanal-System für 10-kHz-Bandbreite. Eine NF-Führung ist heute bei Entfernungen über etwa 200 km gegenüber einem TF-Stromweg nicht mehr wirtschaftlich. CCITT empfiehlt daher für einen TF-Tonkanal z. B. in der Grund-Primärgruppe B (60 . . . 108 kHz) das Frequenzband von 84 . . . 96 kHz, der Platz von 3 Fernsprechkanälen ist für einen Tonkanal der Frequenzbandbreite 50 Hz . . . 10 kHz vorgesehen. Als virtuelle Trägerfrequenz (Nullfrequenz des Nachrichtenprogramms) sind 96 kHz festgelegt, neuerdings werden auch 95,5 kHz empfohlen. Da eine einwandfreie Dämpfung zu den benachbarten Fernsprechkanälen bei Einhaltung der empfohlenen Gruppenlaufzeitabweichungen nicht möglich war, wurde bei dem ersten deutschen TF-Tonkanal-System das TF-Tonband um 600 Hz verschoben und invertiert (Bild 1).

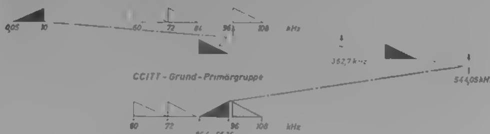


Bild 1.
Frequenzplan für TF-Tonkanalsystem 59 mit Kompander.

Damit konnte das Frequenzband von den steilen Filterflanken abgerückt und verständliches Nebensprechen verringert werden. Aus wirtschaftlichen Erwägungen werden TF-Systeme für die Forderungen der Fernsprechübertragungen ausgelegt, weil Fernsprechkanäle den überwiegenden Anteil im Verhältnis zu Ton-Kanälen ausmachen. Es läßt sich zeigen, daß bei Bezugskreislänge der Geräuschspannungsabstand in dem 10 kHz (exakt 9,95 kHz) breiten Tonband gegenüber einem 3,1 kHz breitem Fernsprechkanal unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bewertungskurven (→ Tonübertragungsgüte) um ca. 12 dB verbessert werden muß, wenn — wie vom CCITT empfohlen — die Geräuschspannung bei Fernsprechen — 50 dBmO und bei Ton — 48 dBmO betragen soll. Bei Fernsprechen ist zur Verminderung der Geräusche ein → Kompander bekannt, der mit einer sog. 2 : 1-Kennlinie (d. h. linearer Verlauf der Ein- zu Ausgangspegel bei logarithmischer Darstellung) in der NF-Lage arbeitet.

Mit einer solchen Charakteristik sind aber die Güteforderungen der Tonübertragung bezüglich nichtlinearer Verzerrungen nicht erfüllbar. Besonders schwierig ist es, bei tiefen Frequenzen die Klirrverzerrungen geringzuhalten. Ein Kompander, der niederfrequent arbeitet und alle Güteforderungen erfüllt, verlangt deshalb erheblichen Aufwand. Einfacher ist es, einen Ton-Kompander in einer trägerfrequenten Lage arbeiten zu lassen, weil dann die relative Bandbreite gering ist und die genannten Probleme eines NF-Kompanders entfallen. Das deutsche 10-kHz-TF-Tonkanal-System arbeitet mit einem TF-Kompander, mit dessen Hilfe bis zu 17 dB Geräuschabstandsverbesserung erreicht werden kann.

TF-Tonkanal-System für 15 kHz Bandbreite.

Bei diesen Systemen wird für 2 getrennte 15 kHz breite Tonkanäle oder ein Stereopaar (je 15 kHz Bandbreite) das Frequenzband der gesamten Primärgruppe 60 . . . 108 kHz benutzt. Aus Aufwandsgründen wird bei der deutschen Entwicklung auf zusätzliche Fernsprechkanäle verzichtet, während eine ähnliche ausländische Entwicklung zu den beiden 15-kHz-Tonkanälen an den Bandenden je einen Fernsprechkanal vorsieht. Das deutsche TF-Tonkanal-System für 15 kHz Bandbreite bringt gegenüber dem mit Röhren bestückten früheren System durch Transistorisierung 75 % Raumersparnis. Es arbeitet wie folgt: Zwei gleich aufgebaute Sendeumsetzer bringen die beiden Tonkanäle (zwei voneinander unabhängige Programme oder ein Stereopaar) jeweils auf einen Träger von 95,5 kHz. In dieser Zwischenfrequenzlage ist jeder Kanal gleichwertig schaltbar. Dadurch kann die die allgemeinen Übertragungsbedingungen verschlechternde Demodulation/Modulation in Zwischenschaltpunkten vermieden werden. Ein Zweitumsetzer ordnet dann die beiden Tonkanäle nach einer bestimmten Vorschrift in das Primärgruppen-Frequenzband 60 . . . 108 kHz. Entsprechend befinden sich in der Empfangsstelle ein Umsetzer, der die beiden Kanäle wieder in die zwischenfrequente Schaltlage bringt, und zwei wiederum gleichartige Empfangsumsetzer zur Rückgewinnung der originalen Frequenzlage. In der Regel werden zur Geräuschabstandsverbesserung Preemphase/Deemphase-Netzwerke und TF-Kompander in Kombination benutzt. In jedem Tonkanal wird ein 16,8-kHz-Pilot zugesetzt, dem folgende Aufgaben zugeteilt sind:

1) Überwachung des Tonkanals,

2) Korrektur von Pegelfehlern der Übertragungsstrecke.

3) Phasenkorrektur des empfangsseitigen 95,5-kHz-Trägers.

Die Phasenkorrektur unter c) ist die Grundlage für die geforderte Pegel- und Phasengleichheit beider Kanäle bei Stereo-Übertragung, dabei sind zusätzlich Phasenentzerrer notwendig, um die erforderlichen Phasenabweichungen von nur wenigen Graden einhalten zu können.

c) Ton-Kanäle in Funksystemen.

In der BRD sind Ton-Kanäle in Verbindung mit Richtfunksystemen wie folgt eingesetzt

1) in Richtfunklinien mit Puls-Phasen-Modulation (PPM). Sie wurden in geringem Umfang bei geographisch für Kabelauslegung besonders ungünstigen Verhältnissen eingerichtet, in Zukunft werden sie aber Zug um Zug durch andere Stromwege ersetzt,

2) in Fernseh-Richtfunklinien mit Frequenzmodulation. Es besteht eine feste Zuordnung zum Fernseh-Bildkanal (→ Richtfunksystem),

3) in vorübergehend eingerichteten Richtfunklinien mit Frequenzmodulation. Es sind Reportagelinien für Ton bzw. Ton und Fernsehen. Je nach Reportagesystem werden zusätzlich eine gewisse Anzahl Fernsprechstromwege z. B. für Meldeleitungen mitgeführt.

4) Über Satelliten werden Tonkanäle neuerdings innerhalb von TF-Systemen (TF-Tonkanal-System für 10-kHz-Bandbreite) mitgeführt, während ursprünglich für den Ton ein eigener Träger vorgesehen war (→ Übertragungstechnik bei Fernmeldesatelliten).

2. Tonleitungs-Verstärker- und Übertragungstechnik.

Im Bereich der DBP wird bei Ton-Übertragungsleitungen mit der Konstant-Volt-Methode gearbeitet, d. h., die Verstärker sind im Ausgang niederohmig (Haupt- und Zusatzverstärker). An Schaltpunkten wird zur rückwirkungsfreien Verzweigung ein am Eingang hochohmiger Zusatzverstärker eingesetzt. Dadurch stimmen an den Schaltpunkten Spannungs- und Leistungspegel überein, was für den praktischen Betrieb vorteilhaft ist. Am Eingang der Leitung (Bild 2)

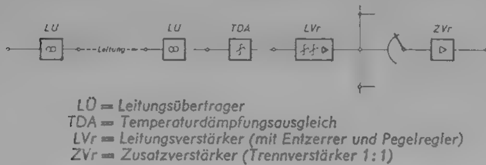


Bild 2. Prinzipskizze eines NF-Tonstromweges.

dient der LÜ der galvanischen Trennung von Leitung und Geräten. Die entstehenden Klirrverzerrungen werden verringert, indem sie über den niederohmigen Ausgang der Verstärker praktisch kurzgeschlossen werden. Der LÜ am Leitungsende paßt neben galvanischer Trennung der Leitung von den Geräten die Leitung dem Verstärkereingang an. Bis vor wenigen Jahren wurden bei bespulten Leitungen Leitungsnachbildungen (Leitungsnetzwerke mit komplexer Nachbildung) in den Ausgangs-LÜ eingefügt. Diese Maßnahme ist nach neueren Erkenntnissen überflüssig. Es genügt ein reeller, an den Minimalwert des Wellenwiderstandes der Leitung angepaßter Abschluß.

Die auf einer Leitung auftretende charakteristische frequenzabhängige Leitungsdämpfung wird im Leitungsverstärker wiederaufgehoben, wobei die frequenzkorrigierenden Glieder im Rückkopplungszweig des Verstärkers liegen. Die Verstärkung eines geradlinigen Hauptverstärkers (HVr) ist fest (4,5 Np). Je nach Leitungsart werden Verstärker alle 72 km bei bespulten geschirmten Paaren bzw. alle 36 km bei Sternvierern vorgesehen.

Sehr unangenehm sind bei Kabelführungen die frequenzabhängigen Dämpfungen durch Temperaturänderungen. Zur Veranschaulichung diene das Beispiel eines papierisolierten 1,2-mm-Aderpaares, bei dem auf der Länge von 160 km im Jahr Temperaturdämpfungsänderungen von ± 3 dB auftreten können. Diese Beeinflussung der Übertragungsgüte wird durch Zusatzentzerrer (Temperaturdämpfungsausgleich) so gut wie möglich aufgehoben. Für die Einregelung der Leitungen sind im Frühjahr und Herbst Bezugszeiten für den TDA festgelegt worden.

Wegen des niederohmigen Ausgangs der Verstärker können dahinter Schaltfelder liegen, an denen Ton-Programme beliebig verzweigt werden. Zur rückwirkungsfreien Trennung wird jeweils nach der Verzweigung ein Trennverstärker eingeschleift.

3. Stereoübertragungen auf Leitungen.

Die beiden Informationskanäle werden bei der leitungsgebundenen Führung nicht codiert, sondern in der originalen A-B-Form übertragen. Die Übermittlung erfolgt in der NF-Lage über ausgesuchte Paare, bei denen für Amplituden- und Phasendifferenz zwischen beiden Leitungen besonders strenge Forderungen eingehalten werden müssen. Mit dem neuen TF-Tonkanal-System können Stereo-Programme auch über weite Strecken TF-mäßig geführt werden.

Literatur: 1. E. A. Pavel: Rundfunkübertragungstechnik. Der Dienst bei der DBP, Bd. 6, 5. Teil, R. v. Deckers Verlag, G. Schenk (1954) — 2. W. von Gutenberg und H. Hochrath: Ein Kompander für Rundfunkübertragung, NTZ 1960, Heft 1, S. 9–15 — 3. W. Beijnink: Programme transmission on carrier telepone routes. Philips Telecommunication Review. Vol. 27, No 3, May 1968 — 4. F. Hautsch: Die Frequenzbandbreite der Tonmodulationsleitungen, Funkschau 1966, Heft 18, S. 572–573 — 5. G. Zedler: Stand und Entwicklung der Tonübertragung bei der DBP, ZPF 1968, Heft 15, S. 574 ... 577 — 6. Technischer Bericht des FTZ Nr. 2009 vom 2. 3. 1962: Die Felddämpfung bespulter Ton-Stromwege bei reellem Abschluß — 7. F. Hautsch: Die zusätzlichen Forderungen an Tonleitungen für die Übertragung stereophonischer Rundfunk-Programme und Meßverfahren zur Prüfung von Tonleitungen und Stereofähigkeit. Rundfunktechn. Mitteilungen 1963, Heft 3, S. 200 ... 203.

Zedler

Tonwaren sind Erzeugnisse, deren Herstellung mittels Ton erfolgt, wobei die Bildsamkeit des Tons zur Formgebung benutzt wird. Den Grundstoff für die Tw-Herstellung liefert Aluminiumsilikat (Kaolin), wie es in der Natur durch Verwitterung von Alkali-Tonerde-Doppelsilikaten entsteht. Die Reinheit des verwendeten Materials und der eventuellen Zusätze beim Brennen bedingt die Art der erhaltenen Produkte. Sind die Scherben porös und nicht durchscheinend, so spricht man von Tongut. Hierzu gehören z. B. Ziegel, Steinzeug, Fayence, Töpferwaren u. a. Sind die Scherben mehr oder weniger durchscheinend, so spricht man von Tonzeug. Hierzu gehören z. B. säurefeste Steine, Isolatoren und Porzellan. In der Elektrotechnik findet Steinzeug für Sammlergefäße, Tongut als Körper für Widerstände und Sicherungen, Porzellan für Isolatorenglocken und -knöpfe Verwendung.

Topfantenne → Antennen auf Eisenbahnfahrzeugen.

Topfkern → Pupinspule.

Topologie ist die Betrachtung einer Schaltung nach ihrer geometrischen Struktur, → Streckenkomplex.

Topsidesounder → Ionosonde.

TOR-Code → Codierung.

torsionsfreies Kabel → Seekabelaufbau.

tote Zone → ionosphärische Brechung.

Trafacc-Telegramme → Telegrammarten.

tragbarer Fernsprecher OB (Ortsbatterie) 33 der DB dient vorwiegend dazu, die Bahnunterhaltungsarbeiter über den Zugverkehr zu unterrichten. Der tragbare F. ist in einer Tragtasche untergebracht, wird von einer Taschenlampenbatterie gespeist und hat für den Anschluß der Leitungen Schraubklemmen. Seine elektrischen Werte sind die gleichen wie die des nicht tragbaren OB 33.

tragbare Funkgeräte sind Funkgeräte, die dazu bestimmt sind, während der Bewegung einer Person betrieben zu werden. Vorzugsweise werden derartige Geräte im beweglichen Landfunkdienst und im (beweglichen) → Seefunkdienst als tragbare Sprechfunkanlagen verwendet. Die Geräte, die einen oder mehrere Frequenzkanäle schalten können und meist im UKW-Bereich in Frequenzmodulation arbeiten, müssen entsprechend leicht gebaut sein und eine eigene Stromversorgung (Batterien, Akkumulatoren) besitzen. Sie sind meist voll mit Transistoren bestückt. Nicht zu verwechseln sind diese Anlagen mit bewegbaren (transportablen) Funkanlagen, die während des Transportes nicht betrieben werden können. Diese werden im Rahmen → fester Funkdienste betrieben. Vgl. auch → Funkanlagen kleiner Leistung. Tragbares Funkgerät für Rettungsboote und -flöße (→ Funkausrüstung der Schiffe).

tragbare Funksprechgeräte im Eisenbahndienst → Eisenbahnfunkdienst.

Träger ist 1. eine Schwingung (→ Trägerschwingung) oder ein → Puls, deren Daten (Amplitude, Frequenz, Impulsdauer od. dgl.) im Rhythmus einer zu übertragenden Nachricht geändert werden können (→ Modulation). 2. ein mechanisches Bauelement, → Festigkeitslehre, → Statik.

Träger der Straßenbaulast. 1. Begriff. Als T. bezeichnet man diejenige Körperschaft oder Person, der es gegenüber der Wegeaufsicht obliegt, alle mit dem Bau und der Unterhaltung von Straßen zusammenhängenden Aufgaben zu erfüllen. Die Bezeichnung »Träger der Straßenbaulast« ist durch das »Gesetz über die einstweilige Neuregelung des Straßenwesens und der Straßenverwaltung« vom 26. 3. 1934 an Stelle der bis dahin üblichen Bezeichnung »Wegeunterhaltungspflichtiger« getreten.

2. Der T. für die einzelnen Straßengruppen. Die Straßenbaulast obliegt: 2.1. bei den Bundesfernstraßen dem Bund, 2.2. bei den Landstraßen I. Ordnung den Ländern bzw. in Nordrhein-Westfalen den Landschaftsverbänden Rheinland und Westfalen-Lippe, 2.3. bei Landstraßen II. Ordnung den Kreisen und kreisfreien Städten, 2.4. bei Gemeindestraßen den Gemeinden.

3. Die Pflichten der DBP gegenüber dem T. im Rahmen des Telegrafenwegegesetzes (TWG). Diese sind in den §§ 2, 3 TWG geregelt und beziehen sich auf folgende Tatbestände: 3.1. Sicherstellung des → Gemeingebrauchs an den von der DBP in Anspruch genommenen Wegen. Eine vorübergehende Beschränkung des Gemeingebrauchs ist nach Möglichkeit zu vermeiden (§ 2 Abs. 1 TWG). Bei dauernder Beschränkung des Gemeingebrauchs muß die DBP auf ihre Kosten die Fernmeldelinie, soweit erforderlich, abändern oder gänzlich beseitigen (§ 3 Abs. 1 und 3 TWG). 3.2. Sicherstellung der Unterhaltung des in Anspruch genommenen Weges. Eine Erschwerung der Unterhaltung ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Ist sie unvermeidbar, so hat die DBP dem T. die aus der Erschwerung erwachsenden Kosten zu ersetzen (§ 2 Abs. 1 und 2 TWG). Wird durch die Inanspruchnahme des Weges seitens der DBP die Vornahme der zur Unterhaltung des Weges erforderlichen Arbeiten verhindert, d. h. dauernd unmöglich gemacht, muß die DBP auf ihre Kosten die Fernmeldelinie, soweit erforderlich, abändern oder gänzlich beseitigen (§ 3 Abs. 1 und 3 TWG). 3.3. Pflicht zur Instandsetzung des Weges. Sind die Arbeiten an der Fernmeldelinie beendet, hat die DBP den Weg so bald wie möglich wieder instand zu setzen, falls nicht der T. erklärt hat, die Instandsetzung selbst vornehmen zu wollen. Die DBP hat in diesem Fall dem T. die Auslagen für die von ihm vorgenommene Instandsetzung zu vergüten und den Schaden zu ersetzen, der ihm durch die Arbeiten an der Fernmeldelinie entstanden ist (§ 2 Abs. 3 TWG). Die Ersatzpflicht der DBP besteht unabhängig von einem Verschulden (§ 2 Abs. 3 TWG), 3.4. Abänderung oder Beseitigung der Fernmeldelinie bei Änderung des Verkehrsweges. Hindert eine Fernmeldelinie die Ausführung einer vom T. beabsichtigten Änderung des Weges, muß die DBP auf ihre Kosten die Linie, soweit erforderlich, abändern oder gänzlich beseitigen (§ 3 Abs. 1 und 3 TWG).
Aubert

Trägererzeugung in der TF-Technik. In der TF-Technik werden die TF-Kanäle durch stufenweise trägerfrequente Umsetzung von Sprachfrequenz-Bändern in die Übertragungslage gebildet. Hierbei wird allgemein das Verfahren der Einseitenband-Übertragung (→ TF-Systeme) angewendet, bei dem die Träger der Modulationsstufen nicht mitübertragen werden (Trägerunterdrückung). Für die Demodulation der Frequenzbänder müssen in der empfangenden Endstelle gleiche Trägerfrequenzen neu hinzugefügt werden. Die Träger der Sende- und der Empfangsseite müssen mit Rücksicht auf den Wechselstrom-Telegrafiebetrieb auf den Kanälen in ihrer Frequenz so weit übereinstimmen, daß die Tonfrequenzen am Kanalausgang einer 2500 km langen TF-Verbindung (→ Bezugskreis) mit mehreren Modulations-Abschnitten um höchstens $\pm$ 2 Hz von ihrem Wert am Kanaleingang abweichen. Dieser Wert läßt für ein TF-System (gleich ein Modulations-Abschnitt) bei seiner höchsten Übertragungsfrequenz f nur eine Frequenzabweichung »Δf« von etwa 0,5 bis 0,6 Hz zu. Da die relative Frequenzgenauigkeit $\Delta f/f$ mit zunehmender Frequenzbandbreite steigt, beträgt sie z.B. beim System V120 etwa 10^{-6}, beim System V2700 bereits 5×10^{-8}. Die Frequenzgenauigkeit der verschiedenen Träger des Systems wird durch einen zentralen Frequenz-Grundgenerator bestimmt, aus

dessen Grundfrequenz die Träger durch Frequenz-Vervielfachung oder durch Frequenz-Teilung abgeleitet werden. Frequenzen, die nicht im Ableitungsraster liegen, wie z. B. Gruppenpilote und Signalfrequenzen, werden in eigenen Generatoren erzeugt. Der Grundgenerator und die dazugehörigen Geräte für die Frequenzableitung und die Leitungsverstärkung, werden zu einer zentralen Trägerversorgung in einem Trägerversorgungsgestell zusammengefaßt. Das Gestell enthält aus Gründen der Betriebssicherheit eine zentrale Ersatzversorgung, auf deren Geräte bei Ausfall der Betriebsgeräte selbsttätig umgeschaltet wird.

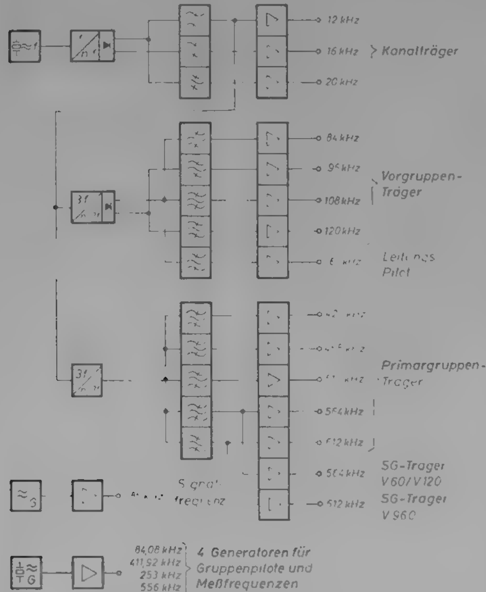


Bild 1. Zentrales Trägerversorgungs-Gestell für Kanal- und Primärgruppen-Umsetzer.

Die zentrale Trägerversorgung für Kanal- und Primärgruppen-Umsetzer besteht aus einem quarzstabilisierten Grundgenerator für 4 kHz. Durch Frequenzvervielfachung werden die Kanal-, Vorgruppen- und Primärgruppen-Träger gewonnen. Der Quarz, ein Biegeschwinger, ist wegen der geforderten Frequenzgenauigkeit der Grundschwingung von 10^{-6} in ein Thermostat eingebaut. Die Grundfrequenz wird in einem Vervielfacher über eine Drosselspule mit Eisenkern verzerrt. Das so erzeugte Frequenzgemisch enthält die ungeradzahligen Oberwellen, so die Kanalträger 12 kHz und 20 kHz. Die geradzahligen Oberwellen, wie der Kanalträger 16 kHz, werden aus dem Frequenzgemisch über einen Gegentakt-Gleichrichter gebildet. Die über Bandfilter ausgesiebten Frequenzen werden anschließend verstärkt. Die Frequenzen für die Vor- und Primärgruppen werden aus der Frequenz 12 kHz abgeleitet. Die Frequenz 564 kHz der Primärgruppen kann über eine weitere Leistungsstufe auch als Sekundärgruppen-Frequenz für die Systeme V60/V120 verwendet werden (Bild 1).

Das Trägerversorgungsgestell entspricht den Abmessungen der Bauweise 52. Es dient der Versorgung der Kanal- und Primärgruppen-Umsetzergestelle 52 und der Sekundärgruppen-Umsetzergestelle V60/V120. Seine Leistung reicht aus zur Versorgung von 8 Endstellen V60/V120 oder 1 Endstelle V960. Bei Pegelabfall eines Trägers ab etwa 0,3 Np wird selbsttätig auf einen vorhandenen Ersatzträger umgeschaltet und ein Störungssignal ausgelöst. Aus der Frequenz 12 kHz wird ferner der Leitungspilot 60 kHz für die Systeme V60/V120 und V960 abgeleitet. Die Signalfrequenz 3,85 kHz und die Pilot- und Meßfrequenzen 84,08 kHz, 411,92 kHz, 253 kHz und 556 kHz werden im Gestell in Einzelgeneratoren erzeugt. Zur zentralen Sekundärgruppen-Trägerversorgung V960 in Röhrentechnik dient ein quarzgesteuerter Grundgenerator 124 kHz mit einer Frequenzgenauigkeit von 10^{-7}. Das Grundelement, ein Quarz (Längsschwinger), ist ebenfalls aus Gründen der Frequenzkonstanz in ein Thermostat eingebaut.

Die Träger für die koaxialen Sekundärgruppen-Umsetzer Nr. 3 bis Nr. 16 in Röhrentechnik werden als ungeradzahlige Oberwellen aus der Grundschwingung 124 kHz abgeleitet. Das Prinzip entspricht dem des Bildes 1. Das Trägerversorgungsgestell hat die Abmessungen der Bauweise 52. Seine Leistung reicht aus, um die Sekundärgruppen-Umsetzer für 4 Systeme V960 zu versorgen. Bei Pegelabfall eines Trägers ab etwa 0,3 Np wird ebenfalls selbsttätig auf den Ersatzträger umgeschaltet und ein Störungssignal ausgelöst.

Transistor-Frequenzverteiler in Verbindung mit Frequenz-Vervielfachern und Modulatoren ermöglichen eine zentrale Trägerversorgung in Transistortechnik für Sekundärgruppen-Träger der Koaxialsysteme und für Steuerfrequenzen aufzubauen. Von ihr lassen sich alle Träger-, Pilot- und Hilfsfrequenzen ableiten. Der hier als Grundgenerator verwendete Quarz, ein Dickenscherungsschwinger, ist gekapselt und in einem Thermostaten mit kontinuierlicher Temperaturregelung untergebracht. Er ergibt die für TF-Systeme V2700 innerhalb von 3 Monaten geforderte Frequenzabweichung von maximal 5×10^{-8} vom Sollwert der Grundschwingung. Dieser Generator bestimmt die Frequenzgenauigkeit aller Träger

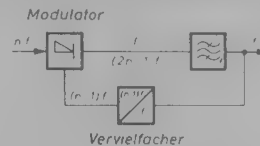


Bild 2. Prinzip des Rückmischteilers.

einer Endstelle sowie ganzer TF-Netzbezirke unmittelbar oder über die von ihm abgeleiteten Frequenz-Vergleichspilote zur Synchronisierung anderer Trägerversorgungen. Sein Einsatz erhöht die Übertragungsqualität des mit Trägerversorgungen älterer Technik ausgerüsteten TF-Netzes. Mit der Verwendung von Transistor-Modulatoren geringerer Trägerleistung in

den Frequenzband-Umsetzern und bei den konstruktiven Vorteilen der Transistortechnik konnten die in den zentralen Röhren-Trägerversorgungen vorgesehenen Geräte der Frequenzableitung und der Leistungsverstärkung in zentrale und dezentrale Geräte unterteilt werden. Die dezentralen Geräte werden in den Umsetzergestellen untergebracht. Für dezentrale Geräte mit geringem Versorgungsumfang sind bei der hohen Betriebssicherheit der Transistoren keine Ersatzgeräte mit selbsttätiger Umschaltung vorgesehen.

Das in Bild 2 dargestellte Prinzip eines Rückmisch-Teilers wird in Verbindung mit der üblichen Frequenz-Vervielfachung zur Gewinnung der Steuerfrequenzen 4 kHz, 12 kHz und 124 kHz für weitere Frequenzableitungen angewendet. Im Prinzip wird die zu teilende Frequenz einem Modulator zugeführt. Seine Trägerfrequenz wird durch Rückkopplung der geteilten Frequenz über einen Frequenz-Vervielfacher gebildet und die gewünschte Frequenz über einen Bandpaß ausgesiebt. Nach dem gleichen Prinzip werden auch die Steuerfrequenzen für Pilote, Ver-

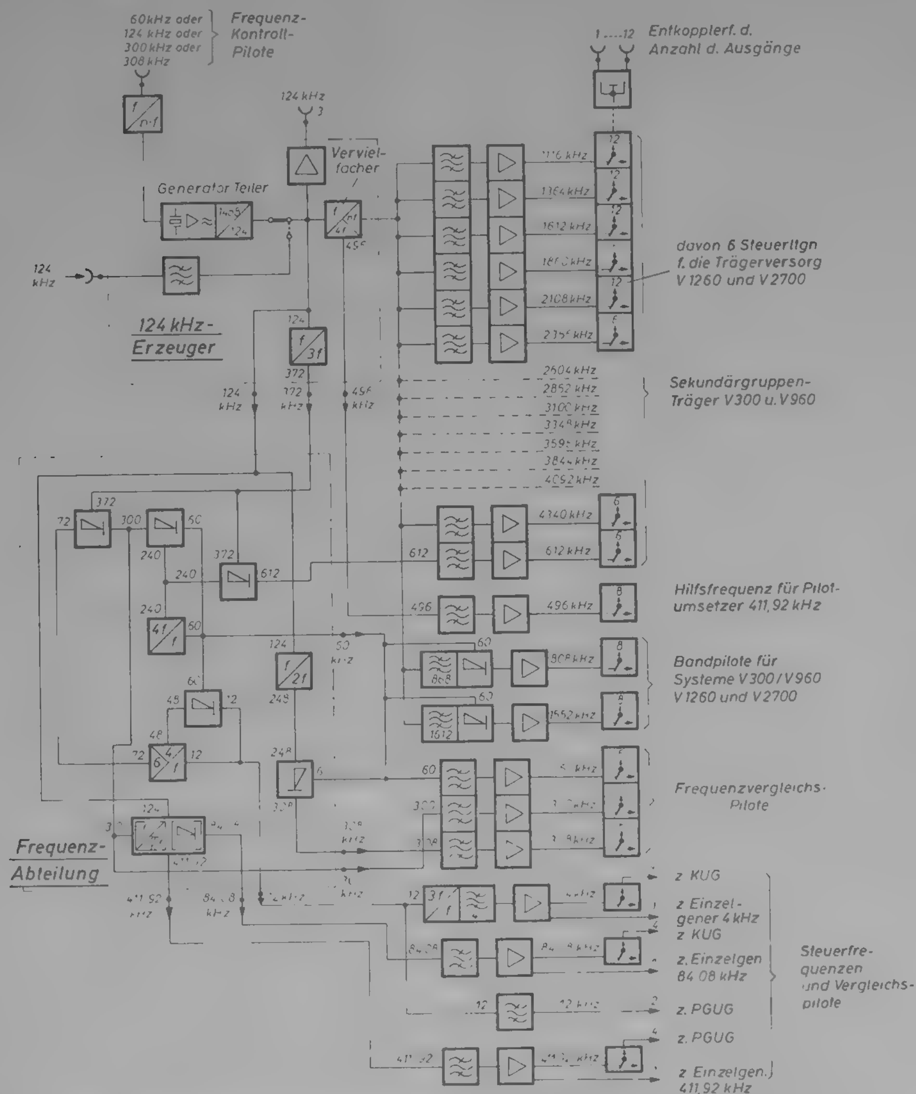


Bild 3. **Blockschaltbild des Steuerfrequenz-Gestells mit Sekundärgruppen-Trägervers. für Kx-Systeme.**

gleichspilote und Hilfsfrequenzen abgeleitet. Die zentrale Frequenzableitung, die Steuerung der dezentralen Geräte und die Gewinnung der Sekundärgruppen-Träger zeigt Bild 3.

Die zulässigen Höchstabweichungen der quarzstabilisierten Grundgenerator-Schwingungen in ihrem Sollwert beziehen sich allgemein auf einen Zeitraum gezogen werden. Für den Frequenzvergleich örtlich getrennter Versorgungsstellen mit Vergleichspiloten (→ Pilottechnik) sind von Hand betätigte oder selbsttätig wirkende Nachstell-Einrichtungen vorgesehen. Die nachzuregelnden Frequenzabweichungen werden bei Handbedienung in einem zeitweisen oder ständig bei selbsttätiger Wirkungsweise in einem Frequenzvergleich mit einem Vergleichspiloten des Muttergestelles ermittelt.

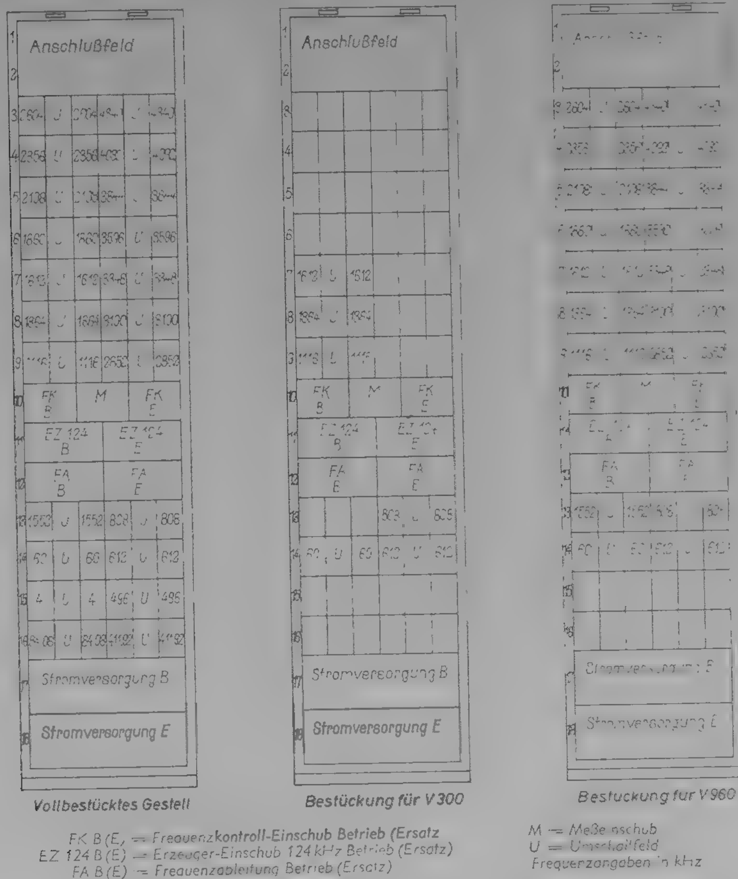


Bild 4. Ansichten von Steuerfrequenz-Gestellen mit verschiedener Bestückung.

von 1 bis 3 Monaten. Diese Langzeit-Inkonstanz ist vorwiegend durch die Alterung der Quarze bedingt. Sie erfordert vor allem in großen TF-Endstellen mit mehreren zentralen Trägerversorgungen und einer großen Zahl quarzstabilisierter Einzelgeneratoren einen erheblichen Wartungsaufwand. Mit der Bereitstellung von Steuer- und Vergleichs-Frequenzen hoher Frequenzgenauigkeit für Zwecke der Synchronisierung und des Frequenzvergleichs mit anderen Trägerversorgungen wird dieser Aufwand wesentlich verringert. Die Grundfrequenz der Generatoren kann von der eines sogenannten Muttergenerators mit-

Eine Überwachungseinrichtung löst ein Störungssignal aus, wenn der Unterschied zwischen Kontrollfrequenz und Generatorfrequenz einen bestimmten Wert überschreitet.

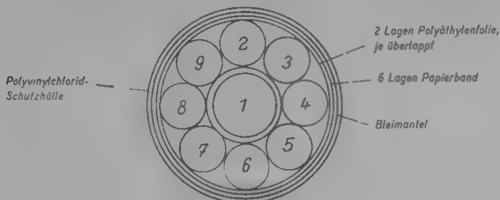
Die Trägergestelle werden je nach der Gerätebestückung als Steuerfrequenz-Gestelle oder als Sekundärgruppenträger-Versorgungsgestelle V 300 oder V960 gebaut (Bild 4). Die Leistung seiner Sekundärgruppen-Versorgung reicht für 12 Systeme V300 oder 6 Systeme V300 und 6 Systeme V960.

Über seine Steuerfrequenzen 4 kHz und 84,08 kHz können 80 Kanalumsetzer-Gestelle = 800 Primärgruppen, über 12 kHz und 411,92 kHz 20 Primärgruppenumsetzer-Gestelle = 400 Sekundärgruppen, über 2108 kHz 6 Systemumsetzer-Gestelle V1260 = 18 Systeme V1260 bzw. 6 Systemumsetzer-Gestelle V2700 = 12 Systeme V2700 versorgt werden. Jedem Gerät ist ein Ersatzgerät zugeordnet. Die gesamte Ersatzversorgung wird aus einem eigenen Stromversorgungs-Gerät gespeist. Bei Pegeländerungen der Träger-, Steuer- und Hilfsspannungen um etwa ± 0,3 Np und der Pilotspannungen um etwa ± 0,01 Np von ihrem Sollwert wird auf ein Ersatzgerät umgeschaltet. Die Umschaltung wird optisch angezeigt und ein Störungssignal ausgelöst. Hierbei werden untergeordnete Alarme in den dezentralen, von Steuerfrequenzen versorgten Geräten unterdrückt. *Wichmann*

Trägerfrequenz, Frequenz einer → Trägerschwingung.

Trägerfrequenz-Aufteilungsbezirkskabel (TF-AtBzk). (→ Aufteilungs-Bezirkskabel). TF-AtBzk 8p/Stern/Kunststoff mit 4 Trägerfrequenz-Stern-Viererseilen (TF-St-VS) in einer Lage (8 × 2 × 0,6 Cu/TF-St); TF-AtBzk 16p/Stern/Kunststoff mit 1 TF-St-VS in der 1. Lage und 7 TF-St-VS in der 2. Lage (16 × 2 × 0,6 Cu/TF-St). Mit diesen Kabeln werden aus den Bzk weitergeschaltet: Die bespulten StI-VS aller Leiterdurchmesser (0,9/1,2/1,4 mm) und die bespulten TF-St-VS (1,2 mm) nach dem Kabelendgestell (KEG); die unbespulten TF-St-VS (1,2 mm Leiterdurchmesser) der TFBzk 14p, 24p, (Trägerfrequenz-Fernkabel 24a/b/c), Bzk-Reihe 2–5 nach dem KEG. Auch hier ist die Hauptforderung an das Atk die technisch ausreichende Anpassung des Wellenwiderstandes im trägerfrequenten Bereich bis 120 kHz an die unbespulten TF-St-VS der Bzk. Für die bespulten StI- und TF-St-VS ist die Anpassung bestmöglich.

Trägerfrequenz-Aufteilungsfernkabel (TF-AtFk). TF-AtFk 18a1 / Kunststoffmantel; Aufbau: 1 Stern-Viererseil (St-VS) 0,5 mm mit Polyäthylen-(PE-)Isolierung in der 1. Lage; 2. Lage 8 Träger-



TF-AtFk 18a1/Kunststoffmantel.

frequenz-St-VS 0,6 mm mit PE-Isolierung, darüber 2 Lagen PE-Folie, 6 Lagen Papierband, Bleimantel 1,2 mm dick, Polyvinylchlorid-(PVC-)Schutzhülle 0,8 mm dick, Außendurchmesser rd. 27 mm (s. Bild).

Die 0,5 mm Leiter des St-VS 1 müssen mit Voll-Polyäthylen von mindestens 0,6 mm Wanddicke isoliert sein. Eine Aufpolsterung, die über dem St-VS 1 gegebenenfalls erforderlich wird, muß aus nichthygroskopischen Kunststoff-Folien oder -Fäden ausgeführt sein. Für die Kennzeichnung des Zähl-VS und als Haltewendeln für die übrigen St-VS sind nichthygroskopische Kunststoff-Folien zu verwenden. Über den verseilten St-VS sind vorzusehen:

2 Lagen Polyäthylen-Folien, je überlappt; 6 Lagen Papierband, je Lage für sich überlappt; Bleimantel 1,2 mm dick (Sollwert); PVC-Schutzhülle 0,8 mm dick, (Richtwert); Farbe grau, Durchmesser unter Bleimantel 23,0 mm. Die PVC-Schutzhülle muß der Mischung YM1 nach VDE 0209/6. 65 genügen, und zwar hinsichtlich Zugfestigkeit, Dehnung, Alterung und Kälte-Schlagbeständigkeit. Außerdem muß die PVC-Schutzhülle eine ausreichende Wärmedruck-Widerstandsfähigkeit besitzen. Das Kabel wird verwendet für die Aufteilung der TF-St-VS 1,3 mm der Trägerfrequenz-Fernkabel 4c, 8k, 14b/c/d und 17a (→ Aufteilungsfernkabel). *Knebel*

Trägerfrequenz-Bezirkskabel → Bezirkskabel.

Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk). Bei vielen verhältnismäßig nahe beieinanderliegenden Verkehrsknotenpunkten im deutschen Fernnetz erschien beim Aufbau eines neuen Fk-Netzes nach 1945 Kabeltyp zweckmäßig, der unter Berücksichtigung der Aufwendungen für Geräteseite Ein- und Ausführung kleiner und größerer Gesprächsbündel in einfacher und wirtschaftlicher Weise zuließ. So entstanden neue Typen der symmetrischen und kombinierten (Koaxialpaar und symmetrische Viererseile) TFFk. Erste Kabeltypen, die den Einsatz des V 120 TF-Systems, d. h. die Übertragung von 120 Sprechkreisen je Stammleitung in 2 gleichen Kabeln gestatten, waren die TFFk-Formen 14d und 17a.

Charakteristisch für symmetrische TFFk mit 1,2 mm papierisolierten Leitern gegenüber Niederfrequenz-Fernkabel (NFFk) mit papierisolierten Leitern ist geringere Betriebskapazität 26 nF/km gegenüber 34 bis 36 nF/km. Ursache, weshalb trotz des Bestrebens, möglichst geringe Leitungsdämpfung zu erzielen, statt 1,4 mm Leiter nur solche mit 1,2 mm bei TFFk gewählt wurden, ist in der Tatsache begründet, daß Leitungsdämpfung bei höheren Frequenzen in gewissen Grenzen praktisch unabhängig von Dicke der Cu-Leiter ist, sofern man Durchmesser der Ader konstant hält.

Wegen Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes und ausreichender Nebensprechdämpfung bei hohen Frequenzen sind sehr scharfe elektrische Forderungen an TF-Kabel notwendig.

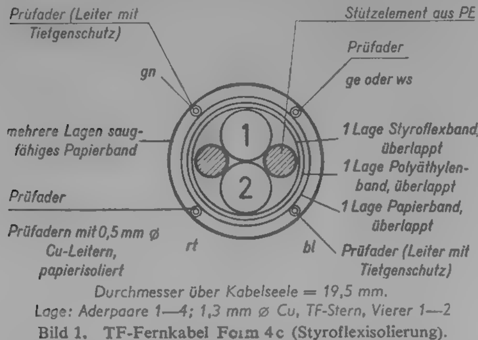
Zu den Trägerfrequenz-Fernkabeln (TFFk) gehören:

Kabelform	Kabelaufbau	
TFFk 4c	4×2×1,3 Cu, TF-Stern (St),	mit Styroflex-Leiter-Isolierung und 4 Prüfleitern 0,5 Cu
TFFk 8k	8×2×1,3 Cu, TF-St,	wie vor
TFFk 14d	14×2×1,3 Cu, TF-St,	wie vor

Kabelform	Kabelaufbau	
TFFk 17a	1×2,6/9,5 Cu, Koaxialpaar (KxP), +16×2×1,3 Cu, TF-St,	wie vor
TF-AtFk 18a 1/Kunstoff-(Kst-) Mantel (Aufteilungskabel)	2×2×0,5 Cu, St, +16×2×0,6 Cu, TF-St,	mit Polyäthylen-(PE-)Leiter-Isolierung; mit Bleimantel u. Polyvinylchlorid-(PVC-) Schutzhülle
TFFk 24b	24×2×1,2 Cu, TF-St,	mit Papier-Leiter-Isolierung

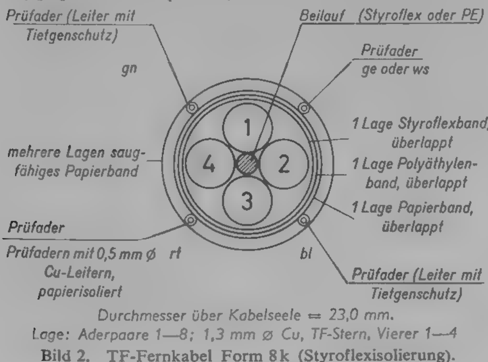
1. TFFk Form 4c.
Vorgesehen als TF-Abzweigkabel, als TF-Verbindungskabel oder als TF-Fernkabel.

Kabel enthält 2 TF-Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert (in der auch für die TF-Stern-VS des TFFk der → Form 17a üblichen Art, siehe 4.); 4 Prüfadern 0,5 mm Cu, papierisoliert (Bild 1).



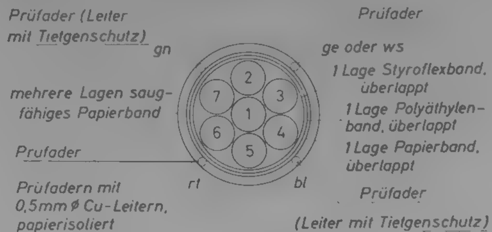
Durchmesser über Kabelseele = 19,5 mm.
Lage: Aderpaare 1—4; 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1—2
Bild 1. TF-Fernkabel Foım 4c (Styroflexisolierung).

2. TFFk Form 8k.
Vorgesehen als TF-Abzweigkabel, als TF-Verbindungskabel (TFVk) oder als TF-Fernkabel (TFFk), Kabel enthält 4 TF-Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert (in der auch für die TF-Stern-VS des TFFk der → Form 17a üblichen Art); 4 Prüfadern 0,5 mm Cu, papierisoliert (Bild 2).



Durchmesser über Kabelseele = 23,0 mm.
Lage: Aderpaare 1—8; 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1—4
Bild 2. TF-Fernkabel Form 8k (Styroflexisolierung).

3. TFFk Form 14d.
Vorgesehen als TF-Abzweigkabel, als TF-Verbindungskabel oder als TF-Fernkabel. Kabel enthält 7 TF-Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert; 4 Prüfadern 0,5 mm Cu, papierisoliert (Bild 3).



Durchmesser übe Kabelseele = 27,5 mm.
1. Lage: Aderpaare 1, 2; 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1
2. Lage: „ 3—14; 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, „ 2—7
Bild 3. TF-Fernkabel Form 14d (Styroflexisolierung).

Allgemein gilt für die TFFk 4c, 8k und 14d: Gegenläufig zum Styroflexfaden über dem Kupferleiter muß mit ausreichender Überlappung wendelförmig ein Styroflexband aufgebracht sein.

Styroflexfaden und Styroflexband können in besonderem Falle durch Polyäthylenfaden und Polyäthylenband ersetzt sein. Polyäthylenfaden und Polyäthylenband müssen dem Kunststoff 2YJ1 nach VDE 0209/6. 65 entsprechen. Trägerfrequenz-Stern-VS müssen in offener Wendel mit mehreren naturfarbenen Textil- oder Kunststoff-Fäden oder einer Kunststoff-Folie umwickelt sein.

Über verseiltem Leiterbündel müssen nacheinander aufgebracht sein: 1 Lage Styroflexband, überlappt; 1 Lage Polyäthylenband, überlappt; 1 Lage Papierband, überlappt; 4 Prüfadern gemäß Querschnittsblatt, Schlaglänge etwa 150 mm; mehrere Lagen saugfähiges Papierband.

Bei Stahlwellmantelkabeln der Ausführung TFFk 14d1W, 8k1W und 4c1W hierüber Kupferbandwendel, überlappt = 0,1 mm dick, oder Aluminiumbandwendel, überlappt, = 0,14 mm dick, dann Stahlwellmantel gemäß VDE 0816/6. 64 Tafel 9 und § 19b) 2.

Über Stahlwellmantel Korrosionsschutz gemäß: VDE 0816/6. 64 Tafel 12.

Über Korrosionsschutz Polyäthylen-(PE-)Schutzhülle mit folgender Dicke (Sollwert): 14d1W = 2,8 mm, 8k1W = 2,6 mm, 4c1W = 2,4 mm.

PE der Schutzhülle muß Kunststoff 2YM1 oder 2YM2 nach VDE 0209/6. 65 entsprechen. (Kurzzeichen s. unter → Fernsprechkabel.)

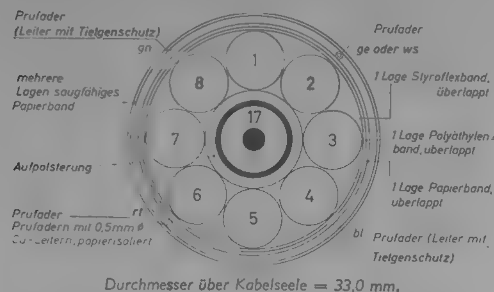
Bei Bleimantelkabeln der Ausführungen TFFk 14d 1 (2 oder 3), 8k 1 (2 oder 3) 4c 1 (2 oder 3): Über Bewicklung mit saugfähigem Papierband, Bleimantel der Dicke: 14d 1 = 2,1 mm, 8k 1 = 2,0 mm, 4c 1 = 1,9 mm, 14d 2 oder 3 = 1,9 mm, 8k 2 oder 3 = 1,8 mm, 4k 2 oder 3 = 1,8 mm.

Über dem Bleimantel für die Ausführungen 14d 2 oder 3, 8k 2 oder 3, 4c 2 oder 3: Innere Schutzhülle der Bauart B 1 nach VDE 0816/6. 64, Tafel 13.

Darüber geschlossene Bewehrung aus verzinkten Stahlflachdrähten 1,2 mm dick. Kabellängen der Formen 14d 2, 8k 2, 4c 2 können über Stahldraht-Bewehrung verzinkte Gegenwendel von 0,8 mm Dicke und Breite von 15 ... 20 mm haben. Steigung der Gegenwendel muß möglichst groß gewählt sein. Über Bewehrung für die Ausführungen 4c 3, 8k 3 und 14d 3: Äußere Schutzhülle der Bauart C 1 nach VDE und 14d 3: Äußere Schutzhülle der Bauart C 1 nach VDE 0816/6. 64, Tafel 14.

4. TFFk Form 17a.

Kombiniertes TFFk mit 1 Koaxialpaar und 8 TF-Stern-VS.



Durchmesser über Kabelseele = 33,0 mm.

1. Lage: Aderpaare 17, 2,6/9,5 mm ø Cu, Koaxialpaar
2. Lage: " 1—16, 1,3 mm ø Cu, TF-Stern, Vierer 1—8

Bild 4. TF-Fernkabel Form 17a (Styroflexisolierung).

Aufbau:

1. Lage: 1 Koaxialpaar 2,6/9,5 mm.

Innenleiter aus Kupfer massiv 2,6 mm ∅, Außenleiter aus Kupfer mit einem Innendurchmesser von 9,5 mm und einer Wanddicke von 0,25 mm. Aufpolsterung: Kunststoffäden und/oder Kunststoffband,

2. Lage: 8 TF-Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert,

Bewicklung: 1 Lage Styroflexband, überlappt,
1 Lage Polyäthylenband, überlappt,
1 Lage Papierband, überlappt.

Darüber auf dem Umfang gleichmäßig verteilt und mit etwa 150 mm Schlaglänge, je diametral gegenüberliegend:

2 Prüfleiter 0,5 mm Cu, blank,

2 Prüfleiter 0,5 mm Cu, lackiert (Tietgenschutz), je Leiter isoliert mit einer Lage Papier. Mehrere Lagen saugfähiges Papierband, je überlappt. Prüfleitersystem kann Kabel mit großer Sprechkreiszahl gegen Störungen durch schleichende Kabelschäden schützen. Saugfähige Papierbänder unter Kabelmantel durchfeuchten bei Mantelschaden sehr schnell, so daß Isolationswiderstand der »blanken« Prüfadern geringer wird und bei Unterschreiten eines bestimmten Wertes je Kabelstrecke über Meßeinrichtung im nächsten bemannten Verstärkeramt Alarm auslöst.

Über Verseilelementen aufgebrachte Bewicklung hält eingedrungene Feuchtigkeit verhältnismäßig lange von der Kabelseele fern; zwischen Alarmauslösung und Ausfall des ersten Stromkreises soll Zeitspanne von wenigstens 12 Stunden liegen (Bild 4).

Bei Stahlwellmantel-Kabeln der Ausführung TFFk 17a 1W über Bewicklung und Prüfleitersystem Kupferbandwendel, überlappt ≧ 0,1 mm dick, oder eine Aluminium-Bandwendel, überlappt ≧ 0,14 mm dick. Darüber Stahlwellmantel gemäß VDE 0816/6. 64, Tafel 9 mit Korrosionsschutz nach VDE 0816/6. 64, Tafel 12, Bauart A 5. Äußere Schutzhülle aus Polyäthylen mit 3,0 mm Dicke. Das PE muß dem Kunststoff 2YM1 oder 2YM2 nach VDE 0209/6. 65 entsprechen.

Wegen der Fernstromversorgung über das KxP als äußere Kennzeichnung auf der PE-Schutzhülle fortlaufend in 3 um 120° über den Umfang versetzten Reihen Blitzpfeile erhaben eingeprägt.

Koaxiales Paar z. B. ausgenutzt für Fernsehzwecke im Frequenzbereich bis 6 MHz im Einseitenbandverfahren. Auf einem Träger von 1,056 MHz kann ein Fernsehprogramm mit etwa 5 MHz Nutzbandbreite durchgebracht werden. Liegt kein Fernsehbedarf vor, so können über Koaxialpaar von 2 gleichlaufenden TFFk 17a 960 Sprechkanäle des V 960-Systems übertragen werden. Kabel wird für starke Gesprächsbündel über weite Entfernungen ohne viele Abzweige eingesetzt. Koaxial- und symmetrische Systeme sind Vierdrahtsysteme; TFFk 17a deshalb zweigleisig verlegt. Aus den 8 symmetrischen Sternviererseilen jedes Kabels Phantomkreise für Rundfunkübertragungen, Fernüberwachung und für Dienstleitungen gebildet. Koaxialpaar für die Fernspeisung der TF-Zwischenverstärkerämter mit ausgenutzt.

Soll-Verstärkerfeldlänge für das V 960-Koaxialsystem 9 km, für das V 120-System 18 km, für Rf-Phantomleitungen 36 km. Danach bei TFFk 17a folgende Arten TF-Verstärkerämter: TF-Endämter mit Leitungsverstärkern für Koaxialsysteme und symmetrische Systeme und mit TF-Endeinrichtungen (Umsetzerstufen mit dazugehöriger Trägerversorgung), 9-km-Ämter mit Leitungsverstärkern für die Koaxialsysteme, 18-km-Ämter mit Leitungsverstärkern für Koaxialsysteme und symmetrische Systeme sowie mit Verstärkern für Zweidraht-Dienstleitungen und 36-km-Ämter mit technischer Ausrüstung der 18-km-Ämter und Verstärkern für Rundfunk-(Rf-)Übertragungsleitungen, Zweidrahtdienstleitungen und Vierdraht-Meßdienstleitungen.

Die 8 TF-Sternviererseile werden im Frequenzbereich von 12 bis 552 kHz mit symmetrischen TF-Systemen (V 120) beschaltet.

Betriebskapazität der Stammkreise ≦ 23 nF/km;

Übertragungsband = 12 bis 552 kHz; 120 Kanäle bei 4 kHz Frequenzabstand, je ein Kabel für jede Übertragungsrichtung;

Übertragene Gesprächszahl = 1920 Gespräche auf den Stammkreisen; Niederfrequenz-(NF-) Rundfunk, Dienstgespräche und Signale auf den Phantomkreisen im Bereich 50 Hz bis 10 kHz.

Die zur Isolationsüberwachung des Kabels vorgesehenen Prüfadern jetzt für die Druckgasüberwachung mit verwendet.

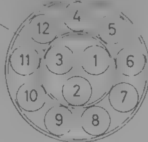
5. Nicht mehr ausgelegt werden folgende nach 1945 entwickelten Trägerfrequenz-Fernkabel-Formen:

5.1. 24p symmetrisches Kabel.

Durch Entwicklung bedingt gab es drei Aufbauformen des 24p-TFFk:

5.1.1. 24p TFFk mit papierisolierten Leitern (Form TFFk 24a, Bild 5).

mehrere Lagen Papierband



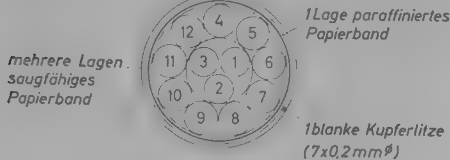
Durchmesser über Kabelseele = 30,0 mm.

1. Lage: Aderpaare 1—6, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1—3
2. Lage: „ 7—24, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, „ 4—12

Bild 5. TF-Fernkabel Form 24a.

5.1.2. 24p Kabel mit papierisolierten Leitern und Prüfleitersystem (Form TFFk 24b, Bild 6).

Aufbau:
1. und 2. Lage wie bei Form 24a.
Darüber als Prüfleitersystem:
1 Lage trockenes Papierband, überlappt;
1 Lage paraffiniertes Papierband, überlappt;
1 Lage trockenes Papierband, überlappt;
1 Prüfleiterwendel aus Kupferlitze (mit gleicher Schlaglänge wie die Papierbänder);
mehrere Lagen saugfähiges Papierband.



Durchmesser über Kabelseele = 30,0 mm.

1. Lage: Aderpaare 1—6, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1—3
2. Lage: „ 7—24, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, „ 4—12

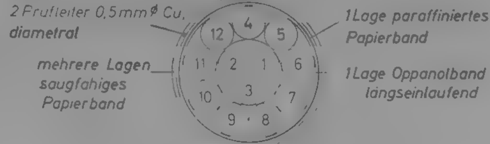
Bild 6. TF-Fernkabel Form 24b.

5.1.3. 24p Kabel mit schaumstoffisolierten Leitern und Prüfleitersystem (Form TFFk 24c, Bild 7).

Aufbau:

1. Lage: 3 Stern-VS 1,2 mm Cu
2. Lage: 9 Stern-VS 1,2 mm Cu
darüber: 1 Lage Oppanol-Kunststoffband, längsüberlappt;
1 Lage Papierband (schwach paraffiniert);
2 Prüfleiter je 0,5 mm ⌀ Cu in langem Schlag, die Drähte um 180° versetzt;
mehrere Lagen saugfähiges Papierband.

Der einzelne Cu-Leiter ist mit einer Lage Polystyrol-Schaumstoffband wendelartig umsponnen; darüber 1 Lage Styroflexband mit Überlappung. Zur Kennzeichnung der Adern der einzelnen Stern-VS ist das Styroflexband in den Farben Rot, Gelb, Grün und Blau gefärbt.



Durchmesser über Kabelseele = 30,0 mm.

1. Lage: Aderpaare 1—6, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1—3
2. Lage: „ 7—24, 1,2 mm ⌀ Cu, TF-Stern, „ 4—12

Bild 7.
TF-Fernkabel Form 24c (Zell-Polystyrolband-Isolierung).

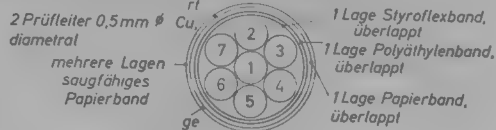
5.2. TFFk Form 14b.

Aufbau (Bild 8):

1. Lage: 1 Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert.
2. Lage 1: 6 Stern-VS 1,3 mm Cu, styroflexisoliert,
darüber 1 Lage Styroflexband;
1 Lage Polyäthylenband, überlappt;
1 Lage Papierband, überlappt;
2 Prüfleiter 0,5 mm ⌀ Cu, diametral, papierisoliert; mehrere Lagen saugfähiges Papierband.

Übertragbar sind max. 1680 Gespräche auf den 14 Stämmen.

Das TFFk der Form 14b wurde nur auf einer Strecke (Limburg–Trier) ausgelegt.



Durchmesser über Kabelseele = 27,5 mm.

1. Lage: Aderpaare 1—2, 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, Vierer 1
2. Lage: „ 3—14, 1,3 mm ⌀ Cu, TF-Stern, „ 2—7

Bild 8. TF-Fernkabel Form 14b (Styroflexisolierung).

Literatur: → Fernkabel, Weiterentwicklung nach 1945.

Knebel

Trägerfrequenz-Kabelendgestell (TF-KEG) → Kabelabschluß für Bezirks- und Fernkabel.

Trägerfrequenz-Nachrichtenkabel für ortsveränderlichen Einsatz → Feldkabel.

Trägerfrequenzsysteme → TF-Systeme.

Trägerfrequenztechnik. Sie ist ein Teilgebiet der elektrischen Nachrichtenübermittlung. Ihr Zweck ist die Vielfachausnutzung von drahtgebundenen oder von Richtfunk-Übertragungswegen mit größerer nutzbarer Frequenzbandbreite durch stufenweise Umsetzung von Sprach-Frequenzbändern in verschiedene, innerhalb der Übertragungslage nebeneinander angeordnete Frequenzbänder (→ TF-Kanal, → TF-Systeme).

Trägerfrequenzübertragung für den Auslandsverkehr ist eine weiterentwickelte Schaltung der nationalen Trägerfrequenz-Übertragung für die Besonderheiten der bilateral vereinbarten → Schaltkennzeichen für internationale Leitungen mit systemeigener Wahl.

Trägerfrequenzverbindungskabel (TFVk) sind Kabel des Weitverkehrsnetzes oder Bezirksnetzes zwischen örtlich getrennten Verstärkerstellen und Fern-Vermittlungs- bzw. Funkübertragungsstellen mit nur trägerfrequent ausgenutzten symmetrischen Verseilelementen oder koaxialen Paaren. Es werden hierfür vornehmlich Trägerfrequenz-Fernkabel-(TFFk-)Formen 24b, 14d, 8k, 4c und 17a und Koaxial-Fernkabel (KxFk) 8l, 9a und 24f benutzt.

Trägerfrequenzwahl → Zeichenübermittlung.

Trägerschwingung ist eine als → Träger benutzte kontinuierliche Schwingung.

Trägerstörung, selektive Störungen eines FM-Signals durch einen zweiten Träger.

Störleistung im TF-Kanal ist mathematisch errechenbar für den Fall, daß Störsignal ≪ Nutzsignal (→ Richtfunk-Frequenzplanung). Sind sowohl Störsignal als auch Nutzsignal unmoduliert, so gilt:

$$\left(\frac{S}{N}\right) = \left(\frac{C}{N}\right) + T.$$

Hierin bedeuten:

$\left(\frac{S}{N}\right)$ Störabstand im TF-Kanal (signal to noise),

$\left(\frac{C}{N}\right)$ Störabstand im RF-Kanal (channel to noise),

T Transferwert.

Der Transferwert ergibt sich aus:

$$T = 20 \log \sqrt{2} \cdot \frac{\Delta F_{eff}}{f} + Pr.$$

Hierin bedeuten:

ΔF_{eff} = effektiver Kanalhub des neutralen Kanals,

f = Kanalfrequenz,

Pr = Preemphasewert bei Kanalfrequenz.

Transferwert (dB)

Kanal-frequenz	FM 120/7500 ΔF_{eff} = 100 kHz fmin = 60 kHz fmax = 552 kHz	FM 960/4000 200 kHz 60 kHz 4028 kHz	FM 1800/6200 140 kHz 316 kHz 8204 kHz
60	+ 3,6	+ 9,4	(+ 6,4)
100	− 0,5	+ 5,0	(+ 2,0)
200	− 6,8	− 0,8	(− 3,9)
300	− 8,0	− 4,3	− 8,2
500	− 8,0	− 8,5	− 12,5
552	− 8,0	—	—
1000	—	− 14,3	− 17,7
2000	—	18,2	− 23,1
4000	—	19,0	− 27,0
4028	—	− 19,0	—
8000	—	—	− 28,3
8204	—	—	− 28,3

Tabelle. Transferwerte für gebräuchliche Rifu-Systeme in Abhängigkeit von der Basisbandfrequenz unter Berücksichtigung der CCIR-Preemphase.

Gegen T. ist hohe RF-Entkopplung erforderlich. Die tatsächlichen Störleistungen sind jedoch geringer, da meist das Nutz- oder Störsignal frequenzmoduliert ist, dadurch wird die Störenergie auf mehrere Kanäle verteilt.

Beim Satelliten-Fernmeldedienst wird auch aus diesem Grunde Trägerverwischung durchgeführt.

Hierzu wird bei geringer Nutzmodulation die Sendefrequenz bei der Erdefunkstelle mit kleiner Modulationsfrequenz und großem Hub, also großem Modulationsindex, vormoduliert; möglichst gleichmäßige Verteilung bei geringer Beeinflussung des Nutzsignals wird angestrebt.

Dispersionsgewinn:

$$D = 10 \log \frac{N_{ges}}{N_{Kan}}$$

N_{ges} = Gesamtstörungen im Basisband,
N_{Kan} = Anteil der Störenergie im betrachteten Kanal.

Gierz

Trägerunterdrückung → Modulatoren für TF-Systeme, → Trägererzeugung.

Trägerversatz (Offset) ist beim Rundfunk eine geringfügige Abweichung der zugeteilten Sendefrequenz gegenüber der Kanalnennfrequenz. Die zugeteilte Frequenz ist also die Summe aus der Nennfrequenz des Kanals und der Trägerversatzfrequenz. Der T. wird im wesentlichen beim Fernsehrundfunk zur Verringerung des erforderlichen hochfrequenten Störabstandes bei Gleichkanalbetrieb von Fernsehsendern angewandt. Werden zwei Fernsehsender mit annähernd gleicher Sendefrequenz betrieben, so treten — bei nicht ausreichendem hochfrequentem

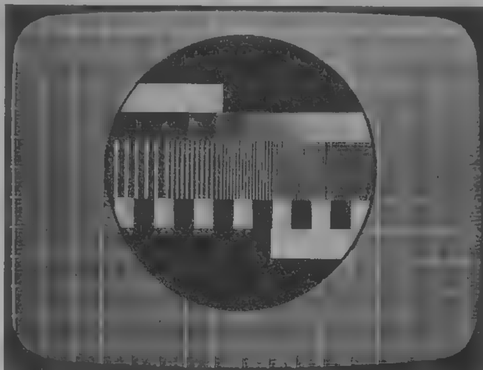


Bild 1.

Störabstand zwischen dem Nutz- und dem Störsender — an den Teilnehmerempfangsstellen im Versorgungsgebiet des Nutzsenders Bildstörungen entsprechend Bild 1 auf. Diese Störungen entstehen dadurch, daß sich im Fernsehempfänger die Differenzfrequenz der Trägerfrequenzen des Nutz- und Störsenders bildet und dem Videosignal überlagert. Durch den periodischen Aufbau des Fernsehbildes ergeben sich — je nach Verhältnis der Differenzfrequenz zur

Zeilen- und Bildfrequenz — unterschiedliche Störmuster. Bei gleichem hochfrequentem Störabstand sind die einzelnen Störmuster bei unterschiedlichem Trägerversatz subjektiv betrachtet verschieden stark störend. Umgekehrt ist der erforderliche hochfrequente Störabstand für gleiche subjektive Störwirkung vom Trägerversatz abhängig. Diesen Zusammenhang zeigen die Kurven A und B in Bild 2 [1].

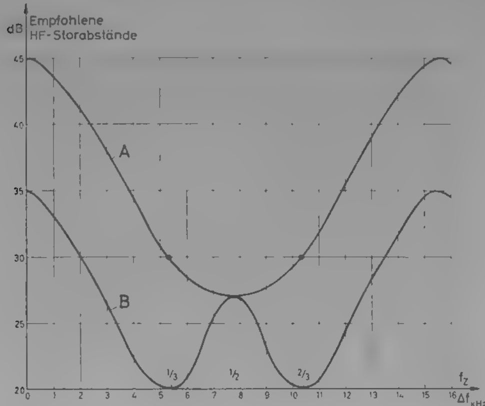


Bild 2.

Die Kurve A gilt für den sog. Normaloffset mit einer zulässigen Frequenztoleranz der Trägerfrequenzen von ± 500 Hz. Bei dieser Frequenztoleranz wird der Störeindruck vom Verhältnis des Trägerversatzes zur Zeilenfrequenz geprägt. Untersucht man die Feinstruktur der Störabstandskurve durch Änderung der Trägerversatzfrequenz von Hertz zu Hertz, so kann man feststellen, daß alle 50 Hz mehr oder weniger stark ausgeprägte Minima auftreten. Diese sind auf die zusätzliche Abhängigkeit des Störeindrucks vom Verhältnis der Versatzfrequenz zur Bildfrequenz zurückzuführen. Die Minima sind sehr schmal und bedingen — wenn sie im sog. Präzisionsoffset ausgenutzt werden sollen — eine Frequenzkonstanz der Bildträgerfrequenzen von ± 2,5 Hz. Der benötigte hochfrequente Störabstand verringert sich entsprechend Kurve B in Bild 2. Die alle 50 Hz auftretenden Präzisionsoffsetfrequenzen errechnen sich nach der Formel

$$f = \text{m} \cdot f_z \pm (2\,\text{n} + 1) \cdot f_B .$$

Darin bedeuten:

f = Trägerversatzfrequenz für Präzisionsoffset, f_Z = Zeilenfrequenz, f_B = Bildfrequenz, m = beliebig positive oder negative ganze Zahl, $/\,2\,\text{n}\,/ \leqq 312{,}5$ für 625 Zeilen/CCIR Norm.

Üblicherweise wird beim Normaloffset nicht der absolute Wert der Versatzfrequenz angegeben, sondern der Verhältniswert von Versatzfrequenz zu Zeilenfrequenz. Aus praktischen Erwägungen werden als Trägerversatz Vielfache von $^1/_{12}$ der Zeilenfrequenz verwandt. Hierfür werden internationale Symbole wie 1P, 1M, 2P, 2M usw. benutzt. Den Zusammenhang der Symbole mit dem Trägerversatz verdeutlicht die nachstehende Tabelle.

Symbol	Trägerversatz als Bruchteile der Zeilenfrequenz	Trägerversatz in kHz (bei 625 Zeilen/CCIR Norm)
1P	+ 1/12	+ 1,302
1M	− 1/12	− 1,302
2P	+ 2/12	+ 2,604
2M	− 2/12	− 2,604
usw.		

Der Nutzen von Normal- und Präzisionsoffset bei der Sendernetzplanung besteht in einer erheblichen Reduzierung der Gleichkanalentfernungen der Sender und damit in einer Verbesserung der Frequenzökonomie. Bei einem optimalen Sendernetz liegen die Standorte von Gleichkanalsendern auf den Eckpunkten gleichseitiger Dreiecke. Als günstigster Trägerversatz für die 3 Sender eines Dreiecks ergibt sich 0, 8P und 8M. Der Gesamtversatz zwischen jeweils 2 Sendern ist damit 8/12, 8/12 und 16/12 der Zeilenfrequenz. Da sich die Störabstandskurve im Gebiet von 12/12 bis 24/12 der Zeilenfrequenz wiederholt, entspricht der erforderliche Störabstand für 16/12 Zeilenfrequenz dem Wert für 4/12 Zeilenfrequenz. Für 4/12 und 8/12 der Zeilenfrequenz ist ein erforderlicher Störabstand von 30 dB aus der Kurve A (Bild 2) entnehmbar.

Literatur: Herbert Hopf, Untersuchungen zum Betrieb von Fernsehsendern mit Präzisionsoffset der Trägerfrequenzen, Rundfunktechn. Mitt. 2 (1958), Nr. 6.

Stenzel

Trägerverwischung → Trägerstörung.

Traghaken → Befestigungshaken.

Trägheitsmoment, Flächen- → Festigkeitslehre.

Trägheitsmoment, Massen- → Dynamik.

Trägheitsortung. Die T. oder Inertialortung beruht auf einer Anwendung des Newton'schen Beschleunigungsgesetzes. Als Modellfall sei eine geradlinige Bewegung eines Fahrzeuges angenommen. Führt man in diesem Fahrzeug eine Prüfmasse mit, so kann man fortlaufend die Kräfte als Funktion der Zeit messen, die nötig sind, um diese Masse relativ zum Fahrzeug in Ruhe zu halten. Eine solche Anordnung nennt man Beschleunigungsmesser. Da die Momentankraft proportional der Momentanbeschleunigung ist, erhält man nach einer Integration der Beschleunigung, abgesehen von einem Anfangswert, die Momentangeschwindigkeit und nach einer weiteren Integration den Ort bis auf einen konstanten Wert, beispielsweise den Startort. Die T. liefert also — ohne irgendwelchen äußeren Bezug — Geschwindigkeit und Position in jedem Augenblick.

Zur T. im dreidimensionalen Raum muß man zur Messung des Beschleunigungsvektors noch die Aufgabe lösen, ein Bezugskoordinatensystem im Fahrzeug mitzuführen. Diese Forderung wird meist durch eine kreiselstabilisierte Plattform gelöst, deren stabilisiertes Element von den Fahrzeugbewegungen durch Kardanrahmen entkoppelt ist und das die Stabilisierkreisel und Beschleunigungsmesser trägt. Im allgemeinen ist in einem Raum zu orten, in dem auch Gravitationsfelder bestehen. Dies bedeutet ein Erschwer-

nis für das so bestechend einfache Prinzip der T. Da zwischen schwerer und träger Masse nicht zu unterscheiden ist, muß der Einfluß von Gravitationsfeldern auf die Beschleunigungsmessung kompensiert werden. Hierzu ist eine genaue Kenntnis dieser Felder erforderlich.

Die bis heute wichtigsten Anwendungsbereiche für T. sind die Lenkung von Flugkörpern, um beispielsweise einen Nachrichtensatelliten auf die vorberechnete Bahn zu bringen, und die Navigation in Fahrzeugen, die sich im wesentlichen tangential zur Erdoberfläche bewegen. Während man im ersten Fall meist ein fixsternfestes Koordinatensystem verwendet, bevorzugt man im letzteren ein erdbezogenes Koordinatensystem, z. B. die Längen-Breitengradkoordinaten. Bei der letztgenannten Anwendung hält man zwei Achsen des stabilisierten Elements der Plattform horizontal durch die sogenannte Schuler-Abstimmung (von Reisch für T. vorgeschlagen) und orientiert es weiterhin nach Nord. Hierzu müssen den Kreiseln entsprechende Präzessionssignale zugeführt werden, weil ja die Kreisel sonst das stabilisierte Element raumfest halten würden; es wäre dann eine scheinbare Auswanderung aufgrund der Erddrehung an der Plattform ablesbar.



Bild 1. Trägheitsortungsanlage.

Zu einer **Trägheitsortungsanlage** gehört nach dem bisher Gesagten eine Plattform (Trägheitsplattform), ein Rechner und ein Anzeige- und Bedienungsgerät (Bild 1). Der Rechner muß nicht nur die Integrationsrechnung durchführen, sondern zusätzlich die oben angedeuteten Rechnungen erledigen (z. B. Schuler-Abstimmung [Bild 2]; Berücksichtigung von

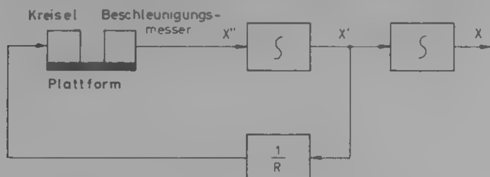


Bild 2. Reisch-Schuler'sche Abstimmung.

Coriolisbeschleunigungen). Man erreicht heute Ortungsgenauigkeiten von etwa 2 km/Stunde für Flugzeugsysteme und wesentlich geringere Ortungsfehler für große Schiffssysteme. (Grob gesprochen nimmt der Ortungsfehler mit dem Quadrat der Zeit zu.) Hierzu haben die Beschleunigungsmesser einen Meßbereich von z. B. 10^{-5} bis 10 g; die Kreisel driften von 10^{-2} °/h und weniger. Da der Ortungsfehler mit der Zeit zunimmt, werden Trägheitsortungsanlagen von Zeit zu Zeit oder kontinuierlich »gestützt«, d. h., es werden der Anlage redundante Informationen zugeführt. Das kann beispielsweise geschehen durch Dopplerradar, durch Sternbeobachtung oder durch Verfahren der Funkortung. Entsprechend spricht man von Doppler-Inertial-Ortung, Astro-Inertial-Ortung und Funk-Inertial-Ortung. *Auer*

tracking. Unter dem Begriff tracking wird das Verfolgen von bewegten Objekten (im Raum) mit richtungsselektiven Einrichtungen wie Teleskopen oder Antennen verstanden.

Tracking-Radar → Radaranlagen.

Tränken. Tränklack, Gemische von Naturharzen, Kunstharzen, Asphalten und trocknenden Ölen in geeigneten Lösungsmittelmischungen werden für Wicklungen usw. verwendet. Die Filmbildung ist bei ihnen teils ein physikalischer, teils ein chemischer Vorgang. Im Handel ist eine Fülle verschiedener Typen und auch solche ohne trocknende Öle und auf Basis modifizierter Phenolharze.

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Funktechnik, V. Band. 1957.

Tränkverfahren für Fernmeldemaste → Bethell-Verfahren, Boucherie-Verfahren, Fußschutzverfahren, Kesseldrucksaugverfahren, Rüping-Verfahren, Saftverdrängungsverfahren, Trogdrucksaugverfahren, Trogsaugverfahren, Vakuumdruckverfahren, Wechseldruckverfahren.

Transatlantik-Mehrfrequenzcodewahl → Zeichengabesysteme, internationale.

Transatlantikkabel → Seekabelnetz.

Transatlantiktelefonie ist derjenige interkontinentale → Auslandsfernsprechverkehr, der über die zwischen Nordamerika und Europa verlegten → TAT (TAT-Kabel) abgewickelt wird.

Transceiver (transmitter receiver), kombiniertes Funk-Sende- und Empfangsgerät, besonders im KW- und UKW-Bereich, vorzugsweise in Rastertechnik. Der T. arbeitet entweder umschaltbar für Senden oder Empfang auf gleicher Frequenz — oder auf verschiedenen Frequenzen, bei anderem Aufbau. Im ersteren Fall ergeben sich besonders einfache Geräte, weil die Frequenzerzeugung für Senden und Empfang gemeinsam geschieht und auch die ZF-Verstärker, Selektionsfilter, u. U. auch HF- und NF-Verstärker gemeinsam verwendet werden können.

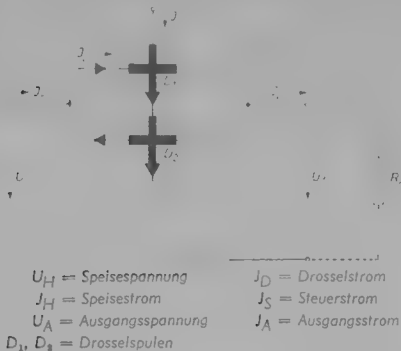
Literatur: Pappenfus, Bruene, Schoenike, Single Sideband Principles and Circuits, Mc-Graw-Hill Book Company 1964.

Transceiver-Code → Codierung.

Transcodierung → Fernseh-Normwandlung.

Transduktor ist ein Bauteil, bestehend aus Drosselspulen mit ferromagnetischen Kernen und gegebenenfalls aus Gleichrichtern. Die nichtlinearen magnetischen Eigenschaften der Drosselkerne werden hierbei zur Steuerung der Ströme und Spannungen in einem Wechselstromkreis ausgenutzt. Der T. wirkt z. B. wie ein steuerbarer Schalter, dessen Einschaltdauer innerhalb einer Halbperiode der Wechselspannung einstellbar ist. In jeder Periode werden die Kerne vom ungesättigten in den gesättigten Zustand und umgekehrt gebracht. Der Zeitpunkt des Einsetzens der Sättigung

während der Halbperiode bestimmt den Wert der zu regelnden elektrischen Größe. T. werden daher auch Regeldrosseln oder Magnetverstärker genannt. T. werden bei der DBP in Wechselspannungsreglern und in geregelten Gleichrichtergeräten eingesetzt. Sie werden hauptsächlich in der Schaltung als durchflutungsgesteuerte, spannungssteuernde T. verwendet, s. Bild. Dabei besteht der T. aus zwei parallelgeschalteten Drosselspulen und den dazugehörigen Sättigungsgleichrichtern. Die Drosselspulen gleichen in ihrem Aufbau Transformatoren. Das Kernmaterial hat eine steile Magnetisierungskennlinie mit ausgeprägtem Sättigungsknick. Jede der Drosselspulen ist so ausgelegt, daß sie ohne den Gleichrichter und ohne Steuermagnetisierung die angelegte Wechselspannung gerade voll aufnehmen könnte. Die Spulenkerne würden durch jede Halbwelle ummagnetisiert und zu keinem Zeitpunkt in die Sättigung gelangen. Die Drosselspulen hätten einen sehr hohen Wechselstromwiderstand. Durch das Einschalten von Gleichrichtern werden die Spulenkerne jedoch entsprechend der Durchlaßrichtung der Gleichrichter jeweils nur noch durch eine Halbwelle der Wechselspannung magnetisiert. Die Kerne werden bereits durch die ersten Halbwellen in die Sättigung gebracht und bleiben auch während der gesperrten Halbwellen in der Sättigung. In den gesättigten Kernen ist keine Flußänderung möglich. Die Drosselspulen können daher keine Spannung aufnehmen und haben praktisch keinen Wechselstromwiderstand. Die Sättigung



Durchflutungsgesteuerter, spannungssteuernder Transduktor mit Wechselstromausgang.

der Spulenkerne durch den Wechselstrom läßt sich nach jeder Halbwelle durch einen Steuergleichstrom wiederaufheben, wenn dessen magnetische Wirkung der der Wechselstromhalbwellen entgegengerichtet ist. Der Steuerstrom verursacht in den Drosselspulen eine Gegendurchflutung, welche während der gesperrten Halbwelle die Sättigung der Spulenkerne wiederaufhebt. Durch eine unterschiedliche Steuerdurchflutung können die Kerne unterschiedlich weit aus der Sättigung herausgebracht werden. Die durch die angelegte Wechselspannung verursachten Magnetisierungsströme benötigen dann während jeder Halbwelle eine unterschiedlich lange Zeit, um die Kerne wieder bis zur Sättigung zu magnetisieren. Während dieser Zeit wird in den Drosselspulen eine Gegenspannung induziert, und es kann der T. Spannung aufnehmen. Hierdurch läßt sich die Spannung am Ausgang des T. verstellen. Die Wicklungen eines T., in denen der Strom, der gesteuert werden soll (Arbeitsstrom), fließt, heißen Arbeitswicklungen. Die Wicklungen, über die der Arbeitsstrom mit Hilfe der Steuerströme gesteuert wird, heißen Steuerwicklungen. Die Gleichrichter, durch deren Einschaltung die Spulenkerne in Sättigung gebracht werden, heißen Sättigungsgleichrichter (s. Bild). *Vetter*

Transfergeschwindigkeit. Die Anzahl von Bits, Zeichen oder Datenübertragungsblöcken, die im Durchschnitt je Sekunde, Minute oder Stunde zwischen den korrespondierenden Einrichtungen zweier Datenstationen übertragen und als brauchbar akzeptiert werden. Korrespondierende Einrichtungen sind z. B. Datenübertragungseinrichtungen oder Fehlerschutzeinheiten oder Ein- und Ausgabewerke.

Transferwert → Trägerstörung.

Transformation einer Matrix → Matrix, → Vierpoltheorie 2.2.

Transformationsleitung. Die T. ist eine Leitungsanordnung zum Übergang von einem Speiseleitungssystem mit niedrigem Wellenwiderstand auf ein anderes Speiseleitungssystem mit hohem Wellenwiderstand oder umgekehrt. Die einfachste Transformationsleitung ist das $\lambda/4$ lange Leitungsstück, dessen Wellenwiderstand gleich dem geometrischen Mittelwert der Wellenwiderstände der an den beiden Seiten angeschlossenen Leitungen ist. Bei größeren Wellenwiderstandssprüngen verwendet man z. B. die Stufenleitung, die aus mehreren $\lambda/4$-Stücken mit steigendem oder fallendem Wellenwiderstand besteht. Eine weitere Möglichkeit ist die → Exponentialleitung, die einen stetigen Übergang gewährleistet.

Transformator. Er besteht im einfachsten Fall aus zwei magnetisch gekoppelten Spulen. Beim Eisentransformator wird die magnetische Kopplung durch einen geschlossenen (in besonderen Fällen auch geschlitzten) Eisenkreis realisiert. Primärspule wird die Spule genannt, die, z. B. im Wechselstrombetrieb, Energie aus dem angeschlossenen Generator erhält, Sekundärspule diejenige, die an den angeschlossenen Verbraucher Energie abgibt. Seinem physikalischen Verhalten nach ist der Transformator ein Spannungsübersetzer: das Verhältnis der sekundären zur primären Spannung ist konstant, also auch unabhängig von der Größe des sekundären Stromes.

Die Transformatoren für die verketteten Dreiphasensysteme der Starkstromtechnik sind im einfachsten Fall mit 3 Wicklungen auf 3 Schenkeln eines geschlossenen Eisenkreises gebaut.

Idealer T., besser idealisierter T.: T., für den angenommen ist, daß die magnetische Streuung Null ist und daß keine Wirkverluste bestehen.

In der Fernmeldetechnik wird der T. in der Regel mit symmetrischem Aufbau (Übersetzungsverhältnis 1:1) als sog. Ringübertrager verwendet. Er dient meist

dem Abschluß der Fernleitungen gegenüber den Amtseinrichtungen, die über ihn nur induktiv (nicht galvanisch) in Verbindung stehen (→ HwF Ausgabe 1929).

Transinformationsfluß → Informationstheorie.

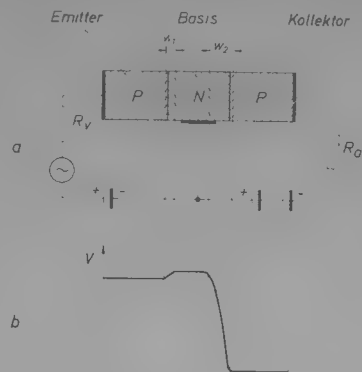
Transistor. Halbleiter-Bauelement, das zum Verstärken eines Signals oder zum Schalten mittels eines Signals (→ Schalttransistor) dient.

Nach ihrer Wirkungsweise werden Unipolar- und Bipolar-Transistoren unterschieden. Die Bezeichnungen sollen besagen, daß im ersten Fall nur eine Art von Ladungsträgern (je nach Transistortyp Elektronen oder Löcher), und zwar als Majoritätsträger, am Stromfluß direkt beteiligt sind, im zweiten Fall jedoch Elektronen und Löcher, Majoritätsträger und Minoritätsträger (→ Leitungsmechanismus in Halbleitern) eine Rolle spielen. Praktische Ausführungen von Unipolar-Transistoren sind die → Feldeffekt-Transistoren. Die wichtigsten Typen des Bipolar-Transistors, nach Herstellungsverfahren (→ Herstellung von pn-Übergängen) und Aufbau unterschieden, sind → Legierungs-, Planar- (→ Planartechnik), → Hochfrequenz-, → Leistungs- und → Epitaxie-Transistoren (auch gibt es Kombinationstypen, wie z. B. Epitaxie-Planar- und Hochfrequenz-Leistungs-Transistoren).

T., in welchen die elektrischen Vorgänge zwischen flächenhaft ausgedehnten Grenzschichten ablaufen — dies ist der Fall bei fast allen T., die heute von praktischer Bedeutung sind — werden als Flächentransistoren bezeichnet (Gegensatz: Spitzentransistor, siehe unten).

Im folgenden sollen Wirkungsweise und Eigenschaften des bipolaren Flächentransistors (im folgenden Text ist mit der Abkürzung T. stets ein solcher gemeint), und zwar des sog. Diffusions-Transistors (siehe unten), am Modell des linearen T. erläutert werden. Dies ist ein idealisierter T., bei dem sich die Dotierungen und alle elektrischen Größen nur senkrecht zu den als eben und zueinander parallel angenommenen Zonen-Grenzflächen ändern.

Der T. besteht aus einem einkristallinen Halbleiterkörper (Germanium oder Silizium), in welchem 3 Zonen unterschiedlichen Leitungstyps (abwechselnd p- und n-Leitung, → Leitungsmechanismus in Halbleitern) so aufeinander folgen, daß die beiden → pn-Übergänge dicht benachbart sind, also eine sehr dünne (überall gleich dicke) Zone einschließen. Von den beiden möglichen Zonenfolgen (npn und pnp) wird hier die des pnp-Transistors gewählt. Bild 1a zeigt diesen in der sog. Basis-Schaltung (→ Transistor-Schaltungen), in welcher der Anschluß der Basis dem Eingangs- und Ausgangskreis gemeinsam angehört. Als Basis wird die sehr schmale, mittlere, hier also n-leitende Zone bezeichnet. Die linke p-Zone heißt Emitter (Bild 1a), die rechte Kollektor. Der → pn-Übergang zwischen Emitter und Basis wird in Flußrichtung (niedrige Spannung, Größenordnung der → Diffusionsspannung), derjenige zwischen Basis und Kollektor normalerweise in Sperrrichtung (höhere Spannung) betrieben. Bild 1b zeigt den Potentialverlauf im T. Der Emitter besitzt die Aufgabe, Löcher in die Basis zu injizieren (Injektion von Ladungsträgern, siehe → pn-Übergang, Abschnitt 3 und 5). Die Löcher diffundieren als Minoritätsträger durch die Basiszone und gelangen zum großen Teil (ein meist nur sehr geringer Teil geht in der Basiszone durch Rekombination mit Elektronen verloren) zum Kollektor-Basis-Übergang. Die Löcher,



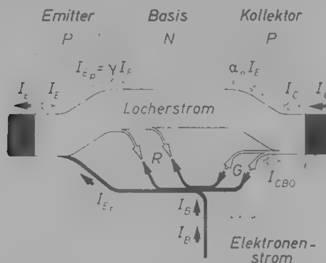
a) pnp-Transistor in Basisschaltung. (W^1 und W^2 sind die Sperrschichtbreiten, vergl. → pn-Übergang)
b) Potentialverlauf im pnp-Transistor (pn-Übergang zwischen Emitter und Basis in Flußrichtung, pn-Übergang zwischen Kollektor und Basis in Sperrichtung betrieben, vergl. → pn-Übergang).

Bild 1. pnp-Transistor.

welche bis in das hier bestehende Potentialgefälle gelangen, werden, nahezu unabhängig von der Höhe der Potentialstufe (selbst wenn diese bis auf den Wert der Diffusionsspannung abgesunken ist), in die Kollektorzone getrieben. Somit ist die Größe des Kollektor-(Sperr-)stromes abhängig von der Größe des injizierten Löcherstromes (Vergrößerung eines Sperrstromes durch injizierte Minoritätsträger, → pn-Übergang, Abschn. 2), d. h., der Kollektorstrom kann durch den Emitterstrom gesteuert werden. Bei dem hier beschriebenen T. wird vorausgesetzt, daß die Basiszone homogen dotiert ist (→ Legierungs-Transistor). Die vom Emitter in die Basiszone injizierten Ladungsträger passieren dann die Basis (außer bei starker Injektion, d. h. großem Injektionsstrom, siehe unten) nahezu als reiner Diffusionsstrom (vergl. → pn-Übergang, Abschn. 3: Diffusionsströme in den Bahngebieten). Deshalb bezeichnet man diesen Transistortyp im Gegensatz zum Drifttransistor (→ Hochfrequenz-Transistoren) als Diffusions-Transistor.

1. Gleichstromverhalten. Steigert man den Emitterstrom I_E um ΔI_E, so erhöht sich der Kollektorstrom I_c nicht um denselben, sondern um den etwas kleineren Betrag $\Delta I_c = -\alpha \, \Delta I_E$. In Bild 3a, welches das Ausgangskennlinienfeld eines pnp-Transistors in Basisschaltung zeigt, ist dies angedeutet. Das Verhältnis $\alpha_0 = -\Delta I_c / \Delta I_E$ ist die Kurzschluß-Stromverstärkung eines T. in Basisschaltung (über Stromverstärkung in Emitterschaltung siehe weiter unten, über Stromverstärkung bei Wechselstrom s. Abschn. 2). Sie ist definiert für ausgangs-

seitigen Kurzschluß des T. und für $\omega \to 0$, näherungsweise ist sie auch gültig für niederfrequenten Signalstrom. Daß α_0 stets etwas kleiner als Eins ist, hat folgende Ursachen: Erstens besteht der Emitterstrom I_E zwar überwiegend aus dem in die Basis injizierten Löcher-Diffusionsstrom I_{Ep} (weil der Emitter-Basis-Übergang zweckmäßigerweise stark unsymmetrisch ist, → pn-Übergang, Abschn. 3), aber außerdem aus einem, wenn auch sehr geringen, von der Basis in den Emitter fließenden Elektronenstrom I_{En} (Elektronen-Rückstrom). Das Verhältnis $\gamma = I_{Ep}/(I_{Ep} + I_{En}) = I_{Ep}/I_E$ ist der **Emitter-Wirkungsgrad** (für den npn-Transistor sind die Buchstaben n und p zu vertauschen). Zweitens geht ein Teil der in die Basis injizierten Löcher durch Rekombination sowohl im Innern der Basiszone (Volumen-Rekombination) als auch an deren Oberfläche, wo in verstärktem Maße Rekombinationen stattfinden (Oberflächen-Rekombination), verloren. Ein hoher Stromverstärkungsfaktor α_0 (die Werte liegen in der Regel zwischen 0,9 und 0,99) wird auf folgende Weise erreicht: Erstens wird der Emitterwirkungsgrad γ durch geeignete Dotierungsverhältnisse (→ pn-Übergang, Abschn. 3) nahezu auf den Wert 1 gebracht. Zweitens wird die Rekombination möglichst weit herabgesetzt. Die Verwendung eines möglichst störungsfreien Halbleiter-Einkristalls (möglichst frei von Rekombinationszentren, → pn-Übergang, Abschn. 3) ist die Voraussetzung für geringe Volumen-Rekombination. Diese sowie auch die Oberflächen-Rekombination wird verringert, wenn durch geringe Basisdicke (je nach Transistortyp etwa 1 bis 50 µm) für einen kurzen Diffusionsweg gesorgt wird.



Die Teilströme, die im Basisraum eines pnp-Transistors fließen, sind schematisch durch Bänder veranschaulicht, wobei die Breiten der Bänder die Werteverhältnisse ganz grob andeuten; R = Rekombination, G = Generation (Paarbildung) der Elektronen und Löcher; Bezeichnung der Ströme: siehe Text.

Bild 2. Strombilanz des Transistors.

Bild 2 gibt einen Überblick über die im Basisraum fließenden Teilströme. Für die über die Anschlüsse von Emitter, Basis und Kollektor zu- und abfließenden Ströme gilt:

$$I_E + I_B + I_C = 0. \qquad (1)$$

Der Emitterstrom I_E setzt sich aus dem Injektionsstrom (Löcherstrom) der Größe $I_{Ep} = \gamma I_E$ und dem Rückstrom (Elektronenstrom) I_{En} zusammen. Der Kollektorstrom I_c besteht aus dem die Kollektor-Sperrschicht erreichenden Anteil $\alpha_0 I_E$ des Injektionsstroms und dem sehr kleinen Kollektor-Sperrstrom I_{CBO}:

$$I_C = -\alpha_0 I_E + I_{CBO} \approx -\alpha_0 I_E. \qquad (2)$$

Durch die Rekombination von Löchern mit Elektronen vermindert sich der Injektionsstrom auf dem Weg vom Emitter zum Kollektor vom Wert γI_E auf den Wert $\alpha_0 I_E$. Die für diese Rekombination sowie für den Elektronen-Rückstrom I_{En} erforderlichen Elektronen müssen der Basis als Strom der Größe $-(1-\alpha_0) I_E$ zufließen. Dies geschieht durch den Basistrom I_B und den Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} (letzterer kann, außer bei sehr kleinem Emitterstrom, vernachlässigt werden):

$$I_B = -(1-\alpha_0) I_E - I_{CBO} \approx -(1-\alpha_0) I_E. \quad (3)$$

Wenn der Wert von α_0 nahe bei 1 liegt, ist I_B sehr klein.

Der Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} entsteht dadurch, daß das Feld der Kollektor-Sperrschicht die durch Paarbildung in und in der Nähe der Sperrschicht ständig entstehenden Elektronen und Löcher trennt (→ pn-Übergang, Abschn. 2). Er fließt in der Basiszone als Elektronen- und in der Kollektorzone als Löcherstrom.

Im Fall $I_E = 0$ (offener Emitter) fließt nur der Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} (s. auch Bild 3a). Der Basisstrom besitzt dann den Wert $-I_{CBO}$, und seine Richtung ist der in Bild 2 (wo ein nicht zu kleiner Emitterstrom angenommen wurde) angegebenen entgegengesetzt. Bei offener Basis ($I_B = 0$) stellt sich der Emitterstrom so ein, daß der Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} den Elektronenbedarf der Basis für die Rekombination und den Elektronen-Rückstrom zum Emitter gerade deckt, so daß $I_C = -I_E$ ist.

Die Kurzschluß-Stromverstärkung α_0 des Flächentransistors in Basisschaltung ist zwar stets etwas kleiner als Eins, da aber der Kollektorkreis gegenüber dem Emitterkreis sehr hochohmig ist, erhält man eine beträchtliche **Spannungs- und Leistungsverstärkung** (→ Transistorschaltungen). Die Spannungsverstärkung wird bestimmt durch die Größenverhältnisse der Widerstände R_1 (Eingangswiderstand zwischen Emitter- und Basisanschluß) und R_a (Außenwiderstand) bzw. R_1 und R_2 (Ausgangswiderstand zwischen Kollektor- und Basisanschluß). Für R_a klein gegen R_2 ist die Spannungsverstärkung gleich dem Verhältnis R_a/R_1, für $R_a >> R_2$ (Leerlauf-Spannungsverstärkung) nähert sie sich dem Grenzwert R_2/R_1. Der Eingangswiderstand R_1 ist niedrig, da der pn-Übergang zwischen Emitter und Basis in Flußrichtung betrieben wird (Größenordnung 100 Ohm, meist <100 Ohm), der Ausgangswiderstand R_2 ist, da der pn-Übergang zwischen Kollektor und Basis in Sperrichtung betrieben wird, sehr groß (Größenordnung Megohm; dem entspricht die äußerst geringe Steigung der Kennlinien, s. auch Abschn. 2: Kollektor-Diffusionsleitwert). Wenn α_0 groß ist, d. h. nur wenig unter dem Wert 1 liegt, ist der Basisstrom klein und das Verhältnis zwischen Kollektor- und Basisstrom, welches den Wert $\alpha_0/(1-\alpha_0)$

besitzt, groß. Daher erhält man eine hohe **Stromverstärkung**, wenn man das zu verstärkende Signal statt in den Emitter in die Basis hineingibt. Dies führt zur Emitterschaltung des T. (Bild 3b zeigt das Schaltzeichen und das Ausgangskennlinienfeld): Eine Erhöhung von I_B um ΔI_B stellt eine Vergrößerung des über den Basisanschluß in die Basis fließenden Elektronenstroms dar. Die Basis wird dadurch negativer gegen den Emitter, was einen größeren Emitterstrom und damit auch einen größeren Kollektorstrom zur Folge hat. Der Strom wächst so lange an, bis der Gleichgewichtszustand wiederhergestellt ist. Dies ist der Fall, wenn I_E gerade um einen solchen Betrag ΔI_E — und damit I_C um einen Betrag $\Delta I_C = -\alpha_0 \Delta I_E$ — angewachsen ist, daß der Anteil von ΔI_E, der wegen Rekombination eines Teils der Löcher mit Elektronen nicht über den Kollektor abfließen kann, sowie der Zuwachs des Elektronenrückstroms zum Emitter, nämlich insgesamt das Defizit $(1-\alpha_0)\Delta I_E$, durch den Zuwachs ΔI_B des Basisstroms (welcher die erforderlichen Elektronen liefert) übernommen wird. Damit läßt sich die **Kurzschluß-Stromverstärkung** β_0 des T. in Emitterschaltung bestimmen:

$$\Delta I_B = (1-\alpha_0)\,\Delta I_E = (1-\alpha_0)\,\Delta I_C/\alpha_0$$
$$\beta_0 = \Delta I_C/\Delta I_B = \alpha_0/(1-\alpha_0). \qquad (4)$$

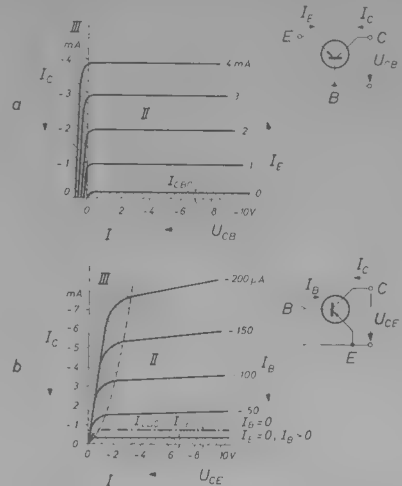
Die Stromverstärkung bei Emitterschaltung ist also um den Faktor $1/(1-\alpha_0)$ größer als diejenige bei Basisschaltung. Dem Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} in Basisschaltung (bei $I_E = 0$) entspricht in Emitterschaltung der Kollektor-Reststrom I_{CEO} (bei $I_B = 0$). Bei offener Basis ist $I_C = -I_E$ (siehe oben) und $I_C = I_{CEO}$. Wird in Gleichung (3) $I_B = 0$ und $-I_{CEO}$ für I_E eingesetzt, so ergibt sich:

$$I_{CEO} = I_{CBO}/(1-\alpha_0).$$

Der Kollektor-Reststrom I_{CEO} ist ebenfalls um den Faktor $1/(1-\alpha_0)$ größer als der Kollektor-Sperrstrom.

Wie oben erwähnt, müssen beim Diffusions-Transistor die vom Emitter in die Basis injizierten Minoritätsträger die Basiszone (außer bei größeren Strömen, wo der Driftstrom-Anteil des Löcherstromes nicht mehr vernachlässigbar ist und im Grenzfall starker Injektion so groß wie der Anteil des Diffusionsstroms wird) praktisch als reiner Diffusionsstrom durchlaufen. Ein Diffusionsstrom setzt aber ein Ladungsträgergefälle voraus. Dieses muß, wenn der steuernde Strom seine Größe ändert, durch diesen (in Basisschaltung durch den Emitterstrom, in Emitterschaltung durch den Basisstrom) erst auf- bzw. abgebaut werden, bevor der Kollektorstrom sich auf seinen neuen Wert einstellen kann. Dies ist z. B. die Ursache für das Zeitverhalten des T. bei **Impuls- und Schalterbetrieb** (→ Schalttransistor). Bei sprunghaftem Eingangssignal, z. B. Rechteckimpuls, setzt der Ausgangsimpuls erst nach einer durch die Trägheit des Diffusionsvorgangs bedingten Zeit (Verzögerungszeit) merklich ein und steigt innerhalb der Zeit, die für die Zuführung der Basisladung benötigt wird (Anstiegszeit), auf seinen Endwert. Bei sprunghaft aussetzendem Eingangssignal fällt das Ausgangssignal erst innerhalb der für das Abfließen der Basisladung benötigten Zeit (Abfallzeit) auf den Wert Null.

Bei Fließen eines Gleichstroms muß der Löcher-Diffusionsstrom in der Basiszone im Falle geringer Rekombination vom Emitter bis zum Kollektor annähernd den gleichen Wert behalten. Daher muß auch das Gefälle der Minoritätsträger annähernd konstant bleiben, d. h. die Löcherdichte vom Emitter zum Kollektor hin linear abfallen. Der Aufbau dieses Dichtegefälles der injizierten Minoritätsträger verlangt die Neutralisation seiner Raumladung durch entsprechende Anhebung der Majoritätsträgerdichte, was durch Zufließen von Elektronen über den Basisanschluß geschieht. Solange der Emitterstrom bzw. der Außenwiderstand R_a nicht zu groß ist, werden



Mit I, II und III sind die Betriebsbereiche — Sperrbereich, aktiver (normaler) Bereich und Übersteuerungsbereich — gekennzeichnet.

a) Basisschaltung: Die Kollektorspannung kann wegen des Spannungsabfalls am Basisbahnwiderstand positive Werte annehmen. Daher steigen die Kennlinien schon links von der Stromachse an. Der Kollektor-Sperrstrom I_{CBO} ist übertrieben groß dargestellt.

b) Emitterschaltung: Die Ströme I_{CBO} und I_{CEO} sind übertrieben groß, I_{CEO} im Verhältnis zu I_{CBO} zu klein dargestellt.

Bild 3. Ausgangskennlinienfelder eines pnp-Transistors (Prinzipdarstellung).

alle Löcher, welche die Kollektor-Sperrschicht erreichen, durch deren Feld sehr rasch in den Kollektor hineingezogen. Dies ist der Fall, solange der Kollektor-Übergangs perrt, und auch gerade noch, wenn die Potentialstufe in der Kollektor-Sperrschicht bis auf den Wert der Diffusionsspannung (→ pn-Übergang) abgesunken ist. Die Löcherdichte fällt dann annähernd linear zum Kollektor hin fast bis auf den Wert Null ab (sog. Diffusions-Dreieck). Dem entspricht das Sättigungsverhalten der **Kennlinien des T.** (Bild 3). Besitzt die Potentialstufe in der Kollektor-Sperrschicht gerade noch die Größe der Diffusionsspannung und wird dann der Emitterstrom

noch weiter erhöht, so kann der Kollektorstrom nicht mehr weiter anwachsen. Es kommt zu einer Stauung der Löcher, zu einem Ansteigen der Löcherdichte in der ganzen Basis (auch unmittelbar vor der Kollektor-Sperrschicht) und zu einem Absinken der an der Kollektor-Sperrschicht liegenden Spannung unter den Wert der Diffusionsspannung. Während aber die Dichte der Minoritätsträger und aus Gründen der Neutralität auch die Dichte der Majoritätsträger ansteigt, bleibt das Ladungsträgergefälle in der Basiszone und damit auch die Größe des Kollektorstromes praktisch unverändert erhalten. Die Zunahme der Ladungsträgerdichten in der Basiszone (sowohl der Löcher als auch der Elektronen) führt aber zu einer verstärkten Rekombination, und diese nimmt den mit wachsendem Emitterstrom steigenden Überschuß des Emitterstromes über den (einen konstanten Wert annehmenden) Kollektorstrom auf, d. h., der Überschuß fließt als Basisstrom, da dieser die für die Rekombination erforderlichen Elektronen zuführt. Man bezeichnet diesen Betriebszustand mit erhöhter Trägerdichte in der Basiszone als Übersteuerung des T., den entsprechenden Betriebsbereich im Kennlinienfeld (III in Bild 3) als Übersteuerungsbereich, im Unterschied zum aktiven Bereich (II) und Sperrbereich (I).

Die Stromverstärkungsfaktoren α_0 und β_0 sind vom Strom und somit vom Arbeitspunkt abhängig, können also nur innerhalb eines begrenzten Gebietes des Kennlinienfeldes als annähernd konstant angenommen werden. β_0 und α_0 sind durch die Gleichung (4) miteinander verknüpft (s. oben), nach welcher sich β_0 in viel stärkerem Maße mit dem Strom ändert als α_0. Den prinzipiellen Verlauf der Kurve $\beta_0 = f(I_E)$, welche ein ausgeprägtes Maximum besitzt (Bild 4),

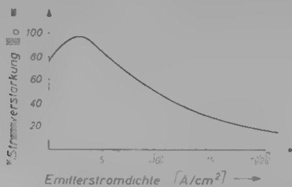


Bild 4. Charakteristischer Verlauf der Kurzschlußstromverstärkung β als Funktion der Emitterstromdichte. Der Verlauf sowie die Werte hängen von Bauart und Materialien der Transistoren ab und können für verschiedene Typen sehr unterschiedlich sein.

zeigen alle bipolaren Flächentransistoren, doch sind die wesentlichen Ursachen bei T. aus Silizium teils andere als bei solchen aus Germanium (Literatur: Spenke, Elektronische Halbleiter, s. unten).

Das über den bipolaren Flächentransistor vom pnp-Typ Gesagte gilt auch für den npn-Typ, nur vertauschen dabei Elektronen und Löcher ihre Rollen, die Spannungen haben entgegengesetzte Polarität, die Ströme entgegengesetzte Richtungen.

Besitzen zwei T., die sich hinsichtlich Polarität ihrer Spannungen und Richtungen ihrer Ströme unterscheiden, sonst weitgehend übereinstimmende elektrische Eigenschaften, so spricht man von komplementären Transistoren (z. B. für Gegentaktstufen). Gegenüber dem Flächentransistor, dessen Stromverstärkung α_0 in der Basisschaltung dem Wert 1 zwar sehr nahe kommen, ihn aber nicht erreichen oder überschreiten kann, besitzt der Spitzen-Transistor einen Wert $\alpha_0 > 1$ (etwa 2 bis 5). Er besteht aus einem n-leitenden Halbleiter-Plättchen (Basis), auf dessen einer Seite zwei Spitzenkontakte (Emitter und Kollektor) sehr nahe beieinander aufgesetzt sind und auf dessen anderer Seite sich der großflächige sperrfreie Basiskontakt befindet. Die Emitter-Sperrschicht entsteht bereits durch das Aufsetzen des Kontaktes, während der Kollektor durch einen Stromstoß »formiert« werden muß. Wegen gewisser Nachteile (hoher Reststrom, hohe Rauschzahl, geringe mechanische Festigkeit und schwierige Herstellung) ist dieser T. heute nur noch von historischem Interesse.

2. Wechselstromverhalten. Das Wechselstromverhalten des T. kann z. B. durch sein physikalisches Ersatzschaltbild beschrieben werden. Dieses unterscheidet zwischen dem inneren T., welchem die Diffusionsvorgänge im Basisraum zugeordnet sind, und dem äußeren T., welcher die Bahnwiderstände, die Sperrschichtkapazitäten und die Elektrodenkapazitäten enthält (→ Ersatzschaltbilder des T.).

Von besonderer Bedeutung für das Wechselstromverhalten sind die (relativ langsam ablaufenden) Diffusionsvorgänge im Basisraum, das Verhalten der Sperrschichten (Sperrschichtkapazität und Sperrschichtdickenmodulation) sowie der Basisbahnwiderstand. Aus dem periodischen Auf- und Abbau der Löcherdichte in der Basis resultieren (in vereinfachender Beschreibung, vgl. unten) ein frequenzabhängiger Wirkleitwert und parallel zu diesem eine frequenzabhängige Kapazität (obwohl die Basiszone neutral bleibt, s. Abschn. 1). Diese Größen werden als Emitter-Diffusionsleitwert und Emitter-Diffusionskapazität bezeichnet. Zu diesen parallel liegt noch die Emitter-Sperrschichtkapazität, welche praktisch nicht frequenzabhängig, jedoch spannungsabhängig ist (→ pn-Übergang, Abschn. 4). Durch die Sperrschichtkapazität kommt zu dem in die Basis injizierten Minoritätsträgerstrom ein mit der Frequenz zunehmender Strom hinzu, der in den Bahngebieten als Majoritätsträgerstrom und in der Emitter-Sperrschicht als Verschiebungsstrom fließt und der den Emitterwirkungsgrad herabsetzt. Die Emitter-Sperrschichtkapazität ist jedoch meist gegen die Emitter-Diffusionskapazität vernachlässigbar (letztere wächst mit dem Emitterstrom; bei Transistortypen mit sehr dünner Basis, insbesondere mit Driftfeld, → Hochfrequenz-Transistoren, und bei kleinen Emitterströmen kann die Sperrschichtkapazität der Emitterdiode auch deren Diffusionskapazität überwiegen). Die Emitter-Diffusionskapazität wird entscheidend, wenn die Frequenz in die Größenordnung der sog. Laufzeitfrequenz $f_L = D_p/\pi W^2$ kommt. Der Zusammenhang ist folgender: Nimmt man bei stationärem Stromfluß an der Emitterseite der Basis eine Löcherkonzentration $p = p_0$ an, die zum Kollektor hin linear auf den Wert $p = 0$ abfällt, so ist

$$I_E \approx I_c = -q F D_p \cdot dp/dx \approx q F D_p \cdot p_0/W$$

(q = Elementarladung, F = Querschnitt der Basiszone, D_p = Diffusionskonstante der Löcher, W = Basisdicke, x = Koordinatenwert in der Richtung senkrecht zu den Zonen-Grenzflächen). Die in der Basiszone gespeicherte positive Ladung der Löcher hat dann die Größe

$$Q_B = q\,F\,W \cdot p_0/2.$$

Diese Ladung wird durch den Stromfluß gerade innerhalb der Zeit

$$t_b = Q_E/I_E = W^2/2\,D_p$$

einmal erneuert. t_b ist also die mittlere Laufzeit der Löcher, welche diese für die Diffusion durch die Basis benötigen. Die Laufzeitfrequenz f_L kann als Funktion der Laufzeit t_b aufgefaßt werden:

$$f_L = 1/2\,\pi\,t_b = D_p/\pi\,W^2$$

und ist diejenige Frequenz, bei welcher der Betrag der Stromverstärkung des gedachten inneren T. auf den Wert $\alpha_0/\sqrt{2}$ gesunken ist.

Mit steigender Kollektorspannung erfolgt eine Zunahme der Kollektor-Sperrschichtdicke (→ pn-Übergang). Diese erfolgt teilweise, bzw. bei gegenüber der Basis stark dotiertem Kollektor (→ Legierungs-Transistor) praktisch völlig, auf Kosten der Basisdicke. Diese Basisdickenmodulation durch die Kollektorspannung hat folgende Auswirkungen (Early-Effekt): Bei konstanter Emitterspannung bewirkt eine Abnahme der Basisdicke eine Vergrößerung des Dichtegefälles der Löcher und damit eine Zunahme des Kollektorstroms. Die Folge ist ein endlicher Kollektorleitwert anstelle der exakten Sättigung des Kollektorstroms. Bei festgehaltenem Emitterstrom bleibt das Diffusionsgefälle unverändert. Bei Abnahme der Basisdicke muß daher die Löcherdichte überall in der Basis um einen gewissen Betrag abnehmen, was eine der Zunahme der Kollektorspannung proportionale Abnahme der Emitterspannung zur Folge hat. Es besteht somit eine Spannungsrückwirkung des Kollektors auf den Emitter. Beim normalen Betrieb des T. befindet sich die Emitterdiode im Durchlaß-, die Kollektordiode im Sperrzustand. Diffusionsleitwert und Diffusionskapazität eines gesperrten Übergangs sind an sich sehr gering, doch da die Kollektorspannung über die Basisdickenmodulation ebenfalls die Löcherverteilung in der Basis beeinflußt, existieren ein »Early-Leitwert« und eine »Early-Kapazität«. Weil diese Beeinflussung des Diffusionsgefälles in der Basis im Prinzip die gleiche wie diejenige durch die Emitter-Durchlaßspannung ist, spricht man auch, sowohl bei normalem als auch bei inversem Betrieb des T. (wo sich der Kollektor im Durchlaß- und der Emitter im Sperrzustand befindet, also deren normale Rollen vertauscht sind) allgemein von einem Kollektor-Diffusionsleitwert und einer Kollektor-Diffusionskapazität. Parallel zu Diffusionsleitwert und Diffusionskapazität kommt die Kollektor-Sperrschichtkapazität hinzu. Auf der Kollektorseite überwiegt meist die Sperrschichtkapazität die Diffusionskapazität. Diffusionsleitwert und Diffusionskapazität des Kollektors sind (bei normalem Betrieb des T. im aktiven Bereich) wesentlich kleiner als die emitterseitigen Größen. Auf der Emitterseite kann die Sperrschichtkapazität meist (s. oben) gegen die Diffusionskapazität vernachlässigt werden. Zwischen Emitter- und Kollektor-Sperrschichtkapazität besteht größenordnungsmäßig kein grundsätzlicher Unterschied (die Werte liegen zwischen <1 pF und einigen 10 pF, bei Leistungstransistoren noch höher). Mit der Basisdicke werden auch die Laufzeit t_b (bzw. die Gesamtlaufzeit t_{ec}, → Hochfrequenztransistoren) sowie der Basisbahnwiderstand moduliert. Die Modulation des Basisbahnwiderstandes stellt einen Anteil der Rückwirkung des Ausgangs auf den Eingang dar.

Während der Emitter- und auch der Kollektor-Bahnwiderstand durch geeignete Maßnahmen bei der Herstellung (→ Epitaxie-Transistor) klein gehalten werden können, bedingt die dünne Basisschicht einen relativ hohen Widerstand.

Eine genauere Beschreibung der Diffusionsvorgänge und der Basisdickenmodulation durch das Ersatzschaltbild des inneren T. kommt, da Leitwerte und Kapazitäten über die Basiszone verteilt sind, nicht mit konzentrierten einzelnen Schaltelementen aus, sondern benutzt eine Kettenschaltung (→ Ersatzschaltbilder des T.).

Die Kurzschluß-Stromverstärkungsfaktoren für Wechselstrom (komplexes Verhältnis des Signalstroms im kurzgeschlossenen Ausgang zum Signalstrom im Eingang), α für die Basisschaltung und β für die Emitterschaltung, die im Grenzfall $\omega \to 0$ mit den Gleichstrom-Größen α_0 und β_0 identisch sind, sind wie diese strom- und arbeitspunktabhängig und für kleine Aussteuerung definiert, außerdem frequenzabhängig. Die Kurzschluß-Stromverstärkungen zeigen folgenden Frequenzgang:

Für die Basisschaltung:

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + i\,f/f_\alpha} \approx \frac{1}{1 + i\,f/f_\alpha}$$

und für die Emitterschaltung:

$$\beta = \frac{\beta_0}{1 + i\,f/f_\beta}.$$

f_α bzw. f_β, die sog. Alpha- bzw. Beta-Grenzfrequenz, ist diejenige Frequenz, bei welcher der Betrag von α bzw. β auf das $1/\sqrt{2}$-fache des Wertes α_0 bzw. β_0 gesunken ist.

Wie für α_0 und β_0 gilt hier eine entsprechende Beziehung:

$$\beta = \alpha/(1-\alpha).$$

Die Grenzfrequenzen sind miteinander verknüpft durch:

$$f_\beta = (1-\alpha_0)\,f_\alpha.$$

f_β ist um denselben Faktor kleiner als f_α, um welchen β_0 größer ist als α_0 (s. oben). Dies erklärt sich daraus, daß der Basisstrom (bei niedrigen Frequenzen) um

den Faktor $i_B/i_E = 1 - \alpha_0$ kleiner ist als der Emitterstrom und, um die für eine bestimmte Änderung des Ausgangsstroms erforderliche Basisladung zu- bzw. abzuführen, deshalb bei Steuerung über die Basis eine um den Faktor $1/(1 - \alpha_0)$ längere Zeit benötigt wird als bei Steuerung durch den Emitterstrom. Dementsprechend liegt die Frequenz, bei welcher $|\beta| = 1$ wird (Beta-Eins-Frequenz), in der Nähe der α-Grenzfrequenz:

$$f_{\beta_1} = f_\beta \sqrt{\beta_0^2 - 1} \approx \beta_0 f_\beta \approx f_\beta/(1-\alpha_0) = f_\alpha \,.$$

Die ersten Transistoren waren ausgesprochene Niederfrequenz-Transistoren. Bei der Entwicklung von Typen für hohe Frequenzen kam es vor allem darauf an, die Laufzeit t_{ec} (Gesamtlaufzeit der Minoritätsträger vom Emitter zum Kollektor) und die Größen r_b (Basisbahnwiderstand) und c_c (Kollektorkapazität) so klein wie möglich zu machen (→ Hochfrequenz-Transistoren).

Literatur: H. Salow u. a., Der Transistor, Physikal. u. tech. Grundlagen, Springer-Verlag, 1963 — K. Seiler, Physik u. Technik der Halbleiter, Wissenschaftl. Verlagsges. M. B. H., Stuttgart, 1964 — R. Paul, Transistoren, Physikal. Grundlagen und Eigenschaften, Vieweg-Verlag — J. Dosse, Der Transistor, R. Oldenbourg, München — E. Spenke, Elektronische Halbleiter, Springer-Verlag, 1965.

Aulbach

Transistor-Transistor-Logik → digitale Mikroschaltungen.

Transistorempfänger. Gegenüber Röhren haben → Transistoren gewichtige Vorteile: kleine Abmessungen, niedrige Betriebsspannung und kleine Ruheströme. Da keine Heizung benötigt wird, ist der Leistungsbedarf und die Wärmebildung gering. Damit waren die Voraussetzungen gegeben, kleine handliche Geräte in wirtschaftlicher Betriebsweise herzustellen. Die große Verbreitung der Taschen- und Kofferempfänger ist in erster Linie dem Transistor zuzuschreiben. Der T. hat sich in neuer Zeit auch bei den stationären Heimgeräten durchgesetzt. Die hohen Anforderungen, die an stationäre Rundfunkempfänger, insbesondere an Empfangsanlagen nach DIN 45500 zu stellen sind, werden von den Halbleitern, deren Eigenschaften in den letzten Jahren durch verfeinerte Herstellungstechniken verbessert worden sind, voll und ganz erfüllt. Mit der Einführung des Transistors in die stationären Geräte war es möglich, die Gehäuseabmessungen zu verringern und damit Ausführungen zu schaffen, die sich besser in den Wohnraum einfügen. Als weiterer Vorzug ist bei T. gegenüber den röhrenbestückten Empfängern die sofortige Betriebsbereitschaft nach dem Einschalten anzuführen.

Literatur: H. R. Schlegel, Der Transistor, Hannover 1959 — I. Kammerloher, Transistoren, Füssen 1959 — H. Pitsch, Lehrbuch der Funkempfangstechnik, Bd. 2, Leipzig 1960 — F. Franke, »Partner IV«, Ein Reiseempfänger mit hoher Empfangsleistung, Funktechnik 16 (1961) Heft 13.

Transistorschaltungen. Transistor als Vierpol ermöglicht prinzipiell drei Grundschaltungsarten (s. Bild 1—3, Beispiel pnp-Transistor).

1. Basisschaltung (Basisanschluß dem Ein- und Ausgang gemeinsam) besitzt kleinen Eingangs- und großen Ausgangswiderstand und Gleichphasigkeit von Ausgangs- und Eingangsspannung; große Spannungs- und Leistungsverstärkung. Bei höheren Frequenzen wird der Eingangswiderstand induktiv und die (Kleinsignalkurzschluß-)Stromverstärkung $\frac{i_2}{i_1}$ wird komplex; die Grenzfrequenz (Frequenz bei welcher der Betrag der Kurzschlußstromverstärkung auf den $\frac{1}{\sqrt{2}}$-fachen Wert gegenüber dem Wert bei niedrigen Frequenzen abgesunken ist) liegt relativ hoch. Temperaturabhängigkeit der Stromverstärkung recht gering. Anwendung dieser T. als

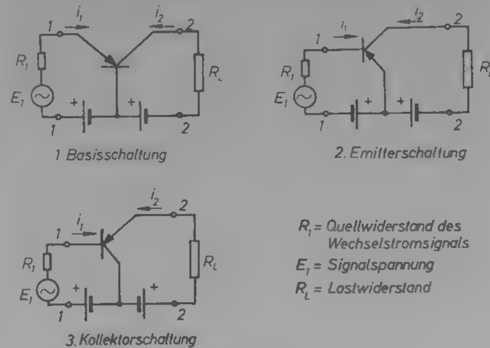


Bild 1—3. Transistorschaltungen.

Eingangsstufe bei hohen Frequenzen. 2. Emitterschaltung (Emitteranschluß dem Ein- und Ausgang gemeinsam) entspricht als meistangewendete T. der Kathodenbasisschaltung der Röhrentechnik. Besitzt relativ großen Eingangs- und hohen Ausgangswiderstand bei Gegenphasigkeit von Ausgangs- und Eingangsspannung; Eingangswiderstand wird bei hohen Frequenzen kapazitiv. Große Strom-, Spannungs- und sehr große Leistungsverstärkung. Einsfrequenz oder Transitfrequenz (Frequenz bei Stromverstärkung 1) eines Transistors in Emitterschaltung ist niedrig; relativ große Temperaturabhängigkeit der Stromverstärkung wird durch Temperaturstabilisierung und Gegenkopplung (gleichzeitige Linearisierung) verringert. 3. Kollektorschaltung (Kollektoranschluß dem Ein- und Ausgang gemeinsam) besitzt großen Eingangs- und kleinen Ausgangswiderstand bei Phasengleichheit. Spannungsverstärkung ist kleiner 1, große Strom- und kleine Leistungsverstärkung. Einsfrequenz ist der in Emitterschaltung vergleichbar; kleine Temperaturabhängigkeit der Stromverstärkung. Häufige Anwendung der Kollektorschaltung als Impedanzwandler.

Das Rauschen im Transistor setzt sich im wesentlichen zusammen aus sog. Funkelrauschen (Veränderung der Störstellenkonzentration an der Oberfläche, Leckströme) und Schrotrauschen (Basis- und Emittergleichstrom, statistische Stromverteilung zwischen Kollektor und Basis, Kollektorsperrstrom, Wärmerauschen von Emitter- und Basisbahnwiderstand) und hängt stark von der eingangsseitigen Anpassung des

Transistors ab. Für die → Rauschzahl F (Quotient von an den Lastwiderstand abgegebener Rauschleistung und Wärmerauschen des Signalgenerator-Innenwiderstandes) lassen sich Werte $F < 1{,}5$ dB erreichen; bei → Feldeffekttransistoren noch geringere Werte. Frequenzabhängigkeit einzelner Transistorparameter in Zusammenwirken mit der Schaltung → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Literatur: z. B. C. Moerder, Grundlagen der Transistortechnik, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt M., 1964.

Fuchs

Transistorwechselrichter → statischer Wechselrichter.

Transit-Nachwahlzusatz TW 39. Der T. wird im Telexnetz eingesetzt, wenn die Selbstwahl mit einem Land eingeführt werden soll, das wegen Fehlens eines direkten Leitungsbündels im Transit über ein anderes Land angesteuert werden muß.

Der T. ist dem Zweitausgang der → Zusatzübertragung (Telex) der abgehenden Auslandsleitung vorgeschaltet. Er nimmt einen Anruf auf und fügt die Durchgangskennziffer 0 sowie die im Transitland gültige Netzkennzahl des Ziellandes hinzu. Danach Wahlabrufzeichen rückwärts zum Auslandsumrechner (→ Umrechner), der die Teilnehmerrufnummer ausspeichert. Der weitere Verbindungsaufbau erfolgt wie bei einer normalen Auslands-Endverbindung.

Um Gebührenhinterziehungen zu unterbinden, ist im Auslandsumrechner oder einer dem Ersteingang der Zusatzübertragung vorgeschalteten Sperrübertragung (Mitlaufeinrichtung) Vorsorge getroffen, daß alle nach der Netzkennzahl des Transitlandes mit 0 beginnenden Verbindungen ausgelöst werden. Somit sind keine Transitverbindungen zum Endgebührensatz des Transitlandes möglich.

Transitfrequenz eines Transistors → Transistorschaltungen.

Transitverbindung, Technik der Telex-, hat besondere Schaltglieder für den Telex-Transitverkehr (→ Umrechner TW 39).

Transitvermittlungsstelle. Wenn der Umfang des Fernsprechverkehrs zwischen zwei Ländern nicht ein direktes Leitungsbündel rechtfertigt, muß die Verbindung über ein drittes Land, oder gar mehrere Länder, hergestellt werden. Die Vermittlungsstelle im Durchgangsland heißt im internationalen Sprachgebrauch Transitvermittlungsstelle, abgek. CT (aus dem franz. »centre de transit«). Nach dem Leitwegplan für weltweiten Fernsprechverkehr gibt es CT in drei internationalen → Netzebenen; entsprechend CT1, CT2 und CT3.

Transosonde. Im Gegensatz zur → Radiosonde, deren Ballon bis zum Platzen aufsteigt, wird bei der T. der Ballon so eingerichtet, daß er bei einer bestimmten Luftdichte anfängt zu schwimmen. Das trat auch schon bei den Sondierballonen gelegentlich ein, jedoch waren die Meßergebnisse dann unbrauchbar. Das Meßwerk der T. muß nämlich besonders gegen Strahlung geschützt werden. Man konnte erreichen, daß dieselbe T. tagelang arbeitete und dabei die Erde mehrfach umkreiste. Dabei wurden interessante Tatsachen festgestellt, z. B. über die Zirkulation in höheren Schichten der Atmosphäre (Global Horizontal Sounding Technique = GHOST-Unternehmen).

Literatur: WMO-Bulletin 15, 124 (1966).

TRANSPAC, Transpazifikkabel → Seekabelnetz, Tabelle 3, Nr. 45.

Transponder → Radaranlagen.

transportable Akkumulatoren → Akkumulatoren.

Transportanstalt. Nach § 3 Abs. 1 Ziff. 2 Fernmeldeanlagengesetz (FAG) können T. unter bestimmten Voraussetzungen → genehmigungsfreie Fernmeldeanlagen errichten und betreiben (→ Privatfernmeldeanlagen).

T. sind auf kaufmännischer Grundlage betriebene Großunternehmen, deren Gewerbe darin besteht, Personen und fremde Güter zu befördern. Soweit nur eigene Güter des Unternehmens befördert werden, handelt es sich lediglich um eine Transportanlage, auf die § 3 Abs. 1 Nr. 2 FAG keine Anwendung findet. Als T. kommen insbesondere Eisenbahnen und Straßenbahnen sowie Binnenschiffahrts- und Kraftfahrunternehmen in Frage, falls diese einen auf bestimmten Strecken und nach einem festen Fahrplan sich abwickelnden, d.h. anstaltsmäßigen Verkehr betreiben. Bei Spediteuren (§ 407 Handelsgesetzbuch [HGB]) und Frachtführern (§ 425 HGB) fehlt meist der anstaltsmäßige Rahmen, so daß § 3 FAG für sie nicht in Betracht kommt. Nach dem Wortlaut des Gesetzes muß die Fernmeldeanlage weiterhin auf den von der T. betriebenen Linien verlaufen, d.h. es wird ein örtlicher Zusammenhang zwischen den Linien und dem von der Fernmeldeanlage benutzten Gelände gefordert.

Transportbüchse → Rohrpostsysteme.

Transportdruck → Hausrohrpost.

Transpositionsfehler ist ein Übertragungsfehler, bei dem während der Übertragung eines Zeichens ein oder mehrere Schritte von einem Kennzustand in den anderen verfälscht werden und eine gleiche Anzahl von Schritten in entgegengesetztem Sinne verfälscht wird. T. können nicht mit dem bei ARQ-Mux-Systemen angewendeten Verfahren der Fehlererkennung durch Prüfung des 3 : 4-Verhältnisses erkannt werden, da bei T. dieses Verhältnis nicht verändert wird. Einen gewissen Schutz gegen T. bietet jedoch das → Tested RQ-Verfahren.

transversale Verzerrung = Amplitudenverzerrung, → Verzerrung.

Transversalwelle, Welle, deren Schwingungen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erfolgen.

Trapezverzeichnung → Ablenktechnik.

Trassenband. Das 3 cm breite T. aus Polyvinylchlorid (PVC) wird ca. 30 bis 40 cm über dem Erdkabel ausgelegt und soll als Warnung dienen, falls durch Bagger oder durch andere Arbeiten das Erdreich aufgegraben wird.

Für die DBP ist es gelb eingefärbt und fortlaufend schwarz mit »Achtung Postkabel« bedruckt. Andere Versorgungsunternehmen verwenden T. mit anderer Farbe und Aufschrift (→ Kabelverlegung unter 2).

travelling-wave-Antenne → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

travelling-wave-tube → Wanderfeldröhre.

Treffsicherheit der Frequenz in kHz gibt an, mit welcher Genauigkeit ein Empfänger unter Zuhilfenahme der vorhandenen Einstellmittel auf eine bestimmte Sollfrequenz abgestimmt werden kann. Sie wird u. a. durch mechanische und elektrische Eigenschaften des Empfängers bestimmt. Zu den mechanischen gehören: Die Ablesegenauigkeit der Skala, der Grad der Starrheit, mit der der Zeiger mit dem frequenzbestimmenden Element verbunden ist. Die wesentlichste elektrische Eigenschaft, die die T. beeinflußt, ist die elektrische Stabilität (Frequenzkonstanz) der Umsetzeroszillatoren bei Überlagerungsempfängern. Diese ist ihrerseits hauptsächlich von Temperaturschwankungen, Netzspannungsschwankungen und von mechanischen Erschütterungen abhängig.

Die T. moderner Empfänger kann mit Hilfe neuartiger Methoden sehr hochgetrieben werden. Hierbei wird die analoge Frequenzablesung auf einer Skala meist durch eine digitale Frequenzanzeige ersetzt. Durch Anwendung neuartiger Konzepte (→ Frequenzsynthese, → Frequenzanalyse) beim Aufbau der Umsetzeroszillatoren kann man in sehr kleinen dekadischen Stufen veränderbare Oszillatoren herstellen, die die Genauigkeit und die Stabilität von Quarzoszillatoren besitzen (dekadischer → Frequenzerzeuger).

Literatur: P. Dehmelt, E. Frommer und W. Kronjäger, Messungen an Funkempfängern III, Arch. techn. Messen V 373-16 vom Mai 1955.

Treibleitung → Speicherelemente, magnetische.

Trenndose (Bild 1 und 2) wird in Innenräumen vorwiegend zum Verbinden der Außen- und Innenleitungen verwendet. Sie gestattet außerdem ein Auftrennen der Leitungen für Prüfzwecke. Es sind



Bild 1. Trenndose Aufputz.



Bild 2. Trenndose Unterputz.

Schraubkontaktklemmen für 2 Doppeladern und eine Erdleitung vorgesehen. Die T. wird in Aufputz- und Unterputzausführung hergestellt und ist aus schlagfestem Kunststoff gefertigt. *Stegmann*

Trennen der Verbindungen ist die am Schluß eines Gesprächs erforderliche Tätigkeit der → Vermittlungskraft, um eine Verbindung aufzutrennen. Der Gesprächsschluß wird beim Auflegen des Handapparates auf die Gabel automatisch am Fernplatz durch das Schlußzeichen signalisiert. Über das Schlußzeichen in beim Verbindungsaufbau zwischengeschalteter Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung → Abrufen.

Trennleiste (Trle) dient in Fernsprechvermittlungsstellen als Trenn- und Meßpunkt zwischen Amtseinrichtung und Ortsleitung. Der Überspannungs- und Sicherungsschutz für Freileitungen befindet sich bei vollständiger oder teilweiser oberirdischer Führung der Fernmelde-Ortsleitungen bei Verwendung von Trle 55 an der Kabelüberführung (Küf), d. h. an der Übergangsstelle von Kabel auf Freileitung.

Sind an den Fernmelde-Ortsleitungen Schutzmaßnahmen in den Vermittlungsstellen gegen Überspannungen infolge Starkstrombeeinflussung durchzuführen, so sind die gefährdeten Fernmeldestromkreise am Hauptverteiler (HVt) an der Trle 55 mit Gasentladungsableitern zu schützen.

An der Trle 55 können mit verschiedenem Zubehör die Außen- von den Innenleitungen getrennt oder zur Prüfung aufgetrennt und abgegriffen werden; außerdem können Überspannungen abgeleitet und Sonderleitungen kenntlich gemacht werden.

Die Trle 55 (Bild 1a u. b) wird in zwei Ausführungen, zu 25 und zu 50 Doppeladern (DA), hergestellt. Durch die raumsparende Bauweise der Trle 55 wird das Fassungsvermögen des HVt wesentlich vergrößert. Verglichen mit der Trle 32a und der Sicherungsleiste 33 nehmen die Trle 55 bei gleicher Baulänge die doppelte Anzahl von Anschlußleitungen auf.

Beide Ausführungen der Trle 55 bestehen aus übereinandergeschichteten Kontaktträgern aus Kunststoff, die durch metallische Druckplatten und durch Stehbolzen zusammengehalten werden. Die Kontaktteile sind auf der einen Seite als Lötfahnen, auf der anderen Seite als Kontaktfedern ausgebildet. Die Kontaktstellen der Federsätze sind silberplattiert und wirken als Ruhekontakte mit kleinstem Übergangswiderstand. Um Kontaktstörungen durch Ver-

schmutzung oder Beschädigung der Kontaktstellen zu vermeiden, dürfen in die Federsätze nur die als Zubehör vorgesehenen Stecker eingesetzt werden. Die Lötfahnen sind verzinnt und haben an der Kabelseite (links) 2 Löthaken, um innen die Kabeladern und außen zusätzlich eine 2. Leitung (z. B. bei Umschaltungen usw.) anschließen zu können.

Die Trle sind zur Erleichterung beim Zählen durch schwarze und braune Kunststoffteile in 5er-Gruppen unterteilt.

Zur Ableitung von Überspannungen werden beide Ausführungen der Trle 55 mit einer für alle Leitungen durchgehenden, kammartig ausgebildeten Erdschiene

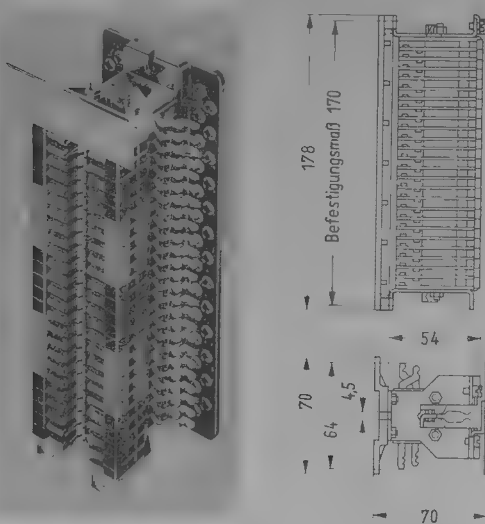


Bild 1a. Trennleiste 55 zu 25 DA, Ansicht.

Bild 1b. Trennleiste 55 zu 25 DA, Maßskizze.



Bild 2a. Trennleiste 55a Ansicht von vorn, links: Netzseite, rechts: Amtsseite.

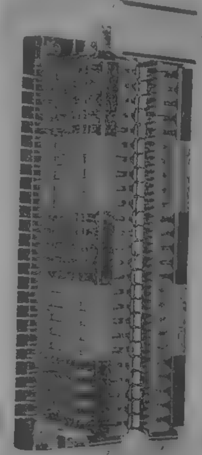


Bild 2b. Trennleiste 55a Netzseite mit Lötösen für AtOK-Adern.

ausgerüstet. An der unteren Druckplatte ist eine Verbindungslasche angebracht, mit der von Trennleiste zu Trennleiste eine durchlaufende Erdverbindung hergestellt werden kann.

Durch Trennstecker kann je DA die Außen- von der Innenleitung abgetrennt werden. Die Trennstecker sind aus schlag- und abriebfestem Kunststoff hergestellt und werden in zwei Ausführungen geliefert (Bild 3b u. c). Trennstecker kleiner Form werden im Normalfall benutzt. Wenn aber als Schutzmaßnahme gegen Starkstrombeeinflussung Halter 55 für die Gasentladungsableiter Form E (Bild 4) notwendig sind, müssen Trennstecker großer Form verwendet werden. Diese haben die gleichen äußeren Abmessungen wie der Halter 55. Während die Halter 55 in roter und in schwarzer Farbe geliefert werden, sind die Trennstecker braun.

Der Halter 55 wird mit zwei Gasentladungsableitern, Form E, Ansprechspannung 230 V Gleichspannung, bestückt und dann verwendet, wenn Fernmelde-Ortsleitungen am HVt gegen Überspannungen bei Beeinflussung durch Starkstrom- oder Hochspannungsleitungen geschützt werden müssen. Für jede gefährdete DA ist in die Trennleiste ein Halter 55 einzusetzen.

Die beiden Gasentladungsableiter werden durch Federn gehalten und können leicht eingesetzt und ausgewechselt werden. Um die Prüfung der Gasentladungsableiter zu erleichtern, sind sie so einzusetzen, daß die rote Markierung zu den Kontaktmessern zeigt.

Die Gasentladungsableiter sind in fensterartigen Durchbrüchen des Halters untergebracht, die für eine gute Belüftung sorgen, auch wenn Halter neben Halter gesteckt ist. Schädliche Erwärmungen beim Ansprechen der Ableiter werden hierdurch vermieden.

An den Längsseiten des Halters sind Beobachtungsschlitze vorgesehen, durch welche bei der Kontrolle mit einem Vakuumprüfgerät das Aufleuchten der Gasfüllung beobachtet und damit die Vakuumdichtigkeit der Gasentladungsableiter festgestellt werden kann.

Bei Bedarf können alle DA der Trle mit Haltern 55 bestückt werden. Unmittelbar benachbarte Halter werden um 180° gegeneinander verdreht eingesetzt. Die beiden äußeren Kontaktmesser werden dabei in die Kontaktfedern der Außen- und Innenleitung, das mittlere Kontaktmesser wird in die Erdschiene gesteckt.

Der Halter 55 aus rotem Kunststoff macht Sonderleitungen kenntlich.

Die Prüfstecker (Bild 5) dienen der Verbindung der einzelnen DA von der Trle 55 mit dem Anschluß der Leitung zum Prüfschrank. Sie werden unterbrechungs-

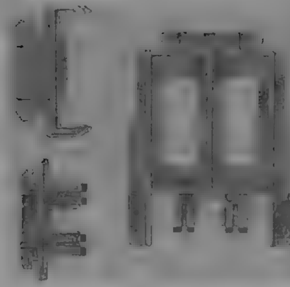


Bild 3.
a) Blindstecker b) Trennstecker, kleine Form c) Trennstecker, große Form.

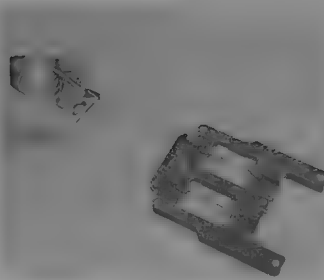


Bild 4.
Halter für ÜsAg Form E mit Steckerzieher.

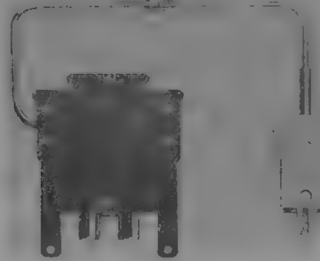


Bild 5.
Prüfstecker.

los gesteckt und ermöglichen, die Außen- und Innenleitung der a- und b-Adern am Prüfschrank aufzutrennen. Um a/b-Vertauschungen zu vermeiden, muß der Prüfstecker in der richtigen Lage entsprechend seiner aufgeprägten Bezeichnung »oben« gesteckt werden.

Der Blindstecker (Bild 3a) aus rotem Kunststoff kennzeichnet Sonderleitungen an den Trle 55. Mit dem Blindstecker können die Kontaktstellen einzelner DA abgedeckt werden, damit ein unbeabsichtigtes Einsetzen von Steckern verhindert wird.

Der Steckerzieher (Bild 4) erleichtert das Ziehen der Prüf-, Trenn- und Blindstecker sowie der Halter 55. Er läßt sich auf den Griff der Stecker leicht aufschieben und rastet in die vorgesehenen Aussparungen ein. Zur Kennzeichnung der Bucht, der Trle und der Kabeladern dienen für die Trle 55 Schilderrahmen aus vernickeltem Stahlblech mit einem Beschriftungsschild aus Papier und einer Klarabdeckung.

Die Trle 55 zu 25 DA ist mit einer doppelseitigen Führungsplatte aus Kunststoff zur geordneten Führung der Rangierdrähte und der Adern des Aufteilungskabels versehen.

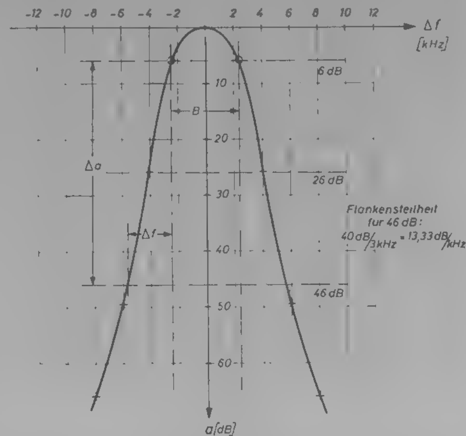
Der Einsatz der → Kabelführungskanäle (KFK) zum Aufteilen der Aufteilungsortskabel macht die Führungsplatte an der Trle auf der Kabelseite überflüssig, da durch die geschlitzte Seite der KFK eine geordnete Führung der Adern an die Lötstifte der Trle gewährleistet ist. Außerdem haben sich noch einige weitere Änderungen an der Trle 55 ergeben, z. B. der Werkstoff für Isolierplatten und Grundplatten ist jetzt Makrolon mit Glasfaserverstärkung, kleinere Schilderrahmen usw. Diese neue Ausführung hat die Bezeichnung Trle 55a (Abb. 2). *Stegmann*

Trennetzwerk → Fernschrank F 36.

Trennplatte. Die kunststoffisolierten Aufteilungskabel enden im Kabelendgestell auf T., an deren Buchsen die Kabeladern angelötet werden. Die Trennplatten, an denen jeweils 1 Viererseil (VS) angelegt werden kann, können zum Beschalten nach vorn herausgeklappt, oder auch abgenommen werden.

Trennschärfe kennzeichnet die Fähigkeit eines Funkempfängers zwischen einem gewünschten Signal (Nutzsignal), auf das er abgestimmt ist, und unerwünschten Signalen auf anderen Frequenzen (Störsignale) zu unterscheiden. Die T.-angaben kann man je nach der Art ihrer Ermittlung aufteilen in die Einzeichen-T. und die Mehrzeichen-T.

1. Die Angaben der Einzeichen-T. reichen aus, um im Hinblick auf gewisse T.-eigenschaften das Verhalten des Empfängers bei nicht zu großen Signalen zu beschreiben. Zweckmäßigerweise werden T.-kurven



Trennschärfekurve.

aufgenommen (s. Bild). Aus diesen können zwei weitere T.eigenschaften des untersuchten Empfängers entnommen werden: 1.1. Durchlaßbereich. Man versteht hierunter das Band von Frequenzen, das durch zwei Frequenzen begrenzt wird, für die die Dämpfung gegenüber der günstigsten Frequenz um einen bestimmten Betrag nicht überschritten wird. Der Durchlaßbereich soll im allgemeinen gleich der notwendigen Bandbreite der Aussendung sein (s. »B« im Bild). 1.2. Flankensteilheit. Die Flankensteilheit auf jeder Seite des Durchlaßbereichs ist als das Verhältnis der zwei Frequenzen außerhalb des Durchlaßbereiches entsprechenden Dämpfungsdifferenz zur Differenz dieser beiden Frequenzen definiert. Die Flankensteilheit $\frac{\Delta a}{\Delta f}$ (s. Bild) gibt ein Maß für

die Dämpfung von benachbarten schwachen Störfrequenzen. 1.3. Weitere Eigenschaften bei Überlagerungsempfängern, die zum T.-verhalten gehören und nach der Einzeichenmethode bestimmt werden können, sind: 1.3.1. Spiegelfrequenzfestigkeit. Sie ist definiert als das Verhältnis des Pegels eines Eingangs-Signals auf der Spiegelfrequenz, der erforderlich ist, um eine bestimmte Ausgangsleistung hervorzurufen, zu dem Pegel des Nutzsignals, das die gleiche Ausgangsleistung erzeugt. Zumeist liegt die Oszillatorfrequenz f_0 über der Empfangsfrequenz f_e. Für die Spiegelfrequenz f_{sp} gilt dann:

$$f_{sp} = f_e + 2 f_{ZF}$$

wobei f_{ZF} die Zwischenfrequenz ist. 1.3.2. Zwischenfrequenzfestigkeit. Diese ergibt sich als das Verhältnis des Pegels eines Eingangssignals auf der Zwischenfrequenz, der erforderlich ist, um eine bestimmte Ausgangsleistung hervorzurufen, zu dem Pegel des Nutzsignals, das die gleiche Ausgangsleistung erzeugt.

2. Im praktischen Einsatz muß der Empfänger jedoch das oft nur schwache Nutzsignal, auf das er abgestimmt ist, von frequenzbenachbarten häufig wesentlich stärkeren Störsignalen trennen, deren Frequenzen im allgemeinen außerhalb des Durchlaßbereiches liegen; die Pegel der Störsignale sind dabei häufig so hoch, daß nichtlineare Effekte auftreten. Die Fähigkeit des Empfängers, zwischen dem Nutzsignal und einem oder mehreren Störsignalen zu unterscheiden, wird mit »wirksamer T.« oder auch »Mehrzeichen-T.« bezeichnet. Da die nichtlinearen Effekte recht zahlreich sein können, ist es zur Vereinfachung der Messungen und zum besseren Vergleich der Ergebnisse erforderlich, die repräsentativsten Fälle herauszunehmen. Man unterscheidet insbesondere folgende Fälle: 2.1. Sperrung. Sie wird definiert als der Pegel eines ungewünschten Signals auf einer Nachbarfrequenz, die eine festgelegte Änderung, im allgemeinen eine Herabsetzung von z. B. 3 dB der Ausgangsleistung hervorruft; diese wird von einem gewünschten modulierten Signal erzeugt, das mit festgelegtem Pegel an den Eingang gelegt wird. 2.2. Nachbarsignal-T. Sie wird als der Pegel eines modulierten Störsignals angegeben, das frequenzbenachbart zum Nutzsignal liegt und einen bestimmten Störeffekt am Empfängerausgang hervorruft. Vereinbarungsgemäß liegt der Störeffekt im allgemeinen 20 dB unter der Ausgangsleistung, die man bei der Modulation des Nutzsignals erhält. Durch diese Messung werden die Einflüsse von Kreuzmodulation und von nicht ausreichender T. der ZF-Filter erfaßt.

Zur Bestimmung der in den Abschnitten 2.1 und 2.2. erwähnten Trennschärfeeigenschaften sind 2 Signale — ein Nutzsignal und ein Störsignal — erforderlich; man spricht daher auch von »Zwei-Zeichen-T.« Im praktischen Einsatz können jedoch gleichzeitig außer dem Nutzsignal mehrere Störsignale am Empfängereingang liegen. Besonders gefährlich sind hierbei die Fälle, in denen Frequenzen und Amplituden der Störsignale höherer Ordnung entstehen; da bei der Bildung der Störeffekte auch die Amplitude des Nutzsignals eine maßgebliche Rolle spielt, spricht man in diesem Falle von »gegenseitiger Modulation«. Man versteht hierbei die Pegel von zwei Störsignalen, die gemeinsam mit dem Nutzsignal am Empfängereingang liegen und am Empfängerausgang einen bestimmten Störeffekt ergeben; dieser liegt um einen vereinbarten Betrag (z. B. 20 dB) unter der NF-Leistung, die dem Nutzsignal entspricht, wenn für die beiden Störfrequenzen f_{St1} und f_{St2} folgende Beziehungen gewählt werden:

$$f_{St1} \pm f_{St2} = f_{ZF} \text{ (Zwischenfrequenz)} \quad (1)$$

$$f_{St1} \pm f_{St2} = f_e \text{ (Nutzfrequenz)} \quad (2)$$

$$f_{St1} \pm f_{St1} = f_{sp} \text{ (Spiegelfrequenz)} \quad (3)$$

$$2 f_{St1} - f_{St2} = f_e \text{ (Nutzfrequenz)} \quad (4)$$

Bei dem unter (4) angegebenen Fall fällt das Störprodukt in den Nutzkanal, wenn die beiden Störfrequenzen im nächsten und übernächsten Kanal auf einer Seite des Nutzsignals liegen.

Um die Abhängigkeit der wirksamen T. von der Größe des Nutzsignals zu erfassen, wird ihr Wert meist für eine Reihe von Amplitudenwerten als Parameter bestimmt.

3. Häufig werden noch die Begriffe »Vorselektion«, »Nahselektion« und »Weitabselektion« gebraucht.

Unter »Vorselektion« versteht man die T-.eigenschaften der HF-Vorstufe eines Überlagerungsempfängers (d. h. vor der 1. Mischstufe). Diese beeinflussen im allgemeinen in hohem Maße die Spiegelwellendämpfung und die Kreuzmodulationseigenschaften eines Empfängers. Die »Nahselektion« kennzeichnet die T-.eigenschaften eines Empfängers für geringe Frequenzabstände außerhalb des Durchlaßbereiches, während die »Weitabselektion« das T-.verhalten eines Empfängers für große Frequenzabstände vom Durchlaßbereich beschreibt.

Literatur: Dokumente der XI. Vollversammlung des CCIR in Oslo 1966, Band I, Empfehlung Nr. 332-1 — P. Dehmelt, E. Frommer und W. Kronjäger, Messungen an Funkempfängern II, Arch. techn. Messen V 373-15, April 1955 — W. Kronjäger, E. Frommer und A. Diegelmann, Messungen an Funkempfängern, Arch. techn. Messen V 3732-1, September 1962. *Frommer*

Trennschiene. Wenn Leitungen in Aufteilungskabeln von einem Kabel zum anderen mit Trennstellen ausgerüstet sein sollen, kann man im Kabelendgestell Trennplatten und Übertragerschienen unter Verwendung hochspannungssicheren Schaltdrahtes dazu benutzen; dies ist nur zweckmäßig, wenn die Leitungen mit Übertragern ausgestattet werden. Für alle anderen Fälle wurde eine einfache T. entwickelt, die je nach Bedarf mit den anderen Schienen (Übertragerschienen, Trennübertragerschienen) in ein gemeinsames Kabelendgestell eingesetzt wird.

Trennschritt. Telegrafierschritt mit dem Kennzustand Z. → Kennzustände bei der Telegrafie.

Trennstöpsel → Stöpsel.

Trenntransformator, Trennübertrager → Schutzmaßnahmen, → Transformator.

Trennübertragerschiene. Zur Trennung längerer Leitungen, die durch Starkstrom beeinflußt werden, wird in den Leitungszug an der Trennstelle ein Übertrager je Doppelleitung und zur Durchschaltung von Phan-

tomkreisen ein dritter Übertrager zwischengeschaltet. Auf einer T, die vorn völlig geschlossen ist, werden auf Konsolen auf der Rückseite die Trennübertrager befestigt.

Trennungsentschädigung, Trennungsgeldverordnung (Verordnung über das Trennungsgeld bei Versetzungen und Abordnungen im Inland; TGV) vom 12. 8. 1965 (BGBl. I, S. 808) regelt die Zahlung von Trennungsgeld (früher Trennungsentschädigung) an abgeordnete und versetzte Beamte aufgrund des →Bundesumzugskostengesetzes. Trennungsgeld, das entstehende Mehrauslagen berücksichtigt, kann gewährt werden als Trennungsreisegeld, Trennungstagegeld, Reisebeihilfe für Familienheimfahrten, Entschädigung bei täglicher Rückkehr zum Wohnort, Mietersatz. Wegen der Gewährung von Trennungsgeld aus Anlaß der Einstellung eines Beamten an einem anderen Ort als dem bisherigen Wohnort, wegen der Gewährung von Mietbeiträgen an Bundesbedienstete mit Anspruch auf Trennungsgeld (Mietbeitragsrichtlinie) und wegen Trennungs- und Umzugsbeihilfen für Bundesbedienstete, die nach ihrer Versetzung oder Abordnung geheiratet haben, sind zusätzliche Bestimmungen vom Bundesminister des Innern erlassen worden. Einzelheiten über Trennungsgeld usw. enthält das Handbuch für das Postwesen.

Trennungsmittel. Dekantieren, Filtrieren, Ultrafiltration, Schlämmen, Auswaschen, Klären, Entfärben, Abpressen, Ausschütteln, Brechen von Emulsionen, Extrahieren, Kristallisieren, Aussalzen, Zentrifugieren, Dialysieren, Trocknen, Gefriertrocknung, Destillation, Rektifikation, Sublimation, Papierchromatographie, Gaschromatographie, Papierelektrophorese, Säulenchromatographie, Verteilungschromatographie, Ionenaustauschchromatographie, Gegenstromverteilung u. dgl.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Trennverteiler für Feldvermittlungen. Der als T. bezeichnete 10teilige Schaltstreifen (Bild 2) für 3-adrige Leitungsführung bietet die Möglichkeit, Fernleitungen zu Anrufzeichen der Vermittlung (AZ) durchzuschalten und Fernleitungen untereinander zu verbinden. Die Grundschaltung zeigt Bild 1. In der Regel werden die Leitungen über zwei 30polige Federleisten auf der Rückseite des T. mit Steckerkabeln zu- und abgeführt. Die Leitungen können aber auch über Einzeldrähte angeschaltet werden; dafür und zum Drahtrangieren sind Schraubklemmen vorgesehen. Über die im Leitungszug liegenden zwei 3poligen Trennklinken (Trennbuchsen) können die Leitungen an 2 Stellen aufgetrennt und mit Steckerschnüren einseitig abgenommen werden. Jeweils zwei Trennklinken (Leitungsseite und Vermittlungsseite) gehören zusammen und bilden durch weiße Trennstriche hervorgehobene Einheiten. Aussparungen an den Buchsen sollen Verwechslungen bei den durchzuführenden Schaltungen mit Rangier-, Durchschalte- und Meßschnüren ausschließen. Die zwei hintereinandergeschalteten Trennklinken und Schraubklemmen bieten vielseitige Rangiermöglichkeiten, haupt-

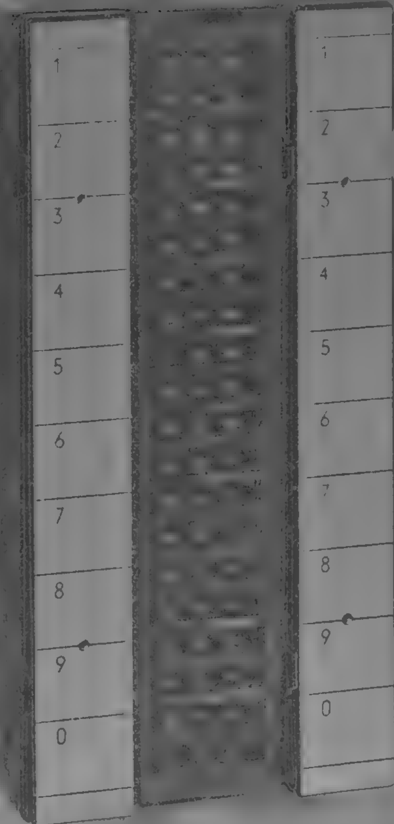


Bild 2. Trennverteiler für Feldvermittlungen.

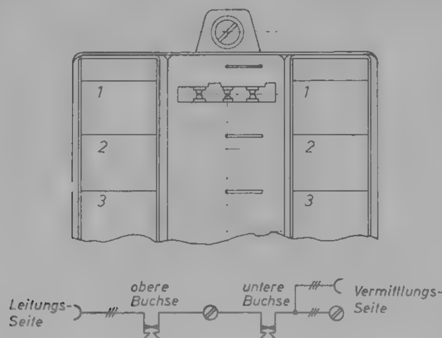


Bild 1.
Ausschnitt aus einem Trennverteilerstreifen und Schaltschema.

sächlich ein Rangieren zwischen Leitungs- und Vermittlungsseite mit Rangierschnüren und von Fernleitungen untereinander mit Durchschalteschnüren (Bild 3). Dasselbe ist auch mit Rangierdraht möglich, jedoch müssen dann die Zugänge zur Vermittlung durch schnurlose Trennstecker abgetrennt werden. Mit 6poligen Meßschnüren, die die Leitungen 6polig übernehmen, kann zum Prüfen mit einem Meßplatz weiterverbunden werden. T. werden an Verteilern für → Feldvermittlungen mit Zweidrahtdurchschaltung verwendet. Für Vierdrahtleitungen wird die auf demselben Prinzip fußende → NF-Schaltleiste verwendet. *Gänsler*

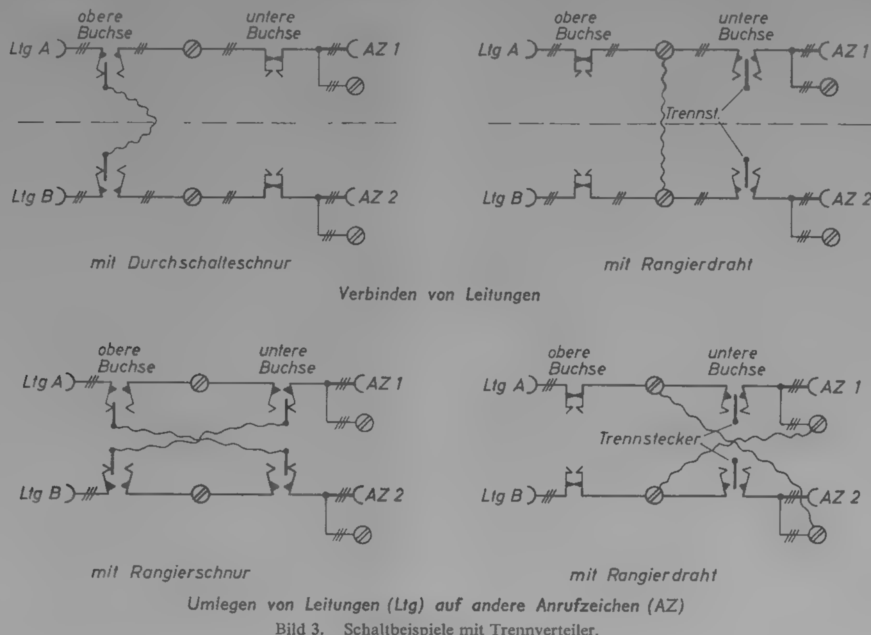


Bild 3. Schaltbeispiele mit Trennverteiler.

Treppengenerator → Fernseh-Meßtechnik.

Triac (Zweirichtungsthyristor) → Thyristor.

Trichloräthylen, $CHCl = CCl_2$, Molekulargewicht 131,4, ϱ 1,47, Kp. 87°C, n_D 1,481, ist eine farblose, süßlich riechende, nicht brennbare Flüssigkeit, die Fette und Öle sehr gut löst. T. findet daher als Reinigungsmittel für Wähler u. a. Verwendung. Die Anforderungen sind festgelegt in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-)Norm 556 4 TV1 »Reinigungsmittel«. Die Dämpfe wirken berauschend und sind giftig.

Trichlorpropan, $CCl_3CH_2CH_3$, Molekulargewicht 147,4, ϱ 1,325, Kp. 74°C, n_D 1,438, farblose, süßlich riechende, nicht brennbare Flüssigkeit, die Fette und Öle sehr gut löst. Sie wird unter den Handelsnamen Inhibisol, K 5 und Chloräthene für die Reinigung von Wählern bezogen und hat die früher gebräuchlichen Chlorkohlenwasserstoffe weitgehend abgelöst, weil die Giftigkeit erheblich geringer ist.

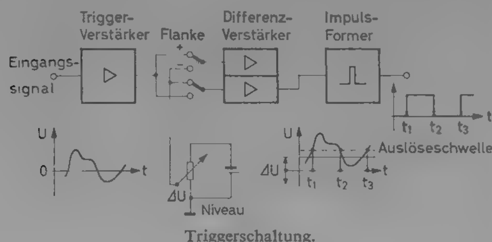
Trichterstrahler → Horn- und Trichterstrahler.

Triftraum, Triftröhre → Laufzeitröhre.

Triggerung. Darunter versteht man die Auslösung eines Vorganges zu einem gewollten Zeitpunkt, wie z. B. bei → Elektronenstrahl-Oszillographen die Auslösung des Ablenk- bzw. → Sägezahngenerators durch einen vom darzustellenden Signal abgeleiteten Triggerimpuls. Im Gegensatz zu der früher üblichen Synchronisation eines frei schwingenden Ablenkgenerators, bei der die Wiederholperiode der Ablenkspannung ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des abzubildenden Signals sein mußte, wird bei getriggerten Ablenkschaltungen der nichtfreilaufende Sägezahngenerator durch den Triggerimpuls für einen einmaligen Ablenkvorgang mit anschließender Rückkehr in seine Ruhelage ausgelöst. Bei dieser Technik sind Periodendauer des Signals und Ablenkdauer unabhängig voneinander, so daß der Zeitmaßstab dem Signal in gewünschter Weise angepaßt werden kann. Insbesondere können auch einmalige bzw. nichtperiodische Vorgänge dargestellt werden.

Die Triggerschaltung (s. Bild) bildet aus dem beliebig geformten Eingangssignal Triggerimpulse von gleicher Form und Amplitude. Als Impulsformer dient im allgemeinen ein Schmitt-Trigger oder zur Erzielung einer höheren Arbeitsfrequenz der Schaltung eine Tunnel-Diode. Mit einem Differenzverstärker läßt

sich dem Signal eine einstellbare Gleichspannung überlagern und damit dieses relativ zur Ansprechschwelle der Formerschaltung verschieben, so daß der Triggerimpuls bei beliebigen Augenblickswerten der Eingangsspannung ausgelöst werden kann (Triggerniveau). Außerdem erlaubt der Differenzverstärker



Triggerschaltung.

eine einfache Signalumkehr und damit eine Auslösung auf der positiven oder negativen Signalflanke. Eine Verstärkerstufe am Eingang der Schaltung sorgt für eine hinreichende Empfindlichkeit, so daß auch Signale mit kleiner Amplitude einwandfrei getriggert werden.

Literatur: H. Wolf, Zur Technik moderner Elektronenstrahl-Oszillographen. Elektron. Rundschau Bd. 16 (1962), S. 68—72 und S. 108—110 — H. Wolf, Ablenkschaltungen für Elektronenstrahl-Oszillographen. Elektronik Bd. 13 (1964), H. 2, S. 33—38, und H. 3, S. 78—80. *Funk*

trigonometrische Reihe → Reihenentwicklung.

Trinidadasphalt → Asphalt.

Triode → Mehrgitterröhre.

Tripel-Spiegel → Spiegelantennen.

Trittschall → Körperschall, → Bauakustik.

Trockenelemente → galvanische Elemente.

Trockenverzinken. Herstellen von Zinküberzügen nach dem Schmelztauchverfahren, bei dem die zu verzinkenden Gegenstände nach dem Beizen oder Spülen in eine wäßrige Lösung des Flußmittels getaucht, getrocknet und mit der aufgetrockneten Schicht aus Flußmitteln ins Zinkbad, auf dem sich keine Flußmitteldecke befindet, eingeführt werden.

Literatur: Entwurf DIN 50902, Okt. 1965.

Trogdrucksaugverfahren. Verfahrensablauf wie beim → Trogsaugverfahren. Zusätzlich wird beim T. über eine am Mastfuß angebrachte Metallkappe eine hoch konzentrierte Holzschutzmittellösung in den Mastfuß gedrückt. Die Tränkungsdauer beträgt mindestens 48 Stunden. Mindesteindringtiefe des Holzschutzmittels 1 cm. Bedeutung für die DBP: ca. 15% der 1968 vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten werden im T. behandelt.

Trogsaugverfahren. Holzschutzverfahren zum Tränken von Masten im saftfrischen natürlichen Feuchtigkeitszustand unter Verwenden wasserlöslicher Holzschutzmittel, vor allem für Masten aus Fichtenholz. Verfahrensdurchführung: Die Masten werden kurz vor dem Tränken weißgeschält und in einem leeren Betontrog gestapelt. Am Zopfende bzw. je nach Mastlänge auch am Fußende der Masten werden Metallkappen angebracht, in deren Hohlraum durch eine Vakuumpumpe ein Unterdruck erzeugt wird. Nach Füllen des Betontroges (Tränktrog) mit einer Holzschutzmittellösung, die unter Normaldruck steht, wird über die Hirnfläche(n) der Masten der Baumsaft abgesaugt bzw. über die Mastmantelfläche die Holzschutzmittellösung radial eingesaugt. Der absolute Druck in der Vakuumleitung beträgt 60 bis 110 mm Hg; die Tränkungsdauer 3 bis 6 Tage. Die Holzschutzmittelaufnahme wird durch die Tränkungsdauer und die Höhe der Trog-Lösungskonzentration bestimmt. Mindesteindringtiefe des Holzschutzmittels 1 cm. Bedeutung für die DBP: ca. 15% der vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten werden nach diesem Verfahren getränkt.

Trolitul → Isolierstoffe.

Trommelschauzeichen → Schauzeichen.

Tropföler hat die Form eines Füllhalters. Er faßt in dem hinteren, durchsichtigen Teil etwa 5 cm³ Öl. Aus ihm ragt ein 5 cm langes, dünnes Messingrohr, das beim Nichtgebrauch des T. mit einer verschraubbaren Abdeckkappe gesichert wird. Durch einen mehr oder weniger starken Druck auf einen am Kopfende des T. befindlichen Knopf tritt an der Spitze des Messingrohres eine dementsprechende Menge Öl aus. Wegen seiner schlanken Form und der guten Dosierbarkeit der Ölmenge eignet er sich zum Ölen schwer zugänglicher Lagerstellen.

Tropopause → Atmosphäre, untere.

Troposcatter → troposph. Streuausbreitung.

Troposonde → Radiometeorologie.

Troposphäre. Unterste Schicht der Atmosphäre bis zur Tropopause und Trägerin der Wettervorgänge. Forschungsobjekt der Meteorologie. Die wesentlichsten Kenngrößen sind Luftdruck, Temperatur und Feuchte (= Wasserdampfgehalt).

Der L u f t d r u c k wird in Millibar (mb) oder in Torr (= mm Quecksilber) gemessen. 750 Torr entsprechen etwa 1000 mb. Im Mittel beträgt der Luftdruck in Seehöhe 760 Torr (= 1013 mb = 1 Atmosphäre). Er nimmt je 5,5 km Höhe auf etwa die Hälfte ab. In 11 km Höhe beträgt er daher nur noch ungefähr 250 mb. Gebräuchlichstes Druckmeßgerät ist das Aneroidbarometer, das meist als Barograph verwendet wird. Eichgrundlage für alle B a r o m e t e r bildet das Quecksilberbarometer.

Die T e m p e r a t u r nimmt in der T. im Mittel mit der Höhe um 6° pro km ab und beträgt daher an der T r o p o p a u s e über Mitteleuropa etwa —55°C bis —60°C. Eine einzelne Temperatur-Höhenkurve (Temp) zeigt nicht diesen monotonen Verlauf. Die Temperaturabnahme wird häufig durch sogen.

Temperaturinversionen unterbrochen, in denen die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Zunahmen um 5° bis zu 10° C sind nicht selten. Diese Schichten sind oft weniger als 100 m dick.

Zur Kennzeichnung des Wasserdampfgehalts der Luft (Luftfeuchte) sind eine Reihe verschiedener Größen im Gebrauch: der Wasserdampfdruck e in mb. Er kann bei gegebener Temperatur den Sättigungsdampfdruck E nicht übersteigen, wo

$$E = 6{,}03 \cdot 10^{\frac{7{,}45\,\vartheta}{235 + \vartheta}}$$

ist (Magnussche Formel, E in mb, ϑ in °C).

Die absolute Feuchte ist die in Gramm gemessene Wasserdampfmasse in 1 m³ Luft. Die relative Feuchte ist das Verhältnis e/E des tatsächlichen zum Sättigungsdampfdruck bei der betreffenden Temperatur. Die rel. Feuchte wird meist mit einem Haarhygrometer gemessen. Die spezifische Feuchte s ist die Wasserdampfmasse in g, die in 1 kg feuchter Luft enthalten ist:

$$s = \frac{623\,e}{p - 0{,}378\,e} \approx 623\,e/p\,.$$

Von ihr nur wenig verschieden ist das Mischungsverhältnis m, nämlich die Wasserdampfmasse in g, die in 1 kg trockener Luft enthalten ist:

$$m = \frac{623\,e}{p - e} \approx 623\,e/p\,.$$

Als Feuchttemperatur bezeichnet man die Temperatur, die ein ständig angefeuchtetes und gut belüftetes Thermometer anzeigt. Wegen der Verdunstungskälte liegt die Feuchttemperatur ϑ' stets unter der Temperatur ϑ des trockenen Thermometers. Der Dampfdruck ergibt sich aus Feuchttemperatur ϑ', Trockentemperatur ϑ, Sättigungsdampfdruck E (ϑ) und Luftdruck p zu

$$e = E(\vartheta) - \frac{1}{2}(\vartheta - \vartheta')\frac{p}{744}$$

(Psychrometerformel, Sprungsche Formel e, E und p in mb, $\vartheta\,\vartheta'$ in °C).

Ein Thermometer, das Feuchttemperatur mißt, heißt Psychrometer. Es wird durch einen ständig Wasser ansaugenden Gazestrumpf feucht gehalten und soll mit einer Luftgeschwindigkeit von mindestens 2,5 m/s belüftet werden.

Als Taupunkt wird die Temperatur bezeichnet, auf die die Luft abgekühlt werden muß, damit der Dampfdruck e dem Sättigungsdampfdruck E gleich wird. Der Wasserdampfdruck nimmt im Mittel in der Troposphäre mit wachsender Höhe ab und ist an der Tropopause vernachlässigbar klein. Die relative Feuchte beträgt in allen Höhen im Mittel ungefähr 70%, schwankt aber im Einzelfall sehr unregelmäßig. Sie kann in einer Wolke fast 100% betragen und darüber fast unstetig auf 30%—50% abfallen.

Das meteorologische Beobachtungsnetz besteht aus Boden- und aerologischen Stationen. Die aerologischen Stationen (in der BRD und Westberlin z. Zt. 6) messen Luftdruck, relative Feuchte und Temperatur bis zu etwa 20 km Höhe mit der sogen. Radiosonde, einem meteorologischen Instrumentarium, das mit einem Sender gekoppelt ist und von einem Ballon hochgetragen wird. Die Sonde funkt in kurzen Zeitabständen die Meßdaten zur Bodenstation.

Temperatur- und Feuchteschichtung sowie die durch turbulente Vermischung entstehenden Inhomogenitäten sind die Ursache einer Reihe von Ausbreitungserscheinungen (→ troposphärische Wellenausbreitung).

Fehlhaber

troposphärische Absorption. Dämpfung el.-magn. Wellen in der → Troposphäre durch Sauerstoff, Wasserdampf und durch kondensiertes Wasser in Form von Regen, Nebel, Wolken, Schnee und Hagel. Die Dämpfung durch die Gase Sauerstoff und Wasserdampf ist selektive Absorption. Die wesentlichen Absorptionsbanden des Sauerstoffmoleküls liegen um Wellenlängen von 0,5 cm und 0,25 cm. Die zugehörigen Dämpfungen betragen bei 20° C und Atmosphärendruck 15 dB/km (bei 0,5 cm) und 3 dB/km (bei 0,25 cm). Die entsprechenden Daten für Wasserdampf bei Atmosphärendruck, 20° C und einer spezifischen Feuchte von 7,75 g/kg sind 1,35 cm (0,15 dB/km) und 0,17 cm (27 dB/km).

Die Dämpfung durch Wassertropfen (Regen, Nebel, tiefe Wolken) wirkt sich nur unterhalb 10 cm Wellenlänge störend aus und nimmt mit sinkender Wellenlänge monoton zu. Diese Dämpfung wird zum Teil durch Absorption, zum Teil durch Streuung hervorgerufen. Neben der im Kubikmeter Luft enthaltenen Wassermenge spielt auch die Tropfengröße eine Rolle: Dickere Tropfen dämpfen stärker als kleine. Die folgende Tafel gibt die kilometrische Dämpfung (dB/km) für verschiedene Wellenlängen λ (in cm) und verschiedene Regenintensitäten (leichter Regen 1 mm/Std., mäßiger Regen 4 mm/Std., starker Regen 15 mm/Std., Wolkenbruch 100 mm/Std.).

Kilometrische Dämpfung durch Regen.

λ [cm]	1 mm/Std.	4 mm/Std.	15 mm/Std.	100 mm/Std.
1	0,2	0,4	3,0	20,0
2	—	0,2	1,0	8,0
3			0,4	3,5
5			0,1	0,8
9				0,1

Diese Angaben können nur als grober Anhalt dienen, weil die Tropfengröße nicht berücksichtigt ist. Nebel und Wolkentröpfchen dämpfen auch, jedoch weniger als die dickeren Regentropfen. Bei einer Sichtweite von 50 m und 18° C wird eine 1-cm-Welle um etwa 0,5 dB/km, eine 3-cm-Welle um 0,05 dB/km gedämpft. Größere Sichtweiten verursachen geringere Dämpfungen.

Trockenes Eis in Form von Hagel und Schnee ruft nur sehr geringe Dämpfungen hervor. Schmelzendes Eis hingegen dämpft stärker, ein stark angeschmolzenes Hagelkorn beispielsweise ebenso stark wie ein Regentropfen gleicher Größe. Bei Regen verursacht die Null-Grad-Schicht der Atmosphäre, in der fallender Schnee zu Regen schmilzt, eine stärkere Dämpfung als der darüber befindliche Schnee und der darunter befindliche Regen. Da nach bekannten Strahlungs-

gesetzen gute Absorber auch gut emittieren, wird bei Radarbeobachtungen die Null-Grad-Schicht als sogenanntes »bright band« deutlich sichtbar.
Fehlhaber

troposphärische Brechung. Brechung el.-magn. Wellen, vor allem im m-, dm-, cm- und mm-Wellenbereich, in der → Troposphäre. Im genannten Frequenzbereich ist die Brechzahl n nahezu unabhängig von der Frequenz. Sie hängt vom Luftdruck p, der absoluten Temperatur T und vom Wasserdampfdruck e ab und beträgt in Bodennähe etwa 1,0003. Wegen der geringen Abweichung vom Vakuumwert 1 verwendet man anstelle der Brechzahl n den Brechwert

$$N = (n - 1) \cdot 10^6.$$

Es ist

$$N = \frac{77{,}6}{T}\left(p + \frac{4810\, e}{T}\right)$$

(Formel von Smith und Weintraub, p und e in mb, T in °K). Obgleich N eine dimensionslose Größe ist, spricht man oft von »N-Einheiten«. Im Mittel geht N mit wachsender Höhe h monoton gegen Null. Als Bezugsatmosphäre wurde vom CCIR

$$N = 289\, e^{-0{,}136\, h}$$

(h in km über NN) vorgeschlagen. Messungen in Mitteleuropa ergaben

$$N = 325\, e^{-0{,}136\, h}.$$

In den untersten 1000 m kann diese Funktion gut durch die lineare Beziehung

$$N = 325 - 40\, h$$

(Standardatmosphäre) angenähert werden.

Die Höhenabhängigkeit des Brechwerts führt zu einer Krümmung der Funkstrahlen (Wellennormalen). Die Schwierigkeit, mit gekrümmter Erdoberfläche und gekrümmten Strahlen rechnen zu müssen, kann man auf zweierlei Weise umgehen. Wenn $N(h)$ genügend genau linear ist, erreicht man eine Begradigung der Strahlen durch die Einführung eines äquivalenten Erdradius kr_E anstelle des tatsächlichen Erdradius r_E ($r_E = 6375$ km). Das ist gleichbedeutend mit höhenunabhängigem Brechwert. Der Krümmungsfaktor k (oft k-Faktor genannt) ist

$$k = \frac{r_E}{r_E + \mathrm{d}n/\mathrm{d}h} = \frac{157}{157 + \mathrm{d}N/\mathrm{d}h}.$$

Bei Standardatmosphäre ($\mathrm{d}N/\mathrm{d}h = -40$) ist $k \approx 4/3$. Bei nichtlinearer Höhenabhängigkeit versagt dieses Verfahren. Man ebnet dann die Erdoberfläche durch Einführung eines modifizierten Brechwerts

$$M = N + \frac{h}{r_E} \cdot 10^6 = N + 157\, h$$

(h in km) ein. Selbstverständlich ist dabei glatte Erde vorausgesetzt. Die Unebenheiten (Berge, Täler usw.) werden nicht eingeebnet. Bei Standardatmosphäre ist $\mathrm{d}M/\mathrm{d}h = +117$. Die Verwendung des modifizierten Brechwerts ist vor allem dann praktisch, wenn sich $N(h)$ bzw. $M(h)$ aus Geradenstücken zusammensetzt. Dann bestehen die Strahlen aus Parabelbögen. Die Brechung von Radiowellen in einer linearen Atmosphäre ergibt einen Radiohorizont, der vom Sender um den Faktor $\sqrt{k}$ weiter entfernt ist als der geometrische Horizont. Bei beliebigem k und einer Sender- (bzw. Empfänger-)höhe h (in m) beträgt die Entfernung r_H (in km) des Radiohorizonts bei glatter Erdoberfläche:

$$r_H = \sqrt{2\, k\, \frac{r_E}{1000} \cdot h}$$

(r_E in km). Bei Standardbrechung ($k = 4/3$) ist

$$r_H = 4{,}12 \sqrt{h}.$$

Fehlhaber

troposphärisches Echo. Troposphärische Echos kommen zustande durch Inhomogenitäten des Brechwertes der Luft, durch Luftschichtung, durch »Luftlöcher« und durch fliegende feste Körper wie Insekten, Flugzeuge usw. Während für lange Wellen bis etwa zum Kurzwellenbereich die Rückstreuung an der Troposphäre keine Rolle spielt, gewinnt diese vom Ultrakurzwellenbereich ab mit wachsender Frequenz immer mehr an Bedeutung. Die Turbulenz der Troposphäre verursacht eine teilweise Rückstreuung der Strahlungsenergie entsprechend dem Streuquerschnitt der Turbulenzkörper. Rückstreufähigkeit nimmt mit der Höhe ab. Im Empfänger machen sich diese Echos als zusätzliches Rauschen bemerkbar. Durch Temperatur- und Feuchtesprünge bilden sich vor allem in den unteren Luftschichten häufig gut reflektierende, vorwiegend horizontale Schichten aus, die zu starken Echos führen. Das Echo ist um so stärker, je größer der Brechwertgradient, d. h. der Brechwertunterschied pro Höhendifferenz ist. Luftlöcher kommen gelegentlich bei stabiler Hochdrucklage bis zu großen Höhen vor und rufen starke Echos hervor. Sie sind noch sehr wenig erforscht (clear air turbulance bzw. abgekürzt cat).

Bei Radarmessungen treten häufig sehr starke troposphärische Echos, sogenannte Geisterechos (angel, phantom) auf. Wegen ihrer Stärke und ihrer Fähigkeit, isotrop zu streuen, können sie nicht durch normale Brechwertsprünge erklärt werden. Zur Zeit ist noch nicht geklärt, ob diese Echos eine troposphärische Ursache haben oder ob sie von Insekten hervorgerufen werden.
Schmeller

troposphärische Reflexion. Reflexion an horizontalen Schichtungen des Brechwerts in der Troposphäre. Sie tritt nur sporadisch bei stark nichtlinearer Höhenabhängigkeit des Brechwerts auf und kann als innere Totalreflexion oder als partielle Reflexion in Erscheinung treten. Innere Totalreflexion ist nur an optisch dünneren Schichten möglich und ist eigentlich ein Brechungseffekt: Die kontinuierliche Brechung geht bis zum schichtparallelen Verlauf, und der Strahl kehrt dann ohne Knick ins dichtere Medium zurück. Ein Bündel total reflektierter Strahlen hat eine Einhüllende, die Brennfläche oder Kaustik. Wo ein Strahl die Kaustik berührt, entsteht ein Phasensprung von $+\frac{\pi}{4}$ oder $-\frac{\pi}{4}$. Partielle

Reflexion tritt bei jeder nichtlinearen Schichtung auf. Das Reflexionsvermögen $|\varrho|^2$ steigt mit sinkendem Glanzwinkel α. Bei einem unstetigen Brechwertsprung ΔN und genügend kleinem Glanzwinkel α ist

$$\varrho = \Delta N/(2\alpha^2)\,. \qquad (\alpha \text{ in mrad})$$

Bei stetiger Änderung des Brechwerts wird ϱ stark durch die analytische Form der Abhängigkeit $N(h)$ des Brechwerts N von der Höhe h beeinflußt. Nur wenn die Schichtdicke $D \ll 10^3 \dfrac{\lambda}{2\alpha}$ (α in mrad) ist, darf eine kontinuierliche Schicht als diskontinuierlicher Sprung angesehen werden. Dann gilt die obige Formel für $|\varrho|$. *Fehlhaber*

troposphärische Streuausbreitung. Ausbreitung von m-, dm- und cm-Wellen durch Streuung an Inhomogenitäten des Brechwerts in der → Troposphäre. Wird auch oft Scatter oder Troposcatter genannt. Die Inhomogenitäten entstehen durch Vermischung von Schichten verschiedener Temperatur und Feuchte. Ursache der Vermischung ist die turbulente Bewegung der Luft, kurz Turbulenz genannt. Da die Inhomogenitäten völlig unregelmäßig sind, ist die Streuausbreitung mit den Methoden der → mathematischen Statistik der Wellenausbreitung zu behandeln. Die Durchmesser der einzelnen Inhomogenitätszellen, (scale of turbulence) oft ungenau Turbulenzkörper genannt, schwanken in einem weiten Bereich um einen Mittelwert von 25 m. Im Mittel sind die Zellen fast isotrop. Der horizontale Durchmesser ist nur unwesentlich größer als der vertikale. Im Einzelfall können sie jedoch stark anisotrop sein, wobei häufiger der horizontale Durchmesser größer ist als der vertikale.

Inhomogenität und »scale of turbulence« werden oft zum sogenannten Streuquerschnitt zusammengefaßt, der dann auch von der Anisotropie abhängt.

Elektromagnetische Wellen werden nur in einem Volumen gestreut, das direkte Sicht zu Sende- und Empfangsantenne hat und in den Hauptkeulen beider Antennen liegt (gemeinsames Volumen, Streuvolumen). Der Winkel, den in einem beliebigen Punkt des gemeinsamen Volumens zwei Funkstrahlen zur Sende- und Empfangsantenne bilden, heißt Streuwinkel. Der kleinstmögliche Streuwinkel, d. h. der Winkel zwischen den Tangentialebenen an der Erdoberfläche durch Sende- und Empfangsantenne, wird Winkelentfernung genannt, mit Θ_0 bezeichnet und in Milliradiant (mrad) gemessen (17,5 mrad = 1° alt). Nur kleine Streuwinkel ($\leq 5°$) liefern ausreichende Empfangsleistung. Man spricht deshalb von Vorwärtsstreuung. Die → Funkfelddämpfung auf einer Scatterstrecke ist um mindestens 50—60 dB größer als ihr Freiraumwert. Diese mit A (in dB gemessen) bezeichnete → Ausbreitungsdämpfung relativ zum Freiraumwert wächst mit der Entfernung d. Als Anhalt kann die nachstehende Tabelle dienen, bei der eine reduzierte Ausbreitungsdämpfung

$$A_{red} = A + 10 \lg d - 10 \lg f$$

(d in km, f in MHz) als Funktion der Winkelentfernung Θ_0 angegeben ist

mrad	A_{red} Land	in dB See
10	50	39
20	59	52
30	67	63
40	72	71
50	77	77
60	80	80
70	82	82

Die angegebenen A_{red} sind Langzeit-Medianwerte

Diese Werte sind zwischen 100 MHz und 2000 MHz verwendbar. Das el.-magn. Feld am Empfangsort einer Scatterstrecke schwankt in Raum und Zeit unregelmäßig. Die zeitlichen Schwankungen treten als → Schwund in Erscheinung und gehorchen dem Rayleighschen Verteilungsgesetz. Die mittlere Schwundfrequenz liegt zwischen 10 mHz und mehreren Hz.

Die räumlichen Schwankungen erlauben Schwundminderung durch Raum-Diversity (→ Diversityempfang). Der optimale Diversityabstand beträgt in der Horizontalen

$$\Delta y = 0{,}36 \sqrt{D^2 + 1600}$$

und in der Vertikalen

$$\Delta z = 0{,}36 \sqrt{4 D^2 + 1200}\,.$$

(D in m = Antennendurchmesser).

Beim Schwund auf Scatterstrecken handelt es sich um selektiven Schwund. Deshalb ist auch Schwundminderung durch Frequenzdiversity möglich. Der optimale Frequenzabstand Δ_f beträgt hierbei

$$\Delta_f = \frac{0{,}72 f}{\Theta d} \sqrt{4 D^2 + 1200}\,.$$

(f Betriebsfrequenz, Θ Streuwinkel im Zentrum des gemeinsamen Volumens in mrad, d Entfernung in km, D Antennendurchmesser in m, Δ_f und f in gleichen Einheiten).

Die Selektivität des Schwundes führt zu einer Einengung der verzerrungsfrei übertragbaren Bandbreite B. Es ist $B = \alpha \Delta_f$, wo α von den Anforderungen an die Übertragungsqualität abhängt.

Bei großen Antennendurchmessern sinkt die Funkfelddämpfung mit wachsendem D nicht mehr den Gewinnen entsprechend. Diese Gewinnminderung wächst mit den Antennendurchmessern. Bei Antennen, deren Durchmesser wesentlich über 20 m liegen, bringt eine Verdoppelung der Durchmesser beider Antennen nur noch 3 dB Rauschabstandsverbesserung anstelle der im Freiraumfall erwarteten 12 dB.

Fehlhaber

troposphärische Überreichweite. Unter Überreichweite im engeren Sinn (nach DIN 45 020) wird eine über die normale Reichweite einer Nachrichtenanlage hinausgehende, nur unter besonders günstigen Ausbreitungsbedingungen gelegentlich vorkommende Reichweite verstanden. Im troposphärischen Bereich gehört hierzu die Ausbreitung bei besonders starker Brechung und die Inversionsausbreitung. Letztere ist verbunden mit dem Vorhandensein von Inver-

sionsschichten, an denen eine partielle Reflexion der elektromagnetischen Wellen stattfindet. Inversionsschichten entstehen bei Temperatur- oder Feuchtesprüngen im Höhenprofil der Troposphäre.

Die Reichweite hängt bei der Inversionsausbreitung von der Höhe und Stärke der Inversion und von der Wellenlänge ab. Inversionsausbreitung wird vorwiegend beobachtet im Frequenzbereich von 30 bis 3000 MHz. Sie ist im unteren Frequenzbereich weit häufiger als im oberen anzutreffen.

troposphärische Wellenausbreitung. Ausbreitung der m-, dm-, cm- und mm-Wellen durch die → Troposphäre. Die wesentlichen Ausbreitungsvorgänge in diesem Wellenlängenbereich sind die → Beugung um die gekrümmte Erdoberfläche und an Bergkanten, die Reflexionen am Erdboden, die → troposphärische Brechung, die → troposphärische Reflexion (total und partiell), die troposphärische → Duktausbreitung, die → troposphärische Streuausbreitung und die → troposphärische Absorption. → ionosphärische Wellenausbreitung kommt nur bei den langen Meterwellen bis herunter zu etwa 3 m Wellenlänge als → ionosphärische Streuausbreitung vor. Die → Beugung um die gekrümmte Erdoberfläche und an Bergkanten spielt nur bei den Meter- und den längeren dm-Wellen eine Rolle, bei den kürzeren dm- und bei den cm- und mm-Wellen geht am Radiohorizont die Sichtausbreitung fast unmittelbar in die → troposphärische Streuausbreitung über.

Auch die Reflexionen am Erdboden verlieren mit wachsender Frequenz an Bedeutung. Das effektive Reflexionsvermögen hängt dabei weniger von den → Bodenkonstanten als von der Bodenrauhigkeit und dem Bewuchs bzw. der Bebauung ab. Das Reflexionsvermögen liegt bei etwa 0,2 und erreicht den Wert 1 selbst in günstigen Fällen nicht. Bei Wellenlängen, die unter 1 m liegen, spielen deshalb die troposphärischen Effekte die Hauptrolle. Die geometrischen Verhältnisse der Strecke und die Entfernung sind die Kriterien dafür, welches troposphärische Ausbreitungsphänomen überwiegt. Nächst dem Sender liegt die Zone der Sichtausbreitung, oft auch Interferenzzone genannt. Sie ist gekennzeichnet durch die Existenz einer direkten Welle und die Freiheit der 1. → Fresnelzone. In ihr ist die → troposphärische Brechung der entscheidende Effekt. Eine meist schwache am Boden reflektierte Welle liefert am Empfangsort ein Interferenzfeld.

An diese Zone schließt sich beiderseits des Radiohorizonts die Beugungszone, in der das Empfangsfeld wesentlich durch die → Beugung bestimmt wird. Diese Zone schrumpft mit wachsender Frequenz auf einen immer schmaleren Bereich zusammen. Bei den cm-Wellen spielt sie praktisch nur noch im Fall des streifenden Einfalls eine Rolle, d. h. wenn der Verbindungsstrahl zwischen Sende- und Empfangsantenne die Erdoberfläche berührt.

An die Beugungszone schließt sich dann die Zone der → troposphärischen Streuausbreitung an. Neben diesen stets wirksamen Ausbreitungsvorgängen gibt es sporadisch auftretende Effekte, die vor allem durch totale und partielle → troposphärische Reflexion an Brechwertschichten hervorgerufen werden. Sie sind die Ursache des auf Richtfunkfeldern gelegentlich beobachteten tiefen → Schwundes und der Überreichweiten im m-Wellenbereich. Auch die → Duktausbreitung in der Troposphäre gehört zu diesen sporadisch auftretenden Schicht-Effekten. *Fehlhaber*

Tschebyscheff - Polynom, Tschebyscheff - Verhalten → Vierpoltheorie 4.5.2 u. 4.5.3.

TTT → Sicherheitsmeldung.

TU (Transmission Unit) wird im Bereich der American Telephone and Telegraph Company mitunter als Bezeichnung für die → Übertragungseinheit benutzt. Sie stimmt mit dem Dezibel überein.

Tuner → Kanalwähler.

Tunneldiode. Halbleiterdiode (aus Ge oder GaAs) mit extrem hoher Dotierung von $N = 10^{19}$ bis 10^{20} Störstellen/cm³ (sog. entarteter Halbleiter); Kennlinie

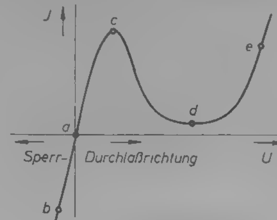


Bild 1. Tunneldiodenkennlinie.

(Bild 1) weist in Durchlaßrichtung einen zur Verstärkung und Schwingungserzeugung nutzbaren Bereich negativen differentiellen Leitwertes (Dynatrontyp) auf, »Sperrichtung« sehr niederohmig.

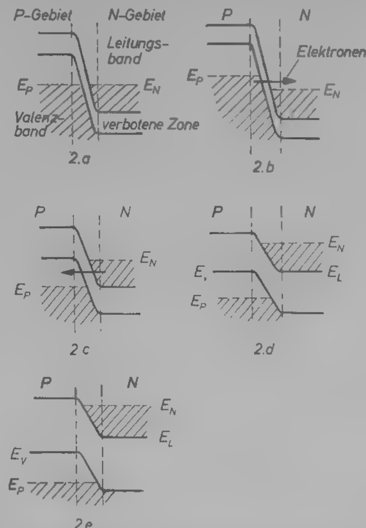


Bild 2. Bändermodell für verschiedene Vorspannungen.

Für den Stromhöcker in Durchlaßrichtung ist der 1958 von Esaki entdeckte Tunneleffekt verantwortlich; dieser bewirkt Zusatzstrom dadurch, daß Elektronen ohne Energieverlust mit endlicher Wahrscheinlichkeit einen Potentialwall durchdringen (durchtunneln) können, obwohl ihre Energie zum Überwinden des Potentiales nicht ausreicht.

Die Abnahme des Tunnelstromes läßt den negativen Kennlinienast (in Bild 1 zwischen den Punkten c und d) entstehen, es handelt sich um ein aktives Bauelement. Erklärung des Tunneleffektes nach Bild 2 (→ Bändermodell für die fünf in Bild 1 gekennzeichneten Arbeitspunkte): 2 a: Nullpunkt der Kennlinie, Fermi-Niveau (Fermi-Verteilungsfunktion → Ladungsträgerstatistik) im P-Gebiet (E_P) = Fermi-Niveau im N-Gebiet (E_N), es fließt kein Strom. 2 b: Negative Vorspannung, Elektronen tunneln durch die schmale verbotene Zone vom P- ins N-Gebiet, Tunnelstrom. 2 c: Positive Vorspannung, Elektronen tunneln durch die verbotene Zone vom N- ins P-Gebiet, Tunnelstrom. 2 d: Bei weiterer Steigerung der positiven Spannung nimmt die Überlappung der Bänder ab, bis die untere Kante des Leitungsbandes (E_L) die obere Kante des Valenzbandes (E_V) erreicht hat (Stromminimum der Kennlinie, Tunnelstrom = o). 2 e: Bei höherer Spannung kein Tunnelstrom mehr möglich, sondern Minoritätsträgerstrom wie bei jeder Halbleiterdiode. Elektrische Tunneldiodenersatzschaltung zeigt Bild 3.

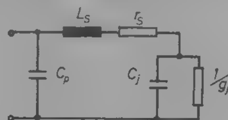


Bild 3. Elektrische Ersatzschaltung der Tunneldiode.

Es bedeuten = C_p = Parallelkapazität (Gehäuse), L_s = Serieninduktivität (Gehäuse und innere Diode), r_s = Serien-(Halbleiterbahn-)Widerstand, C_j = Sperrschichtkapazität, $\frac{1}{g_j}$ = Leitwert für den negativen Kennlinienast.

Anwendung der T. hauptsächlich als Verstärker in der Mikrowellentechnik und sehr schnelles Schalterelement im 100-ps-Bereich (1 ps = 10^{-12} Sek.). Gewisse Bedeutung hat die Backward-Diode (in umgekehrter Richtung betriebene T. mit extrem flachem Stromhöcker der Kennlinie) zur Gleichrichtung kleinster Höchstfrequenzspannungen.

Literatur: L. Esaki, New phenomenon in narrow PN-junctions, Phys. Rev. 109 (1958), 603—604 — H. Teichmann, Der Fernmelde-Ingenieur 16 (1962), Heft 8.

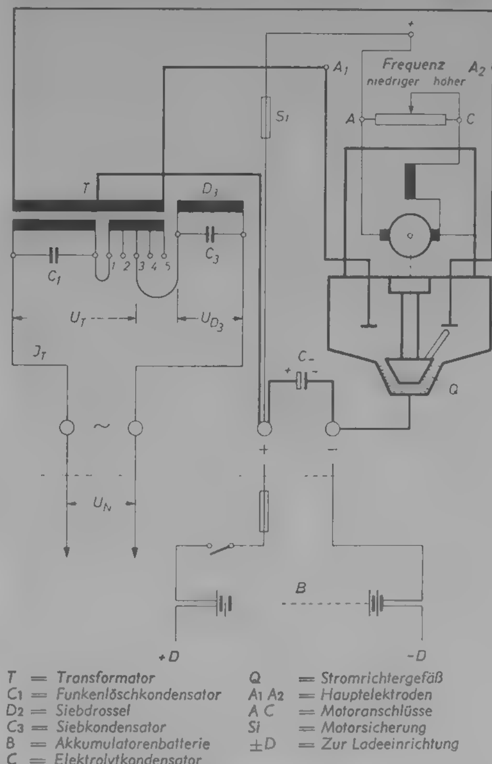
Fuchs

Tunneldiodenersatzschaltung → Tunneldiode.

Tunneleffekt → Feldelektronenemission, → Tunneldiode.

TÜ-Norm → Überprüfen, technisches.

Turbowechselrichter dient der Umrichtung von Gleichstrom in Wechselstrom. In seiner Wirkungsweise entspricht er einem mechanischen → Zerhacker. An Stelle der mechanischen Kontakte führt der Quecksilberstrahl die Kontaktgabe zu den Kontaktsegmenten aus. In einem Stahlgefäß mit Schutzgasatmosphäre befindet sich am Boden ein Quecksilbersumpf. Ein motorisch angetriebener Schleuderkegel, der wie eine Flüssigkeitszentrifuge wirkt, schleudert das flüssige Metall aus einem Strahlrohr auf die ringförmig angeordneten, voneinander und gegen das Gehäuse isolierten Kontaktsegmente. Wird eine Gleichspannungsquelle an das Gehäuse angeschlossen und werden die Kontaktsegmente über einen Verbraucherwiderstand verbunden, dann fließt ein zerhackter Gleichstrom. Die Schaltung eines T. zeigt das Bild. Die beiden Hauptelektroden A_1 und A_2 bzw. die beiden Wicklungen auf der Primärseite des Transformators, an dessen Mitte der Pluspol angeschlossen ist, werden durch den Quecksilberstrahl abwechselnd mit dem Minuspol verbunden. Die beiden primären Transformatorhälften werden dadurch abwechselnd von entgegengesetzt gerichteten Strömen durchflossen.



Schaltung des Turbowechselrichters.

T. werden bei der DBP zur Wechselstromversorgung eingesetzt, und zwar im unterbrechungsfreien Wechselstrombetrieb und im Wechselstrom-Umschaltbetrieb mit Unterbrechung. Baueinheiten von 2,5 bis 8,5 kVA Leistungsabgabe sind üblich, in Sonderfällen sogar bis 25 kVA.

Vetter

Turbulenz → Atmosphäre, Bewegungen in der oberen, → troposphärische Streuausbreitung.

Turbulenzkörper → troposphärische Streuausbreitung, → ionosphärische Streuausbreitung, → Rückstreuung.

Tür-Freisprecheinrichtungen sind in Verbindung mit Fernsprech-Nebenstellenanlagen als → Sondereinrichtungen, private, zulässig. Die besondere Form der → Freisprecheinrichtung ist entsprechend ihrem Einsatzzweck in der Regel als Einbauplatte ausgeführt. T. werden beim Eingang von Gebäuden, bei Gartenpforten usw. angebracht und ermöglichen das freie Sprechen und freie Hören. Die T. müssen nichtamtsberechtigt geschaltet sein und sind nur auf dem Grundstück der → Hauptstelle oder der Abfragestelle einer Zweitnebenstellenanlage (bei Wähl-Unteranlagen auf dem Grundstück der Vermittlungseinrichtung) zulässig. Die zur Nebenstellenanlage führende Leitung wird nur zur Sprachübertragung, nicht aber zur Signalgabe benutzt. Hierfür werden getrennte Wege geschaltet. T. können von beliebigen Sprechstellen der Nebenstellenanlage abgefragt werden.

Turm → Fernsehsendeantennenanlage, → Maste und Türme.

TW → System TW 35; 39; 56, 56a, 56b; 100; TWK; TWM.

Twinplex-Verfahren → Duoplexverfahren.

Twistor → Matrizenspeicher.

Typenbezeichnungen für Halbleiterbauelemente. Halbleiter werden mit 2 Buchstaben und 3 Ziffern (Typen des Unterhaltungssektors) oder 3 Buchstaben und 2 Ziffern (Typen für kommerzielle Anwendungen) gekennzeichnet.

Erster Buchstabe:

A Ausgangsmaterial Germanium
B Ausgangsmaterial Silizium
C III—V Material
R Halbleitermaterial für Fotohalbleiter und Hallgeneratoren

Zweiter Buchstabe:

A Diode (ohne Bezugs-, Leistungs-, Tunnel- und Z-Diode, sowie Spannungsregler und strahlungsempfindliche Diode)
C Transistor für Tonfrequenzen ($R_{thG} > 15$ grd/W)
D Leistungstransistor für Tonfrequenzen ($R_{thG} < 15$ grd/W)
E Tunneldiode
F Transistor für Hochfrequenzen
H Hall-Feldsonde
K Hallgenerator im magnetisch offenen Kreis
L Leistungstransistor für Hochfrequenzen
M Hallgenerator im magnetisch geschlossenen Kreis
P Strahlungsempfindliches Halbleiterbauelement
R Steuerbarer Gleichrichter (Thyristor)
S Transistor für Schaltanwendungen ($R_{thG} > 15$ grd/W)
T Steuerbarer Leistungsgleichrichter (Thyristor)
U Leistungstransistor für Schaltanwendungen ($R_{thG} < 15$ grd/W)
Z Z-Diode (Bezugs- oder Spannungsreglerdiode)

Dritter Buchstabe:

Z, Y, X ... Zur Kennzeichnung von kommerziell verwendeten Typen

Ziffern:

Laufende Kennzeichnung ohne technischen Informationsgehalt *Hanke*

Typenbildschreiber. Bei diesen Telegrafenapparaten wird die Type nicht als Ganzes abgedruckt, sondern mit Hilfe geeigneter Mechanismen aus Punkten oder Vielfachen davon, die in einem für alle Zeichen fest gegebenen Raster die Typen darstellen, in schreibender Art zusammengesetzt. Beispiel: Siemens-Hell-Schreiber. Bei diesem Gerät besteht das Rasterfeld aus $7 \times 7 = 49$ Punkten, die in 7 Spalten und 7 Reihen liegen (→ Siemens-Hell-Schreiber, → Sieben-Frequenzen-Schreiber).

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Typendruck. Nachrichtenaufzeichnung durch Typenabdruck (→ Fernschreibmaschine).

Typendrucker → Fernschreibmaschinen (oder Telegrafengeräte), deren Druckmechanismen Typen abdrucken.

Typengebäude → Fernmeldetürme aus Stahlbeton.

Typenhäuser (Fe). Die T der Fernsprechvermittlungstechnik sind Einzweckbauten für die Aufnahme der technischen Einrichtungen von Fernsprechortsvermittlungsstellen. Die größeren T können in Einzelfällen auch Fernsprechfernvermittlungsstellen aufnehmen. Die Raumanordnung in den T ermöglicht optimal kurze Kabelwege zu und zwischen den technischen Einrichtungen, eine raumsparende Aufstellung der Technik und kurze Wege für das Betriebspersonal. Für die T sind bei der DBP Ausführungszeichnungen für Hochbau, Haustechnik und Fernmeldetechnik mit entsprechenden Erläuterungsberichten erarbeitet worden. Mit Ausnahme des größten T sind die T so entworfen, daß sie später bei Bedarf ohne wesentliche Beeinträchtigung des Betriebes durch Anbau in Längsrichtung auf die doppelte Aufnahmefähigkeit des ursprünglich vorgesehenen → Endausbaues gebracht werden können.

Eine hochbauliche Variante der dreigeschossigen T ermöglicht eine spätere Aufstockung dieser T um ein weiteres Obergeschoß.

Die mehrgeschössigen T können in herkömmlicher Bauweise und auch aus Betonfertigteilen als → Normengebäude (FeN) errichtet werden. Diese Gebäude lassen sich *nur* in der Längsrichtung erweitern. Die Auswahl der Baustoffe für die Ansichten und die Gestaltung des Daches der T bleiben dem örtlich zuständigen Bauherrn überlassen. Die vorgeschriebenen Wärmeleitwerte der Außenwände müssen hierbei eingehalten werden. Die Normengebäude (FeN) haben grundsätzlich ein Flachdach. Ihre Ansichten können durch die Struktur der Betonoberfläche und Farbanstrich örtlich unterschiedlich gestaltet werden.

Typenreihe und Aufnahmevermögen an Beschaltungseinheiten (BE)

Typenhaus/ Normengebäude	Fe 1e FeN 1e	(eingeschossig)	1200 BE u. 2000 BE
	Fe 2e FeN 2e	(zweigeschossig)	4500 BE
	Fe 3e FeN 3e	(zweigeschossig)	8000 BE
	Fe 4e FeN 4e	(zweigeschossig)	16000 BE
	Fe 3 FeN 3a FeN 3	(dreigeschossig)	8000 BE
	Fe 4 FeN 4a FeN 4	(dreigeschossig)	16000 BE

Hecker

Typenhebeldrucker. Fernschreibmaschinen, bei denen die Typen am Kopfende von Hebeln (Typenhebeln) angebracht sind. Die Geräte gleichen darin den gewöhnlichen Schreibmaschinen.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Typenkästchendrucker. Die Typen sind in diesem Falle, an Metallteilen befestigt, verschiebbar in einem Kästchen angeordnet, das vom Druckmechanismus an der (feststehenden) Druckwalze vorbeigeführt wird, wobei im gegebenen Augenblick die zutreffende Type durch einen Druckhammer gegen das Papier geschlagen wird.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Typenraddrucker. Die Typen sind kreisförmig auf der Randfläche eines Rades eingefräst. Das Typenrad ist das älteste Bauelement der Telegrafenapparattechnik. Erstmalig beim Hughes-Apparat (1856) angewendet; ferner beim Baudot-Apparat, Ferndrucker, Siemens-Schnelltelegraf, bei der elektrischen Fernschreibmaschine und bei der Kleinfernschreibmaschine (Siemens T 68). Der Papierstreifen wird zwischen dem Druckhammer und dem durch den Druckmechanismus eingestellten (gedrehten) Typenrad hindurchgeführt, wobei der Abdruck durch den Übersetzermechanismus elektrisch oder mechanisch zum richtigen Zeitpunkt ausgelöst wird, und zwar im fliegenden Druckverfahren. Das ist aus Gründen der Zeitersparnis erforderlich; dabei kommt das Typenrad bei den meisten der vorerwähnten Apparate nicht zum Stillstand. Das Typenrad ist in diesem Falle einem relativ schnellen Verschleiß unterworfen.

Typenwalzendrucker. Die Typen sind in mehreren Stufen (z. B. vier) ringförmig auf der Mantelfläche eines kleinen Zylinders eingefräst. Für den Abdruck eines Zeichens muß dieser eine axiale und eine radiale Bewegung ausführen, die durch den Empfangsmechanismus bestimmt wird. Der Übersetzer löst den Abdruck aus, indem der Typenzylinder gegen die Druckwalze bewegt wird.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

U

U-Antenne → Rundstrahler.

Überführungsendverschluß (ÜEVs) dient zum Überführen von höchstens 10 Doppelleitungen aus einem Erd- oder Röhrenkabel in der Hauptsache in Blankdrahtleitungen, aber auch in Installationskabelleitungen. Im ÜEVs 59, der jetzt nur noch eingebaut wird (Bild 1 und 2), schützen G-Schmelzeinsätze für 0,5 A und Überspannungsableiter ÜsAg Form A mit parallelgeschalteter Grobfunkenstrecke alle Kabeladern. Aufgrund neuer, anderer Schutzmaßnahmen



Bild 1. ÜEVs 59, offen.

gegen Starkstromübertritt sind die G-Schmelzeinsätze nicht mehr erforderlich. Sie werden durch Vollpatronen ersetzt. Über den Einsatz der ÜEVs → Schutzgeräte. ÜEVs werden an der Kabelüberführung (meist ein Holzmast) befestigt. Dazu dient der U-förmige Haltearm, an dessen oberer Abwicklung das Gehäuse des ÜEVs mit zwei unverlierbaren Schrauben befestigt

wird. Seitlich angebrachte Kabelführungen dienen zur Führung der aus den ÜEVs herauskommenden Überführungsdrähte zum Querträgerfeld. Die Bewehrungsdrähte des Erdkabels werden in der Abfangvorrichtung (Abfangschelle) am Haltearm des ÜEVs gehalten. Zum Schutz des Kabels dient eine Kunststoffabdeckung, die am Mast angenagelt werden kann. Der Haltearm wird am Mast mit zwei Befestigungsstützen, zwei Ziehbändern und zwei Vorlegeplatten angeschraubt. Die Ziehbänder stehen in 3 Größen (d = 130, 170, 200 mm) entsprechend dem Mastdurchmesser der Kabelaufführung zur Verfügung.

Zur Verhinderung von Kondenswasserbildung im Innern der Schalträume ist das Gehäuse mit einer Schutzhaube abgedeckt. Die unter dieser Schutzhaube eingeschlossene Luft stellt eine isolierende Luftsäule dar, die die Möglichkeit hat, bei Druck- und Temperaturschwankungen durch den zwischen Gehäuse und Schutzhaube bestehenden Schlitz sich den Gegebenheiten der Atmosphäre allmählich anzupassen. Durch diese gedehnte Anpassung kann eine Kondensation praktisch nicht mehr stattfinden. Eine am Endverschlußdeckel angeordnete Führungsvorrichtung verhindert beim Hochziehen der Haube ein Drehen und sichert diese gleichzeitig durch eine selbsttätige Rastvorrichtung in der hochgeschobenen Stellung. Soll die Haube ganz abgezogen werden, so wird durch Druck auf einen Knopf die Rastung gelöst. Im geschlossenen Zustand des Gerätes wird die Schutzhaube durch eine unverlierbare Rändelschraube (mit Schlitz) gehalten.

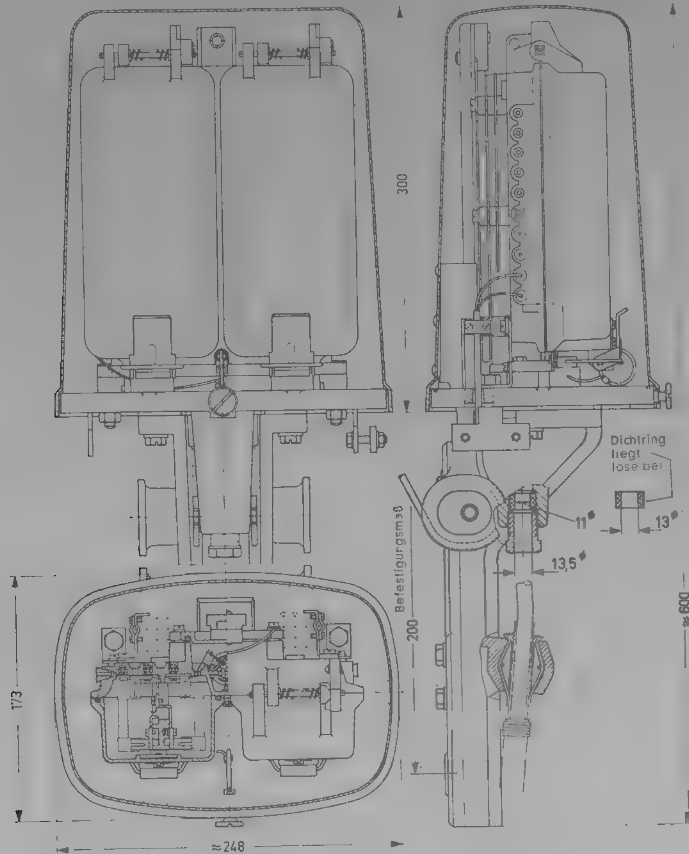


Bild 2. ÜEVs 59, Aufbau.

Der ÜEVs 59 ist aus eingefärbtem, korrosionsfreiem, glasfaserverstärktem Polyester, bei dem sich jede Pflege erübrigt, gefertigt. Das Gehäuse besteht aus zwei nebeneinanderliegenden Schalträumen mit den Funkenstrecken und den Halterungen für die G-Schmelzeinsätze und ÜsAg für je 5 Doppeladern (DA). Rückseitig haben beide Schalträume einen ge-

meinsamen Abschlußraum, in den das Kabel eingeführt ist.

Das Einlöten des Kabelzopfes kann bereits in der Werkstatt erfolgen. Das Kabel wird in einer Stopfbuchse durch den Gehäuseboden eingeführt. Bei papierisolierten Kabeladern ist der Anschlußraum zu vergießen, oder die Adern sind abzubrühen.

Die Schalträume werden durch je einen Deckel, der sich in hochgeklappter Lage selbst feststellt, mit einem Kniehebelverschluß luftdicht abgeschlossen. Der von seiner Isolation befreite Kupferleiter der Überführungsdrähte (2441 mm ⌀) wird ohne Ösenbiegen unter die Druckplatte geschoben und mit der unverlierbaren Anschlußschraube festgeklemmt. Die Druckplatte verhindert eine Beschädigung des Kupferleiters durch die Anschlußschraube.

Die konische Form der Einführungsöffnung bewirkt, daß die Ummantelung der Überführungsdrähte eine Abdichtung der Einführungsöffnung herbeiführt. Bei Anschluß der Adern von Installationskabeln werden zum Abdichten der Einführungsöffnungen konische Verschlußstopfen aus Gummi auf die Aderisolation geschoben.

Links und rechts unterhalb der Grundplatte sind Anschlußwinkel für die Erdung vorgesehen. An einem davon wird die Bandstahlerdungsleitung mit einer Anschlußklemme angeschraubt, je nachdem, ob sie von links oder rechts an den ÜEVs herangeführt wird. Die Erdungs- und Abfangschelle im Kabelabschlußraum, die beim Metallkabel direkt auf den Mantel bzw. bei Polyäthylen-(PE-) Kabeln auf den Schirm gelegt wird, ist so geschaltet, daß eine Verbindung von der Bandstahlerde zum Metallmantel bzw. zum Kupferschirm besteht. Muß aus besonderen Gründen die Bandeisenerde von der Kabelmantelerde getrennt werden, so wird hier eine Verbindungslasche herausgenommen. Für die Verbindung des Geflechts der Installationskabel mit Zugentlastung mit der Erde sind über dem Boden des Gehäuses Schellen angebracht.

Zur Durchführung der Überführungsdrähte bzw. Installationskabel sind im Gehäuseboden mit einer dünnen Haut verschlossene Durchführungen vorgesehen, die im Bedarfsfall durchstoßen werden können.

An den Masten sind die Kabel mit Halbschellen oder Bleistreifen in Abständen von etwa 1 m zu befestigen. Das Kabel ist mit Kabelschutzeisen abzudecken. Der Schutz ist bis kurz unter den ÜEVs hochzuziehen und oben gut mit Abdichtmasse zu verschließen (→ Ortsnetzaufbau). *Stegmann*

Übergabepegel → Fernvermittlungsstelle (FernVSt-Hand 57).

Übergangsformstücke → Kabelkanal unter 3.

Übergangsfunktion → Laplace-Transformation.

Übergangsrohr dient als Übergangsglied bei der Verbindung von Metallmantelkabeln mit Polyäthylen-(PE-) Kabeln und zum Einführen von PE-Kabeln in Metallgarnituren, wie Aufteilungsmuffen, Spulenkästen u. dgl. (Bild 1 und 1a).

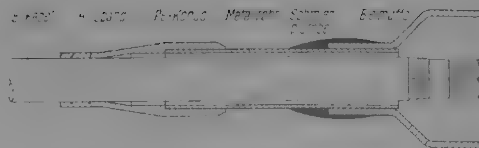


Bild 1. Übergangsrohr für die Einführung eines PE-Kabels in eine Bleimuffe.

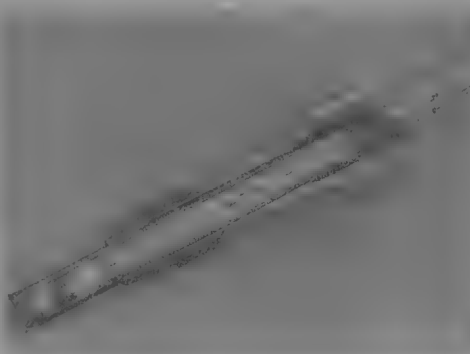


Bild 1a. Schnitt durch montiertes Übergangsrohr.

Ü. (Bild 2) besteht aus einem an einem Ende verzinnten Kupferrohr und einem konischen PE-Stutzen zur Anpassung an den jeweiligen Außendurchmesser des PE-Kabels. Beide Teile sind dauerhaft in einem Spezialverfahren miteinander verbunden.



Bild 2. Ansicht.

Das Ü. ist wasser- und druckluftdicht. Ü. stehen in fünf Größen zur Verfügung (→ Kabelmuffe, → Kabelmontage).

Literatur: W. Buchholz, Schweißen und Kleben von Polyäthylen bei Nachrichtenkabeln, Siemens-Z. 1965, H. 39 — Pavel/Zoch, Verwendung von Polyäthylen-Kabeln bei der DBP, Z. für das Post- und Fernmeldewesen, Jg. 1966, Nr. 19 vom 25. 9. 1966. *Stegmann*

Übergangstechnik. Ü. ist eine Bezeichnung für vermittlungstechnische Einrichtungen des Selbstwählferndienstes, die in den Jahren 1952 bis 1956 entwickelt wurden. Es wird unterschieden zwischen der Ü. I, die ausschließlich zweidrähtige Durchschaltung erlaubt und → Umsteuerwähler umfaßt, und der Ü. II, die erstmals mit dem EMD-Wähler auch eine vierdrähtige Durchschaltung ermöglicht und erstmals → Richtungswähler bietet.

Die Ü. gestattete, mit den seinerzeitigen technischen Mitteln, die Inangriffnahme einer Landesfernwahl bereits mit den einheitlichen Kennzahlen des Fern-

wahlnetzes. — Es werden erstmalig → Zählimpulsgeber (ZIG) eingesetzt, die für die Zeit des Verbindungsaufbaus über schnelle Suchwähler mit zentralen → Verzonern zusammengeschaltet werden. Der Verzoner ermittelt die Gebührenzone und gibt diese Information an den ZIG, der seinerseits mit Beginn der Gebührenpflicht des Gesprächs (→ Beginnzeichen) die Zeitimpulszählung (→ Gebührenerfassung im SWFD) einleitet. — Im Verzoner befindet sich ein mechanischer → Impulswiederholer, der die Wählimpulsreihen speichert und für den Verbindungsaufbau erneuert aussendet. Der Verbindungsaufbau ist nur möglich in Umsteuerrichtungen oder auf den Kennzahlweg (KZW). Vorgesehen waren Umsteuerwähler 1 (UW 1) vor dem ZIG, die den Verkehr zu Sonderdiensten und zur FernVStHand abzweigen, und/oder UW2 hinter dem ZIG, die den Verkehr in den eigenen Bereich vom KZW trennen. Die UW werden durch die Verzoner umgesteuert. Es ergab sich eine beschränkte Zugänglichkeit; diese wurde jedoch gemildert durch die Aufstellung »vorgezogener« Wahlstufen, die es ermöglichen, gewichtige Verkehrsbeziehungen unabhängig vom Ausbau der Kennzahlwege in den SWFD einbeziehen zu können. Die KZW konnten erst mit Einsatz von 4Dr-FGW ohne Einschränkung genutzt werden, da Vierdrahtdurchschaltung — ohne auflaufende Restdämpfung — die Voraussetzung für das Einhalten des → Dämpfungsplans schafft. Mit den Mitteln der Ü. II wird erstmals in den KVSt vierdrähtig durchgeschaltet. Die Gabel für den Übergang von 2Dr- auf 4Dr-Führung befindet sich im ZIG oder in einer davorliegenden → Wählübertragung.

Eine wesentliche Verbesserung für die Leitweglenkung (erstmals Querwege mit Überlauf) ergibt sich durch den → Richtungswähler (RW), der an die Stelle des UW2 tritt und bis zu 11 bzw. 17 Richtungen ansteuern kann. Der einem ZIG fest zugeordnete RW wird vom Verzoner auf eine Querrichtung eingestellt, und zwar wird eine Reihe von Impulsen gegeben. Eine solche Richtung wird nach festeingelegtem Programm nur aufgrund der richtungsbestimmenden Kennziffern gekennzeichnet, unabhängig davon, ob im Bündel noch eine Leitung frei und erreichbar ist. Wird im anschließenden Suchvorgang des RW keine freie Leitung gefunden, so kann der RW selbsttätig auf den KZW überlaufen und hier eine freie Leitung suchen. Die Schaltung von Querrichtungen entlastet den KZW merklich; dieser bekommt nur noch Verbindungen für solche Beziehungen, für die keine Ql bestehen, sowie den Überlaufverkehr. Bei der Ü. II wurden Leitungsabschnitte und Wahlstufen umgangen. Deshalb unterdrückt eine Abzähleinrichtung im RW 54 die nicht benötigten Ziffern der Kennzahl. Nur bei Überlauf auf den KZW werden alle Kennziffern, die der VZ eingespeichert hatte, ausgespeichert.

Die Ü. II wurde in KVSt und in den Knoten der H- und ZVSt eingesetzt. In der ZVSt ist die → Gassentechnik die Regel. In KVSt, deren KZW direkt zur ZVSt auf ZGW geführt wird, ergibt sich bei Einsatz der Ü. II bereits volle Zugänglichkeit im gesamten SWFD-Netz. Für alle offenen KVSt konnte erst mit Bereitstellung des → Fernwählsystems 62 — durch Hauptrichtungswähler in der HVSt — der aufsteigende KZW eröffnet werden.

Literatur: Führer, Landesfernwahl I u. II, Unterrichtsblätter B, Nr. 3/4 u. Nr. 5/6/1958.

Altehage

Übergangswahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Belegungszustand eines Bündels in dem Zeitintervall Δt von x belegten Leitungen in den Zustand $x + 1$ belegte Leitungen (beim Einfallen einer Belegung) übergeht oder, daß der Zustand x belegte Leitungen in den Zustand $x - 1$ belegte Leitungen (beim Enden einer Belegung) übergeht. Die Größe der Ü. hängt bei stationärem Verkehr nur von der Länge des Zeitintervalls ab, in dem der Übergang stattfindet.

Übergewinn. Von Hansen und Woodyard [1] wurde 1938 erstmalig gezeigt, daß ein bestimmter Wert des → Antennengewinns nicht auf eine bestimmte Antennengröße beschränkt ist. Später (1939) wurde dann von Fränz [2] und 1943 von Schelkunoff [3] festgestellt, daß sich mit einer alternierend nach Binominalkoeffizienten gespeisten linearen Strahleranordnung gegebener Größe bei Vernachlässigung der Kopplungseffekte und der Verluste ein beliebig hoher Gewinn erzielen läßt. Dafür wurde der Begriff Übergewinn bzw. s u p e r g a i n geprägt, ohne daß er klar definiert oder gegenüber dem »normalen« Gewinn abgegrenzt wurde. Das von Taylor [4] für einen kontinuierlich mit isotropen Quellen belegten Linienstrahler der Länge l eingeführte Ü b e r g e w i n n v e r h ä l t n i s

$$\gamma = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} |g(u)|^2 \, du}{\int_{-\pi l/\lambda}^{\pi l/\lambda} |g(u)|^2 \, du}$$

erfüllt diese Forderung auch nicht befriedigend. Es stellt das Verhältnis der Leistung, die man durch Integration über den »s i c h t b a r e n« ($-\pi\, l/\lambda \leq$ u $\leq \pi\, l/\lambda$; wegen $-1 \leq \sin\vartheta \leq 1$) und »u n s i c h t b a r e n« (u $\leq -\pi\, l/\lambda$ u. u $\geq \pi\, l/\lambda$) Bereich der Strahlungsfunktion g (u) erhält, zu der Leistung dar, die sich bei Integration über den sichtbaren Bereich allein (tatsächliche Strahlungsleistung) ergibt ($u = (\pi\, l/\lambda) \sin\vartheta$; λ = Wellenlänge, ϑ ist der gegen die Strahlernormale gemessene Winkel).

Die S t r a h l u n g s f u n k t i o n $g(u)$ gibt die Abhängigkeit der (normierten) Feldstärke des Strahlungsfeldes von dem Parameter u an.

Der Wert dieses so definierten Übergewinnverhältnisses hängt sowohl von der Länge als auch von der Belegungsfunktion des Strahlers ab. Es ist für Strahler endlicher Länge auch bei homogener Belegung stets größer als eins. Der Wert Eins wird erst bei unendlich langem Strahler erreicht. Es liefert daher kein Kriterium dafür, wann bei diesen Linienstrahlern Übergewinn vorhanden ist, sofern man nicht einen bestimmten Wert für γ als Grenze zwischen Normal- und Übergewinnantennen festlegt. Dieses Übergewinnverhältnis gilt nur für die oben angegebenen Linienstrahler. Für andere Strahler muß ein entsprechend

definiertes Übergewinnverhältnis noch auf Aussagewert, Sinn und Bedeutung hin untersucht werden.

Ein anschauliches, allerdings nur negativ anzuwendendes Kriterium ist folgendes: Addieren sich bei einer Antenne in einer Richtung die Fernfeldbeiträge aller Strahlerelemente gleichphasig, so ist kein Übergewinn, sondern »normaler« Gewinn vorhanden [5]. Da aber auch bei nicht phasengleicher Addition normaler Gewinn auftreten kann, ist dieser Gesichtspunkt für eine Definition nicht geeignet.

Eine verbindliche Definition für den Begriff Ü. existiert weder in Deutschland noch in anderen Ländern. Es wird jedoch von dem NTG-Fachausschuß »Antennen« in Deutschland und von dem entsprechenden Gremium in dem IEEE in USA eine Definition auf folgender Basis erarbeitet:

1. Bei → Flächenstrahlern besteht Übergewinn, wenn die Flächenausnutzung $q > 1$, d. h., wenn der auf den Kugelstrahler bezogene Gewinn $G > (4\pi/\lambda^2)\, A_g$ ist (A_g = geometrische Antennenfläche).

2. Bei anderen Antennen wird man von Ü. sprechen, wenn der Gewinn einen bestimmten, noch festzulegenden Wert, wie beispielsweise 5 oder 10, überschreitet und größer als $4\,\pi^2 R^2/\lambda^2 + 25\,\pi R/\lambda$ ist, wobei R der Radius einer Kugel ist, die die Antenne gerade noch umschließt. Diese letzte Bedingung geht auf Betrachtungen von Harrington [6] zurück, der das Strahlungsfeld der Antenne außerhalb dieser kleinsten Kugel durch eine Summe von Kugelwellen darstellte. Berücksichtigt man nur das erste Glied auf der rechten Seite der Ungleichung, so ist diese Bedingung bei einem Flächenstrahler mit der unter 1. angegebenen identisch.

Literatur: [1] W. W. Hansen, I. R. Woodyard, A New Principle in Directional Antenna Design. Proc. IRE 26 (1938), 333–345 — [2] K. Fränz, Der Gewinn und die Rüdenbergsche Absorptionsfläche. Zeitschr. f. Hochfrequenzt. u. Elektroakustik 54 (1939), S. 198 — [3] S. A. Schelkunoff, A Mathematical Theory of Linear Arrays. Bell System Techn. J. 22 (1943), 80–107 — [4] T. T. Taylor, Design of Line-Source Antennas for Narrow Beamwidth and Low Side Lobes. IRE Trans. on Antennas and Propagation AP-3 (1955), 16–28 — [5] Th. Heller, Supergain-Antennen. Nachrichtentechn. Zeitschrift 14 (1961), 113–118 — [6] R. R. Harrington, On the Gain and Beamwidth of Directional Antennas. IRE Trans. on Antennas and Prop. AP-6 (1958), 219–225.

Koch

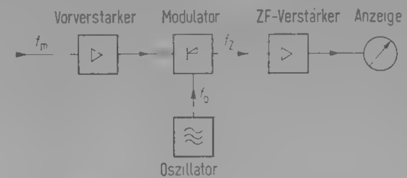
Übergreifen. Unter Ü. wird das Zusammenschalten von Ausgängen nicht benachbarter Zubringerteilgruppen in der Mischung einer Wahlstufe verstanden. Durch das Ü. wird der → Besetzteinfluß zwischen den Zubringerteilgruppen kleiner und gleichmäßiger. In dem Bereich von 0,1% bis etwa 5% Verlustwahrscheinlichkeit wird die Verkehrsleistung eines Abnehmerbündels durch Ü. um etwa 23% gegenüber einer einfachen Vielfachschaltung gesteigert. (→ Mischung).

Überholen technischer Einrichtungen. Während kleinere Instandhaltungsarbeiten (z. B. Auswechseln von Schaltarmen, Erneuern der Kohlebürsten von Ruf- und Signalmaschinen) aus Anlaß einer Instandsetzung oder Prüfung erledigt werden können, sind für zeitaufwendige, in größerer Menge anfallende Arbeiten zwischenzeitlich Bedarfs-Ü. oder auch Ü. nach festem Terminplan vorzusehen. Der Zeitabstand zwischen den Überholungen ist so festzulegen, daß die → Betriebsgüte nicht unter ein erträgliches Maß absinkt. Mechanisch arbeitende Baugruppen (Lager, Ruf- und Signalmaschinen usw.) sowie Bauteile (Stoßklinken, Wellen usw.) müssen außerdem zwischenzeitlich behandelt (gefettet, geölt oder graphitiert) werden. Grund-Ü. wird vorgenommen, wenn außergewöhnlich umfangreiche Erneuerungsarbeiten, z. B. Einlegen einer neuen Verdrahtung, auszuführen sind.

Überhorizontverbindung → Richtfunklinie.

Überladestelle → Flachbandförderer.

Überlagerungsempfänger. Der Ü. hat neben sehr hoher Empfindlichkeit und Selektion bei großem Frequenzbereich die allgemeinen Eigenschaften des → Meßempfängers, s. Bild. Bei kleiner Bandbreite ergibt



Schaltbild eines Überlagerungsempfängers.

sich geringe Rauschleistung, die proportional der Bandbreite ist und das ermöglicht hohe Empfindlichkeit. Diese besonderen Eigenschaften des Ü. erhält man in relativ einfacher Weise mit Anwendung des Überlagerungsprinzips. Hierbei wird das Meßsignal der Frequenz f_m mit einer Oszillatorfrequenz f_0 moduliert, die um die Zwischenfrequenz f_Z von der Meßfrequenz abweicht. Am Ausgang des Mischers erhält man die Summenfrequenz $f_0 + f_m$ und die Zwischenfrequenz $f_Z = f_0 - f_m$. Ein nachfolgender selektiver ZF-Verstärker mit der Zwischenfrequenz f_Z unterdrückt die Summenfrequenz und liefert bei kleinem Aufwand hohe Verstärkung für das ZF-Signal und schmale Bandbreite bei guter statischer Selektion. Um Mehrdeutigkeit beim Abstimmen zu vermeiden, wird die Zwischenfrequenz so gewählt, daß die Spiegelwellenempfindlichkeit nicht im Variationsbereich der Oszillatorfrequenz liegt. Dies ist nur erfüllt, wenn $f_Z > f_m$ ist. Bei einem Ü., der diese Bedingung erfüllt, ist ohne Vorselektion eine Spiegelwellen- und Klirrdämpfung von z. B. >60 dB erreichbar. Sehr schmale Bandbreite erhält man durch eine weitere Umsetzung mit einer festen Oszillatorfrequenz in eine tiefere Frequenzlage. Ein Ü., der nach diesem Prinzip arbeitet, ist u. a. der Selektive Pegelmesser (→ Pegelmesser) für das Aufgabengebiet der Übertragungstechnik.

Zum Messen von Nebenwellen von Funk- und Meßsendern, der örtlichen Feldstärke verschiedener Funksender, allgemein zum Trennen des Meßsignals von unerwünschten Nebensignalen, ist höhere Spiegelwellendämpfung bis >100 dB erforderlich. Weiter möchte man kleinste Signale messen und strebt daher

auch hohe Grenzempfindlichkeit an. Nebenempfindlichkeiten, die sich durch Nichtlinearität ergeben, müssen unterdrückt werden. Diese Forderungen führen zum Ü. mit Vorselektion, Vorverstärkung, Vorumsetzungen und mehreren Umsetzungen in der Zwischenfrequenz. Bei Vorselektion müssen die Eingangsfilter mit abgestimmt werden. Die Dämpfung der Vorselektionsfilter ist frequenzabhängig; durch besondere Maßnahmen wird in der Regel die Dämpfungsverzerrung herabgesetzt. (→ Funkstörmeßgerät). Für höhere Genauigkeit bezieht man sich auf ein Vergleichssignal, z. B. eines → Empfänger-Meßsenders. Einfache Ü. erfüllen die Bedingung $f_Z > f_m$ nicht und daher erhält man bei solchen Ü. immer zwei Abstimmungen, wobei der Frequenzabstand der beiden Oszillatorfrequenzen $2\,f_Z$ ist. In der Mikrowellentechnik ist es nicht realisierbar, die ZF größer zu machen als die Meßfrequenz, und man kann daher in der hohen Frequenzlage hohe Spiegelwellendämpfung nur durch Vorselektion erreichen. Die einfachen Ü. dienen zum Messen hoher Nebensprechdämpfungen, z. B. mit der → Dämpfungs-Meßeinrichtung, kleiner → Kopplungswiderstände und zu Dichteprüfungen bei geschirmten Anordnungen. Seine Eigenschaften sind in all den Fällen ausreichend, wenn es nur auf hohe Empfindlichkeit ankommt.

Literatur: A. Wirk und H. G. Thilo, Niederfrequenz und Mittelfrequenztechnik, Stuttgart, Hirzel-Verlag (1956) — J. Gerold und G. Pilz, Funk-Betriebsempfänger, Neues von Rohde und Schwarz (1969) Nr. 39, S. 8-12 — H. Goldmann und A. Niederroth, VHF-UHF-Überwachungsempfänger, Neues von Rohde & Schwarz (1968) Nr. 30, S. 49-52. *Kühnemann*

Überlagerungstelegrafie → Wechselstromtelegrafie.

überlassene Stromwege zur Datenübertragung, überlassene Telegrafenleitungen → Dateldienste.

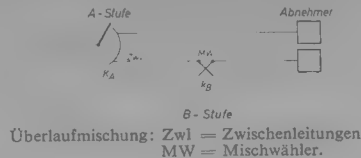
Überlassung posteigener Stromwege für Privatfernmeldeanlagen. Die DBP kann nach ihrem Ermessen posteigene → Stromwege anderen zur Benutzung überlassen; ein Rechtsanspruch auf die Überlassung besteht nicht. Sie überläßt die Stromwege für → Privatfernmeldeanlagen, aber auch für andere besondere Zwecke, z. B. für Fernmeldeanlagen der Bundeswehr.

Posteigene Stromwege dürfen nur in der Weise und für diejenigen Zwecke benutzt werden, wie es die DBP allgemein bestimmt hat oder in Einzelfällen besonders festsetzt. Dazu sind ggf. die Schaltungen der an einen posteigenen Stromweg anzuschließenden Geräte mit entsprechenden Beschreibungen dem Fernmeldetechnischen Zentralamt in Darmstadt zur Schaltungsgenehmigung vorzulegen.

Überlassung von Teilnehmereinrichtungen für kurze Zeit. Bei besonderen Anlässen (Messen, Ausstellungen, Tagungen usw.) überläßt die DBP Teilnehmereinrichtungen gegen Erstattung der Herstellungs- und Aufhebungskosten auch für kurze Zeit. In diesen Fällen verzichtet die DBP auf die Einhaltung der Mindestüberlassungsdauer. Bei Ü. von Hauptanschlüssen sind laufende Gebühren für mindestens einen Monat zu entrichten; bei Nebenstellenanlagen werden darüber hinaus Restgebühren in Höhe der laufenden Gebühren für sechs Monate erhoben. Zeitanschlüsse können in dringenden Fällen auch bei vorübergehender Einrichtung von Baustellen überlassen werden. Eine Übertragung von Zeitanschlüssen ist in jedem Fall ausgeschlossen.

Überlaufbündel. Leitungsbündel, dem Überlaufverkehr angeboten wird, der von einem oder mehreren Querleitungsbündeln überfließt. Einem Ü. kann neben dem Überlaufverkehr auch Zufallsverkehr angeboten werden.

Überlaufmischung. Sie ist eine besondere Art des Anschließens der Abnehmerleitungen in einer Mischwahlanordnung in Sparschaltung (s. Bild). In einer Koppelanordnung mit Ü. werden die Abnehmerleitungen in zwei Gruppen geteilt. Die Abnehmer



Überlaufmischung: Zwl = Zwischenleitungen
MW = Mischwähler.

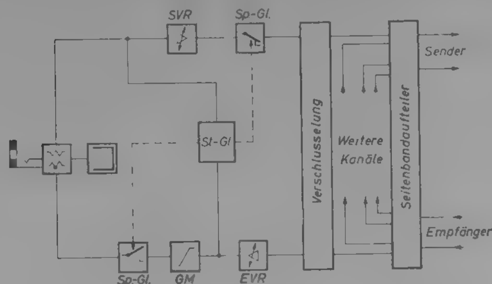
der ersten Gruppe werden ohne Mischwähler direkt von den ersten Schritten der A-Stufe aus erreicht. Die zweite Gruppe wird nur über die Mischwähler erreicht. Diese zweite indirekt erreichbare Gruppe erhält den Überlaufverkehr der ersten Gruppe. Die Bezeichnung Ü. weist darauf hin. In Mischwahlanordnungen in Sparschaltung wird heute nur noch die Ü. verwendet. Sie hat die → Rückmischung ersetzt.

Überlaufverkehr. Verkehr, der von einem hochbelasteten primären Leitungsbündel nicht aufgenommen werden kann, weil alle erreichbaren Leitungen belegt sind und deshalb auf ein anderes Leitungsbündel überfließt. Dieses Bündel sammelt den Ü. meistens von mehreren Bündeln. Ein Ü. hat nicht mehr die Eigenschaften des Zufallsverkehrs. Er hat große Spitzen, d. h. sein → Streuwert ist größer als Null. Mehrfacher Ü.: Ü., der von einem ersten Leitungsbündel auf ein zweites, von dort auf ein drittes und eventuell auf weitere Leitungsbündel überfließen kann.

Überlaufweg. Leitungsweg, dem Überlaufverkehr zugeführt wird.

Überleiteinrichtungen sind zwischen die Endpunkte von Funk- und Drahtstrecken eingeschaltete techn. Einrichtungen. Sie haben die Aufgabe, die für die Übertragung über Funk bestimmten Signale (Sprache und sonstige nachrichtentragenden Signale, dem Verbindungsaufbau und der Auslösung dienende sowie andere Signale der Vermittlungstechnik, Fernsteuersignale u. a.) den Eigenschaften des jeweiligen Funkweges entsprechend derart aufzubereiten, daß die Anforderungen an die Übertragungsqualität und vermittlungstechnische Dienstgüte (Restdämpfung und deren Konstanz bzw. ausreichende Empfangslautstärke beim Teilnehmer, Stabilität der Verbindung, ausreichender Geräusch- und Störabstand, geringe

Verzerrungen aller Art, gute Ruf- und Fehlrufsicherheit u. a.) für die Gesamtverbindung optimal erfüllt werden können. In der von der Funkstrecke kommenden Richtung werden die Signale bei Bedarf in die der Drahtstrecke gemäße Form umgesetzt. An den Schnittstellen beider Strecken müssen erforderliche Übergabepegel eingehalten werden. Eine weitere Aufgabe der Überleittechnik Funk-Draht (auch als Übertragungstechnik Funk-Draht oder Niederfrequenz-Technik der Funkdienste bezeichnet) besteht darin, nach Notwendigkeit (Aufwand und dem Teilnehmer entstehende Gebühren je Zeiteinheit sind weitere Gesichtspunkte hierfür) technische Maßnahmen zur Erhöhung des Abhörschutzes durchzuführen (→ Sprachverschlüsselung). Im Bild ist eine Ü. für den Überseefunk nach der



Übersichtsschaltung einer Funksprech-Endeinrichtung.

konventionellen Art dargestellt (→ Volumenregler, Rückkopplungssperren, Seitenbandaufteiler, Geräuschminderer). Über einige andere Ü. → Lincompex, → öffentlicher beweglicher Landfunk. Ü. werden in den Fällen verwendet, in denen sie wegen schwierigerer und besonderer Eigenschaften der benutzten Funkstrecken (z. B. Schwunderscheinungen auf Kurz- und Grenzwelle) oder besonderer Betriebsbedingungen der betreffenden Dienste (Kurzschwund durch Abschattung bei fahrenden Fahrzeugen sowie Störwirkung durch Motor- und Straßengeräusch beim → öbL) erforderlich sind. *Schurig*

Überleitplätze → Fernplatzarten.

Überleittechnik Funk-Draht → Überleiteinrichtungen.

Übernahme technischer Einrichtungen. Technische Einrichtungen werden nach dem Errichten in Betrieb genommen, wenn bei der technischen → Abnahme keine Mängel festgestellt werden. Der Abnehmende übergibt die Einrichtung der für ihr → Betreiben bzw. ihre Unterhaltung verantwortlichen Betriebsstelle. Betriebskräfte nehmen an der technischen Abnahme teil, wobei sie sich von der Vollzähligkeit, allgemeinen Beschaffenheit, Betriebsfähigkeit und vorschriftsmäßigen Erstellung der Einrichtung sowie beim Errichten von Nebenstellenanlagen zusätzlich von der ausreichenden Beschaffenheit und Ausrüstung des Betriebsraumes überzeugen. Mit der Ü. geht die Verantwortung für die Betriebsfähigkeit und den Zustand der Einrichtung auf die Betriebsstelle über.

Überprüfen, technisches, ist neben dem planmäßigen oder aufgrund von Feststellungen durchgeführten → Überholen eine wesentliche Voraussetzung für das langjährige einwandfreie Arbeiten einer technischen Einrichtung. Es wird sowohl nach einem festliegenden Terminplan als auch nach Bedarf bzw. aus besonderem Anlaß, z. B. für Erfahrungsberichte, aus Anlaß einer Beschwerde oder aufgrund von Einzel- bzw. Betriebsfähigkeitsprüfungen, durchgeführt. Dabei soll ermittelt werden, ob die Bauteile bzw. Baugruppen betriebsfähig sind, die vorgeschriebenen Toleranzen eingehalten werden, und ob die Überholung zu dem vorgesehenen Zeitpunkt oder sofort ausgeführt werden muß. Das Ü. wird anhand von Normen für technische Überprüfung (TÜ-Norm) sowie unter Verwendung geeigneter Prüf-, Meß- und Hilfsgeräte durchgeführt. Die TÜ-Normen (das Bild als Beispiel) sind durch vierstellige Nr. (TÜ-Nr.) bezeichnet und in Unterpositionen eingeteilt. Dadurch können die beim Ü. gefundenen Unregelmäßigkeiten maschinell erfaßt und ausgewertet werden. Die Ziffern hinter »TÜ« im rechten Kopfteil vom Bild bedeuten:

1. Ziffer: Gruppenziffer 1–0 des Verzeichnisses (s. unten), 2. u. 3. Ziffer: Nr. der TÜ-Norm in der Gruppe (von 01–99), 4. Ziffer: Nr. der Ausgabe der TÜ-Norm. Die technischen Einrichtungen in Vermittlungsstellen sind in folgende Gruppen eingeteilt:

Gruppenziffer	Bezeichnung der technischen Einrichtung
1	Hebdrehwähler, Drehwähler mit Stoßklinkenantrieb,
2	Edelmetall-Motordrehwähler,
3	Relaiswähler, Koppelfelder,
4	frei für elektronische Vermittlungseinrichtung,
5	Übertragungen,
6	frei,
7	Einrichtungen für Gebührenerfassung und Leitweglenkung,
8	Einrichtungen für handbediente Vermittlungsstellen (Vermittlungsstelle mit Handbedienung),
9	Sonstige Einrichtungen, z. B. Wählprüfnetz, Sonderdienst-, Vorfeld-, Warn- und Alarmdiensteinrichtungen usw.,
0	Prüfmittel, Signale.

Das Gruppenverzeichnis der TÜ-Normen gilt auch für → Prüfvorschriften. Neben dem t. Ü. ist, falls es sich z. B. um eine Nebenstellenanlage handelt, zusätzlich zu prüfen, ob die benutzungsrechtlichen Belange, klimatischen Voraussetzungen, hochbaulichen Anforderungen und die Ausstattung der benutzten Räume den Erfordernissen entsprechend erfüllt sind. Festgestellte Abweichungen vom Regelzustand sind sofort zu beseitigen. Falls mechanisch arbeitende Baugruppen vorhanden sind, ist bedarfsweise zu behandeln, d. h. zu ölen, fetten oder graphitieren. Dies trifft besonders für solche Anlagen zu, die nicht planmäßig, sondern nach Bedarf überholt werden. Das Ü. wird mit einer Einzel-Vollprüfung abgeschlossen, wenn bestimmte Baugruppen geprüft wurden. Es ist mit einer Betriebsfähigkeits-Vollprüfung zu beenden, wenn die gesamte Einrichtung technisch überprüft worden ist.

DK: 621.395.342.24.001.4 — NORM — April 1968

DEUTSCHE BUNDESPOST Fernmeldetechnisches Zentralamt Referate A 24 / B 31	Technische Überprüfung der FGW 55 2Dr (FTZ 536 Sz 1300) (FTZ 536 Sz 1350) (FTZ 536 Sz 1302) (FTZ 536 Sz 1352) (FTZ 536 Sz 1310) (FTZ 536 Sz 1370)	FTZ 1471 TÜ 2511

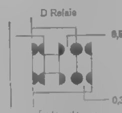
Vorbereiten: Laufwerkstecker ziehen; ggf. Einzelsicherung gegen Isoliereinsatz austauschen

Arbeitsunterlagen: siehe Seite 2

Bemerkungen: x Feder 3,4 zu 3 * Feder 3,4 zu 5

Laufwerk	1	■	m 1 (40) und m 2 (40)	Auswechseln bei Federnabstand ≦ 0,9 mm
	2		Kontaktarme	Verbiegung beseitigen, auswechseln bei Kerben > 1/3 (> 0,7 mm)
	3		Lamellen der Kontaktbank	Graphitieren, wenn Laufspur ungefähr Armhälfte (mind. 3/4)
	4		x-, y-, z-Kontakte	Bei Bedarf behandeln, Betätigung prüfen
	5		Nockenscheibe, Betätigungshebel	Bei Bedarf schmieren, Auflage prüfen
	6		Trennstifte und Anschläge d. Ad-Anker	Bei Bedarf reinigen, leicht fetten
	7			
Relaissatz	8	■	$d^{III}2$ (40) x	Bei Bedarf Spitzen beseitigen, Betätigung prüfen
	9	■	$a^{I}1$, $a^{III}2$ (32)*, $d^{I}1$	Bei Bedarf Spitzen beseitigen, Betätigung prüfen
	10		Kontakte, Kontaktfedern	Bei Bedarf behandeln, Betätigung prüfen
	11		Impulsrelais	Trennblech reinigen, Ankerlagerung prüfen
	12		Prüfrelais	Sitz prüfen
	13		Relais	Bei Bedarf Trennblech reinigen, Ankerlagerung prüfen
	14		Relais mit Sondereinstellung	Sondereinstellung prüfen
	15			
GR und Signalrelaissatz	16	■	$wk^{II}1$, $wk^{II}2$	Bei Bedarf Spitzen beseitigen, Betätigung prüfen
	17		Kontakte, Kontaktfedern	Bei Bedarf behandeln, Betätigung prüfen
	18		Relais	Bei Bedarf Trennblech reinigen, Ankerlagerung prufen
	19		Hauptsicherungen und Klemmschrauben	Sitz prüfen
	20			
AnW	21		m 1 (40) und m 2 (40)	Auswechseln bei Federnabstand ≦ 0,9 mm
	22		Schaltarme	Sichtprüfung, Auflauf und Abnutzung prüfen
	23			
	24			
	25			
	26			
	27			
	28			
Prüfen			Bearbeitetes Schaltglied mit Prüfgerät Nr. 48 nach PV I K 1,3 oder mit APrE prüfen	

Sondereinstellungen:





Ersatz für TÜp-Anw Nr. 251 v

Abgabe durch: FTZ, D-ZDI-DrV, 6100 Darmstadt

Beispiel einer TÜ-Norm.

Fortsetzung Seite 2

Seite 2 FTZ 147 1 TÜ 2511

Arbeitsunterlagen:	Vorläufige Richtlinie FTZ 134 R 1 Ausgabe 1 Einstellvorschrift Fg Ea 11/5028 a für 9 Fg Lfw 4 a (2Dr)	Einstellvorschrift für Flachrelais 48 FTZ 211 143 EV 1 vom Januar 1959 Wartungsvorschrift Fg Wv 11/5028 a für 9 Fg Lfw 4 a (2Dr)

Erklärung der Zeichen:
≦ kleiner oder gleich, höchstens gleich
> größer als . . .

Abkürzungen:
AnW Anschaltewähler
APrE automatische Prüfeinrichtung
EV (alt) = neu ES Einstell- und Schmiervorschrift
FGW Ferngruppenwähler
GR Gestellrahmen
PV Prüfvorschrift
TÜ Vorschrift für die technische Überprüfung
2Dr Zweidraht

Harbarth/Steinhoff

Überreichweite → troposphärische Ü.

Überschreiten der Bundesgrenzen durch Privatfernmeldeanlagen. Der räumliche Geltungsbereich des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) beschränkt sich auf das Gebiet der BRD. Deshalb ist eine Privatfernmeldeanlage, die die Bundesgrenzen überschreitet, auch dann genehmigungspflichtig, wenn sie an sich die Voraussetzungen des § 3 Abs. 1 FAG erfüllt. Für die Genehmigung grenzüberschreitender Fernmeldeanlagen ist der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen zuständig.

Überschreitungswahrscheinlichkeit einer bestimmten Wartedauer ist die Wahrscheinlichkeit $P(>T)$, daß eine verzögerte Belegung, die in einem Speicher oder Wartefeld auf ihre Abfertigung wartet, länger als eine bestimmte Dauer T warten muß. Die Ü. hängt u. a. von der Reihenfolge ab, in der die verzögerten Belegungen verarbeitet werden. Bei Abfertigung in der Reihenfolge des Eintreffens kann die Ü. nach folgender Formel berechnet werden:

$$P(>T) = P(>0)\cdot\exp\left(-\frac{T}{t_w}\right) = P(>0)\cdot\exp\left(-\frac{T(N-A)}{t_m}\right).$$

$P(>0)$: → W a r t e w a h r s c h e i n l i c h k e i t, t_w: → m i t t l e r e W a r t e d a u e r, N: Anzahl der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen, A: Verkehrsangebot, t_m: Bedienungs- bzw. Belegungsdauer.

Die Formel setzt neben der Abfertigung in der Reihenfolge des Eintreffens, reinen Zufallsverkehr, negativ exponentiell verteilte Bedienungs- bzw. Belegungsdauer, unbeschränkte Wartemöglichkeiten und volle Erreichbarkeit der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen voraus. Da es sehr viele verschiedene Abfertigungsstrategien gibt, sind auch die Berechnungsformeln für die Ü. recht zahlreich.

Überseedienst → Betriebszeiten der Funkübertragungswege.

Überseefunk → Europa- und Überseefunk.

Übersetzer, idealer oder i d e a l e r Ü b e r t r a g e r ist ein verlust- und streuungsloser Übertrager mit unendlich hohen Wicklungsinduktivitäten, näherungsweise erreicht durch einen Ringübertrager mit möglichst geringen Verlustwiderständen und möglichst hohen Wicklungsinduktivitäten. Der Idealfall ist ein übertragungsunsymmetrischer Vierpol, der Spannungen, Ströme und Widerstände im Verhältnis $U_1/U_2 = ü$, $I_1/I_2 = 1/ü$, $R_1/R_2 = ü^2$ überträgt, also die Kettenmatrix $(A) = \begin{pmatrix} ü & 0 \\ 0 & 1/ü \end{pmatrix}$ hat, → Vierpoltheorie 2.1, woraus nach Vierpoltheorie 1.4 das Wellenübertragungsmaß 0 folgt, während die Wellenwiderstände nur nach dem Verhältnis $Z_1/Z_2 = ü^2$ bestimmt sind. Bei umgekehrter Wicklungsrichtung ist ü negativ. Der i. Ü. ist nötig, wenn man für einen unsymmetrischen Vierpol eine homogene Ersatzschaltung (plus Übertrager) angeben will, er wird angewendet zur Anpassung von Widerständen, Umkehrung der Spannungsrichtung, Übergang von unsymmetrischem Vierpol auf symmetrische Leitung usw.

In der F e r n s c h r e i b t e c h n i k bezeichnet man mit Ü. den Teil eines Telegrafenapparates, mit dem die Decodierung der Codezeichen durchgeführt wird, d. h. die Nachricht wieder sinnlich wahrnehmbar gemacht wird. Einer der wichtigsten Vorgänge bei einem nach der digitalen Methode arbeitenden Telegrafenapparat.

Literatur: F. Schiweck, Fernschreibtechnik. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Übersetzungsverhältnis ist allg. das Verhältnis der Spannungen oder Ströme bei einem beliebigen Vierpol, speziell das Windungsverhältnis eines Übertragers oder Transformators.

Überspannungen gegen die Erde oder zwischen benachbarten Leitern entstehen in Fernmeldeanlagen durch unbeabsichtigte äußere Einflüsse. Es wird zwischen zwei Hauptarten von Ü. unterschieden: 1. Atmosphärische Ü. bei Aufladungen durch das elektrostatische Feld oder bei Beeinflussungen durch Blitze. 2. Einwirkungen aus Starkstromanlagen, wie unmittelbarer Stromübertritt und ohmsche, induktive oder kapazitive Beeinflussung (→ Starkstromeinwirkung). Durch Schutzmaßnahmen und -einrichtungen werden die Fernmeldeanlagen vor Beschädigungen und Betriebsstörungen durch Ü. geschützt. Sie sollen die Fernsprechteilnehmer und das Bedienungspersonal vor unangenehmen oder starken Geräuschen (Knalle, Knacke usw.) und vor Gefährdungen (elektrische Schläge usw.) ebenso bewahren wie die Personen, die sich in der Nähe von Fernmeldeanlagen aufhalten. Zum Schutz vor Ü. werden folgende Einrichtungen verwendet: → Überspannungsableiter, → Sicherungen, → Erdungsanlagen, besondere Einrichtungen und Bauweisen.

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Fernmeldebauordnung der DBP Teil 15, Allgemeines über Starkstromschutz und Schutz gegen Starkstromübertritt — Brumm, Männedorf und Meister, Edelgasableiter als Überspannungsschutz in Fernmeldeanlagen, Bull. des Schweizer Elektrotechnischen Vereins, Bd. 56 (1965) Nr. 20 — Engelke, Elektrizitätslehre, Abschnitt Sicherungen und Erdungen, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B (1966), Nr. 3 und 6 — Sältzer, Schutz der Fernmeldeanlagen gegen Starkstrom, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Januar 1965.

Überspannungsableiter verhindern ein Anwachsen der Spannung über einen bestimmten Wert (Ansprechspannung). Sie werden zwischen Leiter und Erdungsleitung und in Sonderfällen auch zwischen zwei Leitern angeordnet. Nach dem Ansprechen kann die Spannung am Leiter noch etwas weiter ansteigen, weil sie vom fließenden Strom und dem Widerstand einschl. → Erdungswiderstand abhängig ist.

Ü. haben i. allg. zwei Elektroden, zwischen denen sich als Isolierung Luft oder Gas befindet. Die Ansprechspannung ist hauptsächlich von dem Abstand der beiden Elektroden abhängig. Durch den Spannungsunterschied zwischen diesen Elektroden wird das dazwischen befindliche Gas ionisiert. Bei einer gewissen Spannung beginnt eine Glimmentladung. Steigt die Spannung weiter an, so erfolgt ein Funkenüberschlag, der bei länger anstehender Spannung in einen Lichtbogen übergeht. Zum Ableiten kurzzeitiger hoher Überspannungen und Stromstöße werden Luftfunkenstrecken benützt. Der Elektrodenabstand ist so eingestellt, daß bei etwa 2000 Volt der Überschlag eintritt. Der Kohleableiter spricht bei etwa 500 Volt an. Er besteht aus zwei Kohleplatten als Elektroden, zwischen denen ein durchlöchertes Isolierplättchen (Cellit, Glimmer o. ä.) den Abstand sicherstellt. Kohleableiter werden jetzt i. allg. durch den Gasentladungsableiter ersetzt. Bei diesen Ü. für geringere Spannung sind die Elektroden in einem Glaskörper eingeschmolzen, der mit verdünntem Edelgas — meist Argon — gefüllt ist. Die Ansprechspannung liegt bei etwa 230 Volt. Weil sich nach dem Ansprechen ein Lichtbogen bildet, können die Ü. längere Zeit kleine Überspannungen oder stärkere Ströme ableiten. Ü. müssen folgende technische Anforderungen erfüllen:

1. schnelles Ansprechen auf steile Spannungsstöße (bei einem Spannungsanstieg von etwa 2000 Volt/ms soll die Ansprechspannung bei 600—700 Volt liegen), 2. Belastbarkeit des Ableiters mit über 10 A Wechselstrom, 3. sicherer Kurzschluß des Ableiters bei größerer andauernder Überlast, 4. Belastbarkeit mit Stromstößen von 8—10 kA, 5. statische Ansprechspannung im Bereich von 220 bis 270 Volt bei einer minimalen Brennspannung von etwa 70 Volt, 6. hohe Isolation zwischen den Elektroden, 7. lange Lebensdauer (etwa 30 Jahre). Ü. (ÜsAg) werden für die verschiedensten Zwecke in verschiedenen Bauformen (Form A, B, C, D und E) entsprechend der Fernmeldetechnisches-Zentralamt(FTZ)-Norm 47771 TV 1 hergestellt. Außerdem wird der sog. Knopfableiter eingesetzt. Alle Formen haben gleiche Ansprechspannung (etwa 230 Volt) und gleiche Ansprechzeit (eine Millisekunde). Sie unterscheiden sich nur durch ihre äußeren Abmessungen (siehe Bild 1 und 2a—d).

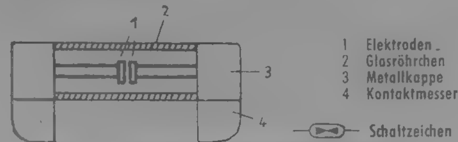


Bild 1. Spannungsfeinschutz (ÜsAg Form A).

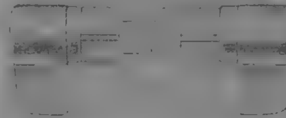


Bild 2a. Überspannungsableiter (ÜsAg Form A).

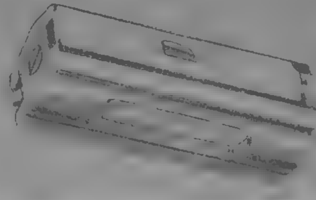


Bild 2b. Gasentladungsableiter (ÜsAg Form B).



Bild 2c. Gasentladungsableiter (ÜsAg Form C).



Bild 2d. Überspannungsableiter (ÜsAg Form E).

Einsatz von Ü.: Funkenstrecken werden zum Ableiten kurzzeitig auftretender Überspannungen — vor allem wie sie bei Blitzschlägen in Freileitungen auftreten können — eingesetzt.

Funkenstrecken werden daher in die Endgeräte von Blankdrahtleitungen eingebaut: z. B. in → Überführungsendverschlüsse (ÜEVs), in Überführungsdosen mit Sicherungsschutz (ÜDs) und in → Sicherungskästchen (SiKä M 48 und M 54). Die Formen A bis E der Ü. werden in folgende Geräte eingebaut: A (Bild 2a) in ÜEVs und in ÜDs, B (Bild 2b) in Sicherungsleisten der Hauptverteiler älterer Bauart

und in die Sicherungskästchen M 48 und M 54, C (Bild 2c) in das SiKä M 54 mit erhöhtem Spannungsschutz und früher in Isolatoren (RMü) an den Enden von Blankdrahtleitungen, D früher in die alten Ortskabelendverschlüsse (EVs 32) der Kabel- und Linienverzweiger, E (Bild 2d) in die Halter der Trennleisten (55) der Hauptverteiler und in die Einschübe des Überspannungsschutzes (ÜsS 62) für die Endverschlüsse neuer Bauart (EVs 58a) der Kabelverzweiger und Linienverzweiger. In ÜEVs, in ÜDs und in SiKä werden sowohl Ü. als auch Sicherungen eingesetzt (z. B. geschieht die Schaltung in ÜEVs nach Bild 3).

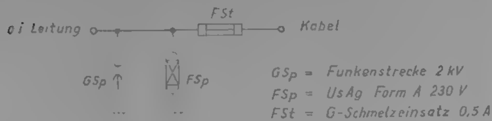


Bild 3. Schaltung der Schutzeinrichtungen im ÜEVs 59.

Neue Entwicklungen haben zur Einführung eines Einheits-Überspannungsableiters (ÜsAg) 8 × 20 mm geführt, der in vorhandene → Schutzgeräte mittels eines Adapters, z. B. Form B, eingesetzt werden kann. Dadurch und durch den Wegfall der Stromsicherung und der Grobfunkenstrecken wird eine teilweise Neuentwicklung der Schutzgeräte (SiKä 48, SiKä 54, ÜsS 54 usw.) erforderlich (→ Schutzmaßnahmen).

Literatur: Fernmeldebauordnung der DBP, Teil 14, Erdung und Schutz durch Sicherungen und Überspannungsableiter — Brunm, Männedorf und Meister, Edelgasableiter als Überspannungsschutz in Fernmeldeanlagen, Bull. des Schweizer Elektrotechnischen Vereins, Bd. 56 (1965) Nr. 20 — Engelke, Elektrizitätslehre, Abschn. Sicherungen und Erdungen, Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B (1966) Nr. 3 und 6.

Stegmann

Überspannungsschutz → Schutzmaßnahmen.

Überspannungswellen treten bei plötzlicher Änderung des elektrischen Zustandes einer Leitung auf und können durch Reflexionen an den Leitungsenden (→ Leitungstheorie 1.1) auf ein Mehrfaches der Betriebsspannung anwachsen.

Übersprechen. Als Ü. bezeichnet man das → Nebensprechen zwischen den beiden Stammleitungen eines Vierers.

Überstrahlung → Spiegelantennen.

Überstromauslöser, frühere Bezeichnung → Feinsicherung, sind keine Sicherungen, sondern Auslösevorrichtungen mit indirekter Abschaltung. Der Überstrom wirkt entweder erwärmend auf Lot bzw. Bimetall oder auf ein Magnetsystem. Die Auslösung erfolgt durch Öffnen eines Kontaktes über einen Mechanismus. Durch ihn können Zusatzkontakte betätigt werden, um die Abschaltung optisch oder akustisch zu signalisieren. Zu den Ü. gehören → Umkehrauslöser, die nach dem Lotprinzip, und → Fernmeldeschutzschalter, die nach dem Bimetall- und Magnetprinzip arbeiten.

Überstrom-Schutzorgane sind Bauelemente, Geräte oder Einrichtungen, die den Strom beim Ansteigen über eine vorgegebene Grenze selbsttätig unterbrechen, und zwar sofort oder nach einer von der Stromstärke abhängigen Zeit. Durch ihre Verwendbarkeit nach der Auslösung lassen sich die Ü. in 2 Hauptgruppen einteilen:

1. irreversible Ü. sind → Sicherungen d. h. Schutzorgane, die nach ihrem Ansprechen instandgesetzt bzw. erneuert werden müssen, und

2. reversible Ü. sind → Schutzschalter und → Überstromauslöser, d. h. Schutzorgane, die nach ihrem Ansprechen durch manuelle Betätigung sofort wieder betriebsbereit gemacht werden können.

Übertrager. Als Ü. bezeichnet man → Transformatoren, die in der Fernmeldetechnik Verwendung finden. Als Übertragerkern werden hochpermeable Werkstoffe benutzt (→ Ferrite). Man erreicht dadurch, daß sie über gegebene Frequenzbereiche gleichmäßig gute Übertragungseigenschaften besitzen.

Sie dienen dem reflexionsfreien Abschluß von Fernkabelleitungen. Durch geeignete → Anpassung wird dabei die elektrische Energie zwischen Leitungen verschiedener oder auch gleicher → Wellenwiderstände unter den geringsten Verlusten übertragen. Weiterhin halten die Ü. infolge ihres hochspannungssicheren Aufbaus gefährdende Spannungen aus der Kabelstrecke von den Amtseinrichtungen fern. Denn sie trennen Leitungen und Amtseinrichtungen galvanisch voneinander und übertragen die Energie nur induktiv. Durch Phantomschaltungen ermöglichen sie eine Mehrfachausnutzung der Leitungen (Vierer- und Achterbildung).

Literatur: HwF 29; J. Wallot, Theorie der Schwachstromtechnik, Springer-Verlag, 5. Aufl., 1948; K. Kabatt, Hilfsbuch für Entstörer, Verlag für Wissenschaft und Leben, Georg Heidecker, Bad Windsheim, 3. Aufl., 1966.

Übertragung 1. Ü. eines Teilnehmerverhältnisses. Statt eines Teilnehmers (Tln) kann auf Antrag ein anderer in das Tln-Verhältnis eintreten. Ein Antrag auf eine Ü. muß sowohl vom bisherigen als auch vom übernehmenden Tln unterschrieben sein. Die DBP erteilt die Genehmigung zur Übertragung nur, wenn der übernehmende Tln der Nachfolger in den Wohn- oder Geschäftsräumen des bisherigen Tln ist. Für die Ü. selbst hat der Übernehmende lediglich eine Umschreibgebühr von z. Z. 30,— DM zu entrichten; im übrigen haften für die Gebühren, die bis zum Zeitpunkt der Übertragung entstanden sind, neben den bisherigen auch die neuen Tln als Gesamtschuldner. Eine Nebenstellenanlage kann nur als Ganzes übertragen werden. In Zusammenhang mit einer Ü. auch die Rufnummer des Hauptanschlusses zu ändern, ist nicht statthaft, wenn durch diese Rufnummernänderung eine Anschlußverlegung vermieden würde.

2. Ü. im technischen Sinne: In der Elektrotechnik versteht man unter Ü. die Fortleitung elektrischer bzw. elektromagnetischer Energie; in der Fernmeldetechnik,

speziell als Träger von Signalen und Informationen über beliebige Entfernungen (→ Leitungstheorie, → TF-Systeme, → Wellenausbreitung).

Übertragungsdämpfung oder Übertragungsverlust ist ein Ausdruck für die Verminderung der Leistung zwischen zwei Punkten eines Übertragungssystems, angegeben in → Übertragungseinheiten Np oder dB, → Dämpfungsmaß. Ü. bei Freiraumausbreitung ist die Grundübertragungsdämpfung (DIN 45020):

$$L = L_0 + L_z\,.$$

L_z = Zusatzdämpfung durch Sichtbehinderung (→ Streckenprofil) vernachlässigbar, wenn die erste → Fresnelzone hindernisfrei ist (→ Antennen, → troposphärische Streuausbreitung).

Übertragungseinheiten Neper (Np) und Dezibel (dB, in der engl. und amerikanischen Literatur meist db) und ihre Zehnerpotenzen (z. B. dNp, mNp) sind → Pseudoeinheiten für das → Dämpfungsmaß, die auf die Benutzung des natürlichen bzw. dekadischen Logarithmus bei den Zahlenangaben des Dämpfungsmaßes hinweisen. Definition und Umrechnung s. Dämpfungsmaß. Die Grundeinheit Bel = 10 dB ist ungebräuchlich, dagegen verwendet man z. B. $1\,\text{mNp} = \frac{1}{1000}\,\text{Np}$. Die im Bereich der American Telephone and Telegraph Co. früher benutzte Ü. TU (Transmission Unit) ist identisch mit Dezibel.

Übertragungsfaktor ist das i. allg. komplexe Verhältnis einer elektrischen Ausgangsgröße s_2 (Spannung, Strom, Leistungsgröße) zu einer Eingangsgröße s_1 für sinusförmige Zeitfunktionen einer bestimmten Frequenz: $A = \frac{s_2}{s_1}$. Der reziproke Wert s_1/s_2 heißt Stammfunktion oder Originalfunktion in den Anwendungen der → Laplace-Transformation, in der Vierpoltheorie vor allem mit Erweiterung auf komplexe Frequenzen, also Zeitfunktionen $\exp pt$ mit $p = \sigma + j\omega$, Übertragungsfunktion (→ Vierpoltheorie 3.). Sind s_1 und s_2 gleichartige Größen, z. B. Spannungen, so wird A dimensionslos. In diesem Fall heißt der Betrag von A bei $U_2 > U_1$ Verstärkungsfaktor, bei $U_2 < U_1$ Dämpfungsfaktor, der natürliche Logarithmus des reziproken Ü. Übertragungsmaß, bei Leitungen und Vierpolketten aus gleichen Gliedern auch Fortpflanzungsmaß. Schreibt man den dimensionslosen Ü. als $A = \exp(-g) = \exp(-a - jb)$, so ist das Übertragungsmaß $g = a + jb = -\ln A = \ln 1/A$. Der Realteil a heißt → Dämpfungsmaß (häufig nur Dämpfung genannt) $v = -a$ Verstärkungsmaß, der Imaginärteil b Phasenmaß (Phase) oder Winkelmaß (Winkel) des Ü. Die Abhängigkeit von a bzw. b von der Frequenz gibt den Dämpfungs- bzw. Phasenverlauf des Ü. Das auf die Längeneinheit bei Leitungen bzw. auf ein Kettenglied bei Kettenleitern bezogene Fortpflanzungsmaß ist die Fortpflanzungskonstante $\gamma = \alpha + j\beta$ der Leitung bzw. des Kettenleiters mit der Dämpfungskonstanten α und der Winkel- oder Phasenkonstanten β.

Anmerkung: Nach DIN 40148 vom Sept. 1966 würden sich einige Namen ändern: Nach DIN 40148 heißt $A = s_2/s_1$ Übertragungsfaktor (wie bisher) oder Übertragungsfunktion, der reziproke Ü. $1/A = D$ (komplexer) Dämpfungsfaktor oder Dämpfungsfunktion (neu), $g = a + jb = \ln D$ komplexes Dämpfungsmaß (bisher Übertragungsmaß), a Dämpfungsmaß (wie bisher), b Dämpfungswinkel, $-g = -a - jb = \ln A$ komplexes Übertragungsmaß, $-a$ Übertragungsmaß (Verstärkungsmaß), $-b$ Übertragungswinkel. In der vorliegenden Ausgabe des HWF sind die bisher üblichen Namen beibehalten worden, schon wegen der Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur. *Zuhrt*

Übertragungsfrequenzbereich (ÜFB). Als Übertragungsfrequenzbereich bezeichnet man den für eine Ionosphärenverbindung geeigneten Frequenzbereich. Die obere Grenze, die durch ionosphärische Brechung einschließlich Streuung durch Irregularitäten gegeben ist, nennt man international Maximum Usable Frequency, kurz MUF, die untere Frequenzgrenze, die durch die D-Schicht-Absorption bestimmt ist, Lowest Useful Frequency, kurz LUF. In Bild 1 sind die Eigenschaften des ÜFB in

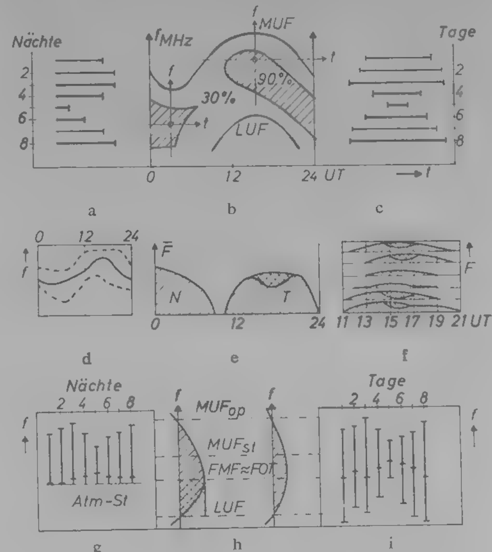


Bild 1. Der Übertragungsfrequenzbereich (ÜFB).

einem Beispiel (Funklinie Frankfurt/Main–USA) schematisch erläutert. Da alle Ionosphärencharakteristiken wegen der dauernden Ionisationsschwankungen nur statistisch erfaßbar sind, sind in Bild 1 b die MUF und LUF im Monatsmedianwert für 90% und 30% Wahrscheinlichkeit als Funktion der Tageszeit dargestellt. Die statistischen Schwankungen täglicher Übertragungszeiten und ÜFB-Breiten sind für die durch die Hilfskoordinatensysteme angedeutete Tages- und Nachtfrequenz in Bild 1 a und c

bzw. Bild 1 g und i gezeigt. Gute Übertragungsbedingungen sind gekennzeichnet durch große Übertragungsdauer bei breiten ÜFB (positive Phase), Störungen durch schmale Frequenzbereiche mit kleiner Übertragungsdauer. Die Bilder 1 d bis f erläutern den von der MUF und LUF beeinflußten Feldstärkeverlauf als Funktion der Tageszeit. In Bild 1 d zeigt die ausgezogene Kurve einen den Monatsmedianwerten entsprechenden Normalverlauf der MUF, während die obere gestrichelte einer positiven Phase und die untere gestrichelte einem Störungstag (Einbruch) entspricht. Bild 1 f stellt entsprechende tägliche Feldstärkeverläufe dar, und zwar entspricht höhere Feldstärke bei langer Übertragungszeit einer positiven Phase der MUF, niedrige Feldstärke bei kurzer Übertragungsdauer einer Störung.

Liegt die Betriebsfrequenz näher der LUF als der MUF, so wird der doppelt schraffierte Teil der Feldstärkekurven ausgespart durch zunehmende D-Schicht-Absorption bei hohem Sonnenstand. Kurven dieser Art wurden viele Jahre auf den Funkempfangsstellen der deutschen Verwaltung, begonnen von H. Mögel 1928 bei Transradio, zur Kennzeichnung der Übertragungsbedingungen aufgezeichnet (→ plötzliche Ionosphärenstörungen). Bild 1 e gibt ein Beispiel für den Feldstärkeverlauf als Monatsmedianwert im Vergleich zu der statistischen Darstellung der MUF-LUF-Grenzen des darüber befindlichen Diagramms (T = Tagesfrequenz, N = Nachtfrequenz). In Bild 1 h sind als Medianwerte Frequenzquerschnitte der Feldstärken für die durch die obenerwähnten Hilfskoordinatensysteme angedeuteten Zeiten der Tages- und Nachtfrequenz dargestellt. In dieser schematischen Darstellung sind nur die charakteristischen Daten des ÜFB einander angepaßt, dagegen nicht ihre Absolutwerte. Für die MUF sind zwei Daten eingetragen, nämlich die Standard-MUF (MUF_{st}) und die Betriebs-MUF (MUF_{op}, Operational-MUF oder allgemein-MUF). Erstere entspricht bei der Prognose einem gerechneten Näherungswert der durch Brechung erzielbaren klassischen MUF (MUF_{cl} = classical MUF) der regulären Schichten (→ ionosphärische Brechung), letztere schließt die Ausbreitung oberhalb dieser Irregularitäten ein (→ Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten Während am Tage die LUF durch Absorption bestimmt wird, wird diese Grenze nachts durch den atmosphärischen Störpegel bestimmt (links doppelt schraffiert, →ionosphärische Wellenausbreitung). Die Nachtfeldstärken sind wegen der geringen Absorption größer als die Tagesfeldstärken. Das Maximum der Feldstärke (FMF = Frequency of Maximum Fieldstrength) liegt unterhalb der MUF_{st} und fällt etwa mit der 15% unter der MUF_{st} angenommenen FOT (Frequency of Optimum Traffic) zusammen, einer Frequenz, für die Sicherheit von 90% gegenüber Störungen angenommen wird.

Der ÜFB repräsentiert sich durch den zeitlichen und frequenzmäßigen Feldstärkeverlauf. Seine feldstärkemäßige Darstellung und Prognose ist deshalb anzustreben (→ Funkprognose). Seine Grenzen sind unter Berücksichtigung des frequenzabhängigen Störpegels und Schwundcharakters durch eine zeitlich veränderliche Mindestfeldstärke definiert.

Bild 2 zeigt eine Gegenüberstellung eines mittleren Frequenzquerschnitts der Feldstärke des ÜFB mit einem »mittleren« stilisierten Ionogramm (→ Echo-

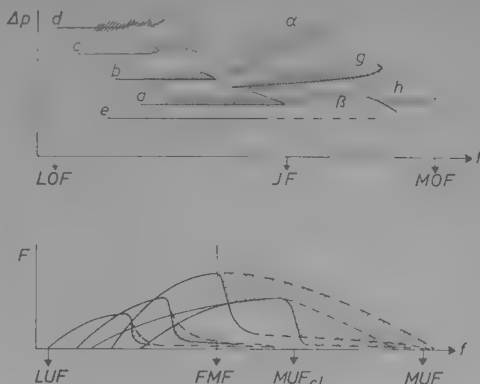


Bild 2. Ausbreitungsmodes und Feldstärke im ÜFB.

lotung, ionosphärische) bei Schrägwinkelimpulsmessungen, in dem die normalen regulären Ausbreitungswege mit den möglichen irregulären Ausbreitungswegen (→ Ausbreitung durch ionosphärische Irregularitäten) schematisch dargestellt sind (Δp = Wegdifferenzen, f = Frequenz, scharfe Linien = gute Reflexion, Strichelung = Streuwege).

Es sind

- a—d = normale F2-Reflexionen (Mehrfachwege)
- e = E- bzw. Es-Reflexionen
- g = unsymmetrische F2-Reflexion
- h = Überreichweite der Steilstrahlung
- α = side-scatter, back-scatter
- β = Ionosphären-scatter via F2-Reflexion

Nomenklatur der URSI für Ionogrammauswertung:

- LOF = Lowest Observed Frequency = niedrigste beobachtete Frequenz,
- MOF = Maximum Observed Frequency = höchste beobachtete Frequenz,
- JF = Junction Frequency = Vereinigungspunkt der Steilstrahlung (Pedersen-Strahl) mit der »normalen« flacheren Strahlung,
- EJF = Estimated Junction Frequency = gerechneter Näherungswert für die JF.

In der Prognostik ist die JF bzw. EJF die Brechungsgrenze der regulären Schichten (klassische MUF = MUF_{cl} hier der F2-Schicht). Im gegenübergestellten Feldstärkediagramm F(f) bedeuten:

——— Feldstärkeverlauf der regulären Brechungs-Modes,

– – – – Feldstärkeverlauf der irregulären Wege.

Durch die zeitlichen Schwankungen der MUF_{cl} mit den darüberliegenden Streuwegen wird der steile Feldstärkeabfall an der Grenze MUF_{cl} im Monatsdurchschnitt weitgehend verwaschen. Er tritt stärker hervor an Tagen mit positiver Phase, besonders bei Entfernungen < 4000 km, und verschwindet zu gestörten Zeiten.

Literatur: B. Beckmann, A. Ochs, Vorhersage für die ionosphärische Kurzwellen-Ausbreitung, Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 20 (1969).

Weitere Literatur: → ionosphärische Absorption, → ionosphärische Wellenausbreitung.

Beckmann

Übertragungsfunktion → Laplace-Transformation.

Übertragungsgeschwindigkeit. Die Ü. ist ein Maß für den Informationsfluß und wird ausgedrückt in bit/s. Sie ist

$$v_D = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{T_i} \cdot \text{ld}\, n_i = \sum_{i=1}^{m} v_{s_i} \cdot \text{ld}\, n_i$$

v_D = Übertragungsgeschwindigkeit, m = Zahl der Kanäle bei Parallelübertragung, T_i = Schrittdauer im Kanal i, v_{s_i} = Schrittgeschwindigkeit im Kanal i,

n_i = Zahl der Kennzustände des Kanals i, ld = $\log_2$ (Zweierlogarithmus).

Haben alle m Kanäle die gleiche Schrittgeschwindigkeit und die gleiche Zahl der Kennzustände, was praktisch stets der Fall ist, so vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$v_D = m \cdot v_S \cdot \text{ld}\, n$$

Im Falle der binären Parallelübertragung ist die Zahl der Kennzustände $n = 2$, also $\text{ld}\, n = 1$. Die Gleichung hierfür lautet somit:

$$v_D = m \cdot v_S$$

Im weitaus häufigsten Fall der binären Serienübertragung ist die Zahl der Kanäle m = 1; es gilt dann:

$$v_D = v_S$$

Bei allen Einrichtungen der Datenübertragung, die mit binärer Serienübertragung arbeiten, entspricht also die Übertragungsgeschwindigkeit zahlenmäßig der Schrittgeschwindigkeit.

Übertragungsgüte einer Verbindung kennzeichnet ihren Nutzungswert unter den jeweils vorliegenden Übertragungsbedingungen. Ein Maß für die Ü. ist vor allem der Signal-Geräusch-Abstand (→ Geräusch). Vom CCITT sind hierfür Richtwerte festgelegt. Für Telefonie soll der Abstand der bewerteten (unbewerteten) Geräuschspannung in einem 3,1 kHz breiten Kanal am Ende des Bezugskreises von 2500 km Länge mindestens 50 dB (47,5 dB) sein, bei Tonrundfunkleitungen in einem 10 kHz breiten Kanal mindestens 48 dB (54 dB), bei Schwarz-Weiß-Fernsehen in 5 MHz Bandbreite mindestens 52 dB (43,5 dB).

Übertragungskurven (nach N. Smith) → Echolotung, ionosphärische, → ionosphärische Brechung.

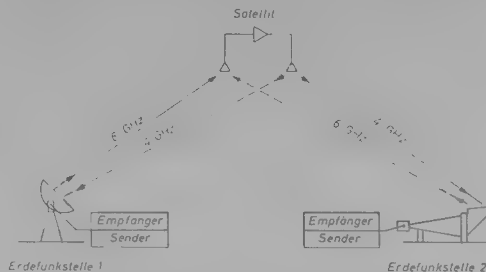
Übertragungsmaß ist der natürliche Logarithmus des reziproken → Übertragungsfaktors, nach DIN 40148 vom Sept. 1966 neuerdings komplexes Dämpfungsmaß genannt.

Übertragungsparameter für Leitungen und Vierpole → Leitungstheorie 1.2, → Vierpoltheorie 1.4.

Übertragungsschaltung ist der Sammelbegriff für den Abschluß der Schreibadern mit Telegrafenrelais oder anderen gleichwertigen Schaltorganen. Mit der Übertragungsschaltung ist vielfach eine → Umsetzerschaltung verbunden.

Übertragungsstrecke umfaßt die Gesamtheit aller für eine Nachrichtenverbindung zwischen Sender und Empfänger notwendigen Teile.

Übertragungstechnik bei Fernmeldesatelliten entspricht grundsätzlich der Übertragungstechnik bei → Richtfunk. Die Besonderheiten dieser Richtfunkverbindung sind die großen Funkfeldlängen von etwa 15 000 km bis 41 000 km für die gebräuchlichen → Satellitensysteme und die Bewegung der Relaisstelle relativ zur Erdefunkstelle. Der Frequenzbereich für die Übertragung von Signalen muß so gewählt werden, daß → Troposphäre und → Ionosphäre ohne wesentliche Beeinflussung durchstrahlt werden. Hierfür geeignet ist der Bereich zwischen 1 und etwa 10 GHz, der jedoch mit dem terrestrischen Richtfunk geteilt werden muß (Tabelle 1). Den grundsätzlichen Aufbau einer Satellitenfunkverbindung zeigt das Bild.



Prinzip der Nachrichtenübertragung über Satelliten.

Tabelle 1. Frequenzen für Fernmeldesatellitenfunk im Bereich 1—10 GHz (VO-Funk 1963).

Richtung	Frequenzbereich	Region	Frequenzmitbenutzung für Richtfunk
Satellit—Erde	3400 — 4200	1, 2, 3 (weltweit)	ja, Region 2 u. 3 nur 3500—4200
	7250 — 7300	1, 2, 3 (weltweit)	nein
	7300 — 7750	1, 2, 3 (weltweit)	ja
Erde—Satellit	4400 — 4700	1, 2, 3 (weltweit)	ja
	5725 — 5800	1	nein
	5850 — 5925	1, 3	ja
	5925 — 6425	1, 2, 3 (weltweit)	ja
	7900 — 7975	1, 2, 3 (weltweit)	ja
	7975 — 8025	1, 2, 3 (weltweit)	nein
	8025 — 8400	1, 2, 3 (weltweit)	ja

Sie besteht aus zwei hintereinandergeschalteten Funkfeldern Erdefunkstelle—Satellit und Satellit—Erdefunkstelle. Die → Grundübertragungsdämpfung von

etwa 190—200 dB verlangt große Antennengewinne und hohe Sendeleistungen auf der Erde um ein ausreichendes Signal-Geräusch-Verhältnis zu erreichen. Durch Verwendung optimaler Richtantennen im Satelliten und technisch und wirtschaftlich noch vertretbarer → Erdefunkstellenantennen (Durchmesser etwa 25–30 m) beträgt die Funkfelddämpfung unabhängig von Frequenz und Satellitenhöhe etwa 122 dB. Bei Satelliten mit Spinstabilisierung (→ Satellitenstabilisierung) und Rundstrahlantennen ist die Funkfelddämpfung für Empfang und Senden unterschiedlich. Aus der Senderleistung des Satelliten, die etwa 10 W beträgt, folgt, daß auf der Erde Empfangsleistungen von etwa 10 pW verarbeitet werden müssen.

Tabelle 2. Zulässige Geräusche und ihre Aufteilung für Satellitenverbindungen nach CCIR Rep. 211, Oslo 1966.

	Strecke	Thermisches Geräusch pW0p	Intermodulations-Geräusch pW0p	Gesamtgeräusch pW0p
Mehrfachzugang	Satellit—Erde	3000	3000	6000
	Erde—Satellit	750	2250	3000
				9000
Punkt-zu-Punkt-verbindung	Satellit—Erde	6000	2000	8000
	Erde—Satellit	1500	500	2000
				10000

Für Breitbandübertragungen sind außerdem rauscharme Empfangseinrichtungen mit einer Rauschtemperatur von etwa 50° K vorzusehen. Daneben sind geräuschmindernde Modulationsverfahren anzuwenden. Die Wahl des Modulationsverfahrens ist abhängig von den Geräuschbedingungen (Tabelle 2) für die Strecke Satellit—Boden und davon, ob das System für → Mehrfachzugang oder für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen eingesetzt wird.

Tabelle 3. Systemwerte beim Fernsprechen über INTELSAT I (»Early Bird«).

		Erde—Satellit	Satellit—Erde
RF-Bereich	Betriebsfrequenzen Transp. 1	6389 MHz	4160 MHz
	Transp. 2	6301 MHz	4081 MHz
	Modulation	FM	FM
	Sendeleistung	62,8 dBm	32 dBm
	Gewinn der Sendeantenne	60,8 dB	8,6 dB
	Gewinn der Empfangsantenne	3,5 dB	58,4 dB
	Funkfelddämpfung	136,0 dB	129,5 dB
	Leistung am Empfängereingang	−73,2 dBm	−97,5 dBm
	Bandbreite des Empfängers	31 MHz	18 MHz
	Systemrauschtemperatur	2300 K	35 K
	Träger-Geräuschverhältnis (C/N)	16,9 dB	13,0 dB
Basisband- und ZF-Bereich	Übertragungskapazität	240 Sprachkanäle	
	Vor- und Nachentzerrung	2,5 dB	
	effektiver Kanalhub	920 kHz	
	effektiver Summenhub	2,53 MHz	
	Modulationsverbesserungsfaktor für f_{min}	21,2 dB	
	für f_{max}	1,3 dB	
	Systemwert für f_{max}	196,7 dB	184,1 dB
	thermische Grundgeräuschleistung	850 pW0p	3500 pW0p
	Intermodulationsgeräusch	500 pW0p	
	Gesamtgeräusch	4850 pW0p	
	Signal-Geräusch-Verhältnis (S/N)	53,2 dB	

Zur Herabsetzung der Schwelle bei Frequenzmodulation werden FM-Gegenkopplungsempfänger verwendet. Systemwerte beim Fernsprechen für das frequenzmodulierte Fernmeldesystem INTELSAT I (»Early Bird«) zeigt Tabelle 3. Bei Fernsprechübertragungen über Satelliten kann die Signallaufzeit nicht vernachlässigt werden. Sie beträgt beim Betrieb von Synchronsatelliten etwa 550 ms. Dieser Wert übersteigt die zulässige CCITT-Empfehlung G 114 um 150 ms. Sie wird jedoch noch nicht als störend empfunden. Die doppelte Signallaufzeit bei zwei Strecken über Synchronsatelliten ist jedoch nicht mehr tragbar. Echos müssen unterdrückt werden. Die Bewegung des Satelliten relativ zur Erdefunkstelle verursacht durch den Doppler-Effekt Frequenzverschiebungen. Diese Frequenzverschiebung ist abhängig von Flughöhe und Bahnneigung des Satelliten. Es muß zwischen absoluter und relativer Frequenzverschiebung unterschieden werden. Die absolute Frequenzverschiebung stört nur beim Mehrfachzugang. Die relativen Frequenzverschiebungen im Basisband sind störend und müssen ausgeglichen werden.

Literatur: CCIR Report 211-1, Oslo 1966. *Mathée*

Übertragungstechnik der Nebenstellenanlagen (NStAnl)
NStAnl unterliegen den geltenden übertragungstechnischen Bedingungen im Übertragungsbereich von 300 bis 3400 Hz.

Einfügungsdämpfung. Die Amts-Übertragung (Amts-Ue) wird in den Übertragungsweg einer Verbindung eingeschleift. Die Einfügungsdämpfung soll möglichst klein, verzerrungsfrei und amplitudenunabhängig sein. Obere Grenzwerte: 0,25 Np bei 300 Hz und 0,15 Np bei 800 und 3400 Hz, Abfrageschaltung 0,5 Np (kurzzeitige Aufschaltung nur mit Aufschaltezeichen zulässig).

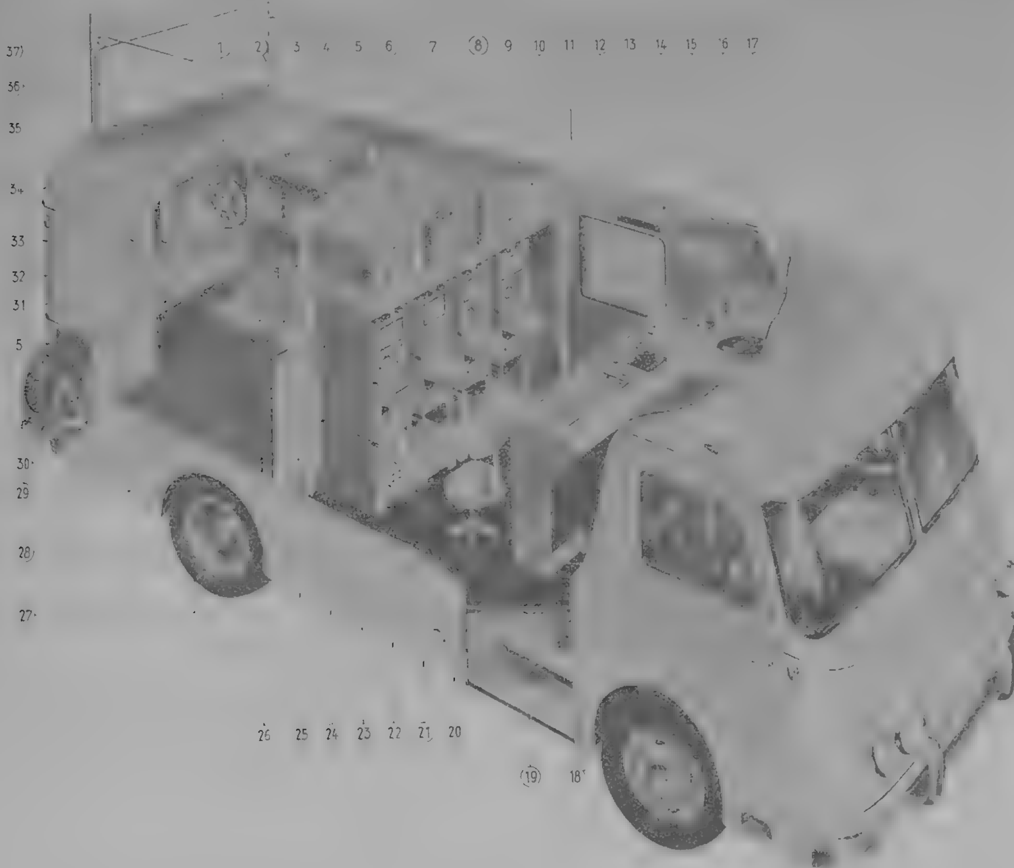
Rückflußdämpfung. Im Übertragungsweg werden verschiedene Vierpole zusammengeschaltet (Fernsprechapparat — Amts-Ue — Leitung). Die an den Stoßstellen auftretenden Reflexionen können durch eine bessere Anpassung der Vierpole an den Scheinwiderstand der Leitung verringert werden: die Rückflußdämpfung wird erhöht (Stabilisierung; Verminderung des Echos). Im Gesprächszustand, Amts-Ue mit dem Fernsprechapparat abgeschlossen, sind die unteren Grenzwerte der Rückflußdämpfung 0,7 Np bei 300 und 3400 Hz, 1,3 Np bei 500 bis 2500 Hz. In Rückfrage wird die Amtsverbindung durch einen Widerstand (600 Ohm) oder ein Netzwerk gehalten: unterer Grenzwert 0,7 Np. Die Rückflußdämpfung wird z. Z. auf 600 Ohm reell bezogen.

Symmetrie. Auf Leitungen des Ortsnetzes treten Längsspannungen auf. Es muß verhindert werden, daß diese Spannungen über die Amts-Ue an den Fernsprechapparat gelangen und den Geräuschabstand verkleinern. Neue Schaltungen der Amts-Ue werden symmetrisch gegen Erde ausgelegt: Übertrager-Kopplung, symmetrischer Speisekreis, Speiserelais mit Paralleldrahtwicklung. Die Unsymmetriedämpfung liegt wesentlich über den Grenzwerten: 5,3 Np bei 300 und 3400 Hz, 6,0 Np bei 800 Hz.

Nebensprechen. In NStAnl kann durch sorgfältigen Aufbau und Verdrahtung verständliches Nebensprechen zwischen beliebigen Übertragungen vermieden werden. Unterer Grenzwert der Nebensprechdämpfung bei Anlagen-Einheiten (gemeinsames Gehäuse) 8,0 Np.

Geräuschspannung. In NStAnl muß die Geräuschspannung begrenzt werden: kleines Grundgeräusch der Gleichstromversorgung durch ausreichende Siebung, Entkopplung der Funktions- und Speisestromkreise. Grenzwerte der Geräuschspannung: 0,2 mV (z. B. Stromversorgung); mehrere Geräuschquellen 0,35 mV; kurzzeitige Geräuschspannung 1,0 mV (z. B. Gleichstromwahl).

Die vermittlungstechnisch bedingten Schaltkriterien der NStAnl werden auf Leitungen des Ortsnetzes übertragen und hierbei die benachbarten Leitungen beeinflußt. Damit die Verständlichkeit bei Gesprächen über diese Leitungen nicht vermindert wird, dürfen die erzeugten Geräuschspannungen bestimmte Grenz-



1 Klappdach
2 Netzgerät für Bildlinksender
3 Bildlinksender
4 Transportkasten Vari-Optik
5 Innenleiter
6 Elektrische Uhr mit Sekundenanzeige
7 HF-Empfänger
8 Schalttableau Klima-Anlage
9 Klappe für Gerätekasten
10 Klimakanal
11 Image-Orthikon-Kamerazug
12 Bild-Bedieneinsatz
13 Tonregelwanne
14 Klimakanal
15 Bandspieler
16 Plattenspieler
17 Abhörlautsprecher
18 Sprechermonitor
19 Klappenöffnung zur Bedienung der hydraulischen Hebevorrichtung
20 Klappe zum Tankverschluß
21 Fahrwagen
22 Impulsgeber
23 Mischkoffer
24 Bild-Signal-Monitor
25 Zwischentür
26 Klappe zum Kabelschacht
27 Platz für Spannungskonstanthalter
28 Platz für Stative
29 Klappe für Gerätekasten
30 Netzkabeltrommel
31 klappbarer Arbeitstisch
32 Kamera
33 Vari-Optik-Untersatz
34 Kamerakabeltrommel
35 Lattenrost
36 Geländer
37 Kabelstützmast

Großer Fernseh-Übertragungswagen mit vier Kameras.

werte nicht überschreiten. Die Geräuschspannung dieser Schaltkriterien, an der Quelle gemessen über einen RC-Spannungsteiler (frequenzabhängiges Dämpfungsmaß 8 Np bei 800 Hz), gibt an, wie hoch der zu erwartende Wert auf der benachbarten Leitung bei gegebener Leitungskopplung sein wird. Grenzwert 0,2 mV (z. B. abgehender Ruf); kurzzeitige Geräuschspannung 1,0 mV (z. B. Gleichstromwahl). *Moritz*

Übertragungswagen (Fernseh-Ü-Wagen) ermöglichen Fernseh-Aufnahmen außerhalb des Studios (von Sportveranstaltungen, Theateraufführungen usw.). Ü-Wagen sind mit 2 bis 4 Fernsehkameras, den zugehörigen Kontrollgeräten, Einrichtungen für die Aufnahme des Begleittons und zur Bild- und Tonregie ausgerüstet (»fahrbares Fernsehstudio«) (s. Bild S. 1765). Die Fernsehkameras sind über von Kabeltrommeln abwickelbare Kamerakabel (z. B. 150 m/Länge) mit dem Ü-Wagen verbunden. Meist ist vorgesehen, daß eine Kamera auf dem Dach aufgestellt werden kann. Bild- und Tonregie liegen so hintereinander, daß die Bildkontrollempfänger (Vorschaumonitor, Endmonitor) vom Bild- und Tonregisseur eingesehen werden können. Häufig ist ein Sprecherplatz mit Bildempfänger im Fahrerhaus vorgesehen. Eine Klima-Anlage sorgt für gute Arbeitsbedingungen.

Sonderausführungen für → Filmübertragungsanlagen, → Magnetband-Aufzeichnungsanlagen. *v. Gregor*

Übertragungswirkungsgrad ist das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung auf einer beliebigen Übertragungsstrecke. Seit der Verwendung von Verstärkern kaum praktische Bedeutung.

Übertragungszeit, ionosphärische → Übertragungsfrequenzbereich.

Überwachungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen sind Einrichtungen verschiedener Art. Die Ausfahrzeitkontrolle überwacht bzw. registriert die Zeitdifferenz zwischen automatischem oder telefonischem Meldungseingang und Fahrzeugausfahrt sowie die Art der Alarmierung.

Die Erinnerungsanlage ist bei wiederholten Großeinsätzen der Feuerwehren von Bedeutung. Durch sie wird festgehalten, daß andere Stellen alarmiert und zusätzliche Maßnahmen eingeleitet wurden.

Die Registriereinrichtungen einer Feuermeldeanlage können akustische Aufzeichnungsgeräte für telefonische Notrufe und Betriebsgespräche sein. Für die Registrierung der gespeicherten Gefahrenmeldungen (mit Datum und Uhrzeit) werden Typendrucker verwendet.

Die Melderkartenanzeige ist eine durch die einlaufende Gefahrenmeldung gesteuerte Kartei. Die dem Melder zugehörige Karteikarte wird durch ein Lampensignal gekennzeichnet oder ausgeworfen. Eine Ausführung der mehrfach vorhandenen Karteikarte wird den Mannschaften mitgegeben. Sie enthält den Standort des Meldungsgebers und die schnellste Fahrtroute. Die anderen Exemplare verbleiben in der Wache, z. B. zur Unterrichtung der Nachrichtenzentrale.

Überwachungszeichen → Leitungszeichen.

Überzug. Schicht auf der Oberfläche eines Werkstoffes, die fertigungsmäßig (gewollt) aufgebracht wird.
Literatur: DIN 50 900, Nov. 1960.

UER → Europäische Rundfunkunion.

UHF (Ultra High Frequency). Dezimeterwellen, Wellenlängen von 100 bis 10 cm, Frequenzbereich 300 bis 3000 MHz.

Uhrenanlagen der DB. In einem großen Eisenbahnnetz dürfen die Uhrzeiten der Bahnhöfe nur um wenige Sekunden voneinander abweichen. An den Direktionssitzen und den großen Bahnhöfen besitzt die DB Uhrenzentralen mit jeweils 2 sehr genau gehenden Pendeluhren, die auf die an sie angeschlossenen Nebenuhrenlinien Minutenimpulse für die Steuerung der elektrischen Nebenuhren geben. Die elektrischen Nebenuhren der übrigen Bahnhöfe werden über Fernsteuerleitungen nach einem Induktivimpulsverfahren unter Einschaltung von Stromstoßerneuerungen auf Entfernungen bis etwa 60 km ferngesteuert (Uhrenfernsteuerung). Die Deutsche Bundesbahn erhält die genaue Uhrzeit vom hydrographischen Institut in Hamburg. Sämtliche Uhrenzentralen der DB werden von Hamburg aus im Gleichlauf gehalten. Hierfür sind von Hamburg nach Essen und weiter nach Frankfurt und Nürnberg Wechselstromtelegrafiekanäle geschaltet. Von diesen Großnetzknoten nach den zugeordneten Direktionssitzen ist jeweils der letzte Wechselstromtelegrafiekanal des Fernschreibbündels so gestaltet, daß er die Uhrengleichlaufhaltung in den Zeiten übernimmt, in denen er nicht für Fernschreibzwecke benötigt wird. Die Umschaltung zwischen Fernschreibnetz und Uhrengleichlaufhaltung erfolgt automatisch. Dieses Verfahren ist möglich, weil die Uhrenzentralen sehr genau gehen und beim Ausbleiben der Regulierimpulse äußerstenfalls nur um einzelne Sekunden voneinander abweichen.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1959, 1960 und 1962. *Leitenberger*

Uhrenfernsteuerung, -gleichlaufhaltung → Uhrenanlagen der DB.

UIC — Union Internationale des Chemins de Fer — (Internationaler Eisenbahnverband). Zusammenschluß aller europäischen Eisenbahnverwaltungen (außer UdSSR) mit dem Sitz in Paris. In verschiedenen Kommissionen und Unterausschüssen werden Bestimmungen, die teils verbindlich und teils empfehlend sind, für den internationalen Eisenbahnverkehr ausgearbeitet. Ein Unterausschuß für Fernmeldewesen hat in Anlehnung an die CCI-(Comité Consultatif International téléphonique à grande distance-)Empfehlungen größtenteils verbindliche Bestimmungen für internationale Eisenbahnfernsprech- und Fernschreibverbindungen herausgebracht.

UKW. Ultrakurzwellen, Meterwellen, auch VHF genannt. Wellenlängen von 10 bis 1 m, Frequenzbereich von 30 bis 300 MHz.

UKW-Empfänger dient zum Empfang und zur Verstärkung der Sendungen im Frequenzbereich von 87,5 ... 108 MHz. Im Gegensatz zu den Sendern der Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereiche, die amplitudenmoduliert sind, arbeiten die UKW-Sender mit Frequenzmodulation. Vorteile der Frequenzmodulation: hohe Übertragungsqualität, geringe Störanfälligkeit und guter Senderwirkungsgrad. Das elektrische Konzept des U. enthält in der Regel das Eingangs- und Mischteil mit Oszillator, das meist als selbständiger, funktionsfähiger Baustein aufgebaut ist, sowie mehrere ZF-Verstärkerstufen mit Begrenzer und Demodulator. Während der Begrenzer die Aufgabe hat, die durch Störungen bedingten Amplitudenschwankungen zu beseitigen, wird im Demodulator aus dem frequenzmodulierten HF-Signal der Modulationsinhalt gewonnen. Hierfür wird fast ausschließlich der → Ratiodetektor benutzt. Das Modulationssignal wird dann dem Niederfrequenzverstärker zugeleitet, der in kombinierten AM/FM-Empfängern auch für die Wiedergabe der amplitudenmodulierten Sendungen verwendet wird. Mit dem im UKW-Bereich benutzten Verfahren lassen sich Modulationssignale bis 15 kHz übertragen. Damit ist gegenüber den amplitudenmodulierten Sendungen eine bessere Wiedergabequalität zu erreichen. Eine weitere Steigerung der Wiedergabegüte ist durch die → stereofone Rundfunkübertragung ermöglicht worden.

Literatur: A. Nowak, F. Schilling, Empfangstechnik frequenzmodulierter Sendungen, Hannover 1955 — F. Bergtold, Die große UKW-Fibel, Berlin-Tempelhof. *Franke*

UKW-Sprech-Seefunkdienst → Seefunkdienst, beweglicher.

Ultraschall. Schallschwingungen oberhalb 16 ... 20 kHz. Zur Erzeugung dienen vornehmlich magnetostriktive oder piëzoelektrische Schwinger, (→ Magnetostriktion, → Piëzoeffekt), die elektrisch in Resonanzschaltungen erregt werden. Mit Hilfe der → Elektrostriktion sind Frequenzen bis zu 500 MHz hergestellt worden.

Neben zahlreichen Anwendungen für medizinische, Erwärmungs- und Meßzwecke verwendet man Ultraschall zum Nachrichtenaustausch in → Unterwasserschallanlagen.

Unter Ausnutzung der verhältnismäßig großen Schalllaufzeit läßt sich Ultraschall, z. B. in Quecksilber, auch zu kurzzeitiger Speicherung von Signalen in Funkmeßgeräten und Rechenautomaten verwenden.

Ultraschallreinigung. Herkömmliche Reinigungsmethode befriedigt wegen der zeitaufwendigen und ungenügenden Bearbeitung von Hand nicht mehr. Es werden deshalb U.-Anlagen in zunehmendem Maß angewendet. Bei Geräten der Fernmeldetechnik sind bes. die Reinigungslösungen von wesentlichem Einfluß, z. B. Gefahr der Beschädigung einer Wählerverdrahtung. Für die Wirkung der U. ist besonders das Auftreten von Kavitation (Hohlraumbildung) von großer Bedeutung. Durch die Beschallung bilden sich an vielen Stellen der Oberfläche des zu reinigenden Gegenstandes Kavitationsblasen mit einer momentanen Unterdruckzone. Innerhalb der nächsten 1/2-Periode wird diese Unterdruckzone zu einer Stelle des höchsten Druckanstieges. Der Kavitationshohlraum bricht plötzlich zusammen. Es breiten sich Druckwellen aus, die auf kleinstem Raum zu örtlichen Druckanstiegen bis zu 1000 at führen. Durch die örtlich hohen wechselnden Energiekonzentrationen (Druckstoß) wird ein Ablösen der Schmutzteilchen bewirkt. Die Stärke der Kavitation ist abhängig von der Frequenz. Sie ist bei niedrigen Frequenzen (20–40 kHz) stärker als bei hohen (über 40 kHz bis 1 MHz). Gleichzeitig sinkt auch die Reinigungswirkung bei hohen Frequenzen. Um einen gleichen Reinigungsgrad zu erreichen, ist bei hohen Frequenzen eine längere Beschallungszeit oder höhere Leistung erforderlich.

Literatur: W. Lehfeld und R. Sievers, Ultraschall-Reinigung und ihre physikalischen Grundlagen, Z. Metalloberfläche, 21. Jg. (1967) H. 1.

Ultrastrahlung → kosmische Strahlung.

Umbruch der Schuppenkartei. Für den Druck der amtlichen → Fernsprechbücher (AFeB) dient die → Schuppenkartei als Vorlage. Die Planette (Pl) der Schuppenkartei ist an die Stelle des Stehsatzes getreten. Damit entfällt auch der Bleisatz für jede Änderung bzw. Ergänzung, und die bei den Vertragsdruckereien vorhandenen Stehsätze für den AFeB-Druck können der Altstoffverwertung zugeführt werden. Bei dem herkömmlichen Druckverfahren mit Blei und Lettern wurden die Stehsätze alle fünf bis sechs Jahre erneuert; für den Druck verwendete man Stereos, um den Originaldruckstock zu schonen. Bei dem neuen Verfahren druckt man direkt von der Originaldruckplatte. Die Vorbereitungen für den Druck beginnen nicht mehr mit dem Einsenden des Manuskripts an die Vertragsdruckerei, sondern bei den einzelnen → Fernsprechbuch-Verlagsstellen (Bv) mit dem Auflösen des Betriebszustandes der Pl. Kurz vor Beginn des U. werden noch einmal → Mikrofilme für Fernsprechauskunftszwecke aufgenommen. Danach müssen alle Angaben und Hinweise, die nur für die Fernsprechauskunftsstellen (FeAkSt) bestimmt sind, aus den Pl entfernt werden. Alle gelben und blauen Hinweistextkarten und die dazu gehörenden Einträge, die nicht im neuen AFeB erscheinen sollen, werden nach Ortsnetzen (ON) geordnet auf besondere Pl, sog. Warteplanetten, aufgereiht. Danach werden die Pl, auf denen die Einträge für das AFeB verblieben sind, auf einem Spezialtisch in ein sog. Umbruchgerät eingelegt und die Textkarten auf den einzelnen Schienen zusammengeschoben bzw. aufgefüllt, bis alle fünf Spalten gleichmäßig mit 107 Zeilen belegt sind. Da kurze Einträge nicht geteilt werden dürfen, die Namen der ON und der Orte mit Fernsprechanschluß auf drei-, vier- oder fünfzeilige Textkarten gedruckt sind, erreicht man nur selten in einer Spalte genau 107 Textzeilen. Um trotzdem am Zeilenbeginn und -ende über die ganze Seite eine gerade Linie zu erhalten, werden Blindkarten,

die gegenüber den Textkarten nur den Abstand von 1/3 oder 1/4 Zeile haben, zwischen die anderen Einträge in der Spalte geschoben und damit einige Zeilen etwas auseinandergezogen; man kann diese kleinen Lücken im gedruckten Text ebensowenig wie den Durchschuß bei dem alten Verfahren erkennen. Sind die einzelnen Spalten auf 107 Zeilen aufgefüllt, wird am unteren Rand der Pl eine mit Werbung (W) bedruckte oder beklebte Fußkarte eingesteckt. Die Fußkarte ist genau so hoch wie eine vierzeilige Textkarte, sie ist aber 314 mm lang und reicht über die ganze mit Textkarten belegte Breite der Pl. Nach oben werden die Einträge durch eine Kopflinienkarte abgeschlossen. Über dieser Karte, die mit einer waagerechten Abschlußlinie bedruckt ist, steckt die Kopfkarte (Sicht: 314×25,5 mm), auf die alle Angaben aufgeklebt werden, die zum Auffinden eines Eintrages notwendig sind, wie Name des ON mit Ortsnetzkennzahl und Suchhilfen. Sofern auf einer Kopfkarte nur ein Ortsname aufzuführen ist, kann z. Z. noch in begrenztem Umfang unauffällige W angebracht werden. Für die Angabe der Seitenzahl, der Seitenrandsuchhilfe bei großen ON und einer evtl. Seitenrandwerbung ist eine Ansteckleiste vorgesehen, die rechts oder links an die AFeB-Pl angesteckt werden kann.

Die W, sofern es nicht Eigenwerbung der DBP ist, liefert die Deutsche Postreklame. In einer Plazierungsliste wird angegeben, auf welcher AFeB-Seite die W erscheinen soll. Da die Seitenzahl nicht im voraus festgelegt werden kann, richtet man sich nach einem Teilnehmereintrag. Die Angaben in der Kopfrandleiste, außer der W, und die Seitenzahl werden während des U. mit einem Lichtsetzgerät abgesetzt. Klebeschablonen erleichtern das Aufkleben der Druckträger auf die Seitenrandansteckleiste sowie der Kopf- und Fußkarten. Sind alle Angaben, die in einer AFeB-Seite enthalten sein müssen, auf der Pl angebracht und die Textkarten in den fünf Spalten ausgerichtet, so überprüft man den Inhalt der Pl noch einmal. Die als »fotoreif« erklärte Pl wird mit einer Reprokamera fotografiert. Der Film wird anschließend automatisch entwickelt, fixiert und getrocknet. Das Negativ hat das Format DIN A 4. Nach dem Retuschieren gelangt der Film zu einer Druckerei oder Klischeeanstalt zwecks Herstellung der Druckplatten. Sobald die ordnungsgemäße Beschaffenheit des Films bestätigt wird, kann die fotografierte AFeB-Pl wieder aufgelockert werden und die Kennzeichnung der Einträge nach den bestehenden betrieblichen Gegebenheiten beginnen. Bei diesem Rückumbruch werden die Hinweistextkarten und die Textkarten mit den Einträgen, die nicht ins AFeB aufgenommen wurden, von den Warteplanetten genommen und in die Betriebsplanetten eingearbeitet. Bei dem Druck der AFeB nach der Schuppenkartei liegt der Vorteil in der kurzen Vorbereitungszeit. Da für die Druckplattenherstellung ein Film der Originalvorlage dient, entfällt das Korrekturlesen. Von den Filmen kann man sofort Druckplatten für Buchdruck, Offsetdruck und Tiefdruck herstellen, die dafür verwendeten Bi- oder Trimetallplatten tragen lichtempfindliche Schichten; die Filmnegative bzw. die von diesen gezogenen Diapositive werden in Plankopiergeräten auf Metallplatten kopiert. Je nach Druckverfahren werden die Metallplatten dann weiterverarbeitet (geätzt, gebogen).

Langer

Umdrehungsfernanzeiger zeigen auf der Brücke, im Maschinenraum und an anderen Stellen des Schiffes die Wellendrehzahl und -drehrichtung an. Ein Gleichstromgenerator mit Permanentmagnet erzeugt eine drehzahlproportionale Spannung, die von einem in U/min geeichten Spannungsmesser angezeigt wird. Es werden auch Wechselstrom- oder Digitalsysteme verwendet.

Literatur: Kosack/Wangerin, Elektrotechnik auf Handelsschiffen, Springer-Verlag.

Umformer sind elektrische Einrichtungen, die von einer Stromart in eine andere Stromart, von einer Spannung in eine andere Spannung bzw. von einer Frequenz in eine andere Frequenz umformen. Dabei wird zwischen umlaufenden und ruhenden U. unterschieden.

Umlaufende U. sind: → Motorgeneratoren, z. B. Schwungrad-U. zum Erzeugen der unterbrechungsfreien Wechselspannung 220 V, Eingehäuse-U., z. B. Dauerlauf-U. zum Erzeugen einer unterbrechungsfreien Wechselspannung, → Einanker-U., z. B. Ruf- und Signalmaschine zum Erzeugen der Rufspannung 25 Hz und Signalfrequenz von 425 Hz. Ruhende U. sind: → Gleichrichter, z. B. Geräte zum Gleichrichten der Netzwechselspannung in Fernmeldestromversorgungsanlagen, → Wechselrichter, z. B. Geräte zum Erzeugen der unterbrechungsfreien Wechselspannung 220 V aus der Batteriespannung, Gleichspannungsumsetzer, z. B. Geräte zum Umformen einer Gleichspannung in eine andere Gleichspannung; meist als dezentrale Stromversorgungsgeräte in einem Verstärkergestell.

Umhüllung → Korrosionsschutz.

Umkehrauslöser ist eine Weiterentwicklung des sog. Rücklötauslösers (früher Rücklötsicherung) und wurde unter der Bezeichnung F 49 bekannt. Wegen seiner trägen Abschaltecharakteristik wird er vorwiegend in elektromechanischen Schaltkreisen, insbesondere bei Kraftmagnetsystemen, angewandt. In

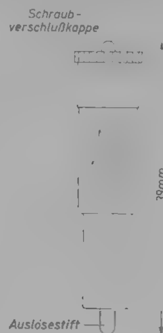


Bild 1. Umkehrauslöserpatrone.

einer Patrone (Bilder 1 u. 2), die in eine Halterung (Bilder 3 u. 4) eingesetzt wird, befindet sich eine einsetzbare Heizspule, die in dem zu schützenden Stromkreis liegt, mit einem einseitig angelöteten Stift. Dieser steht über einem Auslösestift unter Federdruck. Am Ende des Auslösestiftes, der aus der Patrone ragt, liegt eine Stromzuführungsfeder an.

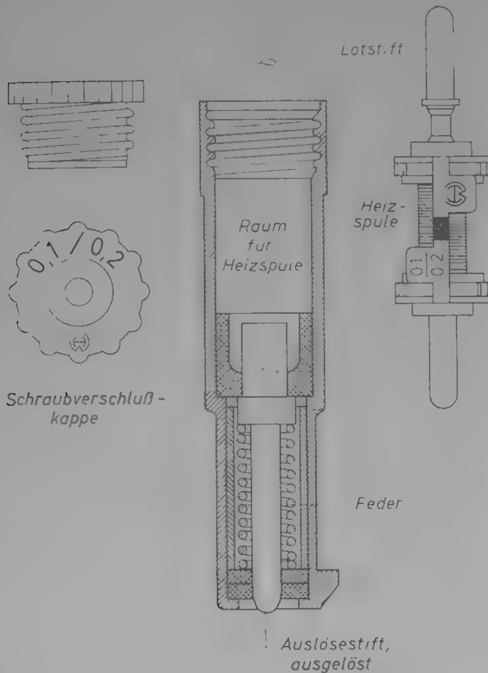


Bild 2. Umkehrauslöserpatrone, Einzelteile.

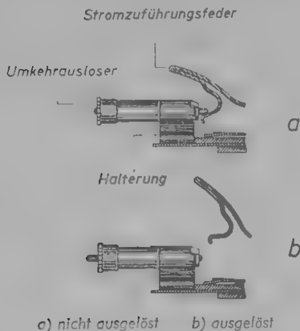


Bild 3. Umkehrauslöser mit Halterung.

Heizt sich die Spule durch Überstrom auf, wird das Lot weich und dadurch der Stift frei. Die Feder kann sich entspannen und verschiebt beide Stifte axial. Gleichzeitig wird auch die Stromzuführungsfeder frei und der Stromkreis unterbrochen. Die Heizspule kann umgekehrt mit dem einseitig sitzenden Stift wieder in die Patrone eingesetzt und weiter verwendet werden. Der bei dem Rücklötauslöser erforderliche

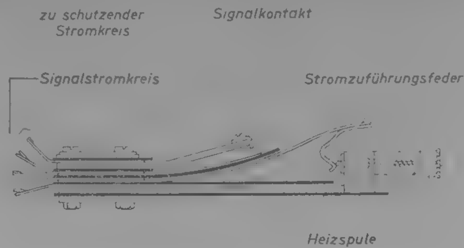


Bild 4. Umkehrauslöser im zu schützenden Stromkreis.

Arbeitsgang des Rücklötens entfällt. Nähere Angaben über Nennstrom-, Widerstands- und Auslösewerte sind DIN 41 566 zu entnehmen. *Deman*

umkehrbarer Vierpol, besser übertragungssymmetrischer Vierpol, ist ein Vierpol, der in beiden Richtungen gleiche Übertragungseigenschaften hat (→ Vierpoltheorie 1.3.).

Umkehrungssatz für Leitungen → Leitungstheorie 1.2 und 2.

Umklapp-Prozesse, magnetische, Barkhausen-Sprünge → Weiss'sche Bezirke.

umlaufende Umformer → Umformer.

Umlaufzeit → Satellitenbahn.

Umlegeeinrichtung. Die zentral je Fernsprechentstörungs-, Fernsprechauskunft- oder Fernsprechauftragsdienst-Stelle vorhandene U. veranlaßt die Ausspeicherung der Anrufe aus dem Wartefeld und ermöglicht die Weiterleitung der Anrufe von einer Platzgruppe zu einer anderen Platzgruppe. Nach jeder Weiterleitung wird der Platz für das nächste Gespräch frei.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 12/67, S. 320.

Umlegen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen. Selbsttätiges Umlegen einer Amtsverbindung von Nebenstelle zu Nebenstelle kann ohne Einschalten der Abfragestelle im Rahmen der → Ausstattungsvorschriften beliebig oft erfolgen. Die in → Rückfrage angerufene Nebenstelle kann durch »Übernehmen« oder »Übergeben« die Amtsverbindung erhalten. Beispiel → Wähl-Nebenstellenanlage. Umlegen einer Amtsverbindung mit Hilfe der Abfragestelle kann von einer Nebenstelle mit Eintretezeichen zur Abfragestelle oder durch Auflegen des Handapparates in Rückfragestellung nach Betätigen der Erdtaste entsprechend der jeweiligen Ausführungsform der Nebenstellenanlage erfolgen.

Umleiten im handvermittelten Ferndienst.

1. Bei Störungen des regelrechten Leitweges wird die Gesprächsverbindung unter Einschaltung einer weiteren Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung nach festgelegten Grundsätzen umgeleitet.

2. Der Anmelder kann sein Gespräch vor oder bei der Bereitstellung beim Vorliegen bestimmter Umstände zu einer anderen Rufnummer (RufNr) umleiten lassen. Man unterscheidet dabei: 2.1. Änderung der RufNr des Anmelders (früher: Umleiten am → Ursprungsort); ist nur zugelassen, wenn die verlangte Verbindung nicht im → Vorwärtsaufbau hergestellt werden konnte. Die ursprüngliche Anmeldezeit bleibt gültig. Die Änderung der RufNr des Anmelders wird gebührenfrei ausgeführt (neues Verfahren z. Z. in Erprobung). 2.2. Umleitung am → Bestimmungsort. Dieses U. ist nur dann statthaft, wenn der Verlangte es bei der Bereitstellung ablehnt, in die Verbindung einzutreten.

Der Anmelder wird dabei mit $^1/_3$ der Gebühr für ein gewöhnliches → Gespräch belastet.

Umlenkspiegel → Spiegelantennen.

Umpolverfahren. Galvanisches Abscheiden der Metalle, bei dem die Richtung des Gleichstroms in bestimmten Zeitabständen geändert wird.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Umpressen mit Kunststoffen → Isolierung von Kupferleitern.

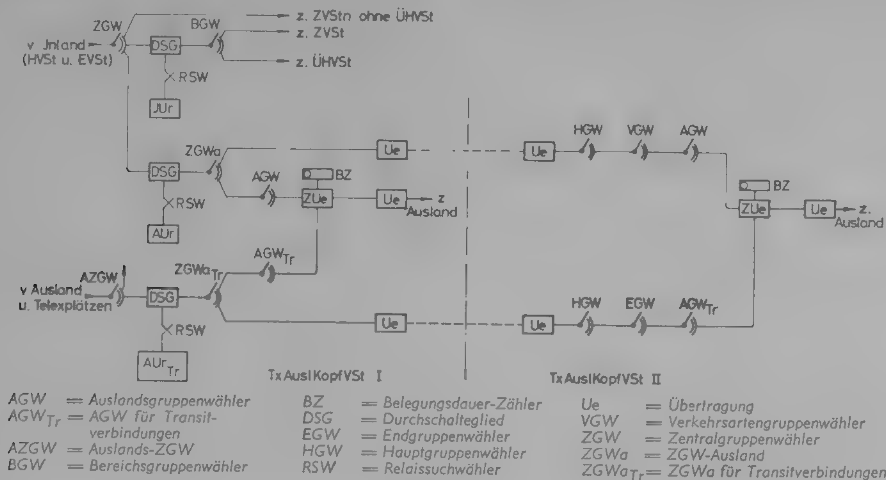
Umrechner TW 39. Der U. ist die Einrichtung der Leitweglenkung im nationalen und internationalen Telex- und Gentexverkehr. Er besteht aus dem Umwerterteil mit Hebdreh- und Drehwählern zur Bildung der Leitwegzahl, dem Speicherteil mit Impulswiederholer (IW) zur Speicherung der Rufnummer. Wie er in das → Telexnetz eingefügt ist, zeigt das Bild.

Unterschieden werden: 1. der Auslandsumrechner (AUr) für Telex- und Gentexverkehr; 2. der Transitumrechner (AUrTr) für Telex-Transitverkehr und 3. der Inlandsumrechner (IUr) für Telexverkehr.

Der AUr ist in allen Zentralvermittlungsstellen (ZVSt) und übergeordneten Hauptvermittlungsstellen (ÜHVSt) zur Leitwegbildung im vollautomatischen Telex- und Gentex-Auslandsverkehr eingesetzt. Der Leitweg zur Ansteuerung der abgehenden Auslandsleitung wird aus der zwei- oder dreiziffrigen Netzkennzahl abgeleitet. Das Zielland kann über verschiedene Telex-Auslandskopfvermittlungsstellen (TxAuslKopfVSt) erreicht werden. Durch den AUr bleibt die Netzkennzahl unabhängig vom Herkunftsort und der anzusteuernden TxAuslKopfVSt. Die Leitwegzahl ist zweistellig, wenn die TxAuslKopfVSt zur Herkunfts-ZVSt gehört.

Sie ist vierstellig, wenn die TxAuslKopfVSt zu einer anderen ZVSt gehört. Der IW kann die Wahlinformation des Teilnehmers empfangen, während der Leitweg ausgesendet wird. Sobald die → Zusatzübertragung (ZUe) der Auslandsleitung bzw. der Auslandsumsetzer (AUs) (→ Wählzeichenumsetzer) belegt wird, erhält der AUr das Wahlabrufzeichen (200 ms positive Polarität) von der ZUe. Das Wahlabrufzeichen veranlaßt die Aussendung der im IW gespeicherten Wahlinformation. Ein gleichzeitiges Ein- und Ausspeichern im IW ist möglich. Nach dem Verbindungsaufbau wird die Senderichtung im Durchschalteglied (DSG) durchgeschaltet und der AUr abgeschaltet.

AUr_{Tr}: Der Aufbau und die Technik sind wie beim AUr. Der AUr_{Tr} dient zur Leitweglenkung im vollautomatischen Telex-Transitverkehr (→ Transitverbindung). Eine besondere Leitwegzahl im Transitverkehr führt zur Belegung des Zweiteinganges der ZUe. Dadurch wird die bei abgehendem Auslands-



Umrechner TW 39.

verkehr für zwischenstaatliche Abrechnung notwendige Belegungsdauer-Zählung (→ Zusatzübertragung) unterdrückt. Die Belegung des AUr_{Tr} erfolgt vom Auslands-Zentralgruppenwähler.

IUr: Der Aufbau und die Technik gleichen dem des AUr. Der Einsatz in einer ZVSt erfolgt nach Bedarf, wenn das Verkehrsvolumen zu ÜHVSt anderer ZVSt Querwege erfordert. Die einstellige Leitwegziffer wird aus der Kennziffer der Hauptvermittlungsstelle (HVSt) abgeleitet. Sie stellt den Bereichsgruppenwähler (BGW, Hebdrehwähler) ein. Die Kennziffer der HVSt wird zur Steuerung des Hauptgruppenwählers in der ZielVSt unverändert wieder ausgesendet. Da das DSG dem IUr die am ZGW ausgeschiedene ZVSt-Kennziffer nicht mitteilen kann, sind je ZielVSt-Bereich eigene IUr/DSG-Gruppen erforderlich.

Literatur: F. Schiweck und K. Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, 1. u. 2. Teil, Verlag E. Herzog, Goslar 1962 (1. Teil), 1964 (2. Teil). *Jendra*

Umrichter → Stromrichter.

Umschaltbetrieb → Gleichstromversorgung.

Umschaltzeit→Richtfunksystem, Schutzschaltetechnik.

Umschlingungswinkel → Hochkantförderer.

Umsetzerschaltung (Telegrafie) ist die Abschlußschaltung der Anschlußleitung, wenn die Umsetzerschaltung der Teilnehmerschaltung (→ System TW 39) zugeordnet ist. Bei zentraler Einfügung liegt die Umsetzerschaltung hinter der Vorwahlstufe (→System TW 56, TW 100). Sie setzt die Einfachstromzeichen der Anschlußleitung in Doppelstromzeichen um. Für die Empfangsrichtung geschieht die Umsetzung von Doppel- in Einfachstromzeichen.

Umsteuerwähler sind → Dreh- oder → EMD-Wähler, deren Ausgänge in zwei (Ausnahme drei) verschiedene Bündel aufgeteilt sind. Von der Hauptrichtung (1. Bündel), auf die der U. zunächst eingestellt ist, kann er unter bestimmten (vorgegebenen) Bedingungen durch ein Schaltkennzeichen (Impuls) auf besonderer (Um-)Steuerader auf das 2. (3.) Bündel (um-)gesteuert werden. U. werden verwendet u. a. in → Teilvermittlungsstelle und in der → Übergangstechnik I.

Umsteuerwähler TW 39. Im Telexnetz wird der U. bei Endvermittlungsstellen hinter dem I. GW eingesetzt. Er hat nur zwei Richtungen, und zwar für Internverbindung innerhalb der eigenen Endvermittlungsstelle und eine Hauptrichtung zur zugehörigen Hauptvermittlungsstelle. Der Umsteuerwähler arbeitet in der Hauptrichtung mit Voreinstellung. Für beide Richtungen sind insgesamt 15 Ausgänge verfügbar; ausgewertet wird die 2. Ziffer.

Umtelegrafierformat → Umtelegrafiernetz.

Umtelegrafiernetz ist das Telegrafennetz, bei dem die Endtelegrafenstellen (ETSt) mit den Umtelegrafiervermittlungsstellen (UTgVSt) und diese untereinander durch festgeschaltete Leitungen verbunden sind, so daß die Nachrichten (Telegramme, Dienstsprüche) von Teilstrecke zu Teilstrecke übermittelt und in jeder UTgVSt gespeichert, verarbeitet und weitergesendet (d. h. halb- oder vollautomatisch umtelegrafiert) werden müssen. Es wird auch als »Nachrichten-Vermittlungsnetz« (Message Switching Network/System) bezeichnet, das Betriebsverfahren als »Teilstrecken-Speicherverfahren«. Anwendung: für Sondernetze ziviler und militärischer Art und für die internationale Telegrammübermittlung gemäß → CCITT-Empfehlung F. 31. Danach ist für Telegramme, die über das von den ausländischen Post- und Telegrafenverwaltungen und Telegrafen-Betriebsgesellschaften eingerichtete Umtelegrafiernetz übermittelt werden, eine besondere Umtelegrafier-Blattschreiber-Sendenorm (auch als Umtelegrafierformat bezeichnet) festgelegt und für die Zusammenarbeit von UTgVSt und Gentex-Telegrafenstellen (→ Gentexnetz, → Telegrafenwählnetz) entsprechend abgeändert worden. Die wichtigsten Merkmale der Sendenorm sind: eine Numerierungszeile mit Nachrichtenbeginnsignal ZCZC, 0 bis n Leitungs-Laufnummerngruppen (z. B. ABC123) und einer Telegramm-Indentifizierungsgruppe mit höchstens 12 Druckzeichen, eine Steuerzeile mit vierbuchstabigem Zielkennzeichen, zweibuchstabigem Vorrang- und Tarifkennzeichen, vierbuchstabigem Ursprungskennzeichen und dreiziffriger Gebührenwortzahl, ein Nachrichtenende mit einmaligem Wagenrücklauf, zehnmaligem Zeilenvorschub, dem Nachrichtenendesignal NNNN und zehnmaliger Buchstabenstellung. Die Nachrichten müssen mit gelöschten oder unterdrückten Berichtigungen gesendet werden und hinsichtlich der genannten Angaben völlig fehlerfrei sein. *Großmann*

Umwandler → Hohlkabelschaltelemente.

Umwandlung von Teilnehmereinrichtungen. Die DBP kann einen → Einzelanschluß (E) in einen → Gemeinschaftsanschluß (G) umwandeln, wenn für das Sprechbedürfnis des Anschlußinhabers die eingeschränkte Benutzungsmöglichkeit eines Zweieranschlusses ausreicht. Von dieser U. bestehender E von Amts wegen wird häufig Gebrauch gemacht, um Wünsche nach einem Fernsprechanschluß erfüllen zu können, wenn z. B. wegen Adernmangels im Ortskabelnetz ein (weiterer) E nicht geschaltet werden kann (näheres siehe Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, ADA, VI, 3 B). Andererseits werden auf Antrag G in E umgewandelt, wenn das Gesprächsaufkommen entsprechend groß ist und die Schaltung von E technisch möglich ist. Erhält eine bisher nichtamtsberechtigte Nebenstelle Amtsberechtigung oder umgekehrt, so spricht man ebenfalls von U.

Umwegecho → Echo, ionosphärisches.

Umweglinse → Linsenantennen.

Umwerter ist ein zentrales Schaltglied der Fernvermittlungstechnik, das den peripheren Schaltgliedern (z. B. Zählimpulsgebern, Knotenregistern) auf Anfrage die Angaben über Zone, Leitwege und Sonderbedingungen (Sonderaussagen) zuführt. Die Zu-

sammenarbeit z. B. mit den Registern erfolgt über Vielfachleitungen, so daß dafür Vorsorge getroffen werden muß, daß immer nur einem Schaltglied zur Zeit die Zusammenschaltung mit dem Umwerter erlaubt wird.

U. müssen sich durch besonders hohe Zuverlässigkeit auszeichnen; die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls durch eine Störung wird durch eine Duplizierung des U. und der Vielfachleitungen (Ringkabel) entscheidend verringert. Im Falle einer Störung ist die Gruppe des anderen U. zunächst nicht betroffen; mehr als 50% des Verkehrs werden folglich nicht berührt. Es ist die Regel, daß zudem automatisch oder manuell Ersatz geschaltet werden kann.

U. enthalten allgemein Schaltfelder für die Rangierung der Ein- und Ausgaben, die im wesentlichen ortsabhängig sind (Zonen, Leitwege). Darüber hinaus enthalten U. zweckmäßige Zusätze für die Prüfung und Überwachung, damit evtl. Fehler schnell, möglichst bei ihrem ersten Auftreten erkannt werden.

Der Umfang der U. für die verschiedenen Einsatzfälle wird entscheidend bestimmt durch die Zahl der auszuwertenden Ziffern; die Zahl der Zeilen, d. h. der Rangiermöglichkeiten für Aussagen, wird dadurch beeinflußt, welcher Anteil der möglichen Kombinationen bei vorgegebener Stellenzahl voll ausgewertet werden muß, d. h. in welchem Umfang Mehrfachkennzahlpunkte möglich sind.

Die mittlere Belegungszeit der U. ist abhängig von der Schaltgeschwindigkeit der Bauelemente im U.; beim Zusammenwirken mit Registern in Relaisausführung ergeben sich wesentlich höhere Zeiten (z. B. bis 85 ms), die vornehmlich durch die Anzugszeit der Ergebnisrelais dort bedingt sind, selbst wenn im U. schnell schaltende SRK-Relais oder elektronische Funktionsgruppen vorhanden sind.

Bei der DBP kamen U. erstmals mit dem → Fernwahlsystem 62 zum Einsatz.

Im Laufe der Zeit wurde eine Reihe von Ausführungen entwickelt; zunächst bevorzugte man elektronische Ausführungen; später wendete man sich in der Fernwahl aus vielen Gründen ausschließlich Relaisumwertern zu, die wirtschaftlich überlegen waren. Es sind dies die U. mit Schutzrohrkontaktrelais (SRK-Relais), die ab 1962 als Einheitsausführung für die Landesfernwahl ausschließlich beschafft wurden; seit 1967 wird ein im Prinzip gleicher U. in Einschub-Bauweise geliefert. Daneben gibt es heute lediglich Einzelexemplare elektronischer Ausführung oder mit ESK-Relais. *Altehage*

Umwerter mit Schutz-Rohr-Kontakt-Relais (SRK-Relais) für das FwS 62

1. Allgemeines: Der U. wird im Fernwahlsystem 62 (FwS 62) für zentrale Leitwegsteuerung und Verzonung im Selbstwählferndienst (SWFD) in Knotenvermittlungsstellen (KVStW), Hauptvermittlungsstellen (HVStW) und in Zentralvermittlungsstellen (ZVStW) eingesetzt. Der Umwerter (Umw) arbeitet mit den Registern (KRg, KRgG, KRgGE, HRg) des FwS 62 sowie mit dem Fernregister (FRg) der FernVStHand zusammen.

Die Regelausstattung der Umwerteranlage schließt zwei Einzelumwerter (Umw 1 und Umw 2) und eine automatische Umw-Prüfeinrichtung (APrEUmw) ein.

Die Einzelumwerter (Umw 1 und Umw 2) werden aus Sicherheitsgründen im Verbundbetrieb eingesetzt und können gemeinsam das Verkehrsangebot einer Leitwegsteuergruppe verarbeiten.

Bei Schalt- und Prüfarbeiten sowie im Störungsfall kann jeder Einzelumwerter (Umw 1 oder Umw 2) die gesamte Last übernehmen. Die Umschaltung geschieht von Hand durch eine eingebaute Anschalteeinrichtung und ist ohne Betriebsunterbrechung möglich.

Jeder Einzelumwerter ist durch ein auftrennbares Ringkabel mit der zu versorgenden Registergruppe (Rg-Gruppe 1 oder 2) verbunden. Die Zusammenschaltung des anfragenden Registers mit dem Umwerter regelt ein elektronisches Prüfvielfach, das jedem Einzelumwerter zugeordnet ist.

2. Aufgabe: Die Aufgabe des Umwerters besteht darin, aus der im Register gespeicherten Kennzahl, bestehend aus den Kennziffern Z, H, K, (E), die dem Umwerter im Code 1 aus 10 zugeführt werden, den augenblicklich verfügbaren Leitweg, die Gebührenzone und die Sonderaussagen zu ermitteln und das Ergebnis dem angeschalteten Register mitzuteilen.

Für alle ankommenden Kombinationen der Kennziffern Z, H, K, (E) wird der Ablauf und das Ergebnis der Auswertung durch die Umwerterbeschaltung (Rangierung) vorherbestimmt.

Die vollzentralisierte Anordnung des Umwerters erlaubt eine einfache Beschaltung, deren Änderung und Prüfung. Wegen der hohen Inanspruchnahme (bis 20000 Belegungen/HVStd) ist eine kurze Dauer des Auswertevorganges je Belegung und eine hohe Lebensdauer erforderlich. Aus diesem Grunde arbeitet der Umwerter, einschließlich der zugehörigen APrEUmw, nur mit schnell schaltenden (1 .. 2 ms) und atmosphärisch geschützten SRK-Relais. Besonderer Wert ist auf übersichtliche Anordnung und Prüfmöglichkeit der Leitweg- und Zonenauswertung sowie auf einfache betriebliche Handhabung der Baugruppen (Einschubbauweise) gelegt worden. Das Ergebnis der Kennzahlauswertung besteht für das K-Register (einschließlich KRgG, KRgGE) in der Angabe der Leitweg-, Zonen- und Sonderaussagen. Das H-Register erhält nur die Leitweg- und Sonderaussagen. Die Leitwegaussage, die die Einstellung der Richtungswähler veranlaßt, wird in einem binären Code, die Zonenaussage in einem überwachbaren (biquinären) Code und die Sonderaussagen (die dem Register unter anderem angeben, wie viele Kennziffern es auszuspeichern hat, oder ob die Verbindung bei besetztem Querleitungs-Bündel auf den Kennzahlweg überlaufen soll) werden im Klartext vom Umwerter dem Register übermittelt. Die automatische Prüfeinrichtung überprüft selbsttätig in vorbestimmten Zeitabständen beide Umwerter. Im Betrieb ist eine automatische Anlassung durch eine Schaltuhr üblich. Die wichtigsten steckbaren Baugruppen des Umwerters können auf einfache Weise in einem eingebauten Baugruppenprüfgerät geprüft werden.

3. Aufbau: Eine vollständige Umwerteranlage (Bild 1) besteht aus 3 Gestellrahmen: 1 Kennzahlauswertegestell für Umwerter 1, 1 Kennzahlauswertegestell für Umwerter 2 und 1 Gestellrahmen für Zusatzeinrichtungen.

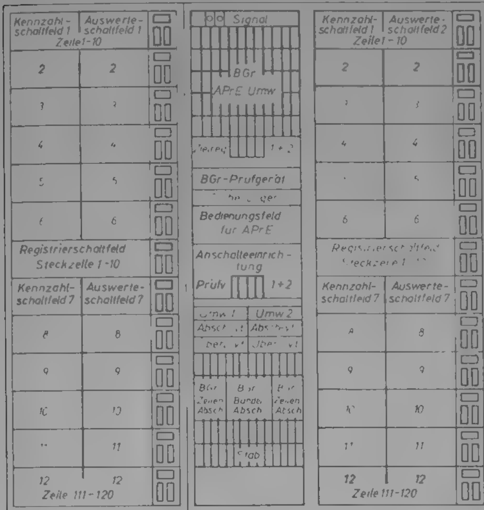


Bild 1. Umwerteranlage.

Jeder der beiden Gestellrahmen für Kennzahlauswertung umfaßt 12 Kennzahlschaltfelder und 12 Auswerteschaltfelder für insgesamt 120 Zeilen, ferner 1 Registrierschaltfeld für 10 Zeilen, die für steckbare Rangierungen vorgesehen sind. Neben jedem Kennzahlauswerteschaltfeld für 10 Zeilen sind 2 Baugruppen mit je 5 Kennzahlauswertungen steckbar angeordnet. Zwei Baugruppen sind mit Kurzschlußsteckern zum Abtrennen einzelner Zeilen des Registrierschaltfeldes versehen.

Der Gestellrahmen für Zusatzeinrichtungen ist für die beiden Einzelumwerter gemeinsam vorgesehen. Er enthält alle zur Steuerung, Überwachung und Prüfung der Umwerter nötigen Einrichtungen. Die wichtigsten sind:

Die Trägerschienen mit 60 Baugruppen für die automatische Prüfeinrichtung APrEUmw. Das Baugruppenprüfgerät mit dem Prüfsatz für die verschiedenen Baugruppentypen. Das Bedienungsfeld für die automatische Prüfeinrichtung.

Die Anschalteeinrichtung zwischen Register und Umwerter mit den dazugehörigen Verbundsteckern. Die Baugruppen für das Prüfvielfach des Umwerters 1 und Umwerters 2. Die Abschalte- und Überlaufverteiler. Die Baugruppenträger für die Abschaltung.

4. Arbeitsweise: Der Umwerter ist funktionsmäßig aus drei Haupteinheiten aufgebaut: dem Kennzahlschaltfeld (Eingabe), der Kennzahlauswertung und dem Auswerteschaltfeld (Ausgabe).

Das Kennzahlschaltfeld besteht aus 36 vertikalen Markierleitungen und ist in waagerechte Leitungen (Zeilen) unterteilt. Jede Zeile hat auf der Eingabeseite vier Zeilenabschnitte, entsprechend den Eingabegruppen (1, x, Z, H, K), die zu einer Kennzahlauswertung (UND-Schaltung mit 4 Eingängen) führen (siehe Bild 2). Die Kennzahlrangierung wird mit Drahtbrücken oder mit Entkopplungsdioden durchgeführt. Mit Drahtbrücken soll dann rangiert werden, wenn in einer Eingabe-Gruppe nur eine Ader (Ziffer) auf die entsprechende Zeile rangiert wird (Einfachkennzahlenpunkt). Bei der Rangierung mehrerer Adern innerhalb einer Eingabe-Gruppe müssen zur Entkopplung Gleichrichter verwendet werden (Mehrfachkennzahlenpunkt). Die Kennzahlenrangierung wird grundsätzlich in zwei Zeilen-Gruppen vorgenommen:

Zeilen-Gruppe I: Rangierung für den Leitweg, die richtungsabhängigen Sonderaussagen und die nicht erreichbaren Bereiche.

Zeilen-Gruppe II: Rangierung für die Zone, Wahlende und Bereiche, die vom Fernwahl-Münzfernsprecher nicht erreicht werden sollen.

Das Auswerteschaltfeld ist genauso aufgebaut wie das Kennzahlschaltfeld. Seine vertikalen Ergebnisleitungen, von denen 35 über Anschalterelaiskontakte zu den Ergebnisrelais des anfragenden Registers führen, setzen sich wie folgt zusammen:

10 Adern: für die Leitwegaussage und Besetztaussage. Die Leitwegaussage kennzeichnet dem Register die anzusteuernde Richtung im Ausgangsvielfach des RW (I. RW, II. RW).

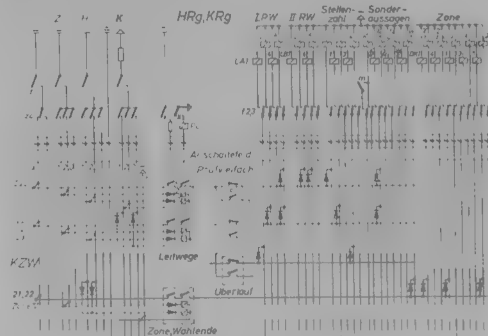


Bild 2. Umwerter mit SRK-Relais.

12 Adern: für Sonderaussagen. Die auf diesen Adern rangierten Sonderaussagen bedeuten z. B. 1. Überlauf auf das KZW-Bündel oder auf das Bündel des eigenen Bereiches am Richtungswähler möglich (Abgleitüberlauf). 2. Anzusteuerndes Leitungsbündel endet auf dem HRW oder in der FernVStHand oder AuslVStHand. 3. Ziffern aus Kennzahlspeicher schnell ausspeichern (Freiwahlzeit verkürzt). 4. Angabe der Stelle des Ausspeicherbeginns.

10 Adern: für die Zonenaussage. Die Zonenaussage markiert die Zonenaufnahmerelais des anfragenden KRg durch einen überwachbaren Code.

5. Baugruppe für Prüfvielfach: Das Prüfvielfach ist eine Baugruppe, deren Schaltung nur elektronische Bauelemente (einen Schalttransistor, Dioden und Widerstände) enthält, also praktisch trägheitslos arbeitet; es stellt sicher, daß immer nur ein Register den Umwerter belegt. In jedem Register befindet sich eine Aufprüfschaltung, die mit dem Prüfvielfach des Umwerters verbunden ist. Will ein Register den Umwerter belegen, so schaltet es mit einer Kontaktfolge taktmäßig Erdpotential über einen Widerstand an das Prüfvielfach des Umwerters. Das Prüfrelais des Registers, das das Prüfvielfach gerade belegt hat, kann über eine Teilspannung (von etwa —32 V) erregt werden und leitet dann die Belegung des Umwerter-Eingabevielfachs ein.

Versucht nun ein weiteres Register auf das Prüfvielfach aufzuprüfen, so liegen im Prüfkreis zwei 3-kOhm-Widerstände parallel. Der Transistor wird somit gesperrt, und das Relais PU des später aufprüfenden Registers kann nicht erregt werden. Das zweite Register setzt daher seine Aufprüfversuche fort, bis es mit seinem Prüfwiderstand von 3 kOhm allein auf das Prüfvielfach aufprüfen kann.

6. Baugruppe für Prüfumschaltung und Abschaltung: Zur einfachen Prüfung der Register mit einer Register-Prüfeinrichtung (APrERg) wird im Umwerter ein festes Prüfprogramm in den letzten 20 Zeilen jedes Einzel-Umwerters rangiert. Diese 20 (ortsunabhängigen) Prüfzeilen werden neuerdings in gesonderten Einschüben zusammengefaßt.

7. Baugruppe für Ursprungskennzeichnung: Zur Lösung zusätzlicher Aufgaben (Ursprungserfassung bei der Ausnahmeverzonung oder Leitweglenkung) ist der nachträgliche Einbau einer Ursprungskennzeichnung erforderlich. Bei jeder Registeranfrage wird eine Kreisprüfung zur Identifizierung der Zubringerleitung durchgeführt.

8. Der Umwerter mit SRK-Relais in Einschubbauweise ist eine Weiterentwicklung des vorherigen Typs und stellt die neuere Einheitsausführung für die DBP dar. Wesentliche Neuerungen sind: 1. Einschubbauweise auch für die Schaltfelder. 2. Überwachung der Ein- und Aussagen im Umwerter, keine APrEUmw mehr. 3. Paarweiser Einsatz nicht mehr zwingend. 4. Höhere maximale Ausbaufähigkeit (Zeilen, Richtungen, Prüfzeilen). 5. Zentraler Gestellrahmen entfällt, nur noch ein GR je Umwerter einer Anlage.

In betrieblicher Hinsicht bringt die Überwachung der Ein- und Aussagen Vorteile; Fehlerfälle werden noch schneller erkannt, d. h. in der Regel bei ihrem ersten Auftreten. Die Überwachung der Ein- und Ausgabeadern ist fast lückenlos ausgebildet. In den Eingabegruppen darf jeweils nur eine Ader markiert sein; an bestimmten Adern wird kontrolliert, ob Erdpotential länger anliegt als die Umwerterbelegungszeit im Maximum sein kann. Leitweg- und Sonderaussagen werden im Komplementärverfahren überwacht; es muß immer eine Aussageader oder die ihr zugeordnete Kontrollader rangiert sein. Es können Berührungen und Unterbrechungen festgestellt werden. Der biquinäre Code für die Kennzeichnung der Zone wird wie bisher im KRg überwacht. *Altehage*

Umwerter TW 39 → Richtungswähler TW 39.

Umzugskosten → Bundesumzugskostengesetz.

unabgestimmte Antenne → Breitbandantenne, → Strom- und Spannungsverteilung auf der Antenne.

unbesetzte oder zeitweise besetzte Stationen müssen mit automatischer Störungsmeldung und e. F. Ersatzschaltungsmitteln versehen sein, um akute Störungen sofort beseitigen zu können. Unbesetzte Stationen müssen in ausreichendem Maße gewartet werden, um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten.

Unbestimmtheit der Eichung → Fehlerbestimmung b).

Undulator → Farbröhrchenschreiber.

UND-(AND-)Verknüpfung → Funktionen der Schaltalgebra, → logische Schaltungen.

unerwünschte Ausstrahlung → Funkaussendung.

Unfallfernsprechverbindungen der DB sind meistens OB-(Ortsbatterie-)Verbindungen, die nach größeren Eisenbahnunfällen über vorbereitete Leitungswege schnellstens von der Unfallstelle nach einer übergeordneten Verwaltungsstelle (Betriebsamt, Bundesbahndirektion) geschaltet werden und dem Sprechverkehr während der Aufräumungsarbeiten dienen.

Unfallfürsorge → Bundesbeamtengesetz, → Tarifvertrag.

Unfallverhütungsvorschriften für den fernmeldetechnischen Dienst (UVVFt) sollen dazu beitragen, Unfälle beim Arbeiten an den Fernmeldeanlagen der DBP und im Zusammenhang mit solchen Arbeiten zu vermeiden. Die Pflicht, alles zu tun, um Unfälle zu verhüten, besteht sowohl für den Arbeitgeber — hier DBP — als auch für den, der die Arbeit ausführt. Die DBP hat durch entsprechende Maßnahmen an ihren Anlagen, Arbeitsgeräten und Werkzeugen (z.B. Beachtung der VDE-Vorschriften), sowie durch Bereitstellen von Schutz- und Sicherheitseinrichtungen unfallfreies Arbeiten zu ermöglichen; der Arbeitende selbst hat sich durch zweckmäßiges Verhalten bei der Arbeit und Benutzen der vorgeschriebenen Hilfsmittel gegen Unfallgefahren zu schützen. Vorgesetzte müssen die ihnen unterstellten Arbeitskräfte anhand der UVVFt zu unfallsicherem Arbeiten anhalten und die Beachtung der UVVFt überwachen. Diese sind in folgende Abschnitte gegliedert: I. Allgemeines, II. Arbeiten an oberirdischen Bodenlinien, III. Arbeiten an unterirdischen Fernmeldeanlagen, IV. Arbeiten an Bauten und in Innenräumen, V. Befördern und Lagern von Fernmeldezeug und Geräten. Dazu soll später noch Abschnitt VI, Arbeiten an funktechnischen Anlagen, kommen. Abschnitt I enthält außer Bemerkungen über Zweck und Geltungsbereich der Vorschriften Anweisungen für das allgemeine Verhalten am

Arbeitsplatz, für die Sicherung von Außenarbeitsstellen gegenüber dem Verkehr sowie des Verkehrs selbst in der Nähe von Arbeitsstellen, für den Umgang mit Arbeitsgeräten und das Arbeiten auf Bahngelände. Abschnitt II gibt vor allem Anweisungen zum unfallfreien Arbeiten an Leitungsmasten aus Holz (Prüfen der Standsicherheit, zusätzliche Sicherung, Schutzmaßnahmen beim Besteigen von Leitungsmasten), in der Nähe von oberirdischen Starkstromanlagen und an gefährdenden starkstrombeeinflußten oberirdischen Fernmeldeleitungen. In Abschnitt III werden Unfallverhütungsmaßnahmen bei Erdarbeiten allgemein, bei Arbeiten an Kabelkanalanlagen (Gefahr der Gasansammlung in Kabelschächten und Abzweigkästen) und bei Arbeiten an unterirdischen Fernmeldekabeln (Umgang mit Propangeräten, Benzinlötlampen und heißen flüssigen Stoffen, Schutz gegen Bleierkrankungen und Starkstromgefahren — insbesondere beim Arbeiten an Fernmeldekabeln mit Fernspeisung — und an gefährdend starkstrombeeinflußten Kabeln und Schaltpunkten) behandelt. Abschnitt IV beschäftigt sich mit dem Unfallschutz bei Arbeiten auf Dächern und an Bauten, in Räumen der Teilnehmer, in Fernmeldebetriebsräumen der DBP und an Stromversorgungsanlagen. Abschnitt V enthält Bestimmungen über den Unfallschutz beim Be- und Entladen von Fahrzeugen, beim Befördern von Leitungsmasten (Schutz gegen schädliche Einwirkung von Imprägnierungsmitteln und gegen Splitter) und Kabeltrommeln und beim Lagern von Fernmeldezeug. Den UVVFt sind als Anlagen folgende Merkblätter beigefügt: Erste Hilfe bei Unfällen, Verkehrszeichen für Baustellen, Brandschutz bei der DBP, Verwendung von Propan im Fernmeldewesen, Schutz gegen Bleierkrankung, Vorsichtsmaßregeln bei Anwendung der nichtbrennbaren Lösemittel Tri, Tetra und Per.

Den Dienstkräften selbst werden nicht die UVVFt, sondern in gelockerter Form gefaßte und bebilderte Unfallschutzhefte (Sicherheit im fernmeldetechnischen Dienst) ausgehändigt, die vorläufig folgende Gebiete behandeln: Heft 1 »Arbeiten an Fernmeldemasten«, Heft 2 »Arbeiten an unterirdischen Anlagen«, Heft 3 »Fernmeldearbeiten an und in Gebäuden«. Jeder Arbeitende ist selbst dafür verantwortlich, durch unfallsicheres Verhalten eigene Unfälle und Unfälle von Mitarbeitern zu vermeiden. Entsprechend § 719 RVO wurden Sicherheitsbeauftragte — bei der DBP Arbeitsschutzbeauftragte genannt — bestellt, deren Aufgabe es ist, einerseits bei ihren Mitarbeitern die Überzeugung von der Notwendigkeit unfallsicheren Verhaltens zu wecken und wachzuhalten, anderseits die Vorgesetzten auf die von ihnen beobachteten technischen oder organisatorischen Mängel im Arbeitsschutz aufmerksam zu machen. Zur Unterstützung ihrer Bemühungen spricht die DBP ihre Betriebsangehörigen in vielfältiger Weise in Wort und Bild an, z.B. durch Werbeplakate, Taschenkalender und Unfallverhütungsfilme.

Bath

ungleichmäßige Leitung ist eine zusammengesetzte Leitung mit verschiedenen Wellenwiderständen ihrer Teilstücke, → Leitungstheorie 2 und 3.

Union der Europäischen Rundfunkorganisationen → Europäische Rundfunkunion.

Unipolantenne → Vertikalantenne.

Unipolartransistor → Feldeffekt-Transistoren.

Universal-Einachsanhänger ist geeignet für Werkzeug-, Geräte-, Masten- oder Kabeltrommeltransporte. Er wird hinter einem VW-Transporter bzw. VW-Pritschenwagen gefahren (→ Kraftfahrzeuge für den Fernmeldebau). Die Abb. 1 zeigt den Anhänger mit geschlossenem Kasten für Baugeräte- und Werkzeugtransport. Die Deckel sind abschließbar; durch den Verschluß wird gleichzeitig die abklappbare Rückwand abgeschlossen.



Bild 1. Universal-Einachsanhänger mit geschlossenem Laderaum. Mastenschemel an der Vorderwand untergebracht.

Der Kabeltrommeltransport erfolgt mit aufgeklappten Deckeln. Zum Be- und Entladen der Kabeltrommeln sind vorn zwei Ladewinden mit rückschlagsicheren Kurbeln eingebaut. Während des Transportes hängt die Trommel verlegefertig (abspulbereit) im Fahrzeug.

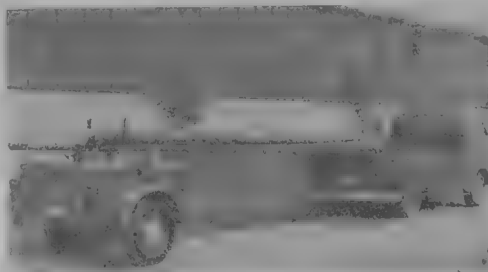


Bild 2. Universal-Einachsanhänger beim Mastentransport.

Zwei Ladepritschen und eine Trommelachse gehören zur Ausstattung des Anhängers (→ Kabeltrommeltransport).

Maste können bis zur doppelten Nutzlast wegen der mittragenden Auflager auf der Ladefläche des Zugfahrzeuges transportiert werden. Das Zugrohr kann

in verschiedene Längeneinstellungen teleskopartig ausgezogen werden (Bild 2). Der Mastenschemel wird bei Nichtgebrauch an der Vorderwand untergebracht. *Stegmann*

Universal Time, Universal Time Coordinated → Zeitsysteme.

Universalsender, ein Sender, der für mehrere Betriebsarten eingerichtet ist, z. B. Amplituden- und Frequenz-Modulation und verschiedene Übertragungsarten.

unmittelbares nichtautomatisches Schnellverfahren → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst.

unregelmäßige Verzerrung → Telegrafieverzerrung.

Unsicherheit des Ergebnisses → Fehlergrenze.

unsichtbarer Bereich → Übergewinn.

Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen und -schaltungen. Allgemeines. Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen kann durch zwei Arten von U. bedingt sein: 1. die beiden Zweige der oberirdischen Doppelleitung liegen räumlich verschieden zur Starkstromleitung: U. der Lage zur Starkstromleitung. 2. die elektrischen Eigenschaften der beiden Leitungszweige oder der damit direkt verbundenen Geräte sind ungleich: Erd-U. Dabei handelt es sich nicht nur um Erdkapazitäten und Ableitungen, sondern auch um Widerstands- und Induktivitätsdifferenzen. Im ersten Falle sind die in beiden Zweigen induzierten Spannungen oder Influenzströme verschieden, so daß in den in Brücke liegenden Endapparaten Ausgleichsströme auftreten. Wenn dagegen die beiden Zweige einer Doppelleitung gleich stark beeinflußt werden, sei es dank bestimmter Lage der Schleife, sei es infolge von Kreuzungen, sollten die Endapparate frei von Fremdströmen sein. In beiden Zweigen fließen jedoch über Erdkapazitäten und -ableitungen sowie u. U. über Erdverbindungen in den Endschaltungen bei Induktion Längsströme — die Erscheinungen bei Influenz sind äquivalent —, die wegen der U. ungleich sind. Die ungleichen Spannungsabfälle in den Zweigen erzeugen Ausgleichsströme in den Endapparaten. Störungen dieser Art sind auch in Kabeln möglich. Die U. einer vollständigen Verbindung ist also durch die verteilte U. der Leitungen und durch die konzentrierte U. der Endschaltungen bedingt. Bei Abschluß mit Übertragern oder bei erdfreien Endapparaten ist die U. der Leitungen maßgebend. Bei kurzen Leitungen mit unsymmetrischen Schaltungen, z. B. manchen Ortsverbindungsleitungen, kann man meist die U. der Leitungen gegen die Erd-U. der Schaltungen vernachlässigen.

Im folgenden sollen nur die Erscheinungen bei Induktion behandelt werden. Die Wirkungen bei Influenz sind ähnlich, aber weniger anschaulich, weil es sich um eingeprägte Ströme handelt. Dabei gehen folgende Größen ein:

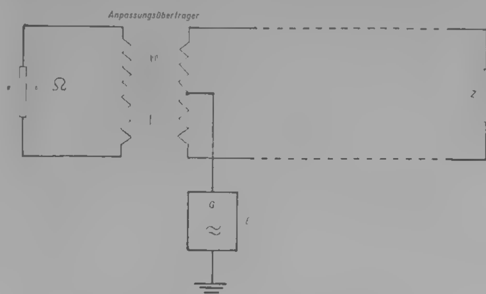
Spannung gegen Erde ist die meist am Ende gemessene Spannung eines Leitungszweiges gegen Erde. Wenn die U. nicht sehr groß ist, sind die Spannungen gegen Erde beider Zweige praktisch gleich, ihr Unterschied kann nur unmittelbar gemessen werden.

Längselektromotorische Kraft (EMK) ist die Summe der im Erdkreis (Leitung mit Erdrückleitung) induzierten elektromotorischen Kräfte. Je nachdem, ob es sich um Geräusch- oder Betriebsstörungen handelt, wird sie frequenzbewertet oder unbewertet angegeben.

Quer-EMK ist die in der Schleife selbst wirksame und ausschließlich durch die U. der Lage bedingte EMK.

Die Störungen hängen von den beiden Arten der U. ab; außerdem bestimmen Art und Ort der Beeinflussung die Größe jeder der beiden U. und ihren Beitrag zur Störung. Es ist daher zweckmäßig, neben der U. der Lage verschiedene Arten der Leitungs-U. zu definieren. Sie unterscheiden sich wesentlich durch die Art der äußeren Einwirkung. Meßtechnisch wird in jedem Falle das Verhältnis der psophometrischen EMK e am Ende der Leitung zur frequenzbewerteten Spannung gegen Erde oder zur Längs-EMK E gebildet.

Erd-U. Sie ist unabhängig von Starkstrombeeinflussung und kann in der Schaltung nach dem Bild gemessen werden. Bei vollkommen symmetrischer Leitung ist offenbar $e = 0$. Die Spannungen e und E können objektiv gemessen werden, bei Geräuschfragen zweckmäßig mittels eines Psophometers, wenn G ein Frequenzgemisch liefert. Es genügt jedoch meist eine



Schaltung zur Messung der Erd-Unsymmetrie.

subjektive Messung durch Hörvergleich unter Einschaltung eines Spannungsteilers oder einer Eichleitung. Wenn es sich um Geräuschstörungen handelt, wird man bei Betriebsmessungen mit 800 Hz oder mit einem Frequenzgemisch messen, bei grundsätzlichen Untersuchungen auch bei anderen Frequenzen im Sprachbereich. Die Erd-U. e/E gestattet ein Urteil über den Unterhaltungszustand einer Leitung. Eine Verschlechterung gegenüber früheren Messungen deutet daraufhin, daß in der Leitung Fehler aufgetreten sind. Sie erlaubt aber keinen Schluß auf die Störungen, die durch das Zusammenwirken der Längs-EMK mit der Erd-U. entstehen. Das gilt schon für eine einzelne Leitung, weil für die Störungen die von der Beeinflussungsstelle nach beiden Seiten wirksame U. maßgebend ist, nicht die am Ende gemessene; die Spannungsverteilung gegen Erde ist in beiden Fällen wesentlich verschieden. Es gilt in noch höherem

Maße für Leitungen in einem Bündel, weil hier im Beeinflussungsfall die Spannung der Leitungen gegeneinander, die mindestens für die Wirkung der kapazitiven U. maßgebend ist, völlig anders sein kann als bei der Messung der Erd-U. nach dem Bild. In einem gleichmäßig durchgeschalteten nicht zu langen Kabel wirken z. B. etwa 90% der Spannung gegen Erde auf die kapazitive U. der Leitungen der äußersten Lage, während für die Leitungen der zweiten Lage nur die Spannung gegen die äußerste Lage wirksam ist (etwa 9%) und für die Leitungen der dritten Lage nur etwa 1% der Spannung gegen Erde verbleibt. Falls alle Viererseile gleichmäßig aufgebaut sind, werden die Geräusche in Leitungen der äußersten Lage etwa 90 mal stärker sein als die in Leitungen der dritten Lage, während die nach Bild 1 gemessene Erd-U. gleich sein kann. Wenn man alle Nachbaradern auf das gleiche, von G gelieferte Potential bringt, erhält man einen zu guten Wert. Bei oberirdischen Linien ist diese Abschirmung schwächer. Außerdem ist hier die U. wesentlich durch Unterschiede der Ableitung verursacht, wobei Leitungen im Innern des Bündels nicht notwendig bevorzugt sind. Für Beeinflussungsberechnungen brauchbare Maßzahlen der U. erhält man daher am besten durch Messung bei natürlicher oder bei künstlich nachgebildeter Beeinflussung. Der Empfindlichkeitsfaktor einer Leitung ist das Verhältnis der wirklichen oder psophometrischen EMK der Doppelleitung, notfalls auf 600 Ω umgerechnet, zu der wirklichen oder frequenzbewerteten Längs-EMK. Bei der Messung soll die U. der Lage gegen die Starkstromleitung 0 sein. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so trägt zu e auch die Quer-EMK bei. Es ist im allgemeinen unmöglich, beide Anteile zu trennen. In diesem Falle bezeichnet man das Verhältnis der psophometrischen EMK zur frequenzbewerteten Längs-EMK als Geräusch-U. Der Empfindlichkeitsfaktor ist nicht nur für die verschiedenen Leitungen einer Linie, sondern auch für beide Enden einer Leitung verschieden. Er hängt ferner von der Lage der Beeinflussungsstelle, von der Frequenz und bei Freileitungen auch von der Witterung ab. Daher hat der Wert, den man bei bestimmten Werten dieser Parameter an einer Leitung findet, keine große Bedeutung. Es ist zweckmäßiger, durch Messungen an zahlreichen gleichartigen Leitungen unter verschiedenen Bedingungen die Häufigkeitsverteilung des Empfindlichkeitsfaktors für diese Leitungsart zu ermitteln und den Berechnungen einen solchen Wert zugrunde zu legen, daß in der Mehrzahl der Leitungen, z. B. in 80%, das Geräusch schwächer ist als zulässig. In einem Teil der übrigen Leitungen, z. B. in 15%, wird der zulässige Grenzwert etwas überschritten werden. Das kann man meist in Kauf nehmen. Es handelt sich ja nicht immer um die gleichen Leitungen, und die Überschreitung besteht nur zeitweise. Bei den letzten 5% (die Werte 15 und 5 sind willkürlich angenommen) wird das Geräusch oder die Störung merklich zu stark sein. Die Ursache ist dann aber fast immer ein gröberer Fehler, der gesucht und beseitigt werden muß. Bei Messungen des Empfindlichkeitsfaktors mit natürlicher Beeinflussung liegt die Hauptschwierigkeit darin, zusammengehörige Werte von e und E zu erhalten, weil mindestens E sich meist schnell ändert. Für die Messung von E sollte ja die Leitung am fernen Ende geerdet sein, für die Messung von e dagegen erdfrei mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen sein. Bei Messungen mit künstlicher Beeinflussung ist es schwierig, die natürliche Beeinflussung hinsichtlich ihrer Verteilung längs der Leitungen getreu genug nachzubilden. Man beschränkt sich meist auf punktförmige Beeinflussung, bei Kabeln z. B. durch Umkehrung des Prinzips eines Durchführungs-Stromwandlers, die eine kurze Näherung besser nachbildet als eine lange Näherung. Bei Kabeln ist der Empfindlichkeitsfaktor durch die zufällig verteilten Kapazitäts-U. bedingt, deren Werte in den Pflichtenheften gegeben sind. Daraus und aus der Verteilung der Spannung gegen Erde kann man Erwartungswerte des Empfindlichkeitsfaktors berechnen. Diese Werte wachsen mit der Quadratwurzel aus der Leitungslänge. Praktisch ist bei guten Kabeln der Empfindlichkeitsfaktor selten größer als 0,001, oft wesentlich kleiner, besonders für die inneren Lagen. Bei Freileitungen kann der kapazitive Anteil durch Kreuzungen weitgehend gesenkt werden. Der Ableitungsanteil hängt dagegen von Verschmutzung der Isolatoren und Witterung ab und führt zu unregelmäßigen Schwankungen des Gesamtwertes (0,1 bis 5%).

Schaltungs-U. Wenn die an eine vollkommen symmetrische Doppelleitung angeschlossenen Schaltungen unsymmetrisch gegen Erde sind, ergeben sich bei Beeinflussung gleichartige Störungen wie bei erdunsymmetrischen Leitungen. Während aber der Empfindlichkeitsfaktor zufallsbedingt und von Leitung zu Leitung verschieden ist, ist die Schaltungs-U. durch den Aufbau der Schaltung gegeben, wenn sie auch wegen der Toleranz der Schaltelemente noch etwas veränderlich sein kann.

Der U.-Grad einer Schaltung oder eines Fernmeldegerätes wird bei Durchgangsschaltungen so gemessen, daß man beide Enden mit dem Wellenwiderstand Z jeweils mit Mittenanzapfung abschließt, auf der Sendeseite die Spannung E an die Mitte legt (gegen Erde) und auf der Empfangsseite die Spannung e an Z mißt. Wenn dabei die Mittenanzapfung empfangsseitig geerdet ist, erfaßt man vorwiegend die Längs-U. der Schaltung, wenn sie isoliert bleibt, die U. gegen Erde. Eine Endschaltung wird eingangsseitig mit $Z/2 + Z/2$ abgeschlossen, E zwischen Mitte und Erde gelegt und e an den Eingangsklemmen gemessen. Einzelheiten in den VDE 0228 und in den Direktiven des Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT). Eine Fernsprechverbindung enthält oft mehrere erdunsymmetrische Schaltungen (Ämter und Sprechstellen). Wenn wie üblich nur die Beträge e/E für die einzelnen Schaltungen gemessen werden, kann die gesamte U. aus den Teilen nicht berechnet werden. Die U. der Teilschaltungen können sich kompensieren, aber auch vergrößern. Das Ergebnis können Geräuschstörungen, gelegentlich auch Funktionsstörungen sein.

Literatur: E. Widl, Geräuschmessungen an Fernmeldekabeln. FTZ 6 (1953) S. 261 — E. Widl, Ein Verfahren zur Nachbildung der Starkstrombeeinflussung bei Fernmeldekabeln, insbesondere mit isolierten Metallmänteln, Arch. elektrische Übertragung 13

(1959) S. 363 — E. Widl, Empfindlichkeitsfaktoren als Geräuschkriterien bei der Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen, NTZ 17 (1964), S. 458 — E. Pfleiderer, Messung und Beurteilung der Unsymmetrie in Fernsprech-Vermittlungsanlagen, ETZ A 74 (1953) S. 625 — E. Ganitta, Unsymmetrie in Vermittlungseinrichtungen, NTZ 8 (1955) S. 155.
Klewe

Unsymmetriedämpfung → Symmetriemessung.

Unsymmetriegrad → Symmetriemessung, → Unsymmetrie von Fernmeldeleitungen.

unsymmetrische Leitung ist eine ungleichmäßige Leitung, die nicht symmetrisch zu ihrer Mitte ist.

Unterabteilungen werden beim → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen und bei den → Mittelbehörden der DBP innerhalb großer → Abteilungen als weitere Gliederungsstufe gebildet. Die Leiter von U. sind Beamte der Laufbahnen des höheren Dienstes. Sie sollen die Abteilungsleiter u. a. dadurch entlasten, daß sie die von diesen gegebenen Richtlinien und Weisungen ausgestalten, verfeinern oder situationsgebunden auslegen.

Unteranlage → Zweitnebenstellenanlage.

Unterband → Radiofrequenzraster.

Unterbrechung → Ersatzgespräche.

unterbrechungsfreier Wechselstrombetrieb → Wechselstromversorgung.

Unterbrechungstastung → Tastverfahren.

Unterhalten von Fernmeldelinien umfaßt Prüfen, Instandhalten, Instandsetzen und Ändern. Beim Prüfen wird der Zustand der Fernmeldelinie durch Besichtigen, Untersuchen und Messen beobachtet. Zum Instandhalten von Fernmeldelinien gehören alle vorbeugenden Arbeiten zur Erhaltung des einwandfreien Zustandes. Dabei werden Mängel beseitigt, die zu Schäden führen könnten. In dem Zusammenhang können Teile der Gesamtanlage ausgebessert oder ausgewechselt werden. Durch Instandsetzen werden bereits eingetretene Schäden an der Linie behoben. Das Instandhalten erfolgt mit einer gewissen Regelmäßigkeit, Instandsetzen nur bei Bedarf. Unter Ändern werden alle durch betriebliche und technische Entwicklung oder durch Umbauten von Verkehrswegen bedingte Arbeiten an Fernmeldelinien verstanden.

Das Unterhalten der oberirdischen Fernmeldelinien ist nicht nur zur Sicherstellung eines ungestörten Betriebes, sondern auch deswegen notwendig, weil schlecht instandgehaltene Holzmastlinien Dienstkräfte und Außenstehende gefährden und erhebliche Sachschäden verursachen können. Folgende Arbeiten sind in bestimmten Fristen durchzuführen: Untersuchen und Nachschützen von Holzmasten, Ausbessern und Auswechseln von Stützpunkten, Instandhalten von Blankdrahtleitungen und Instandhalten von oberirdischen Kabeln. Durch das Untersuchen soll festgestellt werden, ob die in den Linien stehenden Leitungsmaste und Streben nach ihrem Holzzustand noch standsicher sind und ggf. nachgeschützt werden können. Schäden können durch mechanische Einwirkung, Insektenbefall und Fäulnis entstehen. Die Standfestigkeit wird durch den Holzzustand in der Erd-Luft-Zone (30 cm über bis 50 cm unter Erdgleiche), die besonders fäulnisgefährdet ist, entscheidend beeinflußt. Dieser muß daher besonders sorgfältig untersucht werden. Fäulnisschäden durch Pilzbefall können als Außen- oder Innenfäule auftreten. Außenfäule ist am Zustand der äußeren Holzteile und am Ausbrechen der Holzfaser beim Einstechen mit einem spitzen Gegenstand erkennbar, Innenfäule kann durch Klangprobe (Anschlagen mit einem etwa 1 kg schweren Hammer) oder mit dem Zuwachsbohrer festgestellt werden. Mit diesem wird ein Bohrkern entnommen, der über die innere Beschaffenheit des Mastes Aufschluß gibt. Bei gesunden Masten erhält man einen zusammenhängenden, festen Bohrkern; bei verfaulten oder durch Insektenfraß zerstörten ist er schwammig, zerfällt in kleine Stücke oder läßt sich pulverförmig verreiben. Beim Untersuchen von Linien muß auch auf Unregelmäßigkeiten an Querträgern, Isoliervorrichtungen und Drähten geachtet werden. Die mit dem Grundschutz eingebrachten Holzschutzmittel werden bei Masten im Erdboden durch den Einfluß der Feuchtigkeit im Laufe der Zeit in der von Holzschädlingen am stärksten gefährdeten Erd-Luft-Zone verringert. Das trifft besonders für Holzmaste zu, die mit Salzgemischen getränkt worden sind. Diese werden daher, sofern sie bei der Untersuchung noch als standsicher angesehen wurden, nachgeschützt, d.h., der Schutzmittelgehalt wird in der gefährdeten Zone wieder erhöht. Hierfür gibt es verschiedene Verfahren. Bei der DBP werden in der Regel Bandagen mit einer Nachschutzmittel-Schicht auf der Innenseite derart um Maste und Streben gelegt, daß das Nachschutzmittel durch Diffusion allmählich in das Holz eindringt. Teerölgetränkte Maste und Streben — auch solche mit teerölgetränkten Mastfüßen — sowie Maste der Stützpunkte, die nicht mehr als Regelbauweise anzusehen sind, werden nicht nachgeschützt. Können salzgetränkte Maste wegen ihres Standorts nicht ordnungsmäßig nachgeschützt werden, so werden sie in der Erd-Luft-Zone satt mit Karbolineum angestrichen. Durch Ausbessern und Auswechseln von Stützpunkten in Holzmastlinien, das im Wechsel mit dem Überholen nach vorhergehendem Untersuchen ausgeführt wird, muß ihre Standfestigkeit bis zum nächsten planmäßigen Untersuchen gesichert werden. Dazu gehört das Auswechseln schadhafter Maste und Streben, das Richten von Stützpunkten, das Nachspannen oder Auswechseln von Ankern, das Benummern von Stützpunkten, das Richten oder Auswechseln von Querträgern, das Auswechseln von Isoliervorrichtungen, das Versetzen und der Nachbau einzelner Stützpunkte sowie das Anbringen zusätzlicher Anker, Streben und Prellpfähle. Beim Überholen von Stützpunkten im turnusmäßigen Wechsel mit dem Ausbessern und Auswechseln werden nur äußerlich sichtbare Unregelmäßigkeiten an den Stützpunkten beseitigt, z.B. übergewichene Maste und schiefsitzende

Querträger gerichtet, schlaffe Anker angezogen. Beim Instandhalten der Blankdrahtleitungen werden alle Arbeiten ausgeführt, durch die der Festigkeitszustand und die einwandfreie Betriebsfähigkeit der Leitungen gesichert werden, wie Umlegen von Leitungen, Nachregeln des Durchhangs, Auswechseln von schadhaften Drähten, Erneuern von nicht mehr einwandfreien Verbindungsstellen, Ausästen sowie Entfernen von Fremdkörpern aus der Linie und Beseitigen von Drahtverschlingungen. Instandhaltungsarbeiten an oberirdischen Kabeln (Tragseil-Luftkabeln, Installationskabeln mit Zugentlastung) werden nur bei Bedarf durchgeführt, d.h. wenn Unregelmäßigkeiten festgestellt werden, die zu Schäden oder Betriebsstörungen führen könnten. Dabei ist besonders auf Befestigungsstellen und Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen zu achten. Um sicherzustellen, daß jede Holzmastlinie in vorgeschriebenen Fristen und in festgesetzter Arbeitsfolge instandgehalten wird, führen Fernmeldebaubezirke Zeitpläne für geplante und durchgeführte Instandhaltungsarbeiten.

Schäden an oberirdischen Leitungen und Stützpunkten, die zwischen den Instandhaltungszeiten durch unvorhergesehene Ereignisse eintreten und Störungen des Fernmeldebetriebs oder Gefährdungen von Personen und Sachen verursachen können, werden durch eine Instandsetzung sogleich beseitigt.

Das Unterhalten der unterirdischen Fernmeldelinien umfaßt Arbeiten an Kabelkanalanlagen (KKAnl), Kabeln und Kabelabschluß- und Verzweigungseinrichtungen. Zum Unterhalten der KKAnl gehören: Überprüfen der KKAnl auf baulichen Zustand, Instandhalten, Instandsetzen und Ändern von KKAnl. Durch das in bestimmten Zeitabständen notwendige Überprüfen der KKAnl auf Verkehrssicherheit sollen alle äußerlich sichtbaren Beeinträchtigungen, wie Versetzungen der Wegeoberfläche, Stolperkanten, beschädigte Kabelschacht-(KSch-) Umrandungen und KSch-Deckel, ermittelt werden, die Verkehrsteilnehmer gefährden oder den Bestand der Anlage beeinträchtigen könnten. Beim Überprüfen der KSch auf baulichen Zustand werden diese geöffnet und insbesondere auf folgende Schäden untersucht: Risse, Sprünge, Abblättern des Putzes, Verwerfungen an Wänden, Sohle und Decke, Rostansatz an den Eisenteilen, schadhafte Schmutzfänger, Kabelhalter, Trageschienen, Schachtleitern und Unterlegbleche, beschädigte Mündungen und fehlende Abdichtungen der Züge, unzweckmäßige Lagerung der Kabel, Lötstellen und Spulenkästen. Kleine Schäden werden bei dem folgenden Instandhalten beseitigt. Dazu gehört auch das Reinigen der KSch, Abzweigkästen und Kabelkanalzüge, das Anstreichen der Eisenteile, das Falten der Deckelauflageflächen, das Auswechseln schadhafter Deckel und Ausrüstungen sowie das Erneuern von Zugabdichtungen. Das Überprüfen und Instandhalten aller zu betreuenden KKAnl geschieht anhand von Zeitplänen, die die Fernmeldebaubezirke aufstellen und führen. Instandsetzungen und Änderungen an Teilen von KKAnl werden von Fall zu Fall nach Erfordernis durchgeführt.

Da die Betriebsfähigkeit wichtiger Kabel durch Druckluftanlagen, Druckgasanlagen und automatische Isolationsprüfeinrichtungen gesichert wird, beschränken sich Instandhaltungsarbeiten am unterirdischen Kabelnetz in der Regel auf Abschluß- und Verzweigungseinrichtungen. Hier werden sie i. allg. auch nur im Zusammenhang mit anderen Betriebs- und Schaltarbeiten ausgeführt. Bei Störungen im Kabelnetz wird die Lage des Kabelfehlers vom Kabelmeßdienst eingemessen und das beschädigte Kabel sogleich von ihm oder Kräften des Fernmeldebaudienstes instandgesetzt.

Zum Unterhalten von Fernmeldelinien gehört auch das Unterhalten der Erdungsanlagen, des Sicherungsschutzes und der Schutzanlagen gegen Beeinflussung und Korrosion. *Bath*

Unterhaltung → Betreiben, → Herstellung und Unterhaltung.

Unterhaltung von Fernschreibapparaten. Die zur Zuständigkeit der DBP gehörende Unterhaltungsarbeit erstreckt sich nicht nur auf posteigene, sondern auch auf die Teilnehmer-Apparate und sonstigen Einrichtungen, die über Leitungen der DBP betrieben werden. Diese übernimmt damit die Verpflichtung, die Geräte stets in einem hinreichend betriebsfähigen, d. h. also auch den Empfehlungen des CCITT entsprechenden Zustand zu erhalten. Für diese Leistungen werden angemessene Gebühren erhoben, die in amtlichen Druckwerken aufgeführt sind (z. B. Verzeichnis der Telexteilnehmer). Als ungeschriebenes Gesetz der Wirtschaftlichkeit des sehr personalintensiven Dienstzweiges darf ein Umfang der Unterhaltungsarbeit angesehen werden, der wohl der Erfordernis nach Erhaltung des in den Einrichtungen investierten riesigen Vermögens genügend gerecht wird, im übrigen aber nicht dazu führen soll, die Apparate stets in einem fabrikneuen Zustand zu erhalten. Die gesamte Unterhaltung spielt sich auf drei Ebenen ab: beim Teilnehmer, also am Ort der Geräte, in bestimmten Dienststellen der Ämterebene (den sog. Instandsetzungsgruppen) und in der Zentralwerkstatt der DBP.

Literatur: F. Schieweck und F. Schomburg: Fernschreibvermittlungstechnik, 1. Teil, Herzog-Verlag, Goslar 1962.

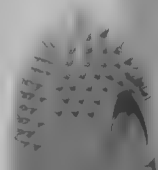
Unterhaltungskarte → Bestandskartei.

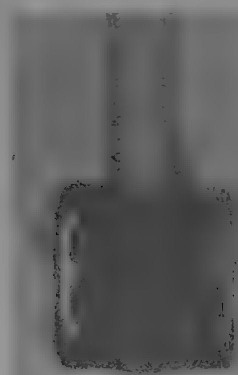
Unterkupfern, Herstellen eines galvanischen Kupferüberzuges, insbesondere auf Stahl und Zinkdruckguß, als Zwischenschicht, z. B. vor dem galvanischen Vernickeln.

Literatur: Entwurf DIN 50 902. Okt. 1965.

Unterlagerungstelegrafie → Gleichstromtelegrafie.

Unterputzdosen werden an den Endpunkten der Rohrnetze, die durch die Aufstellungsorte der Teilnehmereinrichtungen bestimmt sind, eingebaut und dienen zur Aufnahme der Anschlußdosen (z. B. Steckverbinderdose) für die Apparate (s. Bild).





Unterputzdose mit Putzausgleich.

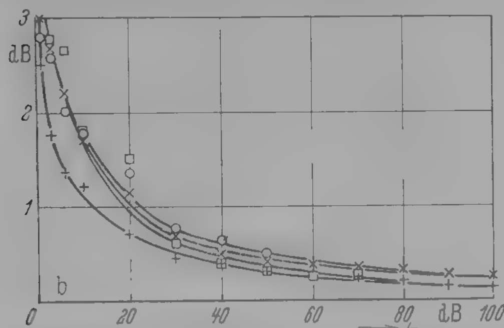
Es gibt U. in rechteckiger oder in runder Form. Die Einsätze werden über den Putzausgleich angeschraubt oder in den U. mit Krallen befestigt.

Unterrichtsblätter der DBP. In zwei Ausgaben (A: Postwesen, B: Fernmeldewesen) erscheinende amtliche Zeitschrift der DBP zur Vermittlung fachlichen Wissens. Die Ausgabe B (12 Hefte im Jahr) wird im Auftrag des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen von der OPD Hamburg herausgegeben. Sie dient der Aus- und Fortbildung, soll die Nachwuchskräfte über die Betriebsvorgänge und Betriebsmittel unterrichten und den anderen im Fernmeldewesen tätigen Kräften den Blick weiten für die Zusammenhänge zwischen der ihnen zufallenden Arbeit und der Gesamtaufgabe.

Unterrostung. Rostbildung unter Deckschichten oder Überzügen auf Eisenwerkstoffen.
Literatur: DIN 50 900, Nov. 1960.

Untersatz A und B → Feldfernsprechvermittlung OB 150.

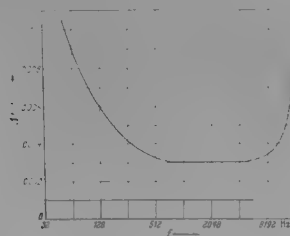
Unterschiedsempfindlichkeit für Schallintensität. Der Intensitätsunterschied, der subjektiv gerade noch bemerkt wird, ist sowohl vom Pegel als auch von der Frequenz abhängig. Bei einem Pegel von 40 dB (0 dB = 10^{-16} W cm^{-2}) und einer Frequenz von 1000 Hz beträgt z. B. der eben merkbare Unterschied etwa 0,5 dB, bei kleineren Pegeln werden Werte von mehreren dB erreicht (s. Bild).



Der eben merkbare Intensitätsunterschied in Abhängigkeit vom Schallpegel L (0 dB = 10^{-16} W/cm²) für drei Versuchspersonen bei 1000 Hz.

Literatur: V. O. Knudsen, Phys. Rev. 21, 1923 — R. Chocholle, Acustica 5, 1955.

Unterschiedsempfindlichkeit der Tonhöhe. Die Fähigkeit des Gehörorganes Tonhöhenunterschiede wahrzunehmen. Nach Knudsen werden bereits Frequenzschwankungen von 3 Hz bei Tönen von 1000 Hz wahrgenommen (s. Bild).



Verhältnis der eben merkbaren Tonhöhenänderung $\Delta f/f$ in Abhängigkeit von der Frequenz.

Literatur: V. O. Knudsen, Phys. Rev. 12, 1923 — V. O. Knudsen, Phys. Rev. 25, 1925.

Unterschrift in Telegrammen → Abfassen der Telegramme.

unvollkommenes Bündel. Alte Bezeichnung für Bündel mit begrenzter Erreichbarkeit.

Unterwasserschallanlagen. In Sonderfällen, insbesondere zur Verständigung zwischen oder mit getauchten U-Booten, verwendet man → Ultraschall zwischen 20 und 50 kHz als Träger für Telefonie. Als Sender und Empfänger dienen magnetostriktive oder piëzoelektrische Schwinger.

Unterwasserschallsignale werden von Feuerschiffen gleichzeitig mit Funksignalen ausgestrahlt. Aus der Differenzzeit Funk–Schall kann die Entfernung nach dem Feuerschiff ermittelt werden. Im übrigen werden U. nur im militärischen Bereich besonders für U-Boote angewendet.

Unterwasserverstärker, Unterwasserverstärkerfabriken → Seekabelverstärker.

Unwetterwarnung → Deutscher Wetterdienst.

unzustellbare Telegramme → Zustellung der Telegramme.

Ureichkreis. Das Urmaß für Messungen der → Bezugsdämpfung wird durch den »Europäischen Fernsprech-Ureichkreis« (Systéme Fondamental Européen de Référence pour la Transmission Téléphonique, abgekürzt: → SFERT) dargestellt, der in Genf im Laboratorium des CCITT aufgestellt ist. Seine Hauptteile sind neben einer verzerrungsfreien Eichleitung ein

Sendesystem mit Kondensatormikrophon und Mikrophonverstärker und ein Empfangssystem mit Hörverstärker und dynamischem Fernhörer.

Mit Hilfe von Schalldruck- und Spannungsmessungen wird das elektroakustische Übertragungsmaß des Sendesystems so eingeregelt, daß der Schalldruck 1 µbar vor der Membran des Kondensatormikrophons an dem mit 600 Ohm abgeschlossenen Ausgang des Mikrophonverstärkers eine Spannung von 26 mV erzeugt. In gleicher Weise wird das elektroakustische Übertragungsmaß des Empfangssystems so eingeregelt, daß eine Spannung von 1 V am Eingang des Hörverstärkers, der einen Eingangswiderstand von 600 Ohm hat, hinter der Membran des dynamischen Fernhörers in einer genau festgelegten Schalldruckkammer einen Schalldruck von 14 µbar erzeugt.

Haupteichkreise sind genaue Kopien des Ureichkreises. Sie befinden sich bei den Fernsprechverwaltungen verschiedener Länder. Arbeitseichkreise sind ebenfalls nach dem Vorbild des Ureichkreises aufgebaut und durch Vergleichsmessungen mit diesem geeicht.

Über das Messen der Bezugsdämpfung: → Fernsprecheichkreise. *Haak*

Urethane. Gruppenbezeichnung für die Ester der Carbamidsäure ($H_2N - COOH$); es sind dies meist gut kristallisierende, beständige Verbindungen.
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

URSI, Abkürzung (nach dem französischen Namen) für Internationale Funkwissenschaftliche Union (International Union of Radio Science, Union Radio Scientifique Internationale). Die U. wurde 1913 von Wissenschaftlern als »Commission Internationale de Télégraphie sans Fil Scientifique« mit Sitz in Brüssel gegründet und gehört dem Internationalen Rat der wissenschaftlichen Unionen (International Council of Scientific Unions, ICSU) an. Sie setzt sich aus z. Z. (1969) 39 Mitgliedskomitees zusammen und ist in 8 Kommissionen (Funkmessungen und Standards, Funk und nichtionisierte Medien, Ionosphäre, Magnetosphäre, Radioastronomie, Radiowellen und -schaltungen, Radioelektronik, Funkgeräusche irdischen Ursprungs) gegliedert. Alle 3 Jahre findet eine Vollversammlung statt.

Ursigramm heißt eine über Fernmeldewege verbreitete verschlüsselte Meldung über solare, kosmische und terrestrische Vorgänge, die die → Radiometeorologie interessieren. Dazu gehören Angaben über Sonnenflecken, Fackelfelder, Protuberanzen, Koronalicht, Eruptionen, solare Radiostrahlung und kosmische Strahlung; über die Ionosphäre, Grenzfrequenzen, Mögel-Dellinger-Effekte, Polarlichtstörungen, Schwankungen des Erdmagnetismus, Polarlichter (Helligkeit, Farbe, Form) und über die Ausbreitung von Funkwellen (z. B. nach verschiedenen Richtungen). Die U. werden nach ähnlichem System verschlüsselt wie Wettermeldungen (→ Wetterschlüssel). Nähere Einzelheiten enthält das vom Generalsekretariat der Union Radioscientifique Internationale (URSI), Brüssel, herausgegebene »Manual of U.-Codes«.

Der U.-Dienst, zunächst auf regionaler Basis von der URSI für den täglichen telegrafischen Austausch von U. ins Leben gerufen, wurde im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58 weltweit ausgedehnt und durch tägliche Vorhersage und Festlegung von Zeiträumen erhöhter Sonnenaktivität mit besonderen Auswirkungen auf die Erdatmosphäre (Welttage, Alerts, Geoalerts) ergänzt. Der Internationale Ursigramm- und Welttage-Dienst (International Ursigram and World-Days Service, IUWDS) hat 5 »Regional Warning Centers« (RWC) in Boulder, Colo. (USA), Paris—Darmstadt—Nederhorst, den Berg (Niederlande), Moskau, Tokio und Sydney. Empfehlungen des CCIR unterstützen seine Aufgaben. *Keil/Ochs*

Urspannung, Urstrom → Zweipol, elektrischer.

Ursprungserfassung. Im → Auslands-Fernwählsystem 64 ist es nicht in allen Fällen möglich, auf Grund der in den → Auslandsumwerter eingegebenen Kennzahlen allein das gesamte Programm zu bestimmen. Um z. B. für eine Grenzverkehrsbeziehung die richtige Zone ermitteln zu können, muß auch der Ursprung (Quellbereich) erfaßt werden. Die U. geschieht in Form einer Kreisprüfung. Hierzu werden vom Auslandsumwerter zur e-Ader der kommenden Übertragung besondere Adern geführt; der Kreis wird dann durch Mitbenutzung der e-Ader zwischen der kommenden Übertragung, Wähler, → Auslandszählimpulsgeber und Weiterführung dieser Ader über Relaissuchwähler, → Auslandsregister zum Auslandsumwerter geschlossen.

Ursprungskennzeichen → Nachrichtenformat.

Ursprungsland, auch Abgangsland genannt, ist im Auslandsferndienst das Land, in dem eine in ein anderes Land gerichtete Verbindung ihren Ursprung hat.

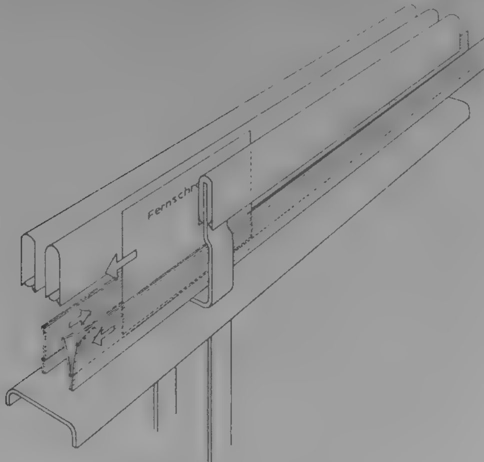
Ursprungsort ist das Ortsnetz (ON), an das der Anmelder mit seiner Sprechstelle angeschlossen ist. Dabei kann das ON mit seinem Namen oder mit seiner Ortsnetzkennzahl eindeutig bezeichnet werden.

Urtel, Rudolf, geb. 31. 1. 1906, gest. 4. 3. 1954. Dr.-Ing. Nach Aufgabe des Jurastudiums 1926 bis 1945 bei Fa. Telefunken. Zwischenzeitlich mathematische Studien und kurzzeitlich Tätigkeit bei der Gesellschaft für technische Anlagen in Aachen. 1949 Übertritt zur C. Lorenz AG (später SEL). Pionier der deutschen Fernsehtechnik, dessen Leistungen weit über die Landesgrenzen Anerkennung gefunden haben. U. entwickelte — gemeinsam mit R. Andrieu — die Schaltung für die magnetische Ablenkung des Elektronenstrahls in der Braunschen Röhre, bearbeitete die ersten Ikonoskope und Superikonoskope, die von Telefunken gebaut wurden, sowie die umfangreichen Hilfseinrichtungen. An der TH in Stuttgart hielt er Vorlesungen über Fernsehen und Impulstechnik. Ehrung: Verleihung des Dr.-Ing. der TH Stuttgart (außergewöhnlicher Vorgang im Hinblick auf das fehlende Diplomzeugnis).
Literatur: F. Kirchstein, Rudolf Urtelt †, FTZ 1954, H. 5, S. 258.

V

V-Antenne → Dipolantenne, → Rundstrahler.

V-Bandförderer ist ein → Schnellförderer, bei dem statt der zwei parallellaufenden Förderbänder ein einziges Textilfaltband benutzt wird. Das Fördergut wird zwischen den V-förmigen Schenkeln des Faltbandes geführt. Den Aufbau eines Förderkanals zeigt das Bild. An den Beladestellen werden die Schenkel des



Förderkanal eines V-Bandförderers.

Faltbandes gespreizt, und das Fördergut wird von oben zugeladen. An den Entladestellen wird das Fördergut durch Rollen nach oben aus dem Faltband herausgezogen. Dieses System eignet sich auch für eine Förderung in der vertikalen Richtung. Durch Drehung des Förderbandes um 90° kann der Förderkanal schräg oder senkrecht nach oben oder unten geführt werden. — V. werden heute nicht mehr gebaut.

Literatur: K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962.

V-Gespräche → Voranmeldung.

V-Scheibenwinde → Seekabellegung und -instandsetzung.

vagabundierender Strom → Streustrombeeinflussung.

Vakuum → Elektronenröhre, → Isolierstoffe.

Vakuumaufdampfen, Abscheiden der im Vakuum aufgedampften Überzugsmetalle als zusammenhängende Schicht auf der Oberfläche des kälteren Gegenstandes durch Kondensation.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Vakuumdiode → Raumladungssteuerung.

Vakuumdruckverfahren, großtechnisches Tränkverfahren für den Holzschutz von Masten, Schwellen, Schnittholz mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln in Kesseldruckanlagen. Das V. lehnt sich an das → Bethell-Verfahren an. Verfahrensprinzip: → Volltränkung aller durchtränkbaren Holzbereiche innerhalb eines wirtschaftlich vertretbaren Zeitraumes durch im wesentlichen radiales Einbringen von Schutzstoffen. Zum Tränken von Fernmeldemasten für die DBP wird das V. unter Anwenden wasserlöslicher Holzschutzmittel durchgeführt. Verfahrensablauf: trockene, weißgeschälte Masten werden im Tränkzylinder einem Druck von höchstens 30 Torr und dem Wasserdampfpartialdruck ausgesetzt. Die Unterdruckdauer ist abhängig von der zu tränkenden Holzart: Kiefern-, Tannen-, Lärchenholz mindestens 60 Minuten, Fichtenholz mindestens 90 Minuten. Unter Beibehalten des Unterdrucks werden das Füllen des Tränkzylinders mit einer Holzschutzmittellösung und eine Drucksteigerung auf 8 kp · cm^{-2} vorgenommen. Mindestdruckdauer bei Kiefern-, Lärchen-, Tannenholz 45 Minuten, bei Fichtenholz 120 Minuten. Die Lösungsaufnahme muß vor dem Tränkungsende — gemessen innerhalb von 15 Minuten — bei Kiefern- und Tannenholz $\leqq$ 5 l je m^3 Holz und bei Fichten-/Lärchenholz $\leqq$ 3 l je m^3 Holz betragen. Bei Unterschreiten der Werte darf die Druckphase nach weiteren 30 Minuten beendet werden. Gesamte Lösungsaufnahme durch Fichtenholzmasten ca. 150 bis 250 l/m^3 Holz, durch Kiefernholzmasten ca. 300 bis 500 l/m^3 Holz. Mindesteindringtiefe des Holzschutzmittels bei Fichtenholzmasten 1 cm. Bedeutung des Verfahrens: ca. 30% der vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten werden nach diesem Verfahren getränkt. Bei Fichtenholzmasten kann durch Anstechen oder Anbohren des Mastfußes (mechanische Vorbehandlung) vor dem Tränken die Eindringtiefe des Holzschutzmittels auf mindestens 3 cm und die Lösungsaufnahme auf mindestens 210 l/m^3 Holz erhöht werden. Die Verfahren der mechanischen Vorbehandlung sind ab 1968 vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) zugelassen und in der Fernmeldetechnischen Zentralamts-(FTZ-) Richtlinie Rl Nr. 05 festgelegt. *Wefers*

Vakuumfaktor → Glühkathode.

Vakuumröhre → Elektronenröhre.

Vakuumtiefziehen. Beim V. wird das Werkstück (Platte oder Folie) durch den Spannrahmen mit dem Formgehäuse luftdicht abgeschlossen. Die Umformung zum Fertigteil erfolgt dann an der durch Wärmeeinwirkung bildsam gemachten Kunststoffplatte, indem die Luft aus dem Raum zwischen Platte und Formwand abgesaugt wird. Dabei legt sich die Platte an die Formwand an und bildet so ein genaues Abbild des vorgegebenen Profils. Wesentlich ist, daß die Kanäle zum Absaugen der Luft so angeordnet sind, daß keine Luftpolster zwischen Platte und Formwand entstehen können. Die Vorteile des Verfahrens liegen bei den niedrigen Werkzeugkosten, da nur eine Formhälfte erforderlich ist. Das V. erfolgt auf Vakuum-Formmaschinen, die entweder für Einzelfertigung oder für halbselbsttätige Arbeitsweise eingerichtet sind.

Literatur: Kunststoff-Lexikon, Carl Hanser Verlag, Dr. K. Stoeckhert, 1958.

Valenzband → Bandstruktur der Halbleiter, → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Valenzbindung → Bändermodell des Halbleiters.

Valenzelektron → Bändermodell des Halbleiters, → Leitungsmechanismus in Halbleitern.

Van-Allen-Gürtel → Magnetosphäre.

Var. Die Einheit Watt darf bei Angabe von elektrischen Blindleistungen als Var, Kurzzeichen var, bezeichnet werden.

Varaktor diffundierte oder epitaxische Halbleiterdiode (Si oder GaAs), deren spannungsabhängige, nichtlineare Sperrschichtkapazität ausgenutzt wird. Angelegte Sperrspannung U verbreitert die Raumladungsschicht des → pn-Überganges, d. h. verringert dessen Kapazität C nach

$$C = \frac{C_0}{\sqrt[n]{1 + \frac{U}{U_D}}} \quad \text{mit } n = 2 \dots 3$$

C_0 = Kapazität im Nullpunkt
U_D = Diffusionsspannung

Anwendung als Frequenzvervielfacher, Modulator, Mischer, elektronisches Nachstimmelement und insbesondere zur parametrischen Verstärkung, wobei die Güte des V. $Q = \frac{1}{\omega C R_s}$ (C = V.-Kapazität, R_s = Serienwiderstand des V.) ein Qualitätsmerkmal ist. V. arbeiten z. Z. bis annähernd 1000 GHz. Die Schaltspeicherdiode (auch snap-off-varactor) zeigt beim Übergang von Fluß- zu Sperrichtung einen sehr abrupten Stromsprung und wird zur Frequenzvervielfachung eingesetzt (Wirkungsgrad sinkt mit $1/n^2$).

Varianz. Wichtigstes Maß für die Streuung. Die V. ist ein Merkmal für die Abweichung der Einzelwerte x_i von ihrem arithmetischen Mittelwert $\overline{x}$.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2$$

s^2: Varianz, n: Anzahl der Einzelwerte x_i.

Die Quadratwurzel aus der V. nennt man → Standardabweichung.

Variationston. Ein reiner → Ton besitzt neben seiner konstanten Schwingungszahl auch eine konstante Amplitude. Wird jedoch diese Amplitude periodisch geändert, treten Variationstöne auf. Liegt die Frequenz der Amplitudenänderung zwischen 1 und 20 Hz, so empfindet das Ohr deutliche Amplitudenschwankungen, liegen sie zwischen 20 und 100 Hz, wird der Ton als »rauh« empfunden, und über 100 Hz werden Seitenfrequenzen wahrgenommen.

Literatur: R. Feldtkeller u. E. Zwicker, Acusti ca 3. (AB) 1953.

Varistor → Knallgeräusche.

Vaseline ist eine salbenartige, durchscheinende, gelbe, geruchlose Masse, die aus den bei 220° C noch nicht flüchtigen Bestandteilen der Erdöldestillation gewonnen wird. Es ist ein amorphes Gemisch fester und flüssiger Kohlenwasserstoffe, das zwischen 35 und 45° C schmilzt, ϱ 0,855–0,880. V. wird zum Einfetten von Maschinenteilen als Korrosionsschutz verwendet und ist neben Talkum und Kalziumseifen Bestandteil von Kabelgleitfett und Frostschutzfett.

VDE → Verband Deutscher Elektrotechniker.

VDE-Prüfstelle. Vom Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. 1920 gegründete Einrichtung zur Prüfung elektrotechnischer Erzeugnisse auf Übereinstimmung mit den VDE-Bestimmungen und verwandten Unterlagen. Bei Einhaltung der jeweiligen Prüfbestimmung und bei Erfüllung einiger organisatorischer und rechtlicher Voraussetzungen erhält der Hersteller die Genehmigung zum Benutzen eines gesetzlich geschützten VDE-Verbandszeichens (siehe unten) für das betreffende Erzeugnis.

1. Sicherheitstechnische Prüfungen. Aufgrund der Tatsache, daß der VDE in freiwilliger Selbstverwaltung unter Hinzuziehung aller interessierten Kreise — einschl. der Behörden — im besonderen Maße Sicherheitsbestimmungen zum Schutz von Mensch und Gut aufstellt, prüft die VDE-Prüfstelle überwiegend Erzeugnisse, auf Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsbestimmungen. Hervorzuheben sind die sicherheitstechnischen Prüfungen von Fernmeldegeräten nach VDE 0804, Ton- und Fernsehrundfunkempfängern nach VDE 0860, implosionssicheren Bildröhren nach VDE 0868 sowie von Kabeln, Leitungen, Schnüren und Litzen für Fernmeldeanlagen nach VDE 0812



Bild 1. VDE-Zeichen.

bis 0818. Verbandszeichen für diesen Bereich sind das VDE-Zeichen (Bild 1), das VDE-PR-Zeichen, die einfädig bedruckten VDE-Kennfäden »schwarz-rot« und »schwarz-rot-gelb« für isolierte Leitungen und Kabel sowie das VDE-Kennzeichen für kunststoffisolierte Leitungen (Bild 2).



Bild 2. VDE-Kennzeichen für kunststoffisolierte Leitungen.

2. Funkstörungsmessungen. Wegen der zunehmenden Bedeutung der Funk-Entstörung als Maßnahme zur Erzielung eines einwandfreien Funkempfangs führt die VDE-Prüfstelle seit 1951 Funkstörungsmessungen an fabrikneuen Erzeugnissen durch, so an Hoch-

frequenzgeräten nach VDE 0871, Ton- und Fernsehrundfunkempfängern nach VDE 0872, Geräten, Maschinen und Anlagen nach VDE 0875 sowie an Hochspannungszündanlagen von Verbrennungsmotoren nach VDE 0879. Bei positivem Ergebnis der Prüfung wird die Genehmigung zum Benutzen



Bild 3. VDE-Funkschutzzeichen.

des Funkschutzzeichens erteilt (Bild 3). Diese Funkstörungsmessungen werden nach vertraglichen Vereinbarungen von der Deutschen Bundespost anerkannt und bilden die Grundlage für die Ausstellung von Urkunden mit FTZ-Prüfnummer.

3. Gütebestätigung von Bauelementen der Elektronik. Der Einsatz von Bauelementen der Elektronik (Transistoren, Elektronenröhren usw.) besonders in Geräten und Anlagen, bei denen erhöhte Anforderungen an die Funktionssicherheit gestellt werden,



Bild 4. Elektronik-Prüfzeichen.

z. B. Datenverarbeitungsanlagen, Nachrichtensatelliten, machte es erforderlich, diese Bauelemente nach Normen zu prüfen, die diesem besonderen Einsatz Rechnung tragen. Das Verbandszeichen für diese Art der Prüfung ist das sogenannte »Elektronik-Prüfzeichen«, das aus der Buchstabenfolge VDE, der jeweiligen Genehmigungsnummer (25) und der Nummer des Fertigungsloses (632875) besteht (Bild 4). *Warner*

VDE-Störungsmeßdienst → VDE-Prüfstelle 2.

VDI → Verein Deutscher Ingenieure.

Vektoren und Skalare. Die Vorgänge an den einzelnen Stellen eines Feldes beliebiger Art lassen sich mit Bezug auf einen Teil der physikalischen Größen schon dadurch beschreiben, daß man ihnen für einen bestimmten Ort und eine bestimmte Zeit einen durch eine einzige Angabe in einer bestimmten Einheit festgelegten Wert zuschreibt. So ist die Temperatur oder die Dichte einer Substanz an einer bestimmten Stelle und zu einer bestimmten Zeit durch je eine einzige Angabe völlig bestimmt. Größen dieser Art heißen Skalare. Bei anderen Ortsfunktionen, z. B. Kräften, Geschwindigkeiten, genügt die Angabe der Größe nicht, weil sie eine bestimmte Richtung haben. Solche Größen heißen Vektoren. Man stellt sie dar durch eine Strecke, die mit dem Vektor gleiche Richtung hat und deren Länge in einem passenden Maß gleich der Größe des Vektors gemacht wird. Man nennt dies Maß den Betrag des Vektors. Vektoren für Größen dieser Art heißen polar.

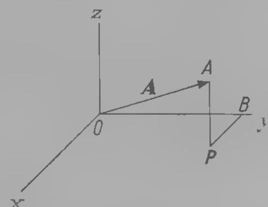
Andere gerichtete Größen, z. B. Drehmomente oder Drehbewegungen, können nicht durch Angabe einer Richtung bestimmt werden, sondern nur durch Bezeichnung der Lage einer Ebene, z. B. der Ebene des Hebelarms der Kraft oder der augenblicklichen Drehungsebene. Man stellt diese Größen in übertragenem Sinne durch eine gerichtete Linie dar, nämlich die Senkrechte im Sinne des Rechtssystems (→ Koordinatensystem) auf der genannten Ebene, wobei die Länge dieser Senkrechten den Betrag des Vektors bezeichnet. Auch einem Flächenelement wird in diesem Sinne ein Vektor zugeordnet, wobei man einen bestimmten Umlaufsinn in seiner Umgrenzung festlegen muß. Wegen der Notwendigkeit dieser Bezugnahme auf einen bestimmten Drehsinn heißen Vektoren für Größen der zweiten Art axial.

Die elektrische und die magnetische Feldstärke verhalten sich zueinander wie polare und axiale Vektoren.

Ist in einem räumlichen oder ebenen Bereich eine physikalische Größe durch eine vektorielle Ortsfunktion gegeben (z. B. Kraft, elektrische Feldstärke usw.), so bedeutet das, daß in jedem Punkt dieses Bereichs ein die physikalische Größe beschreibender Vektor definiert ist. Die Gesamtheit dieser Vektoren bilden ein Vektorfeld.

Zieht man durch das Vektorfeld eine Linie, welche an jeder Stelle die Richtung des dort definierten Vektors hat, so erhält man eine Vektorlinie. Um auch die Stärke des Vektorfeldes in einem Punkt zu charakterisieren, teilt man ein zur Feldrichtung senkrechtes Flächenelement ΔF ab und vereinbart: Die Anzahl Δn der das Flächenelement ΔF durchsetzenden Feldlinien (Fluß des Vektors durch das Flächenelement, Integral 3.) ist gleich dem Produkt aus dem Betrag des Vektors und dem Flächenelement.

Eine Vektorröhre entsteht, wenn man durch die Punkte einer geschlossenen Linie, die eines oder mehrere solcher Flächenstücke umschließt, die geometrischen Linien zieht, welche überall mit der Richtung des Vektors zusammenfallen (→ Stromfaden).



Vektor und seine Komponenten.

Wenn man einen einzelnen Vektor nach Größe und Richtung beschreiben will, so muß man zunächst ein festes Bezugssystem wählen, z. B. ein rechtwinkliges, cartesisches Koordinatensystem (→ Koordinatensystem) der Achsen x, y, z (s. Bild). Man

bezeichnet die gerichtete Strecke O A durch einen fettgedruckten Buchstaben als Vektor $\boldsymbol{A}$, seine Länge heißt Betrag des Vektors $\boldsymbol{A}$ und wird geschrieben $|\boldsymbol{A}|$. Der von O nach A weisende Vektor $\boldsymbol{A}$ ist bestimmt, wenn seine Projektionen $A_x = BP$, $A_y = OB$ und $A_z = PA$ in die Richtungen der drei Achsen, die sog. Komponenten des Vektors, bekannt sind.

Bezeichnet man den Winkel zwischen $\boldsymbol{A}$ und der x-Achse durch $(\boldsymbol{A}, x)$ usw., so besteht für die Projektion A_x von $\boldsymbol{A}$ auf die x-Achse die Beziehung $A_x = |\boldsymbol{A}| \cos(\boldsymbol{A}, x)$ und ähnliche für die anderen. Um hauptsächlich Richtungen zu bezeichnen, verwendet man Einheitsvektoren, also Vektoren von dem Betrage 1. Es ist üblich, Einheitsvektoren, welche in die Richtung der drei aufeinander senkrechten Achsen fallen, mit $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ zu bezeichnen. Im übrigen kann man einen dem Vektor $\boldsymbol{A}$ gleichgerichteten Einheitsvektor durch $\dfrac{\boldsymbol{A}}{|\boldsymbol{A}|}$ ohne Benutzung besonderer Zeichen darstellen. Der Vektor, der denselben Betrag wie $\boldsymbol{A}$ aber die zu $\boldsymbol{A}$ entgegengesetzte Richtung hat, heißt Gegenvektor von $\boldsymbol{A}$; man schreibt ihn $(-\boldsymbol{A})$. Der Vektor $\boldsymbol{0}$ mit dem Betrag 0 heißt Nullvektor; seine Richtung ist unbestimmt. Über Aufgaben mit mehreren Vektoren → Vektorrechnung. *Gerber*

Vektorpotential → Potential.

Vektorrechnung. Die V. umfaßt die besonderen Regeln, nach denen man beim Rechnen mit → Vektoren zu verfahren hat, um zu berücksichtigen, daß diese nicht nur durch eine bestimmte Größe, sondern auch durch eine bestimmte Richtung gekennzeichnet sind. Grundsätzlich lassen sich die Vektoren durch ihre → Komponenten bezüglich eines → Koordinatensystems darstellen. Da diese Komponenten Skalare (→ Vektoren und Skalare) sind, wird somit die V. auf die bekannte Rechnung mit skalaren Größen zurückgeführt. Der eigentliche Vorteil der V. liegt aber

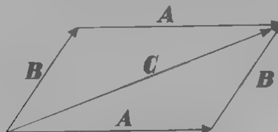


Bild 1. Vektorielle Addition.

darin, daß man mit Vektoren arbeiten kann, ohne sie auf ein bestimmtes Koordinatensystem zu beziehen. Das bedeutet eine wesentliche Vereinfachung des mathematischen Apparates zur Beschreibung physikalischer und technischer Vorgänge.

I. Elementare Rechnung: a) Addition. Selbstverständlich ist die Addition eines Vektors mit einem Skalar unmöglich. Die Addition zweier Vektoren ist nur dann sinnvoll, wenn es sich um dieselbe Art von Vektoren handelt, z.B. zwei Kräfte $\boldsymbol{A}$ und $\boldsymbol{B}$, die auf denselben Massenpunkt wirken. Sie lassen sich ersetzen durch eine einzige Kraft $\boldsymbol{C} = \boldsymbol{A} + \boldsymbol{B}$, welche die Summe der Vektoren $\boldsymbol{A}$ und $\boldsymbol{B}$ genannt wird. Man erhält sie, wenn man den 2. Summanden $\boldsymbol{B}$ mit seinem Pfeilende an die Pfeilspitze des 1. Summanden $\boldsymbol{A}$ anfügt. $\boldsymbol{C}$ ist dann der Vektor, der vom Pfeilende von $\boldsymbol{A}$ zur Pfeilspitze von $\boldsymbol{B}$ weist. (Bild 1.) Da $\boldsymbol{C}$ die Diagonale in dem von den Vektoren $\boldsymbol{A}$ und $\boldsymbol{B}$ aufgespannten Parallelogramm ist, gilt $\boldsymbol{A} + \boldsymbol{B} = \boldsymbol{B} + \boldsymbol{A}$. Die Addition von mehr als zwei Vektoren erfolgt durch Addition der Summe der ersten beiden Vektoren mit dem dritten Vektor usw. Subtraktion bedeutet Addition des Gegenvektors (→ Vektoren und Skalare), also $\boldsymbol{A} - \boldsymbol{B} = \boldsymbol{A} + (-\boldsymbol{B})$.

Im Koordinatensystem (wir beschränken uns auch im folgenden immer auf räumlich cartesische Koordinaten) ergeben sich die → Komponenten des Summenvektors als die Summen der entsprechenden Komponenten der Summanden: $C_x = A_x + B_x$ usw.

b) Multiplikation eines Skalars mit einem Vektor. Der Vektor $p \cdot \boldsymbol{A}$, wobei p eine skalare Größe ist, hat für $p > 0$ dieselbe, für $p < 0$ die entgegengesetzte Richtung wie der Vektor $\boldsymbol{A}$ und den p-fachen Betrag von $\boldsymbol{A}$, also $|p\boldsymbol{A}| = p \cdot |\boldsymbol{A}|$. — Jeder Vektor $\boldsymbol{A}$ läßt sich in cartesischen Koordinaten mit Hilfe seiner Komponenten A_x, A_y, A_z und der Einheitsvektoren $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ in Richtung der 3 Achsen darstellen als Linearkombination

$$\boldsymbol{A} = A_x \boldsymbol{i} + A_y \boldsymbol{j} + A_z \boldsymbol{k}.$$

c) Skalarprodukt. Zwei Vektoren $\boldsymbol{A}$ und $\boldsymbol{B}$ werden so miteinander multipliziert, daß das Produkt eine skalare Größe ist:

$$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = (\boldsymbol{A}\boldsymbol{B}) = |\boldsymbol{A}| \cdot |\boldsymbol{B}| \cdot \cos(\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}).$$

Wegen der Symmetrieeigenschaft der Cosinusfunktion ist das Skalarprodukt kommutativ, d. h. $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = \boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{A}$. Es bedeutet $\boldsymbol{A}^2 = \boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{A} = |\boldsymbol{A}|^2 = A^2$. Aus $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = 0$ kann man nicht schließen, daß einer der beiden Vektoren der Nullvektor ist; das Skalarprodukt ist nämlich auch dann Null, wenn die beiden Vektoren aufeinander senkrecht stehen.

Wohl das bekannteste Skalarprodukt der Physik ist der mechanische Begriff der Arbeit: $A = \boldsymbol{K} \cdot \boldsymbol{s}$; genauer: Wird durch die Kraft $\boldsymbol{K}$ ein Massenpunkt um den differentiellen Weg $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ verschoben, so beträgt die verrichtete Arbeit $\mathrm{d}A = \boldsymbol{K} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{s}$.

In räumlich cartesischen Koordinaten läßt sich das Skalarprodukt durch die Komponenten ausdrücken $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$. — Faßt man die Vektoren als einspaltige → Matrizen auf:

$$\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ A_z \end{pmatrix}, \qquad \boldsymbol{B} = \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix},$$

so ist das Skalarprodukt dasselbe wie das (in diesem Fall kommutative) Matrizenprodukt (→ Matrix) $\boldsymbol{A}\tilde{\boldsymbol{B}}$ der Matrix $\boldsymbol{A}$ mit der zu $\boldsymbol{B}$ transponierten Matrix $\tilde{\boldsymbol{B}}$. Das Produkt ist hier eine Matrix mit einer Zeile und einer Spalte, also eine reine Zahl.

d) Vektorprodukt. Aus den beiden Vektoren $\boldsymbol{A}$ und $\boldsymbol{B}$ definiert man einen neuen Vektor, der durch das Symbol $[\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}]$ oder $\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}$ bezeichnet wird

und folgende Eigenschaften hat: Sein Betrag ist gleich dem Produkt $|A| \cdot |B| \cdot \sin(A, B)$, also gleich dem Flächeninhalt des von A und B aufgespannten Parallelogramms (Bild 1). Seine Richtung ist senkrecht zu diesem Parallelogramm, derart, daß A, B und der Produktvektor $[A,B]$ in dieser Reihenfolge ein räumliches → Rechtssystem bilden. Hieraus folgt, daß das Vektorprodukt alternierend ist, d. h. $[A,B] = -[B,A]$. — Das Vektorprodukt zweier paralleler oder antiparalleler Vektoren ist 0, ebenso ist $[A,A] = 0$.

Das Vektorprodukt läßt sich mit Hilfe der Komponenten und Einheitsvektoren als → Determinante schreiben:

$$[A, B] = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}.$$

Es ist also $[A, B]_x = A_y B_z - A_z B_y$, usw.

e) Weitere Rechenregeln: Aus den Definitionen I a) bis I d) ergeben sich folgende, für alle Vektoren gültige Rechenregeln:

(1) $$A[B, C] = B[C, A] = C[A, B].$$

Die Regel (1) ergibt sich aus der Anschauung, daß jede der drei Formen nach der Definition des skalaren und des Vektorprodukts den Inhalt des aus den drei Vektoren ableitbaren Parallelpipeds darstellt. Daher ist auch

(2) $$A[A, B] = 0.$$

Man hat ferner

(3) $$A(B + C) = (AB) + (AC),$$

(4) $$[A, B + C] = [A,B] + [A,C],$$

(5) $$[A, [B, C]] = B(AC) - C(AB),$$

(6) $$[A, B][C, D] = (AC)(BD) - (AD)(BC),$$

(7) $$[[A, B], [C, D]] = C(A[B,D]) - D(A[B,C]),$$

(8) $$(AB)^2 + [A,B]^2 = A^2 B^2.$$

II. Differentialrechnung: Gewöhnlich verhält sich ein Vektor an den verschiedenen Stellen eines Feldes stetig. Die Untersuchung seiner örtlichen Verschiedenheit führt in diesem Falle zu Differentialquotienten, und zwar partiellen, weil ein in der Physik und Technik betrachtetes Vektorfeld praktisch immer zwei- oder dreidimensional ist. Man unterscheidet 3 Differentialoperationen:

a) Gradient. Gegeben ist eine skalare Ortsfunktion p, z. B. die Temperatur in einem Raume mit einem geheizten Ofen. Betrachtet man den Funktionswert in einem beliebigen Aufpunkt, so wird er sich im allgemeinen verschieden stark ändern, wenn man vom Aufpunkt aus in verschiedenen Richtungen zu benachbarten Funktionswerten übergeht. Diejenige Richtung, in welcher die Funktion am schnellsten wächst und der Betrag der Änderung des Funktionswerts definieren Richtung und Betrag eines Vektors $A = \operatorname{grad} p$, welcher der Gradient von p heißt. Der partielle Differentialquotient $\frac{\partial p}{\partial s}$ ergibt also die → Komponente A_s des Gradienten in Richtung der Strecke ds. — Bezogen auf ein räumlich cartesisches Koordinatensystem ist

$$\operatorname{grad} p = \frac{\partial p}{\partial x} i + \frac{\partial p}{\partial y} j + \frac{\partial p}{\partial z} k.$$

Den negativen Wert des Gradienten nennt man auch Gefälle (Temperatur-, Potentialgefälle).

b) Divergenz eines Vektors. Ihr Begriff ergibt sich aus der Aufgabe, zu ermitteln, ob von einer bestimmten Stelle des Feldes Linien des Vektors A ihren Ursprung nehmen oder nicht. Denkt man sich in das Feld eine geschlossene Fläche hineinkonstruiert, welche die betrachtete Stelle umgibt, z. B. eine Kugelfläche, deren Mittelpunkt der Aufpunkt ist, und ihre Oberfläche in beliebiger Weise in Teile zerlegt, so treten an jeder Stelle eine bestimmte Anzahl von Vektorlinien ein oder aus. Setzen wir voraus, daß wir sie zählen können, wobei austretende als positiv, eintretende als negativ gelten, so wird die Addition für alle Teile der Oberfläche einen Überschuß der austretenden dann ergeben, wenn es sich um eine Ursprungsstelle oder Quelle im Felde handelt. Die nähere Untersuchung zeigt, daß dieser Überschuß für eine hinreichend klein gewählte Fläche gleich dem Produkt aus dem von ihr umschlossenen Raum dv mit dem Werte ist, den eine bestimmte skalare Funktion des Vektors für die betrachtete Stelle hat. Diesen Wert, der also als die Zahl der aus einer kleinen Raumeinheit an der betrachteten Stelle entspringenden Linien des Vektors A bezeichnet werden kann, nennt man die Divergenz von A, im Formelzeichen $\operatorname{div} A$.

Die Divergenz kann je nach der Lage auch negativ oder gleich Null sein, das erstere dann, wenn die eintretenden Vektorlinien zahlreicher sind als die austretenden. Man nennt eine solche Stelle auch eine Senke. Ist die Divergenz gleich Null, so treten ebenso viele Vektorlinien ein wie aus, es gibt daher nur durchlaufende.

In räumlich cartesischen Koordinaten ist die Divergenz des Vektors A die Summe der partiellen Ableitungen der Vektorkomponenten nach jeweils der entsprechenden Koordinate:

$$\operatorname{div} A = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z},$$

also eine skalare Größe.

c) Rotation eines Vektors. In gewissen Vektorfeldern gibt es Stellen, an denen die Vektorlinien in sich geschlossen sind, so daß also ein dem Antrieb des Vektors unterliegendes frei bewegliches Objekt in dem Felde eine geschlossene Bahn beschreiben würde. Man nennt solche Stellen Wirbel. Ein Wirbel ist außer durch die Stärke des Umtriebs durch eine Achse bestimmt, also ein Vektor. Ob in bezug auf eine beliebig gewählte Achse an einer bestimmten Stelle des Feldes ein Wirbel besteht, läßt sich dadurch

feststellen, daß man dort in einer zur Achse senkrechten Ebene um die Achse eine geschlossene Linie konstruiert, sie in kleine Teile zerlegt und prüft, welchen Wert die Summe der Beträge hat, die sich für jeden Teil als Produkt aus seiner Länge und der mit dieser gleichgerichteten Komponente des Feldvektors $\boldsymbol{A}$ ergeben. Denn diese Summe stellt die Arbeit dar, welche das Feld geleistet hat, wenn es die Einheitsmenge des bewegten Objektes einmal herumgeführt hat. Die nähere Untersuchung ergibt, daß diese Arbeit bei hinreichend engumschließender Linie gleich dem Produkt aus dem Inhalt der umschlossenen ebenen Fläche mit dem Wert einer Ortsfunktion des

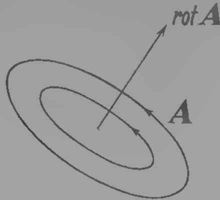


Bild 2. Wirbelfeld $\boldsymbol{A}$ und rot $\boldsymbol{A}$

Vektors $\boldsymbol{A}$ ist. Unter den möglichen Lagen der Achse wird eine bestimmte den größten Wert dieser Ortsfunktion ergeben. Ihre Lage bestimmt die Richtung, der gefundene Wert den Betrag eines neuen Vektors, welcher die Rotation von $\boldsymbol{A}$, im Formelzeichen rot $\boldsymbol{A}$ oder auch curl $\boldsymbol{A}$ heißt (Bild 2).

In räumlich cartesischen Koordinaten lauten die Komponenten des Vektors rot $\boldsymbol{A}$ folgendermaßen:

$$\operatorname{rot}_x \boldsymbol{A} = \frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z},$$

$$\operatorname{rot}_y \boldsymbol{A} = \frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x},$$

$$\operatorname{rot}_z \boldsymbol{A} = \frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y}.$$

Im elektrischen Feld (Strömung) gibt es Wirbel nur, wenn eingeprägte Kräfte oder veränderliche Magnetfelder mitwirken; im magnetischen Feld nur bei Verkettung mit elektrischen Strömen.

d) Die zu Beginn des Abschnitts II aufgestellte Voraussetzung eines stetigen Feldes ist hier und da wenigstens scheinbar nicht erfüllt, so an der Grenze zwischen einem elektrisch geladenen Leiter und einem Nichtleiter, an der freien Oberfläche einer Strömung, an der Berührungsfläche von Metall und Elektrolyt in einer galvanischen Zelle. Es sei erwähnt, daß für diese Fälle die besonderen Operationen der Flächendivergenz, des Flächenwirbels und des Flächengradienten definiert werden.

e) Weitere Differentialformeln:

(1) $\operatorname{div}(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}) = \operatorname{div}\boldsymbol{A} + \operatorname{div}\boldsymbol{B}$,

(2) $\operatorname{rot}(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}) = \operatorname{rot}\boldsymbol{A} + \operatorname{rot}\boldsymbol{B}$,

(3) $\operatorname{grad}(p+q) = \operatorname{grad} p + \operatorname{grad} q$,

(4) $\operatorname{div}\operatorname{rot}\boldsymbol{A} = 0$,

(5) $\operatorname{rot}\operatorname{grad} p = 0$.

Die beiden letzten sprechen die Sätze aus, daß ein Wirbelfeld quellenfrei ist und daß das Feld eines Vektors, der sich als Gradient einer skalaren Funktion darstellen läßt, wirbelfrei ist. Wir führen ferner die Regeln an

(6) $\operatorname{div}[\boldsymbol{A},\boldsymbol{B}] = \boldsymbol{B}\operatorname{rot}\boldsymbol{A} - \boldsymbol{A}\operatorname{rot}\boldsymbol{B}$,

(7) $\operatorname{div}(p\operatorname{rot}\boldsymbol{A}) = \operatorname{grad} p \cdot \operatorname{rot}\boldsymbol{A}$.

f) Laplace-(Delta-)Operator: ist ein Differentialoperator 2. Ordnung. Er ist definiert als

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

und stellt einen Skalar dar, wenn er auf eine skalare Ortsfunktion p angewandt wird

(1) $$\Delta p = \operatorname{div}(\operatorname{grad} p) = \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2},$$

hingegen einen Vektor, wenn er auf eine vektorielle Ortsfunktion $\boldsymbol{A}$ angewandt wird

(2) $$\Delta\boldsymbol{A} = \operatorname{grad}(\operatorname{div}\boldsymbol{A}) - \operatorname{rot}(\operatorname{rot}\boldsymbol{A}),$$

dessen x-Komponente also lautet

$$\Delta_x\boldsymbol{A} = \frac{\partial^2 A_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_x}{\partial z^2}$$

(entsprechend die anderen).

Sind u und v zwei skalare Ortsfunktionen, so gilt die Beziehung

(3) $\operatorname{grad} u \cdot \operatorname{grad} v = \operatorname{div}(u \cdot \operatorname{grad} v) - u \cdot \Delta v$

g) Hamilton-(Nabla-)Operator ist definiert als

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\boldsymbol{i} + \frac{\partial}{\partial y}\boldsymbol{j} + \frac{\partial}{\partial z}\boldsymbol{k}.$$

Mit seiner Hilfe lassen sich Gradient, Divergenz und Rotation gleichartig ausdrücken. Man rechnet mit dem Operationssymbol wie mit einem Vektor und kann nun auf drei verschiedene Arten Produkte bilden:

1. Die Multiplikation des Vektors ∇ mit dem Skalar p ergibt den Vektor

$$\nabla p = \frac{\partial p}{\partial x}\boldsymbol{i} + \frac{\partial p}{\partial y}\boldsymbol{j} + \frac{\partial p}{\partial z}\boldsymbol{k} = \operatorname{grad} p$$

2. Das Skalarprodukt des Vektors ∇ mit dem Vektor $\boldsymbol{A}$ ergibt die skalare Größe

$$\nabla\boldsymbol{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z} = \operatorname{div}\boldsymbol{A}.$$

3. Das Vektorprodukt dieser beiden Vektoren ergibt den Vektor

$$[\nabla, \boldsymbol{A}] = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z}\right)\boldsymbol{i} + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x}\right)\cdot\boldsymbol{j} + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y}\right)\boldsymbol{k} = \operatorname{rot}\boldsymbol{A}.$$

III. Integralsätze: Wenn man die Definition der Divergenz und der Rotation auf Räume endlicher Ausdehnung überträgt, so ergeben sich Sätze, die eine Beziehung zwischen Integralen verschiedener Art aussprechen.

a) Der Satz von Gauß betrachtet einen beliebigen Raum v im Felde und die ihn umschließende Oberfläche f. Die Linien des Vektors $\boldsymbol{A}$ treten durch die Oberfläche teils ein, teils aus, und zwar wird ein Element der Fläche, das als Vektor nach Größe und Richtung durch $\mathrm{d}\boldsymbol{f}$ bezeichnet wird, von $(\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{f})$ Linien durchsetzt. Da die Definition dieses skalaren Produktes den Winkel zwischen $\boldsymbol{A}$ und der (stets nach außen zunehmenden) Normalen enthält, zählt diese Angabe selbsttätig die eintretenden Linien als negativ. Die Summe der austretenden ist das Integral von $(\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{f})$ über die ganze Fläche und wird in der nachfolgenden Gleichung durch den Ausdruck auf der rechten Seite bezeichnet. Nach der Definition der Divergenz gehen aus jedem Raumteil $\mathrm{d}v$ an einer bestimmten Stelle $\operatorname{div}\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}v$ Vektorlinien hervor. Da die aus einem Raumteil entspringenden in den anderen, als nur durchlaufend, nicht mehr gezählt werden, so ist die Gesamtzahl der durch die Oberfläche austretenden Linien auch durch das über den gesamten Raum ausgedehnte Integral von $\operatorname{div}\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}v$ gegeben, und daher folgt der Satz

$$\int_{(v)} \operatorname{div}\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}v = \int_{(f)} (\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{f}),$$

welcher also statt einer Integration über das Innere eines Raumes eine Integration über die ihn umschließende Fläche setzt (→ Integral 3., Integral 4.).

b) Der Satz von Stokes knüpft an die Definition der Rotation an. In einem gegebenen Felde, für das also an jeder Stelle der Feldvektor $\boldsymbol{A}$ und daher auch $\operatorname{rot}\boldsymbol{A}$ als bekannt vorausgesetzt wird, nehmen wir eine beliebig gestaltete Fläche (f) an, die nicht wie unter a) einen Raum völlig umschließt, sondern von einer Linie s berandet wird. Wir teilen die Fläche in Stücke $\mathrm{d}\boldsymbol{f}$, wie Bild 3 veranschaulicht, die Teile

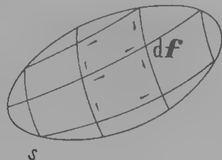


Bild 3. Zusammensetzung eines Wirbels aus Teilwirbeln.

der Randlinien seien mit $\mathrm{d}\boldsymbol{s}$ bezeichnet. Nach der Definition von $\operatorname{rot}\boldsymbol{A}$ gilt für jedes Flächenstück die Gleichung

$$\sum (\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{s}) = (\operatorname{rot}\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{f}),$$

wobei die in den skalaren Produkten enthaltenen Richtungsbeziehungen selbsttätig berücksichtigen, welche Posten positiv und welche negativ sind. Führt man die Summierung über zwei nebeneinanderliegende Flächenstücke aus, so sieht man, daß die auf die gemeinsame Begrenzung entfallenden Teile sich aufheben. Setzt man dies fort, so bleibt immer nur der auf die äußere Begrenzung entfallende Betrag und daher zuletzt der auf die Teile der Randlinie entfallende. Daher die Gleichung

$$\oint_{\bigcirc} (\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{s}) = \int_{(f)} (\operatorname{rot}\boldsymbol{A}\,\mathrm{d}\boldsymbol{f}),$$

welche das Linienintegral über eine geschlossene Linie in ein → Integral 3. umformt.

c) Der Satz von Green folgt aus der Anwendung des Gaußschen Satzes auf Formel II f 3 und ergibt

$$\int_{(f)} U \operatorname{grad} p\,\mathrm{d}\boldsymbol{f} = \int_{(v)} (U\Delta p + \operatorname{grad} U \cdot \operatorname{grad} p)\,\mathrm{d}v.$$

IV. Anwendungsbeispiele: Außer den bei den Definitionen vorstehend angeführten Beispielen aus der Theorie der Elektrizität werden nachstehend einige Beispiele aus der Mechanik besprochen, in denen aus bekannten Voraussetzungen verwickelte Aufgaben mit einfachen Mitteln gelöst werden.

a) Beim Umlauf der Erde um die Sonne S behalten zwei Richtungen im wesentlichen ihre Lage bei, die Achse der Erdbahn und die Achse der Erde. Sie bilden gegeneinander den Winkel ε. Erstere Richtung stellen wir dar durch einen Einheitsvektor $\boldsymbol{n}$, die andere durch einen Einheitsvektor $\boldsymbol{a}$ (Bild 4). Das

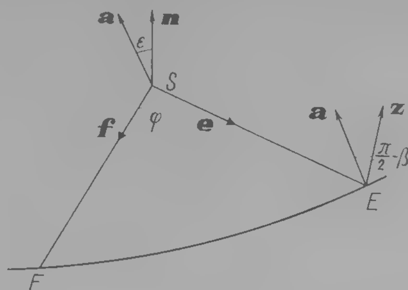


Bild 4. Vektoren beim Umlauf der Erde um die Sonne.

Vektorprodukt beider bestimmt einen Vektor $\boldsymbol{f}$ in der Erdbahn, und wenn wir auch diesem den Betrag 1 geben, so ergibt sich nach der Definition I d die Gleichung $\boldsymbol{f} \sin\varepsilon = [\boldsymbol{n}, \boldsymbol{a}]$. Die Richtung $\boldsymbol{f}$ weise nach dem Frühlingspunkt F. Der Ort E der Erde zu einer bestimmten Zeit des Jahres ergibt einen anderen Einheitsvektor $\boldsymbol{e}$, der mit $\boldsymbol{f}$ den Winkel φ bildet. φ ist wegen der elliptischen Form der Erdbahn eine verwickelte Zeitfunktion, die angenähert als $\omega_1 T$ angegeben werden kann, wenn ω_1 die mittlere Winkelgeschwindigkeit (→ Kreisfrequenz) der Bewegung der Erde um die Sonne, T die seit dem Durchgang durch den Frühlingspunkt verstrichene Zeit ist. Es gilt die Gleichung $\boldsymbol{n} \sin\varphi = [\boldsymbol{f}, \boldsymbol{e}]$. Ein bestimmter Ort auf

der Oberfläche der Erde ist durch den Einheitsvektor $\boldsymbol{z}$ (das Zenit, die Lotrechte) gekennzeichnet, außerdem durch die geographische Länge λ. Der Winkel zwischen $\boldsymbol{a}$ und $\boldsymbol{z}$ ist das Komplement der geographischen Breite β. Es gilt daher ferner die Gleichung $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{z} = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \sin\beta$.

Von den zahlreichen Aufgaben, welche im Zusammenhang mit diesem Tatbestand untersucht werden können, wählen wir die Feststellung der Tageslänge zu einer bestimmten Zeit des Jahres. Die Formung dieser Aufgabe in Vektorsymbolen ist sehr einfach. Die Anschauung sagt, daß der Tag zu der Zeit beginnt oder endet, zu welcher der Winkel zwischen $\boldsymbol{z}$ und $\boldsymbol{e}$ ein Rechter wird, und dieser Zeitpunkt ist der, für den $\boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} = 0$ wird. Dabei ist natürlich die Drehung der Erde um ihre Achse zu berücksichtigen. Die Tageszeit wird bestimmt durch den Winkel, den die Ebene des Meridians des Ortes mit der durch die Erdachse und den Stand der Sonne bezeichneten Ebene bildet. Die Normalen dieser Ebenen können durch die Vektorprodukte von geeigneten in den Ebenen liegenden Vektoren dargestellt werden, und der Cosinus des genannten Winkels wird daher durch das skalare Produkt $[\boldsymbol{a},\boldsymbol{z}] \cdot [\boldsymbol{a},\boldsymbol{e}]$ bezeichnet, wobei wir noch auf die Beträge der Faktoren Rücksicht zu nehmen haben. Andrerseits ist dieser Winkel gleich ωt, wenn t die Zeit von Mitternacht ab, ω die Kreisfrequenz der Erdumdrehung bezeichnet. Der Betrag von $[\boldsymbol{a},\boldsymbol{z}]$ ist gleich $\sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \cos\beta$. Den von $[\boldsymbol{a},\boldsymbol{e}]$ erhalten wir auf folgendem Wege. Wir bilden $[\boldsymbol{f},\boldsymbol{n}] \sin\varphi$ unter Berücksichtigung der für $\boldsymbol{n}\sin\varphi$ gefundenen Gleichung und entwickeln nach Regel Ie5. Es ist

$$[\boldsymbol{f},\boldsymbol{n}] \sin\varphi = [\boldsymbol{f}, [\boldsymbol{f},\boldsymbol{e}]] = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{e} \cdot \boldsymbol{f}) - \boldsymbol{f}^2 \boldsymbol{e} .$$

Wir beachten, daß $\boldsymbol{f}^2 = 1$ und daß $\boldsymbol{e} \cdot \boldsymbol{f} = \cos\varphi$ ist. Daher ist weiter

$$\boldsymbol{a} \cdot [\boldsymbol{f},\boldsymbol{n}] \sin\varphi = \boldsymbol{a}\boldsymbol{f} \cos\varphi - \boldsymbol{a}\,\boldsymbol{e} .$$

Da $\boldsymbol{a}$ auf $\boldsymbol{f}$ senkrecht steht, so ist $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{f} = 0$; mit Regel Ie1 erhält man

$$\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{e} = -\boldsymbol{f}[\boldsymbol{n},\boldsymbol{a}] \sin\varphi = -\sin\varepsilon \sin\varphi ,$$

wobei die oben aufgestellte Gleichung für $[\boldsymbol{n},\boldsymbol{a}]$ benutzt wurde. Da $\boldsymbol{a}$ und $\boldsymbol{e}$ Einheitsvektoren sind, so stellt $-\sin\varepsilon \sin\varphi$ den Cosinus des Winkels von $\boldsymbol{a}$ gegen $\boldsymbol{e}$ dar. Wir setzen $-\sin\varepsilon \sin\varphi = \boldsymbol{a}\,\boldsymbol{e} = \cos\vartheta$. Dann ist $|[\boldsymbol{a},\boldsymbol{e}]| = \sin\vartheta$, also

$$[\boldsymbol{a},\boldsymbol{z}]\,[\boldsymbol{a},\boldsymbol{e}] = \cos\beta \sin\vartheta \cos\omega t .$$

Andrerseits ist dieses Produkt nach Regel Ie6 gleich

$$\boldsymbol{a}^2\, \boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} - (\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{z})(\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{e}) = \boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} - \sin\beta \cos\vartheta .$$

Es folgt also, daß

$$\boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} = \cos\beta \sin\vartheta \cos\omega t + \sin\beta \cos\vartheta ,$$

und für $\boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} = 0$ ergibt sich $\cos\omega t = -\operatorname{tg}\beta / \operatorname{tg}\vartheta$.

So ist z. B. am 21. Juni, wo $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ist, für die Orte des nördlichen Polarkreises, wo $\beta = \frac{\pi}{2} - \varepsilon$ ist, der Wert $\cos\omega t = 1$, der Tag beginnt und endet zur Zeit $t = 0$, also um Mitternacht. Für noch höhere Breiten ergibt $\boldsymbol{z} \cdot \boldsymbol{e} = 0$ einen die Einheit übersteigenden Wert für $\cos\omega t$, was der Tatsache entspricht, daß dort die Sonne zu dieser Zeit überhaupt nicht untergeht.

b) Eine Masse m bewege sich in der Zeit $\mathrm{d}t$ von P (Bild 5) nach P_1, wobei sie die gerichtete Strecke $\mathrm{d}\boldsymbol{r}$ beschreibt. Sie stehe unter der Beschleunigung einer

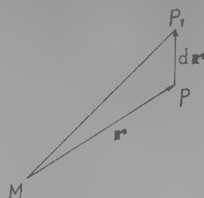


Bild 5. Bewegung im Felde einer Zentralkraft.

stets nach dem Punkt M gerichteten Kraft. Als Vektor wird diese durch $k\boldsymbol{r}$ dargestellt, wobei k ein Skalar ist, der u. a. von dem Entfernungsgesetz abhängt. Setzt man diese Kraft gleich der Änderung des Impulses, so ist

$$k\boldsymbol{r} = m\,\frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2} .$$

Multipliziert man beide Seiten vektoriell mit $\boldsymbol{r}$, so wird die linke Seite nach Id gleich Null. Da ferner gilt

$$\left|\boldsymbol{r}, \frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}\right| = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[\boldsymbol{r}, \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right] - \left[\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}, \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right],$$

und weil der zweite Posten nach derselben Regel verschwindet, so ergibt sich das Gesetz der Bewegung

$$\left|\boldsymbol{r}, \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right| = \mathrm{const}\,(t) .$$

Nach der Definition des Vektorproduktes ist $[\boldsymbol{r}, \mathrm{d}\boldsymbol{r}]$ das Doppelte der Fläche MPP_1; daher hat die von $\boldsymbol{r}$ in der Zeiteinheit beschriebene Fläche eine zeitlich unveränderliche Größe. Die Gleichung sagt aber weiter, daß auch die Normale dieser Fläche zeitlich unveränderlich ist, also daß die Fläche eine durch M gehende Ebene ist. Für jede Art Zentralbewegung werden so zwei der nach Kepler genannten Gesetze für die Gravitationsbewegung in voller Allgemeinheit bewiesen.

Literatur: Valentiner, Vektoren und Matrizen, 3. Aufl. 1963 — Lagally u. Franz, Vorlesungen über Vektorrechnung, 7. Aufl. — Teichmann, Physikalische Anwendungen der Vektor- und Tensorrechnung, 3. Aufl. 1968 — Hellwig, Differentialoperatoren der mathematischen Physik, 1964 — Haas und Hartmann, Vektoranalysis, 3. Aufl. 1966.

Gerber

Vektorröhre → Vektoren und Skalare.

Venn-Diagramm → Informationstheorie.

veraltete Fernsprechbücher. Die von der DBP an ihre Fernsprechteilnehmer gebührenfrei gelieferten amtlichen → Fernsprechbücher (AFeB) bleiben Eigentum der DBP; sie sind zurückzugeben, wenn die nächste Ausgabe der AFeB ausgehändigt oder der Fernsprechanschluß aufgehoben wird. Hierdurch soll verhindert werden, daß veraltete Fernsprechbücher in den Händen der Teilnehmer zurückbleiben. Die Benutzung dieser Bücher führt zu Fehlanrufen, unnötiger Belästigung von Teilnehmern und letztlich zu einer vermehrten Inanspruchnahme der Fernsprechauskunft. Neuerdings kann jedoch von der Rückgabe veralteter AFeB abgesehen werden. Auf dem Innentitel der AFeB wird auf die Bestimmung der Fernsprechordnung verwiesen, nur das neueste amtliche Fernsprechbuch zu benutzen.
Die DBP führt die zurückgegebenen AFeB der Altpapierverwertung zu.

Veranschlagen von Bauvorhaben der Linientechnik → Bauvorhaben der Linientechnik.

Verarmungszone → Metall-Halbleiterkontakte.

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE). Gründung: Gegr. am 22. 1. 1893 in Berlin, neu begr. am 23. 3. 1950 in Frankfurt/Main. Aufgaben lt. Satzung vom 3. 9. 1956, § 2: »Zweck des VDE ist, die auf dem Gebiet der Elektrotechnik oder verwandter Berufszweige tätigen Menschen und Organisationen zusammenzuschließen: a) zur Pflege und Förderung der technischen Wissenschaften und ihrer Anwendungen; b) zur Vertretung der Belange der Elektrotechnik nach außen; c) zur Hebung des Ansehens der Elektrotechniker und des Verantwortungsbewußtseins der Mitglieder gegenüber der Allgemeinheit.« Zu den Aufgaben des VDE gehören insbesondere u. a. die Ausarbeitung, Herausgabe und Auslegung des VDE-Vorschriftenwerks, die Durchführung des VDE-Prüfwesens, die Mitarbeit an der Aufstellung von Normen für die Elektrotechnik sowie die Anregung und Förderung von Forschungsarbeiten.
Organisationen: Neben 24 Bezirksvereinen im Bundesgebiet und West-Berlin gibt es 8 VDE-Hauptausschüsse: 1. Wissenschaftlicher Ausschuß mit 14 Fachgruppen: Grundlagen und Allgemeine Elektrotechnik, Energieerzeugung und -übertragung, Elektrische Bahnen, Elektromaschinenbau und Antriebe, Meßtechnik, Steuerung und Regelung, Umformer, Elektrowärme, Drahtfernmeldetechnik einschließlich Richtfunk, Allgemeine und Theoretische Nachrichtentechnik, Bauelemente der Nachrichtentechnik, Fernsehen und Bildübertragung, Fernmeldetechnische und industrielle Hochfrequenztechnik, Elektrolichttechnik, 2. Technischer Ausschuß, 3. Prüfstellen-Ausschuß, 4. Verlagsausschuß, 5. Zeitschriften-Ausschuß, 6. Haushaltsausschuß, 7. Hochschulausschuß, 8. Ingenieurschulausschuß. — Ferner bestehen zahlreiche VDE-Kommissionen und Arbeitsausschüsse. Mitglieder: rund 16000. Periodika: Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ), Archiv für Elektrotechnik, VDE-Fachberichte (Jahresversammlungsberichte des VDE), VDE-Schnellberichte (Titel von Veröffentlichungen aus der Elektrotechnik und ihren Grundwissenschaften), VDE-Vorschriften, Vorschriften- und Normenanzeiger der Elektrotechnik.
Klan

Verband der Funkamateure der Deutschen Bundespost e. V. (VFDB) → Amateurfunk.

Verbesserungsvorschlag → betriebliches Vorschlagwesen.

Verbinden im handvermittelten Ferndienst ist die Tätigkeit einer → Vermittlungskraft, zwei Sprechstellen mit Hilfe geeigneter Verbindungsmittel so zusammenzuschalten, daß gesprochen werden kann. Die dazu erforderlichen manuellen Tätigkeiten (Stecken der Stöpsel, Rufen, Anfordern bei der Vermittlungskraft der Gegen-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung oder Wählen im halbautomatischen Dienst und das Einleiten des Gesprächs) gehören zum Verbindungsaufbau.

Verbinderdosen → Fernsprechapparate (Dosen).

Verbindung. Das Wort V. hat in der Fernmeldetechnik verschiedene Bedeutungen. Man versteht darunter:
1. Die vorübergehende Zusammenschaltung von Leitungsabschnitten, Sprechstellen oder von anderen Endgeräten durch Wähler oder Verbindungsschnüre, um Nachrichten auszutauschen.
2. Die feste, elektrisch leitende Zusammenschaltung von Bauteilen durch Draht oder andere elektrische Leiter.

Verbindung von Privatfernmeldeanlagen mit anderen Fernmeldeanlagen. Privatfernmeldeanlagen können über Abzweigleitungen mit Fernsprechnebenstellenanlagen verbunden werden. Die Abzweigleitung ist eine Teilnehmereinrichtung und damit Bestandteil des öffentlichen Fernsprechnetzes; sie unterliegt somit den Bestimmungen der Fernsprechordnung und darf bei der Nebenstellenanlage wohl mit den Nebenstellen, nicht aber mit Amtsleitungen verbunden werden.
Privatfernmeldeanlagen und Funkanlagen desselben Inhabers können mit Genehmigung der DBP miteinander verbunden werden.

Verbindungsaufbau → Verbinden im handvermittelten Ferndienst, → Verbindungssatz.

Verbindungsaufbau, überlappender. An → Fernplätzen F 62 besteht bei Verbindungen, die am Fernplatz im → Rückwärtsaufbau hergestellt werden, die zeitsparende Möglichkeit des ü. V., einer fast gleichzeitigen, lediglich um die Tastzeiten verschobenen Verbindungsherstellung in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung. Da die Wählinformation vom Fernplatz codiert gesendet wird, kann die Vermittlungskraft, nachdem sie die Nummer in der einen Richtung eingetastet hat, sofort den zweiten Ausgang des → Verbindungssatzes belegen und in der anderen Richtung, z. B. zum Anmelder hin, wählen. Von beiden Seiten aus werden am Fernplatz Besetztfälle und die Meldung des Angerufenen optisch angezeigt.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim Mittelfranken, S. 128.

Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 36.

An → Fernplätzen F 36 besteht die Möglichkeit, Leitungen wahlweise mit auflaufender Restdämpfung oder dämpfungsfrei miteinander zu verbinden. Zu

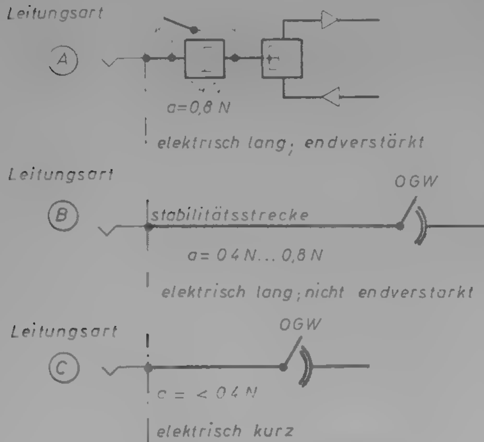


Bild 1. Leitungsarten in FernVStHand F36.

diesem Zweck wird in → handbedienten Fernvermittlungsstellen F 36 (FernVStHand F 36) zwischen elektrisch langen und elektrisch kurzen Leitungen unterschieden (Bild 1). Zu elektrisch langen Leitungen zählen Fernleitungen mit Endverstärker, die einheitlich auf eine Restdämpfung von 0,8 N eingemessen werden (Leitungsart A). Den Abschluß bildet eine hochwertige 600-Ohm-Gabel und die im Zweidrahtweg liegende ausschaltbare → Verlängerungsleitung Vl_d ($a = a_r/2 = 0,4$ N; Z = 600 Ohm). In der Restdämpfung zu 0,8 N ist die Dämpfung der am Anfang und Ende der Fernleitung liegenden Vl_d mit enthalten (Bild 2). Zu elektrisch langen Leitungen zählen auch Leitungen ohne Endverstärker (Bild 1) mit einer Restdämpfung von 0,4 bis 0,8 N (Leitungsart B). Elektrisch kurze Leitungen (Bild 1) sind Leitungen ohne Endverstärker, die zu den Eingangs-

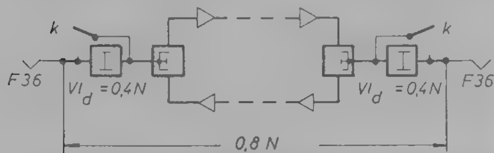
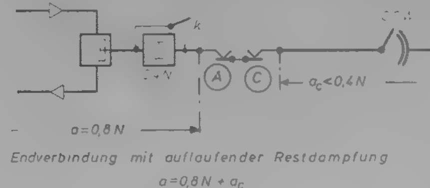
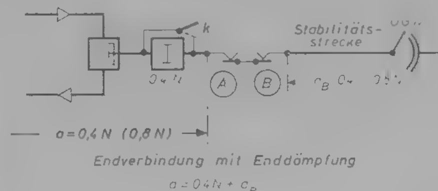


Bild 2. Endverstärkte Fernleitung zwischen zwei FernVStHand F36 (Leitungsart A).

wählern der örtlichen oder benachbarten Ortsvermittlungsstellen führen. Ihre Dämpfung ist kleiner als 0,4 N (Leitungsart C). Ein Abschluß ist hier nicht gewährleistet.

Fernleitungen mit Endverstärker werden mit elektrisch kurzen Leitungen (Bild 3) mit auflaufender Restdämpfung verbunden (Endverbindung). Die Vl_d bleibt eingeschaltet. Sie hat hier die Aufgabe, bei offener Endleitung oder bei Stoßstellen den Rückfluß zu dämpfen, um eine ausreichende Pfeifsicherheit zu gewährleisten. Bei Durchgangsverbindungen zwischen Leitungen mit Endverstärker werden durch selbsttätig wirkende Entdämpfungskennzeichen (→ Entdämpfungskennzeichen F 36) beide Vl_d ausgeschaltet (Bild 3). Das ist gleichbedeutend mit einer Entdämpfung der Verbindung um 2 · 0,4 N = 0,8 N in jeder Durchgangs-FernVStHand, d. h., der Dämpfung der hinzukommenden Leitung von 0,8 N steht eine Entdämpfung um 0,8 N in der Durchgangsvermittlung gegenüber. Gleichgültig, wie viele Fernleitungen mit Endverstärker hintereinander geschaltet werden, beträgt die Restdämpfung einer





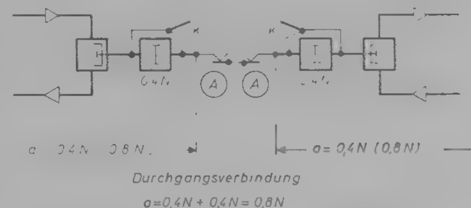


Bild 3. Verbindungsmöglichkeiten in FernVStHand F36.

Leitungskette immer nur 0,8 N (Bild 4). Je 0,4 N entfallen auf den Anfang — den Einstieg in das Weitverkehrsnetz — und das Ende — den Ausstieg aus dem Weitverkehrsnetz — der Leitungskette. Die dazwischenliegenden Leitungen werden auf 0 N entdämpft. Die Vl_d erfüllt bei Durchgangsverbindungen gleichsam die Aufgabe eines zusätzlichen Verstärkers,

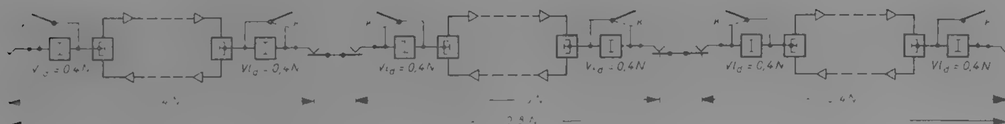


Bild 4. Hintereinanderschaltung von drei endverstärkten Fernleitungen über FernVStHand F 36.

da sie beim Ausschalten eine gespeicherte Verstärkung freigibt. Bei Verbindungen mit elektrisch langen unverstärkten Endleitungen wird die Vl_d der Leitung mit Endverstärker ebenfalls ausgeschaltet (Bild 4). Solche entdämpften Endverbindungen werden mithin um 0,4 N verstärkt.

Jeder Gabel einer Leitung mit Endverstärker ist eine Nachbildung beigegeben. Sie ist auf die unmittelbare Verbindung von zwei Fernleitungen mit Endverstärker bei ausgeschalteten Vl_d abgestellt. Die elektrischen Werte dieser universellen Nachbildung (Amtsnachbildung) sind für alle Leitungen einer FernVStHand im wesentlichen einander gleich (Reihenschaltung Widerstand 600 Ohm und Kondensator 0,7 μF). Die in den Gabelpunkten auftretenden unvermeidbaren, wenn auch geringen, Anpassungsfehler vermindern die → Pfeifsicherheit und begrenzen damit die Reichweite der Technik F 36. Deshalb können nicht beliebig viele Fernleitungen in dieser Weise dämpfungsfrei miteinander verbunden werden. Bei einer Hintereinanderschaltung von fünf bis sechs Leitungen soll noch ausreichende Stabilität gewährleistet sein.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Gänsler

Verbindungsaufbau in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62. Die für den V. benötigten Anzeige- und Steuermittel sind zum Bedienungsfeld des → Fernplatzes F 62 zusammengefaßt. Bild 1 zeigt Anordnung und Aufgabe der Lampen, Tasten und Gesprächszeitmesser an einem Fernplatz mit 6 Verbindungssätzen. Im Höchstfall können mithin an diesem Fernplatz bis zu 6 Verbindungen gleichzeitig bestehen.

Grundsätzlich werden Drucktasten anstelle von Kellogschaltern verwendet. Mit Hilfe von Magnettasten kann die Bedienungsweise wegen der Möglichkeit der elektrischen Verriegelung und elektrischen Auslösung sehr vereinfacht werden. Es ist zwischen den Steuermitteln für die → Verbindungssätze (VbS), die so oft vorhanden sind, wie einem Fernplatz VbS zugeordnet sind, und den auf der linken Seite untergebrachten, nur einmal vorhandenen zentralen Lampen und Tasten zu unterscheiden. Im rechten Teil des Bedienungsfeldes befinden sich die Wähltastatur mit den Wählzifferntasten (1 bis 15), 4 weitere Tasten (AnsT, UT, OT, IT) und die Wahlbereitlampe (WL). Die Bedeutung der einzelnen Tasten und Lampen ist in Bild 1 erläutert. Bild 2 zeigt die wechselseitige Auslösung der Magnettasten.

Ein in der FernVStHand F 62 eintreffender Anruf (→ Anrufverteilung in der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62) belegt gemäß Übersichtsplan (Bild 3) einen → Anrufanschaltesatz (ArAnS) und einen Anrufwähler (ArW), der von der Technik der Anrufverteilung auf einen freien Verbindungssatz

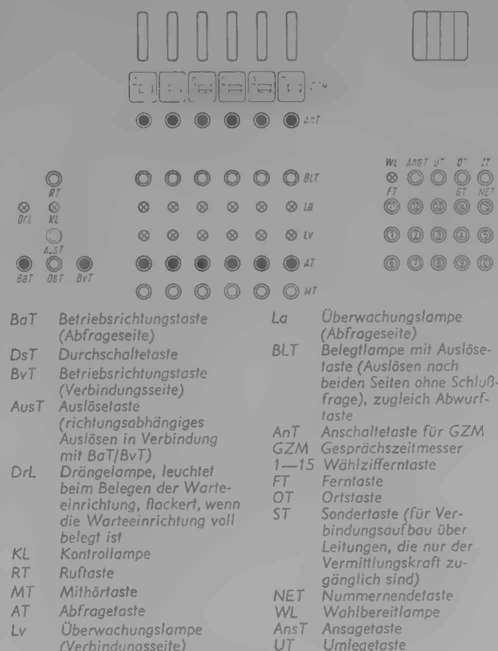


Bild 1. Bedienungsfeld im Ferntisch F 62.

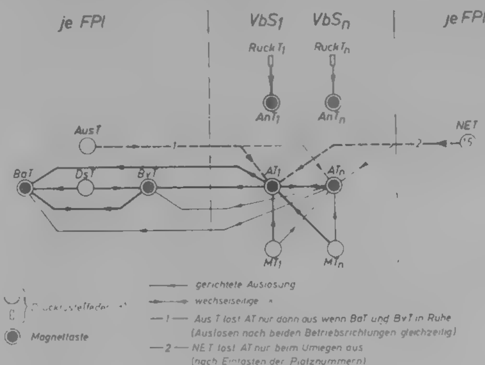


Bild 2. Wechselseitige Auslösung der Magnettasten.

(VbS) des markierten, arbeitsbereiten Fernplatzes eingestellt wird. Am Fernplatz leuchtet die Überwachungslampe der Anrufseite (La). Fernverbindungen werden unter Mitwirkung eines → Fernregisters (FRg), Verbindungen in das eigene Ortsnetz über ein → Ortsregister (ORg) hergestellt. Die Wählinformation wird vom Fernplatz zum FRg und ORg codiert (Binärcode, der jede Ziffer auf zwei Adern als Einfach- oder Doppelimpuls überträgt) gegeben. Vor Beginn der eigentlichen Wahl (Ortskennzahl und Teilnehmernummer) ist eine Richtungstaste (FT oder ST oder OT), nach beendeter Wahl die → Nummernendetaste (NET) zu drücken.

Die Fernrichtungstaste (FT) bietet über einen Anrufsucher für Fernverbindungen (AS_F) und einen → Fernanschaltesatz (FAnS) den Einstieg in das Leitwegsteuernetz der → Landesfernwahl über den I. Fernrichtungswähler (I. FRW), dessen Ausgänge in der Regel mit den Ausgängen einer entsprechenden Richtungswahlstufe des Selbstwählferndienstes parallel geschaltet sind. Bei Verbindungen über Sonderwege — das sind außerhalb des Landesfernwahlnetzes verlaufende Ruf- und Fernwahlleitungen — ist die Sonderrichtungstaste (ST) zu drücken. Die Ortsrichtungstaste (OT) bietet über den Anrufsucher für Ortsverbindungen (AS_O) und den → Gabelanschaltesatz (GaAnS) den Weg in das eigene Ortsnetz. Bei Verbindungen im Rückruf besteht die Möglichkeit des → »überlappenden Verbindungsaufbaues«. Gassenbesetzt, Teilnehmerbesetzt, Gesprächsbeginn und Gesprächsschluß werden von der Überwachungslampe der Verbindungsseite (Lv) optisch angezeigt. La zeigt als Überwachungslampe der Abfrageseite das Verhalten des Anmelders an. Sie leuchtet kurzzeitig während der Dauer einer Impulsreihe bei → Platzherbeiruf und dauernd nach dem Einhängen als Schlußlampe.

Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim Mittelfranken, S. 128. *Gänsler*

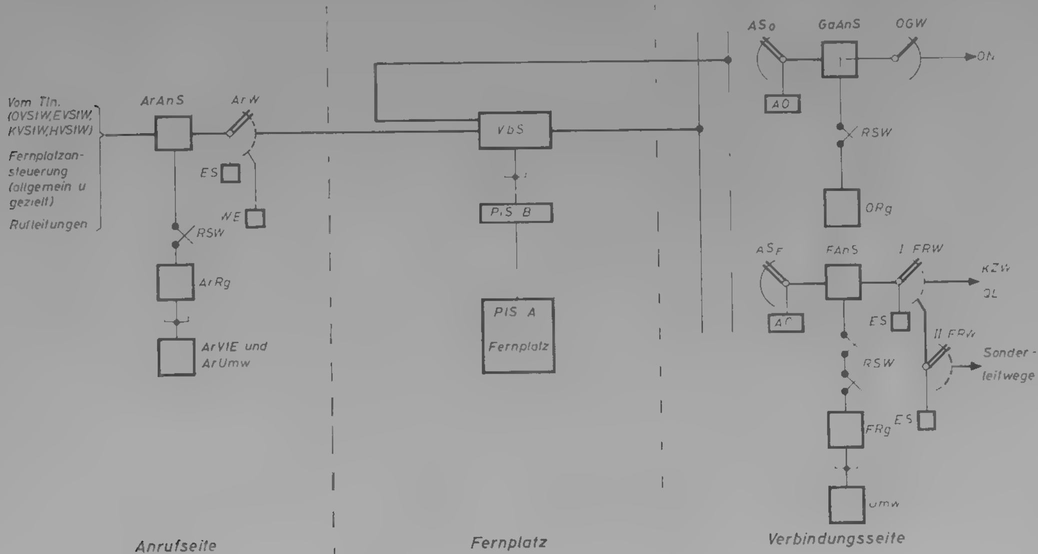


Bild 3. Übersichtsplan einer FernVStHand F62.

Verbindungsaufbau von Vermittlungseinrichtungen → Fernsprechwählsysteme, → Fernwählsystem 62, → Fernverbindung im handvermittelten Ferndienst, → Fernvermittlungsstelle.

Verbindungsaufbauzeit ist die Zeit, die für den Aufbau einer vollständigen Fernverbindung benötigt wird. Unter der Voraussetzung einer Leitweglenkung (mit Überlauf) im Fernnetz ergibt sich immer ein endlicher Wert. Maßgebend ist die Geschwindigkeit a) der Signalisierung (der Zeichenübertragung) zwischen VSt und b) der Durchschaltung (z. B. über Wähler oder Koppelfelder). Der Verbindungsaufbau wird üblicherweise (außer in Fernnetzen mit Feststellennumerierung) schon eingeleitet, wenn eine ausreichende Anzahl von Wählziffern empfangen wurden; der Teil der V., der nach Ende der Wahl des Teilnehmers anfällt bis zum Ruf, wird → Rufverzugszeit genannt. Diese ist im Fernwahlnetz der DBP klein; abhängig von der Technik in den FernVSt kann sie gelegentlich bis zu mehreren sec betragen.

Verbindungsdurchschaltesatz → System TWM.

Verbindungsfeld → Klinkenfeld.

Verbindungslinie → Fernmeldelinie.

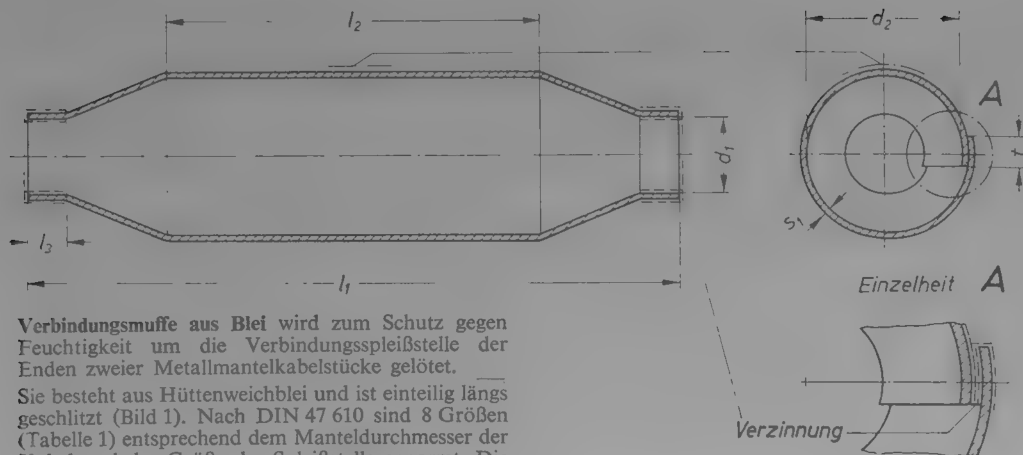


Bild 1. Bleimuffe.

Verbindungsmuffe aus Blei wird zum Schutz gegen Feuchtigkeit um die Verbindungsspleißstelle der Enden zweier Metallmantelkabelstücke gelötet.

Sie besteht aus Hüttenweichblei und ist einteilig längs geschlitzt (Bild 1). Nach DIN 47 610 sind 8 Größen (Tabelle 1) entsprechend dem Manteldurchmesser der Kabel und der Größe der Spleißstelle genormt. Die

Tabelle 1. Maße der Verbindungs-Bleimuffe.

Kurzzeichen	d_1	d_2	l_1	l_2	l_3	s_1	t
FV 12	12	30	190	125	15	1,5	10
FV 20	20	45	240	150		2,0	12
FV 30	30	65	290	175	20		15
FV 40	40	85	350	200		2,5	
FV 50	50	105	440	225	30		20
FV 60	60	120	500	250		3,0	
FV 70	70	135	550	275	40		25
FV 80	80	150	600	300		3,5	

Tabelle 2. Zuordnung der Verbindungsmuffen zu den Kabeln.

Leiter Verseilung	0,4 St		0,6 St		0,8 St		0,9 St		0,9 DM		1,4 St		1,4 DM	
Isolierhülsen	IH 2,4		IH 2,9		IH 3,4		IH 4,2		IH 4,2		IH 6		IH 6	
Kurzzeichen	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b
FV 12	24	2	20	2	10	2	8	2	6	2	2	1	2	1
FV 20	74	2	54	2	38	2	24	2	16	2	14	2	8	2
FV 30	182	2	140	2	96	2	60	2	54	2	32	2	20	2
FV 40	322	3	250	3	170	3	112	3	96	3	60	2	42	2
FV 50	522	3	400	3	280	3	182	3	160	3	96	3	66	3
FV 60	704	3	542	3	384	3	250	3	240	3	130	3	96	3
FV 70	1066	4	840	4	580	4	384	4	338	4	170	3	130	3
FV 80	1350	4	1040	4	726	4	468	4	434	4	216	3	180	3

p = Adernpaarzahl b = Anzahl der Spleißbündel
St = Sternverseilung DM = Dieselhorst-Martin-Verseilung

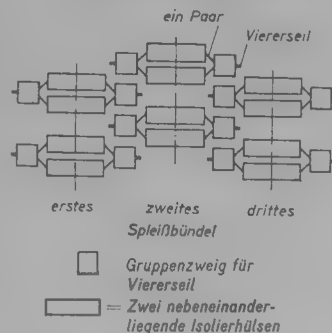


Bild 2.

Zuordnung ist in Tabelle 2 angegeben. Anstelle der dort angegebenen Spleißart »Spleißbündel« können auch Spleißstellen der Spleißart »Spleißwendel« in der V. untergebracht werden.

Die überlappende Längsnaht und die Anschlußstutzen für die Metallmäntel der beiden Kabel sind feuerverzinnt, um eine sichere feuchtigkeitsdichte Verlötung zu gewährleisten.

Vor mechanischer Beschädigung werden die V. in Fern- und Bezirkskabeln, wenn sie im Erdboden verlegt sind, durch Verbindungsschutzmuffen nach DIN 47 610 (Bild 2, Tabelle 3) geschützt. Für jede Größe der V. gibt es eine zugehörige Schutzmuffe; diese Schutzmuffe ist aus Gußeisen hergestellt. Gegen Korrosion ist sie heiß asphaltiert oder gleichwertig auf andere Art geschützt. Die Schutzmuffe besteht aus

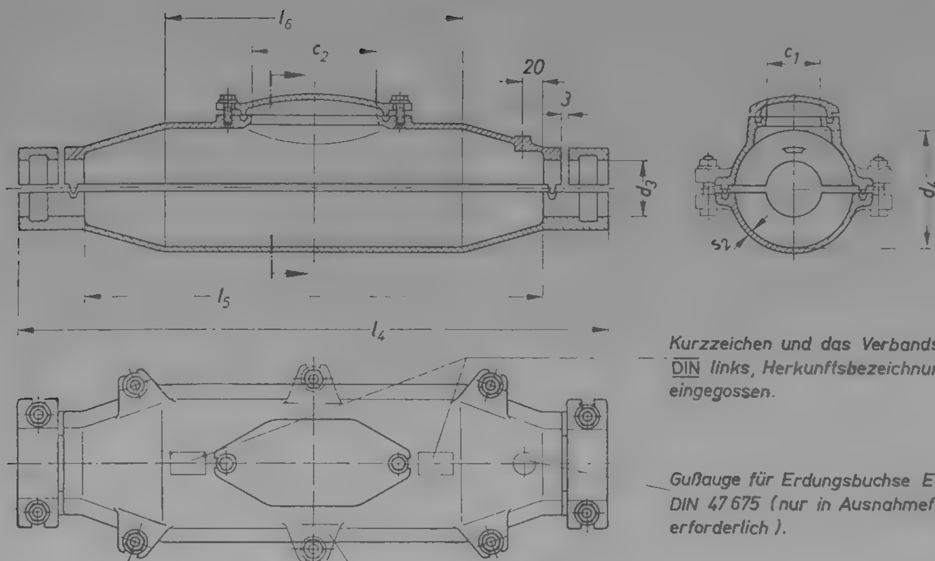


Bild 3. Schutzmuffen für bewehrte Kabel.

Tabelle 3. Maße und Zuordnung.

Kurzzeichen	c_1	c_2	d_3	d_4	l_4	l_5	l_6	s_2	Schelle DIN 47 642	Deckel DIN 47 643	Passend für Bleimuffe
FVS 12	25	60	24	45	340	250	150	3	KS 24	D 60	FV 12
FVS 20			37	65	410	310	200		KS 37		FV 20
FVS 30	50	120	45	90	500	380	250	4	KS 45	D 120	FV 30
FVS 40			54	115	570	440	300		KS 54		FV 40
FVS 50			64	135	690	540	325	5	KS 64		FV 50
FVS 60			75	150	770	600	350		KS 75		FV 60
FVS 70			87	165	850	660	375	6	KS 87		FV 70
FVS 80			100	180	930	720	400		KS 100		FV 80

einem Unterteil, auf das das Oberteil mit dem Deckel durch vier bzw. sechs Schrauben je nach Größe der Schutzmuffe (mit Dichtungsschnüren in der Nut) festgeschraubt wird. Der Hohlraum zwischen Bleimuffe und Schutzmuffe wird mit Vergußmasse ausgegossen. Dann wird der Deckel nach Einlegen einer Dichtungsschnur auf dem Oberteil aufgeschraubt. Die beiden Kabelenden werden über der Bewehrung mit je einer Schelle (DIN 47 642) — durch je zwei Schrauben angeschraubt — festgehalten (→ Kabelmuffe, → Kabelmontage). *Stegmann*

Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) werden zum Verbinden und Verzweigen von Installationskabeln mit Zugentlastung oder von Tragseil-Luftkabeln bis 10 Doppeladern (DA) und zum Übergang auch auf Blankdrähte eingebaut (Bilder 1 bis 3).

Die VVD werden in 3 Größen für 2, 6 oder 10 DA hergestellt. Bei allen Ausführungen sind Gehäuseunterteil, Deckel und Klemmkörper aus isolierenden Kunststoffen gefertigt. Alle Kontakte, die Erdungseinrichtungen und alle Schrauben bestehen aus Messing und sind vernickelt. Kabel und Leitungen werden durch Einführungsöffnungen im Gehäuseunterteil ins Innere der Dose eingeführt, wo die Adern und Leitungsdrähte in Schraubverbindungen festgeklemmt werden. Die VVD können an Holzmasten oder Wänden wie Haubenmuffen angebracht werden.

Die VVD 2 hat 3 Einführungsöffnungen und 1 Klemmkörper mit 5 Schraubklemmen. Sie wird mit 3 Einführungsstopfen und einem Dichtungsstopfen geliefert.

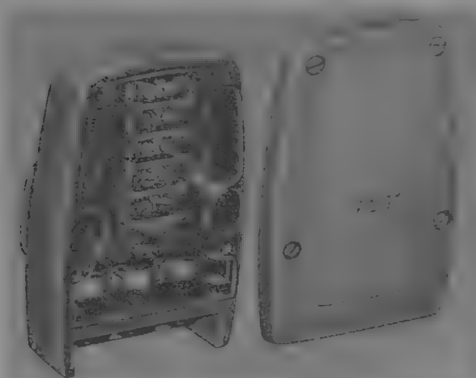


Bild 1. VVD 2.

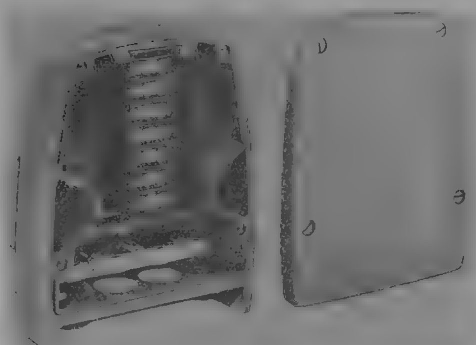


Bild 2. VVD 6.

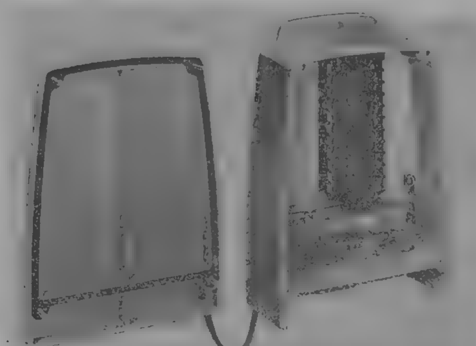


Bild 3a. VVD 10/65.

Die VVD 6 hat 4 Einführungsöffnungen und 2 Klemmkörper mit je 1 Reserveklemme. Sie wird mit 2 Dichtstopfen geliefert. Als Zubehör sind nach Bedarf zu verwenden: Einführungsstopfen für Installationskabel mit 2 oder 6 DA.

Die VVD 10/65 hat einen treppenförmigen Klemmkörper mit 2 Reserveklemmen, 4 Einführungsöffnungen für Installationskabel mit Zugentlastung,



Bild 3b. VVD 10, alte Ausführung.

20 Einführungsöffnungen für 2YY-Drähte und 1 Einführungsöffnung für den Erdungsdraht. Sie wird bei der Lieferung mit 3 Dichtstopfen und 4 Einführungsstopfen ausgestattet. *Stegmann*

Verbindungssatz. Die Zahl der V. gibt an, wieviel Verbindungen gleichzeitig in einer Fernsprechanlage möglich sind. Diese gleichzeitig mögliche Zahl der Verbindungen ist ein wichtiges Leistungsmerkmal für deren Ausbau. Es werden → Innenverbindungssätze und Verbindungssätze für den Amtsverkehr (Anschlußorgane für Amtsleitungen) unterschieden. (→ Fernvermittlungsstellen, → Fernwählsysteme, → Wähl-Nebenstellenanlagen). V. sind im handvermittelten Dienst den Fernplätzen zugeordnete Schaltglieder, die die anrufende Leitung mit der weiterführenden Leitung verbinden. Wie das Grundschema (Bild 1) zeigt, ist ein V. vor allem durch die

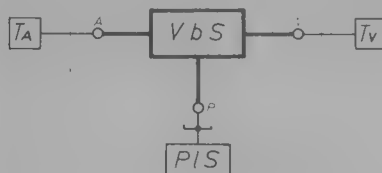


Bild 1. Grundschema eines Verbindungssatzes.

Zugänge A, V und P gekennzeichnet. Sie stehen mit dem an der Herstellung eines Ferngespräches Beteiligten, dem anrufenden Teilnehmer (T_A), dem verlangten Teilnehmer (T_V) und der Platzschaltung (PlS) der Vermittlungskraft in Verbindung.

V. stehen an den Fernplätzen in einer solchen Zahl zur Verfügung, wie erfahrungsgemäß von den Vermittlungskräften bei voller Auslastung benötigt werden, z. B. 5 an den Fernabgangsplätzen (A-Plätzen) und 10 bis 12 an den Fernankunftsplätzen (B-Plätzen).

Die Platzschaltung ist dagegen an jedem Fernplatz nur einmal vorhanden. Sie enthält vor allem die Abfrageschaltung mit dem Anschluß für das Sprechzeug und den Nummernschalter. Sie ist gleichsam der Fernsprechapparat der Vermittlungskraft. — Mit dem V. können die folgenden, in jeder handbedienten Fernvermittlungsstelle für die Betriebsabwicklung benötigten 5 elementaren Schaltzustände hergestellt werden:

Abfragen: Abfragen des Anrufenden; Verbindungsaufbau: Aufbauen einer Verbindung zum Verlangten; Gesprächszustand: Herstellen der Sprechverbindung zwischen Anrufer und Verlangtem; Mitsprechen: Eintreten in eine bestehende Verbindung mit Sprech- und Hörmöglichkeit nach beiden Seiten; Mithören: Eintreten in eine bestehende Verbindung, jedoch nur mit Hörmöglichkeit nach beiden Seiten.

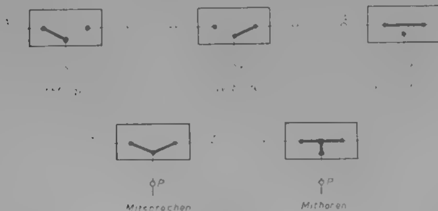


Bild 2.
Die wichtigsten Schaltzustände eines Verbindungssatzes.

Wie Bild 2 zeigt, verbindet der V. in der Art einer Weiche zwischen den Zugängen A, V und P. Für die jeweils notwendige Weichenstellung sorgen die im Bedienungsfeld der Fernplätze vorhandenen Bedienungsmittel, wie Abfrage-, Mithör- und Trennschalter oder Betriebsrichtungs-, Durchschalte-, Abfrage- und Mithörtasten.

In → Zweischnursystemen wird die Aufgabe der V. von den Schnurpaarschaltungen wahrgenommen. Im schnurlosen System F 62 → Verbindungsaufbau in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 (FernVStHand F 62).

Literatur: W. Gänsler, Die handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) im Landesfernwahlnetz. Der Fernmelde-Ingenieur, 17. Jg. (1963), Heft 1 u. 2. *Gänsler/Paul*

Verbindungsschnur → Schnurpaar.

Verbindungstechnik, lötfreie. Einteilung in: A. Permanente lötfreie Verbindungen. Unter permanenten lötfreien Verbindungen versteht man solche Verfahren, bei denen ein Leiter mit einem Anschlußteil elektrisch und mechanisch dauerhaft durch Druckkraft oder eine Schweißzone verbunden wird und ohne Beschädigung bzw. Zerstörung eines Teiles nicht gelöst werden kann.

Derartige Verfahren sind: 1. Die Wickelverbindung »wire-wrap«. 2. Die Clipverbindung »termi-point«. 3. Die Crimpverbindung. 4. Die Schweißverbindung.

Zu 1. Wickelverbindung »wire-wrap«. Bei der Wickelverbindung handelt es sich um die Verbindung eines abisolierten massiven Drahtes mit einem scharfkantigen Anschlußteil, wobei der Draht unter einer bestimmten Zugspannung maschinell um das Anschlußteil mit sieben Windungen gelegt wird. Der Draht wird dabei an den scharfen Kanten eingekerbt und festgelegt. Der Wickelvorgang wird mit einer Wickelpistole durchgeführt. Wesentlich bei diesem Vorgang ist, daß sich der Draht an den scharfen Kanten eingräbt, die Oxydschicht zerstört wird und daher eine gasdichte Stelle entsteht. Ein Standardwickeleinsatz wickelt nur den blanken Draht um die Fahne. Ein modifizierter Wickeleinsatz wickelt noch ungefähr eine Wicklung der Isolation mit um die Fahne. Dadurch wird die Rüttelfestigkeit der Verbindung wesentlich verbessert.

Zu 2. Klammerverbindung »termi-point«. Es können Litzen und massive Drähte verarbeitet werden. Der Draht wird im ersten Arbeitsgang abisoliert und dann zusammen mit einer Klammer mittels einer Pistole bei einer Schubkraft von 15 kp auf einen Dorn aufgeschossen. Wie bei wire-wrap können bis zu drei Drähte auf einen Dorn befestigt werden. Die elektrisch und mechanisch einwandfreie sowie dauerhafte Kontaktgabe wird über den Preßsitz der Klammer erzielt. Zum Lösen einer Verbindung wird der Clip mit einem einfachen Werkzeug abgezogen. Da der Clip beim Lösen unbrauchbar wird, zählt man die termi-point-Technik zu den permanenten lötfreien Verbindungen.

Zu 3. Crimp-Verbindung. Die Crimp-Verbindung ist ein an sich altbekanntes Verfahren, nämlich das Andrücken bzw. Anschlagen eines Kabelschuhes an einen Litzenleiter. Crimpen ist heute die Bezeichnung für ein typisches Befestigungsverfahren durch Pressen, Quetschen, Andrücken und Anschlag zur Unterscheidung anderer Arten wie Wickeln, Klammern, usw. Das Gelingen einer guten Crimpverbindung hängt von geeignetem Material und von der Hülsenform ab, die den Litzenleiter bzw. Lahnleiter umfaßt, sowie vom geeigneten Werkzeug und dem Preßdruck. Siehe DIN 46225, 46252 und 46253.

Zu 4. Schweißverbindung. Die gebräuchlichsten Verfahren sind: Kathodenstrahl-, Ultraschall-, Laser-, Widerstands- und Thermo-Kompressionsschweißen. Sie werden überwiegend in der Bauelemente- und Bausteinfertigung angewandt.

B. Trennbare, lötfreie Verbindungen. Gemeint sind Verfahren, die wie eine Steckverbindung gelöst und neu verbunden werden können, ohne das die Verbindungselemente unbrauchbar werden.

»Krone LSA-Technik«. Die LSA-Technik erlaubt eine löt- und schraubfreie Anschlußtechnik, bei der das Abisolieren der Schalt- oder Kabeladern überflüssig ist. Es wird hierbei die isolierte Ader in die Öffnungen der Kontaktfahne eingeführt und nach Aufsetzen eines an der Kontaktstelle verbleibenden Stößels durch ein automatisches Schlagwerkzeug in die beiden Kontaktschlitze gepreßt. Hierbei wird die Isolation durchgeschert und die Ader eingekerbt. Die Schlitze sind

so lang ausgeführt, daß auch zwei Adern übereinander angeschlossen werden können.

Literatur: DIN 41 630 Entwurf DIN 41 611, 1969. *Dietrich*

Verbindungsüberwachungssatz → System TWM.

Verbindungswegeprüfung. Die Verbindung zwischen zwei Schaltgliedern in der Fernsprechvermittlungstechnik wird als Verbindungsweg bezeichnet. Dieser Weg besteht je nach der Anzahl der zu übertragenden Kriterien aus einer unterschiedlichen Zahl von einzelnen Adern (Regelfall in der Fernsprechortsvermittlung drei Adern, in der Fernsprechfernvermittlung acht Adern). Mit Ausnahme der sogenannten »starren Verkabelung«, bei der ein Zubringerschaltglied mit einem Abnehmerschaltglied fest verbunden ist, sind die Verbindungswege über Verteiler geführt, so daß die Zubringer- und Abnehmerschaltglieder beliebig einander zugeordnet werden können bzw. ein Abnehmerschaltglied von mehreren Zubringerschaltgliedern erreicht werden kann.

Um einen einwandfreien Fernsprechverkehr zu ermöglichen, dürfen die Verbindungswege keine Unterbrechung, Berührung oder Vertauschung der einzelnen Adern aufweisen. Damit auftretende Fehler erkannt werden, muß jede Ader des Verbindungsweges ein ganz bestimmtes Potential erhalten. Soweit dieses Potential nicht bereits aufgrund der Schaltung vorhanden ist, sind eigens für die Prüfung hochohmige Widerstände (100 kOhm, 50 kOhm) gegen Erde oder — 60 V vorgesehen. Die mit Prüfgeräten (in der FernVStW z. B. Prüfgerät Nr. 53) durchgeführte Verbindungswegeprüfung stellt nun nacheinander an jeder Ader fest, ob das jeweilige spezifische Potential anliegt, und schließt daraus auf den einwandfreien Zustand des Verbindungsweges. Während die Mehrzahl der Verbindungswege in dieser Weise geprüft wird, ist vereinzelt auch bereits eine automatische Prüfung im Rahmen der Funktionsprüfung eines bestimmten Abnehmerschaltgliedes möglich (z. B. APrEZIG, Verbindungsweg UeZ-k zum ZIG). Der Prüfautomat (Adernprüfer) vergleicht dabei das an einer bestimmten Ader anliegende Potential mit einem für diese Ader fest vorgegebenen Wert und leitet daraus das Prüfergebnis ab. Eine weitergehende Automatisierung der Verbindungswegeprüfung scheiterte bisher an der durch die vielen unterschiedlichen Abnehmerschaltglieder verursachten großen Informationsmenge des Prüfautomaten. *Altehage*

verbotene Zone → Bändermodell des Halbleiters.

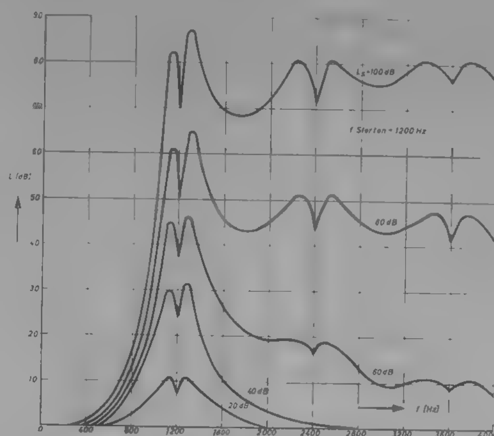
Verbundröhre → Mehrgitterröhre.

Verdampfungskühlung → Kühlung von Senderöhren.

Verdeckungseffekt. Nimmt ein Ohr gleichzeitig ein lautes und ein leises Schallereignis wahr, so kann der leise Schall vom lauten so übertönt werden, daß er unhörbar wird. Dieser Vorgang, Verdeckungseffekt genannt, läßt sich experimentell nachweisen. Man erhöht den Schalldruck p_1 des verdeckten Schalles so lange, bis er trotz Anwesenheit des verdeckenden Schalls gerade noch gehört wird. Man definiert daraus das in dB gemessene Verdeckungsmaß:

$$M = 20 \lg \frac{p_2}{p_1}$$

mit p_2 als Schalldruck des verdeckenden Schalls. Der Verdeckungseffekt bewirkt eine Verschiebung der Hörschwelle, so daß er auch als Schwellwertsverschiebung bezeichnet wird. Wird der → Schallpegel



Verdeckungseffekt bei einem 1200-Hz-Störton mit verschiedenen Lautstärken L_S.

des gerade verdeckten Tones als Funktion der Frequenz aufgetragen, so erhalten wir die Mithörschwelle (s. Bild).

Literatur: H. Fletcher, Speech and Hearing in Communication. New York, (1961) — R. Feldtkeller u. E. Zwicker, Das Ohr als Nachrichtenempfänger. Stuttgart (1956). *Brosze*

Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Die Gründung erfolgte am 12. 5. 1856 in Alexisbad/Harz. Aufgabe des VDI ist der Zusammenschluß von Ingenieuren aller Fachrichtungen mit dem Ziel des persönlichen Erfahrungsaustausches und der Förderung und Veröffentlichung des technischen Berufswissens.

Der VDI hat 37 Bezirksvereine im Bundesgebiet und West-Berlin, den Wissenschaftlichen Beirat, der die technisch-wissenschaftliche Arbeit im VDI anregt, fördert und überwacht, sowie zahlreiche Fachgruppen, Fachausschüsse und Arbeitsgemeinschaften. Die Zahl der Mitglieder beträgt etwa 40000. Zu den wichtigsten Periodika gehören: VDI-Zeitschrift, VDI-Berichte (Vorträge und Aussprachen von VDI-Zusammenkünften), VDI-Nachrichten, VDI-Tagungshefte, VDI-Dokumentation, Luftfahrttechnik, Ingenieurwissen. Außerdem zahlreiche Zeitschriften, an denen der VDI beteiligt ist (z.B. Zeitschrift für

Regeln, Steuern und Automatisieren). Ferner VDI-Arbeitsblätter, VDI-Regeln, VDI-Richtlinien, VDI-Handbücher und VDI-Geschäftsberichte.

vereinfachter Selbstwählferndienst (vSWFD) → Selbstwählferndienst.

Vereinnahmung und Buchung von Telegrammgebühren → Telegrammgebühren.

Vereisung. Eisansatz ist für die Berechnung von Antennentragwerken von großer Bedeutung. Hierbei spielt nicht nur die zusätzliche Beanspruchung durch das Eisgewicht eine Rolle, sondern in viel größerem Maße die Vergrößerung des Windwiderstandes. Eine einheitliche Norm für die zusätzliche Belastung durch Eisansatz für ein bestimmtes Gebiet läßt sich naturgemäß nicht aufstellen, da der Eisansatz von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen des Standortes (Lufttemperatur, relative und absolute Luftfeuchte sowie Wind) abhängig ist. V. bildet sich bevorzugt im Gebirge, im Bereich feuchter Aufwinde oder in der Nähe großer Gewässer, daher auch in Küstennähe und an Flußläufen. Im Flachland oder in Tallagen kann ein geringerer oder sogar rechnerisch vernachlässigbarer Eisansatz auftreten. Der Eisansatz an starren Bauteilen wächst im wesentlichen in Richtung gegen den Wind. Da nach bisher vorliegenden Erfahrungen Eisansatz und größte Windgeschwindigkeit im allgemeinen nicht gleichzeitig auftreten, gestattet die DIN 4131 bei Vereisung eine Abminderung des maximalen Staudruckes auf 75 %. Drahtantennen neigen bei bestimmten Witterungsbedingungen (Temperaturen von +2,0° bis —25,3°C und Nebel) besonders, wenn sich diese Witterungslage mehrfach wiederholt, zu starkem Eisansatz, der oft ein Mehrfaches des Drahtdurchmessers beträgt. Um eine Überbeanspruchung der die Drahtantennen tragenden Türme und Maste oder ein Reißen der Drähte zu vermeiden, werden diese häufig beweglich aufgehängt, d. h. das ganze Antennengewicht wird über Seilrollen durch ein Gegengewicht aufgehoben. Hierdurch wird erreicht, daß in dem Antennendraht jeweils nur der dem Gegengewicht entsprechende Spitzenzug auftreten kann. Höhere Belastungen durch Eisansatz und Wind werden dadurch ausgeglichen, daß sich automatisch ein größerer Seildurchhang einstellt. Dieses System der gleichbleibenden Antennenzüge hat sich gut bewährt, hat aber zur Voraussetzung, daß die Beweglichkeit der Rollen durch besondere Maßnahmen in allen Witterungslagen gewährleistet sein muß.

Ein anders System, daß die Überbeanspruchung der Antennenträger bei festen Drahtantennen vermeidet, ist der Einbau von sog. Sollbruchstellen. In die einzelnen Drähte werden besondere Bauteile eingebaut, die so konstruiert sind, daß sie bei Auftreten eines bestimmten Antennenzuges zerreißen, d. h., man nimmt ein Herunterfallen der Antennen in Kauf, um die Standfestigkeit des Antennenträgers nicht zu gefährden. Um eine Gefährdung von Personen beim Herunterfallen der Antennen auszuschließen, wird eine Warnanlage eingebaut, die dem Dienstpersonal rechtzeitig anzeigt, daß mit einem Reißen der Antennen gerechnet werden muß. Ein solches System wurde erstmals in eine im Jahre 1966 von der DBP errichteten Antennenanlage eingebaut.

Literatur: W. Caspar und A. Sandreczki, Eisablagerungen in meteorologischer Sicht, Elektrotechnische Zeitschrift, Ausgabe B, 1964, Heft 26.

Weber

Verfolgen von Verbindungen in Vermittlungsstellen ist notwendig, um gestörte Einrichtungen oder betriebliche Mängel zu ermitteln. V. kann in Vorwärts- (zum gerufenen Teilnehmer) und in Rückwärtsrichtung (zum rufenden Teilnehmer) vorgenommen werden. Es wird durchgeführt zur → Fehlereingrenzung in bestehenden Verbindungen im Orts- und Fernverkehr aufgrund einer Störungsmeldung, bei → Blockaden zum Ermitteln der Ursache bzw. des blockierenden Teilnehmers, zum Feststellen einer unnötigen Belegung, zum Ausschalten nicht ausgelöster Verbindungen bei → Prüfgängen, auf Antrag von Teilnehmern in Verbindung mit dem Störungsmeldegerät zum Fehlereingrenzen, auf Antrag von Teilnehmern bei Einsatz einer → Fangeinrichtung, zum Fehlereingrenzen bei Einsatz einer → Zählvergleichseinrichtung, bei Probeverbindungen (→ Probeverbindungseinrichtung, → Dienstgüte) und Verkehrsbeobachtungen (→ Verkehrsbeobachtungseinrichtung), zum Fehlereingrenzen und auf fernmündlichen Antrag oder Signalgabe der Polizei- und Feuerwehrdienststellen bei Notrufverbindungen. V. ist an Hand der Gestellkarten (→ Beschriften von technischen Einrichtungen) ggf. nach Mischungsplänen durchzuführen. Beim V. in Vorwärtsrichtung vom I. Vorwähler oder der Teilnehmerschaltung aus ist ggf. die Verbindung am I. Gruppenwähler mittels Prüfgerät zu halten, so daß das Anschlußorgan freigeschaltet werden kann. Bei zählenden Verbindungen sind Zählerstand und betroffene Rufnummer besonders zu vermerken. Zur Sicherheit sind bei verfolgten Verbindungen, die von Notruf- oder Fangeinrichtungen gefangen werden, der Pilotton abzuhören oder die ermittelten Verbindungsabschnitte durchzusprechen.

Steinhoff

Vergabe bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP im Bereich der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen). Im Rahmen ihrer Beschaffungs-(B.-)Zuständigkeit obliegt B.-Dienststellen (DStn) auch V., d. h. unmittelbare B. bei Firmen durch rechtsverbindliche Auftragserteilung. Hierbei sind bestimmte V.-Grundsätze zu beachten, die z. T. in Vorschriften formal festgelegt, z. T. von ordnungspolitischen Grundsätzen unserer Rechts- und Wirtschaftsordnung abzuleiten sind. Danach hat sich Einkäufer der Verwaltung marktkonform zu verhalten und Ordnungsfunktion des Wettbewerbs, an dem sich Industrie-, Handwerks- und Handelsbetriebe beteiligen können, zu pflegen und zu nutzen. Als öffentlicher Auftraggeber hat DBP nach Reichshaushaltsordnung (Posthaushaltsbestimmungen) Bedarf bzw. Leistung so wirtschaftlich wie möglich zu decken bzw. ausführen zu lassen. Hierbei soll Einkäufer keine Besserstellung gegenüber

vergleichbaren nichtöffentlichen Auftraggebern fordern. Bewerber um öffentlichen Auftrag müssen die Grundsätze eines lauteren Wettbewerbes beachten und Gewähr bieten, Auftrag in jeder Hinsicht korrekt ausführen zu können. Richtlinien über V. von Lieferungen und Leistungen, die nicht unter »Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB)« fallen, sind in »Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) — VOL —, Teil A — Allgemeine Bestimmungen für die V. von Leistungen (VOL/A)« enthalten. Dieser Teil ist kein Bestandteil der von öffentlichen Auftraggebern geschlossenen Verträge. Er gibt nach seinen Bestimmungen Auftragnehmern keinen klagbaren Anspruch. VOL/A dient als Verwaltungsanweisung für innerdienstliche Zwecke, die den B.-Stellen der Verwaltung vorschreibt, in welcher Weise Aufträge zu vergeben sind.
Hierzu sind von DBP Ausführungsbestimmungen erlassen worden, die im Teil A (Die V. von Leistungen) der »Richtlinien der Deutschen Bundespost für das Beschaffen nach der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) — (Richtl VOL)« zusammengefaßt sind. Außerdem enthalten sie Teil O (Allgemeine Grundsätze der B.), Teil B (→ Vertragsbedingungen), Anhänge (weitere Richtlinien) und Anlagen (Formblätter, Merkblätter usw.). Ergänzend zu Richtl VOL sind für das Verstärkergebiet »Richtlinien der Deutschen Bundespost für das Beschaffen von Verstärkereinrichtungen (Beschaffungsrichtl Verstärker)« herausgegeben worden. Die nach dem Geschäftsverteilungsplan zuständige B.-Stelle trägt grundsätzlich Gesamtverantwortung für Art, Umfang und Verfahren der V. Sie hat aus diesem Grunde im Rahmen bestehender Bestimmungen Ermessensfreiheit. Aufträge sind an fachkundige, leistungsfähige und zuverlässige Bewerber zu vergeben. Dieser Gesichtspunkt findet bei B. von Fernmeldezeug besondere Beachtung, weil nicht allein marktgängige, sondern zum großen Teil technisch spezialisierte Artikel eingekauft werden. Der Normung kommt bei V. große Bedeutung zu, weil sie u. a. Leistungsbeschreibung vereinfacht, Güteprüfung und Abnahme erleichtert, Bestreben nach Typenbeschränkung fördert und mit ihr DStn gleichzeitig einheitliche Betriebs- und Meßvorschriften usw. erhalten. Normungsarbeiten werden durch DNA und den ihm angegliederten Ausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung ausgeführt. An diesen Arbeiten wirken auch DStn der DBP, u. a. des Fernmeldetechnischen Zentralamtes (FTZ), mit. Die erarbeiteten Normen werden als DIN-Blätter herausgegeben. Neben den DIN-Normen werden vom FTZ bzw. Posttechnischen Zentralamt (PTZ) für besondere Erfordernisse der DBP FTZ- (bzw. PTZ-)Normen aufgestellt und den OPDn laufend bekanntgegeben, um in besonderen begründeten Fällen Erfordernisse der DBP hinsichtlich der Güte oder Art der Ausführung technischer Erzeugnisse festzulegen. Sind Art und Umfang der Leistungen als Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Angebote genau umrissen, hat B.-Stelle über Vergabeart zu entscheiden, d. h. ob der Auftrag öffentlich ausgeschrieben, beschränkt ausgeschrieben oder freihändig vergeben werden soll. Öffentliche Ausschreibungen erfolgen durch Veröffentlichung im Bundesausschreibungsblatt. Daneben sollen derartige Ausschreibungen auch in Tageszeitungen oder Fachzeitschriften veröffentlicht werden, wenn dies zur Erfüllung des Ausschreibungszweckes notwendig ist. Von öffentlichen Ausschreibungen kann im Fernmeldebereich der DBP nur in besonderen Fällen Gebrauch gemacht werden, weil diese Leistungen (Fertigung von speziellen Fernmelde-Geräten oder -Einrichtungen u. Aufbau) ihrer Eigenart nach nur von einem beschränkten Kreis von Unternehmern in geeigneter Weise ausgeführt werden können. Hierfür bietet sich beschränkte Ausschreibung an, bei der eine beschränkte Anzahl bestimmter, vorher festgelegter Firmen zur Abgabe eines Angebotes aufgefordert wird. Freihändige V. ist vom förmlichen Verfahren entbunden. In solchen Fällen kann, sofern mehr als eine Firma als Hersteller in Frage kommt, Wettbewerbsprinzip dadurch beachtet werden, daß zur Auswahl des Bewerbers Angebote in formlosem Verfahren eingeholt werden. Unter welchen Voraussetzungen freihändige V. angewendet werden kann, ist im § 3.3. der VOL Teil A verankert.

Um auch kleinere Unternehmer am Wettbewerb zu beteiligen, können Ausschreibungen über umfangreiche Leistungen nach Art oder Menge in Lose aufgeteilt werden. Infolge großen Bedarfes an speziellen fernmeldetechnischen Geräten sowie im Zuge der Verwaltungsvereinfachung und, um den Forderungen verstärkten Formalwettbewerbes zu entsprechen, wurden von der DBP Anweisungen über Anwendung und Reihenfolge nichtzwingender allgemeiner V.-Regeln aufgestellt. Berechtigung hierzu ergibt sich aus der für die V. ausschließlichen Verantwortlichkeit der B.-Stellen, d. h. letztlich des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen für die haushaltsrechtliche, wirtschaftliche und politische Vertretbarkeit seiner B.-Maßnahmen. Hierzu gehören u. a. die »Vorläufige Beschaffungsrichtlinie FTZ Nr. 1 in der Fassung vom 1. 11. 1960« und »Richtlinien für Entwicklungsvereinbarungen der Deutschen Bundespost (EntwRichtl)« (→ Entwicklung und Einführung neuer Gegenstände).

Ausschreibungsverfahren sieht vor, daß in Ausschreibungen anzugeben ist, welche rechtlichen Unterlagen, besonderen Bedingungen des Einzelfalles und technischen Bedingungen Bestandteil des Vertrages werden sollen. Außerdem sind in ihnen Fristen für Angebot und für Zuschlag aufzunehmen. Nach Ablauf der Angebotsfrist werden eingegangene Angebote vom Verhandlungsleiter in Gegenwart eines anderen Beamten oder Beauftragten geöffnet und alle für die Klarstellung des Ausschreibungsergebnisses wichtigen Angaben in Niederschrift festgehalten. Danach werden sie an die B.-Stellen abgegeben, wo Angebote (einschl. Anlagen) auf Vollständigkeit und nach technischen Erfordernissen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Preise, Rabatte, Skonti, Ausführungsfristen, Steuerbegünstigungen, Kundendienste, Wartungsmöglichkeiten, Ersatzteillieferungen) sowie auf Richtigkeit aller rech-

nerischen Angaben zu prüfen sind. Nach den von der Bundesregierung erlassenen »Richtlinien für die Berücksichtigung bevorzugter Bewerber bei der Vergabe öffentlicher Aufträge (Vertriebene, Sowjetzonenflüchtlinge, Verfolgte, Evakuierte, Schwerbeschädigte)« und »Richtlinien für die bevorzugte Berücksichtigung von Personen und Unternehmen aus dem Zonenrandgebiet und aus Berlin (West) bei der Vergabe öffentlicher Aufträge« sind die vorgenannten Personen und Unternehmen bei der V. besonders zu berücksichtigen.

Zuschlag ist an Bieter zu erteilen, der unter Berücksichtigung aller Umstände wirtschaftlichstes Angebot abgegeben hat. Liegen gleichwertige oder annähernd gleichwertige Angebote vor, kann Zuschlag auf die entsprechenden Bieter angemessen aufgeteilt werden.

Literatur: Daub/Meierrose/Müller, Kommentar zur VOL, Werner Verlag GmbH, Düsseldorf — Rentrop/Böttcher/Heider, Handbuch des Vergebungsrechts und der Vergebungspraxis bei Leistungen, Fachverlag für Wirtschafts- und Steuerrecht, Schäffer u. Co. GmbH, Stuttgart — Meierrose/Wigand, Grundsatzfragen der Vergabe und Preisbildung bei der Deckung des fernmeldetechnischen Bedarfs der Deutschen Bundespost, Sonderdruck aus dem Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens, Verlag für Wissenschaft und Leben, G. Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfr. 1965. *Wigand/Dewitz*

Vergabe von Arbeiten an Fernmeldekabel-Neuanlagen. 1. Fernkabelanlagen. Nach Geschäftsvertrag zwischen DBP und → Deutscher Fernkabel-Gesellschaft (DFKG) werden die Verlegungs-, Montage- und Ausgleichsarbeiten von Fernkabel-Bauvorhaben der DFKG übertragen. Hierbei gilt folgende Arbeitsaufteilung:

Lfd. Nr.	Kabelanlagen	Verlegung	Montage	Ausgleich
1	2	3	4	5
1	TFFk	DFKG	DFKG	DFKG
2	Kabel mit styroflexisolierten Leitern und Koaxialkabel (außer TFFk)	An	DBP oder DFKG	DBP oder DFKG
3	Kabel mit papierisolierten Leitern	An	DBP oder An	DBP oder An

Kabel, die auf ihrer ganzen oder einem Teil ihrer Trasse im Beilauf zu lfd. Nr. 1 und 2 verlegt werden:

4	Kabel der lfd. Nr. 2 und 3 im Beilauf zu lfd. Nr. 1	Beilauf: DFKG Abzweige: An oder DFKGr	DBP oder DFKG	DBP oder DFKG
5	Kabel der lfd. Nr. 3 im Beilauf zu lfd. Nr. 2	An	DBP oder An	DBP oder An

es bedeutet: DBP = Ausführung der Arbeiten durch eigene Kräfte der DBP.

DFKG = Ausführung der Arbeiten durch Kräfte der DFKG bzw. durch Nebenunternehmer der DFKG

An = Vergabe der Arbeiten im Wettbewerb durch die DBP an Auftragnehmer.

Erläuterungen: Zu lfd. Nr. 2 und 3. Das Fernmeldetechnische Zentralamt legt den Umfang des Ausgleichs bei Trägerfrequenz-Verbindungskabel (TFVk) aufgrund von Vermessungen der Fkm fest. Zu lfd. Nr. 4. Die Verlegung der Abzweige soll nur dann durch die DFKG erfolgen, wenn eine Verlegung der Abzweige allein für einen Auftragnehmer keine sinnvolle Losgröße ergibt. Kanalstrecken rechnen nicht als Beilaufstrecken.

Sonstiges: 1.1. Soweit in den Spalten 4 und 5 der Arbeitsaufteilung die Ausführung der Arbeiten wahlweise vorgesehen ist, kommt eine Vergabe nur dann in Frage, wenn eigene Kräfte nicht zur Verfügung stehen.

1.2. Es gilt stets der Grundsatz, daß die Verlegearbeiten einschließlich Erdarbeiten eines Bauvorhabens in mehrere Lose geteilt und an verschiedene Auftragnehmer vergeben werden können, die Montage- bzw. Ausgleichsarbeiten jedoch immer in einer Hand bleiben sollen. 1.3. Montage- und Ausgleichsarbeiten im Zusammenhang mit Umlegungen bzw. Arbeiten an Betriebskabeln werden grundsätzlich durch eigene Kräfte der DBP ausgeführt. Bei größeren Umlegungen und Änderungen an Betriebskabeln können jedoch — soweit diese Arbeiten nicht innerhalb der Gewährleistungsfrist durch die Herstellerfirmen (z. B. DFKG) auszuführen sind — die neuen Kabelstrecken im Ausschreibungsverfahren vergeben werden.

Die Übergangsstellen zwischen der alten und der neuen Kabelanlage werden in diesen Fällen ebenso wie das Übergangsspulenfeld oder das Übergangsverstärkerfeld durch eigene Kräfte montiert bzw. ausgeglichen. Als größere Umlegungen oder Änderungen an Betriebskabeln sind solche Bauvorhaben anzusehen, bei denen mindestens 10 Spleißstellen gefertigt werden müssen.

2. Bezirkskabelanlagen werden im allgemeinen von Kräften der DBP montiert und ausgeglichen. Soweit sie nicht im Beilauf zu Fernkabeln von der DFKG mitverlegt werden, wird die Verlegung durch Auftragnehmer, die im Wettbewerb gefunden werden, vorgenommen. Montage- und Ausgleichsarbeiten können auch — mit Ausnahme von trägerfrequent ausgenutzten Kabeln — an Auftragnehmer vergeben werden.

3. Ortskabelanlagen werden durch Auftragnehmer, bei kleinen Längen u. U. durch eigene Kräfte, ausgelegt und montiert. *Knebel*

Vergabebestimmungen und Vertragsbedingungen bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP im Bereich der Verdingungsordnung für Bauleistungen. Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) gliedert sich in

Teil A = Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen (VOB/A);

das sind für den öffentlichen Auftraggeber geltende Vorschriften für die Vergabe von Bauleistungen;

Teil B = Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen (VOB/B),

die jeweils Vertragsbestandteil werden und die Beziehungen der Vertragsparteien während der Auftragsausführung und -abwicklung regeln;

Teil C = Allgemeine Technische Vorschriften (ATV), als bautechnische Vertragsgrundlage.

Außer den Allgemeinen Vertragsbedingungen (AVB), die allgemeingültiger Art sind und Grundsätze der Ausführung von Bauleistungen enthalten, können Auftraggeber, die ständig Bauleistungen zu vergeben haben, nach VOB/A diese AVB durch »Zusätzliche Vertragsbedingungen (ZVB)« ergänzen. ZVB berücksichtigen die in den AVB nicht enthaltenen Verhältnisse und Gegebenheiten bei den einzelnen Auftraggebern. Das gleiche gilt sinngemäß für »Zusätzliche Technische Vorschriften (ZTV)«. Für besondere Erfordernisse einzelner Bauvorhaben können »Besondere Vertragsbedingungen (BVB)« herausgegeben werden. Die aufgeführten Vertragsbestandteile gliedern sich nach ihrer Art in nichttechnische und technische Teile. Bei Ausführung von Bauleistungen am Fernmelde-(F-)Leitungsnetz der DBP gelten in der Regel folgende Vertragsbedingungen:

nichttechnische Vertragsbestandteile	technische Vertragsbestandteile
a) VOB/B	VOB/C
b) ZVB Fernmeldeleitungsnetz	ZTV Fernmeldeleitungsnetz
c) BVB Fernmeldeleitungsnetz	Beschreibung der Leistung (Leistungsverzeichnis, Zeichnungen, Erläuterungen)

Im Zweifel gelten diese Vertragsunterlagen in umgekehrter Reihenfolge der Aufstellung, d. h. zunächst die speziellere Vereinbarung vor der allgemeineren Regelung. VOB/B, ZVB und BVB und sonstige Unterlagen werden — wie im Bereich der VOL — nur dann Vertragsbestandteil, wenn dieses zwischen Vertragspartnern vereinbart ist. VOB/A weicht nur in unwesentlichen Teilen von Bestimmungen der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) Teil A (VOL/A) ab. Dagegen lassen sich infolge der Grundverschiedenheit der Materie zwischen VOB/B und VOL/B keine derartigen Vergleiche anstellen. Unter Bauleistungen sind im allgemeinen Bauarbeiten jeder Art mit oder ohne Lieferung von Stoffen oder Bauteilen zu verstehen. Im F-Wesen fallen darunter Aufträge über Einrichtung und Unterhaltung von Teilen des F-Leitungsnetzes (sog. Auftragnehmerleistungen im F-Bau) und über Herstellung, Lieferung, Aufbau und Instandsetzung von Antennentürmen (auch wenn ein Antennenturm Teil eines im übrigen nach VOL abzuwickelnden Funkbauvorhabens ist). Hochbauvorhaben für Zwecke des F-Wesens, denen bei Vergabe und Auftragsabwicklung die VOB zugrunde liegt, zählen nicht zu fernmeldetechnischen Bauvorhaben im engeren Sinne. Für öffentliche Vergabe von Bauleistungen ist zur Sicherung des Grundsatzes der Marktwirtschaft vom Bundesminister für Wirtschaft »Verordnung PR Nr. 8/55 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen für Bauleistungen (VPR 8/55)« erlassen, die auch im Bereich der DBP anzuwenden ist. Innerdienstliche Bestimmungen der DBP über Vergabe und Ausführung von Bauleistungen sind in die »Richtlinien der Deutschen Bundespost für die Auftragsvergabe nach der Verdingungsordnung für Bauleistungen — ausgenommen Fernmeldebau — (Richtl VOB)« eingearbeitet. Anhänge dazu — z. B. Preisprüfrichtl VOB, Altstoffrichtl, Berlin-Hilfe-Gesetz, Bauabrechnung mit elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, Unterkunft bei Bauten, Gütezeichen im Baubereich — befinden sich in einem besonderen Ordner (Richtl VOB Anh). Dementsprechende Bestimmungen für Bauleistungen am F-Leitungsnetz sind in der »Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost, Teil 18 (FBO 18)« zusammengefaßt. Sie enthält: Teil O = Allgemeine Grundsätze der Vergabe und Vertragsdurchführung; Teil A = Vergabe von Bauleistungen am Fernmeldeleitungsnetz (VOB/A); Teil B = Ausführung von Bauleistungen am Fernmeldeleitungsnetz durch Auftragnehmer (VOB/B und ZVB Fernmeldeleitungsnetz); Teil C = Technische Vertragsbestandteile; Anhänge (Preisprüfrichtl VOB, Richtl Zeitverträge, Richtlinien für Vergabe von Arbeiten an Teilnehmereinrichtungen usw.); Anlagen. Sofern maschinen- und elektrotechnische Leistungen in Verbindung mit Bauleistungen vergeben werden sollen, sind »Hinweise für die Anwendung von VOB und VOL bei der Vergabe von maschinen- und elektrotechnischen Leistungen in Verbindung mit Bauleistungen (Hinweise VOB/VOL)« zu beachten. Sie enthalten u. a. Grundsätze für Wahl der Verdingungsordnung, Vergabe von gemischten Leistungen und die Anwendung der Preisvorschriften und Preisaufgliederungen.

Literatur: Ingenstau u. Korbion, Kommentar zur VOB, Teil A und B, Verlag Franz Vahlen, Berlin. *Wigand/Dewitz*

Vergleichen der Gebührenminuten im Auslandsferndienst ist die Tätigkeit der → Vermittlungskraft am Schluß eines Gesprächs, die der Abstimmung der in die internationale Abrechnung aufzunehmenden → Gebührenminuten dient. Ist heute nur noch teilweise bei interkontinentalen Verbindungen üblich, weil das Vergleichen zu zeitaufwendig ist.

Vergleichsspannungsröhre → Glimmentladung.

Vergleichung der Telegramme → Sonderdienste zu Telegrammen.

Vergolden. Beim V. werden dünne Überzüge von Gold auf Unterlagen von billigeren, goldfreien Materialien gebracht. Es bestehen hier u. a. folgende Möglichkeiten: a) Bei der sog. Polimentvergoldung klebt man mit Hilfe von Anlegeöl, Gelatine, Hausenblasenleim u. dgl. sehr dünnes Blattgold auf die geglättete Unterlage. b) Bei der Plattierung walzt man dünne Goldschichten auf eine Tombakunterlage. c) Zur Feuervergoldung verwendet man Lösungen von Gold in Quecksilber und läßt das Hg verdampfen. d) Metallgegenstände wie Kupfer, Messing, Tombak usw. kann man durch Eintauchen in eine kochendheiße Lösung aus 6 p Natriumphosphat, 1 p Ätznatron, 3 p Glaubersalz, 10 g Cyankalium und 0,6 g reinem, neutralem Goldchlorid in 1 l dest. Wasser vergolden, ohne elektrischen Strom anzuwenden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Vergußmasse → Füllmasse für Kabel.

Vergütung → Tarifvertrag für die Angestellten der Deutschen Bundespost.

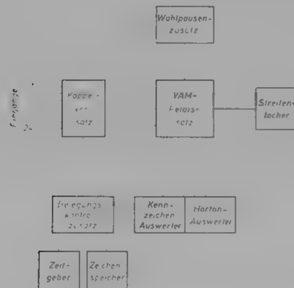
Verhältnisgleichrichter → Ratiodetektor.

Verhinderungsschaltungen in Fernsprech-Nebenstellenanlagen dienen der technischen Verhinderung von aus fernmelderechtlichen, schaltungstechnischen bzw. übertragungstechnischen Gründen unzulässigen Verbindungen. Die einfachsten Anwendungsfälle für V. sind die technische Verhinderung beim Verbinden von Hauptanschlußleitungen mit nichtamtsberechtigten Nebenstellen und von Hauptanschlußleitungen untereinander. V. zum Sperren bestimmter Verbindungen → Sperreinrichtungen und bei Querverbindungen (→ Querverbindungsverkehr).

Verjährung von Gebühren → Gebührenpflicht des Teilnehmers.

Verkehr → abgehender Verkehr, → ankommender Verkehr.

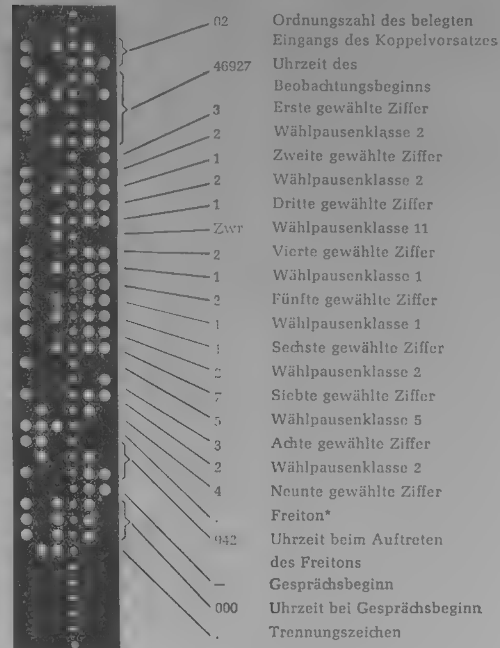
Verkehrsablauf-Meßeinrichtung (VAM), Gerät zum Erfassen und Aufzeichnen von Wählimpulsen, Kennzeichen und Hörtönen in Fernsprech- und Telex-



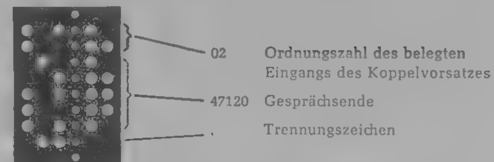
Bausteine der Verkehrsablauf-Meßeinrichtung.

verbindungen. Es wird vorwiegend zum Ermitteln von Zielfaktoren verwendet. Man kann damit aber auch den Anteil der Gassen- und Teilnehmerbesetztfälle, den Anteil der erfolgreichen Verbindungen, einige Arten von Bedienungsfehlern, die durch rufende und gerufene Teilnehmer verursacht werden, sowie die Häufigkeitsverteilung der Gesprächs- und Meldedauern ermitteln. Durch Hinzunehmen des Wählpausenzusatzes kann auch die Häufigkeitsverteilung der Rufverzugszeit und der Wählpausendauer gemessen werden. Die VAM kann in Orts- und Fernvermittlungsstellen an verschiedenen Wahlstufen angeschaltet werden. Der Koppelvorsatz ermöglicht den Zugang zu 24 Schaltgliedern.

Bei einer erfolgreichen Belegung werden aufgezeichnet
a) während des Aufbaus der Verbindung



b) am Gesprächsende



Zwischen dem Aufbau der Verbindung und dem Gesprächsende zeichnet die VAM Ereignisse von anderen Verbindungen auf, zu denen sie über den Koppelvorsatz Zugang hat. *Socher*

Verkehrsangebot ist der Verkehrswert, der auftreten würde, wenn alle Belegungsversuche erfolgreich wären. Das V. wird ausgedrückt in Erlang. Es ist keine meßbare Verkehrsgröße, sondern es wird errechnet aus der Anzahl der angebotenen Belegungen, multipliziert mit der mittleren Belegungsdauer.

Verkehrsarten (Funk). Bei den Verkehrsarten im Funkdienst unterscheidet man:

1. Gabelverkehr. Verkehrsart, bei der eine Funkstelle über einen oder mehrere im Dual-Betrieb zusammengeschaltete Funksender mit mehreren Gegenfunkstellen nacheinander Nachrichten aus-

tauscht. Jede Gegenfunkstelle empfängt auch das für sie nicht bestimmte Nachrichtenmaterial. Betriebsabwicklung auf zwei oder mehr Frequenzen.

2. Linienverkehr. Funkverkehr zwischen zwei miteinander arbeitenden Funkstellen. Betriebsabwicklung auf einer oder zwei Frequenzen.

3. Sternverkehr. Funkverkehr zwischen drei oder mehr zu einem Stern zusammengefaßten Funkstellen, von denen eine als Sternmittelpunkt betriebsführend ist. Jede am Stern beteiligte Funkstelle setzt ihr für eine andere Funkstelle des Sterns bestimmtes Nachrichtenmaterial an die betriebsführende Funkstelle ab, die es an die Bestimmungsfunkstelle weiterleitet. Die tatsächliche Weiterleitung entfällt, falls die Bestimmungsfunkstelle die Aufnahme des an die betriebsführende Funkstelle abgesetzten Nachrichtenmaterials sofort bestätigt. Betriebsabwicklung auf einer Frequenz.

4. Kreisverkehr (auch Netzverkehr genannt). Funkverkehr zwischen drei oder mehr gleichberechtigten, zu einem Kreis zusammengefaßten Funkstellen, von denen jede das für eine andere an diesem Kreis teilnehmende Funkstelle bestimmte Nachrichtenmaterial unmittelbar an diese übermittelt. Betriebsabwicklung auf einer Frequenz. *Berkner*

Verkehrsarten im handvermittelten Ferndienst.

Bei Knotenvermittlungsstellen mit Handbedienung: 1. → abgehender Verkehr; vom Teilnehmer des eigenen Anmeldebereichs angemeldete Gespräche, die in eigener Zuständigkeit hergestellt werden und die Gesprächsanmeldungen, die von anderen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung (FernVStHand) zur Ausführung übernommen werden; 2. → ankommender Verkehr, der in den eigenen Anmeldebereich weiterverbunden wird.

Bei Haupt- und Zentralvermittlungsstellen mit Handbedienung: 1. abgehender Verkehr (wie oben); 2. ankommender Verkehr, der in den eigenen Anmeldebereich oder darüber hinaus ggf. auch zu einer anderen FernVStHand weiterverbunden wird.

Verkehrsausscheidungszahl. Zahl, durch die Orts- und Fernverkehr getrennt werden. Sie ist »0« für den Selbstwählferndienst (SWFD) im Inland. Sie wird vor der Ortsnetzkennzahl gewählt. Im vSWFD gilt im allgemeinen die »9« als Verkehrsausscheidungsziffer. Durch die Wahl der V. wird die entstehende Verbindung in die zugeordnete Fern-(Knoten-)Vermittlungsstelle durchgeschaltet. Die Verbindung erhält Zugang zum SWFD (Zugangszahl). V. oder Zugangszahl für den SWFD nach dem Ausland »00«. Sie wird vor der Länderkennzahl gewählt. Die entstehende Verbindung wird in die zugeordnete Auslands-(Haupt- oder Zentral-)Vermittlungsstelle durchgeschaltet. Die V. sind nicht einheitlich. Sie sind von Land zu Land verschieden.

Verkehrsbelastung. Die V. ist der Verkehrswert des Verkehrs, der über ein Leitungsbündel oder über eine Gruppe von Wählern fließt. Die V. ist meßbar. Sie kann aber auch berechnet werden aus der Anzahl der in der Zeiteinheit verarbeiteten Belegungen (c), multipliziert mit der mittleren Belegungsdauer (t). Die V. ($V = ct$) wird in Erlang angegeben. Aus dem Wert der V. läßt sich die Zahl z der Leitungen bzw. Wähler bestimmen, die zur Bewältigung des Verkehrs erforderlich sind. Hierfür hat W. L. Campell als Faustformel angegeben:

$$z = ct + 3{,}7\sqrt[3]{ct}.$$

Verkehrsbeobachtung. Beobachtung der Dienstgüte und Feststellen von Teilnehmerfehlern beim Herstellen von Fernsprechverbindungen. Die V. wird stichprobenweise von geschulten Kräften ausgeführt. Sie erstreckt sich nur auf die Dauer des Verbindungsaufbaus. Die Dienstgüte in den Ortsnetzen und im Netz des Selbstwählferndienstes wird nur an Fernverbindungen beobachtet. Im Fernsprechauslandsdienst sind V. vom Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) empfohlen. Einige Stellen der gewählten Nummer sowie die beobachteten Merkmale beim Aufbau einer Verbindung werden in einer Zeichenlochkarte aufgezeichnet oder in einen Lochstreifen gestanzt. Die Merkmale, wie Hemmungen, Störungen usw., werden mit zweistelligen Ergebnisschlüsselzahlen verschlüsselt. Die Ergebnisse der V. werden durch Datenverarbeitungsanlagen nach Ursprung und Zielbereichen der Verbindungen geordnet. Zur Feststellung der Dienstgüte werden durchschnittlich etwa 0,5‰ der versuchten Fernverbindungen während des Verbindungsaufbaues beobachtet.

Verkehrsbeobachtungseinrichtung. Mit der V. werden stichprobenweise echte, vollautomatisch aufgebaute Verbindungen im Fernsprechverkehr beobachtet und ihre Güte beurteilt. Die transportable V. wird über → Anschaltnetze an bestimmte Vermittlungseinrichtungen (VEinr) einer Wählvermittlungsstelle (VStW) angeschaltet. Zwei bis drei Koffer mit je zehn Anschlußschaltungen bilden zusammen den V.-Eingangskoppler, der jeweils eine der angeschalteten VEinr bei Belegungsbeginn mit der Anschaltesteuerung verbindet. Diese gibt die elektrischen Kennzeichen an das als Tischgerät ausgebildete Bedienungsgerät weiter. Die Bedienungsperson kann an diesem Gerät, das gegen unbefugtes Benutzen mit einem Schaltschloß gesichert ist, die Wählziffern ablesen, die Anzahl und zeitliche Länge der → Impulskennzeichen und der → Zählimpulse sowie den → Zähltakt prüfen, über einen Fernhörer die Hörzeichen mithören und die → Übertragungsgüte nach → Geräuschen, → Dämpfung, → Nebensprechen und Verständlichkeit bei vollständiger Verbindung bewerten sowie das Teilnehmerverhalten beurteilen. Bei gestörten Verbindungen kann vom Bedienungsgerät aus das Auslösen der Verbindung von der Anschaltstelle der V. aus in Vorwärtsrichtung verhindert und damit eine Fehlersuche ermöglicht werden. Die Beobachtungsergebnisse werden in einer Ergebnisschlüsselzahl

zusammengefaßt, die mit den ersten Wählziffern und den Schlüsselzahlen über die Anschaltestelle auf eine Lochkarte oder einen Lochstreifen übertragen und in einer Datenverarbeitungsanlage statistisch ausgewertet werden.

Literatur: H. J. Spiegel, F. Wittig: Verkehrsuntersuchungen im Selbstwählferndienst mit der Probeverbindungseinrichtung und der Verkehrsbeobachtungseinrichtung, Fernmeldepraxis, 11 (1967). *Hartmann*

Verkehrsbeziehung. Verkehrsmöglichkeit zwischen zwei beliebigen Ortsnetzen, auch wenn diese nicht durch unmittelbare Leitungsbündel miteinander verbunden sind (Güte der V. → Richtfunk-Netzplanung).

Verkehrseinheit ist der frühere Name für die Einheit des Verkehrswertes. Seit 1946 ersetzt durch das → Erlang.

Verkehrsentwicklung. Die zeitliche Entwicklung (Zunahme oder Abnahme) des Verkehrs. Sie folgt bei ungestörter Entwicklung der → logistischen Funktion.

Verkehrsgrößen. Man versteht darunter die meßbaren Größen des Fernmeldeverkehrs, wie Verkehrswert, Verkehrsmenge usw.

Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung (VGA). Verkehrsmeßgerät, das nach der → Abtastmethode die Belegungsadern periodisch abtastet. Die Dauer einer Periode ist einstellbar auf 12 s, 1 min oder 3 min. Die maximale Zahl der Leitungen, die in einem Zyklus, d. h. während einer Periode abgetastet werden können, ist proportional der Dauer der Periode. Sie beträgt bei 3 min 7000 bis 8000 Leitungen. Durch die Gruppierung der Leitungen zu Bündeln verringert sich diese Zahl um etwa 15%. Die Leitungen eines Bündels werden nacheinander abgetastet. Das Ende des Bündels ist markiert. Zwischen der letzten Leitung eines Bündels und der ersten Leitung des folgenden Bündels ist eine Bündelende-Markierleitung mit einem besonderen Potential am Koppelrahmen angelegt. Nach dem Abtasten der Bündelende-Markierleitung locht die Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung (VGA) die Zahl der in dem Bündel »besetzt« gefundenen Leitungen zweistellig auf einen Lochstreifen. Der Vorgang wiederholt sich bei jedem Bündel bis zum Zyklusende, das ebenso markiert ist. Nicht beschaltete Abtastpunkte, die für die Erweiterung von Bündeln frei gehalten werden, sind gleichfalls gekennzeichnet. Bündel, die aus mehr als 99 Leitungen oder Schaltgliedern bestehen, werden zur Vereinfachung der Zählspeicher und zur Begrenzung des Lochens auf 2 Stellen in Teilbündel aufgeteilt. Das ist zweckmäßig, weil größere Bündel selten sind. Bei der Verarbeitung des Lochstreifens in einer Datenverarbeitungsanlage können die belegten Leitungen zusammengehöriger Teilbündel wieder zusammengefaßt werden.

Die VGA besteht aus dem transportablen Abtast- und Steuergerät, einem Streifenlocher, transportablen Koppelrelaissätzen, fest in den Zwischenverteiler eingebauten Koppelrahmen und dem Anschaltenetz. Die Zahl der nötigen Koppelrahmen und Koppelrelaissätze richtet sich nach der Zahl der abzutastenden Leitungen. Ein Koppelrahmen kann mit maximal 120 Belegungsadern beschaltet werden. Mit Hilfe eines steckbaren Koppelrelaissatzes werden diese in Gruppen zu je 12 Leitungen fortlaufend zur Abtastung zum Abtast- und Steuergerät durchgeschaltet, d. h. mit diesem kurzzeitig gekoppelt.

Die VGA kann in 2 verschiedenen Prüfläufen vor einer Messung Unterbrechungen in den angeschalteten Belegungsadern, sowie belegungsfähige und nicht belegungsfähige Schaltglieder feststellen. Dadurch können die Ursachen von vielen Meßfehlern beseitigt werden.

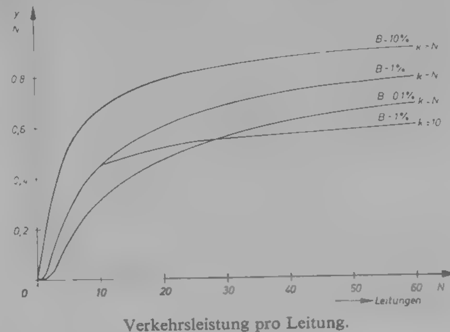
Im Vergleich zu → Erlangmetern hat die VGA folgende Vorteile:

1. Es können viele Bündel gleichzeitig gemessen werden.
2. Es ist kein aufwendiges Registriernetz nötig.
3. Einfache Kontrolle der betriebsfähigen Schaltglieder.
4. Kein ständiger Registrierstrom von belegten Schaltgliedern.
5. Geringere Kosten der VGA.
6. Einfache Aufzeichnung der Meßdaten in Lochstreifen, die durch Datenverarbeitungsanlagen weiterverarbeitet werden können. *Socher*

Verkehrsgüte bezeichnet den Grad des ungehinderten Verkehrsablaufs in Vermittlungsanlagen, die nach dem Verlust- oder Wartezeitprinzip arbeiten. In Verlustsystemen wird die V. durch die Verlustwahrscheinlichkeit ausgedrückt. Eine kleine Verlustwahrscheinlichkeit bedeutet eine hohe V. Die V. ist in dem Oberbegriff → Dienstgüte eingeschlossen.

Verkehrslast → Lastannahme für Kabelschächte.

Verkehrsleistung. Die V. ist der Verkehrswert (Garantiewert), der von einer Gruppe von Wählern oder Leitungen, bei einem vorgegebenen Verlust oder einer



Verkehrsleistung pro Leitung.

bestimmten Wartewahrscheinlichkeit verarbeitet werden kann. Die Verkehrsleistung y eines Bündels steigt in einem Verlustsystem mit der Leitungszahl N, mit dem zulässigen Verlust B und mit der Erreichbarkeit k an (s. Bild).

Verkehrsmenge ist die Summe der Belegungsdauern einer betrachteten Menge von Belegungen. Diese ist gleich dem Integral der gleichzeitigen Belegungen eines Bündels während der Zeit T.

$$Y = \int_{t_0}^{t_0+T} n(t) \cdot \mathrm{d}t \text{ [Erlh]} .$$

Y: Verkehrsmenge in Erlangstunden (Erlh).

$n(t)$: Anzahl der zur Zeit gleichzeitig bestehenden Belegungen, T: Beobachtungsdauer.

Die Einheit der V. ist die Erlangstunde (Erlh). Ihre Dimension ist die Zeit.

Verkehrsmeßeinrichtung für Einzel- und Sammelanschlüsse. Gerät, mit dem der Verkehr der Einzel- und Sammelanschlüsse sowie der Wählsternanschlüsse gemessen werden kann. Das Gerät ist mit → Erlangmetern oder Belegungsdauerzählern ausgestattet. Es kann gleichzeitig an maximal 10 Leitungen angeschaltet werden. Für jede Leitung wird folgendes gezählt bzw. gemessen:

die Zahl der Belegungen in abgehender Richtung,
die Zahl der Belegungen in ankommender Richtung,
die Summe der Gefahrzeiten von je 2 Leitungen,

der Verkehrswert getrennt nach abgehender und ankommender Richtung oder bei Ausstattung mit Belegungsdauerzählern die Summe der Belegungsdauern getrennt nach abgehender und ankommender Richtung.

Verkehrsmeßgeräte. Geräte, mit denen die Größe oder die Richtung eines Verkehrs gemessen oder registriert werden kann. V. sind: das Erlangmeter, die Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung (VGA), das Verkehrsmeßgerät für Einzel- und Sammelanschlüsse (VES). die → Verkehrsablauf-Meßeinrichtung (VAM) und die Zielbereich-Registriereinrichtung (ZBE).

Verkehrsmessung. Unter V. versteht man die Messung eines Fernmeldeverkehrs nach Größe und Richtung. Meistens wird unter einer V. jedoch nur die Messung der Verkehrsbelastung (Verkehrsgröße) verstanden. Das ist eine stichprobenartige Messung des Mittelwertes eines statistisch schwankenden Verkehrsflusses.

Verkehrsquellen sind Anschlüsse, z. B. Sprechstellen, durch die ein Verkehrsangebot erzeugt wird, das auf das betreffende Fernmeldenetz, insbesondere auf die Vermittlungsanlagen, einströmt.

Verkehrssignalanlagen sind Kombinationen aus Fernwirk-, Fernmelde- und Datenverarbeitungseinrichtungen. Sie dienen

1. zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Auflösen des Gesamtverkehrs an Knotenpunkten in einzelne, nacheinander freizugebene Verkehrsflüsse und

2. zur Steigerung der Verkehrsleistung durch optimale Ausnutzung der Verkehrswege mit Hilfe von Verkehrserfassung (Detektoren), Verkehrsauswertung (Zähleinrichtungen), Verkehrsüberwachung (Fernseheinrichtungen und Verkehrsüberwachungsgeräte) und Verkehrslenkung (Signalisierung, Spurensignale, Geschwindigkeitsanzeige, Geschwindigkeitsbegrenzung, Signaltrichter, ferngesteuerte Verkehrszeichen u. a.).

Lichtsignalanlagen für den Straßenverkehr wurden zuerst um 1918 in den USA eingeführt; die erste Einrichtung in Deutschland war der Verkehrsturm auf dem Potsdamer Platz in Berlin (1924). Inzwischen sind mehr als 6000 Knotenpunkte in der BRD mit V. ausgerüstet. Als erster Verkehrsrechner in Europa wurde in Berlin der Siemens-Verkehrsrechner VSR 16000 1965 in Betrieb genommen. Nach Einsatzart sind zu unterscheiden: Einzelsteuerungs-, Gruppensteuerungs- und Zentralsteuerungsanlagen.

Bei der Steuerungstechnik sind zu beachten: Festzeitsteuerung, teilverkehrsabhängige Steuerung und vollverkehrsabhängige Steuerung. Es gibt zwei Verfahren, die sich gerätetechnisch und verkehrstechnisch unterschiedlich auswirken: Die Einsatzpunktsteuerung (Schaltung der Signalwechsel nach Signalkombinationen) und die Signalgruppensteuerung (Schaltung der Signalwechsel nach Signalgruppen). Der Geräteaufwand für eine V. richtet sich nach der Anlagenart. Er umfaßt: Bei Einzelanlagen das Steuergerät, die Signalgeber und das örtliche Leitungsnetz für die Speisung der Signalgeber; bei Gruppensteuerungsanlagen das Gruppensteuergerät (Dirigent), die Schaltgeräte, die Signalgeber, die örtlichen Leitungsnetze für die Speisung der Signalgeber und die Steuerleitungen zwischen Gruppensteuergerät und den Schaltgeräten; bei zentralgesteuerten Anlagen die Zentrale (Relaiszentrale oder Rechnerzentrale) und die unter Gruppensteuerungen genannten Einrichtungen sowie eine Kommandostelle, die mit der Zentrale vereinigt oder getrennt angeordnet werden kann. Für die Verbindungsleitungen bei Gruppen- und bei Zentralsteueranlagen können eigene Kabelnetze oder gemietete Leitungen des öffentlichen Fernmeldenetzes verwendet werden. Mit zunehmendem Umfang der Anlage (Anzahl der signalisierten Knotenpunkte) steigt auch die Zahl der verwendeten Zusatzeinrichtungen (Detektoren, Zähleinrichtungen, Fernseheinrichtungen, Geschwindigkeitsanzeigen, Registriereinrichtungen u. a.) an.

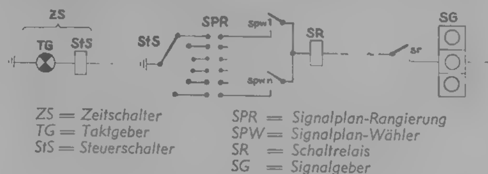
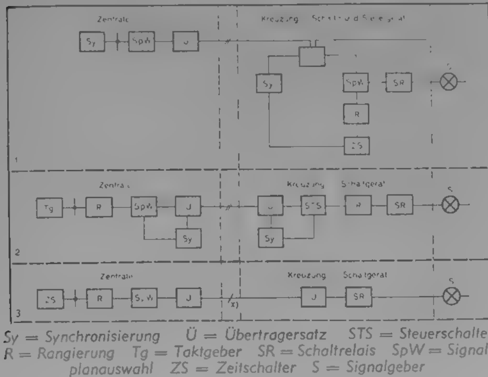


Bild 1. Schaltung einer Verkehrssignalanlage.

Aufbau der Anlage: Jede V. muß enthalten (Bild 1, Schaltung einer V.): einen Zeitschalter ZS, bestehend aus Taktgeber Tg (Motor-, Relais-, elektronischer Taktgeber), Steuerschalter StS (Walzenschalter, Drehwähler, Relaiskette, Schieberegister od. ä.), Schalteinrichtungen SR und Signalgeber SG. Die zeitliche Reihenfolge und die Dauer, mit der die Signalgeber geschaltet werden, bestimmen je nach ausgewähltem Signalplan die Signalplanrangierung SPR und die Signalplanwahl SPW. Bei Gruppen-

und Zentralsteuerungen verbinden die Leitungen und Übertragungseinrichtungen Ü die getrennten Teile der Anlage. Für die Leistungsfähigkeit der Anlage ist von Bedeutung, wie der Zeitschalter bzw. seine beiden Bestandteile Tg und Steuerschalter StS angeordnet sind. Es gibt drei Möglichkeiten (Bild 2):



Sy = Synchronisierung Ü = Übertragersatz STS = Steuerschalter R = Rangierung Tg = Taktgeber SR = Schaltrelais SpW = Signalplanauswahl ZS = Zeitschalter S = Signalgeber

x) Aderzahl von Anzahl der Verkehrsflüsse abhängig

Bild 2.
Taktgeber und Steuerschalter in einer Verkehrssignalanlage.

1. Der Zeitschalter (Taktgeber und Steuerschalter) ist im Schaltgerät eingebaut. Dadurch werden die Schaltgeräte am Knotenpunkt abhängig vom Signalplan, d. h., bei jeder Änderung eines Signalplanes bzw. bei neu festgelegten Signalplänen müssen die Rangierungen — selbst wenn sie als steckbare Baugruppen ausgeführt sind — ausgewechselt oder ergänzt werden. Da durch den Zeitschalter im Schaltgerät zugleich die Anzahl der verwendbaren Signalkombinationen beschränkt wird, kann mit diesen Geräten dem Verkehrsingenieur nur eine eingeschränkte Freizügigkeit bei der Aufstellung der Signalpläne geboten werden. Die Ausnutzbarkeit eines Rechners als zentrales Steuerorgan ist beschränkt.

2. Der Zeitschalter ist aufgeteilt. Der Taktgeber wird in der Zentrale angeordnet, während der Steuerschalter im Schaltgerät eingebaut wird. Bei dieser Lösung bleibt die Abhängigkeit von Anzahl und Art der Signalpläne bestehen. Die Rangierung ist im Gerät auf der Straße und in der Zentrale notwendig. Die Freizügigkeit für den Verkehrsingenieur und die Ausnutzbarkeit eines Rechners sind gering.

3. Der Zeitschalter ist in der Zentrale angeordnet. Durch Verwendung gemeinsamer Zeitschalter für alle Anlagen mit gleicher Umlaufzeit verringert sich ihre Anzahl beträchtlich. Die Geräte auf der Straße werden zu Relaisstationen und unabhängig von Anzahl und Art der Signalpläne. Der je Signalgruppe notwendige Übertragungskanal gestattet die Darstellung jeder benötigten Signalkombination und bietet volle Freizügigkeit für den Verkehrsingenieur und volle Ausnutzbarkeit von Verkehrsrechnern.

Verkehrsrechner: Die schnelle Entwicklung der Datenverarbeitungsanlagen hat zu ihrem Einsatz als Steuerungsorgan in der Verkehrssignaltechnik geführt. Während in Kanada (Toronto) und in den USA (Los Angeles) die ersten Rechner für die Steuerung von V. eingesetzt wurden, war es in Europa Berlin-West, das 1965 einen elektronischen Rechner, den Siemens-Verkehrsrechner VSR 16000, in Betrieb nehmen konnte. (Bild 3) Er besteht aus den beiden Hauptteilen »Signalrechner«, der die Routineaufgaben erledigt, und »Steuerrechner«, der für die Führungsaufgaben bestimmt ist. Hierfür wurde ein Prozeßrechner der Serie 300 verwendet. An einen Verkehrsrechner VSR 16000 können alle vorhandenen Schalt- und Steuergeräte angeschlossen werden, unabhängig davon, ob sie die Steuerung nach Einsatzpunkten oder nach Signalgruppen vornehmen. Im Zusammenhang mit der Verkehrssignaltechnik sind die Begriffe wie folgt zu verstehen:

Einzelbegriffe: Signalgeber: Gerät für V. mit einem oder mehreren Leuchtfeldern für Lichtzeichen. Jedem Leuchtfeld ist ein Zeichen fest zugeordnet. Verwendet werden Signalgeber für Fahrzeuge, Fußgänger, Radfahrer, Straßenbahn. Steuergerät: Aktives Gerät zum Schalten der Signalgeber eines Knotenpunktes nach von einer Steuerautomatik gegebenen Befehlen. Steuergeräte für Festzeitsteuerung, für teilverkehrsabhängige und für vollverkehrsabhängige Steuerung. Schaltgerät: Passives Gerät zum Schalten der Signalgeber eines Knotenpunktes nach von einer Zentrale oder einem Gruppensteuergerät gegebenen Befehlen. Gruppensteuergerät (Dirigent): Gerät zum Koordinieren von

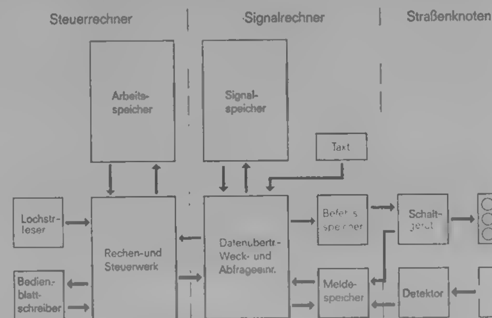


Bild 3. Schematischer Aufbau, Daten- und Befehlsfluß beim Siemens-Verkehrsrechner VSR 16000.

Steuer- und Schaltgeräten. Zentrale: Die einer Anzahl von Schalt-, Steuer- oder Gruppensteuergeräten übergeordnete Einrichtung, die für koordinierten Betriebsablauf und zentrale Erfassung der Betriebs- und Störungsmeldungen sorgt. Wird ihrerseits von einer Kommandostelle aus beeinflußt. Relaiszentrale: Zentrale Einrichtung einer zentralgesteuerten V. mit vorwiegend Relais und Wählern als Bauelemente (Gegensatz zu Rechnerzentrale). Rechnerzentrale: Zentrale Einrichtung einer zentralgesteuerten V. unter Verwendung eines Prozeß-Rechners und anderer Einheiten einer Datenverarbeitungsanlage. Typenbeispiele VSR 3000 und

VSR 16000. Steuerungsarten: Einzelsteuerung: Signalsteuerung an einem Knotenpunkt unabhängig von der Steuerung an benachbarten Knotenpunkten. Festzeitsteuerung: Steuerung der Verkehrssignale nach festem Signalplan, der hinsichtlich der Dauer der Umlaufzeit und ihrer Aufteilung örtlich veränderbar sein kann. Teilverkehrsabhängige Steuerung: Automatische Steuerung von Lichtsignalanlagen, bei der die festgelegten Signalzeiten durch einen Teil der Verkehrsteilnehmer über Detektoren beeinflußt werden können.

Vollverkehrsabhängige Steuerung: Automatische Steuerung von Lichtsignalanlagen, bei der die festgelegten Signalzeiten durch die Verkehrsteilnehmer über Detektoren beeinflußt werden können. Gruppensteuerung: Koordinierte Steuerung einer Gruppe von Steuer- oder Schaltgeräten durch Gruppensteuergeräte (Dirigenten). Einsatzpunktsteuerung: Signalsteuerung entsprechend der zeitlichen Folge der Einsatzpunkte lt. Signalplan mit im Gerät einprogrammierter Reihenfolge der Signalkombinationen. Signalgruppensteuerung: Signalsteuerung entsprechend der lt. Signalplan zeitlichen Folge der Signalwechsel jeder einzelnen Signalgruppe ohne im Gerät einprogrammierter Art, Zahl und Reihenfolge der Signalkombinationen. Zentralsteuerung: Koordinierte Steuerung von Gruppen von Steuer- oder Schaltgeräten mit für die einzelnen Gruppen unterschiedlichen Umlaufzeiten und Signalplänen.

Literatur: Schuppan, Die Neuregelung des Straßenverkehrs in Berlin, Verkehrstechnik 6 (1925), S. 65–69 — Adolph, Verkehrsregelung im Großstadtverkehr, Verkehrstechnik 7 (1926) S. 249–251 — H. Paetsch, Polizeiliche Verkehrsregelung, Verkehrstechnik 8 (1927), S. 17–21 — Voit, Die Verkehrsregelung durch Verkehrsampeln nach dem neuen einheitlichen System, Siemens-Z. 11 (1931), S. 505–512 — C. E. A. Maitland, Zentralgesteuerte Straßenverkehrs-Signalanlage in Amsterdam, Verkehrstechnik 16 (1935), S. 206 bis 1912 — C. E. A. Maitland. Street Traffic Control centralised in the Telephone Exchanges in Amsterdam, The Post Office Electrical Engineers' Journal, Vol. XXXV (1937), S. 81–93 — F. G. Tyack, Street traffic signals, with particular reference to vehicle actuation, The Journal of the Institute of Electrical Engineers, Vol. 82 (1938), S. 125–145 — H. Bocker, Die zentralgesteuerte Verkehrssignalanlage in Frankfurt/Main, Siemens-Z. 27 (1953), S. 328–331 — H. Meyer, Die kombinierte progressive und verkehrsabhängige Regelung von Verkehrssignalanlagen, Z. für Verkehrssicherheit 2 (1954/1955), S. 154–167 — W. v. Stein, Verkehrssignalsteuerungen und Verkehrssicherheit, Z. für Verkehrssicherheit 1 (1954/1955), S. 21–37 — H. Lueg, W. Schallehn, H. Toedter, Das Telefunken-Verkehrsradar, Elektrotechnische Z. Ausg. B, 10 (1958), S. 385–390 — P. Rother, Die Verkehrsentwicklung und ihr Einfluß auf zentralgesteuerte Verkehrssignalanlagen, Polizei, Technik, Verkehr (1959), Sonderheft V, S. 33–40 — R. Ries, Die Münchner Zentrale in der Bewährung, Polizei, Technik, Verkehr (1959), Sonderheft V — G. Littmann, R. Budenz, Die Verwendung von Fernsehanlagen im zentralgesteuerten Verkehrssignalnetz, Polizei, Technik, Verkehr (1961), Sonderheft II, S. 27–29 — H. J. Bauer, Success of traffic pacers is governed by driver speed control skills, Traffic Engineers and Control 1963, S. 58–65 — F. Hemme, W. Wimmer, VSR 16000, der erste deutsche Rechner für den Straßenverkehr, Siemens-Z. 39 (1965), S. 287–289 — A. Ranabauer, E. Abel, Die erste ferngesteuerte Verkehrszeichen- und Verkehrssignalanlage für die Autobahn, Siemens-Z. 39 (1965) S. 682–690 — P. Rother, 40 Jahre Siemens Verkehrssignaltechnik, Siemens-Z. 39 (1965), S. 691–697. (Dieser Bericht enthält ein Schrifttumverzeichnis mit 55 Veröffentlichungen von 1925 bis 1965) — R. Luce, Flüssiger Verkehr durch Lichtsignalanlagen mit verkehrsabhängiger Einschaltung optimal ausgelegter Programme, Straßenverkehrstechnik 1965, S. 51–57 — W. Wimmer, G. Brettschneider, Die Steuerung des Straßenverkehrs mit Datenverarbeitungsanlagen, Teil 1: Die technische Struktur des Siemens-Verkehrsrechners VSR 16000, Teil 2: Die programmierte Struktur des Siemens-Verkehrsrechners VSR 16000, Elektronische Rechenanlagen 7 (1965), S. 186–190 und 191–194 — W. S. Smith, New York City pioneers an unique traffic-signal-system, Traffic Engineers and Control 1965, S. 213–218 — R. Böttger, G. Brettschneider, Simulation von Straßenverkehr auf einem Digitalrechner, Nachrichtentechnische Zeitschr. 18 (1965), S. 33–38 — B. Wehner, Automatisierung der Lenkung des Straßenverkehrs in Großstädten, VDJ-Z. 108 (1966), S. 1473–1477 — J. Schlums, W. Hofsäß, Entwicklung und Stand der Verkehrszähltechnik, Straßenverkehrstechnik 10 (1966), S. 1–10.

Rother

Verkehrssimulation ist ein modellartiges Nachbilden der Funktion einer Koppelanordnung und Erzeugen eines →simulierten Fernmeldeverkehrs in einem Digitalrechner. Mit Hilfe der V. werden die Eigenschaften von Koppelanordnungen, Zwischenleitungsanordnungen und Mischungen bei unterschiedlichem Verkehrsangebot untersucht.

Verkehrsstruktur des Fernsprechverkehrs, Verteilung des Fernsprechverkehrs nach seinen Zielen. Ein Verkehrsstrom, der in einem bestimmten Bereich entsteht, hat viele Ziele, zu denen unterschiedliche Anteile des Verkehrs hinführen. I. allg. fließt der Fernsprechverkehr nach Zielen, die in der näheren Umgebung des Ursprungs liegen, weil dort die engsten Beziehungen der Fernsprechbenutzer bestehen. Die folgende Verteilung von Gesprächen wurde in 60 als repräsentativ ausgewählten Ortsvermittlungsstellen ermittelt.

65% der Gespräche führten zu Teilnehmern im eigenen Ortsnetz,

72% der Gespräche führten zu Teilnehmern im eigenen Knotenvermittlungsbereich,

80% der Gespräche führten zu Teilnehmern im eigenen Hauptvermittlungsbereich,

88,3% der Gespräche führten zu Teilnehmern im eigenen Zentralvermittlungsbereich,

9,6% der Gespräche führten zu Teilnehmern in anderen Zentralvermittlungsbereichen und

0,5% der Gespräche führten zu Teilnehmern im Ausland.

1,6% der Gespräche führten zu den Sonderdiensten. Die mittlere Gesprächsdauer ist bei Orts- und Ferngesprächen verschieden. Sie beträgt (gemittelt über die Zeit der Tag- und Nachtgebühr) 142 s für Ortsgespräche und 169 s für Ferngespräche. Bei den Ferngesprächen ist sie entfernungsabhängig, und zwar steigt sie an von 145 s in der Knotenamtszone bis auf 203 s in der Zone VIII (> 300 km). Die mittlere Gesprächsdauer zeigt eine große Streuung und ist außerdem stark von der Tageszeit abhängig. *Socher*

Verkehrstheorie ist die Theorie der statistischen Eigenschaften des Nachrichtenverkehrs. Mit ihr werden Rechenverfahren für die wirtschaftlich optimale Bemessung von Vermittlungsanlagen und Leitungsbündel entwickelt. Die V. ist ein spezieller Zweig der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Verkehrsunterscheidungsziffer. Alle vollautomatisch aufgebauten, d. h. vom rufenden Teilnehmer selbst gewählten, Auslandsfernsprechverbindungen werden durch die als V. bezeichnete Ziffer 0 vor der →nationalen Rufnummer an Stelle der

→ Sprachkennziffer gekennzeichnet. Die V. wird von den abgehenden → Auslandsregistern in die zu sendende Wählinformation eingefügt und als erste Ziffer zum ankommenden Register im Zielland übertragen. Die V. kann ausgewertet werden:

im abgehenden Land zu Abrechnungszwecken, wenn die Gebühren für halb- und vollautomatische Gespräche unterschiedlich gebildet werden,

im ankommenden Land zum Abwickeln von halb- und vollautomatischen Verbindungen über gleiche Register und um bei vollautomatischen Verbindungen den Zugang zu bestimmten Zielen, z. B. Sonderdiensten, zu sperren.

Im CCITT-System Nr. 4 kennzeichnet die Zeichenkombination 13 als V. an Stelle der Sprachkennziffer Prüfverbindungen.

Verkehrsverlust. Der V. ist der Quotient aus der mittleren Anzahl c_V der abgewiesenen Belegungen und der mittleren Anzahl der angebotenen Belegungen c_A (Verlust B, bezogen auf das Angebot)

$$B = \frac{c_V}{c_A} .$$

In Deutschland wird noch eine andere Definition verwendet, bei der die abgewiesenen Belegungen c_V auf die verarbeiteten Belegungen c_L bezogen werden (Verlust V, bezogen auf die Belastung).

$$V = \frac{c_V}{c_L} .$$

Die Verlustwerte B und V können mit Hilfe der Beziehung $c_A = c_L + c_V$ nach folgender Formel ineinander umgerechnet werden:

$$V = \frac{B}{1 - B} .$$

Der Verlust B, bezogen auf das Angebot, ist gleich der Verlustwahrscheinlichkeit. Der V. kann nur näherungsweise durch Zählen der abgewiesenen und der verarbeiteten Belegungen ermittelt werden. Bei größeren Verlusten $V > 2\%$ wird, wegen der sofortigen Wiederholung der abgewiesenen Belegungen durch die Benutzer, der ermittelte Verlust sehr ungenau gegenüber der errechneten Verlustwahrscheinlichkeit.

Neuerdings bezeichnet man den V. auch als relative Anrufblockierung. *Socher*

Verkehrswege, Inanspruchnahme der. Nach § 1 des Telegrafenwegegesetzes (TWG) ist die DBP befugt, die Verkehrswege zur Unterbringung ihrer öffentlichen Zwecken dienenden Fernmeldelinien unentgeltlich zu benutzen, soweit nicht dadurch der → Gemeingebrauch der Wege dauernd beschränkt wird. Dabei gelten als Verkehrswege — unter Einbeziehung des Luftraums und des Erdkörpers — alle öffentlichen Wege, Plätze, Brücken und öffentlichen Gewässer nebst ihren dem öffentlichen Gebrauch dienenden Ufer. Da das Gesetz von Linien und nicht von Leitungen spricht, bezieht sich das Wegerecht der DBP auch auf den Zubehör, wie Linienverzweiger, Endverzweiger, Kabelschächte usw. Auch Fernsprechhäuschen gehören hierzu. In rechtlicher Beziehung wird das Wegerecht der DBP überwiegend als eine öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkung zugunsten der DBP angesehen, der allerdings keine dringliche Wirkung zukommt. Es fällt weder unter den Gemeingebrauch, noch stellt es einen Fall der Sondernutzung dar. Gemeingebrauch liegt deshalb nicht vor, weil das TWG die Entstehung des Wegerechts ausdrücklich an die Voraussetzung knüpft, daß durch die Inanspruchnahme des Weges der Gemeingebrauch nicht dauernd beeinträchtigt werden darf. Aber auch ein Fall der Sondernutzung ist nicht gegeben, da diese stets die Erteilung einer besonderen Erlaubnis voraussetzt, die DBP hingegen die Wege ohne eine derartige Genehmigung kraft besonderer gesetzlicher Bestimmung in Anspruch zu nehmen berechtigt ist. Mit der Einziehung des von der DBP in Anspruch genommenen Verkehrsweges erlischt ihr Benutzungsrecht mit der Folge, daß die DBP die in und auf dem Wege befindlichen Fernmeldeanlagen auf ihre Kosten beseitigen muß (§ 3 Abs. 2 und 3 TWG). Ob ein Weg oder ein Gewässer als »öffentlich« im Sinne des TWG anzusehen ist, richtet sich nach den Bestimmungen des → Wege- und → Wasserrechts. *Aubert*

Verkehrswert ist die Verkehrsmenge, die während eines bestimmten Zeitintervalls auftritt, dividiert durch die Länge dieses Intervalls. Der V. ist aber auch gleich der mittleren Anzahl gleichzeitig bestehender Belegungen.

$$y = \frac{Y_{(T)}}{T} = \frac{1}{T} \cdot \int_{t_0}^{t_0 + T} n(t) \cdot \mathrm{d}t .$$

y: Verkehrswert in Erlang, $Y_{(T)}$: Verkehrsmenge in Erlangstunden, $n(t)$: Anzahl der zur Zeit gleichzeitig bestehenden Belegungen, T: Meßdauer.

Der V. ist die wichtigste Verkehrsgröße. Für die Dimensionierung von Anlagen wird der V. der Hauptverkehrsstunde verwendet. Er wird nach der Empfehlung des CCIF von 1946 in der Einheit → Erlang angegeben. Daneben werden vereinzelt noch folgende Einheiten angetroffen:

VE = Verkehrseinheit, CCS = Cent Call Seconds, HCS = Hundred Call Seconds, EBHC = Equated Busy Hour Call, TU = Traffic Unit. 1 Erlang = 1 VE = 1 TU = 36 CCS = 36 HCS = EBHC.

Verkehrswert-Schreibdrucker ist ein Gerät, das zur Anzeige und Aufzeichnung der von einem Erlangmeter abgegebenen Meßwertimpulse dient. Es zeichnet die während jeder Viertelstunde gemessene Verkehrsmenge kontinuierlich auf einem Papierstreifen auf. Am Ende jeder Viertelstunde geht das Schreibwerk auf Null zurück. Dadurch entsteht eine sägezahnförmige Kurve. Ein Schleppzeiger zeigt die während der ganzen Meßdauer aufgetretene maximale Verkehrsmenge einer Viertelstunde an. Am Ende jeder Viertelstunde wird auch die Anzahl der Meßimpulse durch ein sich selbst zurückstellendes Zählwerk auf den Papierstreifen gedruckt.

Verkettung ist eine derartige Beziehung zwischen zwei Vektorfeldern, deren jedes in geschlossenen Bahnen verläuft, daß sie ganz oder teilweise so ineinandergreifen, daß man sie nicht lösen kann, ohne eines von beiden aufzuschneiden. Eine Verkettung ist rechtsgängig (s. Bild), wenn der Sinn, in welchem eines der



Verkettete Vektorfelder.

Felder eine von einer Linie des anderen berandete Fläche durchsetzt, mit dem Umlaufsinn in dieser Linie ein → Rechtssystem bildet. Ein Beispiel der V. bietet ein elektrischer Strom und das zugehörige magnetische Feld.

Verkupfern. Herstellung dünner Kupferschichten auf anderen Metallen, die zumeist mit Hilfe von Gleichstrom erfolgt. Für die Verkupferung von Messing und die Verstärkung bereits vorhandener Kupferniederschläge eignet sich ein saures Bad (Kupfervitriol, konz. Schwefelsäure). Zur galvanischen Verkupferung kupferfreier Metalle verwendet man cyankalische Bäder (Kupfer-Cyanit, Natrium-Cyanit, Soda).

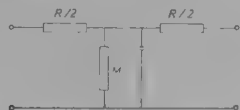
Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Verkürzungskondensator → Antenne, beschaltete.

Verlangen von Auskünften → Auskünfte im handvermittelten Ferndienst.

Verlängerungsleitungen sind Nachbildungen von Leitungen (Vierpol-Nachbildungen). Man verwendet für V. im allgemeinen Kettenleiter; mit steigender Zahl der Kettenleiter wird auch die Nachbildgüte der V. verbessert.

Für viele praktische Anwendungsfälle kommt man jedoch mit verhältnismäßig einfach aufgebauten V. aus. In der Übertragungstechnik werden sie vor allem zur künstlichen Verlängerung von Spulen- oder Verstärkerkerfeldern verwendet. Hierbei begnügt man



Nachbildung einer Kabelleitung.

sich im allgemeinen mit der Nachbildung der Dämpfung und des Betrags des Wellenwiderstandes. So läßt sich eine unbespulte Kabelleitung durch die Schaltung nach dem Bild leicht nachbilden. Mit steigender Frequenz nimmt der Leitwert des Kondensators C zu; damit nimmt auch die Dämpfung dieser V. mit wachsender Frequenz zu, der Wellenwiderstand aber ab, genau wie dies auch bei der unbespulten Kabelleitung beobachtet werden kann.

Verlängerungsspule → Antenne, beschaltete.

verlangter Teilnehmeranschluß auf Fernsprechauftragsdienst oder automatischen Anrufbeantworter. Die Teilnehmer haben die Möglichkeit, in ihrer Abwesenheit ihren Anschluß schalten zu lassen, 1. auf Fernsprechauftragsdienst (FeAD); dieser nimmt gemäß Auftrag die Anrufe entgegen (→ Fernsprechauftragsdienst); 2. auf automatischen Anrufbeantworter mit oder ohne Aufzeichnungsmöglichkeit. Im handvermittelten Ferndienst (→ Ferndienst, handvermittelter) werden zu Anschlüssen, die so geschaltet sind, erhoben:

Verlangter Teilnehmeranschluß auf	Gesprächsart	Fernsprechinlandsdienst	Auslandsferndienst
FeAD	gewöhnl. Gespräch	mindestens Dreiminutengebühr	keine Gebühr, wenn er nicht sprechen will; sonst mindestens Dreiminutengebühr
	V-Gespräch	ohne Gebühr streichen	V-Gebühr; dazu Gesprächsgebühr, wenn er sprechen will
	R-Gespräch	ohne Gebühr streichen	gilt als Ablehnung; nur R-Gebühr
autom. Anrufbeantworter	gewöhnl. Gespräch	mindestens Dreiminutengebühr	mindestens Dreiminutengebühr
	V-Gespräch	ohne Gebühr streichen	V-Gebühr; dazu Gesprächsgebühr, wenn er sprechen will
	R-Gespräch	ohne Gebühr streichen	gilt als Ablehnung, daher R-Gebühr

Trommer

Verlegung von Teilnehmereinrichtungen. Wenn ein Teilnehmer (Tln) seine Wohn- oder Geschäftsräume innerhalb eines Ortsnetzes (ON) oder in ein anderes ON für dauernd verlegt, können auf Antrag seine Teilnehmereinrichtungen dorthin verlegt werden. Anträge auf Verlegung werden im allgemeinen vor Anträgen auf Neueinrichtung erledigt. Auch die V. innerhalb eines ON ist häufig mit einer Rufnummernänderung verbunden. Die Herstellung einer Gemeinschaftssprechstelle an der neuen Stelle ist nicht immer möglich bzw. nicht immer zulässig. Wird bei einer V. eine Leitung, für die eine Mindestüberlassungsdauer vorgesehen ist, in ihrer Länge oder Führung geändert, so beginnt für die (ganze) Leitung eine neue → Mindestüberlassungsdauer.

Verlust → Verkehrsverlust.

Verlustaufteilung → gereihte Verluste.

Verlustbündel, Leitungsbündel, bei dem die nicht verarbeiteten Belegungen (Restverkehr) nicht auf ein Überlaufbündel überfließen, sondern abgewiesen werden und zu Verlust gehen. In reinen Verlustsystemen ohne Überlaufeinrichtungen (reines Direktwahlsystem) gibt es nur V. Im Netz des Selbstwählferndienstes, das mit alternativer Leitweglenkung betrieben wird, überwiegen dagegen die Querleitungsbündel, bei denen kein Verlust auftritt, sondern Verkehr auf Überlaufbündel überfließt. V. bestehen dort nur entlang des Kennzahlweges, als interne Leitungsbündel zwischen I. und II. Richtungswählern, zwischen Zählimpulsgebern und Knotenregistern bzw. zwischen Anschaltesätzen und Hauptregistern sowie zwischen Knotenrichtungswählern und Endgruppenwählern bzw. Hauptrichtungswählern und Knotengruppenwählern (→ gereihte Verluste).

Verlustfaktor, Verlustwinkel: Begriffe für verlustbehaftete Zweipole bei zeitlich sinusförmigem Verlauf von Strom und Klemmenspannung.

a) Beim Kondensator: Ist φ der Phasenverschiebungswinkel des Stromes gegen die Klemmenspannung, so ist die Blindleistung $P_b = I_{eff} U_{eff} \sin\varphi$ und die Wirkleistung $P_w = I_{eff} U_{eff} \cos\varphi$. Beim verlustlosen (idealen) Kondensator ist $\varphi = \pi/2$, beim technischen Kondensator mit Verlusten ist $\varphi < \pi/2$. Man nennt Verlustwinkel

$$\delta = \frac{\pi}{2} - \varphi;$$

es ist daher

$$\frac{P_w}{|P_b|} = \tan\delta = d;$$

die Größe d heißt Verlustfaktor, ihr Kehrwert

$$\frac{1}{d} = \frac{|P_b|}{P_w} = \frac{1}{\tan\delta}$$

wird Güte des Kondensators genannt (häufig verwendetes Zeichen hierfür Q). Diese Definitionen sind unabhängig davon, ob man sich das Ersatzbild des Kondensators als Parallelschaltung des die gesamten Verluste darstellenden Wirkleitwertes G und des kapazitiven Leitwertes ωC vorstellt, oder als Serienschaltung. Wenn die Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums nicht eine Konstante, sondern von der elektrischen Feldstärke abhängig ist (→ ferroelektrische Stoffe), so verläuft z. B. bei sinusförmigem Verlauf der Klemmenspannung der Strom periodisch, er enthält Oberschwingungen. In diesem Fall ist im vorangegangenen unter Strom die Grundschwingung des Stromes zu verstehen. Beim technischen Kondensator sind die Wirkverluste vorwiegend Umelektrisierungsverluste des Dielektrikums.

Für viele technischen Dielektrika ist in verhältnismäßig weitem Frequenzbereich der Verlustwinkel und daher der Verlustfaktor wenig frequenzabhängig und somit neben der Kapazität C eine kennzeichnende Größe des Kondensators. Größenordnungen $d \approx 10^{-4}$ bei besonders auf Verlustfreiheit gezüchteten Dielektrika (z. B. Styroflex), $d \approx 1$ bei Elektrolytkondensatoren.

b) Bei der Spule: Ist φ der Phasenverschiebungswinkel der Klemmenspannung gegen den Strom, so nennt man hier Verlustwinkel

$$\delta = \frac{\pi}{2} - \varphi;$$

er ist ein Maß für die Spulenverluste, die sich aus dem Verlust im Wirkwiderstand der Spulenwicklung, dem Verlust in der Isolation und dem Verlust im Kern der Spule zusammensetzen. Unabhängig davon, ob man sich das Ersatzbild der Spule als Serienschaltung des resultierenden Wirkwiderstandes R und des Blindwiderstandes ωL oder als Parallelschaltung vorstellt, gilt

$$\frac{P_w}{P_b} = \tan\delta = d,$$

d wird Verlustfaktor und $1/d$ wird Güte der Spule genannt. Enthält bei zeitlich sinusförmig verlaufendem Strom die Klemmenspannung Oberschwingungen, so ist im vorangehenden unter Spannung die Grundschwingung der Spannung zu verstehen. *J. Fischer*

Verlustfaktormeßbrücke. Verlustfaktoren werden zusammen mit Kapazitäten in Kapazitätsmeßbrücken gemessen, z. B. in der → Wienschen Meßbrücke oder in der → Schering-Meßbrücke.

Verlustformel → modifizierte Palm-Jacobaeus-Verlustformel.

Verlustleistung wird jede verlorengehende, das heißt nicht dem technischen Zweck dienende Leistung genannt. Fast jede Verlustleistung ist Wärmeleistung. In einem mechanisch-elektrischen Energiewandler (Motor, Lautsprecher) z. B. geht ein Teil der zugeführten Leistung irreversibel als Stromwärmeleistung verloren.

Verlustleistung einer Antenne entspricht in physikalischem Sinne der Differenz zwischen der an einem vorgegebenen Verbraucherwiderstand zu erwartenden und der tatsächlichen wirksamen Leistung. Diese Differenz entsteht aus dem Vorhandensein gewisser Verlustwiderstände; ein lediglich unzweckmäßig bemessener Verbraucherwiderstand bedingt nur einen Leistungsverlust (Anpassungsverlust). Bei Antennen ist eine treffende Entscheidung zwischen Verlustleistung und Leistungsverlust oftmals sehr schwierig. Beispielsweise gilt der Strahlungswiderstand im Sendefalle als nutzbarer Verbraucher, im Empfangsfalle als nachteilige Verlustquelle (Strahlungsverlust). Andererseits dient der Schluckwiderstand einer → Rhombusantenne zur gewinnbringenden Verbesserung des Richtdiagramms, obwohl die Schluckleistung bei Empfangsrhomben von gleicher Größe ist wie die nutzbare Leistung. Die Zusammenhänge werden eindeutiger, wenn die Vorgänge auf der Antenne mit denjenigen auf einer (nicht idealen) Doppelleitung verglichen werden, deren Bedämpfung nur zu einem Teil aus der aufgabemäßigen Strahlungsdämpfung der Antenne resultiert. Echte Verluste entstehen in ohmschen

Leitungs- und Erdbodenwiderständen sowie in gewissen reellen Leitwertkomponenten des Dielektrikums (Isolations- und Sprühverluste). Die aus schlecht leitendem Erdboden herrührenden Verluste können jedoch gelegentlich auch nützlich sein, indem sie beispielsweise bei kurzen → Langdrahtantennen die diagrammbestimmende Aufgabe des Schluckwiderstandes übernehmen (geknickte Marconiantenne). Unter der Voraussetzung, daß der komplexe Scheinwiderstand

$$\underline{R}_a = R_a + j \cdot Y_a$$

im Antennenspeisepunkt (→ Antennenwiderstand), zusätzlich zu dem aus der → Strom- und Spannungsverteilung herleitbaren Anteil mit dem Strahlungswiderstand R_s, lediglich den Serien-Verlustwiderstand R_v enthält ($R_a = R_s + R_v$), liefert der nach Blindkomponentenausgleich (Antennenabstimmung) optimale Antennenstrom I_a die Strahlungsleistung $N_s = I_a^2 \cdot R_s$, während das System die Senderleistung $N_a = I_a^2 \cdot (R_s + R_v)$ aufnimmt. Die Differenz entspricht der V. der Antenne, und der Quotient

$$\frac{N_s}{N_a} = \frac{R_s}{R_s + R_v} = \frac{\eta\,(\%)}{100}$$

ergibt den Antennenwirkungsgrad, zu dessen Wertbestimmung die Widerstandskomponenten bekannt sein müssen. Diese lassen sich nur anhand geeigneter Feldstärkemessungen ermitteln, etwa gemäß

$$E\,(\mathrm{V/m}) = E \cdot \sqrt{N_s} = E \cdot \sqrt{N_a - N_v} = E \cdot I_a \sqrt{\underline{R}_s + R_v) - R_v}$$

(E = Proportionalitätsfaktor), wobei die Eigenverluste der Antenne (in R_v) verfahrensgemäß durch denjenigen in einem hinzugefügten bekannten Serienwiderstand R_b festgestellt werden. In ein lineares Koordinatensystem $\underline{E}$ (V/m) über $\sqrt{N_v} = I_a \sqrt{R_v}$ wird die bei $R_a = R_s + \bar{R}_v$ und I_{a1} meßbare Feldstärke $\underline{E}_1$ als Ordinate über vorerst beliebig gewählter Abszisse $\left(I_{a1} \sqrt{R_v}\right)$ eingetragen (Meßpunkt 1) und mit derjenigen verglichen, welche nach Einfügen des Serienwiderstandes R_b bei dem Strom $I_{a2} < I_{a1}$ entsteht und deren Meßwert $\underline{E}_2$ über der Abszisse $\left(I_{a1} \sqrt{R_v}\right) + I_{a2} \sqrt{R_b}$ einzutragen ist (Meßpunkt 2). Die über Punkt 1 hinaus verlängerte Verbindungsgerade (2)—(1) ist ein geometrischer Ort derjenigen Feldstärke $\underline{E}_0$, welche bei $R_v = 0$ und $I_{a0} > I_{a1}$ existieren würde. Wird nunmehr dem Feldstärkemeßwert $\underline{E}_2$ über gleicher Abszisse der Rechenwert $\underline{E}_2 + \underline{E}_2 \cdot 2\,(I_{a1}/I_{a2} - 1)$ (Punkt 2′) und dem Feldstärkemeßwert $\underline{E}_1$ über seiner Abszisse der Rechenwert $\underline{E}_1 + \underline{E}_2 (I_{a1}/I_{a2} - 1)$ (Punkt 1′) zugeordnet, dann ist die über (1′) hinaus verlängerte Verbindungsgerade (2′)—(1′) ein weiterer geometrischer Ort des Feldstärkewertes $\underline{E}_0$. Die dem Schnittpunkt der beiden Verbindungslinien (2)—(1) und (2′)—(1′) entsprechende Abszisse hat von derjenigen des Meßpunktes (2) den relativen Abstand $I_{a1} \cdot \sqrt{R_v} + I_{a2} \sqrt{R_b}$, womit der Verlustwiderstand R_v und die V. der Antenne auf graphischem Wege und frequenzneutral aus Strom- und Feldstärkemeßwerten hergeleitet werden können. *Bohnenstengel*

Verlustsystem ist ein Vermittlungssystem, bei dem Anrufversuche erfolglos sind, wenn für die gewünschte Verbindung kein freier Verbindungsweg besteht.

Bei der DBP sind Orts- und Fernvermittlungssysteme Verlustsysteme. Wartesysteme kommen nur äußerst selten für beschränkte Anwendungen in Betracht (→ Wartesystem).

Verlustverkehr. Der V. stellt den Teil des Verkehrsangebots dar, der in einer Vermittlungsanlage, die als Verlustsystem arbeitet, nicht durchgeschaltet werden kann, weil keine freien Verbindungswege oder Leitungen verfügbar sind.

Verlustwahrscheinlichkeit. Die V. ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Belegungsversuch in einer Vermittlungsanlage abgewiesen wird. Die V. ist eine Rechengröße. Man errechnet sie nach einer »Verlustformel«, z. B. nach einer der beiden Erlangschen Verlustformeln. Für die Dimensionierung von Leitungsbündeln und Vermittlungsanlagen wird eine bestimmte Verlustwahrscheinlichkeit vorgegeben. Sie wird so gewählt, daß einerseits beim Zusammenschalten auch mehrerer Leitungsabschnitte keine unzumutbare V. entsteht und andererseits die Kosten für die Anlage nicht unwirtschaftlich groß werden. Die meisten Wahlstufen und Leitungsabschnitte werden für die V. von 1% bemessen. Andere praktisch vorkommende V. sind 2% und 1‰.

Verlustwiderstand. Wird eine Verlustleistung ausgedrückt durch $P = I^2 R$, so heißt R Verlustwiderstand (→ Antennenwiderstand).

Verlustwinkel → Verlustfaktor.

Verlustwinkelmeßbrücke → Verlustfaktormeßbrücke.

Vermittlungsbetrieb → Fernschreibsondernetze.

Vermittlungskraft. A oder A-Platzbeamtin ist die V., die an A-Plätzen (→ Fernplatzarten) die Anrufe der Teilnehmer abfragt, die Gesprächsanmeldung aufnimmt und das Gespräch als → betriebsführende V. herstellt. B oder B-Platzbeamtin ist die V., die an B-Plätzen die bei ihr von anderen Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung angeforderten Verbindungen herstellt. V. D oder D-Platzbeamtin ist die V., die an bestimmten D- oder A/D-Plätzen Gesprächsverbindungen in bestimmte Verkehrsrichtungen oder allgemein Gespräche im → Rückwärtsaufbau herstellt. V. S ist die V., die meist an bestimmten Plätzen im → Auslandsferndienst im ankommenden Dienst bei auftauchenden Sprachschwierigkeiten als Dolmetscherin eingeschaltet wird.

Vermittlungsstellen-Prüfgruppenwähler entsprechen in ihrer Arbeitsweise den Gruppenwählern im öffentlichen Netz, verarbeiten nur eine Ziffer und schalten in Freiwahl zur nächsten Wahlstufe durch.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 25 und 26.

Vermögensrechnung → Gewinn- und Verlustrechnung.

Vernickeln. Herstellung von 0,002 bis 0,050 mm dicken galvanischen Nickelüberzügen auf Eisen, Stahl, Kupfer, Messing und anderen Kupferlegierungen, Zink, Weißblech, Aluminium, Bleilegierungen usw. Unter allen Galvanisierungsverfahren wird das V. am häufigsten angewendet, da die Nickelüberzüge chemisch sehr widerstandsfähig sind, gut haften, nicht nachdunkeln, hell glänzen und gut poliert werden können. Das meist benutzte Vernickelungssalz ist heute das Nickelsulfat.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Verordnung über »Funknachrichten an mehrere Empfänger« vom 14. 1. 1936 (Amtsbl. S. 17 = BGBl. III 9028-1). »Funknachrichten an mehrere Empfänger« sind Nachrichten eines bestimmten Absenders, die zu festgesetzten Zeiten ohne Einzelanschrift durch Sender der DBP, die diese gegen Zahlung von Gebühren zu diesem Zweck zur Verfügung stellt, gesendet werden. Zugelassen sind nur politische, Handels-, Sport- und andere Mitteilungen und Nachrichten allgemeinen Inhalts, während private Mitteilungen jeder Art verboten sind. Die Einzelheiten über den Dienst, der zum → Benutzungsrecht gehört und bei dem zwischen der DBP und dem Nachrichtenabsender ein → Benutzungsverhältnis begründet wird, enthält die Verordnung vom 14. 1. 1936. Die Empfänger der Funknachrichten bedürfen, soweit die Nachrichten in der BRD empfangen werden sollen, einer fernmelderechtlichen Genehmigung durch die DBP.

Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV) vom 1. 12. 1942 (Amtsbl. 1943 S. 12 = BGBl. III 9020-2). Der PrivFmAnlV liegt die »Verordnung zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Vorschriften über Privatfernmeldeanlagen« vom 1. 12. 1942 (Amtsbl. 1943 S. 11 = BGBl. III 9020-2-1) zugrunde. Die PrivFmAnlV dient der Ergänzung des Rechts der → privaten Fernmeldeanlagen (FMA). Sie soll das Gebührenwesen auf diesem Gebiet vereinfachen und vereinheitlichen und eine einheitliche Durchführung der Bestimmungen des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) über private FMA gewährleisten. Die PrivFmAnlV bezieht sich allerdings nur auf einen Teil der privaten FMA, da sie auf private Funkanlagen und auf teilnehmereigene und private Nebenstellenanlagen keine Anwendung findet (§ 2 Abs. 2).

Die Verordnung (VO) besteht aus vier Teilen, wovon der 1. Teil (§§ 1 bis 21) die privaten FMA und der 2. Teil (§§ 22 bis 27) die Überlassung posteigener Stromwege behandelt. Der 3. Teil (§§ 28, 29) enthält Bestimmungen über Gebühren und Verjährung und der 4. Teil (§ 30) Übergangsvorschriften. Die Gebührenvorschriften finden sich in der Anl. 3 zur VO, und zwar sind im Teil I die Genehmigungsgebühren, im Teil II die Leistungsgebühren und im Teil III die Stromweggebühren geregelt. Der 1. Teil der VO, der sich mit den privaten FMA befaßt, ist wiederum in drei Abschnitte gegliedert. Abschnitt 1 enthält die »Allgemeinen Bestimmungen«, Abschnitt 2 regelt die Genehmigung von privaten FMA und Abschnitt 3 hat die besonderen Leistungen der DBP für private FMA zum Gegenstand. Von diesen drei Abschnitten gehören die beiden ersten Abschnitte zum Hoheitsrecht (Genehmigungsrecht), während der 3. Abschnitt Benutzungsrecht enthält. Die PrivFmAnlV ist die einzige Rechtsverordnung auf dem Gebiet des Fernmeldewesens, die sich sowohl mit Genehmigungs- als auch mit Benutzungsrecht befaßt.

1. Der genehmigungsrechtliche Teil. Insoweit kommt vor allem § 3 Bedeutung zu, der die Überschreitung der Bundesgrenzen durch private FMA und ihre Verbindung mit anderen FMA behandelt (→ Privatfernmeldeanlagen unter 1.2.).

2. Der benutzungsrechtliche Teil. In ihm sind die benutzungsrechtlichen Grundlagen für die besonderen Leistungen der DBP für private FMA und für die Überlassung posteigener Stromwege enthalten. 2.1. Besondere Leistungen der DBP für private FMA. Die DBP übernimmt für private FMA besondere Leistungen, die in der Herstellung oder Änderung von Leitungen (Kabel), ihrer Instandhaltung und ihrer Unterbringung in posteigenen Linien bestehen können, vorausgesetzt, daß die privaten FMA staatlichen oder gemeinnützigen Zwecken dienen (§ 15 PrivFmAnlV). Die Haftung der DBP und des Inhabers der privaten FMA für Schäden im Rahmen dieses Benutzungsverhältnisses sind in § 20 PrivFmAnlV geregelt (→ Haftung der DBP und Schutz der FMA). 2.2. Überlassung posteigener Stromwege. Posteigene Stromwege sind Stromwege in posteigenen Linien. Sie können für private FMA und für andere besondere Zwecke überlassen werden, wobei die Überlassung im Ermessen der DBP steht (§ 22 PrivFmAnlV). Über die Haftung → Haftung der DBP und Schutz der FMA.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 135 ff, 220 ff — Neugebauer, Das Recht der Privatfernmeldeanlagen, Dtsche. Post 1943, S. 69, 81. *Aubert*

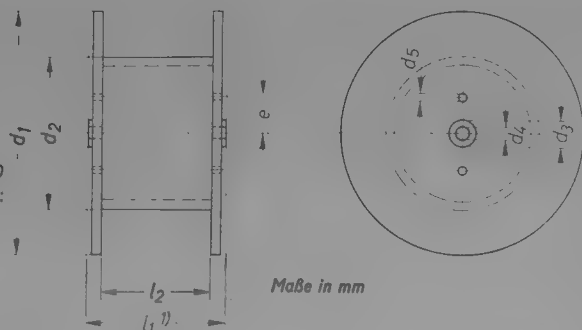
Verrundung → Tonempfänger.

Versand von Kabeln. Für V. werden Kabeltrommeln aus Holz oder Stahl nach DIN 46391 verwendet (Bild 1). Trommeln werden mit Holzbrettern lückenlos verschalt; Trommel und Verschalung müssen hinsichtlich Werkstoff und Festigkeit so beschaffen sein, daß aufgewickelte Kabel keinen Schaden erleiden. Mindestdurchmesser des Trommelkerns richtet sich nach Ausführungsart und Außendurchmesser des aufzuwickelnden Kabels; beträgt bei Kabeln mit Bleimantel mindestens das 20fache, bei Kabeln mit glattem Aluminiummantel mindestens das 30fache, bei sonstigen Außenkabeln (darunter z. B. Stahlwellmantel) das 15fache des Durchmessers des Kabels über dem Mantel. Kabelenden werden an Innenseite der Trommelscheiben befestigt; müssen für Prüf- und Meßzwecke nach Lösen der Verschalung leicht zugänglich und beim Transport gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser geschützt sein; bei Bleikabeln Zulöten des Bleimantels, bei Kabeln mit anderen Mänteln sonstige zweckentsprechende Verfahren. Für Herrichten der Enden von Stahlwellmantel-Kabellängen besondere Vorschriften des FTZ.

Nicht angegebene Einzelheiten sind zweckentsprechend zu wählen.

Bezeichnung einer Versandtrommel von Nenngröße 20 und einem Kerndurchmesser d_2 von 1250 mm aus Holz:

Trommel 20 × 1250 DIN 46391 – Holz



Nenngröße	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	e	l_1[1] Größtmaß	l_2	Wickelvolumen (theoretisch) dm³[2]
5	500	250	Werte nach Wahl des Herstellers	56	28	100	450	315	46
6	630	315							74
8	800	400		80	40	160	550	400	151
9	900	450		80	40	160	710	560	267
10	1000	500							330
12	1250	630		80	63	160	930	710	650
14	1400	710				300			812
16	1600	800		80	63	300	1150	900	1357
		1000							1103
18	1800	1000		100	63	300	1150	900	1584
		1250							1185
20	2000	1250		100	63	300	1150	900	1723
		1400							1442
22	2240	1400		125	63	300	1500	1250	3002
		1600							2413
25	2500	1600		125	63	600	1500	1250	3622
		1800							2955
28	2800	1800		140	63	600	1700	1400	5058
		2240							4210

Werkstoff: (bei Bestellung angeben): Holz
Stahl

[1]) Größtmaß über alle überstehenden Bauteile einschließlich Gewindebolzen, Muttern usw.

[2]) Errechnet nach der Formel $V = (d_1^2 - d_2^2)\,\frac{\pi}{4} \cdot l_2$

Bild 1. Kabeltrommeln nach DIN 46391.

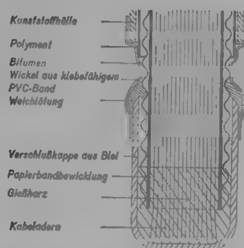


Bild 2. Festlegen der Leiterenden am Kabelanfang durch Gießharzstopfen und Verschließen des Kabels mit gewöhnlicher Bleikappe.

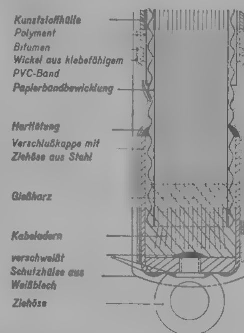


Bild 3. Festlegen der Leiterenden am Kabelanfang (Ziehende) durch Gießharzstopfen und Verschließen des Kabels durch Stahlkappe mit Ziehöse.

Enden müssen so hergerichtet sein, daß die auf das Kabel beim Auslegen wirkenden Zugkräfte in der Hauptsache von den Kupferleitern und nur zum kleinen Teil von der Kabelhülle aufgenommen werden; dadurch Stahlwellmantel vor schädlichen Zugbeanspruchungen bewahrt und Verlängerung des Mantels über Anfang oder Ende der Kabelseele hinaus vermieden. Dieser Forderung durch kraftschlüssige Verbindung der Kupferleiter mit Stahlwellmantel am Anfang und Ende jeder Kabellänge Genüge getan durch folgende Arbeitsgänge: Festlegen der Leiterenden am Kabelanfang durch Gießharzstopfen und Verschließen des Kabels mit gewöhnlicher Bleikappe (Bild 2);

Festlegen der Leiterenden am Kabelanfang (Ziehende) durch Gießharzstopfen und Verschließen des Kabels durch Stahlkappe mit Ziehösen (Bild 3);

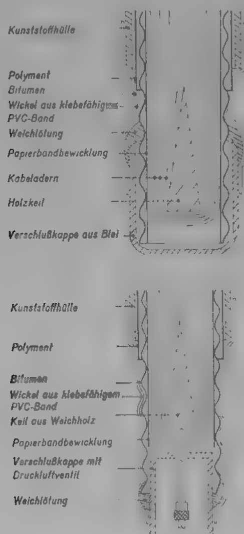


Bild 4 und 5. Festlegen der Leiterenden am Kabelende durch Holzkeil und Verschließen des Kabels mit normaler Bleikappe oder durch Verschlußkappe mit Druckluftventil.

Festlegen der Leiterenden am Kabelende durch Holzkeil und Verschließen des Kabels mit normaler Bleikappe oder durch Verschlußkappe mit Druckluftventil (Bild 4 u. 5).

Kabel-Versandtrommeln werden auf Außenseiten der beiden Scheiben mit folgenden Angaben beschriftet: Trommelnummer, Kabel-Lieferfirma (Abkürzung genügt), Kabelform und Kabelausführungsart (Kurzbezeichnung), Lieferlänge (in m), außerdem für Kabel, die TF-Sternviererseile enthalten, Gruppierungsstufe, gekrümmter Pfeil mit dem Zusatz »Drehrichtung«. Wenn Kabel mit Druckluftfüllung zu liefern ist, Kennzeichen ⊜ mit greller Farbe an der einen Trommelscheibe an der Stelle, an der sich an Innenseite Druckluftventil befindet. Wenn nicht anders vereinbart, auf jeder Kabeltrommel nur 1 Kabellänge aufgewickelt; mit Zustimmung der DBP mehrere Längen in einheitlichem Richtungssinn; die mit A und E gekennzeichneten Kabellängen so aufgewickelt, daß A-Ende stets oben liegt.

Druckluftfüllung

Eine Druckluftfüllung für den Versand erhalten: alle Röhrenkabellängen mit Bleimantel, alle Kabellängen mit Stahlwellmantel oder Aluminiummantel, die in Kabelformsteine oder Kunststoffrohre eingezogen werden sollen, alle Polyäthylen-Ortskabel (PE-Ok), die eine Ziehöse erhalten, alle Brücken- und Flußkabellängen und alle Kabellängen, die zur Unterkreuzung von Wasserläufen in Kunststoffrohre eingezogen werden sollen. Zur Füllung der Kabellängen wird trockene Luft (höchster Feuchtigkeitsgehalt 2,5 g/m³) verwendet. Der Überdruck soll für den Versand etwa 0,6 atü betragen.

Technische Ausführung der Druckluft-Verkappung

Die Kabel-Lieferlängen werden mit einer Verschlußkappe mit eingelötetem Druckluftventil in der Ausführung nach Bild 6 bzw. 7 verschlossen. Die jeweils zu verwendende Kappengröße richtet sich nach dem Durchmesser des betreffenden Kabels unter dem Metallmantel.

Prüfungen durch die Empfangs- bzw. Baudienststellen: An der Empfangsstelle wird an den mit Druckluft gefüllten Kabellängen sogleich nach ihrem Eintreffen eine Manteldichtigkeitsprüfung durch Messen des Überdrucks vorgenommen, um festzustellen, ob die Kabel während des Transports einwandfrei geblieben sind. Der Kabelmantel gilt als dicht, wenn der Überdruck in der Lieferlänge noch mindestens 0,3 atü beträgt und annähernd konstant bleibt.

Der Überdruck wird erst unmittelbar vor den Spleißarbeiten abgelassen, damit bis zu diesem Zeitpunkt jederzeit erneut der Dichtigkeitszustand des Kabelmantels und der Verschlußkappen geprüft werden kann. Wird bei der Manteldichtigkeitsprüfung auf der Baustelle festgestellt, daß kein oder ein zu geringer Überdruck in der Kabellänge vorhanden ist, so wird die Länge nicht zum Einziehen bzw. Auslegen freigegeben. Die mangelhafte Kabellänge wird mit trockener Druckluft gefüllt (Überdruck mindestens 0,3 at) und nochmals einer Manteldichtigkeitsprüfung unterzogen. Das Kabelstück kann verwendet werden, wenn nach einigen Stunden kein Druckabfall festzustellen ist.

Die Kabel-Verschlußkappen mit eingebautem Druckluftventil werden mehrmals verwendet. Werden mit Druckluftfüllung gelieferte Kabellängen an den Empfangs- bzw. Baustellen in absehbarer Zeit nicht verwendet oder werden sie als Vorratslängen gelagert, so wird der Überdruck in den Kabelstücken auf etwa 0,3 atü herabgesetzt. Für Vorratskabellängen oder bereits eingezogene, noch nicht verspleißte Längen ist es zweckmäßig, die mit dem Druckluftventil ausgerüstete Verschlußkappe durch einen Wickel aus

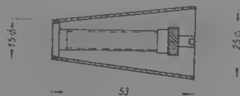


Bild 6. Kabelverschlußkappe mit Druckluftventil zum Einschieben in den Metallmantel für Kabel mit 15-30 mm ⌀ über Metallmantel. Ausführung: Eisen, galv. verzinnt, Wanddicke: etwa 1 mm.

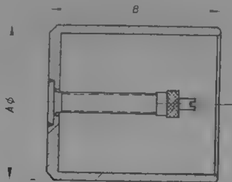


Bild 7. Kabelverschlußkappe mit Druckluftventil zum Einschieben in den Metallmantel.

für Kabel-⌀ über Metallmantel	A⌀	B
30 — 45 mm	30 mm	53 mm
45 — 60 mm	45 mm	60 mm
60 — 75 mm	60 mm	60 mm
75 — 90 mm	75 mm	60 mm

Ausführung: Eisen, galv. verzinnt
Wanddicke: etwa 2 mm

klebendem Kunststoffband zu verschließen. Hierdurch wird das Ventil vor Verschmutzung und Beschädigungen geschützt. *Knebel*

Verschachtelung ist die zeitliche Reihenfolge der Schritte oder Zeichen der einzelnen Kanäle eines Zeitmultiplex-Telegrafiesystems bei der Übertragung.

Schrittweise Verschachtelung: V. in der Weise, daß erst die Schritte Nr. 1 der Telegrafierzeichen aller Kanäle nacheinander übertragen werden, dann die Schritte Nr. 2 usw.

Zeichenweise Verschachtelung: V. in der Weise, daß erst ein ganzes Zeichen des Kanals 1, dann ein Zeichen des Kanals 2 usw. übertragen werden.

Verschiebung, Verschiebungsdichte, -konstante → elektrische Größen.

Verschiebungssatz → Laplace-Transformation.

Verschlußregister, mechanisches → Eisenbahnsignaltechnik, → Stellwerk, mechanisches.

Verschränken. Unter V. wird das Zusammenschalten ungleich benummerter Suchstellungen (Ausgänge) von verschiedenen Zubringerteilgruppen in einer Mischung verstanden. Wenn unmittelbar aufeinanderfolgende Suchstellungen verschiedener Zubringerteilgruppen vielfachgeschaltet sind, liegt eine Einschritt-Verschränkung vor. Bei der Zweischritt-Verschränkung springen die Vielfachverbindungen von Zubringerteilgruppe zu Zubringerteilgruppe um 2 Suchstellungen weiter. Bei Mehrschritt-Verschränkung geht der Sprung über entsprechend mehrere (Dreh-)Schritte. Je nachdem in welcher Richtung die Vielfachverbindungen verlaufen, nennt man die Mischung rechts- oder linksverschränkt. Das V. verbessert nicht die Verkehrsgüte einer Mischung. Sie ermöglicht aber, daß die Nebensprechdämpfung zwischen beliebigen Abnehmerleitungen in einer Mischung über dem geforderten Wert von 9,8 N gehalten werden kann. Im Wählervielfach treten zwischen benachbarten Suchstellungen kapazitive Kopplungen auf. Diese werden beim geraden Vielfachschalten auf parallelgeführte Leitungen konzentriert. Beim Verschränken dagegen werden die Kopplungen auf möglichst viele Leitungen verteilt, so daß ein merkbares Nebensprechen mit einer bestimmten Leitung nicht auftritt. Durch das V. werden auch die Abnehmer gleichmäßiger belastet. Das ist manchmal erwünscht, manchmal aber auch unerwünscht. Das Zusammenschalten ungleich benummerter Suchstellungen von nicht benachbarten Zubringerteilgruppen bezeichnet man als V. mit Übergreifen. *Socher*

Verseilarten. Je nach der Anordnung der Adern werden folgende Verseilarten unterschieden:

1. Paarverseilung: Zwei zu einem Leitungskreis (Schleife) gehörige Adern sind miteinander verseilt; vom Leiterdurchmesser abhängige Drallänge.

2. Viererverseilung.

2.1. Sternverseilung: Verseilung der vier Einzeladern in gleichmäßigem Drallschritt; geringste nebensprechmäßige Beeinflussung, wenn sich Verbindungsachsen beider Stammleitungen an jeder Schnittstelle rechtwinklig kreuzen (Bild 1).

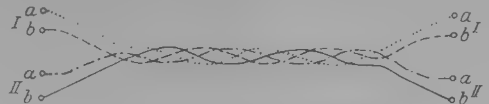
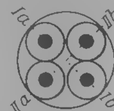


Bild 1. Sternverseilung, Drallgang.



Sternverseilung, Querschnitt.

2.1.1. Sternverseilung ohne Phantomausnutzung (St III): Der Sternvierer besteht aus vier miteinander verseilten Adern, von denen jeweils zwei diagonal gegenüberliegende einen Leitungskreis (Stamm, Stammkreis, Schleife) bilden. Verwendung vorwiegend in Kabeln des Ortsnetzes.

2.1.2. Sternverseilung (St I): Wie St III, jedoch kleinere kapazitive Kopplungen. Verwendung in Kabeln des Ortsverbindungs- und Bezirksnetzes.

2.1.3. Sternverseilung (St): Wie St III, jedoch besondere Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften. Verwendung in Kabeln des Weitverkehrsnetzes (Alte Fernkabel); siehe Bild unter → Viererseil.

2.1.4. Trägerfrequenz-(TF-)Sternverseilung (TF-St): Wie St III, jedoch besondere Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften unter Berücksich-

tigung der zu übertragenden trägerfrequenten Wechselströme. Verwendung in Trägerfrequenzkabeln (in der Regel mit 1,2 oder 1,3 mm Kupferleitern).

2.2. Dieselhorst-Martin-Verseilung (DM): Je zwei Adern zu Paaren verseilt; dann 2 Paare, von denen jedes einen Leitungskreis bildet, zu einem Vierer verseilt (Bild 2).

Drallängen beider Stammleitungen ziemlich gleich, gegen den Drallschritt des Vierers weit stärker verschieden. Verwendung in Kabeln des Bezirks- und Weitverkehrsnetzes.

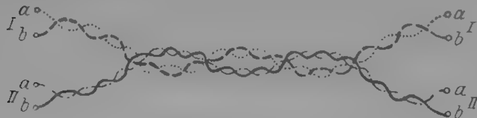
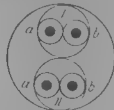


Bild 2. Dieselhorst-Martin-Verseilung, Drallgang.



Dieselhorst-Martin-Verseilung, Querschnitt.

2.3. Phantomkreis: Bei DM- und St-Verseilung kann aus den beiden Stämmen unter Zuhilfenahme von Ringübertragern ein dritter Leitungskreis — Phantom- oder Viererkreis — geschaffen werden, bei dem die parallel geschalteten Adern eines Stammes die Hin- und die anderen Adern die Rückleitung bilden. Gegenseitige Beeinflussung von Stamm- und Phantomkreis innerhalb eines Vierers stärker als die der Stammkreise untereinander oder zwischen Leitungskreisen verschiedener Vierer; deshalb wird bei Übertragung höherer Frequenzen im allgemeinen auf Phantomausnutzung verzichtet. Bei gleichen elektrischen Eigenschaften für Stammkreise der Vierer ist Sternvierer raumsparender als DM-Vierer; beansprucht im Durchschnitt 22 bis 28% weniger Raum; dagegen beim St-Vierer wesentlich höhere Viererkapazität als beim DM-Vierer (2,7faches der Stammkapazität gegenüber 1,6fachem beim DM-Vierer). DM-Vierer zur Bildung von Phantomkreisen besonders gut geeignet; wird verwendet für zu pupinisierende Leitungen, die in Stamm und Vierer auf etwa gleiche Dämpfung pupinisiert werden und gleich breites Sprachband übertragen. Von theoretischer Möglichkeit der Achterverseilung durch Verseilung zweier Viererkreise wurde praktisch kein Gebrauch gemacht wegen großer Schwierigkeit eines weitreichend homogenen Kabelaufbaues. Neuerdings ist das Verseilelement Achter bei einem Versuchskabel der DBP in Erprobung. Er vereinigt günstige NF- und TF-Eigenschaften und hat wirtschaftliche Vorteile gegenüber üblichen DM-Kabeln.

3. Achterverseilung: Sie besteht aus acht um einen Polyäthylen-(PE-)Mitteleinlauf verseilten Adern, die zur Vermeidung systematischer Kopplungen in periodischen Abständen miteinander gekreuzt sind (Bild 3).

In jeder Querschnittsebene des Achters bilden 2 diagonal gegenüberliegende Adern einen Stammkreis, je 2 orthogonal angeordnete Stammkreise bilden wie bei Sternvierern einen Phantomkreis; man kann deshalb den Achter als Verschachtelung zweier Sternvierer auffassen, aus denen bei Bedarf auch ein Superphantomkreis im selben Verseilelement gebildet werden kann.

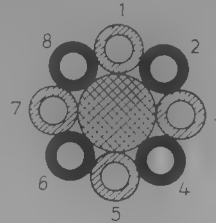
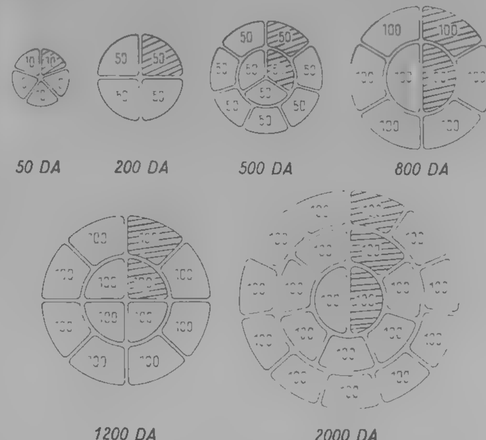


Bild 3. Achterverseilung.

4. Bündelverseilung: Bündel sind mehrere, durch eine gemeinsame offene Wendel zusammengefaßte Verseilelemente. Bei der Bündelverseilung, für die sich die Bundespost bei PE-isolierten Kabeln entschieden hat, sind die Aufbauelemente Grund- und Hauptbündel, gebildet aus Sternvierern, in dekadischer Stufung der Doppelader-(DA-)Zahlen. Die Einführung des Grundbündels hat zwei Gründe. Die dekadische Abstufung paßt zu den Klemmenplatten und Anschlußleisten der Abschlußeinrichtungen.



DA: Doppelader — Zählbündel, mit roter Kunststoffolie gekennzeichnet

10: Grundbündel aus 10 DA = 5 St-VS

50, 100: Hauptbündel aus 50 oder 100 DA 25 oder 50 St-VS

Bild 4. Bündelverseilung.

Eine aus fünf Sternvierern aufgebaute Einheit hat eine geringe Kreisstabilität, läßt sich leicht verformen und führt zu einer guten Raumausnutzung im Kabel (Bild 4). *Knebel*

Verseilelement, ein Begriff für Adern, Paare (P), Stern-(St-)und Dieselhorst-Martin-(DM-)Vierer, -Achter und Bündeln in Kabeln.

Verseilung ist schraubenförmiges Umeinanderwickeln der Kabeladern nach bestimmten Verfahren (im Gegensatz dazu: Zusammenfassen in Bündeln). V. aus mechanischen und elektrischen Gründen notwendig. Mechanische Gründe: Beim Zusammenlegen der Einzelelemente (z. B. Doppeladern, DA) parallel nebeneinander ohne V. würden beim Biegen außenliegende Elemente einer starken Dehnung, innenliegende einer starken Stauchung unterworfen, Gefahr des Reißens, Eindrückens und der Deformation, auch der Nachbarelemente, groß. Bei V. befinden sich alle Einzelelemente innerhalb vollständiger Verwindung um 360° z. T. an Außenseite, z. T. an der Innenseite. Sind Verwindungsabschnitte kleiner als Bogenlänge der Biegung, gleichen sich Zug- und Stauchungsbeanspruchungen aus, o. g. Elemente verschieben sich derart, daß sie nach Außenseite des Bogens wandern und benachbarte Elemente sich an Außenseite der Biegung voneinander entfernen. Dazu müssen Elemente in der V. um kleinen Betrag in Längsrichtung und Abstand gegeneinander verschiebbar sein. Aus elektrischen Gründen V. wichtig zur Verminderung der gegenseitigen und äußeren elektrischen Beeinflussung der Elemente. Einhaltung der geforderten Nebensprechfreiheit bedingt hohen Grad an Gleichmäßigkeit der geometrischen Abstände im Verseilelement und bei den richtig gewählten Schlaglängen. Induktionsfreiheit zweier mit gleich langem Drallschritt verseilten nebeneinanderliegenden DA nur gegeben, wenn Phasen der Verdrillung zweier nebeneinanderliegender Punkte um 90° verschoben sind. Bei verschiedenen Drallängen benachbarter DA Induktionswirkung nur geringer, wenn Schlaglängenabstände richtig gewählt worden sind. Induktionsfreiheit der Leitungen, wenn Verdrillungsphase der Leitung mit längerem Drall gegen Phase der anderen am Ende jedes kürzeren Drallschritts um einen durch einen Bruch mit geraden Nenner ausdrückbaren Teil der längeren Periode zurückbleibt; ist Nenner ungerade Zahl, Leitungen nur bedingungsweise induktionsfrei, gegenseitige Beeinflussung aber weniger groß als bei Verseilung ohne Drallwechsel, und zwar um so geringer, je größer der Nenner des Bruchs. Der maximale Verseilabstand zwischen zwei Punkten der Spirale, die vollen Schraubengang begrenzt, wird mit Drall- oder Schlaglänge oder Drallschritt bezeichnet. Drallänge nach Aderdurchmesser und Entfernung der Lagen vom Kern verschieden. Damit wirkliche Länge der Kabeladern nicht über bestimmtes Maß der Länge des fertigen Kabels hinausgeht, erhalten dickere Adern längeren Drall als dünnere, äußere Lagen längeren als innere. Höchstwert für Verhältnis dieser beiden Längen mit Verseilungsfaktor bezeichnet. *Knebel*

Verseilung von Adern für Fernmeldekabel (Fertigung). Bei der Fertigung von Fernmeldekabeln (F.) werden in der Klein-V. Adern zu Gruppen (Paare, Viererseile) und Gruppen in der Groß-V. zu Seelen verseilt. Über Zweck und Anwendung der Klein-V. → Verseilung. In einigen Ländern, z. B. Dänemark, England, Schweden, USA, werden Teilnehmerkabel paarverseilt. Vorteil: leichtere Entkopplung benachbarter Verseilelemente. Besonders in USA wurden schnellaufende Paarverseilmaschinen entwickelt. In Deutschland und anderen europäischen Ländern werden Teilnehmerkabel sternviererverseilt. Vorteil: im F. beanspruchter Raum wird geringer, Betriebskapazität bei gleichem Aderaufbau niedriger. Neben Paar- und Sternvierer-V. werden Dreier- und Fünfer-V. bei Schaltkabeln angewendet. Wichtig für hohe Nebensprechdämpfung benachbarter und nahe gelegener Gruppen ist die Wahl richtiger Drallängen der Verseilelemente (Bild 1). Unter D r a l l, D r a l l ä n g e, Drallschritt, S c h l a g und Schlaglänge wird der Abstand zweier Punkte eines Verseilelementes verstanden, bei denen die Adern die gleiche Lage zur gedachten Achse haben. Sprachfrequent ausgenutzte F. erhalten bei gerader Anzahl von Gruppen in einer Lage mindestens 2 unterschiedliche Dralle, bei ungerader Anzahl von Gruppen mindestens 3 unterschiedliche Schlaglängen. Bei symmetrischen Trägerfrequenz-(TF-)F. müssen i. allg. sämtliche Vierer unterschiedliche Drallängen aufweisen. Sternviererseile für Bezirks- und Fernkabel können Mitteleinlauf (Papierkordel bzw. Kunststofffaden) und müssen Haltewendel erhalten, um Adern in richtiger geometrischer Lage zu halten und um Zähl- und Richtungsvierer zu kennzeichnen. Ursprünglich waren für Sternvierer-V. Korbverseilmaschinen üblich (Bild 2).

Bei den senkrecht angeordneten Korbverseilmaschinen sind die vier Adertrommeln auf dem sich drehenden Korb angeordnet. Die Adern werden durch die Abzugscheibe von Trommeln abgezogen und durch Drehung des Korbes im Verseilpunkt zum Sternvierer verseilt. Stufenrädergetriebe ermöglicht verschiedene Korbdrehzahlen und damit verschiedene Drallängen. In den letzten Jahren wurden horizontale Viererverseilmaschinen entwickelt, bei denen Aderablauftrommeln außerhalb der eigentlichen Maschine stehen und mit oder ohne Rückdreheinrichtung versehen sind. Es rotieren Abzugscheibe und Aufwickeltrommel. Eine andere Lösung, Sternvierer zu verseilen, verdrallt die Adern mit Hilfe eines Bügels, jedoch mit Einfachschlag. Eine weitere Bauart ist Bügelverseilmaschine mit Doppelschlag in senkrechter oder waagerechter Anordnung. Bei diesen laufen Adern z. B. über Kopf von den außerhalb der Verseilmaschine stehenden Aderntrommeln ab; sie werden durch umlaufenden Hohlbügel verdrallt und durch Verseilnippel nach der Aufwickeltrommel geführt. Adern werden zweimal bei einem Bügelumlauf verdrallt. Infolge geringer umlaufender Masse des Bügels sind hohe Drehzahlen und damit große Abzuggeschwindigkeiten möglich. Drallänge wird durch Abzuggeschwindigkeit und Bügeldrehzahl bestimmt. Verseilmaschinen für Dieselhorst-Martin-(DM-)Vierer sind als Korbverseilmaschinen üblich, auf denen zweimal zwei Adern zu zwei Paaren, und dann im gleichen Arbeitsgang die beiden Paare zum DM-Vierer verseilt werden.

Bei Paaren zur niederfrequenten Übertragung von Rundfunkprogrammen werden zur Vermeidung kapazitiver Kopplungen metallisierte Papierbänder (Me-

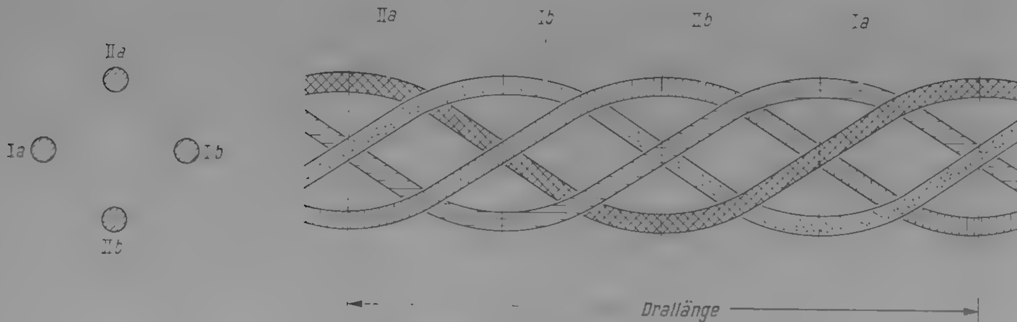


Bild 1. Sternvierer, Darstellung der Drallänge.

tallseite außen) wendelförmig aufgesponnen; zur sicheren Durchverbindung folgt ein 0,4 mm verzinkter Eisendraht, darüber eine Lage Papier. Zur Vermeidung magnetischer Beeinflussung müssen die Drallängen dieser Paare optimal festgelegt werden. Es ist



Bild 2. Sternvierer-Korbverseilmaschine.

wirtschaftlich, die Verseilelemente bereits in der Werkstatt zu prüfen, um ungeeignete Elemente von vornherein auszuschalten.

Literatur: → Literatur „Bewehrung von Fernmeldekabeln". — R. Bélus, Les câbles à circuits symétriques, Câbles et Transmission, Bd. 15, 1961, S. 259–288.

Leichsenring

Verseilung von Gruppen zu Seelen von Fernmeldekabeln (Fertigung). In der Groß-V. werden Verseilelemente zu Seelen zusammengefaßt. Bei der V. der Gruppen zur Seele in konzentrischen Lagen wird jede Lage in langem Drall um vorhergehende Lage meist mit entgegengesetzter Drallrichtung verseilt. Jedes Verseilelement soll in der Seele stets die gleiche Lage gegenüber Nachbargruppen haben. Für jede Lage müssen die verschiedenartigen Verseilelemente, z.B. Zählvierer, Richtungsvierer, Viererseile mit A-, B- und gegebenenfalls C-Drall, richtig in Verseilmaschinen eingesetzt werden. Niedrigpaarige Fernmeldekabel (F.) werden in Ein-, höherpaarige F. in Mehrkorbverseilmaschinen (Serien-Verseilmaschinen) verseilt. Im Verseilkorb sind Joche für Maschinentrommeln der Verseilelemente angebracht. Eine Vierkorb-Serienverseilmaschine hat z. B. im ersten Korb 18 Joche, im zweiten 24, im dritten 30 und im vierten Korb 36 Joche. Es können also 108 Viererseile in einem Arbeitsgang verseilt werden (s. Bild, S. 1820).

Die oft hochpaarigen Teilnehmerkabel werden ohne Rückdrehung verseilt. Bei Bezirks- und Fernkabeln, die i. allg. nicht so hohe Paarzahlen, aber schärfere Kopplungsanforderungen haben als Ortskabel, werden meistens Einkorb-Verseilmaschinen mit Rückdrehung der Joche verwendet. Bei sehr hochpaarigen Ortskabeln müssen Seelen auch bei Mehrkorbmaschinen in mehreren Durchgängen verseilt werden. Eine Seelen-Verseilmaschine besteht aus den Verseilkörben, Spinnern für Aufbringung von Textil- oder Papierbändern für Trennung der Lagen und zur Seelenbewicklung, Abzugscheibe und Aufwickelei. Drehzahlen der Verseilkörbe und Abzugscheibe stehen durch starres Getriebe in festem Verhältnis zueinander und bestimmen die Lagendrallängen. Verseilelemente laufen von Maschinentrommeln durch eine mit Löchern versehene Verteilerscheibe zum Verseilnippel. Sehr wichtig ist die gleiche Abbremsung aller Maschinentrommeln mit den Verseilelementen. Die Seelen werden auf stählerne Fertigungstrommeln gewickelt. Papierisolierte bündelverseilte Ortskabel haben gemäß Pflichtenheften europäischer Postverwaltungen in konzentrischen Lagen aufgebaute Bündel mit 50 und 100 Paaren. Große Korbverseilmaschinen sind für die Aufnahme der Stahltrommeln von



Seelenverseilmaschine.

etwa 1,5 m ∅ erforderlich. Die Bündel werden ohne Rückdrehung in Lagen zur Seele verseilt. Beim Durchlaufen des Verseilnippels werden die runden Bündel sektorförmig zusammengedrückt, so daß sich eine gute Raumausnutzung der Seele ergibt. Die DBP hat für polyäthylenisolierte Ortskabel den Bündelaufbau vorgeschrieben (→ Bündelverseilung). Der Aufbau aus immer gleichen Grund- und Hauptbündeln hat für die Fertigung den großen Vorteil von stets gleichen Kabelelementen größter zulässiger Länge. Zur Verseilung der Bündel werden vorzugsweise schnellaufende Bügelverseilmaschinen verwendet. Auch für die Verseilung der 100 paarigen Bündel zur Seele kann die Verseilmaschine mit feststehenden Ablauftrommeln und sich drehender Aufwickeltrommel mit entsprechend hoher Abzuggeschwindigkeit eingesetzt werden. Bei Seelenverseilung von koaxialen Paaren 2,6/9,5 darf ein verhältnismäßig großer Krümmungshalbmesser nicht unterschritten werden. Die auf metallene Maschinentrommeln gewickelten Koaxialpaare werden auf großen Korbverseilmaschinen mit Rückdrehung zur Seele verseilt. Kleinkoaxialpaare 1,2/4,4 haben einen wesentlich geringeren zulässigen Krümmungshalbmesser. Sie werden häufig in kombinierten Kabeln mit papierisolierten Verseilelementen gleichen Durchmessers zusammen in einer Lage verseilt. Alle Seelen erhalten im gleichen Arbeitsgang mit der V. eine Umspinnung mit Papier- oder Kunststoffbändern, ggf. mit Metallfolie, zur Abschirmung. Die Bandbespinnung hält die Seele zusammen und stellt die vorgeschriebene Prüfspannung gegen Mantel oder Schirm sicher. Eine neuartige V., die Pendel- oder SZ-V., ist noch in der Entwicklung. Bei der Fertigung ist eine genaue Längenmessung der F., aber auch der Vorfabrikate erforderlich. Verschiedene Längenmeßeinrichtungen sind gebräuchlich. An Spinn- und Kleinverseilmaschinen sind Zählwerke an der Abzugscheibe, dagegen an Seelenverseil- und Ummantelungsmaschinen sind Meßuhren angeordnet. Dabei läuft eine Scheibe unter bestimmtem Druck auf die Seele bzw. den Mantel und betätigt ein Zählwerk. Genauigkeit beider Verfahren ist nur begrenzt. Dagegen hat die Meßtrommel größte Genauigkeit. Ein Verseilelement (z. B. ein Viererseil) wird auf eine Meßtrommel von etwa 2 m Durchmesser gewickelt. Aus Tabellen mit den Parametern »Durchmesser des Verseilelementes« und »Windungszahl« kann eine genaue Länge des aufgewickelten Verseilelementes entnommen werden. Die Länge dieses Viererseiles ist dann maßgebend für die Seelenlänge. Die DBP schreibt das Einlegen eines Meßbandes vor. Dieses hat besonders bei auf Lager genommenen F. Bedeutung, wenn ein F.-Stück für Instandsetzungsarbeiten abgeschnitten wurde. Für die Fertigung eines F. bestimmter Länge ist es wichtig, alle für die Fertigung nötigen Längenzuschläge genau zu kennen und bei Festlegung der Ader- bzw. Viererseil- und Seelenlänge zu berücksichtigen. Es sind z. B. Meßungenauigkeit, Enden zum Befestigen an der Trommel, Meßblumen am Viererseil, an der Seele, am blanken und bewehrten F. sowie Drallzuschläge anzusetzen.

Literatur: → Literatur „Bewehrung von Fernmeldekabeln" — W. Eberl, Neue polyäthylenisolierte Teilnehmerkabel in Bündelaufbau, Siemens-Z., Bd. 36 (1962) S. 313–315 — R. R. Wahlberg, Stranding cables, Wire and Wire Products (1962), S. 496 — R. Reuschenbach und W. Wolff, Fernsprechortskabel mit Polyäthylenisolierung, Bündelaufbau und Polyäthylenmantel, Jb. des elektrischen Fernmeldewesens, 14. Jg., Verlag für Wissenschaft und Leben, G. Heidecker, Bad Windsheim 1963, S. 221–274 — K. Schreiber, Bündelverseilte Kunststoff-Teilnehmerkabel für Fernsprechortsnetze, Siemens-Z. Bd. 39 (1965) S. 1279–1284 — M. Yoshimura, A new method of manufacturing telephone cables, Wire and Wire Products, Januar 1967.

Leichsenring

Verseilung in konzentrischen Lagen → Verseilung von Gruppen zu Seelen von Fernmeldekabeln.

Versilbern. Herstellung dünner Silberüberzüge auf Neusilber, Kupfer, Messing, Zinn, Zink, Blei, Eisen, Stahl, Nickel usw., die zumeist auf galvanischem Wege oder auch durch stromlose Anreibeversilberung und durch Feuerversilberung erfolgt. Unter allen galvanischen Verfahren ist die Versilberung am leichtesten auszuführen. Beispiel einer Versilberungslösung: 10 l Wasser. 80 g Kaliumquecksilbercyanid und 200 g Kaliumcyanid.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Versorgung → Bundesbeamtengesetz.

Versorgungsbereich eines Senders → Sendernetzplanung.

Versorgungsgrad → Sendernetzplanung.

Verständigung, schlechte → Ersatzgespräche.

Verständlichkeit. Die Verständlichkeit ist eine Maßzahl für die Übertragungsgüte einer Verbindung unter Berücksichtigung ihrer sämtlichen Eigenschaften.

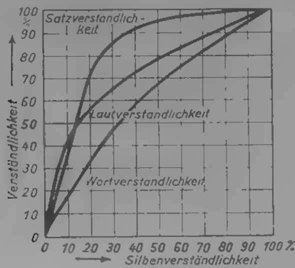


Bild 1. Laut-, Wort- und Satzverständlichkeit abhängig von der Silbenverständlichkeit nach H. Fletcher.

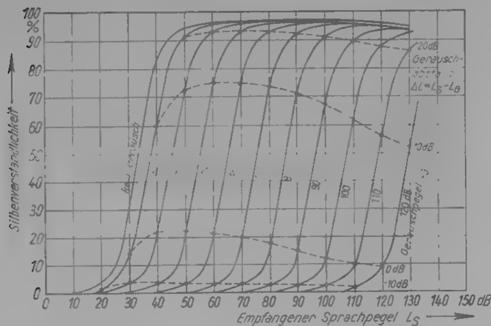


Bild 2. Zusammenhang zwischen Sprachpegel, Geräuschpegel und Silbenverständlichkeit.

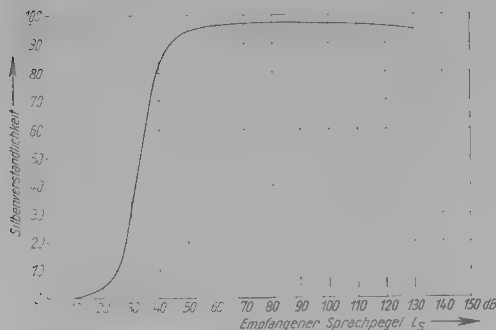


Bild 3. Silbenverständlichkeit in Abhängigkeit vom Sprachpegel (0 dB = $2 \cdot 10^{-4}$ μbar).

Die Verständlichkeit der Sprache wird hauptsächlich beeinflußt durch ihre Lautstärke, durch Geräusche, die in dem Raum auftreten, in denen gesprochen bzw. telefoniert wird, durch Fremdgeräusche, Einschwingungsvorgänge, Echos und Bandbreite des Übertragungssystems. Zur Prüfung der Verständlichkeit werden hauptsächlich → Silbenverständlichkeitsmessungen durchgeführt. Zwischen → Laut-, → Wort- und → Satzverständlichkeit existieren Zusammenhänge, wie sie in Bild 1 wiedergegeben sind. Somit entspricht einer Silbenverständlichkeit von 70% eine Satzverständlichkeit von etwa 99%. Die Silbenverständlichkeit wird durch Geräusche stark herabgesetzt, wie aus den Kurven von Fletcher und Galt in Bild 2 ersichtlich ist. Die gestrichelten Kurven stellen einen konstanten Rauschabstand dar. Das Diagramm in Bild 3 macht ersichtlich, wie die Verständlichkeit abnimmt, wenn die Lautstärke sinkt. Der Einfluß der Bandbreite auf die Silbenverständlichkeit ist aus Bild 4 zu ersehen. Es ist zu erkennen, daß bei einer übertragenen Bandbreite von 300 bis 3400 Hz eine

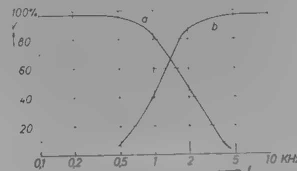


Bild 4. Silbenverständlichkeit V in Abhängigkeit a) der unteren und b) der oberen Bandgrenze.

Silbenverständlichkeit von etwa 92% erreicht wird, was einer Satzverständlichkeit von nahezu 100% entspricht.

Literatur: H. Fletcher u. R. Galt, Journ. of Acoust. Soc. Amer. Vol. 22. 1950 — H. Fletcher, Speech and Hearing in Communication. D. van Nostrand Comp. Inc. New York 1961. *Brosze*

Verstärker. Unter einem V. versteht man ein aktives Schaltelement (→ Vierpoltheorie), dem man die zu verstärkende, elektrische Energie zur Steuerung des Flusses seiner elektrischen Energiequelle zuführt. Die Wirkung eines V. ist daher die einer Entdämpfung, welche die Dämpfung passiver Schaltelemente im Stromkreis aufhebt. Solche als V. wirkende Schaltelemente beruhen auf dem glüh- oder photoelektrischen Effekt (→ Elektronenröhre, → Photoelektronenvervielfacher), auf den Leitungseigenschaften von Halbleitern, insbesondere von → pn-Übergang-Kombinationen (→ Transistor), auf magnetischer Induktion (→ Transduktor) und auf galvanomagnetischen Effekten (→ galvanomagnetischer V.). Jeder V. kann durch geeignete Kombination mit komplexen Widerständen (→ Schwingungen, elektromagnetische) als → Schwingungserzeuger (→ Röhrensender) wirken, was insbesondere durch das Auftreten negativer Widerstandswerte $-R_n$ charakterisiert wird. Dies führt zu einer Aufschaukelung der Schwingungsamplituden. Im Ausdruck für den Dämpfungsfaktor $\delta = -R/2L$ ist R durch $(R-R_n)$ zu ersetzen, so daß für $R_n > R$ der Dämpfungsfaktor positiv wird und damit eine Entdämpfung kennzeichnet. Solche Schwingungen können auch unerwünscht in V.-Schaltungen auftreten.

Ist nämlich:

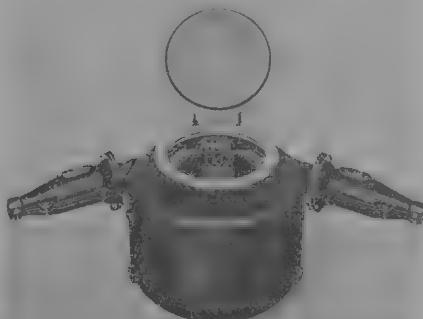
$$R_n \geq \sqrt{\frac{L}{C}} = |Z| \text{ und } R < |R_n|,$$

wobei R der ohmsche Widerstand, L die Selbstinduktion, C die Kapazität und Z der komplexe Wellenwiderstand der V.-Schaltung sind, so tritt → Selbsterregung ein und der V. beginnt zu pfeifen. Die Ursache sind Leitungskapazitäten, -induktivitäten sowie Nachbildungsfehler (→ Nachbildung) in Brückenschaltungen (→ Gabelschaltung, → Differentialübertrager). Das einfachste Mittel gegen Selbsterregung ist Erhöhung der Dämpfung durch Vergrößerung des ohmschen Widerstandes, so daß $R > |R_n|$ wird. Praktisch läßt man daher eine Erhöhung der Dämpfung um 0,4 Np zu (→ TF-Systeme, II. Leitungsverstärker, Tabelle).
Teichmann

Verstärker mit Lautsprechern sind in Fernsprech-Nebenstellenanlagen als → Sondereinrichtungen, private für Durchsagen zulässig. Die V. müssen nichtamtsberechtigt geschaltet sein und werden nur auf dem Grundstück der Hauptstelle oder der Abfragestelle einer Zweitnebenstellenanlage eingerichtet. Verstärker mit Lautsprechern als private Zusatzeinrichtung bei Teilnehmersprechstellen → Lauthörgeräte.

Verstärkermuffe. Die V. ist ein kesselförmiger Unterflur-Behälter für die Aufnahme von Transistor-Leitungsverstärkern. Sie wird über 2 an die Kesselwand schräg angeflanschte Kabelmuffen in ein TF-Kabel eingespleißt. Es gibt V. für bis zu 3 und bis zu 6 Zwischenverstärker-Geräte (s. Bild). Die beiden Behältertypen haben folgende Abmessungen:

		Behältertyp 1	Behältertyp 2
Gesamthöhe	mm	850	850
Außendurchmesser	mm	650	850
Breite zwischen den Muffen	mm	1 785	1 905
Höhe vom Boden bis zur Muffe	mm	400	400
Leergewicht	kg	175	200



Verstärkermuffe für 6 Verstärker

Die V. werden im allgemeinen so eingegraben, daß die Kabelmuffen etwa 1 m unter der Erdoberfläche liegen. Die Erddeckschicht soll hierbei etwa 50 cm hoch sein. Sie reicht aus, um die Temperatur im Behälter der Bodentemperatur und damit auch der Kabeltemperatur für die Steuerung der Thermistorwiderstände in den Verstärkern weitgehend anzupassen (→ TF-Systeme, Leitungsverstärker). Bei Grundwasser-Auftrieb kann die V. über 3 außen am Kessel angebrachte Ankereisen auf einem Betonfundament verankert werden. In besonderen Fällen, z. B. in Straßen, kann die V. in einem Kabelschacht mit genormter Abdeckung aufgestellt werden. In diesem Fall muß unter der Schachtabdeckung zusätzlich eine wärmedämmende Abdeckung vorgesehen werden. Im Flansch der Kabel-Einführungsstutzen trennt eine Durchführungsplatte mit koaxialen Anschlußelementen den Kabelspleißraum gas- und feuchtigkeitsdicht gegen den Behälterraum ab. Auf der einen Seite der Durchführungsplatte werden die koaxialen TF-Kabeladern, auf der anderen Seite flexible Anschlußleitungen aufgespleißt.

Diese flexiblen Leitungen führen zu vierteiligen koaxialen Anschlußleisten unter dem Innenflansch der mit einem Deckel verschließbaren Behälteröffnung. Jeder Kabelkopf wird über eine Verbindungsleitung mit vierteiliger Steckerleiste an jedem Ende mit dem unter ihm auf dem Behälterboden stehenden Verstärker verbunden. Der Kabelkopf ist zugleich Meßpunkt für Kabelmessungen. Symmetrische Leitungen im Beipack koaxialer Fernkabel werden in einem druck- und wasserdichten Rohr von Kabelmuffe zu Kabelmuffe durchverbunden. Die als Dienstleitung dienende symmetrische Leitung wird gleichzeitig in einer der beiden Muffen parallel abgenommen und auf ein Durchführungs-Anschlußelement im oberen Kesselrand geschaltet, das die Kesseldurchführung nach außen druck- und wasserdicht abschließt. Das Anschlußelement ist auf der Kessel-Außenseite außerdem mit einer Kappe abgedeckt. Auf seine Steckbuchsen kann nach Lösen der Kappe ein Übertrager mit Dienstleitungs-Fernsprechapparat aufgesteckt werden. Damit sind Dienstgespräche zu den vollgeregelten und mit Betriebspersonal besetzten Stellen oder zu anderen Unterflurstellen derselben Regelstrecke auch ohne Öffnen der Behälter möglich. Das Druckgas der TF-Kabel wird aus den Kabelmuffen über Rohrleitungen zu einem Druckgas-Umschalter im Kessel-Oberteil geführt. Er ist druck- und wasserdicht in die Kesselwand eingesetzt, von außen zugänglich und mit einer Kappe abgedeckt. In Normalstellung der Mehrwege-Schaltscheibe steht der Behälter unter Gasdruck der Kabel. Durch Drehen der Scheibe werden die erforderlichen Prüfschaltungen für ein aufsteckbares Druckgas-Manometer eingestellt und u. a. auch der Behälter von der Druckgas-Versorgung aus den Kabeln abgeschaltet. Die Druckprüfungen können gleichfalls bei geschlossener Verstärkermuffe ausgeführt werden.
Wichmann

Verstärkungsfehler, differentieller → Fernsehsignal-Verzerrungen.

Verstärkungsmaß → Dämpfungsmaß.

Versteilerungsfaktor → Vierpoltheorie 3.4.

Verstimmung, geringe Abweichung vom Resonanzzustand (→ Resonanz).

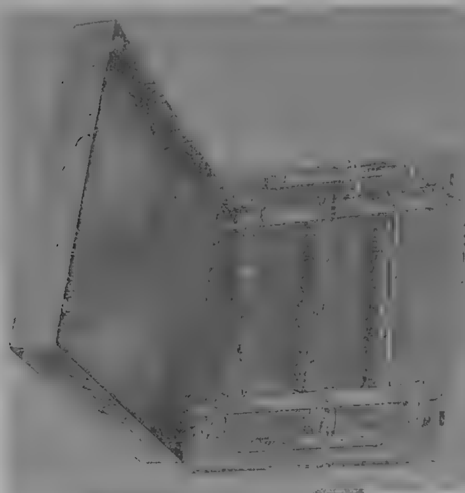
Verstimmungsschutz → Sicherheitseinrichtungen.

Versuchsfunkanlage → Genehmigung von Funkanlagen.

Verteil- und Durchgangsvermittlungen → Polizei-Fernsprechanlagen.

Verteiler. Der V. ist eine umlaufende elektromechanische oder elektronische Einrichtung in Zeitmultiplex-Telegrafiesystemen, die den Übertragungsweg zeitgerecht den einzelnen Kanälen zuteilt.

Verteilerkästen werden aus Stahlblech oder Kunststoff nach der DIN 47615 in Aufputz- und Unterputzausführungen in verschiedenen Größen hergestellt (s. Bild). Die V. besitzen Vorrichtungen zum Anbringen von → Anschlußleisten. Für die Kabel- und



Verteilerkasten in Aufputzausführung.

Rohreinführungen sind an den Wänden der Gehäuse herausnehmbare Isolierpreßstoffplatten mit verschieden großen, vorgepreßten Ausbruchsöffnungen vorgesehen. Bei der Unterputzausführung ermöglicht es ein verstellbarer Ausgleichsrahmen, daß die V. mit dem Putz bündig abschließen. Zur Kennzeichnung der Leitungen ist an der Innenseite des Deckels ein auswechselbares Beschriftungsfeld angebracht.

Stegmann

Verteilerzyklus ist der zeitliche Ablauf der Funktionen eines → Verteilers.

Verteilleitung → Richtfunk-Grundleitung, → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Verteilungsmatrix oder Streumatrix → Vierpoltheorie 1.6.

Verteilvermittlung (VV) → Dämpfungsplan 64 S, → Polizei-Fernsprechanlagen.

Vertikalantenne ist ganz allgemein jede Antenne, deren strahlungs- oder empfangswirksamen Teile vertikalpolarisierte elektromagnetische Schwingungen bevorzugen; in Einzelausführung besitzen sie demzufolge eine → Richtcharakteristik ohne azimutale Vorzugsrichtung (→ Rundstrahler). Im fachlichen Sprachgebrauch ist es üblich, speziell fußpunkterregte Vertikalantennen (Speisung einer → Antenne) abkürzend als V.-A. zu bezeichnen. In ihrer einfachsten Ausführungsform dieser Art besteht sie aus einem senkrecht aufgehängten Draht oder — für kürzere Wellen — aus einem isoliert eingespannten selbsttragenden Leiter (Stabantenne). Zur Erhöhung der Strombelastbarkeit sowie zur Verbreiterung des Anpassungs-Frequenzbereiches durch Verkleinerung des Antennen-Wellenwiderstandes werden häufig mehrere reusenförmig aufgehängte Drähte parallelgeschaltet (Vertikalreuse); die letztere Form kann auch die Gestalt eines um einen Zentralmast aufgehängten Doppelkegels mit in etwa halber Antennenhöhe eingefügtem Spreizring erhalten, wodurch die Antennenkapazität in besonders strahlungswirksamer Form vergrößert wird. Entspricht die vertikale Höhe einer Linearantenne einer Viertelwellenlänge, dann wird sie als Viertelwellen- oder auch Marconiantenne bezeichnet, deren besonderer Vorzug in ihrem bei strahlungsgünstiger → Strom- und Spannungsverteilung breitbandigen und niedrigen Anpassungswert (etwa 37 Ohm) liegt. Ein allgemeiner Nachteil relativ kurzer V.-A. resultiert aus deren breitem Vertikaldiagramm; dadurch werden über die reflektierende Ionosphäre verhältnismäßig energiereiche Strahlungskomponenten mit stärker gedämpften Bodenwellen gemischt und führen durch Phaseninterferenz zu störenden Schwunderscheinungen. Abhilfe erfolgt durch sog. schwundmindernde oder Antifading-Antennen, deren Steilstrahlung durch »Hochziehen« des Strombauches (Vergrößerung der Antennenhöhe bis zur Halbwellenlänge oder kapazitive Spitzenbeschwerung durch ein ringförmiges Leitersystem) zugunsten der Bodenwelle vermindert wird. — Jede Antenne bedarf zu ihrer Wirksamkeit eines bezüglich des Speisepunktes symmetrischen Gegenpols (Spiegelbild an gut leitender Erde oder deren Nachbildung durch ein flächenförmiges Gegengewicht). Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß eine leitende Verbindung zum Gegengewicht besteht, falls die Antenneneingangsimpedanz sehr hochohmig kapazitiv ist, wie z. B. bei der Fuchsantenne von mindestens Halbwellenlänge; diese wird meistens ohne direkte Erdverbindung, lediglich über einen Schwungradkreis (Fuchskreis), mit dem Senderausgangskreis gekoppelt und strahlt dadurch außerordentlich oberwellenfrei. — V.-A. mit flächenförmigem Gegengewicht (Ground-plane-Antennen) werden bevorzugt im Kurzwellen- und Ultrakurzwellenbereich verwendet, da die Radialabmessungen des Gegengewichtes etwa von der Größenordnung einer Viertelwellenlänge sein müssen. Sie bieten den Vorteil der für ihre Reichweite günstigen erhöhten Aufstell-

barkeit und ermöglichen zugleich eine dem unmittelbaren Einfluß ihres Strahlungsfeldes weitgehend entzogene Einspeisung. Entspricht ihre Länge wiederum einer Viertelwelle, dann werden sie speziell Unipolantennen genannt und können in entsprechender Weise auch als unsymmetrischer Faltunipol ausgeführt werden. Wird die Gegengewichtsfläche durch einen das konzentrische Speisekabel umschließenden Zylinder von der Länge einer Viertelwelle ersetzt, dann entsteht aus einem Unipol die einem Dipol äquivalente Sperrtopfantenne mit entsprechend vergrößertem Anpassungswiderstand (50—70 Ohm). Ihre Bezeichnung entstammt der Sperrwirkung der aus dem Viertelwellenzylinder und dem Außenleiter des Speisekabels gebildeten und am oberen Ende kurzgeschlossenen konzentrischen Rohrleitung gegenüber sog. Mantelwellen auf dem Kabel. — Die Vermeidung des Eindringens unkontrollierter Störströme in die Antennenleitungen ist ein zwar allgemeines, jedoch bevorzugt empfangsseitiges Problem, dessen Schwierigkeit mit dem Umfange des zu erfassenden Wellenbereiches anwächst. Insbesondere bei funktionell geforderter Polarisationsschärfe der Antenne (Peiler, Meßantenne) dürfen keine polarisationsfremden Beeinflussungen des Empfangsproduktes eintreten. Diese Aufgabe lösen im Prinzip die dadurch bekanntgewordenen Adcockantennen, bestehend aus jeweils zwei in ihrer Systemmitte transformatorisch gegeneinandergeschalteten V.-A., deren gemeinsame Empfangswirkung lediglich auf der Phasendifferenz der beiden Antennenspannungen beruht und deren Entkopplung gegen horizontalpolarisierte Strahlungskomponenten entweder durch Verlegung der Antennenkabel in gutleitendem Erdboden (U-Adcockantenne) oder — bei Verwendung zweier Vertikaldipole — durch kapazitive Symmetrierung der Doppelleitungen (H-Adcockantennen) erfolgt.

Literatur: H. Meinke u. F. W. Gundlach, Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, S. 511 ff; Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer 1962.

Bohnenstengel

Vertikaldiagramm → Richtcharakteristik.

Vertikalreuse → Vertikalantenne.

Vertikalsynchronimpuls → Fernsehnorm, → Synchronsignal.

Verträglichkeitsanalysen sind mit zunehmender Frequenzbelegungsdichte erforderlich, um die gegenseitige elektromagnetische Verträglichkeit zwischen bestehenden und zukünftigen Fernmeldeeinrichtungen zu gewährleisten. Derartige Untersuchungen befassen sich mit der Berechnung der Nutz-zu-Störverhältnisse (→ Schutzabstände) zwischen elektromagnetischen Einrichtungen und Systemen, die sich aus den physikalisch-technischen Beziehungen des Nutzsenderfeldes, des Störsenderfeldes und der gegenseitigen Störungspfade ergeben.

Vertragsabwicklung, allgemein, im Beschaffungswesen für die Fernmeldedienste der DBP im Bereich der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen). Auftragnehmer hat vereinbarte Leistung unter eigener Verantwortung nach vertraglichen Vereinbarungen auszuführen und dabei anerkannte Regeln der Technik, gesetzliche und behördliche Vorschriften sowie Handelsgebräuche zu beachten. Auftragnehmer hat sicherzustellen, daß Leistung fristgerecht zur Verfügung steht, und Lieferungen rechtzeitig zum Versand gebracht werden. Kann er vereinbarten Termin nicht einhalten, hat er der DBP Gründe der Verzögerung und getroffene Maßnahmen zur Behebung der Schwierigkeiten unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Sind Ereignisse eingetreten, die Auftragnehmer nicht zu vertreten hat, verlängert sich Lieferfrist angemessen.

Verzug tritt ein, wenn rechtswidrige Verzögerung der fälligen Leistung aus einem Grunde, den Auftragnehmer zu vertreten hat, vorliegt. Ist für Leistung Zeit nach dem Kalender bestimmt, wie es bei Aufträgen der DBP allgemein der Fall ist, kommt Auftragnehmer ohne Mahnung in Verzug. Sofern Leistungszeit kalendermäßig nicht festgelegt ist, kommt Auftragnehmer erst dadurch in Verzug, daß er auf Mahnung, die nach oder beim Eintritt der Fälligkeit erfolgt, nicht leistet. Ist Verzug eingetreten, kann DBP Auftragnehmer angemessene Frist zum Erfüllen des Vertrages setzen und erklären, daß sie nach Ablauf dieser Frist Annahme der Leistung verweigert. Nach ergebnislosem Ablauf der Frist kann DBP vom Vertrag zurücktreten oder Schadenersatz wegen Nichterfüllung verlangen, der sich aber nur auf den entstandenen unmittelbaren Schaden beschränkt. Ersatz von entgangenem Gewinn (oder z. B. auch eines Gebührenausfalles) kann nicht verlangt werden. Hat DBP infolge Verzuges an Erfüllung des Vertrages kein Interesse mehr, kann sie von den oben erwähnten Rechten wahlweise ohne Fristsetzung Gebrauch machen. Nach Eintritt des Verzuges kann DBP außer der geschuldeten Leistung auch Ersatz des Verzugsschadens verlangen. Für den Fall eines vom Auftragnehmer zu vertretenden Verzuges kann Vertragsstrafe vereinbart werden, sofern vereinbarte Lieferfrist für DBP von großer Bedeutung ist oder ihre Überschreitung für DBP erhebliche Nachteile verursachen könnte.

Auftragnehmer übernimmt (nach »Ergänzenden Bedingungen der DBP (EGB)« wegen etwaiger Verletzung gewerblicher Schutzrechte Dritten gegenüber alleinige Haftung. Weiterhin hat er für alle Nachteile aufzukommen, die der DBP hinsichtlich der von ihm auszuführenden Leistung infolge Verletzung gewerblicher Schutzrechte entstehen. Wenn nichts anderes vereinbart ist, sind Patentgebühren und Lizenzvergütungen durch den Preis für die Leistung abgegolten. Weitere Ausführungen über allgemeine Bestimmungen der V. enthält der Teil B der Verdingungsordnung für Leistungen — ausgenommen Bauleistungen — (VOL/B) mit den Ergänzenden Bedingungen der DBP (EGB) → Vertragsbedingungen usw.).

Wigand/Dewitz

Vertragsbedingungen und Vertragsunterlagen bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP im Bereich der Verdingungsordnung für Leistungen

(ausgenommen Bauleistungen). Öffentliche Auftraggeber haben zum Erfüllen ihrer umfangreichen Beschaffungs-(B.-)Programme Vertragsabschlüsse mit Auftragnehmern aus fast allen Wirtschaftszweigen zu tätigen. Lieferbedingungen der einzelnen Firmen bzw. Firmengruppen oder Branchen, die häufig auf Empfehlungen der jeweiligen Fachverbände beruhen, sind teilweise so unterschiedlich, daß Angebote der verschiedenen Firmen kaum vergleichbar wären und Auftragsbearbeitung erschwert würde. Aus diesem Grunde hat öffentliche Hand als Großabnehmer in Zusammenarbeit mit der Wirtschaft einheitliche V. aufgestellt und vereinbart, die dem geltenden Vertragsrecht angepaßt sind und gleichmäßige Abwicklung der Aufträge für beide Auftragspartner gewährleisten. Da Verwaltung beim Einkauf nicht hoheitlich, sondern als gleichberechtigter Partner tätig wird, werden Bedingungen für einzelne Verträge nur dadurch wirksam, daß Unternehmer sie als Vertragsbestandteil anerkennt. Dementsprechend sind die bei der DBP für die Aufforderung zur Abgabe eines Angebots verwendeten Formblätter so abgefaßt, daß gleichmäßige Anwendung einheitlicher V. sichergestellt ist. Im B.-Wesen kommen im Bereich der VOL die nachstehenden V. zur Anwendung: Allgemeine Bedingungen für die Ausführung von Leistungen — Teil B der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) — (VOL/B). Ausführungsbestimmungen dazu, die für innerbetriebliche Zwecke der DBP bestimmt sind, beinhalten die »Richtlinien der Deutschen Bundespost für das Beschaffen nach der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) — (Richtl VOL)«. VOL/B enthält grundsätzliche Bestimmungen über V. zwischen allen öffentlichen Auftraggebern und Auftragnehmern. Abstimmungen dieser allgemeinen Bestimmungen auf Besonderheiten des jeweils in Betracht kommenden öffentlichen Auftraggebers sind in zusätzlichen Vereinbarungen verankert; hierzu zählen z.B. für die DBP die »Ergänzenden Bedingungen der Deutschen Bundespost (EGB)«. Sie gelten nur für Aufträge der DBP und sind zur Berücksichtigung der besonderen Belange bei Abwicklung von Aufträgen der DBP mit dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgestimmt bzw. ausgehandelt. Dagegen wurden und werden »Besondere V. der DBP (BVB)« mit dem jeweils betroffenen bzw. beteiligten Firmenkreis vereinbart. Die einzelnen BVB sind dem Umfang nach und inhaltlich sehr unterschiedlich. Sie enthalten und behandeln die für die verschiedenen Gruppen von Gegenständen bzw. Vergabebereiche erforderlichen technischen oder branchenmäßig besonderen Bestimmungen (z.B. Verpackung und Versendung, Güteprüfung, Abnahme, Gewährleistung, Rechnung, Bezahlung). Es bestehen BVB für folgende Vergabebereiche bzw. Gegenstandsgruppen: Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Fernmeldeanlagen (BVB Fernmeldeanlagen); Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Fernmeldezeug (BVB Fernmeldezeug). Letztere gelten für Herstellung, Lieferung und Instandsetzung aller Gegenstände des Fernmeldebedarfs mit Ausnahme derjenigen, für die besondere BVB erforderlich waren und vereinbart wurden (s. nachstehend); Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Akkumulatoren (BVB Akkumulatoren); Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Kabel und isolierte Drähte (BVB Kabel); Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für die Lieferungen von Leitungsmasten aus Holz (BVB Masten); Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost für Elektronenröhren (Vakuum- und Gasentladungsröhren (BVB Röhren). Im allgemeinen gelten für Rechte und Pflichten der DBP und ihrer Vertragspartner auch Bestimmungen des BGB, wenn im Einzelfall nichts anderes vereinbart wurde. Neben den erwähnten allgemeinen und besonderen V. werden den Verträgen häufig noch technische Vorschriften, Zeichnungen, Beschreibungen, Normblätter oder Musterstücke zugrunde gelegt. Diese Vertragsbestandteile werden von Fall zu Fall, ergänzt durch Einzelheiten über Art und Menge der zu liefernden Gegenstände, über Preise, Lieferfristen und Angabe der Empfangs-Stellen (Stn), jeweils in die Auftragschreiben eingearbeitet. Allgemeine Technische Vorschriften für Fernmeldeeinrichtungen sind im FTZ-Vornormblatt 1AN1 festgelegt. Nach BGB sind Kauf-, Werk- und Werklieferungsverträge bis auf wenige Ausnahmen formfrei. Die EGB erkennen nur schriftliche und unterschriebene Aufträge der DBP als rechtswirksam an. Außerdem schreiben sie vor, daß Abweichungen von den Bedingungen der DBP ausdrücklich erklärt werden müssen und — wie mündliche Abreden — nur Gültigkeit erhalten, wenn sie von DBP schriftlich bestätigt werden. Ausgenommen hiervon sind Skontoangebote, die von DBP auch ohne nachträgliche schriftliche Vereinbarung angenommen werden können. Als Auftragschreiben werden je nach Art oder Höhe des Auftrages unterschiedliche Formblätter bzw. Formblattsätze verwendet. In diese Vordrucke werden die erforderlichen Angaben eingesetzt und ggf. durch besondere Ausführungen ergänzt. Aufträge können als Einzelauftrag oder als Abrufauftrag erteilt werden. Im Einzelauftrag werden für bestellte Menge Empfangs-St(n) festgelegt, wobei unterschiedliche Liefertermine, die zu Teillieferungen führen, im voraus vereinbart werden können. Abrufauftrag gibt dem Auftraggeber Möglichkeit, im Rahmen der Auftragsmenge seinen Bedarf bis zum vereinbarten letzten Liefertermin in beliebigen Teilmengen unter Angabe der jeweiligen Empfangs-St abzurufen. Abrufaufträge eignen sich besonders für regelmäßig in großen Mengen benötigte Gegenstände. Sie werden überwiegend bei der zentralen B. vereinbart. Wirtschaftlichkeit des Abrufauftrages beruht darauf, daß Auftraggeber ohne besonderen Kostenaufwand (z. B. für eine Vorratshaltung) über die Gegenstände kurzfristig verfügen und infolge der großen Auftragsmengen günstigen Preis erzielen kann. Vorteile des Auftragnehmers bestehen in der Tatsache, daß ihm Abrufauftrag für längeren Zeitabschnitt sichere Planungs- und Dispositionsgrundlage gibt. Für Einkauf von Gegenständen handelsüblicher oder marktgängiger Art (z. B. Werkzeuge) schließt DBP in der Regel statt eines fest umrissenen Auftrages Rahmenvertrag ab. Diese

Vertragsart gestattet besonders rationelle und elastische Bedarfsdeckung, wenn Gegenstände von vielen Bedarfs-Stn zu unterschiedlichen Zeiten verlangt werden, keine eindeutige Vorausplanung und Bedarfsermittlung möglich sind und deshalb mit Lagerhaltung hohe Kosten und Risiken verbunden wären. Rahmenvertrag wird aufgrund von Wettbewerbsangeboten für bestimmte Zeitspanne abgeschlossen und enthält lediglich die allgemeinen V. und Preise. Gegenseitige Bindung an die Vereinbarungen gilt nur für den Fall einer beabsichtigten und in der Regel auch zu erwartenden, jedoch noch nicht verbindlich zugesicherten Auftragserteilung. Aufgrund der Rahmenverträge können mit B.-Aufgaben betraute Dienststellen die jeweiligen Gegenstände mit einem Auftrag, der den Rahmenvertrag hinsichtlich Stückzahl, Liefertermin, Empfangs-St usw. ergänzt, unmittelbar beziehen. Wirtschaftlicher Vorteil ergibt sich für DBP gegenüber Einzelaufträgen aus günstigeren Preisen (wie Großabnehmerpreisen, Mengenrabatten), aus Ersparnis von Verwaltungsarbeit (z. B. Vergabearbeiten durch eine St) und geringen Lagerkosten sowie durch Sicherheit, daß Belieferung nur durch geprüfte und zuverlässige Auftragnehmer erfolgen kann. Für den inneren Dienstbetrieb hat DBP »Richtlinien für Rahmenverträge« erlassen. Ein Muster für Rahmenvertrag befindet sich in »Richtlinien für die Beschaffung von Betonzeug = D 120«.

Reihenfolge der Wirksamkeit der vertraglichen Abmachungen ist in EGB festgelegt. Danach werden, wenn nichts anderes vereinbart ist, die verschiedenen Unterlagen in nachfolgender Reihenfolge Vertragsbestandteile: 1. Auftragschreiben, 2. im Auftragschreiben angegebene technische Vorschriften, Beschreibungen und Zeichnungen, 3. im Auftragschreiben angegebene Besondere Vertragsbedingungen der Deutschen Bundespost (BVB), 4. Ergänzende Bedingungen der Deutschen Bundespost (EGB), 5. Allgemeine Bedingungen für die Ausführung von Leistungen (VOL/B), (→ Vergabe).

Jeder Vertragsteil, vom Auftragschreiben beginnend, setzt anders lautende Bestimmungen der nachfolgenden Vertragsteile außer Kraft. Änderungen oder Abweichungen von bereits abgeschlossenen Verträgen können nur mit beiderseitigem Einverständnis, das schriftlich zu bestätigen ist, getroffen werden. Nach Posthaushaltsbestimmungen dürfen Verträge freiwillig nicht aufgehoben oder geändert werden, wenn der DBP dadurch Nachteile entstehen. Ausnahmen sind nur zugelassen, wenn Vertragskontrahent durch Erfüllung des Vertrages in seiner wirtschaftlichen Existenz ernstlich gefährdet würde.

Literatur: Daub/Meierrose/Müller, Kommentar zur VOL, Werner Verlag GmbH, Düsseldorf — Rentrop/Böttcher/Heider, Handbuch des Vergebungsrechts und der Vergebungspraxis bei Leistungen, Fachverlag für Wirtschafts- und Steuerrecht, Schäffer u. Co GmbH, Stuttgart. *Wigand/Dewitz*

Vertragsunterlagen bei Beschaffungen für die Fernmeldedienste der DBP im Bereich der Verdingungsordnung für Leistungen (ausgenommen Bauleistungen) → Vertragsbedingungen.

Vertrauensgrenzen → Vertrauensintervall.

Vertrauensintervall. Bereich, innerhalb dessen der Mittelwert μ der Grundgesamtheit mit einer vorgegebenen statistischen Sicherheit S liegt. Durch eine Stichprobe kann der Mittelwert μ einer Grundgesamtheit nicht exakt ermittelt werden. Es ist aber möglich, diesen durch das V., das zwischen den Vertrauensgrenzen liegt, einzugrenzen. Mit einer wählbaren statistischen Sicherheit S liegt μ innerhalb der Vertrauensgrenzen (Bild 1).

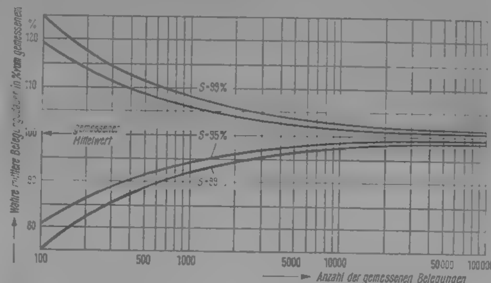


Bild 1. Vertrauensintervall für den wahren Mittelwert von Belegungsdauern bei den statistischen Sicherheiten s = 99 % und S = 95 %.

$$\bar{x} - t_s \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_s \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

μ : Mittelwert der Grundgesamtheit
$\bar{x}$: Mittelwert der Stichprobe
s : Standardabweichung der Stichprobe
n : Anzahl der Proben in der Stichprobe
t_s : Zweiseitige Vertrauensgrenze nach der t-Verteilung. t_s ist abhängig von S und f
f = n−1 (Freiheitsgrad)

Das V. $\pm\, t_s \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$ wird entweder in der Einheit des Stichprobenmittels $\bar{x}$, ($\mu = \bar{x} \pm t_s \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$) oder als relative Größe $\delta\,\% = \frac{t_s \cdot s}{\bar{x} \cdot \sqrt{n}}$ in Prozenten des Stichprobenmittels angegeben ($\mu = \bar{x}\,(1 \pm \delta)$).

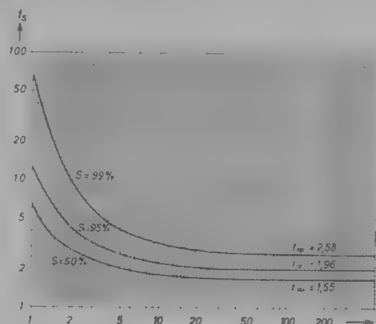


Bild 2. Zweiseitige Vertrauensgrenzen t_S nach der t-Verteilung.

Das V. ist um so größer, je größer die geforderte statistische Sicherheit und je kleiner der Stichprobenumfang ist. Siehe die Kurven für die zweiseitigen Vertrauensgrenzen $t_s = t_s$ (S, f). Bei sehr großem Stichprobenumfang gehen die Vertrauensgrenzen t_s der t-Verteilung in die Vertrauensgrenzen λ der Normalverteilung über, $t_\infty = \lambda$ (Bild 2).

Bei Verkehrsmessungen ist die Größe des V. entscheidend für die Genauigkeit der Messung. Sie wird nach folgenden Gleichungen berechnet;

$$\delta\,\% = \pm\,\lambda \sqrt{\frac{2 \cdot t_m}{y_m \cdot T}} \text{ beim Stromzeitverfahren}$$

$$\delta\,\% = \pm\,\lambda \sqrt{\frac{2 \cdot t_m}{y_m \cdot T}} \cdot \sqrt{\frac{d}{2 \cdot t_m} \cdot \coth \frac{d}{2 \cdot t_m}}$$

beim Abtastverfahren

λ = 1,96 bei einer statistischen Sicherheit S = 95%
y_m = gemessener Verkehrswert
t_m = mittlere Belegungsdauer
T = Meßdauer (Anzahl der Hauptverkehrsstunden)
d = Länge eines Abtastintervalls. *Socher*

Vertreterposten → Personalwirtschaft.

Verwaltungsakt. V. ist jede Verfügung, Entscheidung oder andere hoheitliche Maßnahme, die eine Behörde zur Regelung eines Einzelfalles auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts trifft und die auf unmittelbare Rechtswirkung nach außen gerichtet ist. Jedem von einer Bundesbehörde erlassenen, schriftlichen, belastenden V. ist eine Rechtsmittelbelehrung beizufügen, durch die der Betroffene über den Rechtsbehelf, der gegen den V. gegeben ist, über die Stelle, bei der der Rechtsbehelf, einzulegen ist, und über die Frist unterrichtet wird. Auf dem Gebiet des Fernmeldewesens spielt der V. sowohl im Benutzungsrecht (→ Benutzungsverhältnis) als auch im Genehmigungsrecht (→ Private Fernmeldeanlagen unter 2) eine bedeutsame Rolle.

Verwaltungsanweisungen zur Fernsprechordnung sind Anweisungen der DBP an ihre Dienststellen zur Durchführung der Vorschriften der Fernsprechordnung, der Ausführungsbestimmungen zur Fernsprechordnung und der Fernsprechgebührenvorschriften. Die Verwaltungsanweisungen sind enthalten in Abschnitt VI, 3 A der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen (ADA VI, 3 A), herausgegeben und bearbeitet vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, 1958.

Die Verwaltungsanweisungen sind den Vorschriften der Fernsprechordnung und den Ausführungsbestimmungen zur Fernsprechordnung paragraphenweise, den Fernsprechgebührenvorschriften abschnittsweise angefügt. Auf die einzelnen Verwaltungsanweisungen wird durch hochgestellte Zahlen hingewiesen. Zu Teil I Abschnitt B der Fernsprechordnung (§§ 4 bis 9) sind neben den allgemeinen Verwaltungsanweisungen besondere technische Verwaltungsanweisungen erlassen worden. Diese sind in der ADA VI, 3 A in einem besonderen Abschnitt nebst vier getrennten Beilagen aufgeführt. Die Verwaltungsanweisungen haben keine Rechtskraft.

Verwaltungs- und Wirtschaftsakademien dienen der Weiterbildung der in der öffentlichen Verwaltung und in der Wirtschaft tätigen Personen. Durch wissenschaftlich gestaltete Vorlesungen, vornehmlich über Rechtsgebiete und Stoffgebiete der Wirtschaftswissenschaften, soll diesen die Möglichkeit geboten werden, ihre fachlichen Kenntnisse zu vertiefen und zu erweitern, um den steigenden Anforderungen ihres Berufs durch vertiefte Einsichten zu genügen. Dem Personal der DBP ist der Besuch der Vorlesungen der V. im Rahmen der → freiwilligen Weiterbildung empfohlen. Vollhörer an V., deren Dienstort außerhalb des Vorlesungsortes liegt, können im Rahmen der verfügbaren Mittel die Fahrkosten 2. Klasse erstattet bekommen. Außerdem erhalten Bundesbeamte, die ein Diplom an einer V. erwerben, auf Antrag eine einmalige steuerpflichtige Zuwendung in Höhe von 300,— DM.

Verwaltungsrat → Rechtsstellung der DBP.

Verwaltungsvollstreckungsgesetz → Beitreibung von Fernmeldegebühren.

Verweilzeit, thermische. Zeit, die ein angeregter Zustand im Mittel braucht, um die Anregungsenergie spontan wieder abzugeben, speziell die Zeit, die ein Elektron eines Atoms in einem durch Energiezufuhr angeregten Zustand verweilt, bevor es spontan (→ Laser und Maser) seine Energie wieder abgibt.

Verwirrungszone → ionosphärische Wellenausbreitung.

Verzeichnis der Kennungen → Amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer.

Verzeichnis der deutschen Telegrafenstellen besteht aus zwei Teilen. Im Teil A sind die Telegrafenstellen (TSt) mit festen Dienststunden und im Teil B diejenigen ohne feste Dienststunden, d. s. TSt bei Poststellen II, Posthilfsstellen und Gemeindlich Öffentlichen Sprechstellen, verzeichnet. Aus den Angaben im Verzeichnis sind zu ersehen: die telegrammdienstliche Bezeichnung der TSt in alphabetischer Reihenfolge, die Postleitzahl des Ortes, in dem sich die TSt befindet, die Möglichkeit, ob Vorrang-Telegramme nach Dienstschluß der TSt noch aufgenommen bzw. zugestellt werden können, die Feiertagsgruppe, die für die TSt gilt, die Telegrafenwähl-Rufnummer und die Namensabkürzung der für die TSt zuständigen Endtelegrafenstelle (→ Telegrafenwählnetz). Im Teil A sind ferner angegeben die Dienstschlußzeit der Botenzustellung bei der TSt und die Dienstschlußzeit der für die TSt zuständigen Endtelegrafenstelle.

Verzeichnis der internationalen Telegrafenstellen → Internationales Telegrafenstellen-Verzeichnis.

Verzeichnis der Telexteilnehmer → Amtliches Verzeichnis der Telexteilnehmer.

Verzeichnung → Ablenktechnik.

Verzerrung ist jede Abweichung der Ausgangskurve von der Eingangskurve oder damit identisch jede Abweichung des Empfangsspektrums vom Sendespektrum des Signals, in engerem Sinne jede nicht gewünschte Abweichung. Eine verzerrungsfreie Übertragung liegt vor, wenn der → Übertragungsfaktor im gesamten Übertragungsbereich einen konstanten Betrag und einen geradlinigen, bei $f = 0$ durch Null oder ein Vielfaches von 2π gehenden Phasenverlauf und damit eine konstante → Phasenlaufzeit hat, da dann sämtliche im Signal enthaltenen Frequenzen mit gleicher Laufzeit und in gleichem Amplitudenverhältnis übertragen werden, die Kurvenform also unverändert bleibt (vgl. → Leitungstheorie 1.3). Die von einem abweichenden, also nicht konstanten Betrag des Übertragungsfaktors hervorgerufene V. heißt Amplitudenverzerrung oder Dämpfungsverzerrung (veraltet transversale V.), die von einem abweichenden Phasen- oder Laufzeitverlauf herrührende V. heißt Phasen- oder Laufzeitverzerrung (veraltet longitudinale V.). Die Wirkung einer Dämpfungs-V. ist, daß die Amplituden der einzelnen Frequenzen verändert werden, die Wirkung einer Laufzeit-V., daß die Frequenzen mit größerer Laufzeit später ankommen, wodurch der Einschwingvorgang verlängert und die Kurvenform im eingeschwungenen Zustand verändert wird. Starke Phasen-V. liegt z. B. bei langen Pupinleitungen oder bestimmten Kreuzgliederkettenleitern, starke Dämpfungs- und Phasen-V. bei Filtern und Kettenleitern in der Nähe der Grenzfrequenz vor. Die endgültige Kurvenform der Empfangsfunktion ist stets durch die gemeinsame Wirkung von Dämpfungs- und Phasen-V. bestimmt.

Auf langen Übertragungswegen kann eine V. auch durch hin- und rücklaufende → Echos oder durch Rückkopplungen entstehen. Beide verändern den ursprünglichen Übertragungsfaktor und rufen zusätzliche V. hervor, die Echo-V. bzw. Rückkopplungs-V. Eine nur während des Einschwingvorgangs vorübergehend vorhandene V. heißt Einschwingverzerrung.

Eine V. heißt linear, wenn das Verhältnis Ausgangsgröße zu Eingangsgröße unabhängig von der Größe der Amplituden ist und nur vom frequenzabhängigen Übertragungsfaktor abhängt und die Frequenzen unverändert bleiben. Unbeabsichtigte lineare Verzerrungen müssen innerhalb einer bestimmten Toleranz bleiben, beabsichtigte lineare Verzerrungen (→ Pre- und → Deemphasis) müssen einer bestimmten frequenzabhängigen Funktion folgen. Die letztgenannte wird z. B. bei Betrieb mit Frequenzmodulation angewendet. Eine V. heißt nichtlinear, wenn das Verhältnis der Ausgangs- und Eingangsamplituden durch krummlinige Kennlinien oder durch Modulations- und Demodulationseinrichtungen von der Größe der Eingangsamplituden abhängt und die Ausgangsgröße neue, im Eingangssignal nicht vorhandene Frequenzen enthält. Bei einer nichtlinearen V. an einer krummlinigen Kennlinie $u_2 = c_1 u_1 + c_2 u_1^2 + \ldots$ ergeben die Quadrate und höheren Potenzen der Eingangsspannung bei einer einzelnen Eingangsfrequenz Oberwellen, die sog. Klirrprodukte und damit eine Klirrverzerrung, während bei einem Frequenzgemisch als Eingangsgröße die auftretenden Kombinationsprodukte der Einzelspannungen, die Intermodulationsprodukte, als Frequenzen alle möglichen Summen und Differenzen der Einzelfrequenzen und ihrer Oberwellen enthalten und die Intermodulations-V. liefern. Ist das Frequenzband des Eingangssignals kleiner als eine Oktave, so liegen sämtliche Intermodulationsfrequenzen der Form $f_1 + f_2$ und $f_1 - f_2$ und damit sämtliche Produkte zweiter Ordnung außerhalb des Nutzbandes, während von den Intermodulationsprodukten dritter Ordnung ein Teil stets in das Nutzband fällt.

Als Maß für eine nichtlineare V. kann allgemein — sowohl für determinierte als auch für → stochastische Prozesse, z. B. bei den Intermodulationsprodukten der rauschähnlichen Ströme in einem Vielkanalsystem — die Verzerrungsleistung (Verzerrungsgeräusch) dienen, d. i. die Leistung sämtlicher durch die Nichtlinearität entstandenen Frequenzen. Die Quadratwurzel aus dem Verhältnis der Verzerrungsleistung zur Gesamtleistung ist der → Klirrfaktor bzw. Intermodulationsfaktor. Hiernach ist der Klirrfaktor

$$k = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + \cdots}{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \cdots}},$$

wenn $U_1, U_2, U_3, \ldots$ die Amplituden von Grund- und Oberwellen am Ausgang des Systems sind. Für die n-te Oberwelle allein erhält man den Klirrfaktor n-ter Ordnung $k_n = \sqrt{\dfrac{U_n^2}{U_1^2 + U_2^2 + \cdots}}$. Der Logarithmus des reziproken Wertes ist die Klirrdämpfung: $a_k = -\ln k$ Np bzw. $a_k = -20 \lg k$ dB. Entsprechende Formeln gelten für Intermodulationsfaktor und -dämpfung.

Dicht beieinanderliegende Frequenzen verursachen den Differenztonfaktor, weit auseinanderliegende Frequenzen den Modulationsfaktor. Begriffe »dicht« und »weit« beziehen sich auf den Umfang des vom Signal umfaßten Frequenzbereiches.

Über die bei Modulation und Demodulation auftretenden Modulationsverzerrungen → Modulation.

Die Bedeutung einer V. hängt von der Art der Nachricht und des Empfängers ab. So sind für Sprachübertragungen die nichtlinearen V. störend, während Amplitudenverzerrungen weniger, Phasenverzerrungen nicht störend empfunden werden. Bei Daten- und Fernsehübertragungen sind dagegen Dämpfungs- und Phasen-V. störend. Zeitlich veränderliche V. stören nur in Sonderfällen, z. B. bei der Speicherung von Nachrichten (→ Fernsehsignal-Verzerrungen, → Richtfunkverbindungen, Intermodulationsgeräusche, → Telegrafieverzerrung).

Literatur: K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, 2. Aufl., Stuttgart 1952. Funksender, Meßtechnik, Modulationsmeßverfahren. DIN 45053, Blatt 4, Pkt. 1.1, Blatt 5 Pkt. 3 und 4.

Prokott/Zuhrt

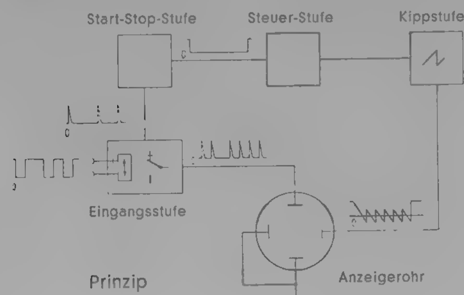
verzerrungsfreie Leitung → Laplace-Transformation → Leistungtheorie 1.3.

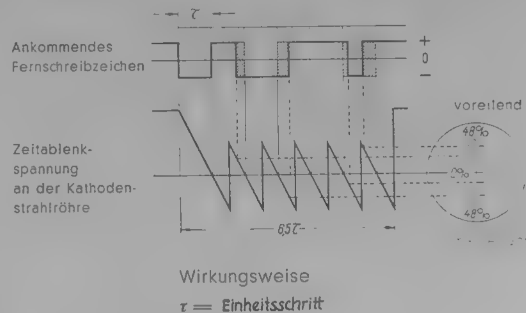
Verzerrungsgrad → Telegrafieverzerrung.

Verzerrungsmelder ist ein Meßempfänger für Start-Stop-Zeichen des internationalen Telegrafenalphabets Nr. 2, der das Überschreiten eines Grenzwertes des Start-Stop-Verzerrungsgrades anzeigt. Die Ansprechschwelle ist in Stufen von 2%, getrennt für voreilende und nacheilende Verzerrungswerte, einstellbar. Um die Anzahl der Verzerrungsüberschreitungen ermitteln zu können, kann an den V. ein Impulszähler angeschlossen werden.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 147 — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 770.

Verzerrungsmesser. Der V. zeigt Größe und Richtung der Start-Stop-Verzerrung in Doppelstromkreisen in Prozent des Einheitsschrittes optisch an. In Zusammenarbeit mit einem entsprechenden Zeichensender kann auch eine Isochronverzerrungsmessung durchgeführt werden. Voreilende und nacheilende Werte der Start-Stop-Verzerrung werden gleichzeitig sichtbar (s. Bild).





Prinzip und Wirkungsweise des Verzerrungsmessers.

Der Meßvorgang wird bei jedem ankommenden Fernschreibzeichen gesondert ausgelöst (Start-Stop-Prinzip), das Gerät ist also auch bei Handsendungen mit unregelmäßiger Schreibgeschwindigkeit verwendbar. Zum Messen werden die Schritteinsätze mit 6 Kippschwingungen verglichen, die die horizontale Ablenkung des Kathodenstrahles steuern. Jeder Anlaufschritt löst die Start-Stop-Stufe aus, die für die Zeitdauer von 6½ Einheitsschritten über die Steuerstufe den Kippgenerator startet, der die Kippschwingungen für die Zeitablenkung liefert. Die Schritteinsätze der ankommenden Doppelstromzeichen lenken den Kathodenstrahl aus dem abgedeckten unteren Bereich des Bildschirmes nach oben ab und erzeugen dort Lichtimpulse. Die von unverzerrt eintreffenden Schritteinsätzen gebildeten Lichtimpulse scheinen im Nullpunkt der Skala in der Mitte des Bildschirmes. Vor- bzw. nacheilend eintreffende Schritteinsätze dagegen lassen die Impulse links bzw. rechts des Nullpunktes aufleuchten, so daß sich die Verzerrung, unterschieden nach der Richtung, direkt in Prozenten der Schrittlänge auf der Skala ablesen läßt. Nach 6½ Einheitsschritten wird der Kippgenerator über die Steuerstufe gestoppt. Durch den nächsten Anlaufschritt wird der Meßvorgang erneut ausgelöst. *Biehler*

Verzerrungsmeßgerät für den Farbhilfsträger → Fernsehsender-Meßeinrichtung.

Verzerrungsmeßgeräte. Geräte zum Messen der Telegrafieverzerrung. Früher wurde dazu das stroboskopische Prinzip angewendet (Verzerrungsmeßsatz), die heutigen Verzerrungsmesser arbeiten elektronisch (→ Richtfunkmeßgerätetechnik, → Sendermesser, → Verzerrungsmesser).

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 744.

Verzerrungsmeßplatz für Rundfunkleitungen → Fernsehsender-Meßeinrichtung.

Verzerrungsspektrometer ist ein Meßgerät, das die individuelle Verzerrung der einzelnen Kennzeitpunkte mißt und dann die Häufigkeitsverteilung der individuellen Verzerrungen anzeigt. Zu diesem Zweck ist der mögliche Streubereich der individuellen Verzerrung (−50% ... +50%) in Teilbereiche (z. B. von je 2%) eingeteilt. Jedem Teilbereich ist ein Zähler zugeordnet, der die Kennzeitpunkte zählt, deren individuelle Verzerrung in den betreffenden Teilbereich fällt.

Verzinken. Herstellung dünner Zinküberzüge auf Eisen und Stahl, die vor Rost schützen. Bei größeren Eisen- und Stahlgegenständen wendet man die Feuerverzinkung an; für kleinere Eisen- und Stahlteile empfiehlt sich die galvanische Verzinkung.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Verzinnen. Herstellung dünner Zinnüberzüge auf gebeiztem Blech von Siemens-Martin-Stahl (oder anderen Materialien) auf galvanischem Wege oder durch Feuerverzinnung. Dieses Eisenblech mit Zinnüberzug heißt Weißblech. Da Zinn allmählich verknappt und im Preis ziemlich hoch liegt, haben in neuerer Zeit die galvanischen Verzinnungsverfahren

stark an Bedeutung gewonnen. Während man z. B. für feuerverzinntes Blech etwa 43 bis 82 p Zinn je m^2 braucht, genügen bei der galvanischen Verzinnung 10 bis 15 p für die gleiche Fläche. Zinnbad: 90 p Natriumstannat, 7,5 p Ätznatron, 15 p Natriumacetat und 0,5 p Natriumperborat in 1 l Wasser.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Verzögerungsleitung. Eine Welle, deren Phasengeschwindigkeit v_p kleiner ist als die Lichtgeschwindigkeit c im leeren Raum, ist verzögert. Ein Wellenleiter, der eine verzögerte Welle führt, heißt daher V. c/v wird Verzögerungsmaß p genannt. Die V. wird u. a. in Lauffeldröhren angewendet, um die Phasengeschwindigkeit einer Welle etwa der Elektronengeschwindigkeit anzugleichen (→ PAL-Empfänger). Die Spannung, die benötigt wird, um die Elektronen von der Geschwindigkeit Null auf eine Geschwindigkeit zu beschleunigen, die gleich der Phasengeschwindigkeit der Welle auf der V. ist, heißt Ausbreitungsspannung U_a. Ausbreitungsspannung und Verzögerungsmaß sind bei Vernachlässigung der relativistischen Korrektur durch die Beziehung $p = A/\sqrt{U_a}$ verknüpft. A ist die Verzögerungskonstante $\sqrt{m\,c/(2\,e)}$; praktisch wird mit $A = 505\ V^{1/2}$ gerechnet. Die Verstärkungswirkung in einer Lauffeldröhre hängt stark vom Kopplungswiderstand K der V. ab, für den allgemein gilt: $K = E^2/2\ (\omega/v_p^2 \cdot P)$ (E Scheitelpunkt des elektrischen Feldes am Ort und in Richtung der Elektronenströmung, ω Kreisfrequenz, v_p Phasengeschwindigkeit auf der Leitung, P transportierte Leistung). In → Wanderfeldröhren kleiner und mittlerer Leistung, z. B. für die Richtfunktechnik, ist die V. meist eine Wendel. Für sie gelten in erster Näherung $p = 2\pi\,a/h$ (a mittlerer Wendelradius, h Ganghöhe) und $K = K_0\ \beta\lambda\ exp\ (-2\,\beta\,a)$ ($K_0 = 29\,\Omega$, β Phasenkonstante der für die gestützte Wendel zu denkenden Ersatzwendel ohne Stützen). Große Leistungen, z. B. die Ausgangsleistung der Erdefunkstellen bei Satellitenverbindungen, erfordern Wanderfeldröhren mit Filterwellenleiter als V., weil diese relativ größere Abmessungen ergeben und leichter als Metallröhren mit einer entsprechend besseren Wärmeabführung gebaut werden können. Besonders auffällig bei den regelmäßig angeordneten resonanzfähigen Gebilden längs einer Filter-V. zerfällt die wellenförmige Ausbreitung in räumliche Teilwellen, also in Wellen definierter Phasenkonstante. Die Gesamtheit aller Teilwellen erfüllt die Randbedingung der Leitung, die durch die spezielle Feldform gegeben ist. Eine räumliche Teilwelle heißt Vorwärtswelle, wenn die Gruppen- und Phasengeschwindigkeit dieselbe Richtung haben und Rückwärtswelle, wenn die Phasengeschwindigkeit der Gruppengeschwindigkeit entgegengerichtet ist. Die Zerlegung in räumliche Teilwellen ist eine Zerlegung für verschiedene konstante Phasengeschwindigkeiten, wobei die Teilwelle, die dem Betrage nach die größte Phasengeschwindigkeit hat, als Hauptwelle bezeichnet wird. Ist die Hauptwelle eine Vorwärtswelle, liegt positive Dispersion vor, bei einer Rückwärtswelle als Hauptwelle negative Dispersion. Für Rückwärtswellenröhren ist ein Filterwellenleiter erforderlich, der eine geeignete Rückwärtswelle führt. Vorzugsweise wird hierfür die Doppelkammleitung verwendet.

Literatur: W. Kleen, Einführung in die Mikrowellen-Elektronik, Teil 1 und 2, S. Hirzel, Stuttgart 1952/1958 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verlag Technik, Berlin–München 1957 — G. D. Sims, Microwave Tubes and Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — J. R. Pierce, Travelling-wave tubes, D. van Nostrand Comp., Toronto/New York/ London 1950.

Schnitger

Verzögerungslinse → Linsenantennen.

Verzögerungsmaß → Verzögerungsleitung.

Verzoner. Der V. ist ein zentrales Schaltglied der → Übergangstechnik, das für die Zeit des Verbindungsaufbaus über → Relaissuchwähler an den → Zählimpulsgeber (ZIG) angeschaltet wird und die steuertechnischen Aufgaben für die Verbindungsherstellung übernimmt. Er empfängt die Nummernwahl des Teilnehmers — außer der ersten Null — und speichert diese in einem (mechanischen) → Impulswiederholer (IW). Weitere wichtige Hauptteile des V. sind: mehrere Kennziffernwähler, durch die die Richtungspunkte zur Leitweglenkung und die Zonenpunkte für den im ZIG anzulegenden Zeittakt für die Zählung festgelegt werden, ein Zonenabgreifwähler (ZA), der die Zoneneinstellung der Kennziffernwähler ermittelt und diese Information an den ZIG weitergibt, und ein Wählerrelais, das die Richtungseinstellung der Kennziffernwähler ermittelt und die Verbindung auf einen Querweg oder den Kennzahlweg (KZW) steuert.

Die Ausgänge der Kennziffernwähler werden den örtlichen Bedingungen entsprechend durch Zonenkabel mit der Kontaktbank der Zonenabgreifwähler und durch Richtungskabel mit der Kontaktbank des als Markierwähler dienenden Wählerrelais verbunden.

Die Speicherung im IW ermöglicht es, die Wählzeichen (Impulsreihen) zu den nachgeordneten Schaltgliedern zu einem geeigneten Zeitpunkt abzugeben und dabei gleichzeitig die Impulsdauer zu korrigieren und die Pausendauer zu regeln. Beim Zusammenwirken mit dem → Hauptregister des → Fernwählsystems 62 müssen auf dem Kennzahlweg → Abrufzeichen ausgewertet werden; der V. arbeitet dann neben dem Richtungsabgriff für die Steuerung von → Richtungswählern auch mit → Teilausspeicherung und hat dann die Bezeichnung VZ:R. Der V. wird nach einem erfolgten Verbindungsaufbau mit dem → Wahlendzeichen, in Besetztfällen auch mit dem Besetztzeichen (→ Besetztauslösung) abgeschaltet.

Literatur: Unterrichtsblätter B, Nr. 9/1958 sowie Nr. 3/4 u. 5/6/1958.

Altehage

Verzonung → Gebührenerfassung im Selbstwählferndienst.

Verzweigungsbereich, -einrichtung, -kabel → Ortsnetzaufbau.

VHF (Very High Frequency) → UKW.

Vibrationsgalvanometer. Das V. ist eine spezielle Form des Galvanometers, und zwar konstruktiv auf die Messung von Wechselströmen bis zum Hörfrequenzbereich (10—1000 Hz) zugeschnitten. Bei der in der Regel verwendeten Drehspulversion wird das Aufhängesystem der Spule mechanisch auf die Frequenz der Grundschwingung des zu messenden Wechselstromes abgestimmt, so daß die Drehspule Resonanzschwingungen ausführt. Bei Verwendung einer Spiegelablesung erhält man daher ein verbreitertes Bild einer beleuchteten Schlitzblende, dessen Breite ein Maß für die Schwingungsamplitude ist. Das V. eignet sich besonders als Nullinstrument für Wechselstrom-, Brücken- bzw. Kompensationsschaltungen, wenn das Telefon als Nullinstrument versagt, weil die Messung durch Geräusche gestört wird oder wegen des Auftretens von Oberschwingungen das Tonminimum im Telefon nicht genügend erkennbar ist. Die Durchführung der Messungen erfordert eine möglichst erschütterungsfreie Aufstellung des V., das besonders gegen Störungen im tiefen Frequenzbereich empfindlich ist (→ Wheatsonesche Brücke, → Meßbrücken, → Brückenmeßverfahren).

Literatur: HwF, Ausgabe 1929; Lexikon der Physik, hsgb. v. H. Franke, Bd. I, Franckhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1959.

Vibrationsschaltung → Kabelschaltungen.

Videoband → Basisband.

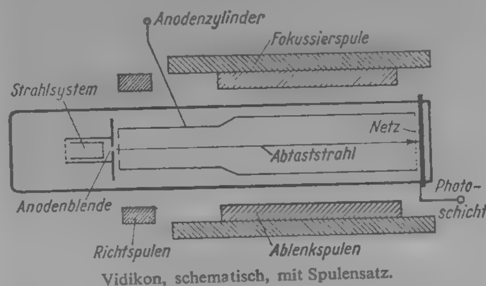
Videofrequenztechnik ist die Technik zur Erzeugung und unmittelbaren Übertragung des Bildsignals einschließlich des Austastsignals und des Synchronsignals. Bildsignalgeber zur Umwandlung der Leuchtdichteverteilung eines Szenenbildes (→ Fernsehkamera) oder einer Bildvorlage (→ Bildabtastgerät) in ein Bildsignal (B). Durch die Austastung wird das Bildsignal mit Hilfe des Austastsignals mit horizontal- und vertikalfrequenten Austastimpulsen zur Erzeugung von zeitlich genau festgelegten Austastlücken unterdrückt und das Bildsignal mit Austastung (BA) gebildet. Das BA-Signal wird nach Weiterverarbeitung durch Signalkorrektur (Aperturkorrektur, Gradationsänderung, Störsignalkompensation) durch Mischen mit dem → Synchronsignal (S) zum Signalgemisch (BAS) mit dem Normpegel ergänzt. Synchronsignal und Austastsignal werden gemeinsam für alle Bildsignalgeber im Impulsgeber erzeugt.

Videoprüfsignalgenerator → Fernsehsender-Meßeinrichtung.

Videosignal → Fernsehen 2.

Videoskop, Videostörspannungsmesser, Videowobbelgeber → Fernsehsender-Meßeinrichtung.

Vidikon. Das V. ist eine Bildaufnahmeröhre vom Photoleitfähigkeitstyp (s. Bild). Die Photoschicht, auf der das optische Bild entworfen wird, ist ein Halbleiter, dessen ohmscher Widerstand sich je nach Belichtung ändert (Photo-Halbleiter, z. B. Antimontrisulfid). Er ist auf die Innenseite der ebenen Frontscheibe der Röhre aufgedampft, auf die vorher eine transparente Leitschicht aufgebracht wurde. 1 bis 2 mm vor der Photoschicht befindet sich ein feinmaschiges Metallnetz, das mit dem Anodenzylinder verbunden ist. Ein vom Strahlsystem erzeugter, durch eine feine Öffnung in dessen Anode austretender Elektronenstrahl wird durch das Spulensystem in der Ebene der Photoschicht fokussiert und zeilenweise über diese geführt. An die Leitschicht ist über einen Widerstand, an dem das Bildsignal abgenommen wird, eine gegenüber der Strahlkathode positive Spannung angelegt. Die Leitschicht und die dem Ablenkstrahl zugewendete Seite der Photoschicht bilden einen Kondensator, der durch den Abtaststrahl etwa auf die Spannung zwischen Leitschicht und Strahlkathode geladen wird. Zwischen zwei Abtastungen entlädt



Vidikon, schematisch, mit Spulensatz.

sich der einem Bildelement entsprechende Teil dieses Kondensators über den parallelliegenden Widerstand der Photoschicht. Dieser ist um so kleiner, je stärker die Beleuchtung dieses Bildelementes ist. Das Potential, das der Abtaststrahl vorfindet, ist also je nach der örtlich verschiedenen Beleuchtung der Photoschicht verschieden groß, und dementsprechend ändert sich der durch den Widerstand vor der Leitschicht fließende Ausgleichstrom und damit der Spannungsabfall an diesem Widerstand. Dieser stellt das Bildsignal dar. Dem Vorteil der Einfachheit von Aufbau und Betrieb steht als Nachteil gegenüber, daß bei kleinen Beleuchtungsstärken ein störendes »Nachziehen« bei der Aufnahme bewegtes Objekt auftritt.

v. Gregor

Vielfachfeld → Bezeichnung und Einordnung der Leitungen im Vielfachfeld, → Klinkenfeld.

Vielfachkasten → Feldfernsprechvermittlung OB 150.

Vielfachschaltung. Einfache Art des Zusammenschaltens der Suchstellungen in einer Mischung. Die V. ist im Gegensatz zum Verschränken oder Übergreifen ein gerades Zusammenschalten gleichnumerierter Suchstellungen benachbarter Zubringerteilgruppen. Bei Abfrageplätzen von Fernsprech-Nebenstellenanlagen wird mit V. die Wiederholung der Anrufzeichen von Amtsleitungen, Melde- und Hinweisleitungen usw. — sowie auch von Nebenstellen (Nebenstellenklinken usw.) bei Glühlampenschränken und großen Wähl-Nebenstellenanlagen der Baustufe III S (mit Schnurzuteilung im ankommenden Amtsverkehr) — bei → Abfragestellen mit mehre-

ren Abfrageplätzen bezeichnet. Die V. erfolgt im einzelnen nach Maßgabe der → Ausstattungsvorschriften für Nebenstellenanlagen und gilt als Ergänzungsausstattung.

Auf die V. der Nebenstellenklinken usw. kann bei mehrplätzigen Anlagen mit Schnurzuteilung verzichtet werden, wenn durch Übergreifen von Abfrageplatz zu Abfrageplatz sämtliche Anschlüsse ohne Schwierigkeiten erreichbar sind. Die V. der Amtsleitungen für mehrplätzige Anlagen ist wünschenswert, weil ohne sie weder eine gleichmäßige Belastung der Abfrageplätze noch eine Bedienung der Amtsleitungen von einem Abfrageplatz in verkehrsschwachen Zeiten möglich ist. Entsprechendes gilt für die → Meldeleitungen und die → Hinweisleitungen.

In größeren Nebenstellenanlagen können, wenn aus konstruktiven Gründen nicht alle Leitungen an die Abfrageplätze angeschaltet werden können, Platzgruppen gebildet werden, d. h., es können dabei nicht alle Leitungen auf einem Platz abgefragt werden. Für die Melde- und Hinweisleitungen sind besondere Melde- und Hinweisplätze möglich. Um in größeren Anlagen in verkehrsschwachen Zeiten alle Leitungen an einem Platz abfragen zu können, muß eine → Anrufverteilung vorgesehen werden. *Paul/Socher*

Vielkammer-, Vielschlitz-Magnetron → Magnetron.

Vielspaltoszillator → Doppelspaltoszillator.

Vierdraht-Doppelstrombetrieb ist ein Doppelstrombetrieb in beiden Übertragungsrichtungen, wobei jeder Übertragungsrichtung eine eigene Doppelleitung zur Verfügung steht (echter V.).

Eine Abweichung hiervon ist der unechte V., bei dem für jede Übertragungsrichtung nur eine Ader zur Verfügung steht, wobei die Erde als gemeinsame Rückleitung für beide Übertragungsrichtungen dient. Der unechte V. wird in Telegrafenvermittlungseinrichtungen angewendet, um nur 2 anstelle von 4 Adern über Wähler durchschalten zu müssen.

Vierdraht-Feldvermittlung ist eine tragbare, nach dem Baukastensystem unterteilte handbediente Feldvermittlung für den Einsatz als Durchgangsvermittlung im Weitverkehrsnetz. Sie wird auch als Fernsprech-Fernvermittlung bezeichnet. Die V. setzt sich gemäß Übersichtsplan (Bild 1) zusammen aus den Bedienungseinheiten für die Vermittlungsplätze (Bild 2), den Anschlußeinheiten (Bild 3) — hauptsächlich bestückt mit NF-Endsätzen (NF-Ends), Schnurpaar-Gabelübertragungen (SchnpGaUe), Vierdraht- und OB-Klinkenübertragungen (4 DrKliUe und OBKliUe) — und den zum Klinkenverteiler zusammengefaßten Verteilereinheiten. Die Anschlußeinheiten sind stoßgesichert, stapelbar in Koffern, die Bedien- und Verteilereinheiten in stapelbaren Stahlblechgehäusen untergebracht. Die Verbindungen werden — wie in FernVStHand F 57 — mit 6poligen Stöpseln und Klinken vierdrähtig dämpfungsfrei hergestellt. Jeder Fernleitung ist eine Vierdrahtklinkenübertragung zugeordnet. Zusätzlich vorzuschaltende Übertragungen (2 DrKZBUe) und NF-Endsätze ermöglichen es, Zweidraht- und Vierdraht-

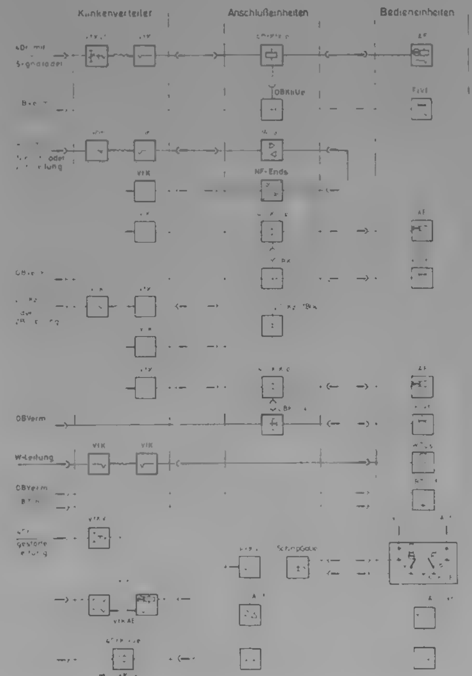


Bild 1. Übersichtsplan einer Vierdraht-Feldfernvermittlung.

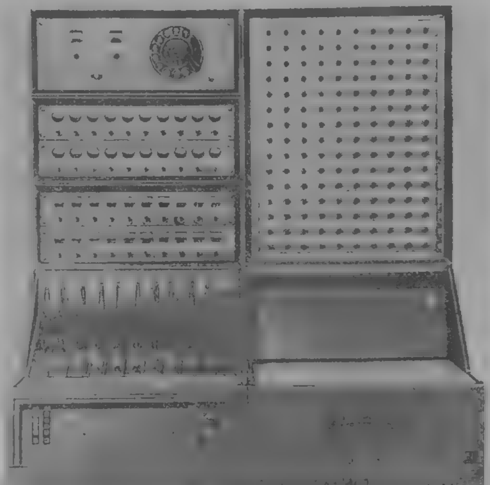


Bild 2. Arbeitsplatz einer Vierdraht-Feldfernvermittlung.

leitungen mit verschiedenen Zeichengabeverfahren anzuschließen. Die V. können sowohl als reine Durchgangsvermittlungen als auch kombiniert zusammen mit einer Feldfernsprechvermittlung 30/150 betrieben werden. Im letzten Falle erhält der Fernvermittlungsplatz zusätzlich ein Teilnehmervielfachfeld

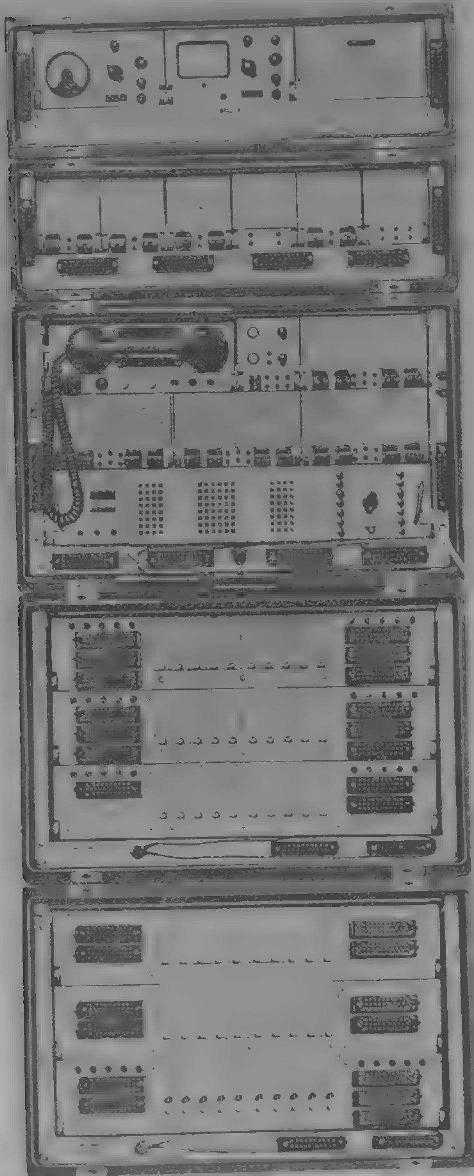


Bild 3. Kofferstapel mit Anschlußeinheiten.



Bild 4. Ausschnitt aus einer Vierdraht-Feldfernvermittlung, eingebaut in einen 5-t-LKW.

mit 6poligen Klinken (3adrig beschaltet). Die jedem Schnurpaar zugeordnete Schnurpaargabel, die selbsttätig eingeschaltet wird, wenn eine Fernleitung mit einer Teilnehmerleitung verbunden wird, ermöglicht den Übergang von vierdrähtiger Betriebsweise auf die zweidrähtige. Die Arbeitsplätze der OB-Fernsprechvermittlung erhalten mit Hilfe von OB-Klinkenübertragungen Zugriff zu den Fernleitungen für Verbindungen in abgehender Richtung. Auf diese Weise können Fernverbindungen in abgehender Richtung vom OB-Vermittlungsplatz aus auch ohne Mitwirken des Fernvermittlungsplatzes hergestellt werden, während bei ankommenden Fernverbindungen der Fernvermittlungsplatz unmittelbar mit dem verlangten Teilnehmer weiterverbindet. Bild 4 zeigt den Ausschnitt aus einer in ein Fahrzeug (5-t-LKW) eingebauten V. mit 4 Arbeitsplätzen. *Gänsler*

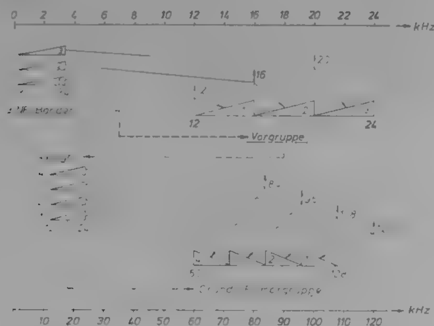
Vierdraht-Gleichlage-Systeme sind TF-Systeme für Gegensprechverkehr, bei denen für jede Übertragungs-Richtung bei gleicher Frequenzlage der Kanäle eine besondere Leitung verwendet wird (→ Vierdraht-TF-System).

Vierdraht-TF-System. Beide Übertragungsrichtungen des Systems bei gleicher Übertragungs-Frequenzlage der → TF-Kanäle sind verschiedenen Leitungen zu-

geordnet (Vierdraht-Gleichlage-System). Frequenzumsetzung erfolgt in Einseitenband-Modulation mit unterdrücktem Träger (Modulation für TF-Systeme). Die ab 1950 entwickelten Vierdraht-TF-Systeme entsprechen hinsichtlich ihres Frequenzplanes und ihrer übertragungstechnischen Qualität den vom CCITT festgelegten Vereinbarungen für ein internationales trägerfrequentes Fernsprechnetz.

Der Frequenzplan eines Vierdraht-TF-Systems entspricht der nachstehenden Stufenfolge:

1. Der TF-Kanal hat eine Frequenzband-Breite von 3,1 kHz, seine Basis-Frequenzlage ist 0,3 bis 3,4 kHz. Die Nullfrequenz der TF-Kanäle ist 4 kHz (Modulation für TF-Systeme). 2. 3 Kanäle werden zusammengefaßt zur Vorgruppe (VG) mit einer Frequenzband-Breite 12–24 kHz, Kanäle in Regellage (→ Vorgruppen-Modulation). Die Basis-Frequenzlage der VG als Durchschalteebene ist international nicht vereinbart. 3. 4 VG (12 Kanäle) werden zusammengefaßt zur Grund-Primärgruppe (GPG) mit einer Frequenzband-Breite 60 bis 108 kHz, Kanäle in Kehrlage (Modulation für TF-Systeme). 4. 5 GPG (60 Kanäle) werden zusammengefaßt zur Grund-Sekundärgruppe (GSG) mit einer Frequenzband-Breite 312 bis 552 kHz, Kanäle in Regellage. 5. Die



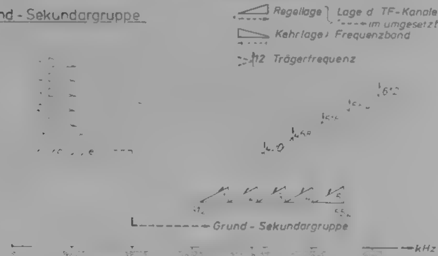
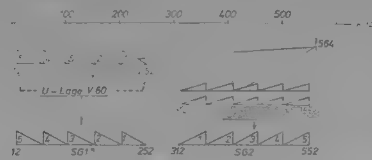
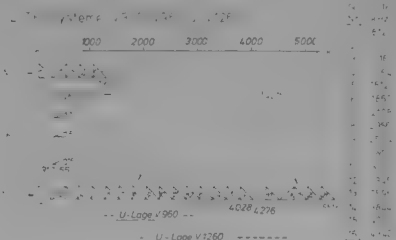


Bild 1. Frequenzschema der Primär- und Sekundärgruppen für Vierdraht-TF-Systeme.

Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 60: Eine GSG wird in die Übertragungslage 12 bis 252 kHz, bezeichnet SG 1*, umgesetzt, Kanäle in Kehrlage. 6. Die Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 120: Zusätzlich zur SG 1* des Systems V 60 wird eine GSG als SG 2 in der Frequenzlage 312 bis 552 kHz (Regellage) übertragen. 7. Die Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 300: 5 GSG werden als SG 1 bis 5 (davon SG 1 und 3 bis 5 nach Umsetzung in Kehrlage, SG 2 als GSG in Regellage direkt) in der Frequenzlage





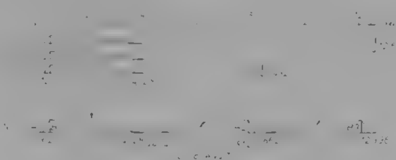


Bild 2. Übertragungs-Frequenzlage der Vierdraht-TF-Systeme.

60 bis 1300 kHz übertragen. 8. Die Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 960: 16 GSG werden als SG 1 bis 16 (davon SG 1 und 3 bis 16 nach Umsetzung in Kehrlage, SG 2 als GSG in Regellage direkt) in der Frequenzlage 60 bis 4028 kHz übertragen. 9. Die Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 1260: Das System ist aus dem System V 960 durch Erweiterung um 5 SG entstanden. Zusätzlich zum Übertragungsbereich der SG 1 bis 16 des Systems V 960 werden 5 GSG über die Übertragungslage des Systems V 300 (SG 1 bis 5 = 60 bis 1300 kHz) mit der Trägerfrequenz 4216 kHz als SG 17 bis 21 in den Frequenzbereich 4276 bis 5516 kHz umgesetzt. Diese Frequenzlage, die nicht der einer CCITT-Tertiärgruppenverbindung entspricht (Tertiärgruppe), wurde im Hinblick auf einfache Abzweigschaltungen im deutschen Koaxialkabel-Netz gewählt. 10. Die Übertragungs-Frequenzlage des Systems V 2700: Die für den Systemaufbau verwendete Grund-Quartärgruppe (GQG) »B« enthält 15 SG in der Frequenzlage 312 bis 4028 kHz (SG 2 bis 16 des Systems V 960). Das Kennzeichen »B« ist die deutsche Unterscheidung

Tabelle 1.
Kenndaten der deutschen Vorkriegs-Vierdraht-Systeme.

		Bezeichnung der Systeme			
		L 35/L 47	S	U 4[3]	B 200
Zahl der Kanäle		2[1]	4[1]	12	200[2]
NF-Lage	Hz	300...2700	200...3600	200...3600	300...2700
Übertragungsfrequenz-Lage	kHz	0,3...5,7	0,3...15,6	12...60	90...690
Vormodulationsfrequenz-Lage	kHz	—	—	4,4...7,8	3,5...5,7
Gruppenfrequenz-Lage	kHz	—	—	—	30...60
Vormodulationsträger	kHz	—	—	8	6
Kanalträger	kHz	6	4, 8, ...	20, 24, ... usw [illegible]	27, 30, ... usw [illegible]
Gruppenträger	kHz	—	—	—	150, 180 usw bis 720
Signalfrequenz	kHz	5)	5)	5)	5)
Rel. Kanalpegel					
Senden	Npr	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
Empfangen	Npr	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0
Rel. Kanalsendepegel	Npr	+0,5	+0,5	+0,5	-0,4
symm. Kabelader Ø	mm	0,9 Cu	1,4 Cu	1,4 Cu	—
koax. Kabelader Ø	mm				5/18
Bespulung	mH	30	30		
Spulenabstand	km	1,7	1,7		
Dämpfungswert	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Verst.-Feldlänge	km	72,5	72,5	35	17,5
Verst.-Felddämpfung:					
normal:	Np	3,0	3,0	5,5	5,5
maximal:	Np	4,0	4,0	7,0	6,0

[illegible]
1) einschließlich NF-Kanal,
2) auf Strecke Ffm-Hamburg um 300 Kanäle erweitert, Frequ.-Band 90...690 kHz + 720...1020 kHz
3) nur auf Versuchsstrecke Berlin-Hannover verwendet;
4) Frequenzlage entspricht der Empfehlung CCITT, Blaubuch G. 211, Figur 21 für eine Grund-Primärgruppe „A".
5) Ruffrequenz 500/20 Hz oder Tonwahlfrequenz 3000 Hz oder 2280 Hz, im Sprachband mit übertragen;
6) bezogen auf Stammleitung bei 800 Hz,
7) bezogen auf höchste übertragene Frequenz,
8) bezogen auf 1 MHz.

Tabelle 2. Kenndaten der Vierdraht-TF-Systeme.

Grundleitung		[illegible]
Übertragungslage	[illegible]	[illegible]
Kanal-Sendepegel	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
Vr-Felddämpfung	[illegible]	[illegible]
Vr-Feldlänge	[illegible]	[illegible]
Leitungspilote	[illegible]	[illegible]
symm. Leiterpaare Ø	[illegible]	[illegible]
koax. Leiterpaare Ø	[illegible]	[illegible]
Ortungssignal	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
Fernspeisestrom	[illegible]	[illegible]
Speiseabschnitt	[illegible]	[illegible]
Grund-Quartärgr. B		
Frequenzlage	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
QGVt-Empfangspegel	[illegible]	[illegible]
Pilotfrequenz	[illegible]	[illegible]
Sekundärgr.		
Frequenzlage	kHz	312 ... 552
SGVt-Sendepegel	Npr	-4,0
SGVt-Empfangspegel	Npr	-3,5
-Pilotfrequenz	kHz	411,92
Primärgr.		
Frequenzlage	kHz	[illegible]
PGVt-Sendepegel	Npr	[illegible]
PGVt-Empfangspegel	Npr	[illegible]
PG-Pilotfrequenz	kHz	[illegible]
NF-Seite		
Frequenzlage	kHz	0,3 ... 3,4
NFVt-Sendepegel	Npr	[illegible]
NFVt-Empfangspegel	Npr	+1,0
Signalfrequenz	kHz	3,85

(Werte von Sekundärgr. bis NF-Seite: gilt für alle Vdr-Systeme)

Erläuterungen
1) bezogen auf höchste übertragene Frequenz
2) Meßfrequenzen;
3) KxVt auf F2-Seite des SyUG V1260. Pegel des 960-Kanal-Bündels in beiden Richtgn. -3,8 Npr, Pilotfrequenz 1552 kHz; Pegel des 300-Kanal-Bündels in Richtg. Senden 4,15 Npr, aus Richtg. Empfangen -2,65 Npr, Pilotfrequenz 808 kHz
4) Pegelwert berücksichtigt Einfügungsdämpfung eines QGDFi und wird über VL = 0,92 Np im QGVt auf den Vt-Schaltpegel -3,8 Npr gesenkt.

gegenüber der von ausländischen Verwaltungen gewählten GQG, bestehend aus 3 Tertiärgruppen in der Frequenzlage 8516 bis 12388 kHz. Beide GQG entsprechen den CCITT-Empfehlungen. Die Frequenzlage der GQG »B« wurde im Hinblick auf einfache Abzweige (→ Abzweigtechnik) und Durchschaltungen (→ Durchschaltetechnik) zwischen den Systemen des deutschen Koaxialkabel-Netzes gewählt. Im System V 2700 werden 1 GQG »B« direkt, 2 weitere GQG »B« nach Umsetzung mit den Trägern 8432 kHz und 12648 kHz in die Übertragungslage 4404 bis 8120 kHz (Kehrlage) und 8620 bis 12336 kHz (Kehrlage) als QG »B 2« und QG »B 3« übertragen.

Die Frequenzpläne der Systeme sind in Bild 1 und 2 dargestellt. Die übertragungstechnischen Daten aller im deutschen TF-Netz betriebenen Systeme sind in den Tabellen 1 und 2 enthalten.

Das Vormodulations-System V 60 (→ Vormodulation) entspricht den CCITT-Empfehlungen nur hinsichtlich der Bandbreite der TF-Kanäle und der Übertragungslage. Für Durchschaltungen in den international festgelegten Basis-Frequenzlagen der PG und der SG ist eine zusätzliche Umsetzung aus der Aufbaugruppen-Lage bzw. der Übertragungslage erforderlich. Das System wurde daher nur im Erstausbau des V60-Netzes verwendet. Sein Frequenzplan ist: 12 Sprach-Frequenzbänder 0,3 bis 3,4 kHz werden über die Vormodulationsstufe 60 bis 64 kHz zur Aufbaugruppe 276 bis 324 kHz (Kanäle in Regellage) zusammengefaßt; 5 Aufbaugruppen werden in die Übertragungslage 12 bis 252 kHz (Kehrlage) umgesetzt und als SG 1* übertragen.

Literatur: CCITT-Blaubuch, Empfehlungen G. 211, G. 321, G. 341, G. 332, G. 333. *Wichmann*

Viererabschluß. Der V. dient dazu, beim Messen der Nah- und Fern-Nebensprechdämpfungen an Leitungen mit Phantom-Ausnutzung die Phantomkreise zu bilden. Dabei wird in die beiden Stammkreise je eine hochsymmetrische Differentialspule eingeschaltet, deren Mitte die Anschlußpunkte für den Phantomkreis sind. Durch Einsatz hochpermeabler Kernwerkstoffe und Anwendung einer speziellen, z. B. zweidrähtigen Wicklung (ein Draht je Wicklungshälfte) wird hohe Symmetrie und damit hohe Mitsprechdämpfung des V. bei großem Querwiderstand für den Stammkreis und kleinem komplexen Reihenwiderstand für den Phantomkreis erreicht. Abschlußwiderstände für Stamm- und Phantomkreis (Z_{St}, Z_V) können aufgesteckt werden. Die Mitsprechdämpfung des V. ist im Bereich 300 Hz bis 6 kHz > 115 dB und im Bereich 100 Hz bis 20 kHz > 110 dB.

Literatur: A. Wirk, Telegr.-, Fernspr.- und Funk-Technik (1936), H. 8.

Viererverseilung → Verseilarten.

Vierpol, neuerdings auch Zweitor genannt, ist eine elektrische Schaltung mit zwei Eingangs- und zwei Ausgangsklemmen (zwei »Toren«), ein 2n-Pol (n-Tor), eine Schaltung mit n Paaren von Eingangs- und Ausgangsklemmen. Theorie → Vierpoltheorie.

Vierpolersatzschaltungen des Transistors → Vierpolparameter von Transistoren.

Vierpolparameter von Transistoren. Das elektrische Verhalten des Transistors im Kleinsignalbetrieb kann durch eine Vierpolersatzschaltung beschrieben



Bild 1. Vierpol.
Festlegung der Strom- und Spannungsrichtungen für die Behandlung des Transistors als Vierpol.

werden. Bei niedrigen Frequenzen bevorzugt man die Vierpol-Hybrid-Ersatzschaltung, gekennzeichnet durch die h-Parameter, bei hohen Frequenzen die Vierpol-Parallel-Ersatzschaltung, gekennzeichnet durch die y-Parameter. Bei der Definition von Strömen und Spannungen am → Vierpol nach Bild 1 ist

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ U_2 \end{pmatrix}, \quad \text{bzw.}$$

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix}.$$

Die gebräuchlichen Ersatzschaltbilder für die obigen Vierpolgleichungspaare gibt Bild 2 wieder. Die einzelnen Elemente beider Ersatzschaltbilder können nach Tabelle 1 ineinander umgerechnet werden.

Tabelle 1.

	h_{11} h_{12} h_{21} h_{22}	y_{11} y_{12} y_{21} y_{22}
h_{11}	$U_1 = h_{11} I_1 + h_{12} U_2$	$1/y_{11}$
h_{12}		$-y_{12}/y_{11}$
h_{21}	$I_2 = h_{21} I_1 + h_{22} U_2$	y_{21}/y_{11}
h_{22}		$\Delta y/y_{11}$
y_{11}	$1/h_{11}$	$I_1 = y_{11} U_1 + y_{12} U_2$
y_{12}	h_{12}/h_{11}	
y_{21}	h_{21}/h_{11}	$I_2 = y_{21} U_1 + y_{22} U_2$
y_{22}	$\Delta h/h_{11}$	
	$\Delta h = h_{11} \cdot h_{22} - h_{12} \cdot h_{21} = y_{22}/y_{11}$	$\Delta y = y_{11} \cdot y_{22} - y_{12} \cdot y_{21} = h_{22}/h_{11}$

Die Vierpolparameter sind wie folgt definiert:

$$y_{11} = \frac{I_1}{U_1}\bigg|_{U_2 = 0} = \text{Eingangs-Leitwert bei kurzgeschlossenem Ausgang}$$

$$y_{12} = \frac{I_1}{U_2}\bigg|_{U_1 = 0} = \text{Rückwärts-Steilheit bei kurzgeschlossenem Eingang}$$

$$y_{21} = \frac{I_2}{U_1}\bigg|_{U_2 = 0} = \text{(Vorwärts-)Steilheit bei kurzgeschlossenem Ausgang}$$

$$y_{22} = \frac{I_2}{U_2}\bigg|_{U_1 = 0} = \text{Ausgangs-Leitwert bei kurzgeschlossenem Eingang}$$

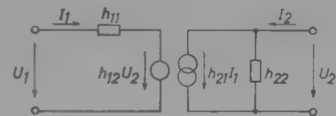
$$h_{11} = \frac{U_1}{I_1}\bigg|_{U_2 = 0} = \text{Eingangs-Widerstand bei kurzgeschlossenem Ausgang}$$

$$h_{12} = \frac{U_1}{U_2}\bigg|_{I_1 = 0} = \text{Spannungs-Rückwirkung bei offenem Eingang}$$

$$h_{21} = \frac{I_2}{I_1}\bigg|_{U_2 = 0} = \text{Stromverstärkung bei kurzgeschlossenem Ausgang}$$

$$h_{22} = \frac{I_2}{U_2}\bigg|_{I_1 = 0} = \text{Ausgangs-Leitwert bei offenem Eingang.}$$

Für jede der drei Transistorgrundschaltungen (Emitter-, Basis- und Kollektorschaltung) haben die Vierpolparameter eigene Werte. Die Umrechnung der y-Parameter einer Schaltung in die einer anderen ergibt sich aus Tabelle 2, wobei sich die Indices e, b, c auf Emitter-, Basis- bzw. Kollektorschaltung beziehen.



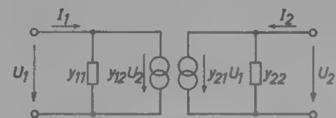


Bild 2. Vierpolersatzschaltungen.
h- und y-Vierpolersatzschaltbild eines Transistors.

Tabelle 2.

	Emitterschaltung	
(Y_e)	y_{11e}	y_{12e}
	y_{21e}	y_{22e}
(Y_b)	$y_{11b} + y_{12b} + y_{21b} + y_{22b}$	$-(y_{12b}$ [illegible]$)$
	$-(y_{21b} + y_{22b})$	y_{22b}
(Y_c)	y_{11c}	$(y_{11c}$ [illegible] $y_{12c})$
	$-(y_{11c} + y_{21c})$	$y_{11c} + y_{12c} + y_{21c} + y_{22c}$
	Basisschaltung	
(Y_e)	$y_{11e} + y_{12e} + y_{21e} + y_{22e}$	$-(y_{12e} + y_{22e})$
	$(y_{21e}$ [illegible] $y_{22e})$	[illegible]
(Y_b)	y_{11b}	y_{12b}
	y_{21b}	y_{22b}
(Y_c)	y_{22c}	$-(y_{21c}$ [illegible]$)$
	[illegible]	$y_{11c} + y_{12c}$ [illegible]
	Kollektorschaltung	
(Y_e)	y_{11e}	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
(Y_b)	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
(Y_c)	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]

Literatur: H. Beneking, Transistortechnik II, Vorlesung an der RWTH Aachen — R. F. Shea, Transistortechnik, Berliner Union, Stuttgart, 1962.

Hanke

Vierpoltheorie.

Übersicht

Die Vierpoltheorie untersucht die Beziehungen zwischen den Eingangsgrößen U_1, I_1 und Ausgangsgrößen U_2, I_2 eines → Vierpols, Bild 1, bzw. den zugehörigen Vierpolwellen (Abschnitt 1.6), aber keine Beziehungen zwischen inneren Spannungen und Strömen. Sie ist daher die gemeinsame Theorie der Leitungen, Filter, Siebschaltungen, Übertrager, Verstärker usw.

Die grundlegende Voraussetzung der V. ist, daß in jedem Zweig des Vierpols lineare Beziehungen zwischen Strom und Spannung in dem in Betracht kommenden Belastungsbereich bestehen (lineare V.). Dagegen können die Beziehungen für jede Durchlaßrichtung verschieden, also Zweige mit einseitigem oder verschiedenem Durchlaß in beiden Richtungen (z. B. Verstärker, Halbleiter) vorhanden sein. Unter dieser

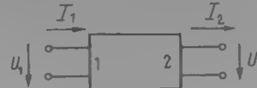


Bild 1. Vierpol.

Voraussetzung bestehen zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen für eingeschwungene Zustände, also sinusförmige oder exponentielle Zeitabläufe exp $(j\omega t)$ bzw. exp (pt) mit $p = \sigma + j\omega$ lineare Gleichungen mit konstanten, nur von der Frequenz abhängigen Koeffizienten.

1. Grundlagen der Vierpoltheorie.

1.1. Vierpolgleichungen der Spannungen und Ströme, Strom-, Spannungs-Matrizen. Zwischen den 4 Größen U_1, I_1, U_2, I_2 müssen, da 2 Bedingungen, meist Eingangsspannung U_1 und Ausgangswiderstand $R_2 = U_2/I_2$ sämtliche Größen festlegen, zwei Gleichungen bestehen, die man bei einem gegebenen Vierpol mit Hilfe der Kirchhoffschen Sätze aufstellen kann. Da man 4 Größen auf 6 Arten zu 2 Paaren zusammenfassen kann, sind sechs verschiedene Darstellungen möglich. Diese sind in der Darstellung mit Matrizen (→ Matrix) als kürzester Fassung (sämtliche auftretenden Größen beliebig komplex):

1.1.1. Die Darstellung der Eingangsgrößen U_1, I_1 als Funktion der Ausgangsgrößen U_2, I_2 (Kettenform der Vierpolgleichungen)

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = (A) \begin{pmatrix} U_2 \\ I_2 \end{pmatrix}, \tag{1}$$

aus der für eine Kettenschaltung von n beliebigen Vierpolen nach Bild 2 sofort

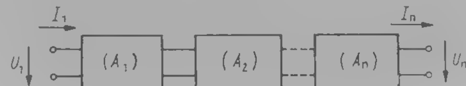


Bild 2. Kettenschaltung, Vierpolkette.

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = (A_1)(A_2)\dots(A_n)\begin{pmatrix} U_n \\ I_n \end{pmatrix} \tag{1a}$$

folgt. In den Gleichungen ist (A) die Kettenmatrix

$$(A) = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \tag{1b}$$

und die ausführliche Schreibung von (1)

$$\begin{aligned} U_1 &= A_{11}\; U_2 + A_{12}\; I_2\,, \\ I_1 &= A_{21}\; U_2 + A_{22}\; I_2\,. \end{aligned} \tag{1c}$$

Für die Multiplikation der Matrizen in (1a) gilt durch zweimalige Anwendung von (1c) oder nach den Formeln der Matrizenrechnung (→ Matrix)

$$(A)\,(B) = \begin{pmatrix} A_{11}\,B_{11} + A_{12}\,B_{21} & A_{11}\,B_{12} + A_{12}\,B_{22} \\ A_{21}\,B_{11} + A_{22}\,B_{21} & A_{21}\,B_{12} + A_{22}\,B_{22} \end{pmatrix} \qquad (2)$$

(Multiplikation von Reihe mal Spalte). Die Pfeile für Ströme und Spannungen sind hier und im folgenden in sämtlichen Gleichungen so gewählt, daß die am Eingang des Vierpols eintretenden und die am Ausgang austretenden Leistungen positiv sind.

Die einzelnen Glieder der Kettenmatrix haben nach (1c) folgende auch meßtechnische Bedeutung: A_{11} = Spannungsverhältnis U_1/U_{21} bei sekundärem Leerlauf, A_{22} = Stromverhältnis $I_1/I_{2\,k}$ bei sekundärem Kurzschluß, A_{12} = Verhältnis $U_1/I_{2\,k}$ von Primärspannung zu sekundärem Kurzschlußstrom, A_{21} = Verhältnis I_1/U_{21} von Primärstrom zu sekundärer Leerlaufspannung. Das reziproke Verhältnis von Leerlaufspannung zu Primärstrom $1/A_{21}$ wird in Analogie zum Transformator Kernwiderstand, das Verhältnis Kurzschlußstrom zu Primärspannung $1/A_{12}$ Kernleitwert genannt.

1.1.2. Die Darstellung der Spannungen als Funktion der Ströme mit der Widerstandsmatrix (Z)

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix} = (Z) \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}. \qquad (3)$$

1.1.3. Die Darstellung der Ströme als Funktion der Spannungen mit der Leitwertsmatrix (Y)

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = (Y) \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix}. \qquad (4)$$

Aus (4) folgt für die Parallelschaltung zweier Vierpole nach Bild 3

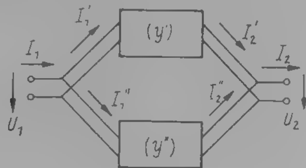


Bild 3. Parallelschaltung zweier Vierpole.

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_1' + I_1'' \\ I_2' + I_2'' \end{pmatrix} = [(Y') + (Y'')] \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix}, \qquad (5)$$

entsprechend aus (3) für die Reihenschaltung von Vierpolen $(Z) = (Z') + (Z'')$. Dabei gilt für die Matrizensumme

$$(A) + (B) = \begin{pmatrix} A_{11} + B_{11} & A_{12} + B_{12} \\ A_{21} + B_{21} & A_{22} + B_{22} \end{pmatrix}. \qquad (6)$$

1.1.4. Zwei weitere Darstellungen, von denen die erste bei Transistoren häufig benutzt wird, sind

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = (h) \begin{pmatrix} I_1 \\ U_2 \end{pmatrix} \qquad (7)$$

und

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ U_2 \end{pmatrix} = (g) \begin{pmatrix} U_1 \\ I_2 \end{pmatrix}. \qquad (8)$$

Die sechste und letzte Darstellung ist die Umkehrung von (1), s. Abschnitt 1.3.

1.2. Umrechnung von Matrizen, Vierpoldeterminanten. Durch Elimination kann man die Gleichungen der verschiedenen Darstellungen (Abschnitt 1.1) und damit die Glieder der verschiedenen Matrizen ineinander umrechnen. Rechnet man z. B. U_2 aus der unteren Gl. (1c) aus und setzt den Wert in die obere Gl. (1c) ein, so erhält man zwei Gleichungen der Form (3) und die Beziehungen

$$Z_{11} = \frac{A_{11}}{A_{21}}, \quad Z_{12} = A_{12} - \frac{A_{11}\,A_{22}}{A_{21}},$$
$$Z_{21} = \frac{1}{A_{21}}, \quad Z_{22} = -\frac{A_{22}}{A_{21}}. \qquad (9)$$

Auf diese Weise ergeben sich, wenn man noch zur Abkürzung die Determinanten der Matrizen

$$|A| = \begin{vmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{vmatrix} = A_{11}\,A_{22} - A_{12}\,A_{21} \qquad (10)$$

usw. einführt, u. a. folgende Umrechnungsformeln:

$$(Z) = \frac{1}{A_{21}} \begin{pmatrix} A_{11} & -|A| \\ 1 & -A_{22} \end{pmatrix} = \frac{1}{|Y|} \begin{pmatrix} Y_{22} & -Y_{12} \\ -Y_{21} & Y_{11} \end{pmatrix}, \qquad (11\,a)$$

$$(Y) = \frac{1}{A_{12}} \begin{pmatrix} A_{22} & -|A| \\ 1 & -A_{11} \end{pmatrix} = \frac{1}{|Z|} \begin{pmatrix} Z_{22} & -Z_{12} \\ -Z_{21} & Z_{11} \end{pmatrix}, \qquad (11\,b)$$

$$(A) = \frac{1}{Z_{21}} \begin{pmatrix} Z_{11} & -|Z| \\ 1 & -Z_{22} \end{pmatrix} = \frac{1}{Y_{21}} \begin{pmatrix} -Y_{22} & 1 \\ -|Y| & Y_{11} \end{pmatrix}, \qquad (11\,c)$$

$$(A) = \frac{1}{h_{21}} \begin{pmatrix} -|h| & h_{11} \\ -h_{22} & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{g_{21}} \begin{pmatrix} 1 & -g_{22} \\ g_{11} & -|g| \end{pmatrix}, \qquad (11\,d)$$

nach denen man die bei einer bestimmten Schaltung aufgestellten Gleichungen auf die gewünschte Form umrechnen kann, Beispiele Abschnitt 2.1. und 3.

1.3. Umkehrung von Vierpolen, symmetrische Vierpole, Eingangswiderstände. Löst man (1c) nach U_2, I_2 auf und dreht außerdem die Richtungen von I_1, I_2 um, so erhält man die Gleichungen für den vom Ende (Seite 2) gespeisten oder umgekehrten Vierpol, Bild 4:

$$U_2 = -\frac{1}{A}\;(A_{22}\,U_1 + A_{12}\,I_1)\,,$$
$$I_2 = -\frac{1}{A}\;(A_{21}\,U_1 + A_{11}\,I_1)\,. \tag{12}$$

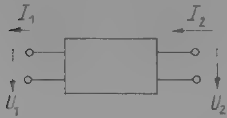


Bild 4. Umgekehrter Vierpol.

Für einen symmetrischen Vierpol müssen die Gln. (1c) und (12) identisch sein, also

$$A_{11} = A_{22} \text{ und } A = 1\,. \tag{13}$$

Die letzte Bedingung gilt, wie in Abschnitt 1.4. und 1.5. bewiesen wird, unabhängig von der ersten Bedingung für alle Vierpole, die nach beiden Seiten gleich übertragen, übertragungssymmetrisch sind, damit insbesondere für alle Vierpole, die nur Widerstände, Induktivitäten und Kapazitäten enthalten (*RLC*-Schaltungen). Die Abweichung der Determinante A von 1 ist ein Maß für die einseitige Durchlässigkeit eines Vierpols. Bei Vierpolen, die in einer Richtung vollkommen undurchlässig sind, st $A = 0$ oder ∞.

Die erste Bedingung $A_{11} = A_{22}$ ist ein Kennzeichen, daß der Vierpol von beiden Seiten bei gleichem Abschluß gleiche Eingangswiderstände hat, s. Gl. (14), der Vierpol ist widerstandssymmetrisch.

Schließt man einen Vierpol Bild 1 oder 4 mit einem Belastungswiderstand $\underline{R}_2$ bei Speisung von Seite 1 bzw. einem Widerstand $\underline{R}_1$ bei Speisung von Seite 2 ab ($\underline{R}_1$, $\underline{R}_2$ beliebig komplex, in der Praxis meist reell), so erhält man durch Division der Gleichungen (1c) bzw. (12) die Eingangswiderstände von Seite 1 bzw. 2.

$$W_1 = \frac{A_{11}\,\underline{R}_2 + A_{12}}{A_{21}\,\underline{R}_2 + A_{22}}\,,\quad W_2 = \frac{A_{22}\,\underline{R}_1 + A_{12}}{A_{21}\,\underline{R}_1 + A_{11}}\,. \tag{14}$$

Für $\underline{R}_2$ bzw. $\underline{R}_1 = 0$ folgen die Kurzschlußwiderstände

$$W_{1\,k} = \frac{A_{12}}{A_{22}}\,,\quad W_{2\,k} = \frac{A_{12}}{A_{11}}\,, \tag{15}$$

für $\underline{R}_2$ bzw. $\underline{R}_1 = \infty$ die Leerlaufwiderstände

$$W_{1l} = \frac{A_{11}}{A_{21}}\,,\quad W_{2l} = \frac{A_{22}}{A_{21}}\,. \tag{15a}$$

Ein beliebiger Abschlußwiderstand $\underline{R}_2$ (bzw. $\underline{R}_1$) wird nach (14) in einen bestimmten Eingangswiderstand W_1 (bzw. W_2) transformiert, s. Abschnitt 1.7.

1.4. Vierpolketten, Ketten- und Wellenparameter. Ebenso wie man eine homogene Leitung statt durch die Leitungsgrößen R, L, G, C pro Längeneinheit durch die die Übertragung kennzeichnenden Wellenparameter Z (= Wellenwiderstand) und γ (= Fortpflanzungskonstante) kennzeichnen kann, → Leitungstheorie 1.1, kann man einen Vierpol statt durch die Matrixelemente von Abschnitt 1.1 durch die die Übertragung kennzeichnenden Ketten- oder Wellenparameter kennzeichnen. Sollen die Parameter nur vom Vierpol abhängen, so müssen für ihre Bestimmung Widerstände genommen werden, die unabhängig vom Belastungswiderstand sind. Das sind außer den Leerlauf- und Kurzschlußwiderständen von Gl. (15) und (15a) die Widerstände einer unendlich langen Kette aus lauter gleichen Vierpolen, Bild 5a bis d. In 5a und b sind die Vierpole in gleicher Richtung, in 5c und d in abwechselnder Richtung aneinandergeschaltet.

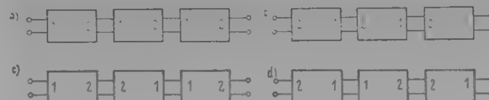


Bild 5. Vierpolketten aus gleichen Gliedern.

1.4.1. Kettenparameter. In Bild 5a und b ist bei unendlich langer Kette jeder Vierpol durch die gleiche Kette und damit den gleichen Eingangswiderstand abgeschlossen. Man erhält daher den Eingangswiderstand (Kettenwiderstand) K_1 von Bild 5a aus der ersten Gl. (14) mit $\underline{R}_2 = W_1 = K_1$ zu

$$K_1 = \frac{1}{2\,A_{21}}\left[A_{11} - A_{22} + \sqrt{(A_{11} - A_{22})^2 + 4\,A_{12}\,A_{21}}\right] \tag{16}$$

und entsprechend K_2 für Bild 5b mit Vertauschung von A_{11} und A_{22}, Gl. (16a). Von den beiden Wurzeln ist diejenige stabil, die dem Leerlaufwiderstand W_{1l} bzw. W_{2l} aus Gl. (15a) am nächsten liegt, das ist i. allg. diejenige, die einen positiven Realteil von K_1 bzw. K_2 liefert.

Die Spannungen in Bild 5a und b ändern sich von Glied zu Glied um einen gleichen Faktor, der auf die Form exp g_K gebracht werden kann. g_K heißt Kettenübertragungsmaß*). Wegen der gleichen Widerstände am Ein- und Ausgang eines Vierpols ändern sich die Ströme um den gleichen Faktor. Man erhält mit der zweiten Gl. (1c) und Gl. (16) für Bild 5a

$$\exp g_{1K} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = A_{21}\,K_1 + A_{22}$$
$$= \frac{1}{2}\left[A_{11} + A_{22} + \sqrt{(A_{11} - A_{22})^2 + 4\,A_{12}\,A_{21}}\right] \tag{17}$$

und mit der zweiten Gl. (12) und dem K_2-Wert (16a) für Bild 5b

*) Wegen der Benennungen vgl. Anmerkung von → Übertragungsfaktor.

$$\exp g_{2K} = \frac{1}{2\,|A|}\left[A_{11} + A_{22} + \sqrt{(A_{11} - A_{22})^2 + 4A_{12}A_{21}}\right]. \tag{18}$$

Aus (17) und (18) folgt, daß die Übertragung in beiden Richtungen gleich ist, wenn $|A| = 1$, vgl. Abschnitt 1.3 und 1.5. Mit Berücksichtigung von Gl. (10) liefert (18)

$$\exp(-g_{2K}) = \frac{1}{2}\left[A_{11} + A_{22} - \sqrt{(A_{11} - A_{22})^2 + 4A_{12}A_{21}}\right]. \tag{18a}$$

K_1, K_2, g_{1K} und g_{2K} sind die **Kettenparameter** des Vierpols, die unabhängig von der physikalischen Bedeutung in einer Kette einen Vierpol kennzeichnen. Ihre praktische Bedeutung ist geringer als die der Wellenparameter in Abschnitt 1.4.2. Rechnet man aus den Gln. (16, 16a, 17 und 18a) die A-Werte aus, so erhält man die Kettenmatrix (A) nach Gl. (1b) für die Speisung von Seite 1, Bild 5a, bzw. (A′) von Gl. (12) für die Speisung von Seite 2, Bild 5b. (A) läßt sich auf die Form

$$(A) \quad \begin{pmatrix} k & -K_2 k \\ k/K_1 & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \exp g_{1K} & 0 \\ 0 & \exp(-g_{2K}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k & K_2 k \\ -k/K_1 & k \end{pmatrix} \tag{19}$$

mit

$$k = \sqrt{\frac{K_1}{K_1 + K_2}} \tag{19a}$$

bringen, Beweis durch Ausmultiplizieren der Matrizenprodukte von (19) nach Gl. (2) unter Beibehaltung der Reihenfolge und Einsetzen der Werte von Gl. (16) bis (19a). Aus (19) folgt sofort die Kettenmatrix (A_n) einer Kette aus n gleichen Gliedern nach Bild 5a. Da die Randmatrizen in (19) reziprok sind, — ihr Produkt gibt nach (2) die Einheitsmatrix —, hat (A_n) nach Gl. (1a) die gleiche Form (19) mit ng_K statt g_K in der mittleren Matrix. Die für Bild 5b geltende Kettenmatrix (A′) erhält man aus (19) durch Vertauschen der Indizes 1 und 2.

1.4.2 Wellenparameter. Wesentlich wichtiger als die Kettenparameter sind die Wellenparameter. In Bild 5c und d sind im Gegensatz zu Bild 5a und b die Vierpole bei unendlich langer Kette reflexionsfrei aneinandergeschaltet. Bezeichnet man die Eingangswiderstände mit Z_1 bzw. Z_2, so ist der erste Vierpol in Bild 5c mit Z_2, in Bild 5d mit Z_1 abgeschlossen.

Daher gilt nach (14)

$Z_1 = (A_{11}Z_2 + A_{12})/(A_{21}Z_2 + A_{22})$ und

$Z_2 = (A_{22}Z_1 + A_{12})/(A_{21}Z_1 + A_{11})$. Die Auflösung liefert

$$Z_1 = \sqrt{\frac{A_{11}}{A_{22}} \cdot \frac{A_{12}}{A_{21}}}\,, \quad Z_2 = \sqrt{\frac{A_{22}}{A_{11}} \cdot \frac{A_{12}}{A_{21}}}\,. \tag{20}$$

Z_1, Z_2 heißen **Wellenwiderstände** des Vierpols, auch **Kennwiderstände** genannt.

Mit (15) und (15a) wird

$$Z_1 = \sqrt{W_{1l} \cdot W_{1k}}\,, \quad Z_2 = \sqrt{W_{2l} \cdot W_{2k}} \tag{20a}$$

(Messung der Wellenwiderstände aus Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand).

Für den (widerstands-) symmetrischen Vierpol $A_{11} = A_{22}$ wird

$$Z_1 = Z_2 = Z = \sqrt{A_{12}/A_{21}}\,. \tag{20b}$$

Das Spannungs- und Stromverhältnis zwischen Eingang und Ausgang eines Gliedes ist in Bild 5c oder d wegen der verschiedenen Abschlußwiderstände verschieden. Als **Wellenübertragungsmaß** definiert man daher den Logarithmus vom geometrischen Mittel beider Verhältnisse oder von der Wurzel aus dem Verhältnis der Strom-Spannungs-Produkte U_1I_1 zu U_2I_2. Die Beträge dieser Produkte sind die Scheinleistungen, der Winkel ist anders (Winkelsumme statt -differenz). Bild 5c liefert mit der unteren Gl. (1c) und Gl. (20) die **Wellenübertragungsfunktion vorwärts** (Speisung Seite 1)

$$e^{g_{1Z}} = \sqrt{\frac{U_1 I_1}{U_2 I_2}} = \sqrt{\frac{I_1^2 Z_1}{I_2^2 Z_2}} = (A_{22} + A_{21}Z_2)\sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$
$$= \sqrt{A_{11}A_{22}} + \sqrt{A_{12}A_{21}}\,, \tag{21}$$

Bild 5d genauso mit (12) und (20) die **Wellenübertragungsfunktion rückwärts** (Speisung Seite 2)

$$e^{g_{2Z}} = \left[\frac{A_{11}}{|A|} + \frac{A_{21}}{|A|}Z_1\right]\sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$
$$= \frac{1}{|A|}\left[\sqrt{A_{11}A_{22}} + \sqrt{A_{12}A_{21}}\right] \tag{21a}$$

oder wegen (10)

$$\exp(-g_{2Z}) = \sqrt{A_{11}A_{22}} - \sqrt{A_{12}A_{21}}\,. \tag{21b}$$

Die Wellenwiderstände Z_1, Z_2 und Wellenübertragungsmaße g_{1Z}, g_{2Z} mit den zugehörigen Dämpfungs- und Phasenmaßen (Real- und Imaginärteil von g) sind die **Wellenparameter** des Vierpols, die diesen ebenso wie die Matrixelemente oder die Kettenparameter eindeutig kennzeichnen.

Für übertragungssymmetrische Vierpole mit $|A| = 1$ wird nach (21, 21a) $g_{1Z} = g_{2Z} = g_Z$ und $\tanh g_Z = \sqrt{A_{12}A_{21}/A_{11}A_{22}}$. Das ist nach (15) und (15a)

$$\tanh g_Z = \sqrt{W_{1k}/W_{1l}} = \sqrt{W_{2k}/W_{2l}} \tag{22}$$

(Messung des Wellenübertragungsmaßes übertragungssymmetrischer Vierpole aus Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand).

Aus den Gleichungen (20, 21 und 21b) können die Glieder der Kettenmatrix berechnet werden. Man erhält, wie durch Einsetzen leicht zu bestätigen,

$$(A) = \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \cdot \frac{1}{2}\left(e^{g_1 z} + e^{-g_2 z}\right) & \sqrt{Z_1 Z_2} \cdot \frac{1}{2}\left(e^{g_1 z} - e^{-g_2 z}\right) \\ \frac{1}{\sqrt{Z_1 Z_2}} \cdot \frac{1}{2}\left(e^{g_1 z} - e^{-g_2 z}\right) & \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} \cdot \frac{1}{2}\left(e^{g_1 z} + e^{-g_2 z}\right) \end{pmatrix}. \tag{23}$$

Für den symmetrischen Vierpol ist wegen (13) $Z_1 = Z_2 = Z$, $g_1 z$, $g_2 z = g$, mithin

$$(A) = \begin{pmatrix} \cosh g & Z \sinh g \\ \frac{1}{Z} \sinh g & \cosh g \end{pmatrix} \tag{24}$$

wie bei der homogenen Leitung (→ Leitungstheorie 1.2). Für den unsymmetrischen Fall läßt sich (23) darstellen als

$$(A) = \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{Z_1}{2}} & -\sqrt{\frac{Z_1}{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2Z_1}} & \frac{1}{\sqrt{2Z_1}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{g_1 z} & 0 \\ 0 & e^{-g_2 z} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2Z_2}} & \sqrt{\frac{Z_2}{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2Z_2}} & \sqrt{\frac{Z_2}{2}} \end{pmatrix}, \tag{23a}$$

Beweis durch Ausmultiplizieren nach Gl. (2) unter Beibehaltung der Reihenfolge. Bezeichnet man die erste Matrix mit (Z_1), so ist die letzte Matrix die reziproke von (Z_2), — das Produkt mit (Z_2) gibt die Einheitsmatrix —, so daß

$$(A) = (Z_1) \begin{pmatrix} \exp g_1 z & 0 \\ 0 & \exp(-g_2 z) \end{pmatrix} (Z_2)^{-1} \tag{23b}$$

wird.

Schaltet man an einen Vierpol mit einer in der Form (23b) gegebenen Kettenmatrix (A) einen **angepaßten** Vierpol in Kette, so liefert das Mittelprodukt $(Z_2)^{-1}(Z_2)$ die Einheitsmatrix und mithin die Kettenschaltung mehrerer Vierpole, die jeweils angepaßt sind und die Wellenparameter Z_1', Z_2', $g_1 z'$, $g_2 z'$; Z_1'', Z_2'', $g_1 z''$, $g_2 z''$ usw. haben, die resultierende Kettenmatrix

$$(A) = (Z_1') \begin{pmatrix} \exp(g_1 z' + g_1 z'' + \ldots) & 0 \\ 0 & \exp(-g_2 z' - g_2 z'' \ldots) \end{pmatrix} \cdot \left(Z_2^{(n)}\right)^{-1}. \tag{25}$$

Der Vierpol wirkt wie ein Vierpol mit dem Eingangs- bzw. Ausgangswellenwiderstand der Endglieder und einem Übertragungsmaß, das gleich der Summe sämtlicher Wellenübertragungsmaße ist. Für gleiche Vierpole sind die Werte für alle Indizes $'$, $''$ usw. gleich. Für eine Kette von n gleichen symmetrischen Vierpolen gilt daher wegen $Z_1 = Z_2 = Z$, $g_1 z = g_2 z = g$

$$(A) = (Z) \begin{pmatrix} e^{ng} & 0 \\ 0 & e^{-ng} \end{pmatrix} (Z)^{-1} = \begin{pmatrix} \cosh n g & Z \sinh n g \\ \frac{1}{Z} \sinh n g & \cosh n g \end{pmatrix}. \tag{26}$$

Die Gleichung entspricht der Gl. (13) der Leitungstheorie. g und γ beziehen sich auf die Längeneinheit der Leitung bzw. Vierpolkette. $g = a + \mathrm{j}\, b$ wird daher auch **Übertragungskonstante** oder **Fortpflanzungskonstante**, a **Dämpfungskonstante**, b **Winkelkonstante** der Vierpolkette genannt.

1.5. Betriebsübertragungsmaß. Die in Abschnitt 1.4. abgeleiteten Übertragungsmaße geben die Strom- und Spannungsverhältnisse und damit Dämpfung und Phasendrehung zwischen den Eingangs- und Ausgangswerten eines Vierpols bei Abschluß mit dem Wellen- bzw. Kettenwiderstand an. Im praktischen Betrieb sind Eingang und Ausgang durch zwei Widerstände $\underline{R}_1$ und $\underline{R}_2$ abgeschlossen, Bild 6, die meist reell sind, aber auch beliebig komplex sein können, die aber nicht — wenigstens nicht bei allen Frequenzen — mit dem Wellen- bzw. Kettenwiderstand übereinstimmen. Das im Betriebsfall auftretende Übertragungsmaß (Dämpfung und Phasendrehung des

Vierpols) wird daher i. allg. von den Belastungswiderständen abhängen.

Man vergleicht bei der Definition des **Betriebsübertragungsmaßes** (s. auch → Betriebsdämpfung) die an $\underline{R}_2$ bei Zwischenschaltung des Vierpols zwischen Sender und Empfänger entstehenden Werte U_2, I_2 mit den Werten U_2', I_2', die dieselbe Quelle bei idealer reflexionsfreier Anpassung am gleichen Empfänger liefern würde, bzw. analog zu Abschnitt 1.4.2 das Strom-Spannungs-Produkt $U_2 I_2 = U_2^2/\underline{R}_2$ mit dem Produkt $U_2' I_2'$ und definiert als Betriebsübertragungsmaß den Logarithmus vom geometrischen

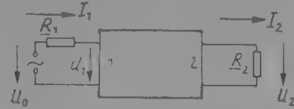


Bild 6. Vierpolabschluß im Betriebsfall.

Mittel der so erhaltenen Strom- und Spannungsverhältnisse bzw. der Wurzel aus dem Verhältnis der Strom-Spannungsprodukte. Das Produkt $U_2' I_2'$ bei Anpassung ist aber $U_0^2/4\,\underline{R}_1$, da bei Anpassung von $\underline{R}_2$ auf $\underline{R}_1$ mittels eines idealen Übertragers (→ Übersetzer) mit dem komplexen Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}$ (Übertrager + Phasendrehglied) $U_2' = \ddot{u}\, U_0/2$, $I_2' = 1/\ddot{u} \cdot U_0/2\,\underline{R}_1$ wird. Daher ergibt sich nach obiger Definition für das **Betriebsübertragungsmaß vorwärts** (Speisung Seite 1)

$$e^{g_{1B}} = \frac{U_0}{2\,U_2}\sqrt{\frac{\underline{R}_2}{\underline{R}_1}}\,. \tag{27}$$

Mit $I_2 = U_2/\underline{R}_2$ und Gl. (1c) ist nach Bild 6

$$U_0 = U_1 + I_1 \underline{R}_1 = \left(A_{11} + \frac{A_{12}}{\underline{R}_2} + A_{21}\underline{R}_1 + A_{22}\frac{\underline{R}_1}{\underline{R}_2}\right) U_2, \tag{28}$$

mithin nach (27)

$$e^{g_{1B}} = \frac{1}{2}\left(A_{11}\sqrt{\frac{\underline{R}_2}{\underline{R}_1}} + A_{12}\frac{1}{\sqrt{\underline{R}_1\underline{R}_2}} + A_{21}\sqrt{\underline{R}_1\underline{R}_2} + A_{22}\sqrt{\frac{\underline{R}_1}{\underline{R}_2}}\right). \tag{29}$$

Für das Betriebsübertragungsmaß g_{2B} für Speisung von Seite 2 bei unveränderten Widerständen erhält man mit Gl. (12) statt (1c)

$$e^{g_{2B}} = \frac{1}{A}\, e^{g_{1B}}\,. \tag{30}$$

Bei reflexionsfreiem Abschluß $\underline{R}_1 = Z_1$, $\underline{R}_2 = Z_2$ geht (29) in (21) über. Für $|A| = 1$ ist $g_{1B} = g_{2B}$, der Vierpol übertragungssymmetrisch.

Setzt man in (29) die A-Werte aus (23) ein, so wird

$$e^{g_{1B}} = e^{g_{1Z}} \cdot \frac{\underline{R}_1 + Z_1}{2\sqrt{\underline{R}_1 Z_1}} \cdot \frac{\underline{R}_2 + Z_2}{2\sqrt{\underline{R}_2 Z_2}} \left[1 - \frac{\underline{R}_1 - Z_1}{\underline{R}_1 + Z_1} \cdot \frac{\underline{R}_2 - Z_2}{\underline{R}_2 + Z_2} \cdot e^{-g_{1Z} - g_{2Z}}\right] \tag{31}$$

oder

$$g_{1B} = g_{1Z} + \ln\frac{\underline{R}_1 + Z_1}{2\sqrt{\underline{R}_1 Z_1}} + \ln\frac{\underline{R}_2 + Z_2}{2\sqrt{\underline{R}_2 Z_2}} + \ln\left[1 - r_1 r_2\, e^{-g_{1Z} - g_{2Z}}\right]. \tag{31a}$$

Gl. (31a) hat eine anschauliche physikalische Bedeutung. Nach → Anpassung von Scheinwiderständen ist der Faktor $2\sqrt{\underline{R}Z}/(\underline{R}+Z)$ der durch die Fehlanpassung entstehende Stoßfaktor, $(\underline{R}-Z)/(\underline{R}+Z)$ der Reflexionsfaktor, so daß nach (31a) die Betriebsdämpfung gleich der Summe aus Wellendämpfung, Stoßdämpfung am Anfang und Ende sowie der »Wechselwirkungsdämpfung« ist, die den zwischen Anfang und Ende hin und her reflektierten Wellen entspricht, das Betriebswinkelmaß die Summe der zugehörigen Winkel.

1.6. **Gleichungen der Vierpolwellen.** Die bisherigen Abschnitte enthielten die Gleichungen zwischen den Spannungen und Strömen des Vierpols. Statt dessen kann man als Veränderliche die **Vierpolwellen** einführen. Bei Leitungen sind (→ Leitungstheorie 1.1.) die Spannungs- und Stromverläufe durch hin- und rücklaufende Wellen darstellbar, von denen die letzteren von der Reflexion an den Abschlußwiderständen herrühren und bei Anpassung verschwinden. Genauso kann man Spannung und Strom an einem beliebigen Klemmenpaar AB einer Schaltung durch (fiktive) ein- und austretende Wellen darstellen, von denen die erstere die bei Anpassung entstehenden Werte, die zweite die Ergänzung zu den wirklichen Werten gibt. Sind Z_1, Z_2 die an AB nach beiden Seiten gemessenen Eingangswiderstände, so kann man nämlich die

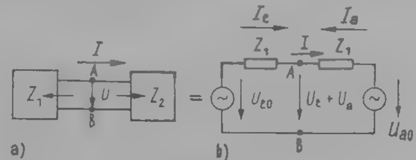


Bild 7. Zur Definition der Vierpolwellen.

Schaltung von Bild 7a durch eine angepaßte Schaltung mit zwei gleichen Bezugswiderständen Z_1 oder Z_2 und zwei Spannungsquellen ersetzen, Bild 7b, von denen die Quelle auf der Seite des Bezugswiderstandes (Z_1 in Bild 7b) in AB eine in Richtung Z_2 einlaufende Welle mit der Spannung $U_e = U_{e0}/2$ und dem Strom $I_e = U_{e0}/2\,Z_1 = U_e/Z_1$, die andere Quelle eine aus Richtung Z_2 austretende Welle mit $U_a = U_{a0}/2$, $I_a = U_{a0}/2\,Z_1 = U_a/Z_1$ liefert. Wegen der linearen Superposition sind U und I die Summen

beider Wellen. Da das Verhältnis von Spannung und Strom der Einzelwellen Z_1 ist, kann man die Wellen durch eine einzige Größe $V_e = \sqrt{U_e I_e} = U_e/\sqrt{Z_1} = I_e \sqrt{Z_1}$ bzw. $V_a = U_a/\sqrt{Z_1} = I_a \sqrt{Z_1}$ kennzeichnen und erhält

$$\begin{aligned} U &= U_e + U_a = (V_e + V_a) \cdot \sqrt{Z_1}\,, \\ I &= I_e - I_a = (V_e - V_a)/\sqrt{Z_1}\,. \end{aligned} \tag{32}$$

V_e und V_a heißen in der Vierpoltheorie kurz Wellen, Dimension Wurzel aus einer Leistung. Für den Vierpol von Bild 6 erhält man hiernach, wenn man auf beiden Seiten die Belastungswiderstände als Bezugswiderstände nimmt und die Stromrichtungen von I_1 und I_2 beachtet,

$$\begin{aligned} U_1 &= (V_{1e} + V_{1a})\sqrt{\underline{R}_1}\,, & U_2 &= (V_{2a} + V_{2e})\sqrt{\underline{R}_2}\,, \\ I_1 &= (V_{1e} - V_{1a})/\sqrt{\underline{R}_1}\,, & I_2 &= (V_{2a} - V_{2e})/\sqrt{\underline{R}_2}\,. \end{aligned} \tag{33}$$

Setzt man diese Werte in eines der Gleichungspaare von Abschnitt 1.1 oder 1.3 ein, so erhält man zwei Gleichungen mit den 4 Vierpolwellen $V_{1e}, V_{1a}, V_{2e}, V_{2a}$, z. B. aus Gl. (1c) mit den Abkürzungen

$$\begin{aligned} a_{11} &= A_{11}\sqrt{\frac{\underline{R}_2}{\underline{R}_1}}\,, & a_{12} &= \frac{A_{12}}{\sqrt{\underline{R}_1 \underline{R}_2}}\,, \\ a_{21} &= A_{21}\sqrt{\underline{R}_1 \underline{R}_2}\,, & a_{22} &= A_{22}\sqrt{\frac{\underline{R}_1}{\underline{R}_2}} \end{aligned} \tag{34}$$

die beiden Gleichungen

$$\begin{aligned} V_{1e} + V_{1a} &= a_{11}(V_{2a} + V_{2e}) + a_{12}(V_{2a} - V_{2e}) \\ V_{1e} - V_{1a} &= a_{21}(V_{2a} + V_{2e}) + a_{22}(V_{2a} - V_{2e}). \end{aligned} \tag{35}$$

die man nach verschiedenen Paaren auflösen kann. Die Darstellungen mit den Vierpolwellen werden vor allem, z. B. in der Betriebsparametertheorie (s. Abschnitt 4), wegen der engen Beziehung der Matrixelemente zu den praktisch interessierenden Betriebsübertragungs- und Reflexionsgrößen benutzt, insbesondere die beiden Darstellungen

$$\begin{pmatrix} V_{1a} \\ V_{1e} \end{pmatrix} = (B)\begin{pmatrix} V_{2e} \\ V_{2a} \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} V_{1a} \\ V_{2a} \end{pmatrix} = (S)\begin{pmatrix} V_{1e} \\ V_{2e} \end{pmatrix}. \tag{36a, b}$$

Die Auflösung von (35) nach V_{1a} und V_{1e} liefert für die Betriebskettenmatrix (B) von Gl. (36a) die Werte

$$\begin{aligned} B_{11} &= \frac{1}{2}(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}), \\ B_{12} &= \frac{1}{2}(a_{11} + a_{12} - a_{21} - a_{22}), \\ B_{21} &= \frac{1}{2}(a_{11} - a_{12} + a_{21} - a_{22}), \\ B_{22} &= \frac{1}{2}(a_{11} + a_{12} + a_{21} + a_{22}). \end{aligned} \tag{37}$$

Die Determinante ist $|B| = |A|$. Die Umkehrung von (37) liefert durch passende Additionen und Subtraktionen die a-Werte, z. B.

$$a_{12} = \frac{1}{2}(-B_{11} + B_{12} - B_{21} + B_{22}) \text{ usw.} \tag{37a}$$

Die Auflösung von (36a) nach V_{1a}, V_{2a} ergibt

$$\begin{aligned} V_{1a} &= \frac{B_{12}}{B_{22}} V_{1e} + \left(B_{11} - \frac{B_{12} B_{21}}{B_{22}}\right) V_{2e}\,, \\ V_{2a} &= \frac{1}{B_{22}} V_{1e} - \frac{B_{21}}{B_{22}} V_{2e}\,. \end{aligned}$$

Die Koeffizienten sind nach (36b) die Elemente der Streumatrix oder Verteilungsmatrix (S), ausgedrückt durch die Elemente der B-Matrix und nach Einsetzen von (37) durch die der A-Matrix. Die Elemente der Streumatrix haben eine einfache physikalische Bedeutung: S_{11} und S_{22} sind die Reflexionsfaktoren (→ Anpassung von Scheinwiderständen) der Seiten 1 und 2: $S_{11} = (W_1 - \underline{R}_1)/(W_1 + \underline{R}_1)$, $S_{22} = (W_2 - \underline{R}_2)/(W_2 + \underline{R}_2)$, Beweis durch Einsetzen von W_1, W_2 aus (14) und Einsetzen von (34) und (37). S_{21} ist nach der letzten Gl. (37), (34) und (29) der Betriebsübertragungsfaktor vorwärts $\exp(-g_{1B})$, S_{12} nach (30) der Betriebsübertragungsfaktor rückwärts $\exp(-g_{2B})$. Die Streumatrix zeigt daher, daß die einlaufenden Wellen entsprechend den Reflexionsfaktoren zwischen den Eingangswiderständen W_1, W_2 und den Belastungswiderständen $\underline{R}_1$, $\underline{R}_2$ reflektiert und entsprechend den Betriebsübertragungsfaktoren übertragen werden und daß sich die so gebildeten Komponenten der auslaufenden Wellen überlagern.

1.7. Widerstandstransformation durch Vierpole. Ein Vierpol transformiert nach Gl. (14) einen Ausgangswiderstand $\underline{R}_2$ auf einen Eingangswiderstand W_1. (14) stellt in der komplexen Widerstandsebene eine konforme Abbildung dar, die wegen der konstanten Koeffizienten Kreise wieder in Kreise überführt. Von den möglichen Darstellungen sei folgende herausgegriffen: Berechnet man aus (14) und (20) den Ausdruck $(W_1 - Z_1)/(W_1 + Z_1)$, so erhält man mit Beachtung von (20, 21 und 21b)

$$\frac{W_1 - Z_1}{W_1 + Z_1} = \frac{\underline{R}_2 - Z_2}{\underline{R}_2 + Z_2} \cdot e^{-(g_{1Z} + g_{2Z})}. \tag{39}$$

Bezieht man Eingangs- und Belastungswiderstände auf die zugehörigen Wellenwiderstände, so gilt für die bezogenen Widerstände $w_1 = W_1/Z_1$, $\underline{r}_2 = \underline{R}_2/Z_2$

$$\frac{w_1 - 1}{w_1 + 1} = \frac{\underline{r}_2 - 1}{\underline{r}_2 + 1} \cdot e^{-(g_{1Z} + g_{2Z})}, \tag{39a}$$

also die in → Leitungstheorie 1.4, Bild 4 behandelte Transformation mit Apollonischen Kreisen. Es gelten die dortigen Diagramme. Gl. (39) wird auch als Fehlersatz bezeichnet, $W_1 - Z_1$ und $\underline{R}_2 - Z_2$ sind die Fehler von W_1 und $\underline{R}_2$ gegen die Wellenwiderstände.

2. Spezielle Vierpole und Vierpoltransformationen.

2.1. Vierpolgrundglieder. Für die einfachsten (entarteten) Vierpole: direkte Verbindung von Sender

und Empfänger, überkreuzte Verbindung, Zwischenschaltung eines Widerstandes Z oder eines Leitwertes Y lauten die Kettenmatrizen

$$(A)\quad \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix};\ \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix};\ \begin{pmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{pmatrix};\ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ Y & 1 \end{pmatrix}. \tag{40}$$

Für den idealen Übersetzer mit dem Übersetzungsverhältnis $U_1/U_2 = ü$ (je nach Windungssinn positiv oder negativ) wird

$$(A) = \begin{pmatrix} ü & 0 \\ 0 & 1/ü \end{pmatrix}. \tag{41}$$

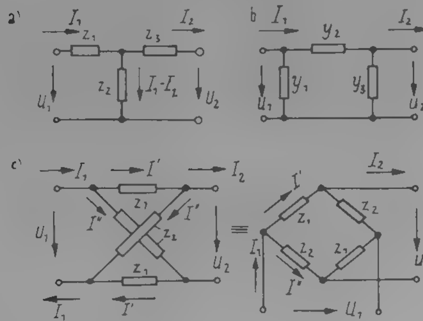


Bild 8. Vierpolgrundglieder.

Die wichtigsten Vierpolgrundglieder sind das T-, Π- und X-Glied. Das T-Glied, Bild 8a, liefert nach den Kirchhoffschen Sätzen

$$\begin{aligned} U_1 &= I_1 z_1 + (I_1 - I_2)\, z_2, \\ U_2 &= (I_1 - I_2)\, z_2 - I_2 z_3, \end{aligned} \tag{42}$$

also die Form von Gl. (3) mit der Widerstandsmatrix

$$(Z) = (Z_T) = \begin{pmatrix} z_1 + z_2 & -z_2 \\ z_2 & -(z_2 + z_3) \end{pmatrix}, \tag{42a}$$

das Π-Glied, Bild 8b

$$\begin{aligned} I_1 &= U_1 y_1 + (U_1 - U_2)\, y_2, \\ I_2 &= (U_1 - U_2)\, y_2 - U_2 y_3, \end{aligned} \tag{43}$$

also die Leitwertsmatrix

$$(Y_\pi) = \begin{pmatrix} y_1 + y_2 & -y_2 \\ y_2 & -(y_2 + y_3) \end{pmatrix}. \tag{43a}$$

Das X-, Kreuz- oder Brückenglied, Bild 8c, liefert für den meist vorliegenden symmetrischen Fall mit gleichen Längswiderständen z_1 und gleichen Diagonalwiderständen z_2 wegen

$$I_1 = I' + I'', \quad I_2 = I' - I'',$$

$$\begin{aligned} U_1 &= I'z_1 - I''Z_2 = I_1 \frac{z_1 + z_2}{2} + I_2 \frac{z_1 - z_2}{2}, \\ U_2 &= I''z_2 - I'z_1 = I_1 \frac{z_2 - z_1}{2} - I_2 \frac{z_1 + z_2}{2}, \end{aligned} \tag{44}$$

also die Widerstandsmatrix

$$(Z) = \begin{pmatrix} \dfrac{z_1 + z_2}{2} & -\dfrac{z_1 - z_2}{2} \\ \dfrac{-z_1 + z_2}{2} & -\dfrac{z_1 + z_2}{2} \end{pmatrix}. \tag{44a}$$

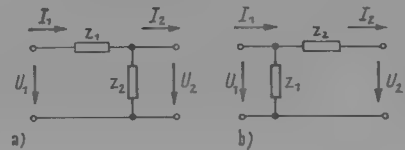


Bild 9. Halbglieder.

Statt der vollen T- und Π-Glieder werden häufig Halbglieder benutzt (s. Abschnitt 3.3). Die Halbglieder Bild 9a und 9b haben nach den obigen Ableitungen die Widerstandsmatrizen

$$(Z) = \begin{pmatrix} z_1 + z_2 & -z_2 \\ z_2 & -z_2 \end{pmatrix} \tag{45}$$

bzw.

$$(Z) = \begin{pmatrix} z_1 & -z_1 \\ z_1 & -(z_1 + z_2) \end{pmatrix}. \tag{45a}$$

Weitere einfache Vierpole: Der normale Übertrager liefert ohne Berücksichtigung von Ableitung und Kapazität der Wicklungen nach den Transformatorgleichungen die Widerstandsmatrix

$$(Z) = \begin{pmatrix} r_1 + j\omega L_1 & -j\omega M \\ j\omega M & -(r_2 + j\omega L_2) \end{pmatrix}. \tag{46}$$

Für den verlustlosen ($r_1 = r_2 = 0$) und streuungslosen ($\sigma^2 = L_1 L_2 - M^2 = 0$) Übertrager erhält man hieraus nach der Umrechnungsgleichung (11c) die Kettenmatrix

$$A = \begin{pmatrix} L_1/M & 0 \\ 1/j\omega M & L_2/M \end{pmatrix}, \tag{47}$$

die wegen $L_1/M = M/L_2$ für $\sigma = 0$ bei unendlich großem M in die Matrix (41) des idealen Übertragers übergeht. Dieser kann daher angenähert verwirklicht werden durch einen Ringübertrager mit möglichst kleinen Verlusten und großen Induktivitäten.

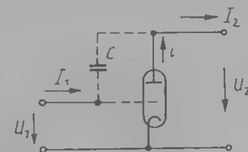


Bild 10. Verstärker.

Ein Verstärker liefert mit Berücksichtigung der Gitter-Anoden-Kapazität C nach Bild 10 und der Röhrengleichung

$$I_1 = (U_1 - U_2)\,\mathrm{j}\omega C$$
$$I_2 = i + I_1 = -S\,(U_1 + DU_2) + (U_1 - U_2)\,\mathrm{j}\omega C, \quad (48)$$

also die Leitwertsmatrix

$$(Y) = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\omega C & -\mathrm{j}\omega C \\ -S + \mathrm{j}\omega C & -SD - \mathrm{j}\omega C \end{pmatrix}. \quad (48\text{a})$$

Ein Vierpol mit einer Kettenmatrix der Form

$$(A) = \begin{pmatrix} 0 & k \\ 1/k & 0 \end{pmatrix}, \quad (49)$$

also den Gleichungen $U_1 = kI_2$, $I_1 = U_2/k$, heißt Gyrator. Seine Determinante ist $|A| = -1$, der Vierpol kann daher nicht mit *RLC*-Gliedern allein verwirklicht werden. Bei Belastung mit Z_2 wird der Eingangswiderstand des Gyrators nach (49) $Z_1 = k^2/Z_2$. Der Gyrator wird daher auch Impedanzinverter genannt, aus $Z_2 = \mathrm{j}\omega L$ wird $Z_1 = k^2/\mathrm{j}\omega C$, aus einer Induktivität also eine Kapazität usw. Analog bezeichnet man einen Vierpol mit der Widerstandstransformation $Z_1 = -k^2 Z_2$ als negativen Impedanzkonverter (englisch Nic), mit $Z_1 = -k^2/Z_2$ als negativen Impedanzinverter.

Aus den in Gl. (40) bis (49) jeweils angegebenen Matrizen kann man jede andere Matrix mit Hilfe der Umrechnungsgleichungen (11) ermitteln. Zum Beispiel folgt aus (44a) für die Kettenmatrix des X-Gliedes Bild 8c

$$A_{11} = A_{22} = \frac{z_1 + z_2}{z_2 - z_1}, \quad A_{12} = \frac{2z_1 z_2}{z_2 - z_1}, \quad (44\text{b})$$
$$A_{21} = \frac{2}{z_2 - z_1}.$$

2.2. Transformationen in äquivalente Vierpole. Äquivalente Vierpole stimmen in allen äußeren Eigenschaften, nicht in der inneren Schaltung überein. Es gibt eine Reihe von Transformationen, mit deren Hilfe man aus einem gegebenen Vierpol einen ihm äquivalenten erhält. Dadurch kann man häufig einfachere Schaltungen mit weniger oder einfacheren Bauelementen erhalten oder bei einer Realisierung (s. Abschnitt 4) sich ergebende negative Impedanzen in positive umwandeln. Die Bartlett-Transformation. Besteht ein Vierpol aus zwei spiegelbildlichen Hälften mit den Kettenmatrizen (A) und (A'), so ist dieser Vierpol mit der Kettenmatrix $(A)\,(A')$ äquivalent einer X-Schaltung nach Bild 8c, die in den Längszweigen je ein kurzgeschlossenes, in den Diagonalgliedern ein leerlaufendes Halbglied hat. Beweis: Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand des Halbgliedes sind nach Gl. (15) und (15a) $z_1 = A_{12}/A_{22}$, $z_2 = A_{11}/A_{21}$. Bildet man hiermit ein Kreuzglied nach Bild 8c, so wird dessen Kettenmatrix nach Gl. (44b) und (2) gleich $(A)\,(A')$, wobei die Elemente von (A') die Koeffizienten von Gl. (12) sind. Die Norton-Transformation erlaubt es, einen Quer- oder Längswiderstand mit Übertrager durch übertragerlose Schaltungen zu ersetzen. Die beiden Vierpole in Bild 11a oder 11b sind äquivalent: Die rechte Seite von Bild 11a hat z. B. nach Gl. (42a) die Widerstandsmatrix $(Z) = \begin{pmatrix} Z & -\ddot{u}Z \\ \ddot{u}Z & -\ddot{u}^2 Z \end{pmatrix}$, die linke Seite liefert unmittelbar $U_1 = (1/\ddot{u})\,U_2$, $I_1 = U_1/Z + \ddot{u}I_2$, also dieselbe Widerstandsmatrix. Auftretende negative Widerstände müssen mit den Widerständen der Nachbarglieder zusammen positive Werte ergeben.

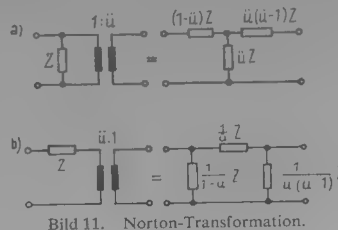


Bild 11. Norton-Transformation.

Bild 12 zeigt als weiteres Beispiel vier Vierpole, die untereinander und mit dem X-Glied Bild 8c äquivalent sind. Beweis: Das symmetrische T-Glied Bild 12a und das Differential-T-Glied 12b liefern nach den Kirchhoffschen Sätzen bei idealem Übersetzer (I_1 und I_2 erzeugen $I_1 + I_2$ im Sekundärkreis und damit eine Spannung $(I_1 + I_2)\,z_1/2$ an jeder Wicklung) unmittelbar die Widerstandsmatrix (44a),

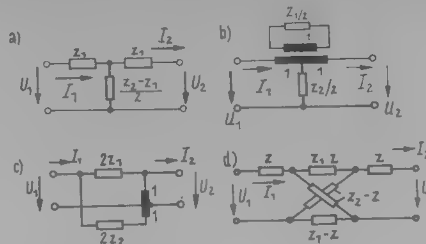


Bild 12. Äquivalente Vierpole zu Bild 8c.

das Differentialglied oder Brückensparschaltung (Bild 12c) die zugehörige Leitwertsmatrix und der Vierpol Bild 12d mit abgespalteten Längswiderständen z durch Multiplikation der Kettenmatrizen der 3 Teile nach (40) u. (44b) die Kettenmatrix (44b) von Bild 8c. In Bild 12b kann statt des Sekundärkreises $z_1/2$ an eine Primärwicklung oder $2z_1$ an beide gelegt werden.

2.3 Antimetrische und duale Vierpole. Symmetrische Vierpole s. Abschnitt 1.3. Ein Vierpol heißt antimetrisch, wenn die Elemente A_{12} und A_{21} der Kettenmatrix die Bedingung $A_{12} = A_{21} \cdot R^2$ mit einer reellen Dualitätsinvarianten R (→ duale Widerstände) erfüllen.

Die Vierpolgleichungen (1c) eines beliebigen Vierpols können mit einer reellen Dualitätsinvarianten R in die Gleichungen

$$U_1^* = A_{22} U_2^* + A_{21} R^2 I_2^*$$
$$I_1^* = \frac{A_{12}}{R^2} U_2^* + A_{11} I_2^* \quad (50)$$

des **dualen Vierpols** umgeformt werden, wobei $U^* = IR$ die dualen Spannungen, $I^* = U/R$ die dualen Ströme sind (→ duale Widerstände). Die zu (50) gehörige Widerstandsmatrix wird $(Z^*) = R^2(Y) = R^2 (Z)^{-1}$, also widerstandsreziprok zu (Z). Zu dem Kreuzglied Bild 8c gehört als dualer Vierpol ein X-Glied mit den Längswiderständen R^2/Z_2 und den Diagonalwiderständen R^2/Z_1. Manche Vierpole sind zu sich selbst dual, z. B. ein X-Glied mit den Längswiderständen Z_1 und den Diagonalwiderständen R^2/Z_1. Duale Vierpole können ebenso wie die äquivalenten Umformungen bessere Realisierungen von Vierpolen ergeben. Das Betriebsübertragungsmaß (s. Abschnitt 1.5.) eines Vierpoles stimmt mit demjenigen des dualen Vierpoles überein, wenn die Widerstände von — beispielsweise — Sender und Empfänger gleich der Dualitätsvarianten sind. Dann besitzen beide Vierpole die gleiche Betriebsdämpfung und sind in der Regel im praktischen Einsatz übertragungstechnisch gleichwertig. Man wird daher zu prüfen haben, welche der beiden Schaltungen billiger auszuführen ist.

3. **Filterberechnung nach der Wellenparametertheorie.**

3.1. **Prinzip.** Ein → Filter muß wegen der meist erwünschten scharfen Übergänge zwischen Durchlaß- und Sperrbereichen, die auf Resonanzeffekten beruhen, möglichst verlustlos sein. Die Theorie beschränkt sich deshalb meist auf reine **Reaktanzvierpole** (*LC*-**Schaltungen**); nur der Quellen- und Verbraucherwiderstand sollen i. allg. rein ohmisch sein.

Während die **Analyse** aller interessierenden Übertragungseigenschaften einer gegebenen Vierpolschaltung stets eindeutig zum Ziel führt, hängt das Ergebnis der umgekehrten Aufgabe, der **Synthese** einer Schaltung mit vorgeschriebenen Eigenschaften, vom Verfahren ab. Die erste systematische Filtersynthesemethode, die in den Jahren 1915—1924 von Wagner, Campbell und Zobel geschaffen, später von Bode, Cauer, Piloty, Laurent u. a. weiterentwickelt wurde, lehnt sich eng an die Vorstellungen der Wellenausbreitung auf Leitungen an, stützt sich also im wesentlichen auf die Begriffe Wellenwiderstand und Wellenübertragungsmaß und heißt deshalb **Wellenparametertheorie**. Da sie relativ leicht zu handhaben und physikalisch durchsichtig ist, wird sie auch heute noch viel angewandt, wenn auch der Spezialist der neueren, weniger eingeschränkten, aber etwas abstrakteren Betriebsparametertheorie den Vorzug gibt.

Jede vielgliedrige Abzweigschaltung kann man sich in einzelne Teilglieder (T-Glieder, *Π*-Glieder oder Halbglieder nach Bild 8 und 9) auseinandergeschnitten denken, und das Bauprinzip der Wellenparameterfilter, auf dem ihre Einfachheit beruht, ist die Forderung, daß die Wellenwiderstände der an den Schnittstellen zusammenstoßenden Teilglieder bei allen Frequenzen paarweise gleich sein sollen (»Spiegelanpassung«). Dann ist nach Gl. (25) das Wellen- (oder Vierpol-)übertragungsmaß der Gesamtkette einfach gleich der Summe der Wellenübertragungsmaße der Teilglieder und die Wellenwiderstände der Gesamtkette sind gleich denen der beiden Endglieder (Bild 13). Im praktischen Betrieb ist das Filter nicht mit seinen frequenzabhängigen Wellenwiderständen, sondern meist mit konstanten ohmschen Widerständen abgeschlossen. Wegen der Reflexionen an diesen Abschlüssen ist das berechnete Wellenübertragungsmaß nicht mit dem Betriebsübertragungsmaß



Bild 13. »Spiegelanpassung« als Bauprinzip.

identisch, doch sind die Korrekturen nach Gl. (31a) leicht einzurechnen. In den folgenden Abschnitten betrachten wir die Eigenschaften der wichtigsten Filterhalbglieder und die Anpassungsfragen näher.

3.2. **Durchlaß- und Sperrbereiche von Reaktanzvierpolen.** Für jeden Vierpol aus Induktivitäten, Kapazitäten und Widerständen lassen sich die Wellenwiderstände Z_1 und Z_2 und das Wellenübertragungsmaß g_Z nach Gl. (20a) und (22) aus den eingangs- bzw. ausgangsseitigen Kurzschluß- und Leerlaufwiderständen bestimmen. Bei Reaktanzvierpolen sind $W_K = jX_K$ und $W_L = jX_L$ reine Blindwiderstände, also

$$Z_1 = \sqrt{-X_{1K} \cdot X_{1L}}\,; \quad Z_2 = \sqrt{-X_{2K} \cdot X_{2L}}\,, \tag{51}$$

$$g_Z = \operatorname{ar\,tanh} \sqrt{X_{1K}/X_{1L}} = \operatorname{ar\,tanh} \sqrt{X_{2K}/X_{2L}}\,.$$

Man kann dann zwei scharf gegeneinander abgegrenzte Fälle unterscheiden:

a) X_{1K} und X_{1L} haben bei der betrachteten Frequenz entgegengesetzte Vorzeichen (der eine induktiv, der andere kapazitiv); dann gilt dasselbe auch für X_{2K} und X_{2L}. Z_1 und Z_2 werden nach (51) rein reell und $\tanh g_Z$ rein imaginär, d. h. die Wellendämpfung $a_Z = 0$ und die Wellenphase $b_Z = \arctan \sqrt{X_K/X_L}$. Es handelt sich also um einen **Durchlaßbereich**. Die Vorzeichen der Wurzeln sind so zu wählen, daß die Wellenwiderstände positiv werden und die Wellenphase mit der Frequenz wächst.

b) X_{1K} und X_{1L} haben bei der betrachteten Frequenz gleiche Vorzeichen (beide induktiv oder beide kapazitiv); dann gilt dasselbe auch für X_{2K} und X_{2L}. Z_1 und Z_2 werden nach (51) rein imaginär und $\tanh g_Z$ rein reell, d. h. $a_Z \neq 0$. Es handelt sich also um einen **Sperrbereich**. Die Vorzeichen der Wurzeln sind so zu wählen, daß Z_1/j und Z_2/j mit der Frequenz wachsen und die Wellendämpfung a_Z positiv wird. Man hat bezüglich g_Z zwei Arten von Sperrbereichen zu unterscheiden:

α) Wenn $|X_K| < |X_L|$, so wird

$$a_Z = \operatorname{ar\,tanh} \sqrt{X_K/X_L}\,, \quad b_Z = 0° \pm n \cdot 180°$$

β) Wenn $|X_K| > |X_L|$, so wird

$$a_Z = \operatorname{ar\,tanh} \sqrt{X_L/X_K}\,, \quad b_Z = 90° \pm n \cdot 180°.$$

Diejenigen Frequenzen, bei denen entweder der Kurzschluß- oder der Leerlaufwiderstand (nicht aber beide zugleich!) ihr Vorzeichen wechseln, bilden die **Grenzfrequenzen** zwischen den Durchlaß- und

Sperrbereichen. Unendlichstellen der Wellendämpfung (Pole) treten bei denjenigen Frequenzen auf, bei denen $X_K = X_L$ wird.

Durch Klassennummern oder Klassenbuchstaben kennzeichnet Cauer die Anzahl der möglichen 1-Stellen im Reellintervall der Dämpfungs- und Wellenwiderstandsfunktionen ($\tanh g_Z = 1$ sind Dämpfungspole, $Z/R = 1$ sind Anpassungsstellen)

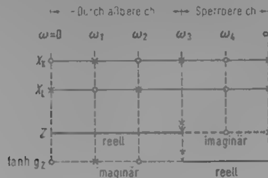


Bild 14.
Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand sowie Wellenwiderstand Z und Dämpfungsfunktion $\tanh g_Z$ eines Tiefpasses der Klasse 3β.

oder, was mit Ausnahme einiger Funktionen mit mehreren Imaginärintervallen dasselbe ist, die Anzahl der Abschnitte, in die das Imaginärintervall durch Pole und Nullstellen zerlegt wird. Bild 14 zeigt als Beispiel einen möglichen Verlauf des Kurzschluß- und Leerlaufwiderstands eines Tiefpasses, wobei deren Nullstellen mit 0 und deren Pole durch Kreuze bezeichnet sind. Dort ist:

$$X_K = \frac{\omega \cdot (\omega^2 - \omega_2^2)(\omega^2 - \omega_4^2)}{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_3^2)} L_K ,$$

$$X_L = \frac{(\omega^2 - \omega_1^2)(\omega^2 - \omega_4^2)}{\omega \cdot (\omega^2 - \omega_2^2)} L_L .$$

ω_3 ist die Grenzfrequenz des Tiefpasses, sein Wellenwiderstand

$$Z = j \cdot \frac{(\omega^2 - \omega_4^2)}{\sqrt{\omega^2 - \omega_3^2}} \cdot \sqrt{L_K L_L}$$

hat die Klasse 2 (auch mit β bezeichnet), die Dämpfungsfunktion

$$\tanh g_Z = \frac{\omega(\omega^2 - \omega_2^2)}{(\omega^2 - \omega_1^2)\sqrt{\omega^2 - \omega_3^2}} \sqrt{\frac{L_K}{L_L}}$$

gehört zur Klasse 3.

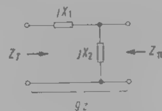


Bild 15. Halbglied.

3.3. Halbglieder, speziell Grundhalbglieder. Als einfachsten Baustein von Filterketten betrachten wir das Halbglied von Bild 15. Es ist nach Gl. (51)

$$Z_T = \sqrt{jX_1 \cdot jX_2} \cdot \sqrt{1 + X_1/X_2} ,$$
$$Z_\pi = \sqrt{jX_1 \cdot jX_2} / \sqrt{1 + X_1/X_2} , \qquad (52)$$
$$g_Z = \operatorname{ar\,tanh} \sqrt{X_1/(X_1 + X_2)} = \operatorname{ar\,sinh} \sqrt{X_1/X_2} .$$

Für $-1 < X_1/X_2 < 0$ liegt ein Durchlaßbereich, für $X_1/X_2 > 0$ ein Sperrbereich 1. Art und für $X_1/X_2 < -1$ ein Sperrbereich 2. Art vor.

Große praktische Bedeutung und deshalb die Bezeichnung Grundhalbglieder erhielten diejenigen Halbglieder, bei denen das geometrische Mittel der beiden Zweigreaktanzen $\sqrt{jX_1 \cdot jX_2}$ ein reeller, frequenzunabhängiger Widerstand Z_0 ist, der »Nennwert des Wellenwiderstandes«. Für das frequenzabhängige Verhältnis $\sqrt{X_1/X_2} = Z_0/jX_2 = jX_1/Z_0 = j\Omega$ führen wir zur Abkürzung die »normierte Frequenz Ω« ein (Zusammenhang mit der wirklichen Frequenz s. Abschn. 3.5) und erhalten dann aus den Gln. (52) für den Spezialfall des Grundhalbglieds, Bild 16:

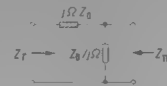


Bild 16. Grundhalbglied.

a) Durchlaßbereich: $|\Omega| < 1$

$$Z_T = Z_0 \cdot \sqrt{1 - \Omega^2} , \quad Z_\pi = Z_0 / \sqrt{1 - \Omega^2} , \qquad (53a)$$
$$g_Z = 0 + j \cdot \arcsin \Omega$$

b) Sperrbereich: $|\Omega| > 1$

$$Z_T = jZ_0 \cdot \sqrt{\Omega^2 - 1} , \quad Z_\pi = jZ_0 / \sqrt{\Omega^2 - 1} \qquad (53b)$$
$$g_Z = \operatorname{ar\,cosh} |\Omega| \pm j \cdot 90°$$

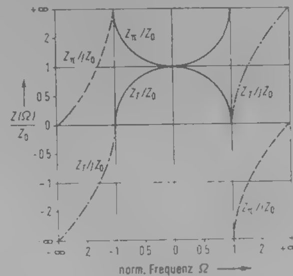


Bild 17. Wellenwiderstände des Grundhalbgliedes.

Bei angepaßter, (d. h. spiegelbildlicher) Kettenschaltung von n gleichen Grundhalbgliedern entsteht eine »Grundkette«, deren Sperrdämpfung $n \cdot a_Z$ mit wachsender Gliederzahl theoretisch beliebig groß und beliebig steil ansteigend gemacht werden kann, während die äußeren Wellenwiderstände unverändert bleiben. Die Eigenschaften der Grundglieder sind aber sowohl im Durchlaßbereich als auch im Sperrbereich nur bei bescheidenen Ansprüchen voll befriedigend: meist wäre es erwünscht, daß der Wellenwiderstand im Durchlaßbereich sich einem konstanten Wert, dem äußeren Abschlußwiderstand, besser annähert und daß die Wellendämpfung im Sperrbereich schon bei geringerer Gliederzahl steiler ansteigt, manchmal auch, daß die Wellenphase im Durchlaßbereich weitergehend linear verläuft. Solche, durch einen freien Parameter verbesserten, auf einer

Seite aber immer noch an die Grundglieder angepaßten Halbglieder erhält man nach Zobel durch die sog. m-Ableitung.

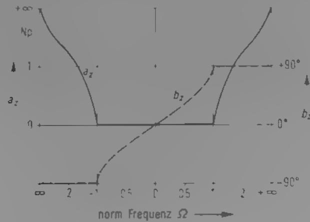


Bild 18. Wellendämpfung und Wellenphase des Grundhalbglieds.

3.4. m-Halbglieder. Ein Halbglied, das ein anderes Übertragungsmaß und einen anderen Wellenwiderstandsverlauf auf der π-Seite, aber den gleichen Wellenwiderstandsverlauf auf der T-Seite hat wie das

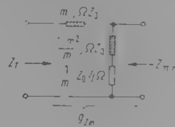


Bild 19.
m-Halbglied mit T-seitiger Anpassung an Grundhalbglied.

Grundhalbglied Bild 16, erhalten wir am einfachsten dadurch, daß wir seinen eingangsseitigen Kurzschlußwiderstand mit einer beliebigen reellen Konstanten m multiplizieren und seinen eingangsseitigen Leerlaufwiderstand durch m dividieren. Dadurch entsteht das Halbglied nach Bild 19 mit

$$Z_T = Z_0 \cdot \sqrt{1-\Omega^2}\,, \quad Z_{\pi m} = Z_0 \cdot \frac{1-(1-m^2)\Omega^2}{\sqrt{1-\Omega^2}}\,,$$

$$g_{Zm} = \operatorname{ar\,tanh} \frac{m \cdot j\Omega}{\sqrt{1-\Omega^2}} = \operatorname{ar\,sinh} \frac{m j\Omega}{\sqrt{1-(1-m^2)\Omega^2}}$$

$$= \frac{1}{2} \operatorname{ar\,cosh} \frac{1-(1+m^2)\Omega^2}{1-(1-m^2)\Omega^2}\,. \tag{54}$$

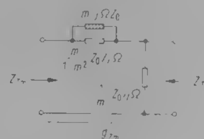


Bild 20.
m-Halbglied mit π-seitiger Anpassung an Grundhalbglied.

Durch entsprechendes Vorgehen mit dem ausgangsseitigen Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand erhalten wir das m-Halbglied nach Bild 20 mit

$$Z_{Tm} = Z_0 \frac{\sqrt{1-\Omega^2}}{1-(1-m^2)\Omega^2}\,, \quad Z_\pi = Z_0/\sqrt{1-\Omega^2}$$

$$g_{Zm} = \operatorname{ar\,tanh} \frac{m j\Omega}{\sqrt{1-\Omega^2}}\,. \tag{55}$$

a) Wir betrachten zunächst anhand von Bild 21 den Einfluß des Parameters m auf den Wellenwiderstandsverlauf Z_{Tm} im Durchlaßbereich $|\Omega| < 1$ und erkennen, daß er mit $m < 1$ ebener wird, und zwar entsteht für $m = \sqrt{1/2} = 0{,}707$ bei $\Omega = 0$ ein Flachpunkt und für $m < \sqrt{1/2}$ nimmt Z_{Tm} den Wert Z_0 außer bei $\Omega = 0$ nochmals bei einer Frequenz $\Omega_d = \sqrt{1-2m^2}\,/\,(1-m^2)$ an nach Durchlaufen eines Maximums $Z_{Tm\,max} = Z_0/2m\sqrt{1-m^2}$ bei $\Omega_{max} = \Omega_d\sqrt{1-m^2}$. Solche Halbglieder (z. B. mit $m \approx 0{,}6$ entsprechend $\Omega_d \approx 0{,}83$ und $Z_{Tm\,max}/Z_0 \approx 1{,}04$) können zweckmäßig an den Enden einer Filterkette zur Anpassung an den konstanten Abschlußwiderstand verwendet werden. Falls diese Wellenwiderstandsklasse 2 noch nicht ausreicht, kann man auf

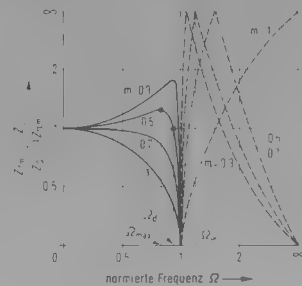


Bild 21. Wellenwiderstand der m-Glieder.

die m-Halbglieder den Prozeß der m-Ableitung nochmals anwenden und erhält dann die doppelt geebneten oder mm'-Halbglieder der Wellenwiderstandsklasse 3. Da der Wellenwiderstand $Z_{\pi m}$ zu Z_{Tm} reziprok ist, gilt für ihn alles entsprechend. Im Sperrbereich $|\Omega| > 1$ zeigt der Wellenwiderstand Z_{Tm} eine Parallelresonanz, $Z_{\pi m}$ eine Serienresonanz.

b) Wir betrachten nun anhand von Bild 22 den Einfluß des Parameters m auf den Wellendämpfungsverlauf im Sperrbereich:

$$a_{Zm} = \frac{1}{2} \operatorname{ar\,cosh} \frac{(1+m^2)\Omega^2-1}{(1-m^2)\Omega^2-1}\,. \tag{56}$$

Er ist für beide m-Halbglieder gleich und zeigt für $m < 1$ die erwünschte steilere Dämpfungsflanke im Vergleich zum Grundhalbglied mit $m = 1$. Während letzteres eine theoretisch unendlich hohe Dämpfung erst bei $\Omega = \pm\infty$ erreicht, geschieht dies beim m-Glied schon bei der Frequenz $\Omega_\infty = 1/\sqrt{1-m^2}$; für $|\Omega| > |\Omega_\infty|$ fällt die Dämpfung dann allerdings um so stärker wieder ab, je näher man den Dämpfungspol an die Grenzfrequenz $|\Omega| = 1$ heranrücken läßt und läuft asymptotisch gegen den Wert $a_{Zm}(\infty) = \operatorname{ar\,tanh} m$. Schaltet man 2 gleiche Halbglieder so in Kette, daß ihre Seite mit dem Wellenwiderstand der Klasse 1 (Z_T oder Z_π), der ja nicht vom Versteilerungsfaktor m abhängt, nach außen zeigt, so erhält man ein Vollglied mit der Wellen-

dämpfung $2a_{Z\,m}$, zu dem weitere solche Vollglieder mit anderen m-Werten reflexionsfrei in Kette geschaltet werden können. Durch eine ausreichende

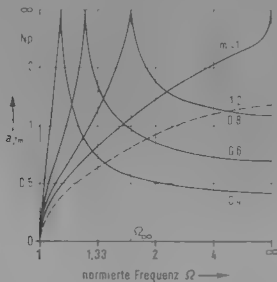


Bild 22. Wellendämpfung der m-Halbglieder.

Gliederzahl der Filterkette mit geeigneten m-Werten lassen sich beliebig vorgegebene Sperrdämpfungsanforderungen erfüllen.

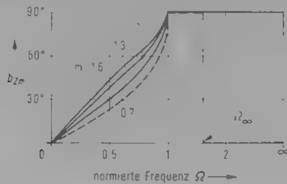


Bild 23. Wellenphase der m-Halbglieder.

c) Wir betrachten schließlich noch anhand von Bild 23 den Einfluß des Parameters m auf den Wellenphasenverlauf. Für beide Halbglieder ist im Durchlaßbereich $\Omega < 1$

$$b_{Z\,m} = \arctan m\,\Omega/\sqrt{1-\Omega^2} = \arcsin m\,\Omega/\sqrt{1+(m^2-1)\Omega^2} \qquad (57\text{a})$$

und im Sperrbereich

$$b_{Z\,m} = \begin{cases} \pm 90^\circ & \text{für } 1 < \Omega < |\Omega_\infty| \\ 0^\circ & \text{für } |\Omega| > |\Omega_\infty| \end{cases} \qquad (57\text{b})$$

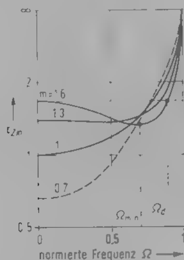


Bild 24. Wellenlaufzeit der m-Halbglieder.

Im Durchlaßbereich zeigt die Phasenkurve mit $m < 1$ zwar einen flacheren Anstieg, die meist mehr interessierende Krümmung jedoch wird größer als beim Grundhalbglied; zur Linearisierung der Phasenkurve muß man also $m > 1$ wählen. Man erkennt dies besser an der (normierten) Wellenlaufzeit des m-Halbgliedes

$$\tau_{Zm} = \mathrm{d}\,b_{Zm}/\mathrm{d}\Omega = \frac{m}{1+(m^2-1)\Omega^2}\,\frac{1}{\sqrt{1-\Omega^2}}\,, \qquad (58)$$

die in Bild 24 dargestellt ist. Für $m = \sqrt{3/2} = 1{,}225$ entsteht bei $\Omega = 0$ ein Flachpunkt und für $m > \sqrt{3/2}$ nimmt τ_{Zm} den Wert m außer bei $\Omega = 0$ nochmals bei einer Frequenz

$$\Omega_d = \sqrt{\frac{m^2-3}{2(m^2-1)} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{m^2+3}{m^2-1}}}$$

an nach Durchlaufen eines Minimums

$$\tau_{Z\,m\,\min} = \frac{3}{2}\sqrt{3}\cdot\sqrt{m^2-1}\,/m^2$$

bei der Frequenz

$$\Omega_{\min} = \sqrt{1-m^2/3\,(m^2-1)}\;.$$

Diese mit Rücksicht auf den Phasen- oder Laufzeitgang bemessenen Glieder mit $m > 1$ lassen sich aber nicht mehr in Abzweigschaltung realisieren, da in Bild 19 und 20 der Zweig mit dem Faktor $1-m^2$ negativ würde. Man kann jedoch ein Vollglied (T oder π), das aus der spiegelbildlichen Kettenschaltung von 2 gleichen derartigen Halbgliedern besteht, nach Bartlett in ein Kreuzglied umwandeln, das in Bild 25 wiedergegeben ist und ebenso wie seine

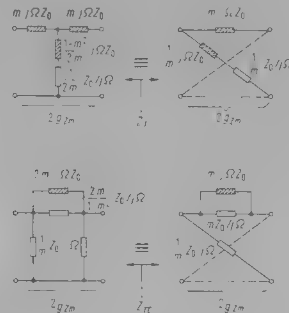


Bild 25. m-Vollglied in Abzweig- und in Kreuzgliedform.

äquivalenten Differentialschaltungen (vgl. Bild 12) für alle Werte $0 < m < \infty$ realisierbar ist. Die Wellendämpfung dieser Vollglieder mit $m > 1$ ist im ganzen Sperrbereich kleiner als die eines Grundvollglieds, da ihr Dämpfungspol erst bei der imaginären Frequenz $\Omega_\infty = \mathrm{j}/\sqrt{m^2-1}$ auftritt.

3.5. Tiefpässe, Hochpässe, frequenzsymmetrische Bandpässe und Bandsperren. Wir haben bisher anstelle der wirklichen Frequenz ω die normierte Frequenz Ω benützt, wodurch sich die Eigenschaften aller Grund- und m-Halbglieder einheitlich darstellen ließen und wir uns jetzt bei der Spezialisierung auf die 4 wichtigsten Filtertypen kurzfassen können.

a) Tiefpaß. Durchlaßbereich $0 \leqq \omega < \omega_g$; Sperrbereich $\omega > \omega_g$. Normierte Frequenz $\Omega = \omega/\omega_g$. Damit wird die Längsreaktanz des Grundhalbglieds $j\Omega Z_0 = j\omega Z_0/\omega_g$, also eine Induktivität $L = Z_0/\omega_g$, und die Querreaktanz $Z_0/j\Omega = Z_0\,\omega_g/j\omega$, also eine Kapazität $C = 1/Z_0\,\omega_g$, wo Z_0 der durch die äußeren Abschlußwiderstände bestimmte Nennwert des Wellenwiderstandes ist. Schaltbilder, Dimensionierung und Bezeichnung der Wellenwiderstandsklassen (Bild 26).

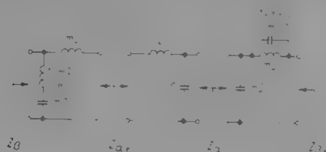


Bild 26.
Grund- und m-Halbglieder einer Tiefpaßkette (Dämpf. Kl. 1).
$\omega_g\,L = 1/\omega_g\,C = Z_0$.

b) Hochpaß. Durchlaßbereich $\omega > \omega_g$; Sperrbereich $0 \leqq \omega < \omega_g$. Hier ist $\Omega = -\omega_g/\omega$ zu setzen; wenn ω von 0 über die Grenzfrequenz ω_g nach ∞ wächst, läuft Ω von $-\infty$ über -1 nach 0. Die Längsreaktanz des Grundhalbglieds wird hier $j\Omega Z_0 = \omega_g Z_0/j\omega$, also eine Kapazität $C = 1/Z_0\,\omega_g$, und die Querreaktanz entsprechend eine Induktivität $L = Z_0^2 C = Z_0/\omega_g$. Schaltbilder, Dimensionierung und Bezeichnung der Wellenwiderstandsklassen (Bild 27).

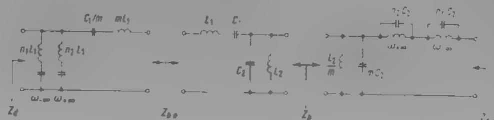


Bild 27.
Grund- und m-Halbglieder einer Hochpaßkette (Dämpf. Kl. a).
$\omega_g\,L = 1/\omega_g\,C = Z_0$.

c) Bandpaß. Durchlaßbereich $\omega_{-g} < \omega < \omega_{+g}$; Sperrbereiche $0 \leqq \omega < \omega_{-g}$ und $\omega > \omega_{+g}$. Bandbreite $\Delta\omega_g = \omega_{+g} - \omega_{-g}$; geometrische Bandmitte $\omega_m = \sqrt{\omega_{+g} \cdot \omega_{-g}}$. Die Frequenztransformation $\Omega = \dfrac{\omega_m}{\Delta\omega_g} \cdot \left(\dfrac{\omega}{\omega_m} - \dfrac{\omega_m}{\omega}\right) = (\omega^2 - \omega_m^2)/\Delta\omega_g\,\omega$ ordnet den wirklichen Frequenzen 0, ω_{-g}, ω_m, ω_{+g}, ∞ die normierten Frequenzen $-\infty$, -1, 0, $+1$, $+\infty$ zu. Die Längsreaktanz des Grundhalbglieds wird $j\Omega Z_0 = j\,\omega\,Z_0/\Delta\omega_g + \omega_m^2\,Z_0/j\,\omega\,\Delta\omega_g$, also ein Reihenschwingkreis aus der Induktivität $L_1 = Z_0/\Delta\omega_g$ und der Kapazität $C_1 = \Delta\omega_g/Z_0\,\omega_m^2$. Die Querreaktanz wird entsprechend ein Parallelschwingungskreis aus $L_2 = Z_0^2\,C_1 = Z_0 \cdot \Delta\omega_g/\omega_m^2$ und $C_2 = L_1/Z_0^2 = 1/Z_0 \cdot \Delta\omega_g$. Es ist bemerkenswert, daß L_1 und C_2 nur von der Bandbreite $\Delta\omega_g$, nicht aber von der Bandmitte ω_m abhängen; die Verhältnisse $C_1/C_2 = L_2/L_1 = (\Delta\omega_g/\omega_m)^2$ werden bei schmalen Bandpässen sehr klein. Beim m-Glied ergeben sich aus den beiden normierten Polfrequenzen $\Omega_\infty = 1/\sqrt{1 - m^2}$ die wirklichen Polfrequenzen

$$\omega_{\pm\infty} = \sqrt{\omega_m^2 + \left(\frac{1}{2}\,\Delta\omega_g \cdot \Omega_\infty\right)^2} \pm \frac{1}{2}\,\Delta\omega_g \cdot \Omega_\infty,$$

die geometrisch symmetrisch zur Bandmitte liegen ($\omega_{+\infty} \cdot \omega_{-\infty} = \omega_m^2$) und deren Abstand $\Delta\omega_\infty = \omega_{+\infty} - \omega_{-\infty} = \Omega_\infty \cdot \Delta\omega_g$ ist. Die aus vier Elementen bestehenden Zweige bringt man meist zweckmäßig noch auf die in Bild 28 angegebene Form, um die beiden Dämpfungspole unabhängig voneinander abstimmen zu können.



$$\omega_m\,L_1 = 1/\omega_m\,C_1 = (\omega_m/\Delta\omega_g) \cdot Z_0;$$

$$n_1 = \frac{1 - m^2}{m}\,(1 + \omega_{-\infty}/\omega_{+\infty});$$

$$\omega_m\,L_2 = 1/\omega_m\,C_2 = (\Delta\omega_g/\omega_m) \cdot Z_0;$$

$$n_2 = \frac{1 - m^2}{m}\,(1 + \omega_{+\infty}/\omega_{-\infty}).$$

Bild 28. Grund- und m-Halbglieder einer frequenzsymmetrischen Bandpaßkette (Dämpf. Kl. 2).

d) Bandsperre. Durchlaßbereiche $0 \leqq \omega < \omega_{-g}$ und $\omega > \omega_{+g}$; Sperrbereich $\omega_{-g} < \omega < \omega_{+g}$. Bandbreite $\Delta\omega_g = \omega_{+g} - \omega_{-g}$; geometrische Bandmitte $\omega_m = \sqrt{\omega_{+g} \cdot \omega_{-g}}$; normierte Frequenz

$$\Omega = -\frac{\Delta\omega_g/\omega_m}{\omega/\omega_m - \omega_m/\omega} = \frac{\Delta\omega_g \cdot \omega}{\omega_m^2 - \omega^2}.$$

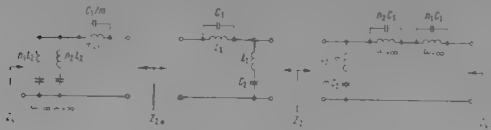
Das Grundhalbglied enthält einen Parallelschwingkreis aus $L_1 = Z_0\,\Delta\omega_g/\omega_m^2$ und $C_1 = 1/Z_0\,\Delta\omega_g$ als Längszweig und einen Serienschwingkreis aus $L_2 = Z_0/\Delta\omega_g$ und $C_2 = \Delta\omega_g/Z_0\,\omega_m^2$ als Querzweig. Den beiden normierten Polfrequenzen $\pm\Omega_\infty = 1/\sqrt{1 - m^2}$ des m-Glieds entsprechen die wirklichen Polfrequenzen

$$\omega_{\pm\infty} = \sqrt{\omega_m^2 + \left(\frac{1}{2}\,\Delta\omega_g/\Omega_\infty\right)^2} \pm \frac{1}{2}\,\Delta\omega_g/\Omega_\infty.$$

Schaltbilder, Dimensionierung und Bezeichnung der Wellenwiderstandsklassen siehe Bild 29.

3.6. Frequenzunsymmetrische Bandpaß-Halbglieder. Die behandelten Bandpaßglieder der Dämpfungsklasse 2 und alle aus ihnen zusammengesetzten Siebketten haben einen Dämpfungsverlauf, der, über einem logarithmischen Frequenzmaßstab aufgetragen, spiegelbildlich zur Bandmitte ω_m ist. Da Bandpässe häufig (z. B. als Filter für Einseitenbandmodulation) im einen Sperrbereich viel schärfere Forderungen haben als im anderen, möchte man über die Lage und die Zahl der Dämpfungspole in den beiden Sperrbereichen freizügiger verfügen können. Dies gelingt mit Bandpaßgliedern der Dämpfungsklasse 1, die nur einen einzigen Dämpfungspol, entweder im unteren Sperr-

bereich (einschl. $f = 0$) oder im oberen Sperrbereich (einschl. $f = \infty$), haben. Auch diese lassen sich aus dem Grundglied ableiten, wobei aber der Faktor m



$$\omega_m L_1 = 1/\omega_m C_1 = (\Delta\omega_g/\omega_m) Z_0;$$

$$n_1 = \frac{1}{m}\left(1 + \frac{\omega_{+\infty}}{\omega_{-\infty}}\right);$$

$$\omega_m L_2 = 1/\omega_m C_2 = (\omega_m/\Delta\omega_g) Z_0;$$

$$n_2 = \frac{1}{m}\left(1 + \frac{\omega_{-\infty}}{\omega_{+\infty}}\right).$$

Bild 29. Grund- und *m*-Halbglieder einer frequenzsymmetrischen Bandsperrenkette (Dämpf. Kl. b).

geeignet frequenzabhängig gewählt werden muß, z. B. $m = (\omega^2 - \omega_{-g}^2)/(\omega^2 - \omega_m^2)$ für den Übergang vom Bandpaß-Grundhalbglied Bild 28 Mitte zu Bild 31

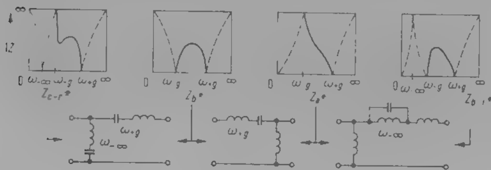


Bild 30. Bandpaß-Halbglieder mit einem Dämpfungspol im unteren Sperrbereich und Wellenwiderstand 0 an der oberen Grenzfrequenz (Dämpf. Kl. 1).

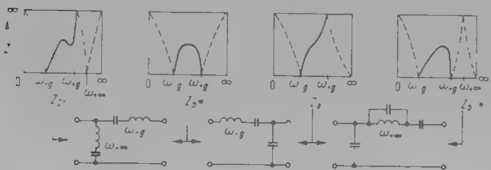


Bild 31. Bandpaß-Halbglieder mit einem Dämpfungspol im oberen Sperrbereich und Wellenwiderstand 0 an der unteren Grenzfrequenz (Dämpf. Kl. 1).

Mitte oder Bild 33 Mitte. Wir beschränken uns auf eine schematische Wiedergabe ihrer Eigenschaften in den Bildern 30 bis 33; ihre genaue Berechnung erfolgt leicht nach den Gln. (52) für das allgemeine Halbglied.

Die mittlere Schaltung in den Bildern 30 bis 33 stellt jeweils ein unversteilertes Bandpaßhalbglied der Dämpfungsklasse 1 dar (Dämpfungspol bei $\omega = 0$ bzw. $\omega = \infty$), dessen Wellenwiderstand b^* bzw. b mit dem in Bild 28 ebenso bezeichneten Wellenwiderstand des Grundhalbglieds identisch ist. Die jeweils links und rechts davon stehenden Halbglieder sind versteilert und aus dem Mittelglied durch den Prozeß der m-Ableitung mit konstantem m erzeugt (z. B. $m = \sqrt{(\omega_{+\infty}^2 - \omega_{+g}^2)/(\omega_{+\infty}^2 - \omega_{-g}^2)}$ für die versteilerten Halbglieder der Bilder 31 und 33), wodurch

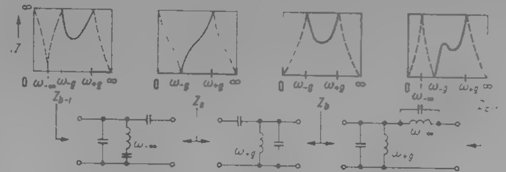


Bild 32. Bandpaß-Halbglieder mit einem Dämpfungspol im unteren Sperrbereich und Wellenwiderstand ∞ an der oberen Grenzfrequenz (Dämpf. Kl. 1).

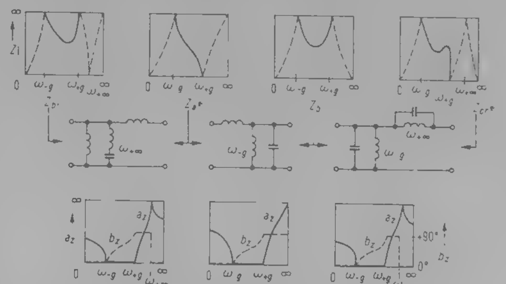


Bild 33. Bandpaß-Halbglieder mit einem Dämpfungspol im oberen Sperrbereich und Wellenwiderstand ∞ an der unteren Grenzfrequenz (Dämpf. Kl. 1).

die Sperrstelle auf endliche Werte $\omega_{-\infty}$ ($\omega_{+\infty}$) im unteren (oberen) Sperrbereich verschoben ist unter Erhaltung des Wellenwiderstands auf einer Seite.

Durch Kettenschaltung von je einem T-Vollglied nach Bild 30 links und Bild 31 links, anschließende Dreieck-Stern-Umwandlung des Mittelteils und Aufspaltung des so gewonnenen T-Glieds in zwei spiegelbildliche Halbglieder bekommt man die gleiche Struktur wie Bild 28 links, wobei jetzt aber die Dämpfungspole $\omega_{-\infty}$ und $\omega_{+\infty}$ nicht mehr symmetrisch zur Bandmitte liegen müssen. Entsprechend führt die Kettenschaltung von Gliedern nach Bild 32

rechts und Bild 33 rechts zu einem Halbglied der Struktur Bild 28 rechts, aber unabhängig von einander wählbaren Polfrequenzen im unteren und oberen Sperrbereich. Praktisch besonders interessant sind die Halbglieder in Bild 31 rechts und Bild 32 links, da sie weniger Spulen als Kondensatoren enthalten. Sie lassen sich mit ihrer a-Wellenwiderstandsseite angepaßt in Kette schalten, wobei durch eine Norton-Transformation noch 2 von den 6 Kondensatoren eingespart werden können, und man ist aus wirtschaftlichen Gründen bestrebt, Bandpässe möglichst weitgehend aus solchen Zick-Zack-Gliedern (Laurent) aufzubauen; an den Enden der Siebkette muß man natürlich wieder auf Halbglieder mit den besser an die äußeren Abschlußwiderstände passenden Wellenwiderständen b, b^* oder d, d^* übergehen.

3.7. Zusammenhang zwischen den Betriebsgrößen und Wellengrößen. Die bisher ausschließlich betrachteten Wellengrößen sind nur eine Annäherung an die tatsächlich interessierenden Betriebsgrößen bei der Einschaltung des Filters zwischen reelle, frequenzunabhängige Abschlußwiderstände. Nach Gleichung (31a) haben wir zum Wellenübertragungsmaß g_Z noch die beiden Stoßmaße am Eingang und Ausgang sowie das Wechselwirkungsmaß zu addieren, um das Betriebsübertragungsmaß g_B zu erhalten. Das Stoßmaß

$$g_S = a_S + jb_S = \ln (Z + R)/2\sqrt{ZR} = \ln \frac{1}{2} (\sqrt{Z/R} + \sqrt{R/Z}) \qquad (59)$$

hängt nur von dem Verhältnis des äußeren Wellenwiderstands $Z(\omega)$ zum angrenzenden Quellen- oder Abschlußwiderstand R ab. Im Durchlaßbereich, d. h. für reelle $Z(\omega)$, ist die Stoßdämpfung $a_S(\omega) \geqq 0$, nimmt aber nach Bild 34 erst bei stärkerer Fehl-

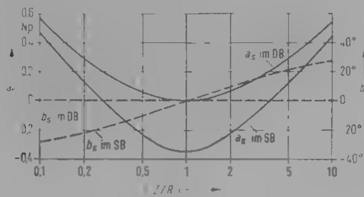


Bild 34.
Stoßdämpfung a_S und Stoßphase b_S als Funktion von Z/R.

anpassung Z/R :1 merkliche Werte an; der Stoßwinkel bleibt $b_S = 0$. Im Sperrbereich, d. h. für imaginäre $Z(\omega)$, kann die Stoßdämpfung $a_S(\omega) = \ln \frac{1}{2} \sqrt{|Z(\omega)/R| + |R/Z(\omega)|}$ nach Bild 34 sowohl negative wie positive Werte annehmen, die Wellendämpfung also herunterdrücken oder anheben. Das Minimum $a_S = -\frac{1}{2} \ln 2 = -0{,}35$ Np wird für $Z = \pm jR$ erreicht; im schlimmsten Fall, wenn dies an beiden Filterenden bei der gleichen Frequenz geschieht, liegt die Betriebsdämpfung im Sperrbereich also um 0,7 Np unter der Wellendämpfung. Die Stoßphase im Sperrbereich ist $b_S(\omega) = \arctan \sqrt{Z(\omega)/jR} - 45°$. Das Wechselwirkungsglied

$$g_W = a_W + jb_W = \ln \left(1 - \frac{Z_1 - R_1}{Z_1 + R_1} \cdot \frac{Z_2 - R_2}{Z_2 + R_2} \cdot e^{-2g_Z}\right), \qquad (60)$$

das die Summe der geometrischen Reihe der zwischen Eingang und Ausgang mehrfach hin- und herreflektierten Wellen darstellt, ist im Sperrbereich praktisch zu vernachlässigen: wenn $a_Z > 2{,}3$ Np ist, wird $a_W < 0{,}01$ Np und $|b_W| < 0{,}6°$. Im Durchlaßbereich, wo die Reflexionsfaktoren

$$r_1 = (Z_1 - R_1)/(Z_1 + R_1)$$

und

$$r_2 = (Z_2 - R_2)/(Z_2 + R_2)$$

reell und $g_Z = jb_Z$ rein imaginär sind, erhält man

$$g_W = \ln (1 - r_1 r_2 \cos 2b_Z + j r_1 r_2 \sin 2b_Z) \approx r_1 r_2 (-\cos 2b_Z + j \sin 2b_Z). \qquad (60a)$$

Dies bedeutet Wellen im Frequenzgang von Dämpfung und Phase, deren Anzahl durch die doppelte Gesamtphasendrehung $2b_Z$ im Durchlaßbereich und deren Amplitudeneinhüllende durch das Produkt der beiden Reflexionsfaktoren $r_1 r_2$ gegeben ist.

Meist werden Wellenparameterfilter so entworfen, daß die äußeren Wellenwiderstände Z_1 und Z_2 entweder gleich oder dual zueinander sind (symmetrische oder antimetrische Filter). In diesen beiden wichtigen Sonderfällen faßt man die beiden Stoßmaße und das Wechselwirkungsglied zweckmäßig zu einer einzigen Korrekturgröße zusammen. Im Durchlaßbereich symmetrischer Filter mit $Z_1/R_1 = Z_2/R_2 = Z/R$ erhält man für die Betriebsdämpfung a_B, für die Betriebsphase b_B und für die Reflexionsdämpfung a_R:

$$a_B = \frac{1}{2} \ln \left|1 + \frac{1}{4} (Z/R - R/Z)^2 \cdot \sin^2 b_Z\right|,$$

$$\tan b_B = \frac{1}{2} (Z/R + R/Z) \cdot \tan b_Z, \qquad (61)$$

$$a_R = \ln (Z^2 + R^2)/(Z^2 - R^2) + \frac{1}{2} \ln \left|1 + \left(\frac{2}{Z/R + R/Z}\right)^2 \cdot \cot^2 b_Z\right|.$$

Im Durchlaßbereich antimetrischer Filter mit $Z_1/R_1 = R_2/Z_2 = Z/R$ wird entsprechend:

$$a_B = \frac{1}{2} \ln \left|1 + \frac{1}{4} (Z/R - R/Z)^2 \cdot \cos^2 b_Z\right|,$$

$$\cot b_B = \frac{1}{2} (Z/R + R/Z) \cdot \cot b_Z, \qquad (62)$$

$$a_R = \ln (Z^2 + R^2)/(Z^2 - R^2) + \frac{1}{2} \ln \left[1 + \left(\frac{2}{Z/R + R/Z}\right)^2 \tan^2 b_Z\right].$$

Im Sperrbereich ist bei symmetrischen wie antimetrischen Filtern die gemäß Bild 34 für ein Ende berechnete Stoßdämpfung a_S und der Stoßwinkel b_S einfach zu verdoppeln.

3.8. Berechnungsgang eines Wellenparameterfilters. Die Anforderungen an die Betriebsdämpfung eines Filters sind meist in Form einer frequenzabhängigen Schranke angegeben, die im Sperrbereich nicht unterschritten und im Durchlaßbereich nicht überschritten werden darf.

Als erste Berechnungsgröße des Filters wählt man eine Frequenz im Übergangsbereich (meist etwa das geometrische Mittel zwischen Durchlaßkante und Sperrkante) als Grenzfrequenz, die für alle Glieder des Filters gilt. Dann wird an Hand der Gleichungen (61, 62) und (54, 55) entschieden, ob zur ausreichenden Anpassung im betriebsmäßig geforderten Durchlaßbereich ein äußerer Wellenwiderstand der einfachsten Klasse ausreicht oder ob ein geebneter (evtl. doppelt geebneter) Wellenwiderstand benötigt wird. Mit Ω_d liegt nach Abschnitt 3.4a der m-Wert der Endhalbglieder fest und Z_0 wird so gewählt, daß der vorgeschriebene äußere Abschlußwiderstand R etwa das geometrische Mittel zwischen dem Minimal- und Maximalwert des Wellenwiderstandes im Durchlaßbereich ist. Die Wellendämpfung und die Stoßdämpfung jedes der beiden Endhalbglieder im Sperrbereich sind mit Gleichung (56) und (59) auch bekannt. Was zur Sperrforderung noch fehlt, wird durch weitere Glieder mit geeignet gewählten Polfrequenzen vollends aufgefüllt. Für dieses iterative Verfahren hat sich die Verwendung von Tabellen für a_{Zm} als Funktion einer normierten Frequenz Ω mit dem Versteilerungsfaktor m (bzw. Polfrequenz Ω_∞) als Parameter oder von Schablonenkurven nach Laurent und Rumpelt bewährt.

Es empfiehlt sich, jetzt, wo Dämpfung, Phase und Laufzeit des Reaktanzfilters festgelegt sind, den Einfluß der bisher vernachlässigten Verluste abzuschätzen. Im Durchlaßbereich verschwindet die Wellendämpfung mit Verlusten nicht mehr und steigt bei Annäherung an die Grenzfrequenz an. Unter der Annahme, daß alle Spulen des Filters dasselbe Verhältnis $\varepsilon_L = R/L$ von Serienwiderstand zu Induktivität und daß ebenso alle Kondensatoren das gleiche Verhältnis $\varepsilon_C = G/C$ von Parallelleitwert zu Kapazität haben, ist die Verlustdämpfung im Durchlaßbereich nach H. F. Mayer näherungsweise

$$a_v \approx \frac{1}{2}(\varepsilon_L + \varepsilon_C)\cdot \mathrm{d}b/\mathrm{d}\omega$$
$$= \frac{1}{2}(\varepsilon_L + \varepsilon_C)\cdot \tau(\Omega)\cdot \mathrm{d}\Omega/\mathrm{d}\omega. \quad (63)$$

Dabei ist $\tau(\Omega)$ die normierte Laufzeit des verlustlosen Gesamtfilters, die als Summe aller Halbgliedbeiträge nach Gleichung (58) bekannt ist, und $\mathrm{d}\Omega/\mathrm{d}\omega$ ergibt sich aus den in Abschn. 3.5 angegebenen Frequenztransformationen. Im Sperrbereich bewirken die Verluste, daß die Dämpfungspole, insbesondere die steilsten, nur noch auf endliche Werte ansteigen. Aus der allgemeinen Näherungsformel

$$a_v(\omega_\infty) \approx \ln \frac{4}{(\varepsilon_L + \varepsilon_C)\cdot h(\omega_\infty)}$$

mit

$$h(\omega) = \frac{\mathrm{d}(1/\cosh a_Z)}{\mathrm{d}\omega}$$

ergibt sich mit Gleichung (56) für ein einzelnes Vollglied

$$a_v(\omega_\infty) \approx \ln \frac{4\,\Omega_\infty\cdot(\Omega_\infty^2 - 1)}{(\varepsilon_L + \varepsilon_C)\cdot(\mathrm{d}\Omega/\mathrm{d}\omega)_{\omega\infty}}. \quad (64)$$

Mit den Gleichungen (63) und (64) läßt sich die benötigte Spulengüte $Q_L = \omega/\varepsilon_L$ abschätzen und entscheiden, ob eventuell eine Verschiebung der gewählten Grenzfrequenzen zweckmäßig wäre und ob zusätzliche Glieder für die Sperrkante oder ein Dämpfungsentzerrer für die Durchlaßkante benötigt werden.

Nun können die Schaltelementewerte der Halbglieder berechnet werden, wobei man im Innern der Kette möglichst Wellenwiderstände niedriger Klasse und spulensparende Schaltungen anstrebt. Dann werden die Elemente aneinanderstoßender Zweige noch zusammengefaßt und die Schaltung durch äquivalente Umformungen (insbesondere Norton-Transformationen bei Bandpässen) eventuell noch besser realisierbar gemacht.

3.9. Vierpolekonstanten Wellenwiderstands als Laufzeitentzerrer und Dämpfungsentzerrer. Außer den betrachteten Reaktanzvierpolen mit 1 Grenzfrequenz (Tiefpässe, Hochpässe) und 2 Grenzfrequenzen (Bandpässe, Bandsperren) gibt es natürlich auch noch solche mit 3 oder mehr Grenzfrequenzen (mehrere Durchlaß- und Sperrbereiche) oder mit keiner Grenzfrequenz (Allsperren und Allpässe), von denen hauptsächlich die letzten eine praktische Bedeutung für Laufzeitnachbildungen und Laufzeitentzerrer haben. Die Beschränkung auf Reaktanzvierpole schloß auch eine wichtige Gruppe von Impedanzvierpolen, die als Dämpfungsnachbildungen oder Dämpfungsentzerrer viel verwendet werden, bisher von der Betrachtung aus. Für Allpässe und Dämpfungsentzerrer ist kennzeichnend, daß sie ohne zusätzliche störende Wechselwirkung zwischen Filter und Abschlußwiderstände und auch untereinander in Kette geschaltet werden können, also bei allen Frequenzen einen reellen, frequenzunabhängigen Wellenwiderstand haben sollen.

Der geeignete Ausgangspunkt für solche Schaltungen ist das Kreuzglied nach Bild 8c. Aus Leerlaufwiderstand $W_L = \frac{1}{2}(Z_1 + Z_2)$ und Kurzschlußleitwert $1/W_K = \frac{1}{2}\cdot(1/Z_1 + 1/Z_2)$ berechnet sich nach Gleichung (20a) und (22) sein Wellenwiderstand und Wellenübertragungsmaß zu

$$Z = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}\,,$$

$$g_Z = \operatorname{ar\,tanh} \frac{2\sqrt{Z_1/Z_2}}{1 + Z_1/Z_2} = 2\cdot \operatorname{ar\,tanh}\sqrt{Z_1/Z_2}\,. \quad (65)$$

Wenn die beiden Kreuzgliedimpedanzen Z_1 und Z_2 dual zueinander sind $(Z_1 \cdot Z_2 = R^2)$, so ist der Wellenwiderstand Z gleich der Dualitätsinvarianten R und damit wie gewünscht reell und konstant. Das Übertragungsmaß wird dann:

$$g_Z = 2 \operatorname{ar\,tanh} Z_1/R = \ln (R + Z_1)/(R - Z_1)\,. \quad (65\text{a})$$

a) Betrachten wir als ersten Sonderfall, daß $Z_1 = \mathrm{j}X_1$ und damit auch $Z_2 = R^2/\mathrm{j}X_1$ reine Reaktanzen sind. Dann ist die Dämpfung $a_Z = 0$ bei allen Frequenzen; es handelt sich also um einen Allpaß. Seine Wellenphase ist:

$$b_Z = 2 \arctan X_1/R \quad (66)$$

und seine Wellenlaufzeit:

$$\tau_Z = \mathrm{d}b_Z/\mathrm{d}\omega = \frac{2R}{R^2 + X_1^2} \cdot \frac{\mathrm{d}X_1}{\mathrm{d}\omega}\,. \quad (67)$$

Da Reaktanzfunktionen mit wachsender Frequenz stets wachsen, ist die Laufzeit eines Allpasses stets positiv. Hat die Reaktanzfunktion $X_1(\omega)$ den Grad n, so durchläuft die Phase b_Z einen Bereich von $n \cdot \pi$, die Fläche unter der Laufzeitkurve ist also:

$$\int_0^\infty \tau_Z \cdot \mathrm{d}\omega = b_Z(\infty) - b_Z(0) = n \cdot \pi\,.$$

Diese Beziehung ist zur Abschätzung des Aufwands für Allpässe nützlich.

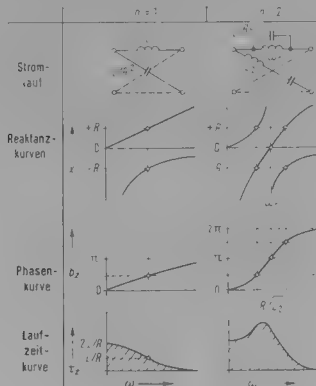
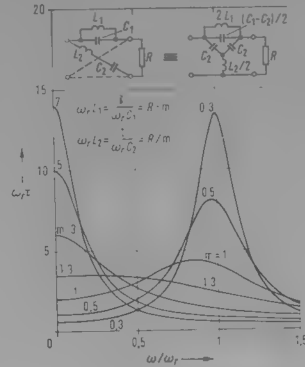


Bild 35. Allpaßglieder 1. und 2. Ordnung.

Bild 35 zeigt schematisch Allpässe 1. und 2. Ordnung mit Kreuzgliedreaktanzen vom Grad 1 bzw. 2; Allpässe höherer Ordnung lassen sich mit Kreuzgliedreaktanzen höheren Grades oder praktisch besser durch Kettenschaltung von Gliedern 1. und 2. Ordnung realisieren. Bild 36 zeigt einige normierte Laufzeitkurven von Allpässen 2. Ordnung. Frequenz und Laufzeit sind auf die Resonanzfrequenz $\omega_r = 1/\sqrt{L_1C_1} = 1/\sqrt{L_2C_2}$ normiert, Parameter ist $m = \omega_r L_1/R = \sqrt{L_1/L_2} = \sqrt{C_2/C_1}$. Für $m = \sqrt{3}$ ist die Laufzeitkurve bei $\omega = 0$ maximal flach. Für $m > \sqrt{3}$ hat die Laufzeitkurve bei $\omega = 0$ ein Maximum und fällt mit wachsender Frequenz monoton ab; für $m < \sqrt{3}$ hat sie bei $\omega = 0$ ein Minimum, erreicht bei $(\omega/\omega_r)_{max} = \sqrt{\sqrt{4 - m^2} - 1}$ ihren Maximalwert $\omega_r \cdot \tau_{max} = 2 \cdot (1 + 2/\sqrt{4 - m^2})/m$ und fällt dann monoton ab. Die



$$\omega_r \tau = \frac{2\,\mathrm{m} \cdot [1 + (\omega/\omega_r)^2]}{1 - (2 - \mathrm{m}^2)(\omega/\omega_r)^2 + (\omega/\omega_r)^4}\,.$$

Bild 36.
Normierte Laufzeitkurven von Allpaßgliedern 2. Ordnung.

Laufzeitfläche ist 2π, unabhängig von m. Die erdsymmetrische Kreuzschaltung kann natürlich gemäß Bild 12b stets auch als erdunsymmetrische Differentialschaltung realisiert werden; für $m \leqq 1$ sind auch kopplungsfreie erdunsymmetrische Realisierungen als überbrückte T-Schaltungen möglich, von denen eine in Bild 36 wiedergegeben ist (Äquivalenzbeweis mit der Bartlett-Transformation, s. Abschn. 2.2).

b) Als zweiten Sonderfall des allgemeinen Impedanzvierpols mit konstantem Wellenwiderstand $Z = R$ betrachten wir jetzt eine stets auch erdunsymmetrisch kopplungsfrei realisierbare Unterklasse. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß sich aus der Diagonalimpedanz des Kreuzglieds ein Serienwiderstand R, aus der Längsimpedanz ein Parallelwiderstand R abspalten läßt:

$$Z_2 = R + 2Z_b,\ 1/Z_1 = Z_2/R^2 = 1/R + 2/Z_a,$$
$$Z_1 \cdot Z_2 = Z_a \cdot Z_b = R^2. \quad (68)$$

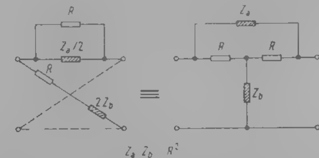


Bild 37. Impedanzvierpol konstanten Wellenwiderstands $Z = R$.

Bild 37 zeigt diesen Sonderfall als Kreuzglied und als überbrückte T-Schaltung (Äquivalenzbeweis nach Bartlett). In der letzteren Form wird es meist ver-

wandt zur Realisierung von Dämpfungsnachbildungen (z. B. Kabeldämpfungen) oder Dämpfungsentzerrern (z. B. zur Entzerrung der Dämpfungsgänge von Kabeln oder der Verlustdämpfung von Filtern). Aus Gleichung (65a) mit (68) erhält man als Übertragungsmaß der überbrückten T-Schaltung

$$g_Z = a_Z + \mathrm{j} b_Z = \ln(1 + Z_a/R). \qquad (69)$$

Wählt man für Z_a und damit auch für Z_b eine reine Reaktanz vom Grad n, so durchläuft die Dämpfung n mal den ganzen Bereich zwischen $a_Z = 0$ und $a_Z = \infty$. Dies ist für Dämpfungsentzerrer meist nicht erwünscht und man begrenzt a_Z deshalb durch einen Parallelwiderstand. Die 4 einfachsten Typen von Dämpfungsentzerrern mit steigendem und fallendem Dämpfungsgang sind schematisch in Bild 38 wiedergegeben; kompliziertere Dämpfungsgänge lassen sich durch Kettenschaltung solcher Glieder realisieren. Während bei Reaktanzvierpolen das Phasenmaß mit wachsender Frequenz stets zunimmt,

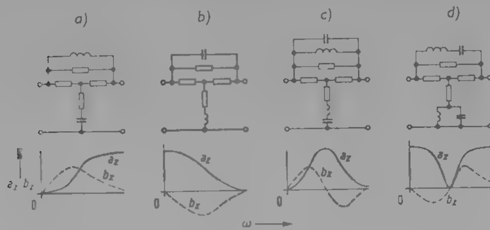


Bild 38. Die 4 einfachsten Typen von Dämpfungsentzerrern.

können bei Impedanzvierpolen auch Frequenzbereiche mit abnehmender Phase b_Z, also negativer Laufzeit $\tau_Z = \mathrm{d}b_Z/\mathrm{d}\omega$ auftreten.

Praktische Anwendung erfahren die Dämpfungsentzerrer z. B. in den Preemphasen- und Deemphasennetzwerken. Sie dienen dabei dem Ausgleich der Benachteiligung der höheren gegenüber den tieferen Frequenzlagen auf frequenzmodulierten Übertragungswegen mit konstantem Frequenzhub. Als Fernseh-Preemphasennetzwerk wurde vom CCIR (1959) die in Bild 38b angegebene Schaltung festgelegt, und zwar mit den Werten: 1695 pF für die Kapazität, 300 Ω für deren → Shunt, je 75 Ω für die Widerstände im horizontalen Zweig des T-Gliedes, $^1/_4 \cdot 75\ \Omega$ und 9,54 μH für die Werte von Widerstand und Selbstinduktion in der Reihenschaltung im vertikalen Zweig sowie je 75 Ω für den Eingangs- und Ausgangswiderstand des Netzwerkvierpols (→ Preemphase) bei einem Gesamtgang der Preemphase von 14 dB.

4. Filterberechnung nach der Betriebsparametertheorie. 4.1. Grundlagen. Während man bei einem Filterentwurf nach der Wellenparametertheorie von der Addition der Wellenübertragungsmaße bestimmter Schaltungsbausteine ausgeht, die mit Wellenwiderstandsanpassung in Kette geschaltet werden, und die Reflexionen an den Abschlußwiderständen durch Zusatzterme berücksichtigt, beginnt man bei der Anwendung der Betriebsparametertheorie mit der Aufstellung derjenigen Frequenzfunktionen, die sich unmittelbar den gewünschten Betriebseigenschaften des Gesamtfilters zwischen Quelle und Empfänger möglichst gut anpassen, und ermittelt daraus eine realisierende Gesamtschaltung. Würde man hinterher für ein so berechnetes Reaktanzfilter Wellenübertragungsmaß und Wellenwiderstand bestimmen, so würden sich im Gegensatz zum Wellenparameterfilter im betriebsmäßigen Durchlaßbereich eingelagerte (schwach ausgeprägte) Sperrbereiche und im betriebsmäßigen Sperrbereich eingelagerte Durchlaßbereiche (mit starker Fehlanpassung) zeigen. Die dadurch gegebenen Freizügigkeiten und großen Vorteile einer solchen Schaltungssynthese nach Betriebsparametern müssen allerdings mit einem höheren Aufwand an numerischer Rechenarbeit erkauft werden. Die schon Ende der dreißiger Jahre von

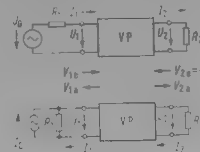


Bild 39. Vierpol mit Spannungs- oder Stromquelle und Empfänger.

Cauer, Piloty, Bader, Darlington u. a. entwickelten Verfahren konnten deshalb erst mit dem Einzug moderner Rechenautomaten in den fünfziger Jahren die ältere Wellenparametertheorie weitgehend verdrängen.

Wir betrachten in Bild 39 einen beiderseits mit den ohmschen Widerständen R_1 bzw. R_2 abgeschlossenen Vierpol; von der Quelle her läuft die »Welle« (vgl. Abschn. 1.6). $V_{1e} = U_0/2\sqrt{R_1} = I_0 \cdot \sqrt{R_1}/2$ ein und eingangsseitig läuft die reflektierte Welle V_{1a}, ausgangsseitig die durchgelassene Welle

$V_{2a} = U_2/\sqrt{R_2} = I_2 \cdot \sqrt{R_2}$ aus.

Aus Verhältnissen dieser drei komplexen Wellen definiert man die drei wichtigen Funktionen

Betriebsübertragungsfunktion:

$$(V_{1e}/V_{2a})_{V_{2e}=0} = \mathrm{e}^{g_B} = \mathrm{S}(p) = \frac{\mathrm{g}(p)}{\mathrm{f}(p)}, \qquad (70)$$

Reflexions- oder Echoübertragungsfunktion:

$$(V_{1e}/V_{1a})_{V_{2e}=0} = \mathrm{e}^{g_R} = \mathrm{T}(p) = \frac{\mathrm{g}(p)}{\mathrm{h}(p)}, \qquad (71)$$

Charakteristische Funktion:

$$(V_{1a}/V_{2a})_{V_{2e}=0} = \mathrm{e}^{g_K} = \varphi(p) = \frac{\mathrm{h}(p)}{\mathrm{f}(p)}. \qquad (72)$$

Kennzeichnend für die Betriebsparametertheorie ist, daß als Argument dieser Funktionen nicht ω, sondern die komplexe Kreisfrequenz $p = \sigma + \mathrm{j}\omega$ betrachtet wird. Physikalisch bedeutet der Übergang von $\exp(\mathrm{j}\omega t)$ auf $\exp(pt)$, daß die Netzwerkeigenschaften nicht nur bei stationärer, sondern auch bei anklingender oder abklingender Erregung (Wuchsmaß σ) betrachtet werden; mathematisch bedeutet der Übergang von ω auf p eine analytische Fortsetzung der Funktionen ins Komplexe.

Alle drei obengenannten Funktionen (70) bis (72) sind bei Netzwerken aus konzentrierten Elementen (Induktivitäten L, Gegeninduktivitäten M, Kapazitäten C und Widerständen R) reelle rationale Funktionen der komplexen Frequenz p. Die Nullstellen des Polynoms $g(p)$ stellen die Eigenfrequenzen des Netzwerkes dar (V_{1a} und $V_{2a} \neq 0$ trotz $V_{1e} = 0$); sie müssen bei stabilen Netzwerken abklingend sein, d. h. in der linken Hälfte der komplexen p-Ebene liegen (Hurwitz-Polynom). Die Nullstellen des Polynoms $f(p)$ sind die endlichen Sperrstellen des Filters ($V_{2a} = 0$ trotz V_{1e} und $V_{1a} \neq 0$), während die Nullstellen von $h(p)$ die endlichen Anpassungsstellen angeben ($V_{1a} = 0$ trotz V_{1e} und $V_{2a} \neq 0$). Entsprechend dem Gradunterschied der Polynome $f(p)$ und $h(p)$ können Sperrstellen oder Anpassungsstellen auch bei $p = \infty$ liegen. Aus Energiegründen muß für stationäre Erregung, d. h. auf der ganzen $j\omega$-Achse, $|S(j\omega)| \geqq 1$ und $|T(j\omega)| \geqq 1$ sein, woraus unter anderem folgt, daß der Grad von $g(p)$ nicht kleiner sein darf als der Grad der Polynome $f(p)$ und $h(p)$. Für $|\varphi(j\omega)|$ besteht keine derartige Einschränkung.

Von besonderem Interesse für Filterschaltungen sind Vierpole, die nur Blindwiderstände (Reaktanzen) enthalten. Da bei solchen Reaktanzvierpolen im Inneren keine Wirkleistung verbraucht wird, gilt die Leistungsbilanz $|V_{1e}|^2 = |V_{1a}|^2 + |V_{2a}|^2$. Daraus folgen zwischen je zwei der definierten Funktionen bei Reaktanzvierpolen die Beziehungen

$$|S(j\omega)|^2 = \exp(2a_B) = 1 + |\varphi(j\omega)|^2 = 1 + \exp(2a_K), \tag{73}$$

$$|T(j\omega)|^2 = \exp(2a_R) = 1 + |\varphi(j\omega)|^{-2} = 1 + \exp(-2a_K), \tag{74}$$

$$|S(j\omega)|^{-2} + |T(j\omega)|^{-2} = \exp(-2a_B) + \exp(-2a_R) = 1. \tag{75}$$

Während das Sperrpolynom $f(p)$ bei Impedanzvierpolen ein beliebiges reelles Polynom sein kann, darf es bei Reaktanzvierpolen nur noch ein gerades oder ungerades reelles Polynom in p sein, d. h. die Sperrstellen eines Reaktanzvierpols können nur in symmetrischen Paaren auf der $j\omega$-Achse oder der σ-Achse oder in symmetrischen Quadrupeln in der komplexen p-Ebene vorkommen. Das Anpassungspolynom $h(p)$ darf auch beim Reaktanzvierpol ein beliebiges reelles Polynom sein; erst eine manchmal erwünschte weitergehende Einschränkung auf symmetrische oder antimetrische Reaktanzvierpole beschränkt auch $h(p)$ auf ein gerades oder ungerades Polynom. Das Polynom $g(p)$ muß ein gemischtes reelles Polynom sein, bei dem kein Koeffizient fehlen darf (notwendige Bedingung für Hurwitz-Polynome).

4.2. Die Approximationsaufgabe. Die Anforderung an den Betriebsdämpfungsverlauf eines Filters ist üblicherweise in Form eines Toleranzschemas (schraffierte Konturen in Bild 40) gegeben, innerhalb dessen die Kurve gehalten werden soll, und der erste Schritt eines Filterentwurfs ist die Lösung dieser Approximationsaufgabe unter Verwendung zulässiger Polynome kleinstmöglichen Grades. Der erforderliche Grad der Polynome und damit die Anzahl der zur Realisierung benötigten Spulen und Kondensatoren steigt, je kleiner die Lücke zwischen Durchlaß- und Sperrbereich sein soll, je höher die verlangte Mindestdämpfung im Sperrbereich und je kleiner die zugelassene Maximaldämpfung im Durchlaßbereich sind.

Da $a_B = \ln |S(j\omega)|$ ist, wäre es naheliegend, das vorgegebene Toleranzschema durch geeignete Wahl der Koeffizienten der Polynome $g(p)$ und $f(p)$ zu erfüllen, wobei aber auch die Hurwitz-Bedingung und die Betragsbedingung $|S(j\omega)| \geqq 1$ zu beachten wären. Da für die charakteristische Funktion $\varphi(p)$ weniger einschränkende Bedingungen bestehen, löst man die Approximationsaufgabe üblicherweise lieber mit dieser Funktion, wozu man das für die Betriebsdämpfung a_B (oder die Reflexionsdämpfung a_R) vorgegebene Toleranzschema umrechnet in eines für die charakteristische Dämpfung

$$\begin{aligned} a_K = a_B - a_R &= \ln \sqrt{\exp(2a_B) - 1} \\ &= -\ln \sqrt{\exp(2a_R) - 1} \; . \end{aligned} \tag{76}$$

Nur wenn zusätzlich Forderungen an den Frequenzgang der Betriebsphase b_B (oder der Reflexionsphase b_R) oder an das Einschwingverhalten vorliegen, muß man $S(p)$ (bzw. $T(p)$ zur Approximation benutzen.

Ein Ansatz für die charakteristische Funktion, der den Bandpaßforderungen nach Bild 40 angepaßt

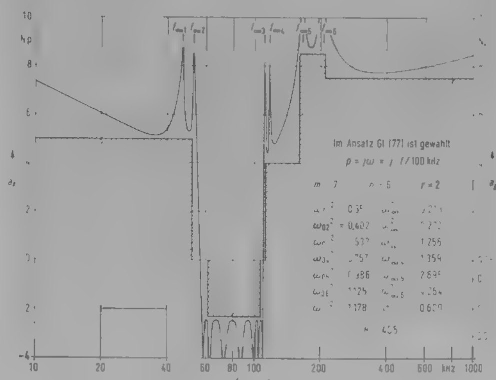


Bild 40. Beispiel eines Bandpasses 60 bis 108 kHz.

werden kann und der die in Abschnitt 4.1 genannten Realisierbarkeitsbedingungen berücksichtigt, ist beispielsweise

$$\varphi(p) = H \frac{(p - \sigma_0) \prod_{\mu=1}^{m} (p^2 + \omega_{0\mu}^2)}{p^r \prod_{\nu=1}^{n} (p^2 + \omega_{\infty\nu}^2)} \; . \tag{77}$$

Die Approximationsaufgabe besteht in der Wahl einer geeigneten Anzahl und geeigneter Zahlenwerte für die Nullstellen und Pole der charakteristischen Funktion $\varphi(p)$ und ihrer Konstanten H, so daß $a_K(\omega) = \ln \varphi(j\omega)$ das vorgegebene Toleranzschema erfüllt. Die Anpassungsstellen (Nullstellen) und Sperrstellen (Pole) legt man gewöhnlich auf die imaginäre Achse der p-Ebene, um ausgeprägte Durchlaß- und Sperrbereiche zu erzielen ($p_{0\mu} = \pm j\omega_{0\mu}$; $p_{\infty\nu} = \pm j\omega_{\infty\nu}$ und $p = 0$). Eine Nullstelle ($p = \sigma_0$) wurde in Gl. (77) auf die reelle Achse gelegt, um eine spulensparende Schaltung und günstige Bauteilewerte zu erzielen. Zur Verlustkompensation, zur Berücksichtigung ungleicher Abschlußwiderstände, zur Linearisierung des Phasengangs oder bei Impulsfiltern mit Einschwingforderungen könnten auch konjugiert-komplexe Nullstellenpaare in der linken oder rechten p-Halbebene angesetzt werden. Bei gleichzeitigen Dämpfungs- und Laufzeitforderungen könnte man auch von Polpaaren auf der reellen σ-Achse oder von Polquadrupeln in der komplexen p-Ebene Gebrauch machen, allerdings unter Verzicht auf Realisierbarkeit in kopplungsfreier Kettenschaltung.

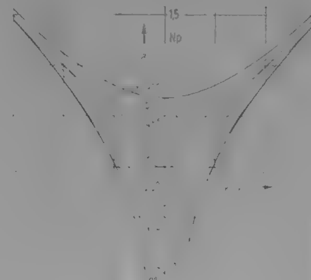
Die iterative Bestimmung der Parameter wird, wenn kein Rechenautomat zur Verfügung steht, besonders übersichtlich durch ein graphisches Verfahren mit der Rumpelt-Schablone. Führt man eine logarithmische Frequenzskala $\gamma = \ln\omega$ ein, so nehmen die quadratischen Klammerausdrücke im Zähler und Nenner von $\varphi(j\omega)$ die Gestalt

$(j\omega)^2 + \omega_{0\nu}^2| = \omega \cdot \omega_{0\nu}\, \omega/\omega_{0\nu} - \omega_{0\nu}/\omega| = \exp(\gamma + \gamma_{0\nu}) \cdot 2 \sinh \gamma - \gamma_{0\nu}$ an mit $\gamma_{0\nu} = \ln \omega_{0\nu}$. Aus dem linearen Klammerfaktor wird entsprechend $j\omega - \sigma_0 = \sqrt{\exp(\gamma + \gamma_0) \cdot 2 \cosh(\gamma - \gamma_0)}$ mit $\gamma_0 = \ln \sigma_0$.

Die aus (77) folgende charakteristische Dämpfung

$$a_K(\gamma) = \ln \varphi(j e^{\gamma}) = \ln H' + \left(\frac{1}{2} + m - r - n\right) \cdot \gamma + \frac{1}{2} [\ln 2 \cosh(\gamma - \gamma_0)] + \sum_{\mu=1}^{m} \ln [2 \sinh \gamma - \gamma_{0\mu}] - \sum_{\nu=1}^{m} \ln [2 \sinh \gamma - \gamma_{\infty\nu}] \tag{78}$$

setzt sich also aus einer Summe von m gleichartigen, nur parallel zur Frequenzachse gegeneinander verschobenen Schablonenkurven nach Bild 41 (Parameter $\alpha = 0°$) für die Beiträge der imaginären Nullstellen und n gleichen, aber umgeklappten Schablonenkurven für die Beiträge der imaginären Pole zusammen, zu denen noch eine Schablonenkurve für den Beitrag der reellen Nullstelle (Bild 41, halbe Ordinatenwerte der Kurve mit $\alpha = 90°$) sowie eine Gerade $\left(\frac{1}{2} + m - r - n\right)\gamma$ und eine frequenzunabhängige additive Konstante $\ln H' = \ln H' + \frac{1}{2}\gamma_0 + \sum_{\mu=1}^{m} \gamma_{0\mu} - \sum_{\nu=1}^{n} \gamma_{\infty\nu}$ hinzukommen. Durch Verschiebung der Schablonenkurven gelingt es, die Parameter so zu bestimmen, daß das Toleranzschema $a_K(\gamma)$ mit den für die praktische Realisierung benötigten Reserven eingehalten wird.



Frequenzvariable: $\gamma - \gamma_0 = \ln \omega/a_0$
Parameter: $\sin \alpha = a_1/a_0$
Dämpfungsbeitrag: $a = \ln \left|\frac{p^2 + 2a_1 p + a_0^2}{a_0 p}\right|_{p=j\omega} = \ln 2 \sqrt{\sinh^2(\gamma - \gamma_0) + \sin^2 \alpha}$

Zu den frequenzsymmetrischen Schablonenkurven ist noch die Gerade $a = \ln(a_0\omega) = \gamma + \gamma_0$ zu addieren.

Bild 41. Die Rumpelt-Schablone für den Dämpfungsbeitrag eines konjugiert komplexen Nullstellenpaares $p^2 + 2a_1 p + a_0^2$.

Durch geeignete Verteilung der Nullstellen und Pole der charakteristischen Funktion lassen sich alle Dämpfungsforderungen mit Tiefpaß-, Hochpaß-, Bandpaß- oder Bandsperrencharakter oder auch mit mehreren Durchlaß- und Sperrbereichen approximieren. Meist ist die Toleranzschranke im Durchlaßbereich wie in Bild 40 eine Konstante (Tschebyscheff-Verhalten); dann kann man sich nach der »Bezugsfiltermethode von Darlington« die iterative Bestimmung der Anpassungsstellen und damit etwa die Hälfte der Approximationsarbeit ersparen. Frequenzsymmetrische Bandpässe und Bandsperren entwirft man am einfachsten aus entsprechenden Tiefpässen mittels der auch bei Wellenparameterfiltern (Abschn. 3.5) angewandten Reaktanztransformation; auch bestimmte Typen von frequenzunsymmetrischen Bandpaßfunktionen können aus Tiefpaßfunktionen gewonnen werden mit der »Zdunek-Frequenztransformation«. Explizite Formeln für die Parameter der charakteristischen Funktion gibt es nur für einige einfache, aber typische Sonderfälle, deren wichtigste in Abschnitt 4.5 kurz behandelt werden.

4.3. Aufstellung der Kettenmatrix des Reaktanzvierpols. Durch Lösung der Approximationsaufgabe hat man das Anpassungs- $h(p)$ und das Sperrpolynom $f(p)$ gewonnen. Der nächste Schritt ist die Berechnung des zugehörigen, durch $h(p)$ und $f(p)$ bis auf das Vorzeichen eindeutig bestimmten Hurwitz-Polynoms $g(p)$. Die Leistungsbilanz, die für $p = j\omega$ in Gl. (73) formuliert wurde, lautet analytisch fortgesetzt

$$S(p)\, S(-p) = 1 + \varphi(p)\, \varphi(-p) \tag{79a}$$

oder $g(p)\, g(-p) = f(p)\, f(-p) + h(p)\, h(-p)$. (79b)

Das auf der rechten Seite stehende Polynom in p^2 ist bekannt und soll in das Produkt des Hurwitz-Polynoms $g(p)$ und des Antihurwitz-Polynoms $g(-p)$ zerlegt werden, was meist dadurch geschieht, daß man die Nullstellen jenes Polynoms aufsucht und alle in der linken p-Halbebene liegenden Nullstellen $g(p)$, die spiegelbildlich zum Nullpunkt liegenden $g(-p)$ zuordnet. Auch ein in $g(p)$ enthaltener konstanter Faktor ist durch Gl. (79b) mitbestimmt; das an sich noch willkürliche Vorzeichen verabredet man meist so, daß die Koeffizienten von $g(p)$ positiv werden. Diese Nullstellensuche stellt einen wesentlichen Teil des Aufwands der Betriebsparameterrechnung dar, da sie bei üblichen Polynomgraden zwischen 10 und 30 im allgemeinen auf etwa 10 bis 20 Stellen genau durchzuführen ist, um den Fehler bei der späteren Bestimmung der Schaltelemente kleiner als 1‰ zu halten. Neben der üblichen Methode von Collatz haben sich spezielle Verfahren als zweckmäßig erwiesen, die z. B. möglichst weitgehend von der Produktdarstellung der Polynome oder von geeigneten Frequenztransformationen Gebrauch machen.

Bild 42 zeigt die Lage der Nullstellen für das Bandpaßbeispiel nach Bild 40.

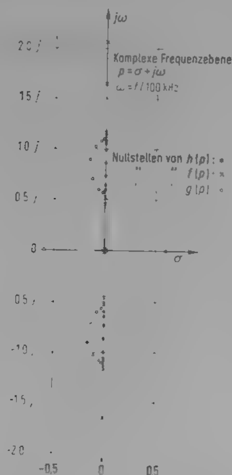


Bild 42. Nullstellen der Polynome $h(p)$, $f(p)$ und $g(p)$ des Bandpasses von Bild 40.

Ist das Hurwitzpolynom $g(p)$ und damit die Übertragungsfunktion $S(p) = g(p)/f(p)$ gefunden, so sind alle Eigenschaften des Reaktanzvierpols und alle Elemente der ihn beschreibenden Matrizen bekannt. Da sich die in Gl. (70) und (72) definierten Funktionen $S(p)$ und $\varphi(p)$ z. B. in den Elementen $a_{ik}(p)$ der normierten Kettenmatrix nach Gl. (34, 36a, 37) folgendermaßen darstellen:

$$S = B_{22} = \frac{1}{2}(a_{11} + a_{12} + a_{21} + a_{22}), \qquad (80)$$

$$\varphi = B_{12} = \frac{1}{2}(a_{11} + a_{12} - a_{21} - a_{22}) \qquad (81)$$

und da bei einem Reaktanzvierpol a_{11} und a_{22} gerade Funktionen, a_{12} und a_{21} ungerade Funktionen der Frequenz p sein müssen, folgt umgekehrt

$$a_{11}(p) = [S(p) + \varphi(p)]_g; \quad a_{12}(p) = [S(p) + \varphi(p)]_u,$$

$$a_{21}(p) = [S(p) - \varphi(p)]_u; \quad a_{22}(p) = [S(p) - \varphi(p)]_g, \qquad (82)$$

wobei $[F(p)]_g = \frac{1}{2}[F(p) + F(-p)]$ den geraden Teil und $[F(p)]_u = \frac{1}{2}[F(p) - F(-p)]$ den ungeraden Teil einer Funktion $F(p)$ bedeuten.

Hat man $\varphi(p)$ als ungerade Funktion von p angesetzt [$f(p)$ gerade und $h(p)$ ungerade oder umgekehrt], so wird in der Kettenmatrix nach Gl. (82) mit (34) $A_{11}(p) = A_{22}(p) \cdot R_1/R_2$, d. h. der Vierpol wird widerstandssymmetrisch mit in Kette geschaltetem idealem Übertrager der Übersetzung $\ddot{u} = \sqrt{R_1/R_2}$. Hat man $\varphi(p)$ als gerade Funktion von p angesetzt [$f(p)$ und $h(p)$ gerade], so wird in der Kettenmatrix $A_{12}(p) = A_{21}(p) \cdot R_1 R_2$, d. h. der Vierpol wird antimetrisch mit der Dualitätsinvarianten $\sqrt{R_1 R_2}$. Wird $\varphi(p)$ weder gerade noch ungerade angesetzt [$h(p)$ gemischtes Polynom], so wird der Vierpol widerstandsunsymmetrisch oder unsymmetrisch abgeschlossen. Multipliziert man das Polynom $f(p)$ mit -1, so bedeutet dies nur ein Umpolen des Eingangs- oder Ausgangsklemmenpaares, was meist uninteressant ist. Multipliziert man dagegen das Polynom $h(p)$ mit -1, so bedeutet dies den für die Realisierung häufig zweckmäßigen Übergang auf den dualen Vierpol und die dualen Abschlußwiderstände (Dualitätsinvariante beliebig wählbar). Würde man im Hurwitzpolynom $g(p)$ die entgegengesetzten Vorzeichen wählen, so erhielte man den dualen umgepolten Vierpol.

4.4. Abbau der Schaltung. Im nächsten Schritt des Filterentwurfs muß eine die Kettenmatrix (82) realisierende Schaltung gefunden werden. Im allgemeinen gibt es eine Vielzahl äquivalenter Schaltungen, z. B. Widerstands- oder Leitwerts-Partialbruchschaltungen, Brückenschaltungen, kanonische Kettenschaltungen und kopplungsfreie Kettenschaltungen. Praktisch am wichtigsten sind die letzteren, die aus einer Kette von Teilvierpolen aus jeweils nur einem Längszweig oder Querzweig bestehen und deshalb auch Abzweigschaltungen genannt werden. Bei ihnen können Betriebsdämpfungspole nur dadurch zustande kommen, daß bei den Sperrfrequenzen jeweils eine der Längsimpedanzen oder eine der Queradmittanzen unendlich wird (Parallelresonanz bzw. Serienresonanz); die Echodämpfungspole dagegen ergeben sich durch die widerstandstransformierende Wirkung aller Schaltelemente und sind im Stromlauf nicht unmittelbar zu erkennen. Der Eingangs- oder Ausgangsscheinwiderstand einer solchen Abzweigschaltung ist am übersichtlichsten als Kettenbruch darstellbar, dessen einzelne Glieder der Reihe nach durch die Impedanzen der Längs-

zweige und die Admittanzen der Querzweige gebildet werden. Mögliche Strukturen für ein Filter in Abzweigschaltung kann man schon angeben, wenn man nur die Anzahl und Lage der Sperrstellen und das Verhalten der Leerlauf- oder Kurzschlußwiderstände bei den Frequenzen null und unendlich kennt; diese Größen sind natürlich aus der Kettenmatrix, aber auch schon vor jeder Rechnung aus der Struktur der charakteristischen Funktion $\varphi(p)$ ablesbar. Zur Bestimmung der Zahlenwerte der Zweigwiderstände kann man nach Piloty von der Kettenmatrix des Gesamtvierpols nacheinander so viele Faktoren abspalten, wie Zweigwiderstände vorhanden sind, oder rechnerisch einfacher nach Bader einen eingangs- oder ausgangsseitigen Leerlauf- oder Kurzschlußwiderstand, der nach (15, 15a) als Quotient von 2 Polynomen der Kettenmatrix gegeben ist

$$\begin{aligned} X_{1L}(p) &= \frac{A_{11}}{A_{21}} = \frac{a_{11}(p)}{a_{21}(p)} \cdot R_1, \\ X_{1K}(p) &= \frac{A_{12}}{A_{22}} = \frac{a_{12}(p)}{a_{22}(p)} \cdot R_1, \\ X_{2L}(p) &= \frac{A_{22}}{A_{21}} = \frac{a_{22}(p)}{a_{21}(p)} \cdot R_2, \\ X_{2K}(p) &= \frac{A_{12}}{A_{11}} = \frac{a_{12}(p)}{a_{11}(p)} \cdot R_2, \end{aligned} \qquad (83)$$

in einen Kettenbruch entwickeln. Meist hat einer dieser vier Widerstände $X(p)$ den Grad des Hurwitz-Polynoms und bestimmt dann zusammen mit dem kompletten Satz der Sperrstellen den Vierpol schon vollständig bis auf einen evtl. in Kette geschalteten idealen Übertrager. Die Kettenbruchentwicklung ist so zu führen, daß Längsreaktanzen oder Quersuszeptanzen mit Polen bei den Sperrfrequenzen auftreten. Da im allgemeinen weder Pole noch Nullstellen von $X(p)$ mit den Sperrstellen des Vierpols zusammenfallen außer bei den Randfrequenzen $p = \infty$ (Tiefpaß und Bandpaß) oder $p = 0$ (Hochpaß und Bandpaß), muß man zunächst durch Teilabbau von Widerstands- oder Leitwertspolen bei solchen Randfrequenzen die Nullstellen nacheinander an die gewünschten Sperrstellen $\omega_{\infty\nu}$ heranziehen und dann den betreffenden Pol »voll« abbauen.

Zur genaueren Erläuterung dieses Abbauprozesses betrachten wir den Bandpaß, dessen charakteristische Dämpfung Bild 40 zeigt. $\mathrm{h}(p)$ ist hier ein gemischtes Polynom vom Grad $2m+1 = 15$, $\mathrm{f}(p)$ ein gerades Polynom vom Grad $2n+r = 14$ mit einer doppelten Sperrstelle bei $p = 0$, zwei weiteren endlichen Sperrstellen im unteren und 4 endlichen Sperrstellen im oberen Sperrbereich; $\mathrm{g}(p)$ ist ein Hurwitz-Polynom vom Grad 15. Nach Gl. (82) wird die Kettenmatrix, wenn wir das allen 4 Matrixelementen gemeinsame Sperrpolynom heraussetzen:

$$A = \frac{1}{\mathrm{f}} \begin{pmatrix} [\mathrm{g_g} + \mathrm{h_g}]\sqrt{R_1/R_2} & [\mathrm{g_u} - \mathrm{h_u}]\sqrt{R_1 R_2} \\ [\mathrm{g_u} + \mathrm{h_u}]\sqrt{R_1 R_2} & [\mathrm{g_g} - \mathrm{h_g}]\sqrt{R_2/R_1} \end{pmatrix}. \qquad (84)$$

Da die Konstante H in der charakteristischen Funktion Gl. (77) negativ gewählt wurde, verschwindet der höchste Koeffizient im Polynom $\mathrm{g_u} + \mathrm{h_u}$ sowie das Absolutglied im Polynom $\mathrm{g_g} - \mathrm{h_g}$, und wir verwenden zum Abbau den primären Leerlaufwiderstand $X(p) = \dfrac{\mathrm{g_g}(p) + \mathrm{h_g}(p)}{\mathrm{g_u}(p) - \mathrm{h_u}(p)} \cdot R_1$. Er ist eine Reaktanzfunktion mit einem geraden Zählerpolynom vom Grad 14 und einem ungeraden Nennerpolynom vom Grad 15, hat also bei $p = 0$ einen Pol und bei $p = \infty$ eine Nullstelle. Bild 43 zeigt seinen Kehrwert, den Leerlauf-Blindleitwert als Kurve und darunter seine Pol-Nullstellen-Darstellung.

Unten im Bild 43 ist eine der vielen möglichen Abzweigschaltungen gezeichnet. Die 4 Dämpfungspole im oberen Sperrbereich sind durch 4 auf diese Frequenzen abgestimmte Parallelschwingkreise als Längszweige realisiert, die 2 endlichen Dämpfungspole im unteren Sperrbereich entsprechend durch 2 Serienschwingkreise als Querzweige; bei der Frequenz null reduziert sich die Schaltung auf eine Längskapazität (Reihenschaltung von C_3, C_7 und C_{13}) und eine Querspule (L_{15}), die zusammen die doppelte Sperrstelle bilden, und für $p \to \infty$ schrumpft die Schaltung auf eine Querkapazität ($C_1 + C_5 + C_9 + C_{11} + C_{14}$) zusammen, die die gewünschte einfache Sperrstelle liefert.

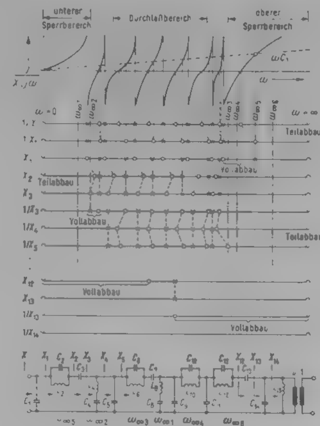


Bild 43. Abbau des Bandpasses von Bild 40.

Die Schaltelementewerte bekommen wir durch Kettenbruchentwicklung in folgenden Schritten:

4.4.1. Als erste Sperrstelle wurde willkürlich $p = \pm j\omega_{\infty 5}$ gewählt; bei dieser Frequenz ist der Eingangsleitwert $1/X(p)$ allein durch die Kapazität C_1 gebildet, woraus folgt $C_1 = [1/pX(p)]_{p^2 = -\omega_{\infty 5}^2}$. Wir bilden den Restleitwert $1/X_1(p) = [1/X(p)] - pC_1$. Alle seine Pole sind natürlich mit denen von $1/X(p)$ identisch, seine Nullstellen dagegen sind in Richtung auf den »teilabgebauten« Pol bei $p = \infty$ gewandert und eine davon deckt sich jetzt genau mit der Sperrfrequenz $\omega_{\infty 5}$.

4.3.2. Dieser Pol von $X_1(p)$ kann jetzt »voll« abgebaut werden durch einen Parallelschwingkreis mit

$$C_2 = \left[\frac{p/X_1(p)}{p^2+\omega_{\infty 5}^2}\right]_{p^2=-\omega_{\infty 5}^2}, \quad L_2 = \frac{1}{\omega_{\infty 5}^2 \cdot C_2}.$$

Der Restwiderstand

$$X_2(p) = X_1(p) - \frac{p/C_2}{p^2+\omega_{\infty 5}^2}$$

enthält den abgebauten Pol und die benachbarte Nullstelle nicht mehr; der Grad der Zähler- und Nennerfunktion ist jeweils um 2 erniedrigt auf 12 bzw. 13.

4.4.3. Bei der nächsten zu realisierenden Sperrstelle $p = \pm j\omega_{\infty 2}$ muß $X_2(p)$ gleich dem Widerstand des Längskondensators C_3 sein, also

$$C_3 = [1/p\, X_2(p)]_{p^2=-\omega_{\infty 2}^2}.$$

Durch diesen Teilabbau des Pols bei $p = 0$ entsteht ein Restwiderstand $X_3(p) = X_2(p) - 1/pC_3$ mit unveränderten Polen und nach tieferen Frequenzen verschobenen Nullstellen, deren eine sich jetzt genau mit der Sperrfrequenz $\omega_{\infty 2}$ deckt.

4.4.4. Dieser Pol von $1/X_3(p)$ kann jetzt voll abgebaut werden durch einen Serienschwingkreis mit

$$L_4 = \left[\frac{p\,X_3(p)}{p^2+\omega_{\infty 2}^2}\right]_{p^2=-\omega_{\infty 2}^2}, \quad C_4 = \frac{1}{\omega_{\infty 2}^2\, L_4}.$$

Der Restleitwert $\dfrac{1}{X_4(p)} = \dfrac{1}{X_3(p)} - \dfrac{p/L_4}{p^2+\omega_{\infty 2}^2}$ hat den Zählergrad 11 und den Nennergrad 10.

4.4.5.–12. Diese Schritte bestehen in einer Wiederholung der eben geschilderten vorbereitenden Teilabbauten bei $p = \infty$ bzw. $p = 0$ sowie der Vollabbauten bei $\omega_{\infty 3}$, $\omega_{\infty 1}$, $\omega_{\infty 4}$ und $\omega_{\infty 6}$ und liefern die Elemente C_5 bis L_{12}. Damit sind alle endlichen Sperrstellen abgebaut; vom Restwiderstand $X_{12}(p)$, der den Zählergrad 2 und den Nennergrad 3 hat, können und müssen jetzt die Pole bei den Randfrequenzen 0 und ∞ vollends abgebaut werden.

4.4.13. Vollabbau des Pols von $X_{12}(p)$ bei $p = 0$ liefert die Längskapazität $C_{13} = [1/p\; X_{12}(p)]_{p=0}$. Der Restwiderstand $X_{13}(p) = X_{12}(p) - 1/p\,C_{13}$ hat den Zählergrad 1 und den Nennergrad 2.

4.4.14. Vollabbau des Pols von $1/X_{13}(p)$ bei $p = \infty$ liefert die Querkapazität $C_{14} = [1/p\; X_{13}(p)]_{p=\infty}$ und den Restleitwert $1/X_{14}(p) = 1/X_{13}(p) - p\,C_{14}$ mit Zählergrad 0 und Nennergrad 1.

4.4.15. Vollabbau des Pols von $1/X_{14}(p)$ bei $p = 0$ realisiert noch den zweiten Dämpfungspol bei $p = 0$ durch die Querinduktivität $L_{15} = X_{14}(p)/p$.

Damit ist der Abbauprozeß beendet. Das Übersetzungsverhältnis des Übertragers erhält man, indem man L_{15} nochmals aus einem sekundären Widerstand bestimmt: $ü = \sqrt{L_{15}\,\text{prim.}/L_{15}\,\text{sek.}}$. Zur Kontrolle ist ohnehin die Entwicklung der ganzen Schaltung von beiden Seiten empfehlenswert. Bei längeren Filterketten muß man wegen des unvermeidbaren, im Laufe der Rechnung zunehmenden Verlustes an geltenden Dezimalstellen die Entwicklung von beiden Seiten etwa bis zur Mitte vortreiben und die Prüfung der Übereinstimmung und die Bestimmung des Übersetzungsverhältnisses auf einige Elemente in der Mitte der Schaltung beschränken. Da der Rückwärtsabbau u. U. nicht die gleiche Schaltungsstruktur wie der Vorwärtsabbau ergeben kann, müssen dem Vergleich evtl. noch äquivalente Umwandlungen vorausgehen.

Die graphische Veranschaulichung des Abbauprozesses in Bild 43 läßt erkennen, daß im allgemeinen nicht jede beliebige Reihenfolge für den Abbau der Sperrstellen, u. U. sogar keine, lauter positive Schaltelementewerte liefert und damit kopplungsfrei realisierbar ist. In solchen Fällen muß die Schaltung dann durch nachfolgende äquivalente Umwandlungen mit gekoppelten Spulen realisierbar gemacht werden (vgl. Abschnitt 4.8).

4.5. **Spezielle Tiefpaßbeispiele.** Wir betrachten noch einige einfache, aber typische Tiefpässe, die sich dadurch auszeichnen, daß für ihre Übertragungsfunktionen, z. T. sogar für ihre Schaltelementewerte explizite Formeln existieren. Mit den üblichen Frequenztransformationen (vgl. Abschn. 3.5) können daraus natürlich auch Hochpässe, Bandpässe und Bandsperren gewonnen werden.

4.5.1. **Der Potenztiefpaß (auch Butterworth-Tiefpaß oder maximal flacher Tiefpaß genannt).** Wählt man als charakteristische Funktion eine einfache Potenzfunktion

$$\varphi(p) = (p/\omega_g)^n, \tag{85}$$

so erhält man einen Tiefpaß mit monoton ansteigender, bei $\omega = 0$ maximal flacher Betriebsdämpfungskurve

$$a_B(\omega) = \frac{1}{2}\ln\left[1 + (\omega/\omega_g)^{2n}\right]. \tag{86}$$

Bei $p = 0$ liegt eine n-fache Anpassungsstelle, bei $p = \infty$ eine n-fache Sperrstelle und bei $p = j\omega_g$ wird $|\varphi| = 1$, also $a_B = a_R = 0{,}35$ Np.

Soll an der Grenze des Durchlaßbereiches $p = j\omega_d$ die charakteristische Dämpfung den Wert a_{Kd} (Reflexionsdämpfung a_{Rd}) und an der Grenze des Sperrbereichs $p = j\omega_s$ den Wert a_{Ks} (Betriebsdämpfung a_{Bs}) annehmen, so benötigt man eine Potenzfunktion vom Grad

$$n = \frac{a_{Ks} - a_{Kd}}{\ln(\omega_s/\omega_d)} \approx \frac{a_{Bs} + a_{Rd}}{(\omega_s - \omega_d)/\omega_d}; \tag{87}$$

da n nur ganzzahlig gewählt werden kann, ergeben sich u. U. gewisse Reserven.

Mit $f(p) = 1$ und $h(p) = (p/\omega_g)^n$ liefert Gl. (79b)

$$g(p)\,g(-p) = 1 + (-p^2/\omega_g^2)^n = 1 + (p/j\omega_g)^{2n}. \quad (88)$$

Die 2n Nullstellen dieses Polynoms liegen gleichmäßig verteilt auf dem Kreis um den Nullpunkt mit Radius ω_g:

$$p_{0\nu} = j\omega_g \sqrt[2n]{-1} = \omega_g \cdot e^{j(n+2\nu-1)\alpha} \quad (89)$$
$$= \omega_g\,[-\sin(2\nu-1)\alpha + j\cos(2\nu-1)\alpha],$$

wobei $\alpha = \pi/2n$ und $\nu = 1 \ldots 2n$. Aus den in der linken Halbebene liegenden Nullstellen ($\nu = 1 \ldots n$) bildet sich demnach das Hurwitz-Polynom zunächst in der Produktform

$$g(p) = \prod_{\nu=1}^{n} \left[\frac{p}{\omega_g} - e^{j(n+2\nu-1)\alpha}\right] = \sum_{\nu=0}^{n} c_\nu (p/\omega_g)^\nu. \quad (90)$$

Nach einigen Zwischenrechnungen lassen sich auch noch die Koeffizienten c_ν in der Summenform allgemein explizit ausdrücken durch

$$c_\nu = c_{n-\nu} = \prod_{\mu=1}^{\nu} \frac{\cos(\mu-1)\alpha}{\sin\mu\alpha} \quad \text{mit } c_0 = c_n = 1. \quad (91)$$

Der Abbau der n-fachen Sperrstelle bei $p = \infty$ vom primären Kurzschluß- oder Leerlaufwiderstand liefert eine stets kopplungsfrei realisierbare Kettenschaltung aus insgesamt n Längsspulen und Querkondensatoren mit dem überraschend einfachen Bildungsgesetz:

$$L_\nu = a_\nu \cdot R/\omega_g \qquad (\nu = 1,3,5 \ldots)$$
$$C_\nu = a_\nu / R\omega_g \qquad (\nu = 2,4,6 \ldots)$$
$$a_\nu = 2 \cdot \sin(2\nu-1)\alpha = 2 \cdot \sin\frac{2\nu-1}{n}\frac{\pi}{2} \qquad (\nu = 1,2,3 \ldots n)$$
$$(92)$$

Die Kette beginnt bei dem gewählten Vorzeichen von $h(p)$ mit einer Längsspule L_1 und endet bei ungeradem Grad n mit einer Längsspule $L_n = L_1$, bei geradem Grad n mit einem Querkondensator $C_n = L_1/R^2$; die Abschlußwiderstände sind $R_1 = R_2 = R$.

Bild 44 zeigt als Beispiel einen Potenztiefpaß vom Grad n = 7; zu $a_{Rd} = 2{,}30$ Np und $a_{Bs} = 6{,}91$ Np gehört $\omega_d/\omega_s = 0{,}27$.

4.5.2. Der Tschebyscheff-Tiefpaß. Wird die charakteristische Funktion als eine Summe von Potenzfunktionen verschiedener Grade angesetzt, so entsteht ein Polynomtiefpaß. Soll speziell im Durchlaßbereich $0 \leqq \omega \leqq \omega_d$ die Betriebsdämpfung n mal zwischen Null und dem zulässigen Höchstwert a_{Bd} (bzw. die Reflexionsdämpfung n mal zwischen ∞ und dem zulässigen Kleinstwert a_{Rd}) hin- und herpendeln (Tschebyscheff-Verhalten) und für $\omega \geqq \omega_d$ monoton ansteigen, so ist anzusetzen

$$\varphi(p) = \exp(a_{Kd}) \cdot j^n \cdot T_n(p/j\omega_d), \quad (93)$$

wobei der Höchstwert a_{Kd} der charakteristischen Dämpfung aus a_{Bd} (oder a_{Rd}) nach Gl. (76) folgt und $T_n(\Omega)$ das Tschebyscheff-Polynom 1. Art n-ter Ordnung bedeutet. Aus dessen Definition $T_n(\Omega) = \cos(n \operatorname{arc\,cos} \Omega) = \cosh(n \operatorname{ar\,cosh} \Omega)$ erkennt man, daß im Argumentsbereich $-1 \leqq \Omega \leqq +1$ genau n mal der Wertebereich $-1 \leqq T_n \leqq +1$

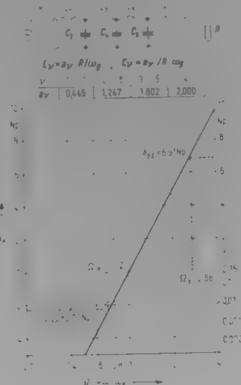


Bild 44. Potenztiefpaß vom Grad 7.

durchlaufen wird und daß mit wachsendem $\Omega > 1$ die Funktion $T_n(\Omega)$ monoton nach $\pm\infty$ strebt; die Argumentswerte $\Omega_\nu = \cos(\nu\pi/2n)$ liefern abwechselnd mit ungeradem ν die Nullstellen, mit geradem ν die Extremstellen des Tschebyscheff-Polynoms. In Polynomform geschrieben ist

$$T_1(\Omega) = \Omega,\ T_2(\Omega) = 2\Omega^2 - 1,\ T_3(\Omega) = 4\Omega^3 - 3\Omega \text{ usw.}$$

mit der Rekursionsformel

$$T_n(\Omega) = 2\Omega \cdot T_{n-1}(\Omega) - T_{n-2}(\Omega). \quad (94)$$

Soll an der Grenze des Sperrbereichs $p = j\omega_s$ die charakteristische Dämpfung den Wert a_{Ks} annehmen, so benötigt man ein Tschebyscheff-Polynom vom Grad

$$n = \frac{\operatorname{ar\,cosh} \exp(a_{Ks} - a_{Kd})}{\operatorname{ar\,cosh}(\omega_s/\omega_d)} \approx \frac{a_{Bs} + a_{Rd} + \ln 2}{\sqrt{2(\omega_s - \omega_d)/\omega_d}}; \quad (95)$$

sofern sich n nicht zufällig ganzzahlig ergibt, wählt man die nächsthöhere ganze Zahl und verteilt die Reserven sinngemäß. Bei gleichen Werten ω_s, ω_d, a_{Ks} und a_{Kd} ist der Grad n und damit der Aufwand an Spulen und Kondensatoren bei einem Tschebyscheff-Filter beträchtlich kleiner als bei einem Potenzfilter. Mit $h(p) = j^n \cdot T_n(p/j\omega_d)$ und $f(p) = \exp(-a_{Kd})$ ergibt sich

$$g(p)\,g(-p) = \exp(-2a_{Kd}) + T_n^2(p/j\omega_d). \quad (96)$$

Die Nullstellen dieses Polynoms sind mit $\nu = 1\ldots 2\mathrm{n}$

$$p_{0\nu} = \frac{\omega_\mathrm{d}}{2} \cdot [\mathrm{k} \cdot e^{\mathrm{j}(\mathrm{n}+2\nu-1)\alpha} - k^{-1} \cdot e^{-\mathrm{j}(\mathrm{n}+2\nu-1)\alpha}]$$

$$= \omega_\mathrm{d} \cdot \left[-\frac{k-k^{-1}}{2} \cdot \sin(2\nu-1)\alpha + \mathrm{j} \cdot \frac{k+k^{-1}}{2} \cos(2\nu-1)\alpha \right], \tag{97}$$

wobei zur Abkürzung gesetzt ist

$$k = \sqrt[\mathrm{n}]{\exp(-a_\mathrm{Kd}) + \sqrt{\exp(-2a_\mathrm{Kd})+1}} = \sqrt[\mathrm{n}]{\exp(-a_\mathrm{Kd}) + \exp(a_\mathrm{Rd})} = \sqrt[2\mathrm{n}]{\coth(a_\mathrm{Bd}/2)} \tag{98}$$

und $\alpha = \pi/2\mathrm{n}$.

Alle Nullstellen liegen auf einer Ellipse mit der kleinen Achse $(k-k^{-1}) \cdot \omega_\mathrm{d}$ auf der σ-Achse und der großen Achse $(k+k^{-1}) \cdot \omega_\mathrm{d}$ auf der $\mathrm{j}\omega$-Achse der p-Ebene; ihre Brennpunkte $\pm\mathrm{j}\omega_\mathrm{d}$ bilden die Grenze des Tschebyscheffbereichs. Zum Aufbau des Hurwitzpolynoms nimmt man mit $\nu = 1\ldots\mathrm{n}$ die in der linken Halbebene gelegenen Nullstellen sowie den zur Erfüllung von Gleichung (79b) notwendigen konstanten Faktor und erhält

$$\mathrm{g}(p) = 2^{\mathrm{n}-1} \prod_{\nu=1}^{\mathrm{n}} \left\{ \frac{p}{\omega_\mathrm{d}} - \frac{1}{2} [\mathrm{k} \cdot e^{\mathrm{j}(\mathrm{n}+2\nu-1)\alpha} - \mathrm{k}^{-1} e^{-\mathrm{j}(\mathrm{n}+2\nu-1)\alpha}] \right\}. \tag{100}$$

Mit den Polynomen $\mathrm{h}(p)$ und $\mathrm{g}(p)$ ist die abzubauende Reaktanzfunktion bekannt. Die realisierende Schaltung besteht wegen der n-fachen Sperrstelle bei $p = \infty$ wie der Potenztiefpaß aus insgesamt n Längsspulen L_ν und Querkondensatoren C_ν mit den Werten

$$L_\nu = a_\nu \cdot R_1/\omega_\mathrm{d} \qquad (\nu = 1, 3, 5 \ldots),$$
$$C_\nu = a_\nu/R_1\omega_\mathrm{d} \qquad (\nu = 2, 4, 6 \ldots), \tag{101}$$

$$\text{wobei } a_\nu = \frac{2 \cdot \sin(2\nu-1)\alpha}{b_\nu} \quad (\nu = 1, 2, 3, \ldots, \mathrm{n})$$

$$\text{und } b_\nu = \frac{b_0^2 + \sin^2 2(\nu-1)\alpha}{b_{\nu-1}} \text{ mit } b_0 = \frac{1}{2}(k-k^{-1}),$$

k und α nach Gleichungen (98) und (99).

Als sekundärer Abschlußwiderstand wird benötigt

$$R_2 = \begin{cases} R_1 & \text{für ungerades n} \\ R_1 \cdot \left(\dfrac{k^\mathrm{n}+1}{k^\mathrm{n}-1} \right)^2 = R_1 \cdot \coth \dfrac{a_\mathrm{Rd}}{2} & \text{für gerades n.} \end{cases} \tag{102}$$

Die Kette beginnt bei dem gewählten Vorzeichen von $\mathrm{h}(p)$ mit einer Längsspule L_1 und endet bei ungeradem Grad n mit einer Längsspule $L_\mathrm{n} = L_1$, bei geradem Grad n mit einem Querkondensator $C_\mathrm{n} = L_1/R_1R_2$.

Bild 45 zeigt als Beispiel einen Tschebyscheff-Tiefpaß mit $\mathrm{n} = 7$ und $a_\mathrm{Rd} = 2{,}30$ Np; für eine Sperrdämpfung $a_\mathrm{Bs} = 6{,}91$ Np wird $\omega_\mathrm{d}/\omega_\mathrm{s} = 0{,}46$.

Läßt man a_Bd und ω_d beide gegen Null gehen, so erscheint der Potenztiefpaß mit $\omega_\mathrm{g} = \omega_\mathrm{d}(k+k^{-1})/2$ als Grenzfall des Tschebyscheff-Tiefpasses.

4.5.3. Der inverse Tschebyscheff-Tiefpaß. Soll die Betriebsdämpfung eines T. im Durchlaßbereich maximal flach beginnend monoton ansteigen und im Sperrbereich $\omega \geqq \omega_\mathrm{s}$ zwischen dem Garantiewert a_Bs

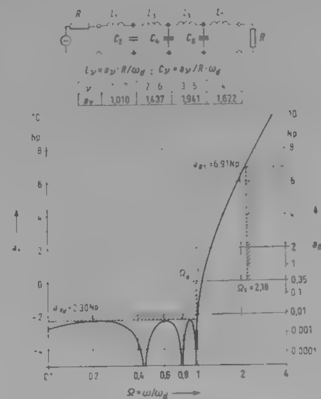


Bild 45. Tschebyscheff-Tiefpaß vom Grad 7.

und unendlich n mal hin- und herpendeln, leistet dies der Ansatz

$$\varphi(p) = \pm\exp(a_\mathrm{Ks}) \cdot \mathrm{j}^\mathrm{n}/\mathrm{T}_\mathrm{n}(\mathrm{j}\omega_\mathrm{s}/p) \tag{103}$$

mit a_Ks aus Gleichung (76). Die Frequenzen $\omega_\nu = \omega_\mathrm{s}/\cos(\nu\pi/2\mathrm{n})$ stellen abwechselnd mit ungeraden ν die Sperrstellen $(a_\mathrm{K} = \infty)$ und mit geraden ν die Stellen minimaler Sperrdämpfung $(a_\mathrm{K} = a_\mathrm{Ks})$ dar. Der benötigte Grad n für vorgegebene Werte ω_d, $a_\mathrm{Kd}, \omega_\mathrm{s}$ und a_Ks ist ebenfalls aus Gleichung (95) zu berechnen; der Aufwand an Bauteilen ist jedoch ungünstiger als bei Tschebyscheffverhalten im Durchlaßbereich.

Mit $\mathrm{f}(p) = \exp(-a_\mathrm{Ks}) \cdot (p/\mathrm{j}\omega_\mathrm{s})^\mathrm{n} \cdot \mathrm{T}_\mathrm{n}(\mathrm{j}\omega_\mathrm{s}/p)$ und $\mathrm{h}(p) = \pm(p/\omega_\mathrm{s})$ wird

$$\mathrm{g}(p)\,\mathrm{g}(-p) = (p/\mathrm{j}\omega_\mathrm{s})^{2\mathrm{n}} \cdot [1 + \exp(-2a_\mathrm{Ks}) \cdot \mathrm{T}_\mathrm{n}^2(\mathrm{j}\omega_\mathrm{s}/p)]. \tag{104}$$

Die Nullstellen $p_{0\nu}/\omega_\mathrm{s}$ dieses Polynoms sind die Reziprokwerte der in Gleichung (97) gefundenen Werte $p_{0\nu}/\omega_\mathrm{d}$, wenn wir dort a_Kd durch $-a_\mathrm{Ks}$ ersetzen. Sie

liegen auf einer invertierten Ellipse. Das gesuchte Hurwitzpolynom wird $g(p) = A_n \prod_{\nu=1}^{n} [(p - p_{c\nu})/\omega_s]$ mit $A_n = 1$ für ungerade Grade n und

$$A_n = \sqrt{1 + \exp(-2a_{Ks})}$$

für gerade Grade n.

Die Fälle mit geradem Grad n ergeben für $p \to \infty$ eine endliche Dämpfung und sind deshalb nicht kopplungsfrei realisierbar; auch die Fälle mit ungeradem Grad n sind in Abzweigschaltung nur dann realisierbar, wenn die Sperrdämpfungsforderung genügend hoch liegt (z. B. $a_{Bs} \geqq 2{,}75$ Np für n = 5; $a_{Bs} \geqq 4{,}84$ Np für n = 7 und $a_{Bs} \geqq 6{,}73$ Np für n = 9). Die Schaltung enthält (n − 1)/2 Schwingkreise und weitere (n + 1)/2 Spulen oder Kondensatoren bei Wahl des positiven bzw. negativen Vorzeichens in Gleichung (103). Explizite Formeln für die Schaltelemente sind nicht bekannt. Bild 46 zeigt als Beispiel

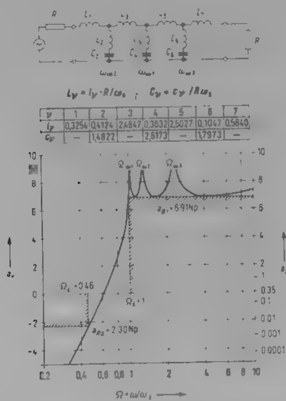


Bild 46. Inverser Tschebyscheff-Tiefpaß vom Grad 7.

einen inversen Tschebyscheff-Tiefpaß mit n = 7 und $a_{Bs} = 6{,}91$ Np; für eine Durchlaßkante bei $a_{Rd} = 2{,}30$ Np wird $\omega_d/\omega_s = 0{,}46$.

4.5.4. Der Cauer-Tiefpaß. Die Betriebsdämpfung oder charakteristische Dämpfung eines Cauer-Tiefpasses vom Grad n durchläuft sowohl im Durchlaßfrequenzbereich $0 \leqq \omega \leqq \omega_d$ als auch im Sperrfrequenzbereich $\omega_s \leqq \omega \leqq \infty$ den Bereich unterhalb bzw. oberhalb einer zugelassenen Garantiedämpfung genau n mal und wächst im Übergangsfrequenzbereich $\omega_d \leqq \omega \leqq \omega_s$ monoton. Zur Ausnützung der Symmetrie bezieht man die Frequenzen zweckmäßig auf das geometrische Mittel der Durchlaß- und Sperrkante

$$P = j\Omega = p/\sqrt{\omega_d \omega_s} \qquad (105)$$

und kann dann die charakteristische Funktion ansetzen in der selbstreziproken Form

$$\varphi(P) = H \cdot \prod_{\nu=1}^{n} \left(\frac{P - j\Omega_{0\nu}}{1 - j\Omega_{0\nu} P}\right), \qquad (106)$$

so daß Tschebyscheff-Verhalten im Durchlaßbereich wegen $\varphi(P)/H = H/\varphi(1/P)$ das entsprechende Verhalten im Sperrbereich nach sich zieht. Für die Lage der Nullstellen $\Omega_{0\nu}$ und Pole $\Omega_{\infty\nu}$ ergibt sich

$$\Omega_{0\nu} = 1/\Omega_{\infty\nu} = \Omega_d \cdot \mathrm{sn}\left[\left(1 - \frac{2\nu - 1}{n}\right) \cdot K; k\right], \quad 1 \leqq \nu \leqq n, \qquad (107)$$

wobei sn $[u; k]$ die Jakobische elliptische Funktion mit dem Modul $k = \omega_d/\omega_s = \Omega_d^2$ und $K = K(k)$ das zugehörige vollständige elliptische Integral erster Gattung bedeuten. Die Frequenzen $\hat{\Omega}_\nu$ der gleich hohen Dämpfungsmaxima im Durchlaßbereich und die Frequenzen $\check{\Omega}_\nu$ der gleich hohen Dämpfungsminima im Sperrbereich sind

$$\hat{\Omega}_\nu = 1/\check{\Omega}_\nu = \Omega_d \cdot \mathrm{sn}\left[\left(1 - \frac{2\nu}{n}\right) K; k\right]; \quad 0 < \nu < n. \qquad (108)$$

Das Verhältnis der Garantiewerte der charakteristischen Funktion im Durchlaß- und Sperrbereich ist

$$k_1 = \frac{\varphi(j\Omega_d)}{\varphi(j\Omega_s)} = \frac{\varphi(j\hat{\Omega}_\nu)}{\varphi(j\check{\Omega}_\nu)} = e^{-(a_{Ks} - a_{Kd})} = \begin{cases} \prod_{\nu=1}^{n} \hat{\Omega}_\nu^2 & \text{für ungerade n} \\ \prod_{\nu=1}^{n} \Omega_{0\nu}^2 & \text{für gerade n}. \end{cases} \qquad (109)$$

Sind die Durchlaß/Sperrverhältnisse $k = \omega_d/\omega_s$ und $k_1 = \varphi(j\omega_d)/\varphi(j\omega_s) = \exp(a_{Kd} - a_{Ks})$ vorgegeben, so wird der benötigte Grad des Cauer-Tiefpasses

$$n = \frac{K(k) \cdot K_1'\left(\sqrt{1 - k_1^2}\right)}{K'\left(\sqrt{1 - k^2}\right) \cdot K_1(k_1)} \approx \frac{2}{\pi^2} \cdot [a_{Bs} + a_{Rd} + \ln 4] \cdot \ln \frac{8\,\omega_d}{\omega_s - \omega_d}; \qquad (110)$$

sofern sich n nicht zufällig ganzzahlig ergibt, ist die nächsthöhere ganze Zahl zu wählen und die Reserven können auf k und k_1 verteilt werden. Um die Kurve der charakteristischen Dämpfung noch auf das gewünschte Niveau zu heben, ist für die reelle Konstante H in Gleichung (106) zu wählen

$$|H| = |\varphi(\pm j)| = \exp \frac{1}{2}(a_{Ks} + a_{Kd}). \qquad (111)$$

Aus den beiden Polynomen der charakteristischen Funktion wird das Hurwitz-Polynom bestimmt, dessen komplexe Nullstellen sich auch noch mit Hilfe der elliptischen Funktionen explizit ausdrücken lassen. Die Schaltelementewerte aber müssen numerisch abgebaut werden, falls man sie nicht einem auf Vorrat berechneten Katalog entnehmen kann. Cauer-Tiefpässe mit geradem Grad n haben keine Sperrstelle bei $p = \infty$ und sind deshalb nicht kopplungsfrei realisierbar; dies kann, allerdings auf Kosten eines weniger

steilen Übergangsbereichs, ermöglicht werden durch eine Frequenztransformation, die die äußerste Sperrstelle nach ∞ verschiebt. Symmetrische Cauer-Tiefpässe haben ungeraden Grad n und sind kopplungsfrei realisierbar, sofern $|H| \geq 1$, d. h. die garantierte Sperrdämpfung a_{Bs} nicht kleiner als die garantierte Reflexionsdämpfung a_{Rd} ist. Die Abzweigschaltung enthält n Zweige, von denen $(n-1)/2$ aus Schwingkreisen und $(n+1)/2$ aus Spulen oder Kondensatoren bestehen.

Bild 47 zeigt als Beispiel einen Cauer-Tiefpaß mit $n=7$, $a_{Bs}=6{,}91$ Np und $a_{Rd}=2{,}30$ Np; zu $k_1 = 0{,}0001$ gehört $k = \omega_d/\omega_s = 0{,}735$.

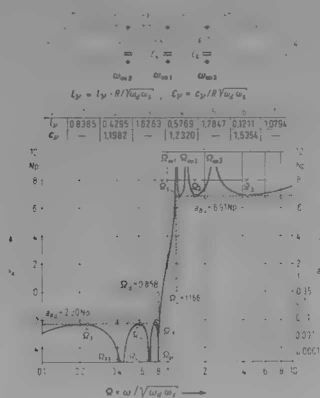


Bild 47. Cauer-Tiefpaß vom Grad 7.

4.6. **Einseitig abgeschlossene Filter und Weichen.** Auch Filter, die nur auf einer Seite mit einem ohmschen Widerstand beschaltet sind, lassen sich nach der Betriebsparametertheorie ganz entsprechend berechnen. Die Übertragungsfunktionen können hier natürlich nicht mehr aus Wellen- oder Leistungsverhältnissen, sondern müssen aus Spannungs- oder Stromverhältnissen definiert werden, wie es Bild 48 für die 4 möglichen Betriebsschaltungen zeigt. Auch diese 4 Übertragungsfunktionen $N(p)$, $N_L(p)$, $M(p)$ und $M_K(p)$ sind reelle, rationale Funktionen der komplexen Frequenz p. Ihr Nennerpolynom muß bei Reaktanzvierpolen auch hier ein gerades oder ungerades Polynom und ihr Zählerpolynom ein Hurwitz-Polynom von mindestens ebenso hohem Grad sein; eine Betragsbedingung $|N(j\omega)| \geq 1$ oder $|M(j\omega)| \geq 1$ besteht aber hier nicht. Zur Approximation von Forderungen an die Spannungsdämpfung $a_N = \ln |N(j\omega)|$ (und entsprechend für die 3 übrigen Dämpfungen) macht man auch hier zweckmäßig Gebrauch von einer rationalen Hilfsfunktion $\varphi_N(p)$; anstelle von Gleichung (79a) tritt aber die Beziehung

$$N(p)\,N(-p) = \ddot{u}^2\,[1 + \varphi_N(p)\,\varphi_N(-p)] \quad (112)$$

mit einer geeignet gewählten Konstanten $\ddot{u}$, und ein Zusammenhang mit den Reflexionseigenschaften des Vierpols ist natürlich durch $\varphi_N(p)$ nicht gegeben.

Wenn die Übertragungsfunktion [z. B. $N(p)$] gefunden ist, so ist gemäß Bild 48 allerdings erst eine Zeile oder eine Spalte der Kettenmatrix bestimmt. Die beiden fehlenden Matrixelemente werden durch die Determinantenbedingung $|A| = 1$ und die Zusatzforderung festgelegt, daß der in Bild 48 jeweils angegebene Betriebswiderstand bzw. Betriebsleitwert keine Pole auf der $j\omega$-Achse haben soll (Minimalreaktanz bzw. Minimalsuszeptanz).

Realisierende Vierpole, die gemäß dieser Zusatzforderung keine überflüssigen oder praktisch sogar störenden Reaktanzen enthalten, bekommt man

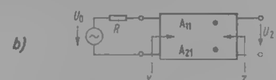
a) 

Spannungs-Übertragungsfunktion:

$$N(p) = \frac{U_1}{U_2} = A_{11}(p) + A_{12}(p)/R$$

$$X_{2K}(p) = \frac{A_{12}}{A_{11}} = \frac{N_u(p)}{N_g(p)} \cdot R$$

$Y_1(p)$ Minimalsuszeptanz

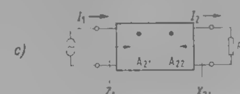
b) 

Leerlauf-Übertragungsfunktion:

$$N_L(p) = \frac{U_0}{U_{2L}} = A_{11}(p) + A_{21}(p) \cdot R$$

$$X_{1L}(p) = \frac{A_{11}}{A_{21}} = \frac{N_{Lg}(p)}{N_{Lu}(p)} \cdot R$$

$Z_2(p)$ Minimalreaktanz

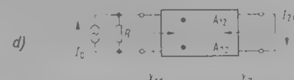
c) 

Strom-Übertragungsfunktion:

$$M(p) = \frac{J_1}{J_2} = A_{21}(p) \cdot R + A_{22}(p)$$

$$X_{21}(p) = \frac{A_{22}}{A_{21}} = \frac{M_g(p)}{M_u(p)} \cdot R$$

$Z_1(p)$ Minimalreaktanz

d) 

Kurzschluß-Übertragungsfunktion:

$$M_K(p) = \frac{J_0}{J_{2K}} = A_{12}(p)/R + A_{22}(p)$$

$$X_{1K}(p) = \frac{A_{12}}{A_{22}} = \frac{M_{Ku}(p)}{M_{Kg}(p)} \cdot R$$

$Y_2(p)$ Minimalsuszeptanz

Bild 48. Einseitig abgeschlossene Reaktanzvierpole.

durch Abbau desjenigen Leerlauf- oder Kurzschlußwiderstandes, der nach Bild 48 durch das Verhältnis des geraden Teils (Index g) und des ungeraden Teils (Index u) der betreffenden Übertragungsfunktion gegeben ist, unter Beachtung der durch das Nennerpolynom gegebenen Sperrstellen wie in Abschnitt 4.4. Eventuell benötigte Übertrager müssen gesondert bestimmt werden, bei Tiefpässen und Hochpässen am einfachsten durch Vergleich des Verhaltens der abgebauten Schaltung und der Übertragungsfunktion bei den Randfrequenzen 0 bzw. ∞.

Die einseitig abgeschlossenen Filter werden unter anderem als Teilfilter von elektrischen Weichen nach Bild 49 benötigt. Wir betrachten im folgenden

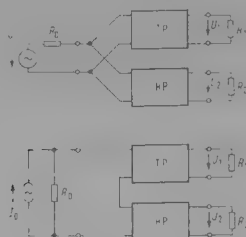


Bild 49. Parallel- und Reihen-Weichenfilter.

eine eingangsseitige Parallelschaltung von Tiefpaß und Hochpaß, doch läßt sich durch die duale Betrachtungsweise ebenso eine eingangsseitige Reihenschaltung behandeln; die Betrachtung läßt sich auch auf Bandpaß-Bandsperrenweichen anwenden oder auf Weichen aus mehr als 2 Teilfiltern erweitern.

Gefordert ist ein bestimmter Betriebsdämpfungsverlauf

$$a_{B1}(\omega) = \ln \frac{U_0}{2U_1} \sqrt{\frac{R_1}{R_0}}$$

und

$$a_{B2}(\omega) = \ln \frac{U_0}{2U_2} \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_0}}\,.$$

Wenn Tiefpaß und Hochpaß schon für sich allein diese Eigenschaften beim Betrieb zwischen ohmschen Widerständen hätten, würden sie sich in der Zusammenschaltung mehr oder weniger gegenseitig stören. Diese unübersichtlichen Verhältnisse vereinfachen sich sehr, wenn man zusätzlich fordert, daß der Eingangsscheinwiderstand der Filterkombination am Scheitel bei allen Frequenzen gleich dem Innenwiderstand R_0 der Quelle sein soll. Bei einer solchen »strengen Weiche« ist die Eingangsspannung der parallelgeschalteten Teilfilter konstant gleich $U_0/2$, und die Betriebsübertragungsfunktionen von der Quelle zu den beiden Weichenausgängen werden proportional den Spannungsübertragungsfunktionen der Einzelfilter:

$$S_1(p) = \sqrt{R_1/R_0} \cdot N_1(p); \quad S_2(p) = \sqrt{R_2/R_0} \cdot N_2(p). \tag{113}$$

Die Teilfilter sind also nach ihrer Spannungsdämpfung a_N (Bild 48a) zu berechnen.

Da eine strenge Weiche die maximal abgebbare Leistung der Quelle stets voll aufnimmt und sie über die Reaktanzfilter verlustlos an die Abschlußwiderstände weitergibt, muß für die Dämpfungen der Teilfilter gelten

$$e^{-2a_{B_1}(\omega)} + e^{-2a_{B_2}(\omega)} = \frac{R_0}{R_1} |N_1(j\omega)|^{-2} + \frac{R_0}{R_2} |N_2(j\omega)|^{-2} = 1\,. \tag{114}$$

Setzt man Gleichung (112) mit $\ddot{u}_1^2 = R_0/R_1$ und $\ddot{u}_2^2 = R_0/R_2$ in die Leistungsbilanz (114) ein, so folgt als Beziehung zwischen den charakteristischen Funktionen der beiden Teilfilter einer strengen Weiche

$$\varphi_{N1}(p) \cdot \varphi_{N2}(p) = 1\,. \tag{115}$$

Da das Nennerpolynom von φ_N bei Reaktanzvierpolen gerade oder ungerade sein muß, gilt dies hier auch für das Zählerpolynom, d. h., die charakteristischen Funktionen für die beiden Teilfilter einer strengen Weiche dürfen nur als gerade oder ungerade rationale Funktionen angesetzt werden, genau wie bei symmetrischen oder antimetrischen beidseitig abgeschlossenen Filtern. Zu dem Ansatz $\varphi_{N1} = h_N(p)/f_N(p)$ gehört also $\varphi_{N2} = f_N(p)/h_N(p)$ und mit den Gleichungen (112) bis (114) oder Gleichung (79b) ergibt sich ein Hurwitz-Polynom $g_N(p)$ und damit die Betriebsübertragungsfunktionen vom Scheitel zu den beiden Ausgängen $S_1(p) = g_N/f_N$ bzw. $S_2(p) = g_N/h_N$. Die Betriebsübertragungsfunktion zwischen den beiden Ausgängen ist $S_{1,2}(p) = S_1(p) \cdot S_2(p)$; die Echoübertragungsfunktion ist am Scheitel $T_0 = \infty$ und an den beiden Ausgängen $T_1(p) = \pm S_2^2(p)$ bzw. $T_2(p) = \pm S_1^2(p)$, d. h. die Reflexionsdämpfung am Tiefpaßausgang (Hochpaßausgang) ist bei jeder Frequenz genau doppelt so groß wie die Betriebsdämpfung des Hochpasses (Tiefpasses).

Bei der Überschneidungsfrequenz einer strengen Weiche aus 2 Teilfiltern wird $a_{B1} = a_{B2} = 0{,}35$ Np. Falls das Toleranzschema für $a_{B1}(\omega)$ und $a_{B2}(\omega)$ mit Gleichung (114) nicht verträglich ist, z. B. weil bei der Überschneidungsfrequenz die Dämpfung größer als 0,35 Np sein soll, so wird man sich meist für eine nicht strenge Weiche mit Scheinwiderstandskorrektur am Scheitel entscheiden, oder man müßte in der Leistungsbilanz (114) einen dritten Summanden hinzufügen und die ihm entsprechende Leistung einem weiteren Abschlußwiderstand zuführen, indem man zu einem Weichenteilfilter eine zweite strenge Weiche mit anderer Überschneidungsfrequenz in Kette schaltet oder ein drittes Teilfilter parallelschaltet.

4.7 Verlustkompensation. Da reine Reaktanzen nicht realisierbar sind, eine Synthese von Impedanzvierpolen aber wesentlich umständlicher und noch nicht befriedigend möglich ist, muß man sich über die Auswirkung kleiner Verluste durch Näherungsmethoden Rechenschaft geben. Werden die Verluste einer Induktivität L durch einen Serienwiderstand R

und die Verluste einer Kapazität C durch einen Parallelleitwert G dargestellt, so wird die induktive Impedanz

$$Z_L = pL + R = \left(p + \frac{R}{L}\right) \cdot L = (p + \varepsilon_L)\, L \quad (116)$$

und die kapazitive Admittanz

$$Y_C = pC + G = \left(p + \frac{G}{C}\right) \cdot C = (p + \varepsilon_C)\, C\,. \quad (117)$$

Um überschaubare Verhältnisse zu bekommen, muß man voraussetzen, daß alle Spulen und alle Kondensatoren eines Vierpols den gleichen, frequenzunabhängigen Verlustbeiwert ε_L bzw. ε_C haben, und wir wollen hier noch weiter vereinfachend $\varepsilon_L = \varepsilon_C = \varepsilon$ annehmen. Das Hinzufügen solcher »gleichmäßiger Verluste« in einem Reaktanzvierpol bedeutet, daß sich nur überall p in $p + \varepsilon$ ändert, d. h. die Eigenschaften eines verlustbehafteten Vierpols bei der Frequenz p sind die gleichen wie die eines verlustfreien Vierpols bei der Frequenz $p + \varepsilon$. Die Betriebsdämpfung (Reflexionsdämpfung) nimmt bei den Sperrfrequenzen $p = j\omega_{\infty\nu}$ (Anpassungsstellen $p = j\omega_{0\mu}$) nur noch endliche Werte an, da die Pole durch die Verluste nach $j\omega_{\infty\nu} - \varepsilon$ (bzw. $j\omega_{0\mu} - \varepsilon$) gewandert sind. Die Nullstellen des Hurwitz-Polynoms $g(p)$ sind ebenfalls weiter in die linke Halbebene gewandert, was eine Erhöhung der Betriebsdämpfung im Durchlaßbereich, besonders in der Nähe der Durchlaßkanten, zur Folge hat.

Diese Betrachtung legt auch gleich eine Kompensationsmöglichkeit des Verlusteinflusses nahe, indem man vor der Realisierung möglichst in allen 3 Polynomen $g(p)$, $h(p)$ und $f(p)$ die Frequenz p durch $p - \varepsilon$ ersetzt, d. h. die Nullstellen in der komplexen p-Ebene um den Wert ε nach rechts verschiebt. Daß das Sperrpolynom $f(p)$ dadurch ein gemischtes würde, verstößt aber gegen eine Realisierbarkeitsbedingung für Reaktanzvierpole; um nicht durch Erweitern den Grad erhöhen zu müssen und dann auch ganz andere realisierende Schaltungen zu erhalten, verzichtet man deshalb gewöhnlich auf eine Vorverzerrung des Polynoms $f(p)$ und nimmt die meist nur an den Sperrstellen merklichen Dämpfungsfehler in Kauf. Wichtig ist dagegen die Vorverzerrung der Dämpfung im Durchlaßbereich, indem das Hurwitz-Polynom $g(p)$ ersetzt wird durch das neue Polynom $g_v(p) = c \cdot g(p - \varepsilon)$ und der kleinste Faktor c bestimmt wird, der die Bedingung $|S_v(j\omega)| = |g_v(j\omega)/f(j\omega)| \geq 1$ für alle ω erfüllt. Wenn die Voraussetzung $\varepsilon_L = \varepsilon_C = \text{const.}$ nicht zutrifft, müssen die günstigsten Verschiebungen der Nullstellen iterativ bestimmt werden. Die mögliche Vorverzerrung durch Rechtsverschiebung der Nullstellen von $g(p)$ ist natürlich dadurch begrenzt, daß auch $g_v(p)$ noch ein Hurwitz-Polynom bleiben muß: Je schärfer der Übergang vom Durchlaßbereich in den Sperrbereich sein soll, desto dichter liegen die Eigenfrequenzen an der $j\omega$-Achse, desto kleiner ist der kompensierbare Verlustbeiwert ε! Das dritte Polynom $h(p)$, das man bei beidseitig abgeschlossenen Filtern für die Kettenmatrix Gleichung (82) braucht, kann nicht mehr unabhängig von den anderen vorverzerrt werden, sondern muß wegen der Leistungsbilanz des Reaktanzvierpols aus der Gleichung (79b) entsprechenden Beziehung

$$h_v(p) \cdot h_v(-p) = g_v(p) \cdot g_v(-p) - f(p) \cdot f(-p) \quad (118)$$

bestimmt werden. Die Nullstellen dieses Polynoms werden im allgemeinen komplexe Quadrupel bilden, und da $h_v(p)$ nur ein reelles, aber kein Hurwitz-Polynom zu sein braucht, gibt es viele Möglichkeiten der Nullstellenaufteilung; die zugehörigen Filter unterscheiden sich nur in der Reflexionsphase, nicht aber in der Reflexionsdämpfung. Die Matrix des vorverzerrten Reaktanzvierpols wird nun aus den neuen Funktionen $\varphi_v(p) = h_v(p)/f(p)$ und $S_v(p) = g_v(p)/f(p)$ nach Gleichung (82) aufgebaut und wie üblich realisiert.

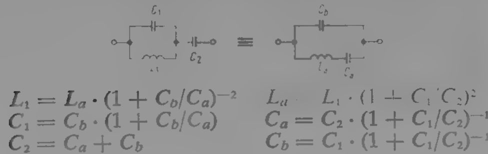
Im größten Teil des Durchlaßbereiches, wo später die Verluste nur eine geringe Wirkung haben, ist die Dämpfung des vorverzerrten Reaktanzfilters durch Fehlanpassung entsprechend angehoben. Der große Reflexionsfaktor und die dadurch gegebene erhöhte Toleranzempfindlichkeit ist ein beachtlicher Nachteil dieser Verlustvorverzerrung.

4.8 Äquivalente Schaltungsumwandlungen. Die Rechnung liefert oft so kleine oder so große, eventuell auch negative Werte für die Schaltelemente, daß das Filter in dieser zunächst berechneten Form schlecht oder gar nicht realisierbar ist. Man kann dann versuchen, durch eine andere Reihenfolge beim Abbau der Sperrstellen oder durch andere äquivalente Umwandlungen von Teilen der Gesamtschaltung günstigere Elementewerte zu erreichen. Die theoretische Basis solcher äquivalenter Umwandlungen bilden allgemeine Transformationsmatrizen, doch sollen im folgenden nur einige der gebräuchlichsten Umwandlungen als Beispiele kurz geschildert werden.

Die Parallelschwingkreise mit Serienkondensatoren in den Längszweigen des Bandpasses Bild 43 können nach der Äquivalenz Bild 50 umgewandelt werden in Serienkreise mit Parallelkapazitäten; dabei werden die Induktivitätswerte größer und die Kapazitätswerte kleiner. Mit den Schwingkreisen der Querzweige in Bild 43 könnte die umgekehrte Umwandlung vorgenommen werden.

Die Norton-Transformation nach Bild 11 ist außerordentlich vielseitig anwendbar. Zum Beispiel kann ein Übertrager zusammen mit einem Reaktanzelement (vorzugsweise einer Kapazität) durch eine Π- oder T-Schaltung äquivalent ersetzt werden, wobei allerdings stets einer der 3 Zweige negativ wird; man muß deshalb den Übertrager zuerst an eine Stelle der Schaltung schieben, wo zwei gleichartige Reaktanzelemente im Längs- und Querzweig zusammenstoßen (was nur bei Bandpässen möglich ist), so daß die entstandene negative Reaktanz von der positiven aufgenommen werden kann. Auch Änderungen des Impedanzniveaus im Inneren einer Bandpaßschaltung sind recht freizügig mit solchen »kapazitiven Übertragern« möglich. Wenn man auch auf den Parallelschwingkreis $L_{10}C_{10}$ von Bild 43 die Induktivitätserhöhung durch Zweipolumwandlung nach Bild 50 anwenden will, muß man sich erst einen Teil von C_{13} in diesen Zweig herüberholen durch eine Norton-

transformation an C_{11} mit $\ddot{u} < 1$. Wenn man zur Berücksichtigung von Erdkapazitäten etwa im Bandpaß Bild 43 zwischen dem Parallelkreis $L_{12}C_{12}$ und dem

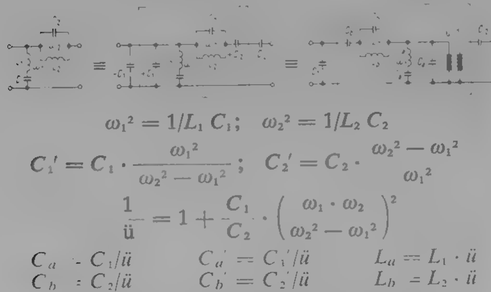


$$L_1 = L_a \cdot (1 + C_b/C_a)^{-2} \qquad L_a = L_1 \cdot (1 + C_1/C_2)^2$$
$$C_1 = C_b \cdot (1 + C_b/C_a) \qquad C_a = C_2 \cdot (1 + C_1/C_2)^{-1}$$
$$C_2 = C_a + C_b \qquad C_b = C_1 \cdot (1 + C_1/C_2)^{-1}$$

Bild 50. Beispiel einer äquivalenten Zweipolumwandlung.

Serienkondensator C_{13} eine Querkapazität C_e braucht, so macht man mit C_{13} eine Norton-Transformation mit $\ddot{u} = 1 - C_e/C_{13}$.

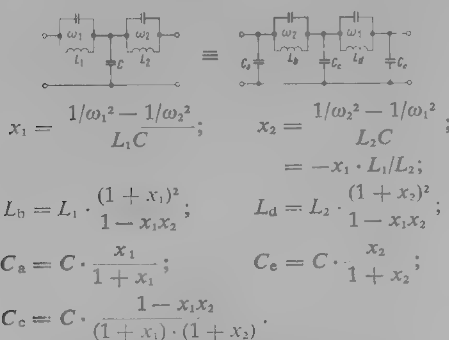
Auch eine Vertauschung der Reihenfolge zweier Sperrstellen kann ohne neuen Abbau noch nachträglich vorgenommen werden. Sollen z. B. in Bild 43 der



$$\omega_1^2 = 1/L_1 C_1; \quad \omega_2^2 = 1/L_2 C_2$$
$$C_1' = C_1 \cdot \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2 - \omega_1^2}; \quad C_2' = C_2 \cdot \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{\omega_1^2}$$
$$\frac{1}{\ddot{u}} = 1 + \frac{C_1}{C_2} \cdot \left(\frac{\omega_1 \cdot \omega_2}{\omega_2^2 - \omega_1^2} \right)^2$$
$$C_a = C_1/\ddot{u} \qquad C_a' = C_1'/\ddot{u} \qquad L_a = L_1 \cdot \ddot{u}$$
$$C_b = C_2/\ddot{u} \qquad C_b' = C_2'/\ddot{u} \qquad L_b = L_2 \cdot \ddot{u}$$

Bild 51. Beispiel eines Bandpaß-Poltausches.

Hochpaßpol $\omega_{\infty 2}$ und der Tiefpaßpol $\omega_{\infty 3}$ ihre Plätze tauschen, so denkt man sich den interessierenden Schaltungsteil herausgeschnitten, wie in Bild 51



$$x_1 = \frac{1/\omega_1^2 - 1/\omega_2^2}{L_1 C}; \qquad x_2 = \frac{1/\omega_2^2 - 1/\omega_1^2}{L_2 C}; \quad = -x_1 \cdot L_1/L_2;$$
$$L_b = L_1 \cdot \frac{(1 + x_1)^2}{1 - x_1 x_2}; \qquad L_d = L_2 \cdot \frac{(1 + x_2)^2}{1 - x_1 x_2};$$
$$C_a = C \cdot \frac{x_1}{1 + x_1}; \qquad C_e = C \cdot \frac{x_2}{1 + x_2};$$
$$C_c = C \cdot \frac{1 - x_1 x_2}{(1 + x_1) \cdot (1 + x_2)}.$$

Bild 52. Beispiel eines Tiefpaß-Poltausches.

mit neuen Bezeichnungen wiedergegeben, und ergänzt den Querzweig durch C_1' und den Längszweig durch C_2' so, daß die Parallel- und Serienresonanzen der beiden Zweige zusammenfallen; ihre Scheinwiderstände sind dann proportional, so daß auf den gestrichelt eingefaßten Teil die Norton-Transformation angewandt und die Reihenfolge von Quer- und Längszweig umgedreht werden kann. Nach Wiedereinfügen des so äquivalent umgewandelten Schaltungsteils werden die negativen Kapazitäten $-C_1'$ und $-C_2'$ im Rest der Schaltung absorbiert. Auch

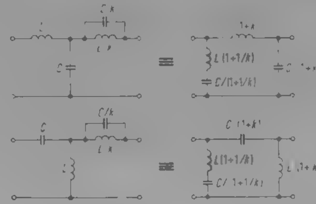


Bild 53. Zwei spezielle Stern-Dreieck-Umwandlungen.

ein Poltausch der beiden Tiefpaß-Sperrstellen $\omega_{\infty 4}$ und $\omega_{\infty 6}$ in Bild 43 ist möglich nach den Äquivalenzbeziehungen von Bild 52; eine der drei Querkapazitäten wird dabei negativ und muß von positiven Kapazitäten aufgefangen werden.

Auch die bekannten Stern-Dreiecks-Umwandlungen können nützlich sein, die spezielle Form von Bild 53 z. B. zur Umwandlung von Sperrkreisen in Saugkreise, wobei allerdings eine doppelte Sperrstelle bei der Frequenz null oder unendlich vorhanden sein muß.

Die Bartlett-Transformation (s. Abschnitt 2.2) kann zur Umwandlung von symmetrischen Teilstrukturen in Brückenglieder benutzt werden. Bild 54 zeigt als Beispiel ein einfaches Bandpaßglied, das, wenn es sehr schmal ist, in der Abzweigschaltung nicht realisiert werden kann, wohl aber in der Brückenschaltung unter Verwendung eines Quarzes.

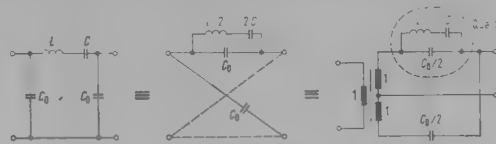


Bild 54.
Bartlett-Transformation bei einem Quarzbandpaßglied.

Besonders wichtig sind schließlich noch einige Umformungen, die von gekoppelten Spulen Gebrauch machen, weil damit erstens negative Schaltelemente sicher umgangen werden und zweitens die Schaltung kanonisch, d. h. mit der kleinsten Bauteilezahl realisiert wird. Eine Übertragungsfunktion vom Grad n braucht bei vollkanonischer Realisierung genau n Blindelemente (2 ideal verkoppelte Induktivitäten als 1 angezapfte Spule gerechnet), und zwar für jede endliche Sperrstelle 1 (meist angezapfte) Spule und 1 Kondensator und für jede Sperrstelle bei 0 oder ∞ eine Spule oder einen Kondensator; die bisher ausschließ-

lich betrachtete Abzweigschaltung braucht dagegen zusätzliche Blindelemente (vorzugsweise Kondensatoren) für die Teilabbauten. Vor allem bei höheren Frequenzen, d. h. kleineren Induktivitätswerten, macht die genügend genaue Realisierung des Abgriffs aber Schwierigkeiten, so daß man dort nur soweit unbedingt notwendig kanonisch realisiert. Zur Durchführung der äquivalenten Umwandlung nach Bild 55

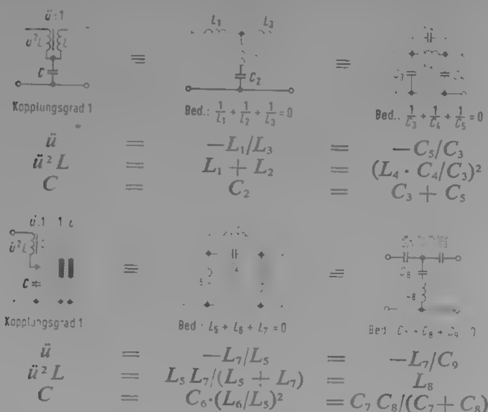


Bild 55. Kanonische Realisierung von Sperrstellen.

denkt man sich aus der zunächst abgebauten Abzweigschaltung Π- oder T-Glieder so herausgeschnitten, daß die Summe der 3 induktiven oder kapazitiven Widerstände oder Leitwerte wie jeweils angegeben Null ergibt, was stets möglich ist. Dieser Teilvierpol hat dann eine Matrix vom Grade 2 und ist durch eine ideal verkoppelte Spule $\ddot{u}^2 L/L$ mit einem Kondensator C, die beide stets positiv sind, äquivalent ersetzbar.

5. Einschwingvorgänge bei Vierpolen (→ Ausgleichsvorgang, → Pupinisierung 4).

Literatur: W. Cauer, Theorie der linearen Wechselstromschaltungen Bd. 1 und 2, Berlin, Akademie-Verlag, 1954 bzw. 1960 — G. Wunsch, Theorie und Anwendung linearer Netzwerke Bd. 1 und 2, Verlag Geest & Portig, Leipzig, 1961 bzw. 1964 — G. Bosse, Einführung in die Synthese elektrischer Siebschaltungen, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1963 — R. Zurmühl, Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1963 — R. Saal u. E. Ulbrich, On the Design of Filters by Synthesis, IRE Transactions on Circuit Theory 5 (1958), S. 284 bis 327 — G. Bosse u. W. Nonnenmacher, Einheitliche Formeln für Filter mit Tschebyscheff-Verhalten der Betriebsdämpfung, Frequenz 13 (1959), S. 33 bis 44 — G. Götz, Die Struktur der Kettenmatrix von Reaktanzvierpolen bei vorgegebener Abzweigschaltung oder vorgegebener charakteristischer Funktion, Frequenz 13 (1959), S. 166 bis 171 — J. Jess u. H. W. Schüßler, On the Design of Pulse-Forming Networks, IEEE Transactions on Circuit Theory, Vol. CT-12 (1965), S. 393 bis 400 — E. Bücherl, Die Synthese von Gruppen eingangsseitig parallelgeschalteter Filter mit angenähert konstantem Eingangswiderstand, Frequenz 20 (1966), S. 56 bis 60.

H. W. Bode, Network Analysis and Feedback Amplifier Design. 14. Aufl., New York 1964 — L. P. Huelsmann. Circuits, matrices and linear vector spaces, New York 1963 — J. Wallot, Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, 5. Aufl., Berlin 1948.

R. Feldtkeller, Einführung in die Siebschaltungstheorie der elektrischen Nachrichtentechnik, Stuttgart, S. Hirzel Verlag, 1963 — E. Rumpelt, Schablonenverfahren für den Entwurf elektrischer Wellenfilter auf der Grundlage der Wellenparameter, Telegr. Fernspr. Tech. 31 (1942), S. 203 bis 210 — R. v. Brandt, Ein einheitliches System der Dimensionierung von Bandpässen nach Zobel und Laurent, Frequenz 7 (1953), S. 167 bis 180 — G. Bosse, Bandpaßschaltungen mit minimaler Spulenzahl, Frequenz 8 (1954), S. 186 bis 192 und 221 bis 225 — J. W. Scholten, Evaluation and design of dissipative composite wave filters, Communication News 16 (1955/56), S. 124—134. *Zuhrt/Matthes*

Vierteljahrsrechnung ist wie die → Monatsrechnung Hilfsmittel für die → Abrechnung mit dem Ausland. Im Gegensatz zur Monatsrechnung ist die V. eine wirkliche Rechnung über einen Forderungsbetrag. Die V. wird nach Saldierung der für das betrachtete Vierteljahr ausgetauschten 6 Monatsrechnungen (je 3 für jede Verkehrsrichtung) in der Regel von der den Spitzenbetrag fordernden Verwaltung aufgestellt. In die V. werden außer den Beträgen der 6 Monatsrechnungen für den Endverkehr Forderungen aus etwaigem Durchgangsverkehr und Forderungen für Sonderleistungen (z. B. für Mietleitungen und für die Lieferung amtlicher Fernsprechbücher) aufgenommen. Die V. ist gleichzeitig die Aufforderung zum Zahlungsausgleich.

Die V. ist ebenso alt wie die Monatsrechnung.

Vigokabel → Seekabelnetz.

visible Speech. Gesprochene Sprache ist im physikalischen Sinn ein Schwingungsvorgang. Neben der Darstellung eines Sprachsignals als Zeitfunktion werden heute bevorzugt graphische Wiedergaben von zeitabhängigen Frequenzspektren — sog. Zeitfrequenzspektren — zur Sprachanalyse verwendet, wobei auf eine Erfassung des Phasenganges verzichtet wird. Sie werden in einer durch eine Zeit- und eine Frequenzachse aufgespannten Informationsebene dargestellt. Die Genauigkeit in der Darstellung hängt von der Bandbreite Δf des zur Analyse benutzten Filters und dessen Einschwingzeit Δt ab; nach der Ungenauigkeitsrelation ist $\Delta f \cdot \Delta t \approx 1$. Unterschiedliche Amplitudenwerte der Schwingungskomponenten werden hier durch unterschiedliche Schwärzungen als dritter Koordinate wiedergegeben. Man erhält so für alle Sprechlaute charakteristische Muster, die sich nach einiger Übung lesen lassen und daher visible Speech-Spektrogramme oder Sonagramme genannt werden. Bei stimmhaften Lauten, speziell den → Vokalen, bestehen die visible Speech-Spektrogramme aus balkenähnlichen Mustern (→ Formanten) im Frequenzbereich von etwa 100 bis etwa 3500 Hz, bei stimmlosen Geräuschlauten (→ Frikativlauten) aus Rauschmustern vornehmlich oberhalb etwa 1900 Hz, bei stimmlosen → Explosivlauten aus senkrecht zur Zeitachse liegenden balkenförmigen Mustern usw.

Der Sprachanalyse dienen Geräte, mit denen Zeitfrequenzspektren von Sprachsignalen bestimmter Dauer aufgenommen werden können (bei den bekanntesten Spektrographen, auch Soundspektrographen genannt, beträgt das Analysenintervall 2,4 sec). Bei den handelsüblichen Soundspektrographen kann man zwei verschiedene Breiten des Analysierfilters einstellen (45 Hz und 300 Hz), je nachdem, ob eine bessere zeitliche oder bessere frequenzmäßige Auflösung gewünscht wird. Zur Herstellung eines Spektrogramms wird der zu untersuchende Sprachvorgang

magnetisch aufgezeichnet und periodisch abgetastet (Frequenzbereich etwa 100 bis 8000 Hz). Die Abtastspannungen werden multiplikativ mit einer veränderlichen, langsam ansteigenden Suchfrequenz gemischt und an den Eingang eines der beiden oben angegebenen Analysefilter gegeben, dessen Ausgangsspannungen über einen Stichel auf spannungsempfindliches Faksimile-Papier als Dichteschrift aufgezeichnet werden. Aus den sich so ergebenden Schwärzungsspuren entsteht das Sprachspektrogramm.

Es ist auch möglich, die von natürlicher Sprache aufgenommenen visible Speech-Spektrogramme in vereinfachter Form zeichnerisch darzustellen und in einem Wiedergabegerät (Playback-Gerät) als monoton klingende Norm-Sprache hörbar zu machen. Sowohl die von natürlicher als auch die von künstlicher Sprache hergestellten Spektren dienen unter anderem dazu, die Vorgänge der Spracherzeugung und der Sprachwahrnehmung zu untersuchen und die Ursachen für Sprachfehler aufzuklären.

Literatur: R. K. Potter, G. A. Kopp und H. C. Green: Visible Speech, 2. Aufl. New York, D. Van Nostrand, 1967. *Endres*

Vocoder, ein aus den Wörtern Voice-Coder gebildetes Kunstwort als Bezeichnung für eine Klasse von Geräten zur Übertragung von Sprache bei verminderter Bandbreite. Jeder V. besteht aus einem Analyseteil, auch Coder genannt, mit dessen Hilfe aus dem eingegebenen und zu übertragenden Sprachsignal nur einige wenige, für die Spracherkennung wesentliche Parameter extrahiert und übertragen werden, und aus einem Syntheseteil, dem Decoder, in dem das ursprüngliche Sprachsignal, durch die übertragenen Parameter gesteuert, wieder regeneriert wird. Am bekanntesten ist der sogenannte Kanal-V. (Bild 1). Bei ihm wird das Sprachsignal durch mehrere

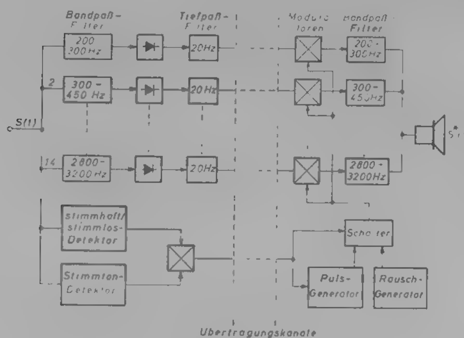


Bild 1. Prinzipschaltbild des Kanal-Vocoders.

Bandpässe (10—20) mit aneinander anschließenden Frequenzbereichen zerlegt. Die Ausgangsspannungen an den Bandpaßfiltern werden durch Tiefpässe geglättet und als Parametersignale von je etwa 25 Hz Bandbreite auf getrennten Kanälen oder durch eine Multiplexeinrichtung über einen einzigen Kanal (Abtast-V., Scan-V.) an den Syntheseteil übertragen. Ein besonderer Frequenzmesser bestimmt die Stimmtonfrequenz und trifft die Entscheidung über das Merkmalpaar (→ Spracherkennung) stimmhaft/stimmlos.

Zum Synthesator gehören ein Pulsgenerator, der bei Eintreffen eines Stimmtonsignales eingeschaltet wird, und ein Rauschgenerator, der nur bei Fehlen des Stimmtonsignals eingeschaltet bleibt. Die beiden Generatoren liefern ihre Schwingungsenergie an eine Reihe von Modulatoren, deren Anzahl der der Bandpässe im Analyseteil entspricht. An die Modulatoren werden gleichzeitig die übertragenen Parametersignale geliefert. Die an den Modulatorausgängen auftretenden Signale werden sodann über Bandpaßfilter geschickt und liefern zusammengefaßt das synthetische Sprachsignal, dessen Verständlichkeit sehr wesentlich von der Anzahl und dem Frequenzverhalten der Teilkanäle abhängt. Naturgetreue

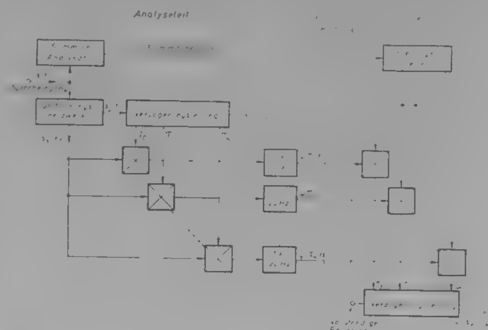


Bild 2. Schematische Darstellung eines Zeitbereichs-Vocoders.

Sprache läßt sich mit Hilfe eines Kanal-V. nur erreichen, wenn ein die Sprachgrundfrequenz und einige ihrer Harmonischen enthaltendes Teilband von der Analyseseite unmittelbar an die Syntheseseite übertragen wird. Nach diesem Prinzip arbeitet der spracherregte V. (Voice-excited-V.), bei dem ein direkt übertragenes Grundband von 720 Hz Bandbreite auf der Syntheseseite nach nichtlinearer Verzerrung auf Modulatoren geführt und durch die auf das restliche Sprachband verteilten Kanalsignale gesteuert wird. Voice-excited-V. zeigten sich bisher allen übrigen Vocodern hinsichtlich der Verständlichkeit und der Naturtreue der übertragenen Sprache überlegen. Beim Formant-V. werden die Frequenz- und Amplitudenschwankungen der Maxima der drei niedrigsten Vokalformanten als Parametersignale übertragen und im Synthesator zur Steuerung von Bandfiltern mit veränderlicher Bandmittenfrequenz benutzt. V. eignen sich auch zur digitalen Sprachübertragung, wobei die schmalbandigen Parametersignale unter Berücksichtigung des Sampling-Theorems (→ Informationstheorie) abgetastet und ihre Amplituden in wenige Stufen quantisiert werden. Zur Übertragung dieser Daten benötigt man bei Anwendung des Multiplexprinzips nur einen Übertragungskanal. Bei dem von M. Schroeder angegebenen und zur Gruppe der Zeitbereichs-V. gehörenden Autokorrelations-V. (Bild 2) treten an

die Stelle diskreter Spektralbereiche diskrete Verzögerungszeiten zweier aus dem eingegebenen Sprachsignal $s(t)$ gewonnenen Kurzzeit-Korrelationsfunktionen $s_1(t)$ und $s_2(t)$. Die Bandbreite dieser letztgenannten Funktion entspricht der Bandbreite des Eingangssignals und ist nach dem Sampling-Theorem vollständig festgelegt, wenn die Abtastwerte im zeitlichen Abstand

$$\Delta\tau = \frac{1}{2 f_g},$$

mit f_g als oberer Grenzfrequenz, gewonnen werden. Zur Übertragung auf ebenfalls etwa 20 Teilkanälen genügen also die Werte $\varphi(\tau, t)$ für die diskreten Verzögerungszeiten τ_n (mit $\tau_{n+1} - \tau_n = \Delta\tau$), wobei

$$\psi(\tau, t) = \int_{t-T}^{t} s_1(\vartheta)\, s_2(\vartheta - \tau_n)\, d\vartheta$$

das im Zeitintervall T zu übertragende Parametersignal ist. Auf der Syntheseseite werden alle Übertragungskanäle im Takte der Sprachgrundfrequenz parallel abgetastet, die so gewonnenen Probewerte auf eine Verzögerungsleitung gegeben, an deren Ende das regenerierte Sprachsignal abgenommen werden kann. Beim Autokorrelations-V. sind die beiden Kurzzeit-Korrelationsfunktionen gleich und entsprechen der Funktion des ursprünglichen Sprachsignals. Der Autokorrelations-V. hat bis heute keine Anwendung in der Nachrichtentechnik gefunden.

Literatur: W. Meyer-Eppler und W. Endres: Synthetische Sprache. In: K. Steinbuch (Hrsg.) »Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung«, 2. Aufl. Berlin/Heidelberg/New York, Springer-Verl. 1967, S. 799—814.

Endres

Vokaldreieck → Formant.

Vokale. Gruppe von Sprechlauten, die beim Sprachvorgang Stimmtonhöhe und Sprachmelodie bestimmen. Sie entstehen durch eine von den Stimmlippen ausgehende impulsförmige Anregung des → Artikulationssystems. Dieses ändert sich während der Sprechdauer eines Vokals normalerweise nur wenig in Größe und Gestalt; die Zeitfunktionen von Vokalen besitzen daher einen quasiperiodischen Verlauf. V. sind frei von Geräuschanteilen und nasalen Klängen. Die Anzahl der in den einzelnen Nationalsprachen vorkommenden V. ist verschieden groß, in der deutschen Umgangssprache kommen etwa 14 V. vor (→ Lautschrift), für die aber nur acht Schriftzeichen (einschließlich der Umlaute) zur Verfügung stehen. Je nach der Gestalt, die die Zunge beim Sprechakt in der Mundhöhle einnimmt, unterscheidet man zwischen frontal, zentral und rückwärtig gesprochenen V. Demzufolge zeigen auch die Zeitfrequenzspektren (→ visible Speech) charakteristische Unterschiede hinsichtlich der Lage der Mittenfrequenzen der → Formanten, wohingegen übereinstimmend jeweils der niedrigste Formant (sog. Unterformant) energiereicher ist als die Oberformanten.

Endres

Vollamtsberechtigung → Amtsberechtigung.

Vollanschrift → Abfassen der Telegramme.

vollautomatischer Auslandsfernsprechverkehr → Auslandsfernsprechverkehr.

vollkommenes Bündel, alte Bezeichnung für Bündel mit voller Erreichbarkeit.

Vollregister → Auslandsregister.

vollständiger Baum → Streckenkomplex.

Vollstörung → Störung.

Volltechnik. Früherer Arbeitsbegriff für das → Fernwählsystem 62 (FwS 62), sollte die technisch überlegene Lösung gegenüber der vorher entwickelten → »Übergangstechnik« herausstellen.

Volltränkung von Fernmeldemasten stellt eine tränktechnische Maßnahme dar zum Erzielen eines optimalen Holzschutzes. Dabei wird mit wasserlöslichen oder öligen Holzschutzmitteln im Kesseldruckverfahren der durchtränkbare Holzbereich maximal mit dem Holzschutzmittel (-lösung) gesättigt. Die V. ist nicht zu verwechseln mit dem Vollschutz des Holzes. Hierunter wird nach der DIN 52 175 ein völliges Durchdringen des zu schützenden Holzes mit Holzschutzmitteln verstanden. Die DBP hat 1964 die V. für das Tränken von Fernmeldemasten mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln eingeführt. Die V. ist nach den bestehenden technischen Vorschriften des Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ) erreicht, wenn innerhalb von 15 Minuten je Kubikmeter Fichtenholz weniger als 3 l, je Kubikmeter Kiefernholz weniger als 5 l Flüssigkeit aufgenommen wird (→ Vakuumdruckverfahren). Bedeutung des Verfahrens: ca. 30% der vom Fernmeldetechnischen Zentralamt (FTZ) beschafften Masten wurden nach diesem Verfahren getränkt. Die V. von Kiefernmasten mit öligen Holzschutzmitteln ist in Deutschland nicht mehr gebräuchlich wegen des unbefriedigenden Oberflächenzustandes der Fernmeldemasten nach dem Tränken (Ausschwitzen von Teeröl).

Vollvermittlungsstelle. Fernsprechortsvermittlungsstelle, die im Gegensatz zur Teilvermittlungsstelle alle zum Aufbau einer Verbindung innerhalb eines Ortsnetzes oder Anschlußbereiches notwendigen Wahlstufen enthält.

Vollziehungsbeamter → Beitreibungsstelle.

Vollzugsordnung für den Fernsprechdienst (VOFe) ist als Anlage zum Internationalen Fernmeldevertrag, letzte Ausgabe, Buenos Aires 1952, erschienen. In der VOFe sind die Vorschriften für den internationalen Fernsprechdienst festgelegt: Begriffsbestimmungen, internationales Fernsprechnetz, Aufbau, Benutzung, Messung der Leitungen, Betriebszeiten, gesetzliche Uhrzeit, amtliches Fernsprechbuch, Gesprächsarten, Gespräche mit besonderer Behandlung, Betriebsverfahren, Gesprächsanmeldungen, Gültigkeitsdauer, Herstellen der Verbindungen, Vorrang der Gespräche, Vermietung von Fernsprechleitungen, Ton- und Fernsehübertragungen, Bildübertragungen, Gebührensätze, Gebührenrechnung, internationale

Abrechnung, Generalsekretariat, CCITT (Comité Consultatif International télégraphique et téléphonique). Die in der VOFe festgelegten Grundsätze dienen als Ausgangspunkt für die → Anweisung für den internationalen Fernsprechdienst (AIF) und → Anweisung für den interkontinentalen Fernsprechdienst. Näheres s. auch die einzelnen Stichwörter.

Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk). Anlage zum »Internationalen Fernmeldevertrag«, dessen Rahmenbestimmungen sie hinsichtlich der besonderen Erfordernisse der Funkdienste ergänzt.

Einen wesentlichen Teil nehmen die allgemeinen Vorschriften für die Zuteilung und Benutzung der Frequenzen ein, hierunter besonders Artikel 5, der den Frequenzbereichsplan für die Zuweisung an Funkdienste im Spektrum von 10 kHz bis 40 GHz enthält (→ Frequenz). In weiteren Abschnitten sind insbesondere einheitlich anzuwendende Verfahren für die Durchführung und die Aufnahme des → Notverkehrs, Dringlichkeitsverkehrs usw. festgelegt, die vor allem für die Schiffahrt und den Luftverkehr von Bedeutung sind. Außerdem ist das Verfahren für die Anmeldung und Registrierung von Frequenzen beim »Internationalen Ausschuß zur Frequenzregistrierung« festgelegt. Neben Verwaltungsbestimmungen für die Funkstellen der verschiedenen Arten von Diensten werden in besonderen Anhängen u. a. noch Übersichten über die von der Fernmelde-Union herausgegebenen Dienstbehelfe aufgeführt.

Zur Zeit ist gültig VO Funk, Genf, 1959, mit Ergänzungsbestimmungen für den Weltraumfunk (Genf, 1963), den Flugfunk (Genf, 1964/65) und den Seefunk (Genf, 1967) (→ Internationale Fernmeldeunion).

Vollzugsordnung für den Telegrafendienst, Genf 1959, enthält die technischen, betrieblichen, verwaltungs- und gebührentechnischen Bestimmungen für den zwischenstaatlichen Telegrafendienst. Der V. sind Entschließungen und Begehren beigefügt.

Vollzwangslauf → Zeichenübermittlung.

Volt ist der Name für die SI-Einheit der elektrischen Spannung, Kurzzeichen V. In bezug auf die Basiseinheiten kg, m, s und A des SI ist

$$1\,\mathrm{V} = 1\,\frac{\mathrm{kg\,m^2}}{\mathrm{A\,s^3}}\,.$$

Es ist aber nicht üblich, die SI-Einheiten der elektrischen und der magnetischen Größen als Potenzenprodukte der genannten vier Basiseinheiten auszudrücken, sondern als Potenzenprodukte der Grundeinheiten m, s, A und V.

Volta, Alessandro, geb. 18. 2. 1745 zu Como, gest. 5. 3. 1827 zu Como. Professor der Physik in Como und Pavia, konstruierte die Voltasche Säule, erfand den Fuchsschwanzelektrophor 1776, den elektrostatischen Kondensator 1782 und das Goldblattelektroskop 1782. Nach ihm wurde die SI-Einheit der Spannung benannt (→ Volt).

Literatur: Arch. Post Telegr. 1927, S. 272ff. W. Ostwald: Die Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre. Leipzig: 1896. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 82ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. W. Ostwald: Die Entwicklung der Elektrochemie S. 35ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1910. Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik, Bd. 1, S. 150. Leipzig: Friedrich Brandstetter 1924. Darmstaedter: Naturforscher und Erfinder S. 60ff. Leipzig: Velhagen & Klasing 1926. Websters Biographical Dictionary. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere des Nachr. Wesens.

Voltampere. Die Einheit Watt darf bei Angabe von elektrischen Scheinleistungen als Voltampere, Kurzzeichen VA, bezeichnet werden.

Voltasche Spannungsreihe → elektrochemische Spannungsreihe.

Volumenregler sind in → Überleiteinrichtungen für Übersee- und → Seefunkdienst auf KW und GW eingesetzte NF-Regelverstärker. Der Sendevolumenregler (S.), Bild 1, soll den Funksender mit

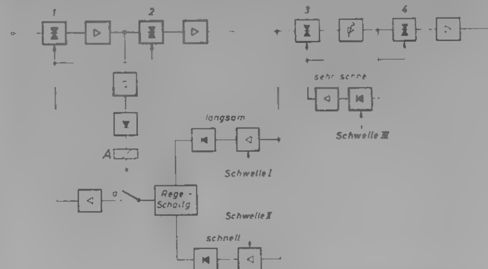


Bild 1. Übersichtsschaltung eines Sendevolumenreglers
1, 2, 3, 4 = stromgesteuerte Dämpfungsglieder.

Sprache voll und konstant ansteuern, so daß der Geräuschabstand auf der Funkstrecke erhöht und/oder die erforderliche Senderleistung herabgesetzt wird. S. werden auch im öbL — in Richtung zum Fahrzeug — betrieben; die UKW-Funkstrecke ist zwar dämpfungsstabil und geräuscharm, jedoch erfordert der erhöhte Straßen- und Motorlärm eine Anhebung des Empfangssprachvolumens. Der S. soll in einem breiten Bereich von Eingangsspannungen ein konstantes → Sprachvolumen und einen definierten maximalen → Sprachspitzenpegel an seinem Ausgang liefern, aber die Sprecher-→Dynamik nicht wesentlich einengen. Der erforderliche Regelbereich wird aufgrund von Messungen festgelegt. In der Verteilung (Bild 2) sind die sich z. T. gegenseitig kompensierenden Einflüsse der unterschiedlichen Sprecherlautstärken, Leitungs- und Bezugsdämpfungen einschl. der Schwankungen durch falsches Halten des Handapparates insgesamt erfaßt. Man sieht, daß Spitzenpegel in der Nähe von —1 NpmO am häufigsten vorkommen und daß ein Regelbereich von etwa 4,5 Np praktisch alle Fälle erfaßt. Der S. regelt in Abhängigkeit von seinem Eingangssprachvolumen. In Sprechpausen fehlt dieses Regelkriterium, im Gegensatz zu HF-Regelverstärkern, in denen ein solches, nämlich die Trägerspannung, ständig vorhanden ist. Es ist deshalb vorteilhaft, daß

der S. in kurzen Sprechpausen seine zuletzt eingestellte Verstärkung beibehält, weil der Sprecher wahrscheinlich nur mit wenig geändertem Volumen weitersprechen wird. Diese Blockade der Verstärkung tritt auch, von der Differential-→Rückkopplungssperre aus betätigt, ein, wenn der ferne Sprecher spricht und hat dann den Zweck, die unerwünschte Einregelung des Verstärkungsgrades des S. durch den Gabelrückfluß zu verhindern. In langen Pausen zwischen den Gesprächen stellt sich langsam eine Ruheverstärkung

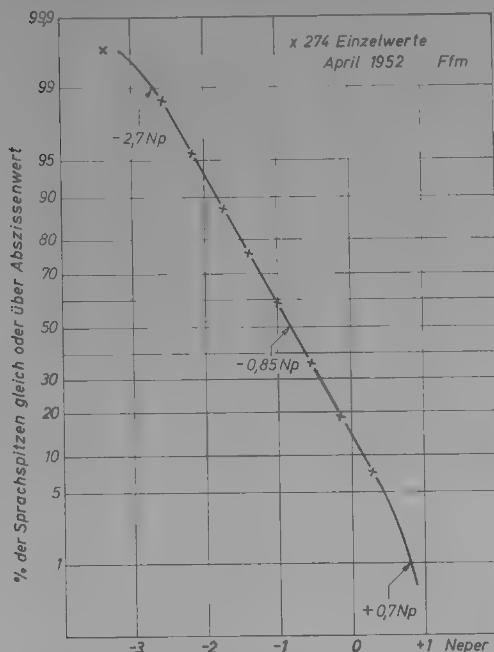


Bild 2.
Häufigkeit von Sprachspitzenspannungen am relativen Pegel 0. Gemessen wurde mit Aussteuerungsmesser (Integrationszeit = 10ms) der Höchstwert eines 10-Sekunden-Abschnittes aus jedem Gespräch (nach J. Wilken).

ein, die das häufigste Eingangsvolumen im Regelbereich (dessen Medianwert) gerade auf das Ausgangs-Sollvolumen anhebt, so daß die Regelung am Gesprächsbeginn entspr. seltener und weniger tätig wird (geringere Verzerrungen).

Die Regelung kann in der Weise erfolgen, daß eine relativ langsam regelnde Stufe (Regelzeitkonstanten ca. 2 s für das Hochregeln bzw. 0,2 s für Abwärtsregeln, entspr. Regelgeschwindigkeiten von ca. 0,5 bzw. 5 Np/s) das Ausgangsvolumen konstant hält (Volumenregler), während eine oder mehrere Schnellregelstufen, die bei definiert höher liegendem Eingangspegel zu regeln beginnen, dafür sorgen, daß der Sprachspitzenpegel am Ausgang um nicht mehr als etwa 12 dB über dem Ausgangsvolumen liegt (Spitzenregler — Normierung höchster Spitzen relativ zum Volumen). Ein am Ausgang vorhandener Amplitudenbegrenzer wirkt nur so lange, bis die schnelle Regelung nachgekommen ist. Danach stellt sich bis zur nächsten stärkeren Volumenänderung ein etwa stationärer Zustand ein, in dem hauptsächlich die langsame Regelung wirkt. Bei am S.-Eingang laut ankommenden Sprechern könnten die um ca. 30 dB unterhalb des jeweiligen Eingangsvolumens liegenden Raumgeräusche die Regelung in Sprechpausen betätigen und sich hochregeln. Um das zu verhindern, hat man die Schaltung so ausgelegt, daß die Ansprechschwelle der langs. Regelung bei höherem Eingangsvolumen heraufgesetzt wird. Der Regelbereich paßt sich dem Eingangsvolumen selbsttätig an. Die Ansprechschwelle kann insgesamt in einem Bereich von ca. 40 dB, dem Gesamtregelbereich für Eingangsspannungen, der auch dem Gesamtgewinn an Geräuschabstand und Senderleistung durch den S. gleich ist, variieren. Beim leisesten Sprecher, der die Regelung noch betätigen kann, fällt diese Ansprechschwelle mit der unteren Grenze des Gesamtregelbereichs des S. zusammen. Diese untere Regelbereichsgrenze muß so bemessen sein, daß es nur selten, z. B. bei $< 1\%$ aller Gespräche, vorkommen kann, daß die leistungsschwächsten Konsonanten, die um den Dynamikbereich des Einzelsprechers (ca. 30 dB) unter seinem max. Spitzenpegel liegen, beim leisesten Sprecher vom Leitungsgeräusch verdeckt werden. Der Empfangsvolumenregler (E.) ist dem HF-Funkempfänger nachgeschaltet und soll die an dessen Ausgang vorhandenen Restschwankungen (bis ca. ± 15 dB) des Sprachvolumens für die Drahtstrecke ausregeln. Die in den HF-Empfängern enthaltene Regelung gleicht den langperiodigen Absorptionsschwund aus. Wird hierzu die empfangene Trägerspannung als Regelkriterium verwendet, so hat es den Nachteil, daß beim Selektivschwund des Trägers auch geregelt wird, obwohl das Volumen der Seitenbänder vom Selektivschwund nur wenig oder gar nicht verändert wird. Die fälschlicherweise erzeugten Volumenschwankungen müssen durch einen E. ausgeregelt werden, wobei wiederum die Sprecherdynamik am Ausgang, an dem ein annähernd konstantes Volumen erscheint, im wesentlichen erhalten bleibt.

Diese Silbenauswertung erreicht, daß der E. das Funkgeräusch in Gesprächspausen nicht unterdrückt (dieses geschieht im → Geräuschminderer), aber auch nicht höher verstärkt als die vor der Pause wirksame Sprache.

Literatur: J. Wilken, Technischer Stand der Endeinrichtungen für Überseetelephonie, VDE-Fachber. 1954, Teil IV, S. 11-15 — Hölzler/Thierbach, Nachrichtenübertragung, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1966, S. 324-5. *Schurig*

Vorabtastung → automatische Zeichenerkennung.

Voranmeldung. Ferngespräche mit V. sind V-Gespräche, bei denen der Name des Anmelders, der mit einer namentlich oder in anderer Weise bezeichneten Person oder mit einer bestimmten Nebenstelle sprechen will, der anzurufenden Teilnehmer-Sprechstelle im voraus übermittelt wird. Solche Gespräche sind in Verkehrsbeziehungen im Selbstwählferndienst nicht zugelassen. Bei der Herstellung sind drei Fälle zu unter-

scheiden: 1. Der Verlangte ist sofort sprechbereit. Das Gespräch wird sofort ausgeführt. 2. Der Verlangte ist nicht sofort, aber zu einer bestimmten Zeit sprechbereit. Dann wird das Gespräch zu dem bestimmten späteren Zeitpunkt von der Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung hergestellt. 3. Der Verlangte ist zu unbestimmter Zeit sprechbereit. In diesem Falle wird die Ausführung des Gesprächs an die für den Verlangten zuständige → Ankunftsvermittlungsstelle, bei der sich der Verlangte später auch sprechbereit meldet, abgegeben.

Voranschlag. V. werden die von den einzelnen Bundesbehörden dem Bundesministerium der Finanzen (BMF) als Unterlagen für die Aufstellung des Entwurfs des Bundeshaushaltsplans gefertigten Zusammenstellungen der für das kommende Rechnungsjahr (Rj.) zu erwartenden Haushaltseinnahmen und -ausgaben, getrennt nach Zweckbestimmungen, Ansätzen und Erläuterungen, genannt. (s. a. §§ 2, 3 und 5 der Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) vom 11. 2. 1929). Sie sind gemäß § 19 Reichshaushaltsordnung (RHO) nach einem vom BMF festgelegten Muster aufzustellen, rechtzeitig festzustellen und dem Bundesminister der Finanzen zu dem von ihm zu bestimmenden Zeitpunkt zu übersenden. Dieser prüft sie, nimmt im Benehmen mit den beteiligten Stellen etwa erforderliche Änderungen vor und stellt danach schließlich den Entwurf des Bundeshaushaltsplanes auf.

Die DBP liefert dem BMF als Unterlage für die Aufstellung des Bundeshaushaltsplanes einen V. zum Einzelplan 13, der jedoch nur die nach § 15 Abs. 2 des Gesetzes über die Verwaltung der Deutschen Bundespost (Postverwaltungsgesetz) vom 24. 7. 1953 im Bundeshaushalt zu veranschlagenden Amtsbezüge des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen und die Einnahmen und Ausgaben für die gemäß § 15 RHO als kaufmännischer Betrieb eingerichtete Bundesdruckerei enthält. Außerdem werden die nach § 21 des Postverwaltungsgesetzes (PostVwG) an den Bund abzuliefernden Beträge als Einnahme im Einzelplan 60 — allgemeine Finanzverwaltung — veranschlagt.

Über alle sonstigen Einnahmen und Ausgaben der DBP stellt der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen gemäß § 17 PostVwG einen eigenen Haushaltsplan, hier V. genannt, auf, der außerhalb des Bundeshaushaltsplanes steht und nicht wie dieser durch Gesetz (Haushaltsgesetz), sondern nach § 12 Abs. 1 Ziffer 1 PostVwG durch Beschluß des Verwaltungsrats der DBP (PVR) festgestellt, d. h. genehmigt wird. Der V. der DBP unterscheidet sich daher wesentlich von den V. der übrigen Bundesbehörden, die als Unterlagen für die Aufstellung des Bundeshaushaltsplanes dienen. Er ist nach den Vorschriften des § 17 PostVwG im Einvernehmen mit dem BMF aufzustellen und nach Feststellung durch den Postverwaltungsrat (PVR) dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat zur Kenntnis vorzulegen.

Nach § 35 PostVwG gelten für die Haushalts- und Wirtschaftsführung der DBP die Vorschriften der RHO vom 31. 12. 1922 in der jeweiligen Fassung mit den Änderungen, die sich aus dem PostVwG und aus der abweichenden Art der Rechnungsführung der DBP ergeben. Danach ist der Voranschlag der DBP so aufzustellen und durchzuführen, daß die zur Erfüllung der Aufgaben und Verpflichtungen der DBP notwendigen Ausgaben aus ihren Einnahmen bestritten werden. Zuschüsse aus der Bundeskasse werden nicht geleistet (§ 15 Abs. 1, PostVwG). Kredite sollen nur zur Schaffung von Anlagewerten aufgenommen werden; ihre Verzinsung und Tilgung aus den Gesamtbetriebseinnahmen muß dauernd gewährleistet erscheinen (§ 22 Abs. 2 PostVwG).

Nach § 19 Abs. 1 PostVwG hat die DBP als → Jahresabschluß eine Gewinn- und Verlustrechnung und eine Bilanz aufzustellen. Daher muß bereits aus dem V. ersichtlich sein, wie sich die Gewinn- und Verlustrechnung einerseits und die Bilanz andererseits voraussichtlich entwickeln werden. Im V. müssen deshalb nicht nur die voraussichtlichen Einnahmen und Ausgaben (Geldvorgänge), sondern auch alle sonstigen Änderungen (Nichtgeldvorgänge) veranschlagt werden, die im Vermögen der DBP während des Rj. voraussichtlich eintreten werden. Die Einnahmen und Ausgaben (Geldvorgänge) sind nach Betrieb und Anlage getrennt zu veranschlagen, je nachdem sie erfolgswirksam oder erfolgsunwirksam sind, d. h., ob sie eine Vermehrung oder Verminderung des Eigenvermögens bedeuten (Betrieb), oder ob dem Kassenzu- oder -abgang eine Verminderung oder Vermehrung eines anderen Vermögensbestandteils gegenübersteht (Anlage). Die erfolgswirksamen Vorgänge ergeben die voraussichtliche Gewinn- und Verlustrechnung, die erfolgsunwirksamen stellen die voraussichtlichen Änderungen in der Bilanz dar. Im Abschluß des V. und ebenso in der Jahresrechnung wird der Gewinn oder Verlust nach dem Zu- oder Abgang am Kassenvermögen und am übrigen Vermögen getrennt ausgewiesen, so daß neben dem betriebswirtschaftlichen Erfolg auch der Überschuß oder Fehlbetrag ersichtlich wird.

Um den V. übersichtlich und klar zu gestalten und die Kontrolle seiner Durchführung zu erleichtern, sind Einnahmen und Ausgaben nach dem → Bruttoprinzip, d. h. getrennt voneinander in voller Höhe zu veranschlagen. Mittel für den gleichen Zweck sollen nicht an verschiedenen Stellen des V. veranschlagt werden. Nach § 6 (1) PHB ist der V. in Einnahme und Ausgabe und in Betrieb und Anlage nach Bedarf in Verbuchungsstellen zu zerlegen. Zu diesem Zweck teilt die DBP ihren V. den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend in Klassen, Gruppen, Kapitel und Titel ein. Sie bedient sich dazu eines → Titelverzeichnisses, das die übersichtliche Einordnung der Haushaltseinnahmen und Haushaltsausgaben, für die es Titelfolge und Zweckbestimmung festlegt, in den V. ermöglicht und die Haushaltsführung erleichtert.

Der V. hat für jeden Titel eine Zweckbestimmung (Dispositiv) und den dafür vorgesehenen Ansatz (Geldbetrag) auszuweisen. Alle Einnahmen mit anderem Ansatz als im Vorjahr, alle Betriebsausgaben, für die nicht im Vorjahr Mittel in mindestens gleicher

Höhe bewilligt waren, und alle Anlageausgaben müssen im V. erläutert werden.

Literatur: Gesetz über die Verwaltung der Deutschen Bundespost (PostVwG) — Posthaushaltsbestimmungen (PHB) — Vialon, Haushaltsrecht — Haushaltspraxis, Kommentar zur Haushaltsordnung (RHO), Verlag Franz Vahlen GmbH, Berlin und Frankfurt am Main, 2. Aufl., 1959 — Postleitfaden Bd. 4, Verwaltungsdienst, 1. Teil, Grundlagen des Verwaltungsdienstes, R. v. Deckers Verlag, G. Schenck, Hamburg, Berlin, Bonn 1961 — Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB) vom 11. 2. 1929. *Clement*

vorausbezahlte Antwort zu Telegrammen → Sonderdienste zu Telegrammen.

Vorbereitungsdienst. Dienst im Beamtenverhältnis auf Widerruf, der der Vorbereitung (Ausbildung) für eine Beamtenlaufbahn dient. Beamte im V. führen die Dienstbezeichnung »Anwärter« oder »Referendar« mit entsprechenden Zusätzen (z. B. Technischer Fernmeldeinspektoranwärter (TFIAw)).

Vorbereitungsgebühr ist im interkontinentalen Dienst (Überseedienst) eine vereinbarte Gebühr, die in bestimmten Fällen für das Nichtzustandekommen einer Verbindung erhoben wird, wobei die Ursache des Nichtzustandekommens beim Anmelder oder beim Verlangten liegen muß, z. B. bei → Ablehnung eines Gesprächs (→ Gebührenbuch für den Fernsprechauslandsdienst).

Vorbereitungsverfahren ist ein → Betriebsverfahren im handvermittelten Ferndienst, bei dem die Gesprächsverbindungen auf der internationalen Leitung (Ltg) nach Vorbereitung so aneinandergereiht werden, daß die wenigen Ltgn möglichst gut ausgenutzt werden. Je nach Lage gibt es das V. mit einseitiger oder mit beiderseitiger Vorbereitung.

Vorbereitungszeit → Richtfunksysteme, Schutzschaltetechnik.

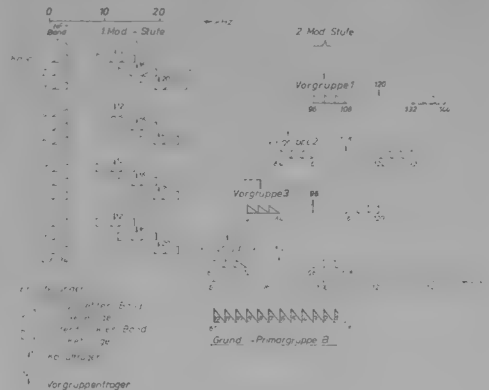
Vordrossel → Spannungskonstanthalter.

voreilende Regelspannung. Prinzip der automatischen Pegelregelung in Wechselstromtelegrafie-Empfängern für Amplitudenmodulation. Ein Teil des Wechselstromtelegrafiesignals wird abgezweigt, gleichgerichtet und zur Steuerung des Arbeitspunktes einer Verstärkerröhre benutzt, während das Signal selbst durch ein Verzögerungsglied so lange verzögert wird, bis die Röhre auf den richtigen Arbeitspunkt eingestellt ist.

Vorfeldeinrichtungen. Technische Einrichtungen für die Mehrfachausnutzung von Fernsprechanschlußleitungen, über die nur wenig Verkehr fließt. Mit ihnen sollen die Kosten für den Ausbau der Leitungsnetze verringert und bei auftretenden Engpässen ggf. kurzfristig mit geringerem Aufwand neue Anschlüsse geschaffen werden können. Bei → Gemeinschaftsanschlüssen werden mehrere Sprechstellen an eine Leitung angeschlossen, indem sie an einem Abzweigpunkt meist über einen Umschalter zusammengeschaltet oder an beliebige Punkte einer Hauptleitung herangeführt werden. Bei → Wählsterneinrichtungen werden dagegen einer größeren Zahl von Teilnehmern mehrere Leitungen zur Verfügung gestellt. In den Vermittlungsstellen sind jeweils besondere Übertragungen erforderlich. An Vorfeldeinrichtungen werden in technischer und betrieblicher Hinsicht verschiedene Forderungen gestellt. Die wichtigsten davon sind: Für die Sprechstellen und die an den Knotenpunkten befindlichen Schalteinrichtungen dürfen keine besonderen Stromquellen benötigt werden, die Einrichtungen müssen wartungsarm sein, die Teilnehmer müssen eigene Rufnummern erhalten, ihre Gebühren müssen getrennt erfaßt werden, das Fernmeldegeheimnis muß gewahrt bleiben, Sonderdienstschaltungen, z. B. für Fernsprechauftragsdienst und Bescheiddienst, müssen gewährleistet sein. *Remer*

Vorführfunkanlage → Genehmigung von Funkanlagen, Vorführgenehmigung.

Vorgruppen-Modulation. Als Vorgruppen-Modulation wird die zweistufige Umsetzung aus der Sprach-Frequenzlage in die Frequenzlage der Grund-Primärgruppe B = 60 bis 108 kHz bezeichnet; das Frequenzschema ist im folgenden Bild dargestellt. Der Vorteil gegenüber der → Einstufen-Modulation sind



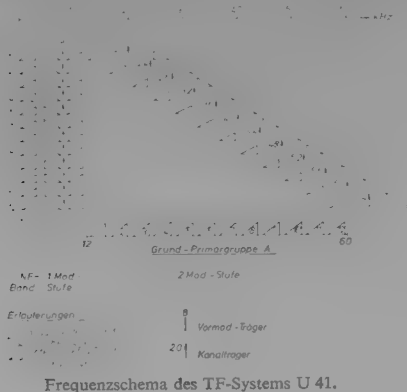
Frequenzschema der Vorgruppen-Modulation.

die geringeren Filterkosten, gegenüber der → Vormodulation die geringere Anzahl von Modulatoren und Filtern. Die modernen deutschen TF-Systeme werden daher aus Primärgruppen B = 60 bis 108 kHz aufgebaut, die über die Vorgruppen-Frequenzlage 12 bis 24 kHz gebildet werden. *Wichmann*

Vormann ist ein mitarbeitender Vorarbeiter in einem Fernmeldebautrupp auf einem Arbeitsposten für Beamte des mittleren oder des einfachen fernmeldetechnischen Dienstes.

Vormodulation. Als Vormodulation wird die Umsetzung der Kanäle eines TF-Systems aus der Sprach-Frequenzlage in eine (für alle Kanäle gleiche) höhere Frequenzlage bezeichnet. Der Zweck ist, durch die höhere Frequenzlage den Abstand zwischen den Kanalträgern und den beiden Seitenbändern zu erhöhen und für die Unterdrückung des einen Seitenbandes einfachere und billigere Kanalfilter gegenüber

einer einstufigen Modulation verwenden zu können (→ Einstufen-Modulation). Der Nachteil der doppelten Zahl von Modulatoren wird durch Filterkosten-Einsparung aufgewogen. Die Vormodulation wurde bereits bei dem vor 1939 entwickelten Primärgruppen-System U 41 für die Bildung der Übertragungs-Frequenzlage 12 bis 60 kHz (s. Bild) angewendet.



Frequenzschema des TF-Systems U 41.

Beim Vormodulations-System V60 (→ Vierdraht-TF-System) wird die System-Übertragungslage durch Vormodulation der Sprachbänder 0,3 kHz bis 3,4 kHz in 60 bis 64 kHz mit anschließender Kanalumsetzung in die Aufbaugruppe 276 bis 324 kHz aus 5 Aufbaugruppen gebildet. *Wichmann*

Vorranggespräche sind Gespräche, deren Herstellung mit Vorrang vor den anderen erfolgt, z.B. → Notgespräche, → Staatsgespräche mit absolutem Vorrang usw. Weiteres s. Rangfolge bei der Herstellung der Verbindungen. Werden V., für die höhere Gebührensätze vorgesehen sind, im → Vorwärtsaufbau hergestellt, wird nur die einfache Gebühr angesetzt. Diese Anordnung gilt nicht im Auslandsferndienst.

Vorrangtelegramme der Vereinten Nationen → Telegrammarten.

Vorratsbehälter-Kathode → Vorratskathode.

Vorratshaltung für Fern- und Bezirkskabel. Für Fehlerbeseitigung im Fernkabel- und Bezirkskabelnetz wird in jedem OPD-Bezirk ein angemessener Kabelvorrat gehalten. Bemessung des Vorrats:

1. Für Fk- und Bzk-Erdkabelstrecken sind typengleiche oder passende ähnliche Formen vorgesehen, und zwar

für eine verlegte Strecke	Höchstbestand	Mindestbestand
bis 20 km	bis 120 m = 0,6%	etwa 60 m
bis 40 km	bis 200 m = 0,5%	etwa 100 m
bis 60 km	bis 240 m = 0,4%	etwa 120 m
bis 80 km	bis 320 m = 0,4%	etwa 160 m
bis 120 km	bis 360 m = 0,3%	etwa 180 m
bis 200 km	bis 500 m = 0,25%	etwa 250 m
über 200 km	bis 1000 m = 0,2%	etwa 500 m

2. Für Fernkabel(FK)- und Bezirkskabel(Bzk)-Röhrenkabelstrecken kommen in Betracht:

2.1. Typengleiche bzw. passende ähnliche Formen, und zwar zweimal die größte Einziehlänge oder für eine verlegte Strecke
bis 10 km eine Vorratslänge bis 300 m,
über 10 km eine Vorratslänge bis 500 m.

2.2. Behelfskabel DM 0,9 mm mit 30, 50, 100, 150, 200, 250 und 300 DA; bei Bedarf 500 bis 1000 m. Der Betrieb von unverstärkten NF-Leitungen wird durch Behelfskabel nicht beeinflußt; für verstärkte und nachgebildete Leitungen und Trägerfrequenz-(TF)-Grundleitungen auf Dieselhorst-Martin(DM)- oder Stern I-Vierseilen(StI-VS) wird in der Nähe der Verstärkerstelle(VrSt) eine Ersatzlänge bis etwa 150 m in Kauf genommen (u. U. Nachstellen der Verstärker und Nachbildungen). Bei größeren Entfernungen der Fehlerstelle von der VrSt sind auch Behelfskabelstücke über 150 m Länge möglich. TF-Leitungen auf TF-Stern-VS können im allgemeinen in ein Behelfskabel mit 0,9 mm DM-VS geschaltet werden, wenn das Behelfskabel mehr als 1 km von der VrSt entfernt eingespleißt wird; bei näher gelegenem Fehlerort (unter 1 km) sollen Kabel mit TF-Stern-VS verwendet werden. z. B. 14 p und 24 p TFBzK. Geschirmte Rf-Kabel werden in gestörten Kabeln durch 4 p, 8 p oder 10 p RfK überbrückt.

3. Der Vorrat für Trägerfrequenzfernkabel (TFFK) und Trägerfrequenzbezirkskabel (TFBzK) soll betragen:
für Erdkabelstrecken 0,6% der verlegten Kabellängen,
für zweigleisig verlegte Kabel 2 × 0,6% der Streckenlänge,
für Röhrenkabelstrecken 2 × die größte Einziehlänge (bzw. für zweigleisige Strecken 4 × diese Länge).

3.1. Falls nicht Vorratslängen vorhanden sind, deren Wellenwiderstandswert mit dem des verlegten Kabels übereinstimmt, sollen folgende Längenmittelwerte des Realteils vom Wellenwiderstand eingehalten werden:

für TFFK mit Styroflexisolierung	etwa 195 — 191 Ω
für TFFK mit Papierisolierung	etwa 178 — 172 Ω
für BzK-Reihenkabel	etwa 176 — 172 Ω
für TFBzK 14 p und 24 p	etwa 172 — 189 Ω

3.2. Für koaxiale Paare darf der Wellenwiderstand von Ersatzstücken unter 14 m Länge um 0,6 Ω, bei größeren Längen um 0,3 Ω gegenüber dem Wert der angrenzenden Kabelstücke abweichen.

4. Für FK und BzK wird die Lagerhaltung auf die gebräuchlichsten, genormten Kabelformen beschränkt.

Literatur: FTZ-Richtlinien 72 D 5 vom August 1961.

Knebel

Vorratskathode ist eine Metallfilmkathode (→ Metallkathode) mit Nachlieferung aus einem durch konstruktive Maßnahmen gegen Entladungseinflüsse geschützten Vorrat an Emissionssubstanz, der in Poren eines Metalls oder in einem Vorratsbehälter unmittelbar oder aus einer Verbindung abscheidbar bereitgehalten wird. Der Metallfilm ist dabei meist Barium und befindet sich auf Wolfram als Grundmetall. Der Metallfilm ist so dünn, daß die Temperatur bis auf

1400°K gesteigert werden kann, ohne daß die Abdampfung übermäßig groß wird. Wegen dieser hohen Temperatur sind Stromdichten bis zu 10 A/cm² möglich. Bei Verwendung eines Vorratsbehälters (Vorratsbehälter-Kathode) erfolgt die Nachlieferung zur Kathodenoberfläche durch einen porösen Körper, der meist auch aus Wolfram besteht. Gebräuchliche Firmennamen für diese Kathode sind L-Kathode oder MK-Kathode (Metall-Kapillar-Kathode). Dienen dagegen die Poren eines Metalls zur Aufbewahrung des Vorrats, dann heißt eine derartige Kathode, unabhängig vom Herstellungsverfahren, Matrix-V. (Matrix-Oxidkathode →Oxidschichtkathode). Das Ausgangsmaterial für die Emissionssubstanz (Verbindungen der Erdalkalimetalle) kann dabei entweder mit dem Pulver des Grundmetalls gepreßt und gesintert werden (Sinterkathode) oder aber in das poröse Metall durch Imprägnieren eingebettet werden (imprägnierte Kathode). Die resultierende Austrittsspannung (→ Austrittspotentialminimum) ist um so kleiner, je größer die Austrittsspannung des Grundmetalls ist. Durch eine Osmiumzwischenschicht kann daher unter sonst gleichen Bedingungen die Arbeitstemperatur um 100°K erniedrigt oder die maximale Stromdichte auf 20 A/cm² gesteigert werden.

Literatur: Knoll—Eichmeier, Technische Elektronik, Bd. 1 u. 2, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg/New York 1965/66.

Schnitger

Vorrechte. Die Gewährung von V. bei der Benutzung der dem öffentlichen Verkehr dienenden Fernmeldeanlagen ist nur aus Gründen des öffentlichen Interesses zulässig (§ 7 Abs. 2 des Fernmeldeanlagengesetzes).

Vor-Rückwärtsverhältnis → Richtcharakteristik.

Vorschriften über Gebühren für Privatfernmeldeanlagen und deren Verjährung.

I. Genehmigungsgebühren

Für genehmigungspflichtige Privatfernmeldeanlagen (PrFAnl) werden monatliche → Genehmigungsgebühren erhoben, wie sie im Gebührenverzeichnis des Teils I der Anlage 3 zur Verordnung über Privatfernmeldeanlagen (PrivFmAnlV) enthalten sind. Genehmigungsgebühren werden i. allg. berechnet für jedes → Grundstück mit → Betriebsstellen einer genehmigungspflichtigen PrFAnl; sie werden deshalb auch als Grundstücksgebühren bezeichnet. Ihre Höhe ist unabhängig von der Zahl der Betriebsstellen auf einem Grundstück; sie richtet sich ausschließlich nach der größten Ausdehnung der PrFAnl, also nach der weitesten Entfernung (in der Luftlinie gemessen) zwischen zwei Betriebsstellen.

Wird eine PrFAnl schalttechnisch in Gruppen unterteilt, so daß nur die Betriebsstellen der jeweiligen Gruppen untereinander verkehren können, so werden die Genehmigungsgebühren für jede Gruppe entsprechend der größten Entfernung zwischen zwei Betriebsstellen einer Gruppe berechnet.

Können in einer derart unterteilten PrFAnl einzelne Betriebsstellen in mehreren Gruppen verkehren, so wird für diese Betriebsstellen die Genehmigungsgebühr mehrfach erhoben, und zwar zusätzlich zur Gebühr für die eigene Gruppe auch die für jede erreichbare andere Gruppe entsprechend ihrer jeweils größten Ausdehnung.

Die schalttechnische Unterteilung einer PrFAnl in mehrere Gruppen ändert nichts an der fernmelderechtlichen Einheit der Gesamtanlage.

Für PrFAnl gemeinnütziger Elektrizitäts-, Ferngas- und Wasserversorgungsunternehmen, die ausschließlich Betriebszwecken dieser Unternehmen dienen, gelten ermäßigte Genehmigungsgebühren.

Bei PrFAnl für Feuer- oder Unfallmeldezwecke — hierzu gehören auch Notrufanlagen — werden Genehmigungsgebühren nicht je Grundstück, sondern je Betriebsstelle erhoben.

Die Gebührenvorschriften sehen für folgende Fälle eine Befreiung von Genehmigungsgebühren vor:

für PrFAnl mit nur 2 Betriebsstellen, wenn diese in demselben Ort liegen, und

für Betriebsstellen von PrFAnl für Feuer- oder Unfallmeldezwecke, die

1. der Allgemeinheit dienen und für jedermann zugänglich sind (z. B. Betriebsstellen auf öffentlichen Straßen, Plätzen oder an sonst allgemein zugänglichen Stellen).

2. sich in Wohnungen von Angehörigen der Hilfsorganisationen (z. B. Polizei, Feuerwehr) oder bei einer Behörde befinden und nur mit der Vermittlungsstelle der PrFAnl, nicht aber mit anderen Betriebsstellen verkehren können.

Bei den PrFAnl für Feuer- oder Unfallmeldezwecke ist auch die Vermittlungsstelle von der Genehmigungsgebühr befreit, wenn mindestens die Hälfte der angeschlossenen Betriebsstellen gebührenfrei ist.

Die Befreiung entfällt, wenn solche Anlagen für Feuer- oder Unfallmeldezwecke von Firmen gewerbsmäßig errichtet und betrieben werden.

II. Leistungsgebühren

Für die Erbringung → besonderer Leistungen der DBP für PrFAnl werden Gebühren nach Teil II des Gebührenverzeichnisses der Anlage 3 zur PrivFmAnlV erhoben.

III. Stromweggebühren sind in Teil III des Gebührenverzeichnisses der Anlage 3 zur PrivFmAnlV enthalten, und zwar im Abschnitt A für → Stromwege, die vor dem 1. 11. 1950, und in Abschnitt B für Stromwege, die nach dem 1. 11. 1950 überlassen worden sind.

IV. Verjährung

Gebühren- und Ersatzansprüche verjähren in einem Jahr. Ansprüche auf Erstattung zuviel gezahlter laufender Gebühren verjähren in vier Jahren, Ansprüche auf Erstattung anderer Gebühren in einem Jahr.

Die Verjährung beginnt mit dem Schluß des Jahres, in dem der Anspruch entsteht; bei Ersatzansprüchen

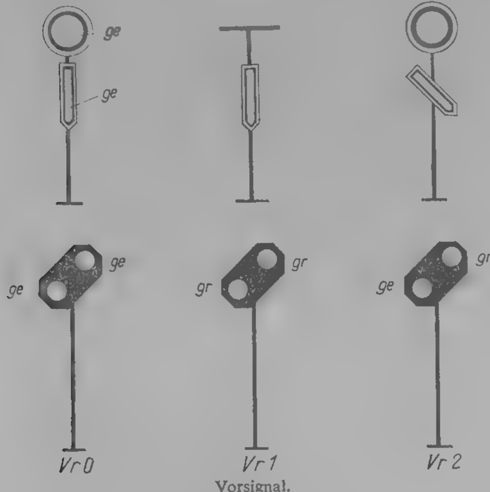
der DBP jedoch nicht vor Schluß des Jahres, in dem sie von dem Schaden und dem zur Ersatzleistung Verpflichteten erfahren hat. Sind die Tatsachen, durch die eine Gebühr entsteht, der DBP unbekannt geblieben, so beginnt die Verjährung der Gebühr erst mit dem Schluß des Jahres, in dem die DBP diese Tatsachen erfährt.

Die Hemmung sowie die Unterbrechung der Verjährung richten sich nach den Vorschriften des Fernsprechrechts. *Dude*

Vorschriftenbereich, europäischer und außereuropäischer → europäischer und außereuropäischer Vorschriftenbereich.

Vorselektion → Trennschärfe.

Vorsignal. Das V. kündigt dem Triebwagenführer die jeweilige Stellung des im Bremswegabstand (in der Regel 700 oder 1000 m) folgenden Hauptsignals an. Es kann wie das Hauptsignal 3 Signalbilder zeigen, und zwar »Zughalt erwarten« (Vr 0), »Fahrt erwarten« (Vr 1) und »Langsamfahrt erwarten« (Vr 2). Als V. werden Form- oder Lichtsignale verwendet. Sie werden unmittelbar rechts neben das zugehörige Gleis gestellt oder über dem Gleis an eine Signalbrücke oder einen Ausleger gehängt (s. Bild). Die Form-V. zeigen in der Stellung Vr 0 eine runde gelbe Scheibe mit schwarzem Ring und weißem Rand sowie einen senkrecht nach unten zeigenden Pfeil in gleicher Farbgebung wie die Scheibe, bei Dunkelheit zwei schräg



Vorsignal.

nach rechts steigende gelbe Lichter. Bei Vr 1 ist die Scheibe weggeklappt. Der Pfeil zeigt wie bei Vr 0 nach unten und bei Dunkelheit zwei schräg nach rechts steigende grüne Lichter. Bei Vr 2 wird die volle Scheibe gezeigt und der Pfeil um seine Mittelachse nach schräg rechts unten gedreht. Nachts ist das linke Licht gelb, das rechte grün. Die Licht-V. zeigen Tag und Nacht die Nachtbilder der Form-V. Ist keine genügende Sicht auf das folgende Hauptsignal zu erreichen, so wird zwischen V. und Hauptsignal ein V.-Wiederholer aufgestellt. Er zeigt die gleichen Signalbilder wie das zugehörige V., wird aber als Wiederholer durch ein weißes Zusatzlicht — links oben neben dem V.-Schirm — gekennzeichnet. Durch mechanische oder elektrische Abhängigkeit ist sichergestellt, daß das V. nie ein höherwertigeres Signalbild als das zugehörige Hauptsignal zeigt. Die Erkennweite des V. muß bei Bögen mit $R < 400$ m 150 m sein, bei flacheren Bögen und in der Geraden 200 m bzw. 250 m. Darüber hinaus werden vor jedem V. eine V.-Tafel — ein hochkant gestelltes Rechteck mit zwei schwarzen Diagonalen in V-Form — und 3 V.-Baken im Abstand von 100 m — 75 m — 75 m aufgestellt, die sich durch einen, zwei und drei Querstriche unterscheiden. Die eingestrichene Bake steht dem V. am nächsten.

Literatur: Signalbuch. *Sasse*

Vorstufenmodulation, eine → Modulation, die in einer Vorstufe des Senders, z. B. als Gittermodulation, vorgenommen wird.

Vorübertragung für Ansagedienste. Die V. ermöglicht Anrufe der Ansagedienste im SWFD. Sie wird fest vor jede im SWFD erreichbare → Ansageübertragung (AnsUe) geschaltet und gibt nach Aufnahme der von der AnsUe abgegebenen Dauerzählspannung je nach Einstellung ein verzögertes → Beginnzeichen oder ein → Wahlendezeichen mit nachfolgendem Beginnzeichen ab. Die erste Variante wird bei V. eingestellt, die über → Richtungswähler oder Zentralvermittlungsstellen-Gruppenwähler angesteuert werden, die zweite Variante bei V., die über Ortsgruppenwähler angewählt werden.

Vorverzerrung → Preemphase.

Vorwahlstufe, Wahlstufe, bei der sich die Wähler in freier Wahl (Suchwahl) ohne vorausgehende gesteuerte Wahl einstellen, z. B. Anrufsucher, Vorwähler. Aufgabe der V. ist es, eine große Zahl von Anschlußleitungen mit schwachem Verkehr auf eine möglichst kleine Zahl von I. Gruppenwählern zu konzentrieren.

Vorwärtsaufbau liegt dann vor, wenn im → abgehenden Verkehr der Anmelder unmittelbar an seine Anmeldung mit dem verlangten Teilnehmer verbunden wird und wenn im → ankommenden Verkehr die Anforderung der → Vermittlungskraft der fernen Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung sofort ausgeführt werden kann. Im Auslandsferndienst → Schnellverfahren.

Vorwärtsstreuung → Radiometeorologie, → troposph. Streuausbreitung, → ionosphärische Streuausbreitung.

Vorwärtswelle → Verzögerungsleitung, → Wanderfeldröhre.

vorzeitige Aufgabe von Teilnehmereinrichtungen ist gegeben, wenn ein Teilnehmer (Tln) Teilnehmereinrichtungen vor Ablauf der → Mindestüberlassungsdauer (MÜD) — also bevor die Teilnehmereinrichtungen kündbar sind, aufgibt. Der Tln hat für die Nichteinhaltung der MÜD Restgebühren zu zahlen. Zieht ein Tln den Antrag auf Herstellung von Teilnehmereinrichtungen nach der Bestätigung durch die DBP zurück, so hat er die schon aufgewendeten Kosten und die Kosten für die Beseitigung bereits hergestellter Einrichtungen zu erstatten.

Vorzimmeranlagen. V. werden auch als »Chef- und Sekretäranlagen« bezeichnet. Sie sind meist für zahlreiche Sonderaufgaben mit höherem technischen Aufwand ausgestattet, aber im Rahmen des Nebenstellennetzes der Hauptanlage nur als Zweitnebenstellenanlagen zugelassen.

In den meisten Fällen werden die V. in der Ausführung als »Kleine Vorzimmeranlagen« verwendet, für die bestimmte Leistungsmerkmale als Regelausstattung und als Ergänzungsausstattung vorgeschrieben sind. Kleine V. bestehen aus 2 Sprechstellen, die entsprechend Bild 1 durch 1 Innenverbindungsleitung verbunden sind und mit je 2 Leitungen beschaltet werden können. Eine zur Hauptanlage führende Leitung muß gemeinsam von beiden Apparaten erreicht werden können. Die zweite Leitung je Apparat kann entspr. Bild 1b einzeln geschaltet werden. Es können direkte Amtsverbindungen, weitere Anschlüsse an die eigene Hauptanlage oder auch an eine andere Hauptanlage sein. Beide Sprechstellen können unabhängig voneinander Gespräche führen.

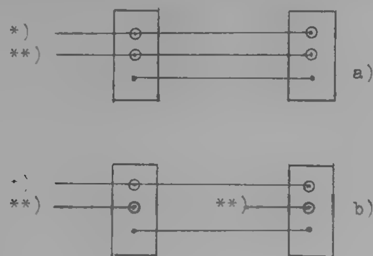


Bild 1. *) Nebenstellenleitung.
**) Hauptanschluß oder Nebenstellenleitung.

Jeder Apparat hat die Möglichkeit zu makeln; hierzu wird während einer Rückfrage über die zweite Leitung die Verbindung über die erste Leitung gehalten. Ferner kann die Nebenanschlußleitung durch Drücken einer Taste geerdet werden. Dadurch erhält der Vorzimmerapparat bei einem Amtsanruf über die Nebenstellenleitung die Möglichkeit zur Rückfrage und Gesprächsumlegung. Nach der Regelausstattung können die ankommenden Rufe so geschaltet werden, daß sie entweder beim Chef oder beim Vorzimmer eingehen. Falls erforderlich, kann der Chef die Anrufe der geschleiften Leitungen sich selbst zuschalten. Der Gesprächszustand auf den geschleiften oder auf Wunsch auf den nicht geschleiften Leitungen wird bei der anderen Sprechstelle durch Leuchttasten gekennzeichnet. Der Chef kann das Vorzimmer zum Mithören auffordern, um wichtige Gespräche mithören oder mitschreiben zu lassen. Die Mithörmöglichkeit kann vom Chef durch Drücken einer Auslösetaste wieder beendet werden. Die Stromversorgung erfolgt aus der Hauptanlage.

Die Ergänzungsausstattung sieht bei Bedarf noch eine besondere Stromversorgungseinrichtung vor. Ferner werden u. a. selbsttätige Rufumschaltungen für die geschleiften Leitungen sowie Anschaltemöglichkeiten für einen Botenruf und ein Türbesetztzeichen geboten.

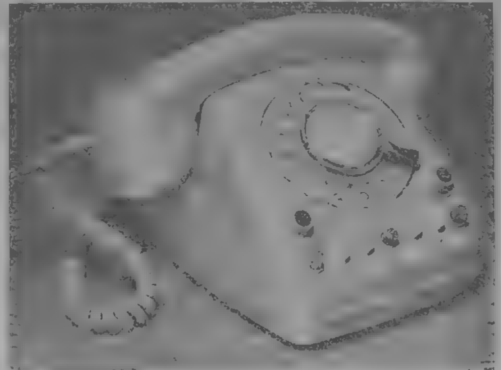


Bild 2. Apparat der kleinen Vorzimmeranlage.

Bild 2 zeigt einen Apparat der »Kleinen Vorzimmeranlage«. Die Tasten haben folgende Funktionen:

Taste 1 Besetztlampe Leitung 1, Erdtaste; 1a Anschalten an Leitung 1; 2 Besetztlampe für Leitung 2, Erdtaste; 2a Anschalten an Leitung 2; 3,7 Trenntaste für nicht mehr benötigte Verbindung beim Makeln; 4 Ruftaste Innenverbindung; 5 Auffordern zum Mithören an Sekretärin; 6 Mithörkontrollampe.

Wo der durch die Regel- und Ergänzungsausstattung der »Kleinen Vorzimmeranlage« gesteckte Rahmen nicht ausreicht, um den betrieblichen Erfordernissen gerecht zu werden, müssen »Größere Vorzimmeranlagen« eingesetzt werden. Die zu einer solchen Anlage gehörenden Apparate sind »Sprechapparate in Sonderanfertigung«. Die größeren Vorzimmeranlagen, oft auch Direktionsanlagen genannt (→ Direktionsapparat), sind ebenfalls nur als Zweitnebenstellenanlagen zulässig. Regel- und Ergänzungsausstattungen sind im einzelnen nicht festgesetzt. Über die Regelausstattung der Sekretärstelle der kleinen Vorzimmeranlage hinaus müssen sie jedoch mindestens eines der folgenden zusätzlichen Leistungsmerkmale aufweisen:

Eine oder mehrere weitere W-/ZB-Leitungen, eine oder mehrere unmittelbare Leitungen zu Mitarbeitern, eine oder mehrere weitere Sprechstellen oder eine mit der Anlage fest verbundene Freisprecheinrichtung.

Auch bei größeren Vorzimmeranlagen ist die Anschließung an mehrere Hauptanlagen sowie von Hauptanschlüssen neben der gemeinsam geschleiften Nebenstellenleitung zulässig. *H. Fischer*

Vulkanfiber ist ein Kunststoff aus Zellulose. V. wird hergestellt, indem man lange Papierbahnen durch Zinkchloridlösung oder konzentrierte Schwefelsäure laufen läßt, wodurch die Zellulosefasern aufquellen. Die Papiere werden dann durch Walzen zu Platten der gewünschten Stärke zusammengeschweißt und mehrfach getrocknet und gewaschen, um das Chlorzink zu entfernen. Das Endprodukt kann hart und zäh oder weich und biegsam sein. Da V. ein wenig Wasser aufnimmt, ist seine Verwendung in der Elektrotechnik beschränkt.

W

Wachalarmeinrichtung → Alarmierungseinrichtungen in Feuermeldeanlagen.

Wachempfänger → Funkausrüstung der Schiffe.

Wachs ist nach einer Definition der Fachgruppe Wachse in der Deutschen Gesellschaft für Fettwissenschaft eine technologische Sammelbezeichnung für eine Reihe natürlicher oder künstlich gewonnener Stoffe, welche in der Regel folgende Eigenschaften haben: bei 20°C knetbar oder brüchig hart, grob- oder feinkristallin, durchscheinend bis opak, über 40°C ohne Zersetzung schmelzend, schon wenig oberhalb des Schmelzpunktes verhältnismäßig niedrigviskos, nicht fadenziehend, stark temperaturabhängige Konsistenz und Löslichkeit, unter leichtem Druck polierbar. Die Eigenschaften eines im Fernmeldedienst verwendeten Misch-W. sind in der Fernmeldetechnischen Zentralamts (FTZ) Norm 558 TV 2 »Misch-W.« festgelegt.

Wagenbürofernsprecher. In den Wagenverteilerbüros der Eisenbahndirektion sind für die täglichen Wagenmeldungen der Bahnhöfe, die in den Vormittagsstunden aufkommen W. aufgestellt. W. sind Mehrfachfernsprecher. Es sind bis zu 6 gleichartige Fernsprecher mit 6 Fortschaltenummern parallel geschaltet. Ein Ruf kommt bei allen 6 Fernsprechern an. Er wird durch Lampen und akustische Signale kenntlich gemacht. Der Ruf wird von dem Bediensteten beantwortet, der gerade frei ist.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1965.

Wagennummernlesegerät. Voraussetzung für eine Automation des Eisenbahnbetriebes ist das automatische Ablesen der Nummern der Güterwagen. Die UIC und die meisten europäischen Eisenbahnverwaltungen bemühen sich um ein geeignetes System, das in ganz Europa eingeführt werden soll. Es treten folgende Schwierigkeiten auf: Optische Verfahren leiden unter der großen Verschmutzung durch Bremsstaub sowie durch Schnee und Eis. Elektrische Verfahren (Aussenden der Kennung durch den Wagen) benötigen elektrischen Strom, der in Güterwagen nicht vorhanden ist. Tripelspiegel, die Strahlen unter bestimmten Winkeln zurückwerfen, können wegen der Schlingerbewegungen der Wagen nicht verwendet werden. Passive Sender in den Wagen, die den elektrischen Strom von anderen Stellen beziehen, sind zu kostspielig.

Wagenrücklauf. Durch ein Funktionszeichen ausgelöste Rückführung des Druckerwagens (Druckrolle) bzw. des Typenkorbes (bei feststehendem Druckerwagen) in die Ausgangsstellung.

Wagner, Karl Willy, geb. 22. 2. 1883 in Friedrichsdorf/Taunus, gest. 4. 9. 1953 in Friedrichsdorf/Taunus. Professor, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. 1910 Promotion; 1910–1913 Telegraphen-Ingenieur bei der Deutschen Reichspost; 1913–1918 an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt; 1918–1927 DRP (OTIng., Abteilungsdirektor des Telegraphen-Versuchsamtes, Präsident des Telegraphen-Technischen Reichsamtes), 1927 Begründer und Direktor des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung in Berlin; daneben 1912–1924 Privatdozent und 1927 o. Professor an der TH Berlin. Seit 1938 emeritiert. Einer der bedeutendsten Wissenschaftler und Pioniere auf dem Gebiet der elektrischen Nachrichtentechnik, Organisator in wissenschaftlichen und technischen Gremien, in Akademien und Verbänden des In- und Auslandes. Aus seinem schöpferischen Wirken ist vieles Allgemeingut, besonders in der Elektrotechnik geworden, wie die Operatorenrechnung, die Anwendung der Vektorrechnung in der Elektrotechnik, die komplexe Rechnung der Wechselstromvorgänge und die Betrachtungen über elektromagnetische Ausgleichsvorgänge und Wanderwellen. Die Zahl seiner Veröffentlichungen umfaßt 189 Arbeiten, darunter u. a. Bücher wie »Operatorenrechnung und Laplacesche Transformation, insbesondere Anwendungen in Physik und Technik« (1940), »Einführung in die Lehre von Schwingungen und Wellen« (1947), »Elektromagnetische Wellen« (1943), Beiträge zu Sammelwerken, Handbüchern und Fachzeitschriften. Er war ferner Herausgeber der ENT und des Archivs der elektrischen Übertragung (AEÜ).

Ehrungen des In- und Auslandes: Goldene Cedergren-Medaille, Goldene Heinrich-Hertz-Medaille, Gauß-Weber-Gedenkmünze, Großes Verdienstkreuz mit Stern der Bundesrepublik Deutschland, Ehrenbürger der TH Karlsruhe, Ehrensenator der TU Berlin, ordentliches Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Ehrenmitglied der American Academy of Arts and Sciences, der Schwedischen Akustischen Gesellschaft, des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des ETV Berlin, 1. Präsident der Akademie der Wissenschaft und Literatur in Mainz, Honorarprofessor der Universität Mainz.

Literatur: ETZ 1953, H. 20, S. 581. Akademie der Wiss. und Lit. 1953, S. 133–136, FTZ 1953, H. 9, S. 454. Archiv f. el. Übertragung 1953, S. 409. Poggendorff. *Feiertag/Teichmann*

Wählanrufzeichen → Anrufzeichen.

Wahleinleitungszeichen (Telex) → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Wahlende vorwärts → Nummernendetaste.

Wahlendezeichen. In Systemen mit Feststellennumerierung schalten sich die für das Herstellen der Verbindung benötigten Register nach Ausspeichern der letzten Ziffer selbst ab. Bei dem im Bereich der DBP angewandten Numerierungsplan mit offener Kennzahl und unterschiedlich langer Rufnummer ist dieses Prinzip nicht anwendbar. Um die → Register trotzdem möglichst schnell nach Ende des Verbindungsaufbaus freischalten zu können, wird nach dem Einstellen bzw. beim Erreichen des im Zuge des Verbindungsaufbaus letzten Schaltglieds ein W. zurückgegeben. Als letztes einzustellendes Schaltglied kommen in Betracht:

Leitungswähler (LW), Vorübertragungen für Sonderdienste, Hinweisübertragungen, Nebenstellenanlagen mit Durchwahl, Anpassungsübertragungen für Sondernetze. Das W. ist das erste kurze Rückwärtszeichen, das bei einer Verbindung auftreten kann. Es wird von Vorübertragungen für Sonderdienste und Hinweisübertragungen 4Dr beim Belegen dieser Einrichtungen als Schleifenimpuls gesendet. Beim Erreichen eines Leitungswählers wird während der Wahl der letzten Ziffer vom LW Erde an die b-Ader gelegt, wodurch in der letzten Wählübertragung ein im Stromkreis für das Fernkennzeichen (—/b) liegendes Relais anspricht. Hier wird das W. bis zum Ende der Wahl gespeichert und 170 ... 270 ms danach als Impuls zurückgegeben. Gleiches gilt für Hinweisübertragungen 2Dr und für Anpassungsübertragungen für Sondernetze.

Bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl wird das W. als Schleifenimpuls von den nebenstellenseitigen Durchwahlübertragungen gesendet. Der Zeitpunkt hängt bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl davon ab, ob zu einer Nebenstelle durchgewählt, der Vermittlungsplatz angewählt oder bei besetzter Nebenstelle eine Verbindung zum Vermittlungsplatz abgeworfen wurde. Bei Nebenstellenanlagen mit Durchwahl sollte das W. 250 ± 150 ms nach Ende der letzten Ziffer angelegt werden.

Zwischen Wahlende- und Beginnzeichen muß mindestens eine Pause von ≧ 350 ms eingehalten werden, damit das Beginnzeichen erst nach Abschalten des Registers beim Zählimpulsgeber (ZIG) eingeht.

Bei der DBP sind erst die Leitungswähler ab System 50 für die Rückgabe des W. konzipiert. Die Leitungswähler älterer Systeme sind nach der Umstellung auf Impulskennzeichen 50 (IKZ 50) für W.-gabe geeignet. Da diese Umstellung einen längeren Zeitraum beanspruchte, mußte in den → Knotenregistern (KRg) und → Verzonern (VZR) zwischen Bereichen mit und ohne Rückgabe des W. unterschieden werden. Bei Bereichen ohne W. werden die KRg und VZR durch ein künstliches W., das nach 5 ... 10 s (früher auch 10 ... 20 s) erzeugt wird, abgeschaltet. Wenn vor Ablauf dieser Zeit das Beginnzeichen eingeht, werden die KRg und VZR durch das Beginnzeichen abgeschaltet.

Da für die Unterscheidung zwischen Bereichen »mit W.« und »ohne W.« nur 2 Ziffern ausgewertet werden (Z- und H-Ziffer der Ortsnetzkennzahl) kann die Rückgabe des W. nur HVStW-bereichsweise eingeführt werden.

Bis zum Umstellen der letzten KVStW eines HVStW-Bereichs auf IKZ 50 kann bei den KVStW oder den über abgeriegelte Leitungen angeschlossenen EVSt dieses HVStW-Bereichs, die schon auf IKZ 50 umgestellt sind, die Rückgabe des W. in der letzten Wählübertragung unterbunden werden.

Wenn aus einem Bereich mit Rückgabe des W. das W. ausbleibt, so wird bei VZR die Zeitabschaltung wirksam. Bei KRg wird mit der Zeitabschaltung die Verbindung ausgelöst.

Wahlendezeichen (Telex) → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik. *Altehage*

Wähler. Ein W. ist eine elektromechanische → Koppelanordnung zur automatischen Herstellung von Verbindungen in Fernmeldevermittlungsanlagen. Er verbindet eine → Leitung mit einer anderen, die in der Regel aus einer Mehrzahl von Leitungen auszuwählen ist. Daher umfaßt ein W. konstruktiv immer mehrere → Koppelpunkte. Dazu sind dem Wähler solche charakteristischen elektromechanischen Steuermittel bzw. Funktionsteile zugeordnet wie: individueller oder zentralisierter Antrieb, Einstellglied mit geradlinigen Verschiebungen und/oder kreisförmigen Drehungen und das Kontaktfeld, dessen Anschlußpunkte im allgemeinen mit den Anschlußpunkten anderer Kontaktfelder parallelgeschaltet (gevielfacht) ist (Kontaktvielfach). W. sind die namengebenden Bauelemente bei vielen Fernmeldesystemen.



Bild 1. Strowger-, Schrittschalt-Hebdreh-, Motor- und Edelmetall-Motor-Drehwähler.

Koppeleinrichtungen mit Kontaktmatrizen, bei denen jeder Koppelpunkt individuell ohne wesentlichen elektromechanischen Aufwand von einer zentralisierten Steuerung geschaltet wird, gehören nicht zu den Wählern (→ Koppelanordnung, → Koppelfeld).

Von den Ausführungsformen der W., die seit der Jahrhundertwende entwickelt wurden, finden gegenwärtig weltweit folgende Typen beim Aufbau von

Fernmeldevermittlungsanlagen wesentliche Anwendung: Strowger-W., Schrittschalt-Dreh-W. und Schrittschalt-Hebdreh-W., Edelmetall-Motor-Dreh-W. (EMD-W), Motorwähler (Bild 1), Rotary-W., Kulissen-W., Koordinaten-W. (Bild 2).

(Bild 1). Zur systematischen Einteilung der W.-Typen können der Antrieb, das Einstellglied und die Kontaktgabe herangezogen werden. Beim Antrieb (→ Wählerantrieb) unterscheidet man Einzelantrieb, z. B. Strowger-W., EMD-W., und Gruppenantrieb, z. B. Rotary-W. (Geschichte des Fernmeldewesens 2.1.4. S. 686 ff.) Beim Einstellglied unterscheidet man W. mit einer (z. B. EMD-W.) oder zwei (z. B. Schrittschalt-Hebdreh-W.) Bewegungsrichtungen. Bei der Kontaktgabe unterscheidet man Kontaktbank und beweglicher Gegenpol (am Einstellglied) einerseits (z. B. EMD-W.) und vorbereitende Kontakte andererseits (z. B. Koordinaten-W.).

Nach ihrer vermittlungstechnischen Funktion werden die W. verschieden bezeichnet. So kann ihre Aufgabe darin bestehen, Fernmeldeverkehr zu konzentrieren. Dann bezeichnet man die z. B. als Vor-W. (Vorwahl), → Vorwahlstufe (Anrufsucher), → Misch-W.

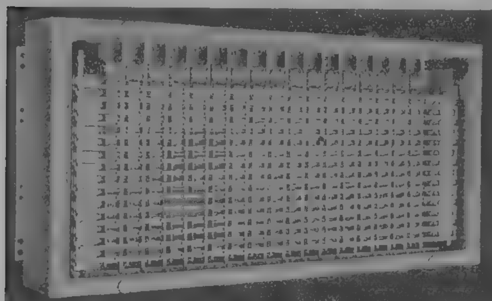


Bild 2. Koordinatenwähler.

Sollen W. den Fernsprechverkehr auf verschiedene Gruppen oder Richtungen verteilen, so bezeichnet man sie als → Gruppen-W., → Richtungs-W., → Umsteuer-W. Bei Verteilung des Verkehrs weniger Zubringer auf viele Teilnehmerleitungen spricht man von Leitungswählern.

Alle W. mit gleicher vermittlungstechnischer Funktion werden in einer Fernmeldevermittlungsanlage zu → Wahlstufen zusammengefaßt (z. B. Gruppenwahlstufe).

Je nach ihrer Aufgabe schalten die W. Leitungen mit verschiedener Anzahl von Adern durch. So werden z. B. beim → Ortsverkehr im allgemeinen zwei Sprechadern (2 Dr-W.) und beim → Fernverkehr vier Sprechadern (4 Dr-W.) (je zwei für den Vorwärts- und Rückwärtskanal) für jede Verbindung durchgeschaltet (siehe Durchschaltung). Zusätzlich schalten W. je nach Einsatz unterschiedlich viele Signaladern für den Austausch von → Schaltkennzeichen durch, so z. B. der 4 Dr-EMD-Wähler für den Fernverkehr zusätzlich 4 Signaladern. (EMD-Wähler mit achtarmigem Laufwerk, Bild 3.)

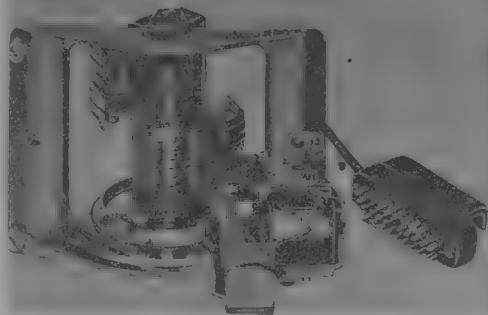


Bild 3. EMD-Wähler, achtarmiges Laufwerk.

Die übertragungstechnischen Eigenschaften einer Fernmeldevermittlungsanlage werden auch von der Art des Kontaktmaterials bestimmt, das bei der Durchschaltung der Leitungen im W. verwendet wird. Bei neuzeitlichen W. wird eine Edelmetallkontaktgabe verwendet, z. B. beim EMD-W. eine Palladium-Silber-Legierung.

Zur Erzielung eines schnellen Verbindungsaufbaus ist eine hohe Einstellgeschwindigkeit der W. erforderlich. Diese hängt vom Antrieb, vom Aufbau des Kontaktfeldes und von der Art der W.-Steuerung ab. Wähler im Telex- und Gentexnetz, s. S. 1885.

Literatur: E. Hettwig, Fernsprechwählanlagen, München, Verlag Oldenbourg — R. Krause, Ortsämter mit Wählbetrieb, Goslar, Verlag Erich Herzog — R. Krause, Edelmetall-Motor-Drehwähler in der Fernsprechvermittlungstechnik, München, Wien Verlag Oldenbourg — J. Atkinson, Telephony Vol. I und Vol. II London, Sir Isaac Pitman & Sons LTD. *Deutrich*

Wählerantrieb. Unter W. versteht man den Teil der → Wähler, der die Einstellbewegungen der Wähler bewirkt. Man unterscheidet bei den wesentlichen

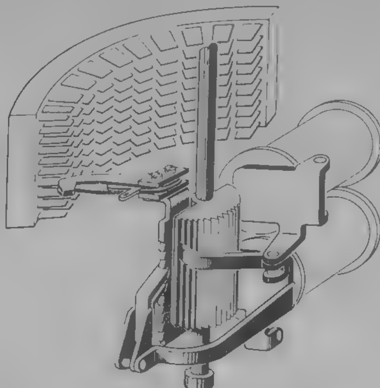


Bild 1. Antrieb eines Schrittschalt-Hebdrehwählers.

Wählerkonstruktionen: Schrittschaltantriebe, Gleitantriebe, Motorantriebe und Relaisantriebe (Bild 1).

Der Schrittschaltantrieb bewegt das Einstellglied des Wählers mit Stoßklinken oder Schaltfedern unter

Einwirkung von Stromstößen, die die Arbeitselektromagnete erregen, schrittweise in die gewünschte Lage (z. B. Schrittschalt-Drehwähler). Beim Gleitantrieb wird das Einstellglied magnetisch oder über Zahnräder mit dauernd laufenden, zentralisierten Wellen während der Einstellung des Wählers verbunden (z. B. Rotary-Wähler).

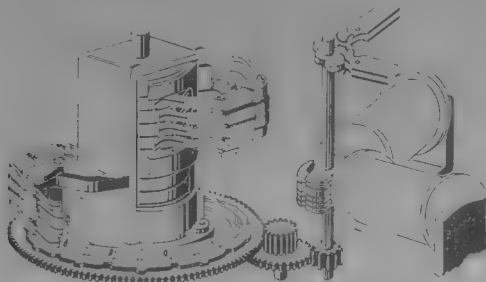


Bild 2. Motorantrieb eines EMD-Wählers.

Beim Motorantrieb wird das Einstellglied des Wählers durch einen individuellen kleinen Motor über eine mechanische Übersetzungseinrichtung angetrieben (z. B. EMD-Wähler, Bild 2). Beim Relaisantrieb stellen die Einstellglieder verlängerte Relaisanker dar und werden durch relaisartige Bewegungen betätigt (z. B. Koordinaten-Wähler, Bild 3).

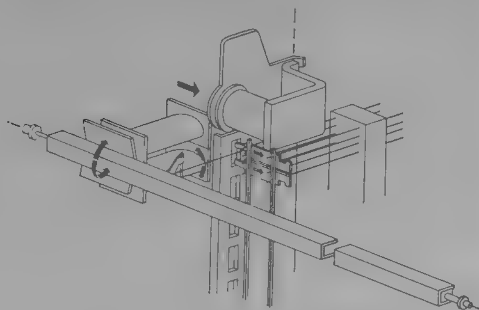


Bild 3. Antrieb eines Koordinaten-Wählers.

Literatur: E. Hettwig, Fernsprechwählanlagen. München, Verlag Oldenbourg — R. Krause, Edelmetall-Motor-Drehwähler in der Fernsprechvermittlungstechnik, München, Wien Verlag Oldenbourg.

Deutrich

Wählerfernamt → Fernvermittlungsstelle (FernVStHand 62).

Wählerfernplatz -tisch → Ferntisch F 62.

Wählergestellrahmen ist ein aus Profileisen oder -blechen zusammengefügter rechteckiger Rahmen zur Aufnahme von Wählern und dazugehörigen Relaissätzen sowie ggf. → Wählerrahmen. Die W. tragen auch die Kabelroste, Batterieleitungen und Signal- sowie Sicherungsfelder (s. Bild). Außerdem werden die Verteiler für den Anschluß der Leitungen im allgemeinen fest eingebaut. Die Wähler werden in Kontaktbänke eingesetzt, die zusammen mit dem Vielfach einen Teil des Wählergestellrahmens bilden.



Ausschnitt aus einem Wählergestellrahmen.

Literatur: K. Trautmann, Aufbau von Fernsprech-Wählanlagen, Siemens AG — J. Atkinson, Telephony Vol. I und Vol. II, London, Sir Isaac Pitmann & Sons LTD.

Wählergruppe. Eine Anzahl von Wählern in einer Wahlstufe, die in ihren Eingängen oder Ausgängen zu einer Gruppe zusammengefaßt sind. Eine W. hat nach jeder Verkehrsrichtung ein eigenes → Abnehmerbündel.

Wählerrahmen ist eine feste im allgemeinen kleinere konstruktive Einheit von Wählern mit gleichem Vielfach. Ein → Wählergestellrahmen kann mit Wählerrahmen bestückt sein. Den Halt geben Formeisenschienen, an die die Wähler selbst und die Kontaktsätze angeschraubt werden. Diese Rahmen werden in der Fabrik fertig verdrahtet. Die Ausgänge der Kabel usw. für die Weiterführung werden in der Regel an kleinen Verteilern am Ende des Rahmens zusammengefaßt und verlötet. An Ort und Stelle werden diese Rahmen in die Wählergestellrahmen eingesetzt und mit diesen verschraubt. Die Verteiler werden dann mit den Zuführungskabeln verbunden.

Wählerräume sind Betriebsstätten nach VDE-Vorschrift 0800. Der Aufenthalt in W. und das Arbeiten an spannungsführenden Teilen ist daher nur Fachleuten und beauftragten, unterwiesenen Personen gestattet.

Durch Einhalten bestimmter Voraussetzungen in W., wie Arbeitsbedingungen, Klimatisierung, Staubbekämpfung u. a., lassen sich der Aufwand für das Unterhalten der Wähleinrichtungen niedrig halten und Unvollkommenheiten in der Betriebsabwicklung und Mängel in den technischen Einrichtungen vermeiden. 1. Arbeiten in W. erfordern größte Vorsicht, um die empfindlichen Wählereinrichtungen vor Beschädigung zu schützen. Eingriffe sind nur zur Störungseingrenzung oder bei erkannten Fehlern

zulässig. Mithören in den Verbindungen ist untersagt; das kurzzeitige Einschalten nur bei aufgetretener Unregelmäßigkeit zulässig. Die Vorschriften zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses sind zu beachten. Unbeabsichtigte Berührungen frei liegender technischer Einrichtungen mit metallischen Gegenständen sind zu vermeiden; daher ist das Tragen von Armbändern und Schmuckketten aus Metall in W. nicht gestattet. Beim Arbeiten an und über Gestellen sind die Sicherungen zu entfernen. Umfangreiche Arbeiten sind in ruhigen Betriebszeiten, u. U. in den Nachtstunden auszuführen. Zur Sauberhaltung der W. sind Unterhaltungsarbeiten soweit wie möglich in dazu bestimmten Nebenräumen zu erledigen. An Sicherungseinrichtungen dürfen nur geeignete und unterwiesene Kräfte arbeiten. Kräfte in der Ausbildung arbeiten unter Aufsicht. Die »Anweisung zur Verhütung von Bränden bei der DBP (Brandschutzanweisung)« ist zu beachten (→ Brandschutz). 2. Aufenthalt in W. ist wegen VDE-Vorschrift 0800 nur beauftragten Fachleuten und unterwiesenen Personen gestattet. Zu Besichtigungen zugelassene Personen gelten als unterwiesen, wenn die entsprechenden Verhaltungsmaßregeln vor dem Betreten bekanntgegeben worden sind. Die technischen Betriebsräume sind gekennzeichnet durch Gebots- und Hinweisschilder nach DIN 4819 (Nicht mit Wasser löschen, Rauchen und offenes Licht verboten, Kein Zutritt für Unbefugte). 3. Luft in W. Das Umgebungsklima der Fernmeldeeinrichtungen kann durch extreme Luftfeuchteverhältnisse und starke Staubbildung die → Betriebs- und → Dienstgüte ungünstig beeinflussen. Ungeschützte Kontakte können bei großer Trockenheit versagen, weil durch elektrostatische Effekte auf Kontaktflächen abgelagerter Staub eine mehr oder weniger zusammenhängende Kruste bildet, die zu erhöhten Störungen, z. B. Verbrennen der Kontakte durch Entstehen von Lichtbogen, führt und die Kontaktoberfläche verändert. Der Staub in W. enthält Ruß, Sand und Pflanzenfasern aus der Außenluft, Gewebefaserteilchen u. a. von der Kleidung der Unterhaltungskräfte; Abhilfe durch Entstauben und geeignete Belüftungseinrichtungen und Durchführen möglichst vieler Arbeiten außerhalb der W. s. unter 8. Mit zunehmender Feuchte verringern sich die elektrostatischen Wirkungen und damit die Staubablagerung an spannungsführenden Kontakten. Zu trockene Luft verursacht u. U. bei längerer Einwirkung Schrumpfungserscheinungen an Isoliermaterialien in älteren Einrichtungen, begünstigt Wählergeräusche und Lautstärkeschwankungen in Gesprächsverbindungen und beeinträchtigt die Frittung in den Sprechadern. Eine Luftfeuchte zwischen 7,5 und 10 g/m³ ist auf jeden Fall anzustreben. Zu trockene Luft tritt i. allg. nur im Winter auf; Abhilfe durch Luftbefeuchter s. unter 5. Zu feuchte Luft bindet zwar Staub, kann aber bei längerer Einwirkung in den technischen Einrichtungen Schäden am Isoliermaterial verursachen und an ungenügend geschützten Metallteilen Rost- und Korrosionserscheinungen entstehen lassen. Bei älteren Wählsystemen können sich Übersprechen, Falschwahlen oder Ableitungen gegen Erde bemerkbar machen. Länger anhaltende Luftfeuchte tritt in Mitteleuropa i. allg. nur im Hochsommer auf; Abhilfe durch Luftentfeuchter s. unter 7. Neben technischen Belangen sind Luftfeuchte und Temperatur so zu wählen, daß die Unterhaltungskräfte in erträglichen Verhältnissen arbeiten. Die »Behaglichkeitszone« schwankt um 20°C Raumtemperatur bei einer absoluten Feuchtigkeit zwischen 7,5 und 10 g/m³. Neue Versuche zu Luft in W. s. unter Literaturangaben Haack, Haack u. Link. 4. Belüften. Für den Betrieb der Wählereinrichtungen ist, abgesehen von der Einhaltung bestimmter Feuchtigkeitsgrade zwischen 7,5 und 10 g/m³, ein Erneuern der Luft im Wählerraum nicht notwendig; es dient lediglich den in der Vermittlungsstelle arbeitenden Personen. In die W. sind deshalb Einzelgeräte als Be- und Entlüftungs-Vorrichtungen eingebaut. Diese Anlagen gelten als Lüftungsanlagen nach DIN 1946. Die Belüftungsvorrichtungen saugen die Luft aus dem Freien in die zu belüftenden W. an. Entlüftungsvorrichtungen blasen die Luft aus diesen Räumen in das Freie. Klimaanlagen, die die Luft

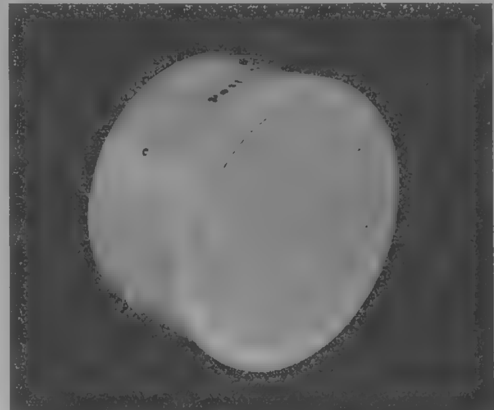


Bild 1. Abluftventilator.

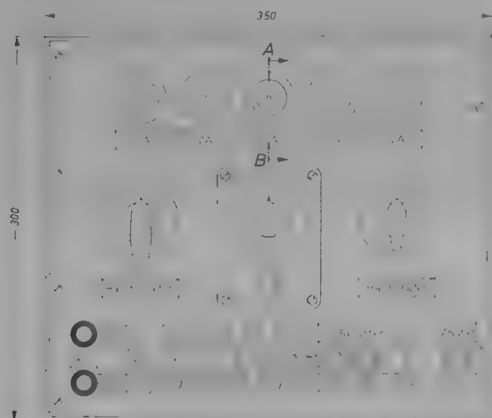
erneuern, reinigen, erwärmen und kühlen, werden, von Ausnahmefällen abgesehen, für W. nicht benötigt. Wenn der W. mit den Wähleinrichtungen von Büro- oder anderen Räumen umgeben ist, werden zentrale Be- oder Entlüftungseinrichtungen verwendet. Das Ansaugen der Frischluft durch Einzelgeräte durch die Wand eines solchen W. ist dann nicht möglich, Frischluft kann in diesem Fall nur über das Dach eingeführt werden. Bei Einzelgeräten soll die Ansaugöffnung für Belüftungsvorrichtungen möglichst auf der Schattenseite (Nordost- bis Nordwestseite) und an Stellen mit dem geringsten Staub-, Dampf- und Geruchsanfall liegen. Frischluftentnahme oder Abfuhr verbrauchter Luft durch Flure und Treppenhäuser ist nicht statthaft. Die durch Belüftungstruhen eingeblasene und durch Entlüfter angesaugte Luft darf zur Vermeidung von Zugluft eine bestimmte Windgeschwindigkeit nicht überschreiten. Falsch ist es, in W. nur Luft abzusaugen und staubhaltige Frischluft durch Spalten in Fenstern und Türen nachströmen zu lassen.

Ungünstiges Beeinflussen der Taupunkttemperaturen wird vermieden durch Belüftungseinrichtungen, die die angesaugte Luft ggf. heizen und auch das Frischluft- und Umluftverhältnis selbsttätig regeln. Die Abluftventilatoren in W. müssen mit selbsttätigen Verschlüssen versehen sein, um das Eindringen von Staub zu mindern (Bilder 1 und 2).



Bild 2. Abluftventilator (Einzelteile).

Zum selbsttätigen Steuern und Anzeigen von Störungen und verschmutzten Filtern dienen entsprechende Bedienungs- und Überwachungstafeln der Be- und Entlüftungsvorrichtung (Bild 3). Die Laufzeit der Be- und Entlüftungsvorrichtung ist neben der benötigten Frischluftrate für die tätigen Personen von der Jahreszeit und den klimatischen Bedingungen abhängig.



(hierzu FTZ-Zeichnung 260 Lp 9002 Bl. 5)

Bild 3. Überwachungstafel einer Be- und Entlüftungsanlage.

5. Luftbefeuchter (L.). Die für W. notwendige Luftfeuchtigkeit von 7,5 bis 10 g/m³ läßt sich durch L. und Luftentfeuchter (s. unter 7) erreichen und durch Steuergeräte konstant halten. Selbsttätige Steuerung nach absoluten Feuchtigkeitswerten. Die L. arbeiten nach dem Verdunstungsprinzip. Im Verdunstungseinsatz wird die durch Filter gereinigte Luft gewaschen und der in der Luft befindliche Schwebestaub beseitigt. Die L. können automatisch mit Wasser (Schwimmerregelventil für Zulauf) beschickt werden. Sicherheitsschalter für Minimal- und Maximalwasserstand schützen Gerät und Einrichtungen vor Schäden. Zum Intensivieren des Befeuchtungsvorganges und Anwärmen der durchströmenden Luft kann das Wasser im L. aufgeheizt (etwa 40°C) werden. Die L. werden zum Vermeiden von Kontaktstörungen und Einsparen von Instandsetzungskosten mit vollentsalztem Wasser (s. unter 6, Entsalzungsanlagen) beschickt. 6. Entsalzungsanlagen. Leitungswasser enthält normalerweise pro Liter etwa 600 Milligramm gelöster Feststoffe in Form anorganischer Salze. Neben Alkalisalzen (Chloriden, Nitraten u. dgl.) sind es in erster Linie Bikarbonate und Sulfate des Kalziums und Magnesiums, welche die sog. Härte des Wassers verursachen und es für technische Zwecke vielfach ungeeignet machen. So muß zum Beschicken von Luftbefeuchtern (s. unter 5.) vollentsalztes Wasser verwendet werden, um Betriebsstörungen infolge von Salzanreicherung und schließlicher Schlammbildung, Kalkverkrustung oder Korrosion zu vermeiden. Eine bloße Enthärtung des Wassers genügt nicht, weil hierbei die Härtebildner (Ca^{++}- und Mg^{++}-Ionen) lediglich durch Natriumionen (Na^{+}) ersetzt werden, also nur die chemische Natur der Salze, nicht aber ihre Menge verändert wird. Die Entsalzung von Wasser erfolgt statt durch Destillation heute in zunehmendem Maße durch die wesentlich wirtschaftlicher arbeitenden Ionenaustauscher. Hierunter versteht man spezielle Kunstharze (meist auf Basis von Polystyrol- oder Phenolformaldehydharz), deren Molekülaufbau — im Gegensatz zu den chemisch weitgehend indifferenten sonstigen Kunststoffen — sich durch sauer bzw. basisch wirkende Zentren auszeichnet. Das zu reinigende elektrolythaltige Wasser wird durch Säulen oder Patronen geleitet, welche mit den Austauscherharzen in Form poröser Granulate (Korngröße meist 0,2 bis 0,5 mm) lose gefüllt sind. Dabei vermögen Harze mit sauren Zentren (z. B. Sulfonsäuregruppen) die vorhandenen Kationen (Ca^{++}, Na^{+} usw.) unter Abgabe von Wasserstoffionen (H^{+}) an sich zu binden: Kationenaustauscher. In analoger Weise reagieren die basischen Gruppen (z. B. Aminogruppen) der Anionenaustauscher unter Bindung von Anionen (Cl^{-}, SO_4^{--}) und Abgabe von Hydroxylionen (OH^{-}). Je nachdem, ob sich die beiden Vorgänge nacheinander in getrennten Behältern oder bei entsprechender Mischung der Harzsorten gleichzeitig nebeneinander abspielen, spricht man von Zweibett- oder Mischbettanlagen. Da es sich beim Ionenaustausch um chemische Zeitreaktionen handelt, muß die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers begrenzt werden. Beide Reaktionen sind jedoch reversibel, so daß Harze, deren Austauschkapazität erschöpft ist, durch Behandeln mit Säure bzw. Lauge regeneriert werden können. Als Kriterium einwandfrei entsalzten Wassers gilt sein geringes elektrolytisches Leitvermögen. Mit Durchschnittswerten der spezifischen Leitfähigkeit von <1 Mikro-Siemens/cm ist es reiner (ionenärmer) als destilliertes Wasser und daher auch zum Nachfüllen von Akkumulatoren verwendbar. 7. Luftentfeuchter (L.). Der bei der

DBP verwendete L. arbeitet nach dem Kondensationsprinzip. Die feuchte Raumluft wird mittels Ventilator durch ein Filter über die Kühlfläche eines Verdampfers gedrückt. Die Luft wird dadurch stark unter ihre Taupunkttemperatur abgekühlt und der Wasserdampfgehalt herabgesetzt, so daß sich Wasserkondensat abscheidet. Dieses Wasser wird in einem Behälter aufgefangen und kann ggf. selbsttätig abfließen. Der Einsatz von L. ist hauptsächlich nur in Vermittlungsstellen notwendig, die an Seen, Flußläufen, in Küsten-, Moor-, Sumpf- und Waldgebieten liegen. Hohe Luftfeuchte tritt im Sommer auf, zu geringe im Winter. 8. Staubbekämpfung (St.) trägt zur Verbesserung von → Dienst- und → Betriebsgüte bei. Staubanhäufung auf Kontakten begünstigt das Entstehen von Übergangswiderständen und Kontaktverbrennungen und damit die Veränderung der Kontaktoberfläche. Hauptbestandteile des Staubs sind Faserteile von der Kleidung der Betriebskräfte (Wolle, Baumwolle, Seide u. a.), Sand, Ruß, Gummistaub, Pflanzenfasern aus der Außenluft (s. unter 3. Luft im Wählerraum). Vermindern des Textilstaubs durch abriebfeste Berufskleidung (Nylon, Perlon), unnötigen Aufenthalt im W., Montage-, Überholungsarbeiten möglichst in Nebenräumen, Unterbringen von Meß-, Prüf- und Überwachungseinrichtungen, Gesprächszählern in besonderen Betriebsräumen. Wichtiger Teil der St. sind gute hochbauliche, räumliche Verhältnisse, wie dichte Türen, Fenster, Kabeldurchführungen (in Typenhäusern und Normgebäuden sind W. fensterlos), Staubschleusen vor den Eingängen, glatte Anstriche von Wänden und Decken, saubere Fußböden (s. unter 9.) und Heizkörper, geeigneter Sonnenschutz durch Außenjalousetten, keine Innenvorhänge aus Textil oder Kunststoff. Das Staubwischen, das hauptsächlich bei Anlagen in offener Gestellbauweise Nutzen bringt, erstreckt sich auf Schutzkappen, Gestellrahmen und andere großflächige Teile. Relaissätze, Einschübe, Schaltwerke und ähnliche Baugruppen werden maschinell entstaubt. Das Entstauben wird i. allg. mit anderen Instandhaltungsarbeiten erledigt. Hochbauliche Arbeiten in oder in der Nähe der W. erfordern zur St. umfangreiche Maßnahmen durch Staubschutzwände und Abdeckplanen, um die Einrichtungen vor Kalk- und Mörtelstaub zu schützen. 9. Fußbodenpflege gehört zur Staubbekämpfung in Räumen mit technischen Einrichtungen. In besetzten Vermittlungsstellen ist der Fußbodenbelag täglich zu reinigen (feuchtes Aufwischen, kein Aufwirbeln von Staub durch Fegen). Die Pflegemittel für Linoleumfußboden dürfen zum Vermeiden von Kontaktstörungen keine leicht verdampfbaren organischen Lösungsmittel, wie Benzolabkömmlinge, chlorierte Kohlenwasserstoffe usw., enthalten.

Literatur: Richtlinie Vermittlungsstelle (VSt), Abschn. 1 (I) und 15 (XV) — G. Haack, Die Luft im Wählerraum, Archiv Post- und Fernmeldewesen 17 (1965), H. 3 — Recknagel—Sprenger, Taschenbuch für Heizung, Lüftung und Klimatechnik, 55. Ausg., Verlag R. Oldenburg, München 1968 — DIN 1946 — VDE-Vorschrift 0800 — G. Haack u. K.-H. Link, Vorteile fensterloser Bauweise für die Wähltechnik, Z. für das Post- und Fernmeldewesen. 21 (1969) H. 5, Josef Keller Verlag, Starnberg u. Bonn.

Steinhoff

Wählersucher. Bei der Verwendung von Anrufsuchern als Vorwahlstufe (Vorwahl) ist es üblich, besondere Wähler vorzusehen, die das Ingangsetzen (Anlassen) der einzelnen Anrufsucher beim Eingang eines Anrufes regeln. Diese werden auch als Anrufordner bezeichnet. Beim Eintreffen einer Belegung können entweder alle freien Anrufsucher angelassen werden, oder es läuft nur ein freier Anrufsucher an, und zwar derjenige, der über eine Kettenschaltung als momentan letzter in der Kette liegt. Oder die Anlasserkreise der einzelnen Anrufsucher liegen parallel an den Kontakten eines Wählersuchers, so daß der W. sich durch selbsttätige Drehung jeweils auf einen freien Anrufsucher voreinstellt.

Wähler im Telex- und Gentexnetz. Im Telex- und Gentexnetz sind Dreh- und Hebdrehwähler mit Einzelantrieb eingesetzt. Der Aufbau der Schaltwerke ist vergleichbar mit denen in den Fernsprech-Vermittlungssystemen. Ebenso besteht gleiche Nomenklatur, sofern die Wähler durch ihren Einsatzort eindeutig gekennzeichnet sind (z.B.: ZGW, I. GW usw.).

Besondere Anwendungsgebiete in Telegrafie-Wählnetzen:

1. Der Auslandsgruppenwähler (AGW) ist die letzte Wahlstufe in Telex-Auslandskopfvermittlungsstelle (TxAuslKopfVSt), belegt → Zusatzübertragung (ZUe) der Auslandsleitung. 2. Der Auslandsgruppenwähler für → Transitverbindungen (AGW_{Tr}): wie AGW, belegt jedoch den Zweiteingang der ZUe (→ Umrechner). 3. Der Auslandszentralgruppenwähler (AZGW): ZGW, nur von ankommenden Auslandsleitungen und Telexplätzen für ankommende Verbindungen belegbar. Höhenschritt 1—9 wie ZGW, Höhenschritt 0 erreicht Transitweg (AGW_{Tr}) zum Ausland (→ Umrechner). 4. Bereichsgruppenwähler (BGW): Ansteuerung von Querwegen zu übergeordneten Telex-Hauptvermittlungsstellen (→ Umrechner). 5. Leitungsgruppenwähler (LW): Hebdrehwähler, der in einigen Dekaden (Höhenschritte) als Leitungswähler (LW, Heb- und Drehbewegung gesteuert) und in anderen Dekaden als GW (Hebbewegung gesteuert, Drehbewegung in freier Suchwahl) arbeitet. Einsatz z.B. im → Gentexnetz, wobei die ersten Dekaden als LW zur Belegung von Anschlüssen des Gentexdienstes, die letzten als GW zur Belegung der AGW-Gruppen geschaltet sind. 6. Mux-Gruppenwähler (MGW): belegt Telexplätze für Mux-Verbindungen. 7. Telex-Gruppenwähler (TGW): belegt Telexplätze für den drahtgebundenen Telex-Auslandsverkehr, sofern keine Nachwahlmöglichkeit im Telexplatz vorhanden. 8. Verkehrsartengruppenwähler (VGW): Vorletzte Wahlstufe in TxAuslKopfVSt. Scheidet Verkehrsart im Telexdienst aus (z.B. handvermittelter oder vollautomatischer Auslandsdienst, Auskunftsdienst, zentrale Störungsannahme). 9. Zentral-Gruppenwähler-Ausland (ZGWa): Vom ZGW (Höhenschritt 0) über Durchschalteglied belegbare Wahlstufe zur Ansteuerung der TxAuslKopfVSt (→ Umrechner). 10. $ZGWa_{Tr}$: wie ZGWa, jedoch für Transitverbindungen und nur vom AZGW erreichbar.

Jendra

Wählimpulsregenerator. Mit dem im → Prüftisch eingebauten W. lassen sich die Impulse der Nummernschalter auf langen Meßleitungen (max. 3000 Ohm Schleife) unverzerrt wiedergeben. Der W. wird so an die a- u. b-Adern geschaltet, daß der nsi-Kontakt des zu prüfenden Nummernschalters über Widerstände an einer stabilisierten Spannung von 100 V liegt. Mit der gewählten Transistorschaltung und einem prellfreien Kontakt können auch bei langen Leitungen mit abflachender Wirkung die vom Nummernschalter ausgesandten Impulse mit einer Verschiebung zwischen Aussendung und Wiedergabe von kleiner 2 ms wiedergegeben werden.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 21.

Wählimpulszeitmesser, wird als Meßzusatz an dem → Prüfplatz der Fernsprechentstörungsstellen zum Prüfen der Impulsgabe von Nummernschaltern, aber auch zum Ermitteln von Ansprech- und Abfallzeiten von Relais und zum Überprüfen einzelner Schaltvorgänge und codierter Wahlzeichen eingesetzt (Bild 1).

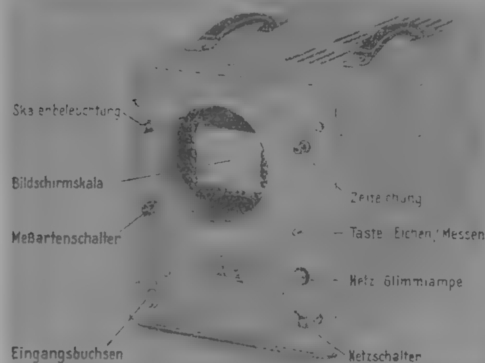


Bild 1. Wählimpulszeitmesser (WIZM).

Er enthält eine nachleuchtende Kathodenstrahlröhre (etwa 8 Sek., bei Verwendung eines Blendschutztubus 15 Sek.). Die Impuls- und Pausenlängen werden auf einer rechteckigen Bildschirmskala, die eine in Millisekunden geeichte Abszisse (je Teilung 2 mm) und eine Ordinate mit 10er-Teilung enthält, aufgezeichnet (Bild 2). Weitere Striche zeigen den Sollwert und die Toleranzgrenzen für Prüfungen von Nummernschaltern an. Auf der Frontplatte befinden sich außerdem der Netzschalter mit einer Kontrollglimmlampe, ein Drehknopf zum Einstellen der gewünschten Helligkeit der Skalenbeleuchtung, der Meßartenschalter für Tonwahl- oder spannungslose Messungen und eine Druckdrehtaste sowie mehrere Einstellschrauben zum Eichen des Gerätes. Der W. wird über ein Netzteil mit 110/220 V/50 Hz gespeist. Mit dem W. können Tonwahlimpulse der Frequenzen 500 Hz bis 20 kHz sowie spannungslos betätigte Kontakte gemessen werden. Hierbei reicht der Meßbereich bei Einzelimpulsen von 6 msek bis 2000 msek und bei Impulsserien je Impuls + Pause von 6 msek bis 100 msek. Während bei der Kontaktmessung die Eingangsbuchse a mit dem Spannungsteiler des Impulsformers verbunden und die Buchse b geerdet wird, sind die Buchsen a und b bei der Tontastmessung erdfrei mit dem Meßobjekt verbunden. Die Tonwahlimpulse werden im W. über einen Tontastempfänger geleitet, der die Tonfrequenz in Gleichspannungssignale umsetzt. Dem Impulsformer werden somit bei beiden Meßarten gleiche Schaltkriterien zugeleitet (Impuls = geschlossener Kontakt bzw. Ton; Pause = offener Kontakt bzw. kein Ton). Die zu messenden Schaltkriterien werden vom Impulsformer kommend über eine als monostabile Kippstufe geschaltete Steuerstufe nach der Horizontal- oder Vertikalkippstufe geleitet. Impulse werden von

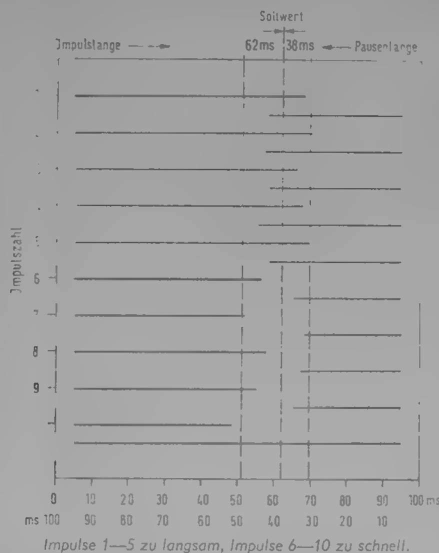


Bild 2. Ablauf des NrS, unregelmäßig.

der Horizontalkippstufe nach Ablauf von 6 msek Karenzzeit von links nach rechts als horizontaler Strich geschrieben. Beim Wechsel des Zustandes »Impuls« in »Pause« wird der Elektrodenstrahl durch die Steuerstufe dunkelgesteuert. Anschließend wird die Vertikalstufe zur Umschaltung auf die nächsttiefere Zeile gesteuert und sodann die Horizontalkippstufe zur Aufzeichnung der Pausenlänge betätigt, wobei der Elektrodenstrahl von rechts nach links wandert. Der Vorgang wiederholt sich bei jedem neuen Impuls. Die einzelnen Schaltkriterien werden zeilenweise untereinander sichtbar aufgezeichnet. Beträgt die Pause zwischen den einzelnen Kennzeichen mehr als 0,2 sek, wird stets eine Neuaufzeichnung, beginnend auf der ersten Zeile, ausgelöst.

Harbarth

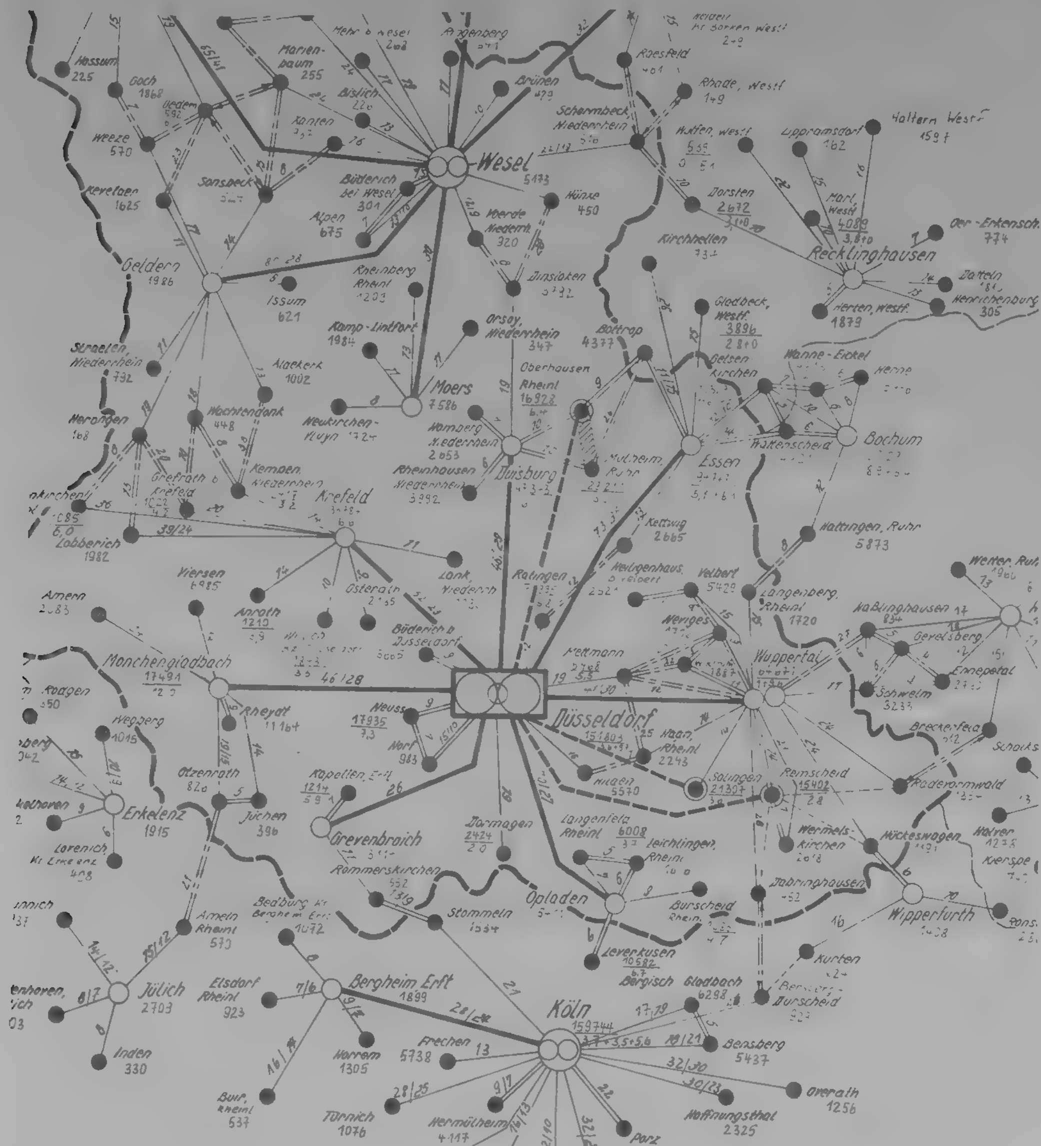
Wählinformation → Registerzeichen.

Wählklinkenübertragung → Klinkenübertragung.

Wählnebenstellenanlage → Nebenstellenanlagen, Wähl-.

Wählnetzplan, zeichnerische Darstellung der End-, Knoten-, Haupt- und Zentralvermittlungsstellen im Netz des Selbstwählferndienstes und deren gegenseitige Zuordnung in einer vereinfachten, maßstabsgerechten Karte (Maßstab 1 : 450000). Der W. enthält die Längen der Kennzahlwegleitungen, die Anzahl der Hauptanschlüsse in den Ortsnetzen, die OPD-Grenzen, die Verkehrsbeziehungen mit Ausnahmeverzonung und die Verkehrsbeziehungen mit Ortsgebühr zwischen benachbarten Ortsnetzen. Für den Bereich einer jeden OPD besteht ein eigener W.

Socher



Wählnetzplan.

Wählpause. Zeitlicher Abstand zwischen dem Ende einer Wählimpulsserie und dem Beginn der folgenden. Lange Wählpausen der Teilnehmer sind unerwünscht, weil dadurch Schaltglieder oder Register lange belegt werden.

Wählpausenzusatz. Zusatzgerät zur → Verkehrsablauf-Meßeinrichtung (VAM). Er dient zur Messung und Klassifizierung der Dauer von Wählpausen.

Wählprüfnetz war die Voraussetzung für die organisatorische Umgestaltung der → Fernsprechentstörungsstellen (FeESt). In Verbindung mit → Prüftischen sowie automatischen und ferngesteuerten Prüfplätzen können zentrale FeESt errichtet werden. Diese umfassen flächenmäßig große Gebiete mit unter Umständen zahlreichen Ortsnetzen. Es wird auf diese Weise möglich, große Kräftegruppen zu bilden, Arbeitsteilungen einzuführen und durch sinnvolle Dienstzeitregelungen den Kräfteeinsatz dem jeweiligen Arbeitsaufkommen anzupassen. Ist eine gleichstrommäßige Durchschaltung zwischen Prüftisch und den Sprechstellen möglich, wird ein → Gleichstromwählprüfnetz aufgebaut. Kann die gleichstrommäßige Durchschaltung wegen der Trägerfrequenzstromkreise, zu hoher Starkstrombeeinflussung, zu hohem Widerstand der Meßadern usw. nicht angewandt werden, ist ein ferngesteuerter Prüfplatz für den Bereich der betroffenen Ortsvermittlungsstelle oder Knotenvermittlungsstelle vorzusehen.

Wählsterneinrichtungen sind Vorfeldeinrichtungen, bei denen eine kleine Zahl von Leitungen einer größeren Gruppe von Teilnehmern zugeordnet wird, um eine bessere Leitungsausnutzung als bei → Gemeinschaftsanschlüssen zu erreichen. Sie bestehen aus den Wählsternschaltern (WStSch), an die die Sprechstellen über kurze Wählsternzweigleitungen herangeführt werden, und den Wählsternübertragungen (WStUe) in den Vermittlungsstellen, mit denen sie über Wählsternhauptleitungen verbunden sind. Die Zahl der anzuschaltenden Teilnehmer wird im Verhältnis zur Verkehrsleistung der Hauptleitungen so gewählt, daß 1% Verlust in der Hauptverkehrsstunde nicht überschritten wird. WStSch werden in Kabelverzweigergehäusen eingebaut, sie benötigen keine eigene Stromversorgung. Die Funktionsgeschwindigkeit der Einrichtungen ist so groß, daß keine besonderen Wartezeiten entstehen. Bezüglich der Anschaltung an die Leitungswählerstufe werden Durchwahl- oder Abgreifverfahren angewendet. Beim Durchwahlverfahren werden der WStUe so viele Leitungswählerausgänge wie Hauptleitungen zugeordnet und der Verbindungsaufbau über den Leitungswähler hinaus durch Nachwahl von Unterscheidungsziffern zum Teilnehmer hin fortgesetzt. Beim Abgreifverfahren besitzt jeder Teilnehmer einen eigenen Leitungswählerausgang, der in verschiedenen Leitungswählergruppen liegen kann. Die WStUe stellt sich in Suchwahl auf den belegten Leitungswählerausgang ein und schaltet synchron die gewünschte Sprechstelle an.

W 53. Bei der DBP häufig verwendete W. für maximal 16 Sprechstellen bei 3 Hauptleitungen. Der WStSch 53 enthält im wesentlichen 3 Relaiswähler, die mit den Hauptleitungen zusammengeschaltet werden. Jeder Relaiswähler besteht entsprechend der Zahl der anschaltbaren Sprechstellen aus 16 Haftrelais und gemeinsamen Steuerrelais. In den WStUe 53 werden dagegen Drehwähler verwendet. Der WStSch 53 wird als konstruktive Einheit, staubdicht abgedeckt, in der Regel in ein Kabelverzweigergehäuse eingebaut. Er erhält den notwendigen Strom von der WStUe 53 über die Hauptleitungen aus der Vermittlungsstelle. WStUe 53 werden in besondere Gestellrahmen eingebaut, die jeweils 5 WStUe 53 aufnehmen können. Die Schaltungen sind so ausgebildet, daß die Einrichtungen auch in unbedienten Vermittlungsstellen betrieben werden können. Die Hauptleitungen werden bei Störungen selbsttätig abgeschaltet.

Beim Abheben des Handapparates eines Teilnehmers wird eine Anlaßschaltung betätigt, durch die im WStSch 53 ein Relaiswähler an die a-Ader der Hauptleitung und in der WStUe 53 ein Impulsempfangsrelais angeschaltet wird. Relaiswähler und Drehwähler in der WStUe 53 werden dann synchron fortgeschaltet, bis nach Ansprechen eines Kettenrelais der Prüfstromkreis über die Teilnehmerschleife geschlossen wird. Gleichzeitig wird über einen Vorwähler oder Anrufsucher ein I. Gruppenwähler (I. GW) belegt, anschließend die Hauptleitung von Steuerstromkreisen freigeschaltet und durchgeschaltet. Während des Gespräches bleibt im WStSch 53 ein Haftrelais mit niederohmigen Wicklungen eingeschleift. Dieses Relais wird beim Auslösen durch Gegenerregung abgeworfen und leitet die Rückkehr der Schaltglieder in die Ruhelage ein.

Bei ankommendem Verkehr wird über den Leitungswählerausgang ein Anlaßrelais in der WStUe 53 betätigt, das die Anschaltung des Relaiswählers im WStSch und die Übertragung der Impulssteuerung des Drehwählers über die Hauptleitung veranlaßt. Die Wähler schalten so lange weiter, bis der betreffende Leitungswählerausgang gefunden ist. Nach beendeter Einstellung wird der erste Ruf von der WStUe 53, der Weiterruf vom Leitungswähler ausgesandt (Bild 1).

W. 62 ist für den Anschluß von maximal 49 Einzelanschlüssen über 9 Wählsternhauptleitungen. Sie erlaubt auch die Anschaltung von Gemeinschaftsanschlüssen. Der Einbau der WStSch in ein Kabelverzweigergehäuse wird durch die Verwendung eines als »Edelmetall-Kreuzverbinder« (Bild 2) bezeichneten Koordinatenschalters ermöglicht. Der Schalter besitzt 50 Querglieder und 9 Stangen, an die die Hauptleitungen angeschlossen werden. Die Stangen bestehen aus Plexiglas, das Schaltstreifen mit abgewinkelten Zähnen enthält. Sie werden durch Magnete senkrecht, die 50 Querglieder dagegen waagerecht bewegt. Ein Koppelpunkt wird beim Herabfallen einer Stange durchgeschaltet. Dabei schieben sich die Zähne der Stange über die Quergliedfedern. Jedem Querglied ist ein Prüfstab zugeordnet, der beim Verklinken einer Stange mit dem Querglied

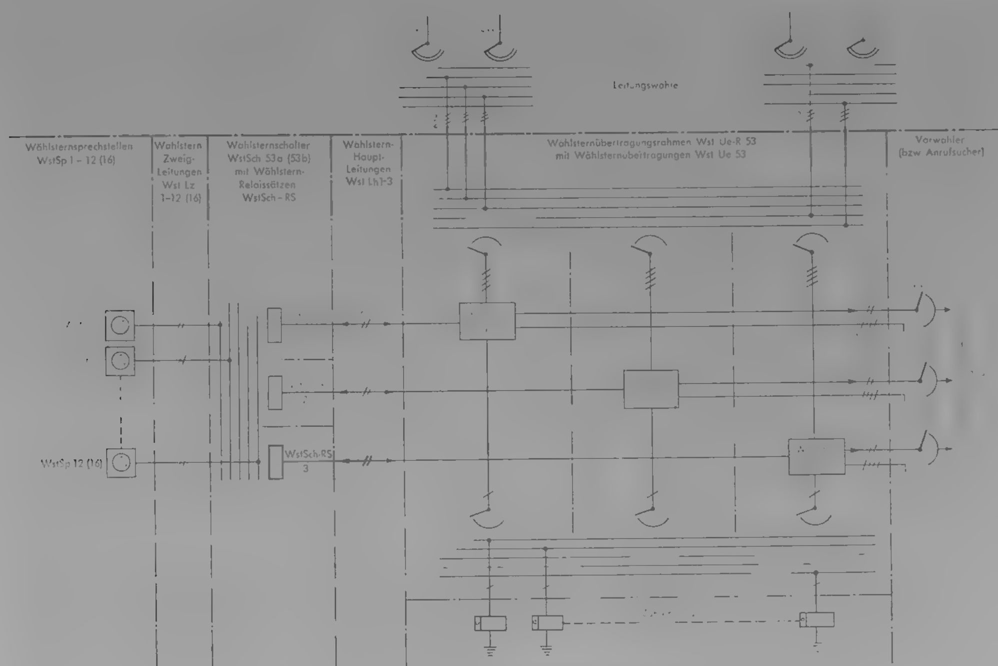
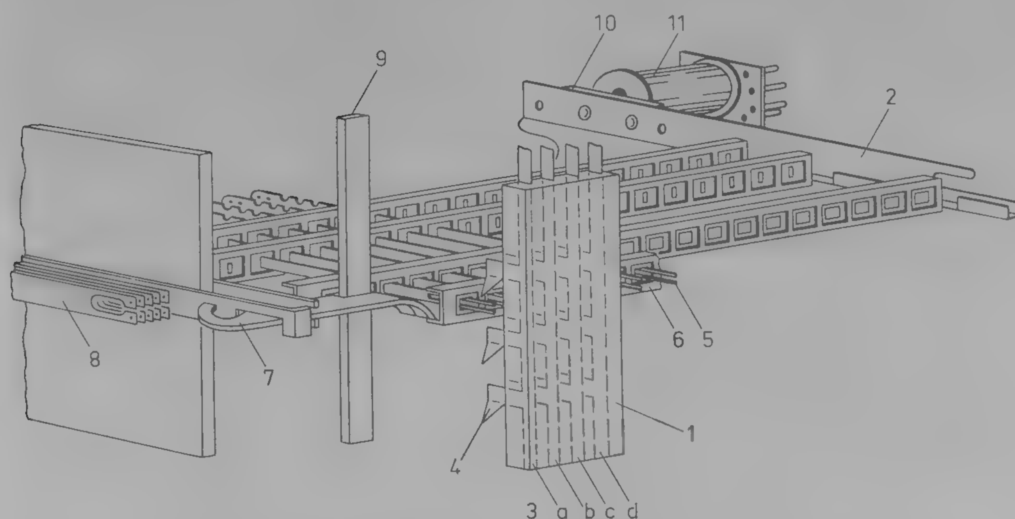


Bild 1. Übersichtsplan Wählsterneinrichtung 53.



1 = Stange 2 = Querglied 3 = Schaltstreifen a, b, c, d 4 = Schaltzahn 5 = Quergliedfeder 6 = Prüfstab 7 = Prüfstabflügel 8 = Prüfstabfedersatz 9 = Positionsstab 10 = Anker 11 = Quergliedspule

Bild 2. Schema des Edelmetall-Kreuzverbinders.

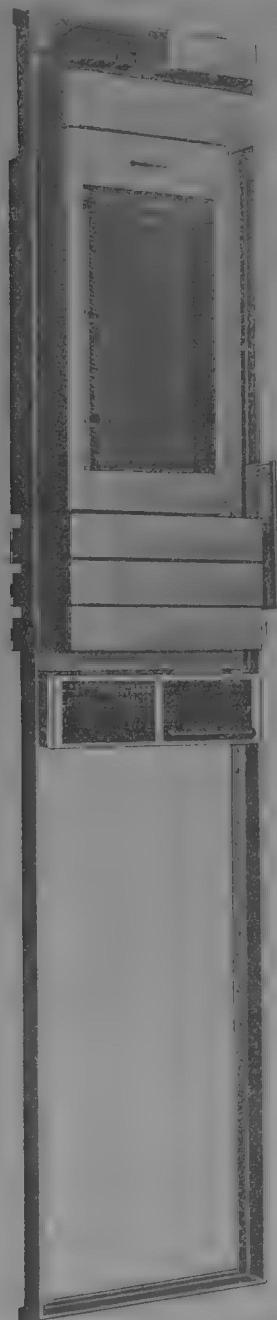


Bild 3. Wählsternübertragung 62.

verschoben wird und den Prüfstabfedersatz betätigt. Nach Abfall des Quergliedmagneten gehen alle Federn, mit Ausnahme der verklinkten, in die Ausgangslage zurück. Der Prüfstab und die von ihm betätigten Kontakte bleiben dagegen in der Arbeitslage, bis die verklinkte Stange wieder anzieht (Bild 3).

Der Koordinatenschalter wird auch in der WStUe verwendet. Neben den 9 Hauptleitungen, welche die Stangen der beiden Schalter verbinden, sind für Einstellaufgaben und Stromversorgung 4 zusätzliche Adern zwischen WStSch und WStUe erforderlich. Für die Steuerung werden Wechselstromkennzeichen benutzt. Beim Abheben eines Handapparates oder beim Aufprüfen des Leitungswählers auf die WStUe werden die Stromkreise der im Ruhezustand über die Steueradern angezogenen Steuerrelais unterbrochen und dadurch die Einstellung der Querglieder und Stangen veranlaßt.

W. 63 ist für den Anschluß von 60 oder 120 Einzelanschlüssen über 9 bzw. 18 Wählsternhauptleitungen. Sie erlaubt auch die Anschaltung von Gemeinschaftsanschlüssen. Der Einbau der W. in ein Kabelverzweigergehäuse wird durch die Verwendung eines als »Ordinatenhaftschalter« (OHS) (Bild 4) bezeichneten

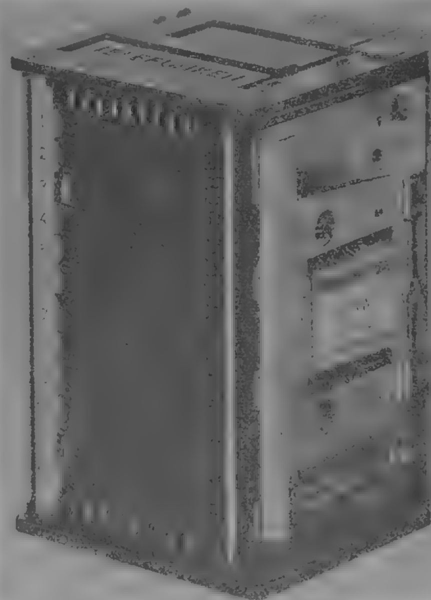


Bild 4. Ordinatenhaftschalter.

Koppelgliedes ermöglicht, die notwendige Durchschaltegeschwindigkeit durch eine zentrale Steuerung mit elektronischen Bauelementen sichergestellt.

Der OHS besteht aus 12 Koppelsystemen mit je einer Spule, 9 Kontaktfedern und einem gemeinsamen Rückstellmagneten. Die Federn werden von Betätigungsstegen geführt, an denen Haftanker befestigt sind. Sie werden in der Ruhelage durch

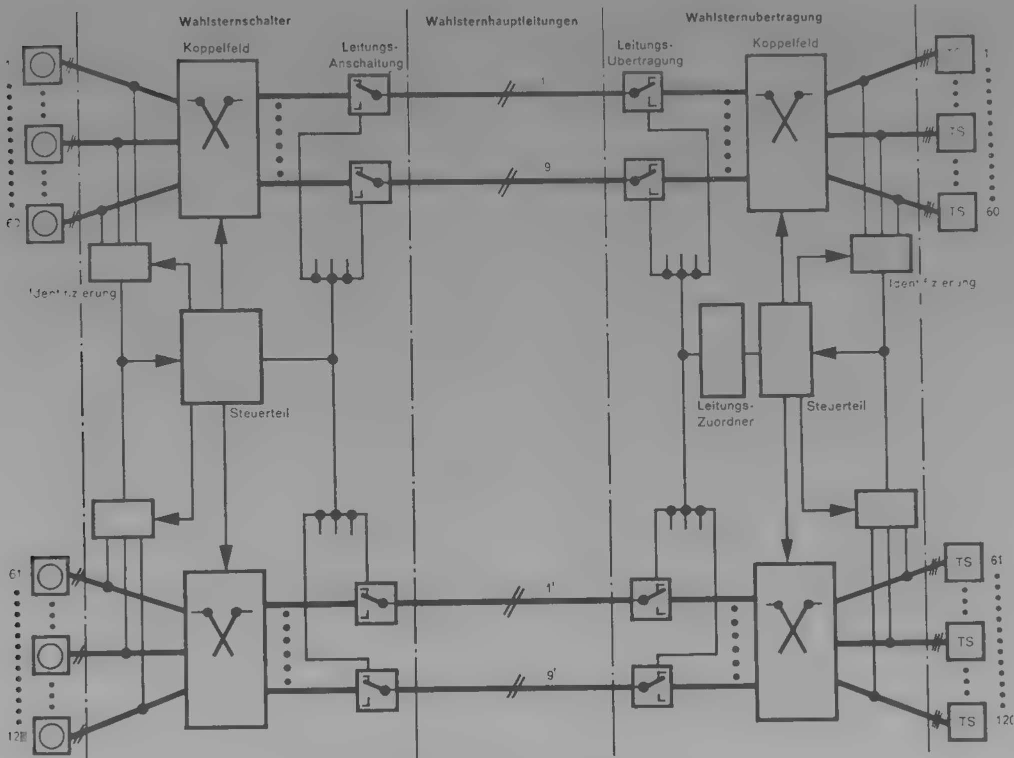


Bild 5. Übersichtsplan Wählsterneinrichtung 63.

einen Permanentmagneten gehalten. Zur Durchschaltung erhält die Spule einen kurzen Stromimpuls, der ein Magnetfeld erzeugt, das dem des Permanentmagneten entgegengesetzt ist, so daß der Haftanker durch die Federkraft der Kontaktfedern abgehoben und damit durchgeschaltet wird. Die Auslösung geschieht mit Hilfe eines Rückstellmagnetsystems. Im Ruhe- und im durchgeschalteten Zustand benötigt der OHS keinen Strom. Die 12 Koppelsysteme werden so zusammengefaßt, daß der OHS einem Wähler mit einem 4adrigen Eingang und 20 Ausgängen entspricht (Bild 5).

Die Stromversorgung des W. und die Signalgabe zwischen WStUe und W. erfolgt über freie Hauptleitungen, so daß keine zusätzlichen Adern benötigt werden. Der Steuerteil des WStSch sucht ständig alle Teilnehmeranschlußleitungen auf Schleifenschluß, der Steuerteil der WStUe alle Leitungswählerausgänge auf ankommende Belegungen ab. Sobald ein Verbindungswunsch festgestellt wird, wird der Suchvorgang gestoppt, die Kennung des Teilnehmers gespeichert und je nach Aufbaurichtung der Verbindung codiert über die gerade speisende Hauptleitung zur WStUe oder zum WStSch übermittelt. Anschließend wird geprüft, ob die Verbindung durchgeschaltet werden kann und ggf. die Durchschaltung vom Teilnehmeranschluß zum Vorwähler/Anrufsucher oder vom Leitungswähler zum Teilnehmer veranlaßt (Bild 6). *Remer*

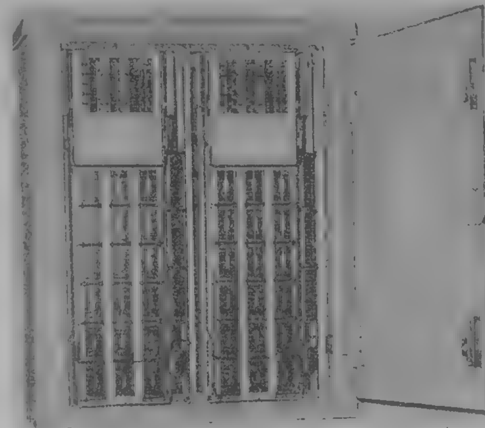


Bild 6. Wählsternschalter 63.

Wählstufe sind eine oder mehrere Gruppen von Wählern, die unabhängig voneinander eine bestimmte Vermittlungsaufgabe, z. B. einen Auswahlvorgang vornehmen. Zum Beispiel Vorwahlstufe, Gruppenwahlstufe, Richtungswahlstufe, Leitungswahlstufe.

Wählsystem ist ein allgemeiner, umfassender Begriff für Vermittlungseinrichtungen gleicher konstruktiver Ausführung (Hebdrehwähler-, EMD-, ESK-System), gleicher Schaltkennzeichengabe und gleicher betrieblicher Freiheitsgrade; bei der DBP in chronologischer Reihenfolge z. B. System 22, 40, 50, 55, 55v, Fernwählsystem 62.

Wählton → Hörtöne.

Wählübertragung. Mit W. werden bei der DBP Relaissätze bezeichnet, die am Anfang und Ende einer Wählleitung angeordnet sind und die → Schaltkennzeichen am Anfang der Leitung in eine für die Leitung geeignete Zeichenform umsetzen und am Ende der Leitung den über die Leitung empfangenen Zeichen wieder eine zum Steuern der Vermittlungseinrichtungen geeignete Form geben. Neben den vermittlungstechnischen Funktionen sind den W. meist auch übertragungstechnische Funktionen zugeordnet. So sind z. B. die Gabelschaltungen, die festen Verlängerungsleitungen zum Erzielen eines bestimmten Durchschaltepegels (Vlf), die Verlängerungsleitungen zum Entdämpfen bei Durchgangsverkehr (Vld) und die Verlängerungsleitungen zum Einhalten einer Stabilisierungsdämpfung (Vlg) mit den Wählübertragungen konstruktiv vereinigt. Bei Wählübertragungen mit Wechselstromzeichengabe sind die Endverstärker in Form von transistorbestückten Gabelverstärkern Bestandteile der Wählübertragungen.

Die W. am Leitungsanfang werden als gehende Übertragungen (Ue-g), die am Ende der Leitung als kommende Übertragungen (Ue-k) bezeichnet. Entsprechend der teilweise vierdrähtigen Durchschaltung in den Vermittlungsstellen der DBP müssen gehende W. mit Zweidrahteingang oder Vierdrahteingang und kommende W. mit Zweidrahtausgang oder Vierdrahtausgang bereitgestellt werden. In den übergangsweise auftretenden Fällen der gemischten Durchschaltung (Vierdrahtwähler und Zweidrahtwähler bei derselben Wahlstufe) kann die Verwendung von gehenden Übertragungen mit Zweidraht- und Vierdrahteingang vorteilhaft sein. Für den Übergang von einer Vierdrahtwahlstufe zu einer folgenden Zweidrahtwahlstufe gibt es Gabelübertragungen 4Dr/2Dr, für den umgekehrten Fall Gabelübertragungen 2Dr/4Dr. Diese Gabelübertragungen (GaUe) arbeiten im Prinzip wie W. für Leitungen; sie haben jedoch nicht wie diese eine »Amtsseite« (den Wählern angepaßter Ein- oder Ausgang) und eine der jeweiligen Leitungsart angepaßte »Leitungsseite«, sondern zwei »Amtsseiten«, d. h. je einen der Vierdraht- bzw. Zweidrahtwählstufe angepaßten Ein- bzw. Ausgang.

Während in Vorwärtsrichtung von allen W. hauptsächlich Wählzeichen und den Wählzeichen entsprechende Schaltkennzeichen übertragen werden, ergibt sich aus der Art der zu übertragenden Rückwärtszeichen ein weiteres Merkmal zur Gliederung der W.

Auf dem Leitungsabschnitt zwischen EVSt und KVStW (Elg) sind nur Zählzeichen zu übertragen. Die für diesen Leitungsabschnitt benötigten W. werden als »Übertragungen für Zählung« (UeZ) bezeichnet. Auf den Leitungsabschnitten hinter dem Zählimpulsgeber (Klg, Hlg, Zl, Hlk, Klk, Elk, Ql) wird dagegen bei Inlandsverbindungen hauptsächlich Beginn- und Schlußzeichen übertragen. Die dafür vorgesehenen Übertragungen werden »Übertragungen für Beginn- und Schlußzeichen« (Ue) genannt. Bei Auslandsverbindungen werden die Zählimpulse von in HVStW oder ZVStW angeordneten Auslands-Zählimpulsgebern (AZIG) gesendet. Für diesen Fall müssen auf Klg und Hlg außer Beginn- und Schlußzeichen auch Zählzeichen übertragen werden. Die dafür benötigten »Übertragungen für Beginn-, Schluß- und Zählzeichen werden »Ue(Z)« abgekürzt.

Die am Ende einer Verbindung mit den LW bzw. OFLW der verschiedenen Wählsysteme zusammenarbeitenden Übertragungen (Ue-k 2Dr, GaUe 4Dr/2Dr und GUe-g 4Dr) müssen auf die jeweiligen Schaltkennzeichen der Systeme und LW- bzw. OFLW-Schaltungen abgestellt sein. Wenn innerhalb einer EVStW LW verschiedener Systeme mit unterschiedlicher Kennzeichengabe vorhanden sind, so müssen die Übertragungen diese unterschiedlichen Kennzeichen nebeneinander verarbeiten können. So gibt es bei der DBP Ue-k 2Dr, GaUe 4Dr/2Dr und GUe-g 4Dr für alte Kennzeichen (AKZ), Regelkennzeichen (RKZ) und Impulskennzeichen 50 (IKZ 50). Für EVSt mit AKZ und RKZ nebeneinander gibt es entsprechende Spezialausführungen. Die Sonderausführungen für Einsatz in EVStW mit RKZ und IKZ 50 werden als Übertragungen für Übergangskennzeichen (ÜKZ 50) bezeichnet. Mit Aussonderung der Vermittlungsstellen mit AKZ und Umstellen der Vermittlungsstellen mit RKZ auf IKZ 50 verlieren die Sonderausführungen bei der DBP jedoch zunehmend an Bedeutung. Desgleichen werden die Varianten für Anlegen von Steuerspannung kaum noch gebraucht. In Kürze werden bei der DBP von den ursprünglich zahlreichen Übertragungstypen nur noch relativ wenige Standardtypen benötigt.

Entsprechend den verschiedenen Zeichengabenverfahren gibt es bei der DBP folgende Arten von W.:

1. Gleichstromübertragungen (GUe): Bei der DBP werden nur noch GUe mit (symmetrischer) Wechselstromauslösung verwendet. Die früher gebräuchlichen GUe mit (unsymmetrischer) Glimmlampenauslösung haben praktisch keine Bedeutung mehr.

Bei Verwendung von GUe kann unter Beibehaltung der Gleichstromzeichengabe die bei dreiadrigen Verbindungen benötigte c-Ader eingespart werden. Der Schwerpunkt des Einsatzes von GUe liegt deshalb bei den Ortsverbindungsleitungen großer Ortsnetze. Bei den dafür verwendeten GUe 2Dr werden nach dem Belegen der GUe-k durch die GUe-g die Sprechadern durchgeschaltet, so daß die weiteren Schaltkennzeichen (Wählzeichen vorwärts sowie Beginn- und

Schlußzeichen rückwärts) wie bei dreiadrigen Leitungen ohne Zeichenumsetzung über die Sprechadern übertragen werden können. Die symmetrische Anordnung des Auslösestromkreises macht die GUe mit Wechselstromauslösung weitgehend unempfindlich gegen das Auslösen von Verbindungen durch Starkstrombeeinflussung. Wenn bei Verbindungen mit c-Ader (dreiadrigen Verbindungen) bei Kurzschluß im Starkstromnetz die Gefahr bestehen würde, daß Verbindungen ausgelöst werden, kann der Einsatz von GUe eine geeignete Maßnahme sein. Gleichstromübertragungen können auf Leitungen mit einem Schleifenwiderstand bis 1,8 kOhm (bei älteren Typen bis 1,2 kOhm) eingesetzt werden. Die Auslösewechselspannung 50 Hz beträgt 90 bis 120 V.

2. Wechselstromübertragungen (WUe): Wenn die Adern eines Kabels mit Fernleitungsübertragern abgeriegelt sind, ist Gleichstromzeichengabe über die Leitung nicht mehr möglich. In diesen Fällen werden Übertragungen mit Wechselstromzeichengabe eingesetzt. Bei WUe werden die Schaltkennzeichen über die Leitung im allgemeinen mit 50 Hz übertragen. Bei Wechselstromübertragungen für Zählung (WUeZ) wird als Zeichenfrequenz 25 Hz verwendet, da die bei Zeitimpulszählung während des Gesprächs zu übertragenden Zählzeichen nicht hörbar sein dürfen. Die Reichweite der Wechselstromzeichengabe beträgt max. zwei Verstärkerfeldlängen. Da der bei Ausnutzung der max. Reichweite vorhandene Zwischenverstärker für die Zeichenfrequenz nicht durchlässig ist, muß er umgangen werden. Dazu werden seit längerer Zeit nur noch passive 50-(25-)Hz-Umgehungsweichen verwendet. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze zwischen dem Einsatz von WUe und der Verwendung von Trägerfrequenzeinrichtungen liegt jedoch weit unter der max. Reichweite, so daß — von Sonderfällen abgesehen — der Einsatz von WUe auf Leitungen der unteren Netzebene (Elg, Elk, Ql zwischen benachbarten FernVStW) beschränkt ist. Bild 1 zeigt als Beispiel eine Elk mit WUe.

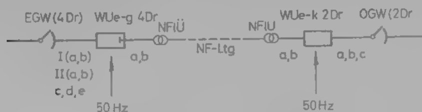


Bild 1. Elk mit WUe.

3. Trägerfrequenzübertragungen (TFUe): Bei Trägerfrequenzsystemen mit systemeigenem Signalkanal werden die Schaltkennzeichen in besonderen Einrichtungen der Kanalumsetzer in eine für die Übertragung geeignete Frequenz (3825 oder 3850 Hz) umgesetzt. Zwischen VStW und Kanalumsetzern mit systemeigenem Signalkanal werden die Schaltkennzeichen als Gleichstromzeichen auf 2 Signaladern (San für ankommende Zeichen, Sab für abgehende Zeichen) übertragen. Die dafür benötigten Leitungsübertragungen werden bei der DBP als Trägerfrequenzübertragungen bezeichnet. Ihre vermittlungstechnische Funktion beschränkt sich darauf, einerseits die von der VStW empfangenen Schaltkennzeichen an die Signalader Sab anzulegen, andererseits die auf der Signalader San vom TF-System angelegten Schaltkennzeichen zur VStW weiterzugeben, wobei die Schaltkennzeichen teilweise korrigiert oder abgemessen, im Prinzip jedoch nicht verändert werden. Das vom Kanalumsetzer auf die TFUe wirkende Gruppenpilot-Sperrsignal wird simultan über die Sprechadern des Sprechweges mit dem höheren Pegel (Fan) übertragen. Die in ihrer vermittlungstechnischen Funktion einfachen TFUe sind die bei der DBP am meisten verwendeten Wählübertragungen. Einschränkungen für den Einsatz von TFUe ergeben sich — abgesehen vom TF-System ohne Signalkanal — nur bei örtlicher Trennung von VStW und Trägerfrequenzeinrichtung, wenn das Verbindungskabel starkstrombeeinflußt ist. Im Bild 2 ist als Beispiel eine Ql auf OGW mit TFUe dargestellt.

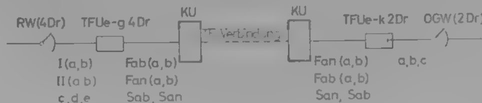


Bild 2. Ql auf OGW mit TFUe.

4. Tonwahlübertragungen (TonUe): Als Tonwahlübertragungen werden die auf nationalen Leitungen des Selbstwählferndienstes (SWFD) eingesetzten Einfrequenz-Impulswahlübertragungen bezeichnet. Da bei Tonwahlübertragungen die Schaltkennzeichen mit einer innerhalb des Sprachbands liegenden Zeichenfrequenz übertragen werden, sind TonUe im Prinzip universell verwendbar, sofern nicht Zeichen während des Gesprächs (Zählzeichen bei Zeitimpulszählung) zu übertragen sind. Die Übermittlung der Schaltkennzeichen innerhalb des Sprachbands erfordert jedoch einen hohen Aufwand, um ein Ansprechen der Zeichenempfänger (auch Tonempfänger genannt) durch Sprache zu vermeiden. Der Einsatz von TonUe im nationalen SWFD ist deshalb auf Sonderfälle (z. B. ältere TF-Systeme ohne Signalkanal, NF-Leitungen mit mehreren Zwischenverstärkern) beschränkt. Bei TF-Systemen ohne Signalkanal und bei NF-Leitungen mit einer Grenzfrequenz von 3,4 kHz wird eine Zeichenfrequenz von 3000 Hz verwendet. Bei NF-Leitungen mit einer Grenzfrequenz unter 3,4 kHz ist die Zeichenfrequenz 2280 Hz. Da TonUe nicht auf Leitungen der unteren Netzebene eingesetzt werden, gibt es TonUe nur mit 4Dr-Amtsseite, d. h., sie enthalten keine Gabelschaltung.

5. Gabelübertragungen (GaUe 4Dr/2Dr und GaUe 2Dr/4Dr): Da bei Übergang von 4Dr auf 2Dr (und umgekehrt) immer eine Kennzeichenumsetzung von den Signaladern der 4Dr-Seite auf die Sprechadern der 2Dr-Seite (und umgekehrt) notwendig ist, hat man die Gabelschaltung und die Bauteile für die Kennzeichenumsetzung zu GaUe zusammengefaßt. GaUe werden zwischen Vierdraht- und Zweidrahtwahlstufen, die im allgemeinen in der gleichen VStW aufgebaut sind, eingesetzt, z. B. GaUe 4Dr/2Dr beim Übergang von 4Dr-EGW auf 2Dr-OGW in einer KVStW 4Dr. In GaUe werden lediglich evtl. auftretende Dauerkennzeichen in Impulskennzeichen

umgeformt. Eine Zeichenerneuerung oder weitergehende Zeichenkorektur erfolgt bei GaUe nicht. GaUe 4Dr/2Dr werden in ZVStW, HVStW und KVStW 4Dr in großen Stückzahlen benötigt. Der Einsatz von GaUe 2Dr/4Dr ist dagegen auf seltene Sonderfälle beschränkt, z. B. wenn ausnahmsweise TonUe hinter 2Dr-Wählern verwendet werden sollen.

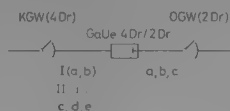


Bild 3. Einsatz von GaUe 4Dr/2Dr zwischen KGW (4Dr) und OGW (2Dr).

Bild 3 zeigt als Beispiel eine GaUe 4Dr/2Dr zwischen dem KGW und dem OGW der verdeckten EVSt einer HVStW. *Altehage*

Wählumsetzer (Telex) → Wählzeichenumsetzer (Telex).

Wählunteranlagen. Selbsttätige Vermittlungseinrichtungen ohne Abfragestelle (Wähl-Unteranlagen) sind im öffentlichen Fernsprechnetz nur als → Zweitnebenstellenanlage zum Anschluß an → Wählnebenstellenanlagen (Hauptanlage) vorgesehen. W. entsprechen im Ausbau, in der Betriebsweise und in der Technik — abgesehen vom fehlenden Abfrageplatz — den mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen. Anstelle der Hauptanschlußleitungen sind die Nebenanschlußleitungen zur Hauptanlage angeschaltet, wobei die W. und die Hauptanlage mit besonderen Übertragungen für den selbsttätigen Unteranlagenverkehr ausgestattet sind.

Bisher waren auch kleine W. der Baustufe 1/9/2 zulässig. Die mittleren W. gibt es für 2 bis 10 Nebenanschlußleitungen zur Hauptanlage und 10 bis 100 Nebenstellen entsprechend den Ausbauvorschriften der mittleren Wähl-Nebenstellenanlagen. Große W. haben einen Mindestausbau von 5 Nebenanschlußleitungen zur Hauptanlage und 50 Nebenstellen. Sie sind entweder unbegrenzt erweiterungsfähig oder in einer Ausführung mit Einverständnis des Teilnehmers mit einem Endausbau von 40 Nebenanschlußleitungen zur Hauptanlage und 400 Nebenstellen zulässig.

Mit Genehmigung des FTZ dürfen an große Wähl-Nebenstellenanlagen ausnahmsweise große W. als »Wähl-Unteranlagen abweichender Art« mit folgenden Merkmalen angeschlossen werden: Rufnummern mit verdeckter Kennziffer; einheitliche Rückfrage- und Umlegemöglichkeit bei Amtsgesprächen für die Nebenstellen der Hauptanlage und der W., sowohl innerhalb der eigenen als auch zur verbundenen Anlage. Bei Verbindungen zwischen den Sprechstellen der Hauptanlage und der W. sind — im Gegensatz zu den übrigen W. — Rückfrage und Umlegen nicht vorgesehen. Die Nebenanschlußleitungen zwischen Hauptanlage und W. können, wenn beide Anlagen im selben Ortsnetzbereich liegen, zwei- oder mehradrig sein; liegen die Anlagen in verschiedenen Ortsnetzbereichen, so müssen die Leitungen zweiadrig geführt werden. Posteigene Nebenanschlußleitungen können nur in zweiadriger Führung beantragt werden. *Paul*

Wählverfahren. In Telegrafievermittlungssystemen entweder Nummerschalter- oder Tastaturwahl möglich. → CCITT-Empfehlungen für Telegrafenvermittlungstechnik.

Wählzeichenbewerter ist die Einrichtung zur Bewertung der Wählinformation, insbesondere der Kennzahl in bezug auf Richtung und Zone. → System TWM, → Richtungswähler TW 39.

Wählzeichenumsetzer (Telex) sind zu unterscheiden nach W. für Nummerschalterwahl in Tastaturwahl (W N/T) bzw. umgekehrt (W T/N). W N/T werden den → Zusatzübertragungen für den abgehenden Verkehr zugeschaltet. Die Wählimpulsserien werden in Zählmagnete gespeichert. Sobald die vollständige Wählinformation vorliegt (bei bekannter bzw. aus der ersten Ziffer ableitbaren Stellenzahl der ausländischen Rufnummer erfolgt Vollspeicherung), veranlaßt der W N/T bei der Zusatzübertragung die Aussendung des Wahlendezeichens (200 ms Impuls positiver Polarität) zur Leitwegeinrichtung (→ Umrechner [Telex] und → Richtungswähler TW 39), die daraufhin die Schreibadern im Leitungsschaltglied durchschaltet und den zentralen Schaltteil freigibt. Anschließend sendet die Zusatzübertragung das Anrufzeichen über die bereits vorbelegte Auslandsleitung zur ausländischen Vermittlungsstelle. Nach Eingang der Anrufbestätigung bzw. des Wahlabrufzeichens (→ CCITT-Empfehlung für Telegrafenvermittlungstechnik) fordert die Zusatzübertragung den Us N/T zur Ausspeicherung der Wählinformation in Fernschreibzeichen auf. Eingeleitet wird die Wählinformation durch das Wähleinleitungszeichen (in der Regel das Zeichen für Ziffernumschaltung) und ggf. beendet durch das Wahlendezeichen (Schlußkreuz +). Je nach Art des Systems im Zielland kann danach ein Klassenzeichen folgen (z. B. für die Niederlande), um die Art der Verbindung zu kennzeichnen (z. B. Telex oder Gentex). Das Klassenzeichen kann auch durch verschiedene Zeichen für die Wähleinleitung ausgedrückt werden (z. B. für Frankreich). Nach Aussendung der Wählinformation schaltet sich der WN/T selbsttätig von der Verbindung ab.

Der W T/N wird bei ankommenden Verbindungen der → Mux-Übertragung MAG über einen Relaissuchwähler zugeschaltet. Er übernimmt die Wählinformation Ziffer um Ziffer (Durchlaufspeicher) von der Mux-Übertragung in einem 5er-Parallelcode und setzt sie für das → System TW 39 in Nummerschalterimpulse um. Das Freizeichen (positive Dauerpolarität) wird für die Mux-Leitung in eine Zeichenfolge umgesetzt (→ CCITT-Empfehlung für Telegrafenvermittlungstechnik). Bei den in der BRD endenden Verbindungen fordert der Us T/N anschließend die Kennung der gerufenen Endstelle an. Ob dies auch bei Transitverbindungen (erste Ziffer ist eine 0) erforderlich ist, entscheidet ein dem Us T/N zugeordneter Kennziffernbewerter durch Auswertung der

Netzkennzahl. Alle Codezeichen, z.B. Endstelle besetzt oder gestört, erhält der Us T/N von einem Codesender. Vollständiges Blockschaltbild → Mux-Übertragung MAG. *Jendra*

wahrscheinliche Abweichung, ein Maß für die Abweichungen statistischer Ergebnisse vom sog. Zentralwert, → statistische Methoden.

Wahrscheinlichkeitsdichte. Werden n voneinander unabhängige Versuche ausgeführt, bei welchen unter den gleichen Versuchsbedingungen k verschiedene Ereignisse $x_1, x_2, \ldots, x_k$ möglich sind, und tritt das Ereignis x_i n_i-mal ein, so ist $h_i = \frac{n_i}{n}$ die relative Häufigkeit des Ereignisses x_i. h_i schwankt erheblich für kleine n, nimmt aber für genügend große n einen nahezu konstanten Wert an. Der Grenzwert der relativen Häufigkeit für $n \to \infty$ heißt Wahrscheinlichkeit des Ereignisses x_i.

Ist das Merkmal der Statistik nicht in diskrete Werte unterteilt, sondern stetig veränderlich, so ist

$$\int_a^b H(x)\,dx$$

die Anzahl der Ereignisse, deren Wert des Merkmals zwischen a und b liegt, und $H(x)$ die Häufigkeitsdichte. Entsprechend ist

$$h(x) = \frac{H(x)}{n}$$

die Dichte der relativen Häufigkeit. Offensichtlich ist

$$\int_{-\infty}^{\infty} H(x)\,dx = n \quad \text{und} \quad \int_{-\infty}^{\infty} h(x)\,dx = 1\,.$$

Der Grenzwert der Dichte der relativen Häufigkeit $h(x)$ für $n \to \infty$ ist die W. Bei der → Gaußschen Verteilung hat das Integral über die W. die Form des → Fehlerintegrals (→ Informationstheorie).

Literatur: → Gaußsche Verteilung. *Gerber*

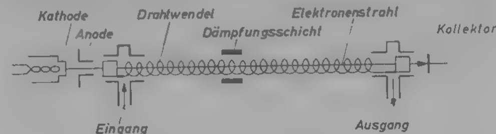
Wahrscheinlichkeitsintegral → Fehlerintegral.

Wallot, Julius, geb. 6. 8. 1876 in Oppenheim (Rhein), gest. 31. 3. 1960 in Waldenburg/Württbg., Professor, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. 1902 Promotion in München. Nach Ausweitung und Vertiefung seiner wissenschaftlichen Erkenntnisse und Arbeiten (u. a. 1904–1906 Telegraphen-Versuchsamt Berlin) Habilitation an der TH Stuttgart (1909); Privatdozent an der TH Stuttgart und Bergakademie Clausthal; 1921 außerplanmäßiger, 1929 o. Professor an der TH Berlin, 1946 bis 1948 Honorarprofessor an der TH Karlsruhe. Ab 1922 überdies wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Zentrallaboratorium von S & H, AG. Erfolgreicher Wissenschaftler, forschte auf dem Gebiet der Theorie der Fernmelde-Übertragungstechnik, schrieb ein Werk über »Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik«. W.'s großes Ansehen im In- und Ausland gründete sich aber in erster Linie auf seine bahnbrechenden Arbeiten auf dem Gebiet der Systematik der physikalischen Einheiten und Größen. Ehrungen: Siemens-Stephan-Gedenkplakette (VDE Gau Berlin-Brandenburg); Dr.-Ing. E. h. der TH Stuttgart.

Wandapparat → Fernsprechapparate.

Wanderfeld-Magnetfeldröhre → Wanderfeldröhre.

Wanderfeldröhre (travelling-wave-tube) ist die wichtigste Verstärkerröhre der Nachrichtentechnik im Mikrowellenbereich. Sie ist eine Lauffeldröhre ohne statisches Querfeld mit → Verzögerungsleitung, bei der die mittlere Geschwindigkeit der Elektronenströmung nach Größe und Richtung gleich oder nahezu gleich der Phasengeschwindigkeit einer Vorwärtswelle auf der Verzögerungsleitung ist. Zur besseren Abgrenzung gegen die Wanderfeld-Magnetfeldröhre wird sie auch als O-Typ-W. bezeichnet. Eine W. enthält ein Elektronenstrahlerzeugungssystem, einen Raum für die Wechselwirkung zwischen Elektronenstrahl und Welle, z. B. den Innenraum einer Wendel, und einen Kollektor, der z. B. ein → Bremsfeldkollektor sein kann (s. Bild). Das Elektronenstrahlerzeugungssystem



Schema einer Wanderfeldröhre.

ermöglicht so kleine Kathodenstromdichten, daß die mittlere Lebensdauer von W. bis zu 100000 h erreicht. Das zur Fokussierung notwendige magnetische Längsfeld wird durch den Fokalisator erzeugt, der gleichzeitig die Fassung für die Röhre und die Ein- und Auskoppelvorrichtungen für das Hochfrequenzsignal enthält. Röhren mittlerer Leistung werden meist mit einem Permanentmagnet betrieben. Zur Volumen- und Gewichtsersparnis wird die Richtung des magnetischen Längsfeldes periodisch gewechselt (PPM-Fokussierung [Periodischer Permanent-Magnet]). Für den stabilen Betrieb ist eine Entkopplung zwischen Ausgang und Eingang erforderlich. Ihre Dämpfung muß die Verstärkung der Röhre merklich übersteigen. Bei Wendelleitern dient hierfür eine Dämpfungsschicht in Wendelnähe. Für die logarithmische Verstärkung G (Gewinn) einer W. gilt $G = A + B \cdot C \cdot N$. N ist der relative Laufwinkel (→ Laufzeitröhren) der Elektronen entlang der Verzögerungsleitung und C der Gewinnparameter, der die dimensionslose Größe $(K \cdot I_0/4\,U_0)^{1/3}$ ist [K Kopplungswiderstand (→ Verzögerungsleitung), I_0 Strahlstrom, U_0 Strahlspannung]. A bezeichnet die Summe aus Aufteilung und Gewinnverlust durch die Entkopplungsdämpfung. Im linearen Bereich beträgt A in erster Näherung −15 dB, während B die Konstante 47,6 dB ist. Für rauscharme W. und W. mittlerer Leistung wird für die Verzögerung meist eine Wendelleitung benutzt, für höhere Leistungen dagegen

ein Filterwellenleiter (→ Verzögerungsleitung). Die W. ermöglicht durch ihre relativ große Bandbreite die Verstärkung bei sehr großen Sprechkreisbündeln mit einem dennoch ausreichenden Gewinn. Sie kann sowohl für extrem niedrige Eingangsrauschtemperaturen konstruiert werden (etwa 60° K) als auch für sehr große Dauerstrichausgangsleistungen (z. B. 100 kW bei 10 GHz, Wirkungsgrad über 40%). Aus optimal konstruierten W. mit Wendelleitung lassen sich mit Hilfe einfacher Dimensionierungsregeln optimale W. anderer Leistung oder anderer Frequenz ableiten. Für die Änderung der Frequenz f müssen alle Abmessungen ~1/f geändert werden. Für die Änderung der Leistung P muß die Strahlspannung $\sim P^{2/5}$ sein und damit z. B. der mittlere Wendelradius $\sim P^{1/5}$. Die Dimensionierungsregeln machen gleichzeitig u. a. den Gewinnparameter C, die Strahlperveanz $I_0/U_0^{3/2}$ und den Raumladungsparameter QC invariant. Durch die maximal zulässige Oberflächendichte der Verlustleistung am ausgangsseitigen Ende der Wendel wird jedoch die maximale Ausgangsleistung $\sim 1/f^2$ begrenzt. Spitzenentwicklungen ergeben z. Z. z. B. an dieser Grenze 30 W bei 9 GHz. Für den Millimeterwellenbereich treten als weitere technologische Grenzen die zu kleinen Elektrodenabmessungen und die zu großen Feldstärken des Fokussierungsmagneten hinzu. Bei zu niedrigen Frequenzen (<1 GHz) wird es schwer, für die charakteristische Verstärkung den Mindestwert 1 dB/cm zur sinnvollen Begrenzung der Röhrenlänge einzuhalten.

Literatur: W. Kleen, Einführung in die Mikrowellen-Elektronik, Teil 1 und 2, S. Hirzel, Stuttgart 1952 und 1958 — W. F. Kowalenko, Mikrowellenröhren, Verl. Technik, Berlin/München 1957 — G. D. Sims, Microwave Tubes and Semiconductor Devices, Blackie & Son, London/Glasgow 1963 — J. Voge, Les tubes aux hyperfréquences, Editions Eyrolles, Paris 1959 — J. R. Pierce, Travelling-wave tubes, D. van Nostrand Comp., Toronto/New York/London 1950.

Schnitger

Wanderwellen entlang Leitungen sind leitungsgebundene elektromagnetische Ausgleichvorgänge. Wanderwellen können ausgelöst werden durch Schalthandlungen und durch Störungen. Man betrachtet im allgemeinen in Abhängigkeit vom Orte x (Anfangspunkt $x = 0$) und der Zeit t (Anfangszeitpunkt $t = 0$) die Spannung $U(x, t)$ und den Strom $I(x, t)$. Im allgemeinen Fall setzen sich $U(x, t)$ und $I(x, t)$ zusammen aus je zwei Teilvorgängen, einer in Richtung $+x$ fortschreitenden Welle, die Rechtswelle genannt wird, und einer in Richtung $-x$ fortschreitenden Welle, die Linkswelle genannt wird. Eine Leitung heißt homogen, wenn ihr Kapazitätsbelag C' und ihr Selbstinduktivitätsbelag L' ortsunabhängige Konstante sind. Bei Vernachlässigung der Verluste gilt dann

$$U(x,t) = f_1(x - vt) + f_2(x + vt),$$
$$Z_w \cdot L(x,t) = f_1(x - vt) - f_2(x + vt)$$

mit der Wellengeschwindigkeit

$$v = \frac{1}{\sqrt{L'C'}}$$

und dem Wellenwiderstand

$$Z_w = \sqrt{\frac{L'}{C'}}.$$

$f_1(x - vt)$ ist der Ausdruck für die Rechtswelle, $f_2(x + vt)$ der für die Linkswelle. Jede dieser beiden verschiebt sich also mit der Geschwindigkeit v ohne Formänderung, wie ein starrer Körper. Die Teilwellen f_1 und f_2 sind eindeutig gegeben durch die Anfangsverteilungen $U(x)$ und $I(x)$. Unter der Voraussetzung, daß die innere Selbstinduktivität gegenüber der äußeren vernachlässigbar ist, gilt für die Geschwindigkeit

$$v = \frac{1}{\sqrt{L_a' C'}} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} = \frac{c_0}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}}$$

mit der Vakuum-Wellengeschwindigkeit c_0 und der Dielektrizitätszahl ε_r und der Permeabilitätszahl μ_r des Raumes außerhalb der Leiter. Wird im Zeitpunkt $t = 0$ die vorher spannungs- und stromlose Leitung am Leitungsanfang $x = 0$ auf einen Generator geschaltet und ist ihr fernes Ende mit einem Widerstand von der Größe des Wellenwiderstandes Z_w abgeschlossen, so existiert nur die Rechtswelle des Stromes und der Spannung, man nennt diesen Fall die Anpassung des Abschlußwiderstandes. Bei jedem anderen Abschluß am fernen Ende treten Reflexionen ein. Bei der technisch realisierten, verlustbehafteten Leitung laufen die Wellen nicht ohne Formänderung, die Wellenform wird verzerrt (in dem nur theoretisch interessanten Fall der verlustbehafteten verzerrungsfreien Leitung besteht die Formänderung lediglich in einer exponentiellen Dämpfung).

Literatur: K. W. Wagner, Einführung in die Lehre von den Schwingungen und Wellen, Wiesbaden 1947 — E. Flegler, Einführung in die Hochspannungstechnik. Karlsruhe 1964.

J. Fischer

Wandverschiebungen, magnetische → Weiss'sche Bezirke.

Wange → Hochkantförderer.

Wärmeäquivalent, mechanisches, Wärmedehnung → Thermodynamik.

Wärmedurchbruch → Durchbrucheffekte.

Wärmegrößen der wichtigsten Metalle → Metalle Elastizität und Wärmegrößen.

Wärmemelder → Meldungsgeber.

Wärmerauschen ist das in einem Leiter durch die Brownsche Bewegung der Elektronen verursachte temperaturabhängige → Rauschen.

Wärmestrahlung und Atom → Thermodynamik.

Wärmeübertragung, -letiung usw. → Thermodynamik.

Wärmewiderstand beim Transistor → Leistungstransistor.

Wärmewirkung von Starkstromkabeln → Starkstromeinwirkung auf Feuermeldeanlagen.

Warmphosphatieren. Phosphatieren bei Badtemperaturen zwischen 50 und 80° C.
Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Warnfeuer → Hindernisbefeuerung.

Warteanrufsucher. Bei allen Abfragestellen mit → Anrufverteilung werden jeder Platzgruppe W. zugeordnet, die die Aufgabe haben, Anrufe zu speichern, wenn alle besetzten Plätze der zugehörigen Gruppe arbeiten. Um die Wartezeiten für die Teilnehmer nicht zu groß werden zu lassen, muß die Zahl der belegbaren W. etwa halb so groß wie die Zahl der betriebsbereiten Plätzen sein. Aus den W. werden die Anrufe zu den Plätzen in der Reihenfolge des Eintreffens weitergeleitet; es ist jedoch eine bevorzugte Ausspeicherung der Anrufe im Ferndienst sichergestellt.
Literatur: Unterrichtsblätter der DBP; Ausg. B, Heft 12/67, S. 319.

Warteansage → Warteeinrichtung in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62.

Wartebelastung ist die durch wartende Verbindungen erzeugte zusätzliche Belastung auf den Zubringerleitungen. Der Verkehrswert der Wartebelastung ist gleich der mittleren Anzahl der gleichzeitig wartenden Belegungen.

Wartedauer, mittlere → mittlere Wartedauer.

Warteeinrichtung in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62. In der handbedienten Fernvermittlungsstelle F 62 wird die W. über das Vielfach der I. Anrufwählerstufe dann belegt, wenn keine arbeitsbereiten Fernplätze mehr verfügbar sind (siehe Übersichtsplan zu → Anrufverteilung in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62). Die W. hat die nicht sofort absetzbaren Anrufe in zeitlich richtiger Folge aufzunehmen und in derselben Reihenfolge wieder abzugeben, sobald Fernplätze frei werden. Dabei ist die Aufgabe zu lösen, W. in Abhängigkeit von der Zahl der besetzten Fernplätze und der zulässigen Wartezeiten zu steuern. Ist die Anzahl der verfügbaren Plätze klein, so werden weniger Wartepunkte benötigt als bei einer größeren Zahl verfügbarer Fernplätze. Die Beobachtung der W., insbesondere die Freigabe und Sperrung der Wartepunkte, ist eine Aufgabe des Betriebslenkungsplatzes. Zu diesem Zweck werden an diesem Platz laufend die Anzahl der wartenden Anrufe (Zahl der belegten Wartepunkte), die Wartezeit des am längsten wartenden Anrufes und der mit dem → Alphazeiger gemessene Alphawert als Maß für die Auslastung der Vermittlungskraft angezeigt. Die Wartepunktschaltung (WpS) ermöglicht ferner das phasengerechte Anlegen einer automatischen Warteansage (WAnS) mit eingeblendetem Freiton für den Anmelder. In einer der handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62 werden so viele unabhängig voneinander arbeitende W. benötigt, wie unterschiedliche Betriebsgruppen vorhanden sind.
Literatur: H. Rjosk, Aufgaben und Technik der handbedienten Fernvermittlungsstelle in vollautomatisierten Fernverkehrsnetzen. Ingenieur der Deutschen Bundespost, Bd. 9 (1960), Heft 1, S. 14 — G. Altehage, Das schnurlose handbediente Fernvermittlungssystem F 62. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1962. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Bad Windsheim/Mittelfranken, S. 128 — H. Dierssen und H. Rjosk, Wählerfernamt Mannheim. Siemens-Zeitschrift, Bd. 37 (1963), Heft 3, S. 161. *Gänsler*

Wartefeld. Das W. ist die Speichereinrichtung für verzögerte Anrufe (Warteschlange) in einer Vermittlungsanlage. Man unterscheidet W. mit einer beschränkten und W. mit einer unbeschränkten Anzahl von Warteplätzen. Die Warteplätze können zufallsmäßig oder in bestimmter Reihenfolge belegt und abgefragt werden.

Wartentechnik (→ Fernwirktechnik) befaßt sich mit der Ausstattung der Befehlsstelle weiträumiger technischer Anlagen. Sie wird bei Elektrizitäts-Versorgungsnetzen als »Lastverteiler« bezeichnet. Sie umfaßt im Zusammenhang mit Blind- oder Leuchtschaltbildern die übersichtliche Gruppierung der Fernmeß-Empfangsinstrumente und Fernbedienungsgeräte (Steuerquittungsschalter). Bevorzugt wird kompakte Pultform in »Minitechnik« und Mosaikbauweise, die Änderungen oder Erweiterungen durch Bausteinauswechslung zuläßt. Fernsteuer- und Meßwertempfangsschaltungen getrennt in Einbauschränken mit auswechselbaren Einschüben, bestückt mit Steckplatten mit integrierten und gedruckten Schaltungen. Zusätze: Betriebsfernsprech- und Fernschreibeinrichtungen sowie Meßwertverarbeitungsanlagen (Prozeßrechner, Computer).

Das Bild zeigt die Ausführung einer Fernwirkwarte des Badenwerks in Rheinau bei Mannheim. Sie dient der Sicherung der Stromversorgung Nordbadens im Verbundbetrieb mit dem angrenzenden RWE und Bayernwerk. Links hinten im Bild sind zwei Blattdrucker zu erkennen, einer zur selbsttätigen Führung des Betriebstagebuches, der andere für den betriebsnotwendigen Fernschreibverkehr. Zwischen den Sitzplätzen des Überwachungspersonals liegt ein Tastenwahlfeld für Betriebsferngespräche, beiderseits als Tischeinsätze Fernsteuerfelder; dahinter freistehendes Instrumentenpult mit den wichtigsten Fernmeßwerten, vor allem Leistungswerte, teils dauernd, teils Tischeinsätze Fernsteuerfelder; dahinter ein freistehendes Instrumentenpult mit den wichtigsten Fernmeßwerten, vor allem der Leistungswerte, teils dauernd, teils auf Anwahl übertragen. Im Halbkreis abschließend rechts das Blindschaltbild des überwachten Netzes in Mosaikbauweise mit in den Leitungszug eingesetzten Fernmeßempfangsinstrumenten, Steuerquittungsschaltern, Meldeleuchten und Schalter-



Fernwirkwarte des Badenwerks in Mannheim-Rheinau.

stellungsanzeigern. Kennzeichnend ist der übersichtliche Gesamteindruck der Warte, die nur das Notwendige enthält und alle Hilfseinrichtungen in Nebenräume verbannt. *Eberhard*

Wartepunkt, -schaltung → Warteeinrichtung in handbedienten Fernvermittlungsstellen F 62.

Wartesystem ist eine Vermittlungseinrichtung, die nach dem Warteprinzip arbeitet, d. h. Belegungen, die wegen Blockierung nicht sofort verarbeitet werden können, müssen warten, bis ein freier Verbindungsweg verfügbar ist. Es gibt verschiedene Vermittlungseinrichtungen, die sowohl Eigenschaften eines Verlustsystems als auch eines W. haben. W. sind in der Regel Systeme mit AS in der Vorwahlstufe. Ist bei einem Verbindungsversuch kein AS frei, so kann der Teilnehmer auf das Freiwerden warten. Im I. VW-System ist dies nicht möglich, da hier der I. VW, wenn er keinen freien Ausgang findet, durchdreht und auf dem Durchdrehschritt stehenbleibt. Der Teilnehmer muß auflegen und erneut abheben. Man kennt jedoch sehr viele verschiedene Arten von W. Sie unterscheiden sich im wesentlichen in der Art des angebotenen Verkehrs, in der Beschaffenheit und Funktion des Wartespeichers, in der Reihenfolge der Abfertigung (Abfertigungsstrategie) sowie in der Bedienungsdauer. Die Wartenden können in der Reihenfolge ihres Eintreffens, in zufallsbedingter Reihenfolge oder mit bestimmten Prioritäten abgefertigt werden.

Die Verkehrsgüte eines W. wird gewöhnlich ausgedrückt durch die drei Größen:

→ Wartewahrscheinlichkeit $P(>0)$
→ mittlere Wartedauer t_w und
→ Überschreitungswahrscheinlichkeit $P(>T)$ einer bestimmten Wartedauer T.

Wartewahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine Belegung nicht sofort verarbeitet werden kann und dadurch verzögert wird. Die W. ($P>0$) kann nach der folgenden Formel, die zuerst von A. K. Erlang angegeben wurde, berechnet werden.

$$P(>0) = E_{2,\ N}(A)$$

$$= \frac{\frac{A^N}{N!}\cdot\frac{N}{N-A}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \cdots + \frac{A^{N-1}}{(N-1)!} + \frac{A^N}{N!}\cdot\frac{N}{N-A}}$$

A: Verkehrsangebot, N: Anzahl der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen.

Die Formel setzt reinen Zufallsverkehr, unbeschränkte Wartemöglichkeiten und volle Erreichbarkeit der Bedienungsstellen bzw. Abnehmerleitungen voraus.

Die W. $P(>0)$ kann in der Praxis näherungsweise bestimmt werden aus dem Verhältnis $P(>0) = \frac{C_w}{C_A}$, C_A: Mittelwert der während der Hauptverkehrsstunde angebotenen Belegungen, C_w: Mittelwert der Belegungen, die in der Hauptverkehrsstunde warten müssen.

Wartezeit → Anmeldewartezeit, → Anrufwartezeit.

Wärterstellwerk → Stellwerk.

Wasserdampfdruck → Troposphäre.

wasserdichte Bauweise von Kabelkanälen → Kabelkanal unter 15.

Wasserkühlung → Kühlung bei Funksendern.

Wasserrecht. Das W. hat diejenigen gesetzlichen Bestimmungen zum Inhalt, die sich mit der Benutzung der Gewässer, ihrer Unterhaltung und ihrem Ausbau und mit den Eigentumsverhältnissen an den Gewässern befassen. Das W. ist teils bundes-, teils landesrechtlich geregelt.

1. Gesetzliche Grundlagen. 1.1. Bundesrecht. Bundesgesetze auf dem Gebiete des W. sind: 1.1.1. Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 27. 7. 1957 (BGBl. I S. 1110), das den Zweck verfolgt, eine geordnete Bewirtschaftung des ober- und unterirdischen Wassers nach Menge und Beschaffenheit herbeizuführen. Es ist ein auf Art. 75 Nr. 4 GG beruhendes Rahmengesetz, wobei es den Ländern überlassen geblieben ist, die Rahmenvorschriften durch »Ausfüllgesetze« auszugestalten und zu ergänzen. 1.1.2. Das Bundeswasserstraßengesetz vom 2. 4. 1968 (BGBl. II S. 173), das die Rechtsverhältnisse an den Binnenwasserstraßen des Bundes und an den Seewasserstraßen abschließend und erschöpfend regelt. 1.2. Landesrecht. Die von den Ländern im Anschluß an das Wasserhaushaltsgesetz erlassenen Landeswassergesetze sind: 1.2.1. Wassergesetz für Baden-Württemberg vom 25. 2. 1960 (Gesetzblatt (GBl.) S. 17). 1.2.2. Bayerisches Wassergesetz vom 28. 7. 1962 (Gesetz- u. Verordnungsblatt (GVBl.) S. 143). 1.2.3. Berliner Wassergesetz vom 23. 2. 1960 (GVBl. S. 133). 1.2.4. Bremer Wassergesetz vom 13. 3. 1962 (GVBl. S. 59). 1.2.5. Hamburgisches Wassergesetz vom 20. 6. 1960 (GVBl. S. 335). 1.2.6. Hessisches Wassergesetz vom 6. 7. 1960 (GVBl. S. 69). 1.2.7. Niedersächsisches Wassergesetz vom 7. 7. 1960 (GVBl. S. 105). 1.2.8. Landeswassergesetz für Nordrhein-Westfalen vom 22. 5. 1962 (GVBl. S. 235). 1.2.9. Landeswassergesetz für Rheinland-Pfalz vom 1. 8. 1960 (GVBl. S. 153). 1.2.10. Saarländisches Wassergesetz vom 28. 6. 1960 (ABl. S. 511). 1.2.11. Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein vom 25. 2. 1960 (GVBl. S. 39).

2. Die Einteilung der Gewässer nach den Landeswassergesetzen. Mit Ausnahme des Wassergesetzes für Baden-Württemberg unterscheiden die Landeswassergesetze nicht mehr zwischen öffentlichen und privaten Gewässern, sondern nur noch zwischen Wasserläufen verschiedener Ordnung. Unbeschadet dieser vom früheren Recht abweichenden Einteilung sind als »öffentliche Gewässer« i. S. des TWG, die die DBP zur Unterbringung ihrer Fernmeldelinien in Anspruch nehmen kann, alle oberirdischen Gewässer zu verstehen, an denen nach den für sie geltenden wasserrechtlichen Bestimmungen ein → Gemeingebrauch besteht.

3. Träger der Unterhaltung. Die Unterhaltung der oberirdischen Gewässer umfaßt die Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes für den Wasserabfluß und, soweit es sich um schiffbare Gewässer handelt, die Erhaltung der Schiffbarkeit. Die Träger der Unterhaltung sind: 3.1. Für die Bundeswasserstraßen der Bund. 3.2. Für die übrigen Gewässer das Land bei den Gewässern I. Ordnung, die Anliegergemeinden, Kreise oder Wasser- und Bodenverbände für die Gewässer II. Ordnung und die Gemeinden, die Gewässereigentümer oder die Anlieger für die Gewässer III. Ordnung. *Aubert*

Wasserstands-Ansagegeräte. Meßwert-Ansagegeräte zur selbsttätigen Ansage von Wasserstandswerten für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind → Zusatzeinrichtungen, private, und gehören zu den Einrichtungen für die Fernansage und Fernanzeige. W. können an Fernsprechhauptstellen und amtsberechtigte Fernsprechnebenstellen angeschaltet werden. Ein W. besteht im wesentlichen aus einer einem automatischen → Anrufbeantworter ähnlichen Einrichtung und dem eigentlichen Meßwertansageteil. Ankommende Anrufe werden wie bei einem automatischen Anrufbeantworter beantwortet, jedoch meldet sich das W. mit »Automatische Wasseranzeige« statt mit »Automatischer Anrufbeantworter«. Die Wasserstandswerte werden in offener Sprache und in einem für jedermann verständlichen Sinn angesagt. Bei Anschaltung von W. an nichtamtsberechtigte Fernsprechnebenstellen kann die Anrufbeantwortung und die Durchgabe der Wasserstandswerte beliebig gewählt werden. W. werden wie Rufnummerngeber vor die Fernsprechapparate an die Anschlußleitung geschaltet.

Wasserstandstelegramme → Telegrammarten.

Wasserversorgungsanlagen mit zentraler Fernüberwachung (→ Fernwirktechnik). Fernmessung (→ Fernmeßtechnik) der Füllstände von geschlossenen oder offenen Speicherbehältern, von Drücken, von Fördermengen der Rohrleitungen sowie Vergleichsmessungen von Duchflußmengen und Drücken zur Lecküberwachung. Als Gebergeräte kommen je nach Druckstufe und Meßbereich in Betracht:

1. für Höhenstand-(Füllstand-)Messungen:

1.1. Meßgeräte mit Schwimmerantrieb mit z. B. mechanischem Dreidekadenschalter zur Erzeugung eines Impulstelegramms im Schrittschaltverfahren, aufgegliedert in m/dm/cm,

1.2. Meßgeräte nach dem Differenzdruckverfahren (U-Rohr-Manometerprinzip), mit dem der jeweilige

Füllstand gegen eine konstante vorgegebene »Bezugshöhe« gemessen wird,

1.3. Meßgeräte mit kapazitiver Tauchsonde, deren Kapazität durch die Füllstandshöhe verändert und als Diagonalstrom einer kapazitiven Brücke gemessen wird,

2. für Durchflußmessungen bzw. Fördermengen (= Zeitintegral über Durchfluß)

in Rohrleitungen:

2.1. bei kleineren Durchflußmengen, geringerer Rohrweite und niedrigen Druckstufen: Volumenzähler mit Fernzählwerk (ähnlich Hauswasserzähler),

2.2. bei größeren Rohrweiten bis zu hohen Druckstufen:

Meßgeräte nach dem Wirkdruckverfahren an Stauorganen (z. B. Normblenden, Venturirohre). Wirkdruck ist die Druckdifferenz zwischen Einlauf und maximaler Einschnürung. Da Durchfluß (= Fördermenge pro Zeiteinheit) proportional der »Quadratwurzel« aus dem Wirkdruck, ist eine mechanische oder elektronische Radizierung bei diesem Prinzip erforderlich. Zur Fernübertragung dienen Schleifdraht-Potentiometer, Ringrohrferngeber oder ein »induktiver Abgriff« zur Erzeugung eines »eingeprägten« proportionalen Gleichstromes.

2.3. für verunreinigte Flüssigkeiten mit Schlammführung induktive Durchflußmesser ohne Stauorgan nach dem Faradayschen Induktions-Gesetz. Induzierte Spannung bei Durchfluß durch ein Magnetfeld ist proportional der Durchlaufgeschwindigkeit und kann über einen Kompensationsverstärker fernübertragen werden.

In offenen Gerinnen:

2.4. Venturikanalmesser, wenn größere Gefälleverluste vermieden werden müssen, oder

2.5. Überfallwehr, besonders bei großen Wassermengen. In beiden Fällen genügt bei entsprechender baulicher Formgebung des Gerinnes zur Durchflußmessung ein Höhenstandsmesser (Schwimmerprinzip) zur Messung der Spiegelhöhe am Einlauf, weil ihr Verhältnis zur Spiegelhöhe am Ort maximaler Strömungsgeschwindigkeit konstant ist. Fernübertragung durch Widerstandsgeber am örtlichen Höhenstandsmesser.

3. Für Druckmessungen Kapselfedermanometer mit eingebauten Grenzkontakten und Widerstandsferngebern.

Alle genannten Fernmeßwerte können als Gleichspannungen direkt oder umgeformt in »eingeprägte« Gleichströme nach der Zentrale über galvanisch durchgeschaltete Fernmeldekabel übertragen werden, die in der Trasse der Rohrleitungen, in Sonderfällen auch innerhalb der Rohrleitungen verlegt sind. Im letzteren Fall vor Schiebern oder Pumpen Stopfbuchsen für die Kabeldurchführung durch die Rohrwandungen nötig. Vor- und Nachteile der Gleichstromübertragung s. → Fernmeßtechnik. Bei großen Übertragungsentfernungen und zur Mehrfachausnutzung sind alle anderen Übertragungsverfahren und -wege der Fernmeßtechnik einsetzbar. Aufgaben der → Fernsteuerung und -regelung beschränken sich auf die Fernbedienung der elektrischen Antriebe von Pumpen und Regel- und Absperrschiebern, soweit die Auslösung nicht durch Grenzkontakte örtlicher Meßgeräte erfolgt. *Eberhard*

Watt, James, geb. 19. 1. 1736 zu Greenock (Schottland), gest. 19. 8. 1819 in Heathfield bei Birmingham. Erhielt 1769 ein Patent auf eine Dampfmaschine, erfand den Watt'schen Regulator, erwarb 1781 ein Patent auf Umwandlung hin- und hergehender Bewegung in Drehbewegung. Nach ihm wurde das Maß der elektrischen Leistung »Watt« genannt (1 kW = 1000 Watt = 1,36 PS).

Literatur: Muirhead: Life of James Watt. London 1858. Ernst James Watt und die Grundlagen des modernen Dampfmaschinenbaues, Berlin 1897. Zeitschr. d. VDI, Bd. 40, S. 973, 1896 und Bd. 63, S. 783, 1919. Matschoß: Männer der Technik, S. 286. Berlin: VDI-Verlag 1925. Feldhaus, F. M.: Ruhmesblätter der Technik, an vielen Stellen. Leipzig: Friedr. Brandstetter 1924. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Watt ist der Name der SI-Einheit der Leistung, Kurzzeichen W. Es gilt exakt

$$1\ W = 1\ J/s = 1\ AV = 1\ kg\ m^2/s^3.$$

Wb → Weber, Wilhelm.

Weber, Franz, Dr. jur., Staatssekretär im BPM von 1954 bis 1955. Geboren am 14. Januar 1894 in Langenhorst, Kreis Burgsteinfurt. Nach Ablegung der Reifeprüfung am 1. April 1913 beim PA Bocholt als Eleve in den höheren Postdienst eingetreten. Nach einjähriger praktischer Ausbildung Studium der Rechts- und Staatswissenschaften an den Universitäten Straßburg (Elsaß), Münster (Westf) und Berlin. Teilnahme am ersten Weltkrieg als Offizier der Nachrichtentruppe. 1920 Postreferendarprüfung, 1921 Promotion zum Doktor der Rechte an der Universität Köln, 1923 Postassessorprüfung. 1925 Postdirektor (heute: Postrat) in Düsseldorf. 1929 bis 1933 Beschäftigung in der Personalabteilung des RPM. Als Amtsvorsteher des PA Berlin SW 11 1937 zum Oberpostrat ernannt. 1938 Oberpostdirektor, 1940 Abteilungspräsident bei der RPD Berlin. Nach dem Zusammenbruch 1946 Leiter der Bahnpostoberbetriebsleitung West in Münster (Westf). 1949 Präsident der OPD Bremen. 1951 ins BPM berufen und als Leiter der Personalabteilung zum Ministerialdirektor befördert. 1954 Staatssekretär im BPM. Gestorben am 1. Mai 1955.

Weber, Wilhelm, Eduard, geb. 24. 10. 1804 zu Wittenberg, gest. 23. 6. 1891 zu Göttingen. Erfand den ersten elektromagnetischen Telegraphen, entwickelte ein System der absoluten Maße der Stromstärke und der elektromotorischen Kraft, maß mit Kohlrausch 1856 zum ersten Mal die Lichtgeschwindigkeit nach einer elektromagnetischen Methode. Nach ihm wurde zunächst die Einheit der Stromstärke »Weber« benannt, die später durch die zehnmal kleinere Einheit → »Ampere« ersetzt wurde.

Literatur: Allgemeine deutsche Biographie, Bd. 41, S. 358. Leipzig: Duncker & Humblot 1896. Arch. Post Telegr. 1891, Nr. 15 S. 516ff. 1904, Nr. 23, S. 738ff. ETZ 1891, H. 28, S. 369.

Zetzsche: Geschichte der elektrischen Telegraphie S. 71ff. Berlin: Julius Springer 1877. Hennig: Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie S. 79, 100ff., 103ff. Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1908. Karraß: Geschichte der Telegraphie, erster Teil, S. 128ff., S. 689ff. Braunschweig: Vieweg u. Sohn 1909. Webster's Biographical Dictionary. C. Matschoß: Männer der Technik.

Weber ist der Name für die SI-Einheit des magnetischen Flusses, Kurzzeichen Wb. Es gilt 1 Wb = 1 Vs.

Weber-Fechnersches Gesetz. Die gerade noch merkbare Empfindungsänderung ΔL ist nach Weber proportional dem Verhältnis der Reizänderung ΔJ zu dem vorhandenen Reiz J:

$$\Delta L = C \frac{\Delta J}{J},$$

C = Konstante. D. h. beim Schall, daß für den merkbaren Lautstärkezuwachs ΔL die kleinsten hörbaren Schallintensitätsänderungen ΔJ der ursprünglichen Intensität J proportional ist. Unter Voraussetzung, daß diese Empfindungsänderungen untereinander gleich sind, ergibt sich durch Integration nach Fechner eine logarithmische Abhängigkeit:

$$L = \text{const} \log J.$$

Das bedeutet eine Proportionalität der Lautstärkeempfindung L zum Logarithmus der Schallintensität J. Da jedoch die gerade noch merkbaren Schallintensitätsänderungen nicht gleich sind, gilt dieses Gesetz auf dem akustischen Gebiet nicht streng (→ Unterschiedsempfindlichkeit für Schallintensität).

Wechseldruckverfahren. Holzschutzverfahren für Fernmeldemaste, die in saftfrischem bis halbtrockenem Zustand mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln getränkt werden. Seit 1960 von der DBP eingeführt, z. Z. nur von geringer Bedeutung für die Mastentränkung. Die Tränkanlage zeichnet sich aus gegenüber den üblichen Kesseldruckanlagen durch das Wechseldruckaggregat (durch Elektromotor über Magnetkupplungen wechselweise angetriebene Saug- und Druckpumpe), den Druckspeicher und die Vorrichtung zur automatischen Steuerung des Tränkverlaufs mit Zeitgebern. Der bis 24stündige Tränkverlauf setzt sich aus zeitlich wachsenden Einzelabschnitten zusammen, deren Länge zu Beginn 1 Minute, gegen Ende der Tränkung ca. 6 Minuten beträgt; je Tränkung daher 300 bis 500 Einzelabschnitte. Jeder Abschnitt besteht aus 1 Druck- und 1 Vakuumphase, deren zeitliches Verhältnis sich während des Tränkverlaufs verschiebt: Anteile für Druckzeiten je Abschnitt 30 bis 50%, für Vakuumzeiten 50 bis 70%, Druckhöhe 8 atü, Vakuumhöhe 95 bis 98% entsprechend 40 bis 15 Torr.

Wechselfeldfokussierungsröhre → Laufzeitröhre.

Wechselrichter erzeugt aus Gleichstrom Wechselstrom. Dabei steht die Forderung nach gutem Wirkungsgrad an erster Stelle. Bei vielen Anwendungen genügt die vom W. gelieferte rechteckförmige Ausgangsspannung. Wenn höhere Anforderungen an die Wechselspannung gestellt werden, so müssen Siebketten aus Resonanzkreisen in den Ausgang geschaltet werden. Soll Drehstrom erzeugt werden, so müssen 3 Einphasen-W. aus einem gemeinsamen Taktgeber unter Einschaltung von 120°-Phasenschiebern gesteuert und über geeignete Umspanner zusammengeschaltet werden. Man unterscheidet: 1. Mechanische W. Sie arbeiten mit einem mechanischen Schalter, der entweder durch ein schwingendes (→ Zerhacker) oder starres (Kontaktwechselrichter) mechanisches Antriebssystem periodisch betätigt wird. Kontakt-W. werden wegen des erheblichen Aufwandes an Entstör- und Funkenlöschmitteln erst für höhere Leistungen wirtschaftlich. Zerhacker werden für W. kleinerer Leistung in Mittelpunktschaltung, Brückenschaltung oder Wechselschaltung betrieben → Wechselrichterschaltungen. Anwendung: Notstrom-W. für Wechselstrom-Telegrafiegeräte.

2. Turbo-W. Beim → Turbowechselrichter führt der sich drehende Quecksilberstrahl die Kontaktgabe zu den Kontaktsegmenten aus. Mit diesem Schalter wird in einer entsprechenden Schaltung der Wechselstrom erzeugt. Anwendung: In der Stromversorgungstechnik zur Wechselstromversorgung von Leistungen bis zu 8,5 kVA.

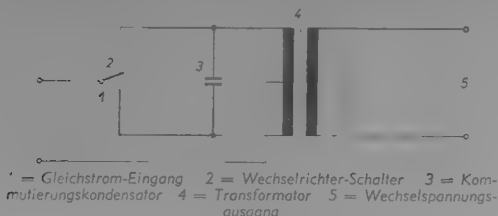
3. statische W. mit Transistoren. Der Schalttransistor ist wegen seines einfachen Abschaltens durch Wegnahme des Schaltimpulses für W.-Schaltungen sehr geeignet. Doch können von ihm nur kleine Leistungen (etwa 200 VA) verarbeitet werden. Anwendung: Dezentrale Stromversorgungsgeräte in den Verstärkergestellen (→ statischer Wechselrichter).

4. statische W. mit Thyristoren. Der → Thyristor ist der Schalter für größere Leistungen. Er ist das elektronische Leistungselement. Beim Thyristor sind zusätzliche Maßnahmen zum Unterbrechen eines einmal über den Thyristor bestehenden Stromflusses notwendig. Ein einmal gezündeter Thyristor kann nur gelöscht werden, wenn der Strom zu Null wird. Er erlangt seine Sperrfähigkeit also erst wieder, wenn sein Haltestrom mindestens während der Freiwerdezeit unterschritten wird. Nach Art der Schaltmaßnahmen unterscheidet man: W. mit Stromkommutierung, W. mit Spannungskommutierung, W. mit Zwangskommutierung. In der Fernmeldestromversorgungstechnik wird meist die spannungskommutierte Schaltung oder eine spannungsstromkommutierte Schaltung verwendet. Anwendung: Stromversorgungsanlagen zur Wechselstromversorgung aus Batterien und zur unterbrechungsfreien Wechselstromversorgung (→ Stromrichter). *Vetter*

Wechselrichterschaltungen. Die nachfolgenden Schaltungen können grundsätzlich mit jedem Wechselrichter-Schaltertyp aufgebaut werden. Zum besseren Verständnis sind hier mechanische Schalter angedeutet.

1. Ungeregelter Wechselrichter in Mittelpunktschaltung (Bild 1). Wirkungsweise: Der Wechselrichter-Schalter legt abwechselnd die beiden Hälften der Primärwicklung des Transformators an die Gleichspannung. Hierdurch entsteht im Kern ein magnetischer Fluß, der wegen der während der Einschaltzeit anstehenden konstanten Spannung einen dreieckförmigen Verlauf hat. Dieser Fluß hat seinerseits

eine rechteckförmige Spannung an der Sekundärwicklung zur Folge. Der Kommutierungskondensator bildet zusammen mit der Primärwicklung einen Parallelresonanzkreis. Dieser ist so abgestimmt, daß



1 = Gleichstrom-Eingang 2 = Wechselrichter-Schalter 3 = Kommutierungskondensator 4 = Transformator 5 = Wechselspannungsausgang

Bild 1. Mittelpunktschaltung.

er innerhalb der Zeit zwischen dem Öffnen des einen und dem Schließen des anderen Kontaktes eine Halbschwingung ausführt. Hierdurch wird erreicht, daß der schließende Kontakt nur eine kleine Differenzspannung zu überbrücken braucht, so daß die Belastung des Schalters verringert wird.

2. Brückenschaltung (Bild 2.)

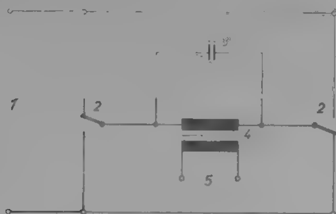
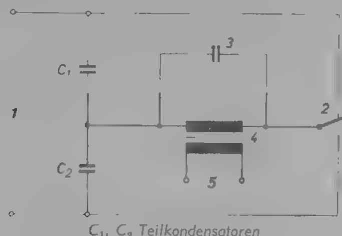


Bild 2. Brückenschaltung.

Der Mittelabgriff der Transformatorwicklung ist durch die Verwendung des 2. Schalters vermieden worden. Gleichzeitig wird die Spannungsbelastung jedes Einzelschalters verringert. Verzichtet man auf diese Spannungsverringerung, so kann man durch Verschieben der Schließzeiten der beiden Schalter die Spannungszeitfläche der Ausgangs-Rechteckspannung verändern und so den Effektivwert der Ausgangsspannung verstellen.

3. Brückenschaltung mit kapazitivem Spannungsteiler (Bild 3.)



C_1, C_2 Teilkondensatoren

Bild 3. Brückenschaltung mit kapazitivem Spannungsteiler.

Ersetzt man den einen Schalter der Brückenschaltung durch einen kapazitiven Spannungsteiler, so wird der Schalter nur mit der halben Gleichspannung belastet. Diese Schaltung ist besonders bei Wechselrichtern mit Schalttransistoren wegen der begrenzten Spannungsfestigkeit vorteilhaft.

4. Wechselschaltung (Bild 4.)



Bild 4. Wechselschaltung.

Bei der Brückenschaltung liegt an jedem Schalter die volle Gleichspannung. Will man diesen Nachteil vermeiden, ohne auf die Doppelunterbrechung zu verzichten, so kommt die Wechselschaltung in Frage.

5. Elektronischer Drehtrafo (Bild 5.)



f = Taktgeber φ = Phasenschieber R = Regler

Bild 5. Drehtrafo.

Es werden 2 Wechselrichtersätze gleichstromseitig parallel und wechselstromseitig hintereinander geschaltet. Ein gemeinsamer Taktgeber versorgt den ersten Satz direkt und den anderen über ein vom Spannungsregler beeinflußtes Phasenschwenkglied. Infolge der Addition der beiden Teilspannungen im Ausgang wird bei ungleicher Phasenlage die Spannungszeitfläche verringert. Hierdurch sinkt der Effektivwert der Ausgangsspannung. *Vetter*

Wechselschalter. Der W. ist eine postalische Zusatzeinrichtung. Er wird: a) zur Anschaltung von zweiten Sprechapparaten verwendet, wenn jeweils nur ein Apparat mit der Anschlußleitung verbunden werden soll, oder wenn an eine zu einer NStAnl führende Amtsleitung ein zweiter Sprechapparat angeschaltet werden soll. Zu beachten ist hierbei jedoch, daß die Anschaltung eines privaten Sprechapparates über W. an eine Amtsleitung der NStAnl nur für die Nachtschaltung und nur dann zulässig ist, wenn sich die Sprechstelle auf dem Grundstück der Hauptstelle befindet. b) als Postprüfeinrichtung verwendet. Hierbei ist es von Vorteil, daß W. nicht nur gestatten, eine Doppelader wahlweise auf zwei verschiedene Ausgänge zu schalten, sondern sie bieten, wie beim → Mehrfachschalter, auch die Möglichkeit durch Einstellen auf eine Mittellage die Anschlußleitung sowohl von der nachgeschalteten Nebenstellenanlage

als auch von dem u. U. vorhandenen Postprüfapparat abzuschalten, so daß die Anschlußleitung allein gemessen werden kann.

wechselseitiger Betrieb → Betriebsrichtung.

Wechselsender ist ein Sender, der zu Meßzwecken symmetrische binäre Telegrafierschritte mit abwechselndem Kennzustand mit der Nenn-Schrittgeschwindigkeit aussendet.

Wechselsprechanlagen. Wechselsprechanlagen (W.) und auch Gegensprechanlagen (G.) sind in erster Linie Lautsprecheranlagen für den internen Sprechverkehr innerhalb der jeweiligen Anlage ohne Verbindung mit dem öffentlichen Fernsprechnetz. Fernmelderechtlich sind diese Anlagen → Privatfernmeldeanlagen. Erst wenn eine oder mehrere Sprechstellen einer W. oder G. an Fernsprechapparate des öffentlichen Fernsprechnetzes angeschlossen werden, damit diese Stellen neben ihren sonstigen Aufgaben wie → Lauthörgeräte oder → Freisprecheinrichtungen benutzt werden können, ist die betreffende W. oder G. als eine → Zusatzeinrichtung, private anzusehen.

Bei W. und G. sind Mikrofon, Lautsprecher und Bedienungstasten konstruktiv zu »Mikrofon-Lautsprechern« vereinigt. Die bei einer Sprechstelle versammelten Personen können ein ankommendes Gespräch über Lautsprecher hören und sich über das Mikrofon auch an dem Gespräch beteiligen. W. und G. gibt es in einer Vielfalt von Ausführungen. Man unterscheidet zentrale Hauptsprechstellen und Nebenstellen; es gibt Anlagen mit Zentral- und Einzelverstärker. Bei großen Anlagen sind u. U. besondere Vermittlungseinrichtungen zum Verbinden der einzelnen Sprechstellen notwendig. W. müssen zwar während eines Gesprächs von Hören auf Sprechen mittels Sprech- oder Wendetaste umgesteuert werden, doch bringt dieses Verfahren übertragungstechnische Vorteile. G. ermöglichen ohne Betätigung von Tasten ein wechselseitiges Gespräch zwischen zwei zusammengeschalteten Sprechstellen wie bei einem Gespräch am gewöhnlichen Fernsprecher. Da sich die zwei bei G. vorhandenen Übertragungswege über die während der Gesprächsdauer ständig eingeschalteten Lautsprecher und Mikrofone akustisch beeinflussen können, sind Maßnahmen — besondere Montage, Verringern der Verstärkung — zum Verhindern des Rückkopplungspfeifens erforderlich.

In Verbindung mit Fernsprechapparaten des öffentlichen Fernsprechnetzes können bei Sprechstellen von W. und G. Orts- und Ferngespräche in der Wirkungsweise der Lauthörgeräte über Lautsprecher hörbar gemacht werden; dabei wird das Orts- und Ferngespräch in üblicher Weise über den Handapparat geführt. Es sind Anlagen zugelassen, bei denen eine Sprechstelle auch als Freisprecheinrichtung benutzt werden kann. Der Handapparat wird dabei zum Sprechen und Hören nicht benutzt. Können Orts- oder Ferngespräche über weitere Sprechstellen der W. oder G. gehört werden, so wird für alle beteiligten Sprechstellen die Amtsberechtigungsgebühr erhoben, soweit die Sprechstellen nicht bereits einer Nebenstelle zugeordnet sind. Orts- und Ferngespräche dürfen nicht auf Sprechstellen außerhalb des Grundstückes gehört werden. *Paul*

Wechselsprechen → Betriebsverfahren (Funk).

Wechselsprechlautsprecheranlagen der DB. Auf großen Bahnhöfen sind für den Austausch kurzer Meldungen zwischen verschiedenen Betriebsstellen unmittelbare Fernsprechverbindungen für den Sofortverkehr nötig. Für diesen Verkehr dauert das Wählen einer drei- bis vierstelligen Rufnummer zu lange. Hier werden W. eingesetzt. Wer sprechen will, drückt die der betreffenden Verbindung zugeordnete Taste und schaltet dadurch den Mikrofonlautsprecher auf die gewünschte Verbindung. Es ist nur Wechselsprechen möglich.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1958.

Wechselstrombahn → Beeinflussung von Fernmelde- und Signalanlagen durch elektrische Bahnen.

Wechselstromblockfeld → Bahnhofsblock, → Blockfeld.

Wechselstromersatzschaltbild → Ersatzschaltbilder des Transistors.

Wechselstromgrößen bei rein sinusförmigem Verlauf von Spannung und Strom.

Ist an einem elektrischen Zweipol $i = I\sqrt{2}\sin\omega t$ der Strom durch die Klemmen, $u = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ die Spannung zwischen den Klemmen, wobei $\omega = 2\pi f$ Kreisfrequenz, φ Phasenvoreilungswinkel der Spannung gegen den Strom, I und U Effektivwerte, so bestehen folgende Definitionen, Benennungen und Zusammenhänge:

$P = UI\cos\varphi$	Wirkleistung,
$S = UI$	Scheinleistung,
$P/S = \cos\varphi$	Leistungsfaktor,
$Q = UI\sin\varphi$	Blindleistung,
$Z = U/I$	Scheinwiderstand (Impedanz)
$Y = I/U = 1/Z$	Scheinleitwert (Admittanz),
$R = P/I^2$	Wirkwiderstand,
$G = P/U^2$	Wirkleitwert (Konduktanz),
$X = Q/I^2$	Blindwiderstand (Reaktanz),
$B = Q/U^2$	Blindleitwert (Suszeptanz),
$I_w = P/U$	Wirkstrom,
$I_b = Q/U$	Blindstrom,
$U_w = P/I$	Wirkspannung,
$U_b = Q/I$	Blindspannung.

Die Wirkleistung ist $P = \overline{iu}$ der zeitliche Mittelwert des Produktes iu; sie wird bei genügend niedrigen Frequenzen mit dem Dynamometer (»Wattmeter«) bei hinreichender mechanischer Trägheit gemessen. Die Scheinleistung ist mindestens gleich der Wirkleistung. Die Blindleistung wird vorzeichenrichtig erhalten, wenn, wie hier, der Phasenverschiebungswinkel φ als Voreilungswinkel der Spannung gegen den Strom eingeführt wird. Sie ist also z. B. positiv beim Verbraucherzweipol mit induktiver Komponente des Scheinwiderstandes.

An Stelle des Zeichens S für die Scheinleistung kann auch P_s und an Stelle des Zeichens Q für die Blindleistung kann auch P_b geschrieben werden, dann schreibt man die Wirkleistung P_w. Der Buchstabe N als Zeichen für die Leistung wird nicht mehr empfohlen.

Fremdsprachige Benennungen: Die Ausdrücke Konduktanz und Suszeptanz sind wenig verbreitet, die Ausdrücke Impedanz und Admittanz werden nicht ganz einheitlich verwendet: unter Impedanz wird auch der komplexe Widerstand und unter Admittanz auch der komplexe Leitwert verstanden. Die Bedeutungen der deutschsprachigen Ausdrücke dagegen sind eindeutig festgelegt.

Beziehungen zwischen Widerstands- und Leitwertgrößen:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \qquad Y = \sqrt{G^2 + B^2},$$
$$\tan\varphi = X/R, \qquad G = R/Z^2,$$
$$R = Z\cos\varphi, \qquad B = -X/Z^2.$$
$$X = R\sin\varphi,$$

Periodisch verlaufende Wechselstromgrößen, die nicht rein sinusförmig verlaufen, lassen sich dennoch aus sinusförmig verlaufenden Teilschwingungen zusammensetzen. Ihre Frequenzen sind ganzzahlige Vielfache einer kleinsten Frequenz, der Grundfrequenz oder Frequenz der Grundschwingung. Ein periodisch verlaufender Strom z. B. wird daher ausgedrückt durch

$$i(t) = I_0 + \hat{i}_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + \hat{i}_2 \sin(2\omega t) + \varphi_2) + \hat{i}_3 \sin(3\omega t + \varphi_3) + \ldots..$$

Hierin ist $\omega = 2\pi f$ und f die Grundfrequenz, $T = 1/f$ die Dauer der Grundperiode, $\hat{i}_1, \hat{i}_2, \ldots$ sind die Amplituden und $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ die Nullphasenwinkel der Teilschwingungen, I_0 ein allenfalls vorhandener Gleichanteil (der als Mittelwert $\bar{i}$ über die Periode T erhalten wird). Man nennt die Sinusschwingung mit der Frequenz f die Grundschwingung, die Sinusschwingungen mit den Frequenzen $2f, 3f, \ldots$ auch »höhere Harmonische« oder Oberschwingungen. Am besten spricht man von Teilschwingungen und deren Ordnungen. (Die Grundschwingung ist also die Teilschwingung erster Ordnung usw. »Dreizahlige Harmonische« ist ein abgekürzter Ausdruck für Teilschwingungen 3., 6., … Ordnung.) Die Teilschwingungen können einzeln gemessen werden, z. B. mit dem harmonischen Analysator, und auch isoliert werden (durch elektrische Siebe und Filter). Ist ein Gleichanteil I_0 vorhanden, so spricht man von einem Mischvorgang (z. B. Mischstrom). Schwingungsbreite ΔI ist der Unterschied zwischen dem größten und dem kleinsten Augenblickswert (sowohl bei vorhandenem als auch bei fehlendem Gleichanteil; bei einem sinusförmigen Vorgang ist also die Schwingungsbreite gleich der doppelten Amplitude). Für jede einzelne Teilschwingung gilt die Beziehung zwischen Effektivwert und Amplitude

$$I_1 = \hat{i}_1/\sqrt{2}, \; I_2 = \hat{i}_2/\sqrt{2}, \ldots$$

Ist der Gleichanteil $I_0 = 0$, so ist der Effektivwert des periodischen Wechselstromes

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \ldots};$$

er kann unmittelbar gemessen werden. Ferner ist der Grundschwingungsgehalt

$$g = \frac{I_1}{I},$$

der Oberschwingungsgehalt (Klirrfaktor)

$$k = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \ldots}}{I} = \frac{\sqrt{I^2 - I_1^2}}{I} = \sqrt{1 - g^2}.$$

Der Grundschwingungsgehalt und ebenso der Oberschwingungsgehalt sind höchstens gleich eins. Sie werden erhalten, indem man den gesamten Effektivwert I und den der Grundschwingung I_1 ermittelt.

Leistungsbegriffe bei sinusförmiger Spannung und periodischem Stromverlauf. Da nur gleichfrequente Ströme und Spannungen zusammen miteinander zur Wirkleistung beitragen können, ist hier für die Wirkleistung nur die Grundschwingung des Stromes bestimmend:

$$P = UI_1\cos\varphi_1 = UIg\cos\varphi_1,$$

wobei U Effektivwert der Spannung, I_1 Effektivwert der Grundschwingung des Stromes, φ_1 Phasenverschiebungswinkel der Spannung gegen diese Grundschwingung. Entsprechend ist

$S_1 = UI_1$ Grundschwingungs-Scheinleistung,
$Q_1 = UI_1 \sin\varphi_1$ Grundschwingungs-Blindleistung.

Definiert man in formaler Analogie zu den → Wechselstromgrößen bei sinusförmigem Verlauf von Strom und Spannung, jedoch hier willkürlich

$S = UI$ Scheinleistung,
$Q = \sqrt{S^2 - P_2}$ Blindleistung,

so ergibt sich die Blindleistung zusammengesetzt aus zwei Komponenten:

$$Q = \sqrt{Q_1^2 - D^2};$$

die Verzerrungsleistung

$$D = U\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \ldots} = kS$$

wird also durch die Oberschwingungen des Stromes bestimmt. Hier definiert man den Leistungsfaktor durch

$$\lambda = P/S,$$

er ist eine Rechengröße. Es gilt

$$\lambda = g\cos\varphi_1 = \sqrt{1 - k^2}\cos\varphi_1 \leqq \cos\varphi_1;$$

der Leistungsfaktor wird also durch den Grund- oder Oberschwingungsgehalt des Stromes und den Phasenverschiebungswinkel der Spannung gegen die Grundschwingung des Stromes bestimmt. *J. Fischer*

Wechselstrommeßbrücke → Brückenmeßverfahren und → Meßbrücken.

Wechselstromtelegrafie (WT). Die WT, auch Tonfrequenztelegrafie, Frequenzmultiplextelegrafie oder harmonische Telegrafie genannt, hat die Aufgabe, die Gleichstrom-Telegrafiesignale in Wechselstromzeichen umzuwandeln, die über die im Weitverkehr verfügbaren Frequenzbänder übertragen werden können. Ein WT-Kanal besteht grundsätzlich aus Sender, Leitung und Empfänger. Der WT-Sender besteht aus Frequenzerzeuger, Modulator und Sendefilter, der WT-Empfänger aus Empfangsfilter, Verstärker, Demodulator und Signalumformer zur Wiederherstellung des binären Signals. Nach Modulationsart und Kanalmittenabstand unterscheidet man folgende WT-Kanäle:

Modulationsart	Kanalmittenabstand Hz	Frequenzhub Hz	maximale Zahl von Kanälen je System bei Vdr-Gleichlageverfahren	maximale Zahl von Kanälen je System bei Zdr-Getrenntlageverfahren	Nennschrittgeschwindigkeit Baud
AM	120	—	24	—	50
FM	120	± 30	24	—	50
FM	240	± 60	12	6	100
FM	480	± 120	6	3	200
Doppeltontastung	240	± 60	12	6	50

Dabei haben die frequenzmodulierten Kanäle zwei bemerkenswerte Vorteile gegenüber amplitudenmodulierten Kanälen: Kleinere Empfindlichkeit gegen Störspannungen und Unempfindlichkeit gegen Pegelschwankungen. Amplitudenmodulierte WT-Systeme können nicht ohne automatische Pegelregelung betrieben werden. Ein Nachteil der frequenzmodulierten WT-Kanäle ist die Empfindlichkeit gegen Frequenzabweichungen, insbesondere bei FM 120-WT-Kanälen, deren Frequenzhub nur ± 30 Hz beträgt (s. Tabelle 1 und 2 [S. 1906]).

Nach dem Zeitpunkt ihrer Einführung bei der DBP unterscheidet man folgende Mehrkanal-WT-Systeme:

WT 34. Amplitudenmodulation mit einem Kanalmittenabstand von 120 Hz (AM120). Ursprünglich 18fach-System mit Frequenzerzeugung durch Tonrad. Später Aufstockung auf 24 Kanäle, wobei die Kanalträger 19 bis 24 durch Umsetzung der Träger 7 bis 12 erzeugt wurden. Später Trägererzeugung durch Röhrensummer. Modulation ursprünglich durch Senderelais, später durch Sendemodulatoren. Automatische Pegelregelung um ± 0,3 Neper durch RC-Glied im Gitterkreis des Empfangsverstärkers. Tastung des Kanalausganges durch ein Empfangsrelais. Gestellbauweise mit fester Verdrahtung der Kanäle. Ein Gestell bietet Platz für 6 Kanäle. Je Gestellreihe ist ein Prüf- und Sicherungsgestell notwendig.

WT 51. Doppeltontastung. Die Kennfrequenzen entsprechen denen bei Frequenzmodulation mit 240 Hz Kanalmittenabstand (FM240). Bei Zweidraht-Getrenntlagebetrieb verzahnte Frequenzfolge, damit bei WT-Leitung mit eingeengtem Frequenzband nur der Kanal 6 entfällt. Frequenzumtastung durch Umtastung frequenzbestimmender Glieder des Frequenzerzeugers mittels Senderelais. Getrennte Empfangsfilter und Empfänger für die beiden Kennfrequenzen eines Kanals. Tastung des Kanalausganges durch Empfangsrelais. Gestellbauweise mit

Tabelle 1. Frequenzschema für WT-Systeme.

WT-System			Kanal-(Sender und Empfänger)-Nr. sowie Träger- bzw. Tastfrequenzen											
AM 120		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012
		Trägerfrequenz f_{Tr} (Hz)	420	540	660	780	900	1020	1140	1260	1380	1500	1620	1740
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	013	014	015	016	017	018	019	020	021	022	023	024
		Trägerfrequenz f_{Tr} (Hz)	1860	1980	2100	2220	2340	2460	2580	2700	2820	2940	3060	3180
FM 120		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
	—30	Stopfrequenz f_Z (Hz)	390	510	630	750	870	990	1110	1230	1350	1470	1590	1710
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	420	540	660	780	900	1020	1140	1260	1380	1500	1620	1740
	+30	Startfrequenz f_A (Hz)	450	570	690	810	930	1050	1170	1290	1410	1530	1650	1770
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
	—30	Stopfrequenz f_Z (Hz)	1830	1950	2070	2190	2310	2430	2550	2670	2790	2910	3030	3150
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	1860	1980	2100	2220	2340	2460	2580	2700	2820	2940	3060	3180
	+30	Startfrequenz f_A (Hz)	1890	2010	2130	2250	2370	2490	2610	2730	2850	2970	3090	3210
FM 240		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
	60	Stopfrequenz f_Z (Hz)	420	660	900	1140	1380	1620	1860	2100	2340	2580	2820	3060
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	480	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400	2640	2880	3120
	+60	Startfrequenz f_A (Hz)	540	780	1020	1260	1500	1740	1980	2220	2460	2700	2940	3180
FM 480		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	401	402	403	404	405	406						
	—120	Stopfrequenz f_Z (Hz)	480	960	1440	1920	2400	2880						
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	600	1080	1560	2040	2520	3000						
	+120	Startfrequenz f_A (Hz)	720	1200	1680	2160	2640	3120						

fester Verdrahtung der Kanäle. Je nach Ausführungsform enthält das Gestell die Einrichtungen für 5, 6 oder 12 Kanäle.

WT 53 Si. Amplitudenmodulation mit 120 Hz Kanalmittenabstand (AM120). 24-Kanal-System für Vierdraht-Gleichlageverfahren. Zentrale Trägerstromversorgung durch Röhrengeneratoren. Automatische Pegelregelung durch voreilende Regelspannung. Schrankbauweise mit steckbaren Einschüben für Sender, Empfänger, Sendefilter, Empfangsfilter. Ein Schrank bietet Platz für 12 Kanäle.

WT 53 Lo. Amplitudenmodulation mit 120 Hz Kanalmittenabstand (AM120). 24-Kanal-System für Vierdraht-Gleichlageverfahren. Gruppenmodulationsverfahren. Unmittelbare Übertragung der Kanäle 7 bis 12. Die Kanäle 1 bis 6 werden mit 2160 Hz, die Kanäle 13 bis 18 mit 3600 Hz, die Kanäle 19 bis 24 mit 4320 Hz in ihre Übertragungslage umgesetzt. Automatische Pegelregelung um ± 0,7 N durch Korrektur jeder Schnittflanke nach einem Laufzeitverfahren. Schrankbauweise mit steckbaren Einschüben für Sender und Empfänger, Trägerversorgung und Gruppenumsetzer. Ein Schrank bietet Platz für ein 24-Kanal-System.

WT 55. Amplitudenmodulation mit 120 Hz Kanalmittenabstand (AM120). 24-Kanal-System für Vierdraht-Gleichlageverfahren. Individuelle Trägererzeugung in jedem Sender. Hierzu wird im Oszillator ein Transistor verwendet. Im übrigen ist die WT55 jedoch noch mit Röhren bestückt. Automatische Pegelregelung durch voreilende Regelspannung. Schrankbauweise mit steckbaren Einschüben für Sender (einschl. Oszillator und Sendefilter), Empfangsfilter und Empfänger. Ein Schrank bietet Platz für ein 24-Kanal-System.

WT 100. Sie ist voll transistorisiert und enthält keine Röhren oder Telegrafenrelais mehr. In einem Schrankgestell finden die Steckbaugruppen für 48 WT-Kanäle Platz. Jeder Kanalplatz kann wahlweise mit einem Kanal des Frequenzrasters AM120, FM120, FM240 oder FM480 bestückt werden. Ein WT100-Schrankgestell enthält 8 Leitungsanpassungen (Zweidraht oder Vierdraht), so daß die 48 Kanalplätze bis zu 8 WT-Systemen aufgeteilt werden können. Eine Weiterentwicklung der WT100 stellt das System WT 100 B dar, bei dem das Anschlußfeld im Gestellkopf steckbar ist. Besondere Bauformen der WT 100 sind:

Der WT 100-Einbaurahmen (WTR) für 6 WT-Kanäle, der für den Einbau in Gestelle der offenen Bauweise oder in Leerschränke gedacht ist, die tragbare WT-Einrichtung (WTT), die in einem Tragegehäuse die Einrichtungen für 6 WT-Kanäle enthält, die Überlagerungstelegrafie - Einrichtung (ÜTT), die in einem Tragegehäuse die Einrichtungen zum Betrieb eines WT-Kanals, eine Telegrafen-Anschlußbaugruppe und eine Frequenzweiche enthält. Die Frequenzweiche beschneidet das Sprechfrequenzband bei 2100 Hz, der darüberliegende Teil des Frequenzbandes dient der Telegrafie.

Tabelle 2. Frequenzschema für WT-Systeme (verzahnte Frequenzfolge).

Endstelle	WT-System Kanal-(Sender und Empfänger)-Nr., Tastfrequenzen													
	Kanal-Nr.		251	252	253	254	255	256				451	452	453
			FM 240/6 A									FM 480/3 A		
A	gebildet aus	Sender-Nr.	201	203	205	207	209	211				401	403	405
		Empfänger-Nr.	202	204	206	208	210	212				402	404	406
B	gebildet aus	Sender-Nr.	202	204	206	208	210	212				402	404	406
		Empfänger-Nr.	201	203	205	207	209	211				401	403	405
			FM 240/6 B									FM 480/3 B		
	Kanal-Nr.		551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562
			WT 51/6 AB (DWT)											
			WT 51/6 A (DWT)											
A	Sender	Stopfrequenz f_Z (Hz)	420	900	1380	1860	2340	2820	660	1140	1620	2100	2580	3060
		Startfrequenz f_A (Hz)	540	1020	1500	1980	2460	2940	780	1260	1740	2220	2700	3180
	Empfänger	Stopfrequenz f_Z (Hz)	660	1140	1620	2100	2580	3060	420	900	1380	1860	2340	2820
		Startfrequenz f_A (Hz)	780	1260	1740	2220	2700	3180	540	1020	1500	1980	2460	2940
B	Sender	Stopfrequenz f_Z (Hz)	660	1140	1620	2100	2580	3060	420	900	1380	1860	2340	2820
		Startfrequenz f_A (Hz)	780	1260	1740	2220	2700	3180	540	1020	1500	1980	2460	2940
	Empfänger	Stopfrequenz f_Z (Hz)	420	900	1380	1860	2340	2820	660	1140	1620	2100	2580	3060
		Startfrequenz f_A (Hz)	540	1020	1500	1980	2460	2940	780	1260	1740	2220	2700	3180
			WT 51/6 B (DWT)											
	Kanal-Nr.		651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662
			WT 51 — FM 240/6 AB											
			WT 51/6 A											
A	gebildet aus	Kanal-Nr.	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562
B	gebildet aus	Kanal-Nr.	251 B	252 B	253 B	254 B	255 B	256 B	251A	252A	253A	254A	255A	256A
			FM 240/6 B											

Funk-WT-Systeme.
Kurzwellen-Funkverbindungen sind starken Schwunderscheinungen unterworfen und weisen einen hohen, oft wechselnden Geräuschpegel auf. Um trotzdem eine einwandfreie Telegrafenübertragung zu gewährleisten, sind bei einem Funk-WT-System besondere Maßnahmen notwendig:

a) Wegen der geringeren Empfindlichkeit gegen Pegelabweichungen und gegen Störspannungen kommt als Modulationsart für Funk-WT-Systeme nur die Frequenzmodulation in Frage.

b) Trotz Anwendung der Frequenzmodulation ist eine sehr wirksame automatische Pegelkorrektur nötig.

c) Ein Funk-WT-System muß auf Funkverbindungen mit ungünstigen Übertragungseigenschaften im Diversity-Verfahren (Raum-, Frequenz- oder Vierfachdiversity) betrieben werden können.

Ältere Funk-WT-Systeme sind die Systeme WTZ 4 und WTK V, die mit Doppeltontastung arbeiten sowie das System FM-WTK 3/6, das mit Frequenzmodulation arbeitet. Das z. Z. neueste Funk-WT-System ist das System WTK200 (Siemens). Das WTK200-Gestell kann mit Kanalbaugruppen für verschiedene Schrittgeschwindigkeiten wahlweise oder gemischt bestückt werden.

Für die Bestückung eines WTK200-Systems stehen folgende Kanäle zur Verfügung:

Kanalmittenabstand	170 Hz	340 Hz	680 Hz
Frequenzhub	42 5 Hz	85 Hz	170 Hz
Nenn-Schritt-geschwindigkeit	75 Bd	150 Bd	300 Bd
Max. Kanalzahl im Bereich 0,3–3 kHz ...	16	8	3

Folgende Baugruppen können in das WTK200-Gestell eingesetzt werden (s. Tabelle 3):

Tondemodulator. Zum Anschluß von Geräten (z. B. Mux-Systemen), die mit Einfachtontastung im Bereich von 0,8 bis 3 kHz arbeiten, wird dem FM-WT-Sender ein Tondemodulator vorgeschaltet. Dieser hat die Aufgabe, die Einfachtonzeichen in Gleichstrom-Doppelstromzeichen umzusetzen, mit denen der FM-WT-Sender getastet wird. Sender. Der Sender wird mit Doppelstromzeichen (... 3 mA bis _ 30 mA) getastet und gibt frequenzmodulierte Zeichen (regelbar von -1,7 N bis 0 N an 600 Ohm) ab. Frequenzumsetzer-Sendeseite. Mit Hilfe eines Hilfsträgers von 6290 Hz kann das Frequenzband des WTK200-Systems in den Frequenzbereich von 3 bis 6 kHz umgesetzt werden, so daß auf einem Funkkanal mit einer Bandbreite von 6 kHz die doppelte Anzahl

Tabelle 3. Frequenzschema für Funk-WT-Systeme.

WTK-System	Hub	Kanal-(Sender und Empfänger)-Nr. sowie Tastfrequenzen								
FM 170		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	—42,5	Stopfrequenz f_Z (Hz)	382,5	552,5	722,5	892,5	1062,5	1232,5	1402,5	1572,5
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	425	595	765	935	1105	1275	1445	1615
	+42,5	Startfrequenz f_A (Hz)	467,5	637,5	807,5	977,5	1147,5	1317,5	1487,5	1657,5
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	9	10	11	12	13	14	15	16
	—42,5	Stopfrequenz f_Z (Hz)	1742,5	1912,5	2082.5	2252,5	2422,5	2592,5	2762,5	2932,5
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	1785	1955	2125	2295	2465	2635	2805	2975
	+42,5	Startfrequenz f_A (Hz)	1827,5	1997,5	2167,5	2337,6	2507,5	2677,5	2847,5	3017,5
		Umgesetztes Frequenzband (K 17—K 32)								
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	17	18	19	20	21	22	23	24
	-42,5	Startfrequenz f_A (Hz)	3372,5	3442,5	3612,5	3782,5	3952,5	4122,5	4292,5	4462,5
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	3315	3485	3655	3825	3995	4165	4335	4505
	+42,5	Stopfrequenz f_Z (Hz)	3357,5	3527,5	3697,5	3867,5	4037,5	4207,5	4377,5	4547,5
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	25	26	27	28	29	30	31	32
	42,5	Startfrequenz f_A (Hz)	4632,5	4802,5	4972,5	5142,5	5312,5	5482,5	5652,5	5822.5
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	4675	4845	5015	5185	5355	5525	5695	5865
	+42,5	Stopfrequenz f_Z (Hz)	4717,5	4887,5	5057,5	5227,5	5397,5	5567,5	5737,5	5907,5
FM 340		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	—85	Stopfrequenz f_0 (Hz)	425	765	1105	1445	1785	2125	2465	2805
	Hub	Mittenfrequenz f_Z (Hz)	510	850	1190	1530	1870	2210	2550	2890
	+85	Startfrequenz f_A (Hz)	595	935	1275	1615	1955	2295	2635	2975
		Umgesetztes Frequenzband (K 9—K 16)								
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	9	10	11	12	13	14	15	16
	—85	Startfrequenz f_A (Hz)	3315	3655	3995	4335	4675	5015	5335	5695
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	3400	3740	4080	4420	4760	5100	5440	5780
	+85	Stopfrequenz f_Z (Hz)	3485	3825	4165	4505	4845	5185	5525	5865
FM 680						Umgesetztes Frequenzband (K 4—K 6)				
		Kanal-(Sender + Empfänger)-Nr.	1	2	3		4	5	6	
	—170	Stopfrequenz f_Z (Hz)	765	1445	2125	Startfr. f_A (Hz)	3825	4505	5185	
	Hub	Mittenfrequenz f_0 (Hz)	935	1615	2295	Mittenfr. f_0 (Hz)	3995	4675	5355	
	+170	Startfrequenz f_A (Hz)	1105	1785	2465	Stopfr. f_Z (Hz)	4165	4845	5525	

Hilfsträgerfrequenz für Frequenzumsetzung: 6290 Hz

von WT-Kanälen übertragen werden kann. Frequenzumsetzer-Empfangsseite. Die im sendeseitigen Frequenzumsetzer überlagerten Frequenzbänder werden wieder getrennt und das umgesetzte Frequenzband wieder in seine Ursprungslage umgesetzt. Empfänger. Das ankommende frequenzmodulierte Signal wird demoduliert und in Doppelstromzeichen (± 20 mA) umgewandelt. Der Empfänger besitzt eine automatische Pegelkorrektur mit einem Regelbereich von + 1,5 N bis — 4 N, bezogen auf den Nenn-Empfangspegel. Diversity-Baugruppe. Bei Betrieb im Diversity-Verfahren (Mehrfachempfangsverfahren, → Diversityempfang) werden zwei WT-Empfänger, welche die gleiche Nachricht empfangen, über eine Diversity-Baugruppe zusammengeschaltet. Je nach dem Pegelunterschied der beiden Empfangskanäle wird entweder die Ausgangsspannung der beiden Empfänger addiert oder der Empfänger mit dem höheren Signalpegel ausgewählt.

Die beiden WT-Empfänger, die über eine Diversity-Baugruppe zusammengeschaltet werden, können ihre Nachricht erhalten

a) über die gleiche Frequenz, aber verschiedene Empfangs-Antennen und Funk-Empfänger (Raum-Diversity), oder

b) über dieselbe Empfangs-Antenne und denselben Funk-Empfänger, aber verschiedene WT-Frequenzen zum Ausgleich des selektiven Schwundes (Frequenz-Diversity).

Über eine dritte Diversity-Baugruppe lassen sich zwei Diversity-Schaltungen zusammenschalten, so daß vier WT-Empfänger zu einer Kombination von Raum- und Frequenzdiversity zusammengefaßt werden können (Vierfach-Diversity).

Tontastgerät.

Zum Anschluß von Geräten, die mit Einfachtontastung arbeiten (z. B. Mux-Systemen), müssen die Gleichstrom-Doppelstrom-Zeichen, die der WT-Empfänger abgibt, in Einfachton-Zeichen umgesetzt werden.

Das 2 m hohe Schrankgestell kann die Baugruppen für 12 vollständige WTK 200-Kanäle aufnehmen. Es kann aber auch als reines Sendegestell oder als reines Empfangsgestell bestückt werden.

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966 — Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962 — Biehler, Jahrbuch d. el. Fernmeldewesens, 1965, S. 288. *Biehler*

Wechselstromumschaltbetrieb → Wechselstromversorgung.

Wechselstromversorgung diente bisher in erster Linie der Heizstromversorgung röhrenbestückter Fernmeldeeinrichtungen. Daneben dient die W. auch als zentrale Energiequelle für dezentrale, systemeigene Stromversorgungseinrichtungen der Fernmeldeverbraucher. Man unterscheidet folgende Betriebsarten:

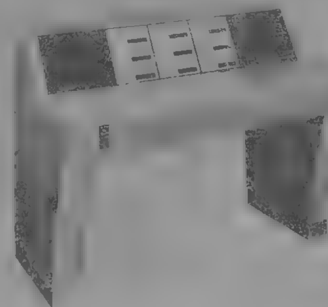
1. Netzanschlußbetrieb. Die Fernmeldeeinrichtung wird nur aus dem öffentlichen Starkstromnetz gespeist und fällt beim Wegbleiben der Netzspannung aus.

2. Wechselstrom-Umschaltebetrieb. Beim Wegfall der Netzspannung wird die Fernmeldeeinrichtung an eine in Bereitschaft stehende oder mitlaufende Wechselstromquelle geschaltet. Die Umschaltung kann mit kurzzeitiger Unterbrechung oder durch zusätzliche Schaltmittel ohne Beeinträchtigung der Verbraucher erfolgen.

3. Unterbrechungsfreier Wechselstrombetrieb. Die Fernmeldeeinrichtung wird ständig aus einer Umformeranlage (→ Wechselrichter und → Schwungradumformer) gespeist, die auch bei Fortfall der Netzspannung ohne Unterbrechung Wechselspannung abgibt.

Wechselstromwiderstand → Wechselstromgrößen.

Weckeinrichtung. Zu den Aufgaben des Fernsprechauftragsdienstes (FeAD) gehört es, den Fernsprechteilnehmer durch Fernsprecher zu wecken (→ C-Auftrag). Durch die Abwicklung dieser C-Aufträge mit einer bestimmten Zeittoleranz entsteht bei der Nachtbesetzung der FeAD-Stelle eine Verkehrsspitze, die den Einsatz zusätzlicher Arbeitskräfte erfordert. Um dies zu vermeiden, wurde die W. geschaffen, die den Weckvorgang weitgehend automatisiert. Die W. besteht aus dem Weckplatz (s. Bild) mit 9 (max. 12) Weckeinsätzen, der je Weckleitung erforderlichen



Weckplatz.

Übertragung, den Anrufsuchern und den Speicherzahlengebern. Die Übertragungen, Anrufsucher und Speicherzahlengeber werden in einem Gestellrahmen in der Vermittlungsstelle aufgebaut. Die in jedem Platz vorhandenen Weckeinsätze bestehen aus 3 Bedienungstasten und 11stelligen Zählern. Die Zähler zeigen die Rufnummer des angewählten Teilnehmers an. Die Wahl des Teilnehmers erfolgt durch Zahlengeber. Die Zahlengebertastatur mit Irrungs- und Wahlschlußtaste befindet sich in der Schreibfläche des Weckplatzes. Durch eine Kontrollverbindung wird die richtige Einstellung der Wähler während des Weckvorganges überwacht. Nach der Teilnehmermeldung wird in der Weckübertragung automatisch die Zeitansage an die bestehende Verbindung angeschaltet. *Kailing*

Wecker. Elektrische Wecker haben die Aufgabe, elektrische Signale in solche akustischer Art umzusetzen. Je nach der dabei verwendeten Stromart unterscheidet man zwischen Gleichstrom- und Wechselstromwecker. Die Wirkungsweise ist bei beiden Arten gleich. Ein vor den Polen eines Elektromagneten beweglich angeordneter Anker wird beim Stromdurchgang durch die Magnetspulen angezogen. Dabei schlägt ein an dem Anker befestigter Klöppel an eine Glockenschale. Beim Gleichstromwecker ist eine Einrichtung notwendig, die bewirkt, daß der Anker während der Dauer des Rufstroms nicht nur einmal angezogen, sondern abwechselnd angezogen und losgelassen wird, der Klöppel also in dauernde Bewegung versetzt wird. Dies kann auf zweierlei Art erreicht werden, und zwar: a) indem der angezogene Anker den Stromkreis der eigenen Magnetspulen unterbricht, dadurch abfällt und den Stromkreis wieder schließt oder b) durch Kurzschließen der Magnetspulen über einen Kontakt, der ebenfalls mit dem Anker verbunden ist. In beiden Fällen wird also durch den angezogenen Anker der Stromfluß in den Magnetspulen unterbrochen, Der Anker fällt dadurch ab. Hierdurch wird der Stromweg wieder geschlossen und der Anker erneut angezogen. Dieses Wechselspiel wiederholt sich, solange durch den Steuervorgang (Klingelknopf) der Weckerstromkreis geschlossen ist. Die oben beschriebenen Gleichstromwecker werden in der Fernmeldetechik nur noch selten verwendet.

Im allgemeinen werden jedoch heute Wechselstromwecker als Ruforgane eingesetzt (s. Bild). Vor den Polschuhen eines Elektromagneten befindet sich ein



Wechselstromwecker.

in der Mitte drehbar gelagerter Anker, der eine Klöppelstange trägt. Durch Einfügung kleiner Dauermagnete von hoher Feldstärke in den Magnetkreis, der durch den Elektromagnetkern und den Anker gebildet wird, liegt der Anker dauernd im Anzugsbereich des Nord- oder Südpols des Elektromagnetkerns. Die Elektromagnetspulen sind so gewickelt, daß bei z. B. positiver Halbwelle des Wechselstromes an den freien Enden der Kerne die durch den Dauermagneten entstandenen Pole in einem Schenkel geschwächt und im anderen verstärkt werden. Beim Wechsel der Stromrichtung tritt der umgekehrte Vorgang ein. Der Anker wird infolgedessen abwechselnd von dem einen oder dem anderen Pol angezogen.

H. Fischer

Wegerecht. Unter W. versteht man die gesetzlichen Bestimmungen, die sich auf die Wege in ihrer Eigenschaft als öffentliche Sachen beziehen und insbesondere ihre Anlegung, Unterhaltung, Benutzung und Einziehung regeln. Das Wegerecht beruht in der BRD teils auf Bundesrecht, teils auf Landesrecht.

1. Gesetzliche Grundlagen. 1.1. Bundesrecht. Bundesrechtlich sind nur die Bundesstraßen des Fernverkehrs (Bundesfernstraßen) im Bundesfernstraßengesetz in der Fassung vom 6. 8. 1961 (BGBl. I S. 1741) geregelt. Bundesfernstraßen sind öffentliche Straßen, die ein zusammenhängendes Verkehrsnetz bilden und einem weiträumigen Verkehr dienen oder zu dienen bestimmt sind. Sie gliedern sich in Bundesautobahnen und Bundesstraßen. 1.2. Landesrecht. Im übrigen hat das W. seine Regelung in den Wege- und Straßengesetzen der Länder gefunden. Insoweit kommen in Betracht: 1.2.1. Das Straßengesetz für Baden-Württemberg vom 26. 3. 1964 (Gesetzblatt (GBl.) S. 127). 1.2.2. Das Bayerische Straßen- und Wegegesetz vom 11. 7. 1958 (Gesetz- u. Verordnungsblatt (GVBl.) S. 147). 1.2.3. Das Berliner Straßengesetz vom 11. 7. 1957 (GVBl. S. 743). 1.2.4. Die Straßenordnung für die Stadt Bremen vom 10. 5. 1960 (GBl. S. 51). 1.2.5. Das Hamburgische Wegegesetz vom 4. 4. 1961 (GVBl. S. 117). 1.2.6. Das Hessische Straßengesetz vom 9. 10. 1962 (GVBl. S. 437). 1.2.7. Das Niedersächsische Straßengesetz vom 14. 12. 1962 (GVBl. S. 251). 1.2.8. Das Straßengesetz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 28. 11. 1961 (GVBl. S. 305). 1.2.9. Das Landesstraßengesetz für Rheinland-Pfalz vom 15. 2. 1963 (GVBl. S. 57). 1.2.10. Das Gesetz über die Straßen und Wege des Saarlandes vom 2. 5. 1949 (Amtsbl. S. 453). 1.2.11. Das Straßen- und Wegegesetz des Landes Schleswig-Holstein vom 22. 6. 1962 (GVBl. S. 237).

2. Die Einteilung der Straßen nach den Landeswegegesetzen. Fast durchweg werden die dem Landesrecht unterliegenden öffentlichen Straßen und Wege nach ihrer Verkehrsbedeutung in folgende Klassen eingeteilt: 2.1. Staats- oder Landesstraßen (Landstraßen I. Ordnung). 2.2. Kreisstraßen (Landstraßen II. Ordnung). 2.3. Gemeindestraßen. 2.4. Sonstige öffentliche Straßen.

3. Begriff und Entstehung des öffentlichen Weges. Öffentliche Wege sind Einrichtungen, die kraft hoheitlicher Verfügungsgewalt dem öffentlichen Verkehr gewidmet sind. Entsprechend der vom früheren preußischen Oberverwaltungsgericht entwickelten Widmungstheorie bedarf es hierzu eines Zusammenwirkens des Trägers der Straßenbaulast, der Wegepolizei (Wegeaufsicht) und, falls das Eigentum am Wegekörper nicht dem Träger der Straßenbaulast zusteht, des Wegeeigentümers.

4. Der Wegeunterhaltungspflichtige. → Träger der Straßenbaulast.

Literatur: Kodal, Straßenrecht, 2. Aufl., München u. Berlin 1964. *Aubert*

Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien, rechtliche Sicherung der Linienführung einer geplanten Fernmeldeanlage. Zu unterscheiden: Führung auf öffentlichen Wegen (einschl. Plätzen, Brücken und öffentlichen Gewässern nebst deren dem öffentlichen Gebrauch dienenden Ufern), Führung auf Gelände außerhalb der öffentlichen Wege.

Das Telegrafenwegegesetz vom 18.12.1899 (TWG) gibt der DBP in § 1 das Recht, die öffentlich-rechtlichen Verkehrswege für ihre öffentlichen Zwecken dienenden Fernmeldelinien zu benutzen. Bevor die DBP einen Verkehrsweg in Anspruch nimmt, hat sie ein Planfeststellungsverfahren nach §§ 7—9 TWG durchzuführen. Dadurch erhalten Wegeunterhaltungspflichtige (Träger der Straßenbaulast), Inhaber bereits in dem Wege liegender besonderer Anlagen und sonst an dem Wege Interessierte Gelegenheit, innerhalb von einem Monat gegen den Plan schriftlich oder zu Protokoll Widerspruch zu erheben. Er kann sich nur auf Verletzung der Bestimmungen des TWG stützen. Aufgrund des Gesetzes zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien vom 24. 9. 1935 und der Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Vereinfachung des Planverfahrens für Fernmeldelinien vom 10. 10. 1935 kann die DBP anordnen, daß für bestimmte Linien oder Linienteile von der Beachtung einer Reihe von Vorschriften des TWG über das Planfeststellungsverfahren abgesehen werden darf. Die Benachrichtigung der Interessenten erfolgt in vereinfachter Form. Die Widerspruchsfrist beträgt aber nach der Verwaltungsgerichtsordnung vom 21. 1. 1960 auch in diesem Fall einen Monat. Kann das Fernmeldeamt (FA) den Widerspruch eines Interessenten nicht anerkennen, so legt es ihn mit der Begründung seines Standpunktes der OPD vor, die ggf. einen begründeten und mit Rechtsmittelbelehrung versehenen Widerspruchsbescheid erläßt, gegen den der Widersprechende innerhalb eines Monats nach Zustellung die Anfechtungsklage vor dem Verwaltungsgericht erheben kann. Ist kein Widerspruch eingegangen oder das Widerspruchsverfahren abgeschlossen, so darf das FA mit dem Bau der geplanten Anlage beginnen. Die Wegesicherung der Führung von Fernmeldelinien außerhalb öffentlicher Wege wird je nach Art des zu benutzenden Geländes verschieden geregelt. Für das Benutzen von Bundesbahngelände gilt die »Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichsbahn (Bahn) und der Deutschen Reichspost (Post) über die Benutzung von Gelände der Bahn zur Unterbringung von Fernmeldelinien der Post und über ihr Zusammentreffen mit Bahnanlagen« vom 16./30. 6. 1939. Zu § 12 dieser Vereinbarung wurden 1957 »Bestimmungen über die verwaltungsmäßige Behandlung und technische Gestaltung von Kreuzungen« vereinbart, die das Kreuzen von Bundesbahnlinien durch Fernmeldelinien regeln. Das Führen von Fernmeldeanlagen der DBP durch Forstgelände des Bundes und der Länder außerhalb öffentlicher Wege im Sinne des TWG ist durch die am 1. 5. 1960 in Kraft getretenen »Richtlinien für die Errichtung und Unterhaltung von Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost (DBP) in Forsten des Bundes und der Länder« geregelt. Die DBP zahlt in der Regel ein einmaliges Gestattungsentgelt je lfd. m. Nach § 12 TWG ist sie befugt, Fernmeldelinien durch den Raum über Grundstücken außerhalb der öffentlichen Wege zu führen, soweit nicht dadurch die Benutzung des Grundstücks wesentlich beeinträchtigt wird. Grundstücke, auf denen sich Fernsprech- oder Fernschreibanschlüsse befinden, darf die DBP aufgrund der »Erklärung des Grundstückseigentümers« (Grundstückseigentümererklärung), die bei der Anmeldung des ersten Anschlusses an das Fernmeldenetz beizubringen ist, zur Unterbringung von Einrichtungen des Fernmeldenetzes benutzen. Für die Führung von Fernmeldelinien über Grundstücke, für die keine Grundstückseigentümererklärung vorliegt, und für die Unterbringung von Teilen des Fernmeldeleitungsnetzes, durch die die Eigentumsrechte des Grundstückseigentümers nicht nur unwesentlich beeinträchtigt werden, schließt die DBP besondere Vereinbarungen — in der Regel Gestattungsverträge — ab. In einfachen Fällen können mündliche Vereinbarungen getroffen werden (z.B. beim Aufstellen einzelner Masten o. dgl.). Da die DBP neuerdings vielfach Fernmeldekabel abseits von öffentlichen Straßen und Wegen auslegt, werden in großem Umfang Gestattungsverträge abgeschlossen, in denen die Führung der Fernmeldeanlagen festgelegt wird. Die DBP zahlt dem Grundstückseigentümer eine einmalige Entschädigung je lfd. m Kabelgraben und verpflichtet sich, für Flurschäden, die beim Auslegen oder Unterhalten der Fernmeldekabel entstehen, Ersatz zu leisten. Nach Möglichkeit soll das Recht der DBP bei wichtigen Anlagen durch Eintragung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit in das Grundbuch gesichert werden. In besonderen Fällen hat die DBP nach dem Gesetz über die Verwaltung der Deutschen Bundespost vom 24. 7. 1953 die Möglichkeit, zur Erfüllung ihrer Aufgaben — d. h. auch zur Wegesicherung von Fernmeldeanlagen — Enteignungsverfahren durchzuführen. Die Zulässigkeit der Enteignung wird in jedem Einzelfall durch die Bundesregierung festgestellt.

Literatur: J. Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., R. v. Decker's Verl. G. Schenck, Hamburg-Berlin 1962. *Bath*

Wegesuche bezeichnet den Vorgang, durch den der Verbindungsweg durch das Sprechwegenetz eines Koppelnetzes ausgewählt wird. Ein Weg kann entweder stufenweise oder weitspannend, d. h. über alle Stufen gleichzeitig ausgewählt und durchgeschaltet werden. Der Weg wird weitspannend über die Zwischenleitungen und Koppelpunkte des Koppelnetzes (Endmarkierung) oder über ein geeignetes Abbild in der Steuereinrichtung ausgewählt. Bei der Endmarkierung wird nur der Eingang und der entsprechend der Zielinformation gewünschte Ausgang

markiert. Die Auswahl und Durchschaltung des Weges dazwischen übernimmt das Sprechwegenetz selbst. Die Auswahl geschieht mittels eines sogenannten dynamischen oder eines statischen Verfahrens, das auch konjugierte Wahl genannt wird.

Wegeunterhaltungspflichtiger → Träger der Straßenbaulast.

Weglänge, mittlere freie, (von Ladungsträgern) → Metall-Halbleiterkontakte.

Wehneltzylinder → Elektronenoptik.

Weiche, elektrische, ist eine Schaltung zur Trennung verschiedener Frequenzbereiche. Zwei Formen: Brückenweiche oder Verzweigungsweiche, → Vierpoltheorie 4.6 (siehe aber auch: → Rohrpostweichensysteme).

Weichenanlage → Rohrpostweichensysteme.

Weichgummi → Isolierstoffe.

Weichlöten → Löten.

Weichmacher. Material, das einer plastischen Masse zugesetzt wird, um ihre Weichheit, Biegsamkeit, Dehnbarkeit und Bearbeitbarkeit zu verbessern. Die Weichmachung kann erfolgen:

a) durch Zusatz eines W. (äußere Weichmachung) oder b) durch chemische Abänderung des polymerisierten Moleküls selber, wie z. B. Copolymerisation (innere Weichmachung). Die W. sind vor allem für den Lack- und Kunststoffsektor wichtig. Im Gegensatz zu den Lösungsmitteln haben die W. einen hohen Siedepunkt (über 250° C); sie verdunsten nach dem Anstrich nicht, sondern vereinigen sich mit dem Filmbildner zu physikalisch gleichmäßigen Massen. Die wichtigsten W. sind: Phthalate, Phosphate, Azyclische Dicarbonsäureester, Fettsäureester, Zitronensäureester und Polymere.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Weichtastung ist die Tastung von Telegrafiesignalen, bei der die Übergänge von einem Kennzustand in einen anderen durch eine → Abflachschaltung abgeflacht werden.

Weingeist → Äthylalkohol.

Weißbücher des CCITT → CCITT-Empfehlungen.

weißes Rauschen ist ein → Rauschen mit einer konstanten Leistungsdichte in dem in Betracht kommenden Frequenzband (→ Rauschen).

Weißkupfer → Neusilber.

Weißmetall ist ein Lagermetall auf Zinn-Blei-Basis. Die verschiedenen Legierungen, ihre Zusammensetzung und Hinweise auf ihre Verwendung finden sich in den DIN 1703 »Lagermetalle auf Blei- und Zinngrundlage«.

Weißpunkt → Bildgüte.

Weiss'sche Bezirke. Die magnetischen Eigenschaften der Stoffe beruhen auf dem Vorhandensein von elementaren magnetischen Dipolen. Diese sind bei den ferromagnetischen Stoffen Bereiche von etwa 10^{-4} bis 10^{-6} cm linearer Ausdehnung mit etwa 10^6 bis 10^9 Atomen, nach ihrem Entdecker (1907) Weiss'sche Bezirke genannt. Die Weiss'schen Bezirke sind stets bis zur Sättigung magnetisiert, sie haben spontane Magnetisierung; innerhalb jedes einzelnen Bezirkes sind alle atomaren magnetischen Dipole gleichsinnig gerichtet. Ohne äußeres magnetisches Feld kommen alle Magnetisierungsrichtungen der Bezirke durchschnittlich gleich oft vor, so daß größere Körper insgesamt keine eigene Magnetisierung aufweisen. Wird ein zunächst kleines magnetisches Feld von außen in einem ferromagnetischen Körper erregt, so drehen sich die Magnetisierungsrichtungen der Bezirke ein wenig nach der Richtung des äußeren Feldes, zugleich wachsen die Bezirke, deren Magnetisierungsrichtung einen spitzen Winkel mit der Richtung des äußeren Feldes bildet, ein wenig auf Kosten der anders orientierten Bezirke (Wandverschiebung). Diese beiden Veränderungen sind reversibel, sie verschwinden also wieder bei Aufhören des genügend schwachen äußeren Feldes. Bei genügend großer äußerer Feldstärke dagegen werden die Magnetisierungsrichtungen einzelner Bezirke instabil, sie klappen um in eine neue Gleichgewichtslage, in der sie einen spitzen Winkel bilden mit der Richtung des äußeren Feldes. In dieser Lage verharren sie auch nach Aufhören des äußeren Feldes, diese Veränderung ist also irreversibel. Dieses »Umklappen der Elementarmagnete« ist erstmals von H. Barkhausen (1919) durch den Induktionsstrom nachgewiesen worden, der durch das Umklappen der Magnetisierungsrichtung der Bezirke in einer den ferromagnetischen Körper umschließenden Spule bewirkt wird: Barkhausen-Sprünge, Barkhausen-Effekt.

Weitabselektion → Trennschärfe.

Weiterbildung → freiwillige Weiterbildung.

Weitersenden von Telegrammen → Sonderdienste zu Telegrammen.

Weitverkehrsbereich ist im handvermittelten → Ferndienst der Bereich mit einer Entfernung über 100 km, gerechnet vom Ursprungsort des Anmelders.

Weitverkehrsröhre → Glühkathode, → Röhrenqualität.

Weitverkehrssysteme sind alle Vierdraht-Gleichlage-Systeme (→ Vierdraht-TF-System, Tabelle 2) und alle Richtfunksysteme für Frequenz-Multiplex (→ Richtfunk-System). Die Weitverkehrssysteme genügen den international vereinbarten Qualitätsbedingungen für das Gesamtgeräusch in langen Fernsprechverbindungen über TF-Systeme. Danach soll in einem beliebigen Kanal eines hypothetischen Bezugssystems von 2500 km Länge eine mittlere Geräuschleistung von 10 000 pW am rel. Pegel 0 nicht überschritten werden, wobei etwa 7500 pW auf die Gesamtzahl der im Bezugssystem angenommenen homogenen Leitungsabschnitte entfallen (→ Bezugskreis).

Die TF-Weitverkehrssysteme sind im deutschen TF-Netz vor allem zwischen den Zentralvermittlungsstellen (ZVSt) und den Hauptvermittlungsstellen (HVSt), im internationalen Netz in Auslandsverbindungen über Land- oder Seekabel sowie über Richtfunk- oder Satelliten-Funkwege, ferner in Transitverbindungen eingesetzt.

Welle → elektromagnetische Welle, → Schwingung.

Wellenausbreitung.

I. nicht geführte Wellen:

1. Freiraumausbreitung im unbegrenzten Raum mit der Brechzahl 1 (Vakuum) (Fall der Übertragung zwischen Satelliten und Bodenstationen).
2. Bodenwellenausbreitung → Bodenwelle
3. → troposphärische W.
4. → ionosphärische W.

Die Freiraumausbreitung ist der einfachste Typ einer W. Alle anderen Fälle lassen sich durch Einführung eines Absorptionsfaktors auf diesen Typ zurückführen. Bei der Bodenwelle wird dieser Faktor durch die Sommerfeldsche Dämpfungsfunktion gegeben (→ Bodenwelle), deren Argument die sog. »numerische Entfernung« ist ($\varrho = 52{,}5 \cdot \frac{d}{\varkappa \cdot \lambda^2}$; d = Entfernung in km; $\varkappa$ = Leitfähigkeit in $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$; λ = Wellenlänge in m). Die Sommerfeldsche Dämpfung bestimmt u. a. die Reichweite der Bodenwelle in der Nahzone eines Rundfunksenders. Diese wird begrenzt durch die Forderung der Amplitudengleichheit zwischen Bodenwelle und Raumwelle.

Als Raumwelle wird hier die von der → Ionosphäre reflektierte Strahlung bezeichnet. Sie ist im gesamten Wellenbereich von den sehr langen Wellen bis in den Bereich der m-Wellen je nach der Entfernung vom Sender und mit teilweise erheblichen zeitlichen Intensitätsänderungen von Tag auf Nacht oder im Ablauf eines Jahres anzutreffen. Im Bereich der Bodenwelle sind die Raumwellen i. allg. störend wirksam (Nahschwund). In großen Entfernungen dagegen sind die Raumwellen die eigentlichen und einzigen Nachrichtenträger.

Meistens hat man es, vor allem in großen Entfernungen, mit dem gleichzeitigen Einfall von mehreren Raumwellen zu tun (Mehrwegeausbreitung, Zickzackreflexion), die im Verein mit den Bewegungsvorgängen in der Ionosphäre Anlaß zu komplizierten Schwundvorgängen geben (→ Schwund). Die in die Ionosphäre einfallende Strahlung ist gewöhnlich linear polarisiert (→ Polarisation), und zwar entweder vertikal oder horizontal. Die aus der Ionosphäre zurückkommende und am Empfangsort einfallende Raumwellenstrahlung ist dagegen i. allg. elliptisch polarisiert, so daß am Empfangsort ständig sowohl vertikale als auch horizontale Komponenten der Feldstärke vorhanden sind. Die Ionosphäre beeinflußt den Wellenbereich von sehr kleinen Frequenzen angefangen (Hohlleiterresonanz der Kugelschale Erde—Ionosphäre beträgt einige Hz) bis zu etwa 50 ... 100 MHz.

Frequenzen über 50 MHz werden nur noch von der → Troposphäre beeinflußt. Die Ausbreitung geht hier in erster Näherung bis zum Radiohorizont (→ troposphärische Brechung), dessen Größe jedoch in gewissem Maße von dem Gradienten der Brechzahl der Troposphäre abhängt. Durch Inversionsschichten, durch Streuung (→ ionosphärische Streuausbreitung) und durch Dukts (→ Duktausbreitung) können jedoch Überreichweiten bis zu vielen 100 km hervorgerufen werden.

Die Beugungsfeldstärke jenseits des Horizontes kann i. allg. vernachlässigt werden (→ Beugung).

Die Theorie hat sich eingehend mit der Lösung der Wellengleichung für alle Arten von Wellenleitern beschäftigt (Wellenleiter Erde—Ionosphäre, rein ionosphärische Wellenleiter, troposphärische Wellenleiter) und findet dabei wie bei technischen Hohlleitern sog. Ausbreitungsmoden verschiedener Ordnung, von denen praktisch meist nur diejenigen niedrigster Ordnung interessieren.

Für die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen über 10 GHz spielen die absorbierenden Eigenschaften der Niederschläge eine entscheidende Rolle (→ troposphärische Wellenausbreitung). Die Absorption in Regen, Nebel und Schnee wird gemessen in dB/km.

Die elektromagnetischen Wellen sind transversale Wellen. Die elektrischen und magnetischen Vektoren stehen senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung. Nur in der Nähe von Grenzflächen treten longitudinale Feldkomponenten auf (Beispiel: die Bodenwelle bei vertikaler Polarisation). Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist praktisch immer gleich der Geschwindigkeit im Vakuum bzw. gleich der Lichtgeschwindigkeit c. Ausnahmen: die Bodenwelle in unmittelbarer Nähe des Senders; die in die Ionosphäre einfallenden Wellen in Gebieten mit der Brechzahl $n \ll 1$, z. B. in der Nähe des Reflexionspunktes. Man unterscheidet zwischen Phasengeschwindigkeit v_p (Geschwindigkeit der Phase eines ununterbrochen periodischen Vorganges) und Gruppengeschwindigkeit v_g (Geschwindigkeit einer Frequenzgruppe, durch die ein Signal erst definiert ist). v_p kann wesentlich größer als c sein, v_g wesentlich kleiner, z. B. in der Ionosphäre. Der elektrische und der magnetische Vektor einer sich im freien Raum ausbreitenden ebenen Welle sind durch die Beziehung $E/H = Z_0$ verbunden, wobei $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 120\,\pi$ den Wellenwiderstand des freien Raumes bedeutet und E und H in V/m und A/m gemessen werden. Die Strahlungsdichte, das ist die durch die Flächeneinheit (m²) in 1s tretende Energie, ist gegeben durch $E \cdot H = \frac{E^2}{120\pi} \frac{W}{m^2}$.

II. Wellenausbreitung auf Leitungen.

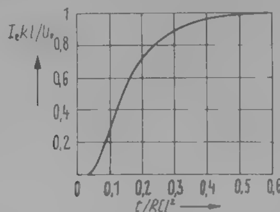
1) Verzerrungsfreie Leitung, (→ Leitungstheorie) 1.1, 1.3. Bei einer verlustlosen Leitung oder einer Leitung, bei der $R/L = G/C$ ist, pflanzen sich elektrische Wellen mit der Geschwindigkeit $v = 1/\sqrt{LC}$ unverzerrt fort, so daß eine am Anfang zur Zeit $t = 0$ eingegebene

Welle an der Stelle x nach einer Laufzeit $t_0 = x\sqrt{LC}$ unverzerrt einsetzt. Dasselbe gilt für die am Leitungsende reflektierte Welle. v ist immer kleiner als die Lichtgeschwindigkeit, kommt ihr aber bei Freileitungen sehr nahe. Das Verhältnis von Spannung und Strom der Einzelwellen ist gleich dem Wellenwiderstand $Z_0 = \sqrt{L/C}$.

2) Allgemeiner Fall. Im allgemeinen tritt nach der Laufzeit t_0 noch ein Einschwingvorgang auf, der vom genauen Dämpfungs- und Phasenverlauf der Leitung abhängt. Der gesamte Verlauf der Empfangskurve kann mit Hilfe der → Laplace-Transformation bzw. der daraus abgeleiteten Heavisideschen Formel aus dem in der → Leitungstheorie abgeleiteten Übertragungsfaktor für eingeschwungene Zustände berechnet werden. Als Beispiel sei der nach dieser Methode berechnete Empfangsstrom am kurzgeschlossenen Ende eines langen, stark gedämpften Kabels beim Anlegen einer Gleichspannung U_0 angegeben, die sog. Thomsonkurve, die in den älteren Seekabeln ohne Pupinspulen oder Krarupumhüllung mit großer Annäherung verwirklicht war. Ihre Gleichung ist

$$I_e = \frac{U_0}{Rl}\left[1 + 2\sum_{\mu=1,3,5,\ldots}(-1)^{\mu}\exp\left\{-(\pi\mu)^2\,\frac{t}{RCl^2}\right\}\right].$$

Darstellung in allgemein gültigen Koordinaten s. Bild. Die Kurve hängt nur von dem Produkt



Thomsonkurve (HwF 1929, S. 824)

$Rl \cdot Cl$ aus Gesamtwiderstand und Gesamtkapazität des Kabels ab (→ CR-Gesetz). Berechnung der Kurve und weitere Ausbreitungsvorgänge auf Leitungen (→ Pupinisierung 4) und Literatur.

III. Wellenausbreitung in Hohlleitern (→ Rohrwellen).

Literatur: Wagner, K. W., Operatorenrechnung und Laplacesche Transformation, Leipzig 1950; Elektromagnetische Wellen, Stuttgart 1953 — Kaden, H., Impulse und Schaltvorgänge in der Nachrichtentechnik, München 1957. *Großkopf/Zuhrt*

Wellenbereiche

Band Nr.*)	Frequenzbereich (obere Grenze einschl.)	Wellen-Teilbereich	Intern. Abkürzung
4	3 — 30 kHz	Myriameterwellen	VLF
5	30 — 300 kHz	Kilometerwellen	LF
6	300 — 3000 kHz	Hektometerwellen	MF
7	3 — 30 MHz	Dekameterwellen	HF
8	30 — 300 MHz	Meterwellen	VHF
9	300 — 3000 MHz	Dezimeterwellen	UHF
10	3 — 30 GHz	Zentimeterwellen	SHF
11	30 — 300 GHz	Millimeterwellen	EHF
12	300 — 3000 GHz	Dezimillimeterwellen	

*) Band Nr. n umfaßt den Bereich von $0{,}3 \cdot 10\,n$ bis $3 \cdot 10\,n$ Hz. Hz = Hertz, k = Kilo 10^3, M = Mega 10^6, G = Giga 10^9. Allgemeine Abkürzung für die Frequenz einer Aussendung RF.

Wellendämpfung ist die Dämpfung (Realteil des Wellenübertragungsmaßes) einer auf einer Leitung oder einem Kettenleiter hin- oder rücklaufenden Welle, → Leitungstheorie 1.1, → Vierpoltheorie 1.4.2.

Wellengleichung ist eine partielle Differentialgleichung (Dgl.), die Schwingungsvorgänge aller Art beschreibt, die insbesondere auch die Elektrodynamik veränderlicher Felder beherrscht. Sie wird gewöhnlich mit Hilfe des Laplace-Operators (Vektorrechnung II f.) angegeben in der Form

$$\Delta U - \frac{1}{c^2}\,\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0$$

(in der Elektrodynamik ist c = Lichtgeschwindigkeit), wobei die Schwingungsgröße U außer von der Zeit t von ein, zwei oder drei räumlichen Koordinaten abhängt, je nachdem ob es sich um eine lineare, ebene oder räumliche Welle handelt. In jedem Fall wird die Wellengleichung durch eine Zylinderfunktion, speziell eine Besselfunktion gelöst.

Für den dreidimensionalen Fall lautet die Lösung folgendermaßen: Die Wellengleichung

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0$$

geht durch den Ansatz $U = u(x, y, z)\cdot e^{i\omega t}$ (ω = → Kreisfrequenz) über in die zeitfreie Helmholtzsche Schwingungsgleichung $\Delta u + k^2 \cdot u = 0$ mit der Wellenzahl

$$k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}. \qquad (\lambda = \text{Wellenlänge})$$

Einführung von Zylinderkoordinaten (Koordinatensystem 2.) ergibt

$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + k^2 \cdot u = 0.$$

Der Bernoullische Ansatz zur Trennung der Variablen, $u = f(r)\,g(\varphi)\,h(z)$, führt auf die Dgl.

$$r^2\,\frac{d^2 f}{dr^2} + r\,\frac{df}{dr} + [(k^2 - \alpha^2)\,r^2 - n^2]\cdot f = 0$$

mit den Separationskonstanten α und n. Führt man als neue Variable

$$z = r\sqrt{k^2 - \alpha^2}$$

ein, so erhält man die Besselsche Dgl.

$$z^2 \cdot \frac{d^2 f}{dz^2} + z\cdot\frac{df}{dz} + (z^2 - n^2)\cdot f = 0,$$

deren Lösungen insgesamt Zylinderfunktionen heißen. Der Potenzreihenansatz

$$f(z) = z^m \sum_{\nu=0}^{\infty} a_\nu \cdot z^{m+\nu}$$

liefert als Lösungen die Besselfunktionen $I_n(z)$ der Ordnung n

$$I_n(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^n \cdot \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{(-1)^\nu}{\nu!\,(\nu+n)!}\cdot\left(\frac{z}{2}\right)^{2\nu}; \qquad n \geqq 0$$

Literatur: R. Sauer, Anfangswertprobleme bei partiellen Differentialgleichungen, 2. Aufl. 1958 — A. Kneschke, Differentialgleichungen und Randwertprobleme, Bd. 2, 2. Aufl. 1961 — F. W. Schäfke, Einführung in die Theorie der speziellen Funktionen der mathematischen Physik, 1963 — Kratzer-Franz, Transzendente Funktionen, Leipzig 1960 — Jahnke-Emde-Lösch, Tafeln höherer Funktionen, 1960.
Gerber

Wellenlänge des Schalls. In einer fortschreitenden Welle wird der Abstand zweier benachbarter Punkte im Schallfeld mit gleicher Phasenlage (z. B. zweier Amplitudenmaxima oder -minima in Richtung der Wellennormalen) mit Wellenlänge bezeichnet. Zwischen Wellenlänge λ, Frequenz f und → Schallgeschwindigkeit c besteht die Beziehung

$$c = \lambda f.$$

Der Wellenlängenbereich des → Hörschalls in Luft liegt etwa zwischen 1,7 cm und 21 m (für $f = 20000$ bzw. 16 Hz).

Wellenleiter. Leitung aus dielektrischen Substanzen und/oder Leitern, die in den meisten Fällen in axialer Richtung gleichbleibenden Querschnitt hat und in der Lage ist, eine fortschreitende elektromagnetische Welle in der axialen Richtung zu führen.

Ein dielektrischer W. enthält ausschließlich dielektrische Materialien.

Literatur: DIN 47301 Bl. 1.

Wellenleiter, ionosphärischer → ionosphärische Duktausbreitung.

Wellenmesser → Frequenzmessungen.

Wellenparameter sind die Wellenwiderstände und Übertragungsmaße elektrischer Sinuswellen auf Leitungen und Vierpolen, → Leitungstheorie 1.1 und 1.3, → Vierpoltheorie 1.4.

Wellensauger → Glättungseinrichtungen.

Wellenschlucker, veralteter Ausdruck für ein Bandsperrengrundglied, → Vierpoltheorie 3.5.

Wellensieb oder Siebglied sind ältere Ausdrücke für ein Bandpaßgrundglied, → Vierpoltheorie 3.5.

Wellentypkonversionen, -rekonversionen → Hohlkabeltechnik.

Wellenwiderstand oder Kennwiderstand einer Leitung ist das Verhältnis von Spannung und Stromstärke der längs einer homogenen Leitung hin- oder zurücklaufenden elektrischen Wellen. Er ist gleichzeitig der Eingangswiderstand einer unendlich langen Leitung oder der Widerstand, mit dem eine endlich lange homogene Leitung abgeschlossen werden muß, damit der Eingangswiderstand die gleiche Größe hat, → Leitungstheorie 1.1. W. eines Vierpols → Vierpoltheorie 1.4.2.

Wellenwiderstandsmeßbrücke → Scheinwiderstandsmessung.

Wellenzahl. Konstante k in der für die z. B. elektrische Feldkomponente E angeschriebenen Wellengleichung

$$\Delta E + k^2 E = 0$$

einer sich mit der Kreisfrequenz ω zeitlich sinusförmig ausbreitenden elektromagnetischen Welle, auch komplexe Kreiswellendichte genannt. Im Medium mit konstanten Materialwerten Permeabilität μ, Dielektrizitätskonstante ε und elektr. Leitfähigkeit σ ist

$$k = \sqrt{-\mathrm{j}\omega\,\mu\,(\sigma + \mathrm{j}\omega\,\varepsilon)} = -\mathrm{j}\gamma,$$

wobei γ die Fortpflanzungskonstante der Welle ist. → elektromagnetische Welle. Im leeren Raum wird

$$k = \omega\sqrt{\mu_0\,\varepsilon_0} = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda},$$

worin f die Frequenz der Welle, c deren Ausbreitungsgeschwindigkeit (Vakuumlichtgeschwindigkeit) und λ ihre Wellenlänge in Ausbreitungsrichtung ist.

Wellenzahlvektor → Bandstruktur der Halbleiter.

Wellenzone, andere Bezeichnung für → Strahlungsfeld.

Welligkeit oder Welligkeitsfaktor. Die W. charakterisiert den auf einer nahezu verlustfreien Leitung durch die hinlaufende und rücklaufende (reflektierte) Welle hervorgerufenen Zustand. Die W. ist das Verhältnis des Maximalwertes U_{max} der Spannung bzw. E_{max} der elektrischen Querfeldstärke und des Minimalwertes U_{min} der Spannung bzw. E_{min} der elektrischen Querfeldstärke, ebenso auch der Quotient der entsprechenden Ströme I_{max} und I_{min}, bzw. der magnetischen Querfeldstärken H_{max} und H_{min}.

$$s = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{H_{max}}{H_{min}}.$$

Man kann diesen Zustand der beiden überlagerten, gegenläufig fortschreitenden Wellen rein formal auch als Überlagerung zweier stehender Wellen darstellen. Die W. ist dann auch als Quotient der Amplituden dieser beiden stehenden Wellen zu definieren.

Das englische Wort »standing wave ratio« wird in der Literatur uneinheitlich, teils für die W., teils für den Anpassungsfaktor m verwendet. Die deutsche Übersetzung »Stehwellenverhältnis« wird zur Verwendung nicht empfohlen. Der Zusammenhang mit dem Reflexionsfaktor r (Betrag) ist:

$$s = \frac{1+r}{1-r} \quad \text{bzw.} \quad r = \frac{s-1}{s+1}.$$

Der Anpassungsfaktor ist der Reziprokwert der W.

$$m = \frac{1}{s} = \frac{U_{min}}{U_{max}} = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{I_{min}}{I_{max}} = \frac{H_{min}}{H_{max}}.$$

(Da der Anpassungsfaktor nur Werte zwischen 0 und 1 annimmt, ist er für viele Anwendungsfälle, insbesondere die Darstellung in Kurven und Diagrammen, besser geeignet als die W., die Werte zwischen 1 und ∞ annehmen kann.)

Gelegentlich wird die Größe $s - 1$ oder $1 - m$ als Fehlanpassung bezeichnet und zur quantitativen Charakterisierung des Anpassungszustandes der Leitung verwendet. Grundsätzlich sollte man diesen Begriff nur auf kleine Fehlanpassung anwenden ($s - 1 < 0{,}2$). Seine Verwendung wird jedoch nicht

empfohlen, sondern es soll in solchen Fällen die mangelnde Anpassung der Leitung quantitativ durch den Betrag des Reflexionsfaktors beschrieben werden. Es ist näherungsweise für kleine Fehlanpassung

$$r = \frac{1}{2}(s-1) = \frac{1}{2}(1-m).$$

Beispiel: 10% Fehlanpassung entspricht angenähert 5% Reflexionsfaktor. *Koch*

Wellmantelmaschine → Kabelmäntel aus Metall.

Wellrohrhohlleiter, elliptischer → Flexwell-Hohlleiter.

Wellvorrichtung → Kabelmäntel aus Metall.

Welt-Wetter-Wacht ist die Sammelbezeichnung für ein weltweites Projekt auf dem Gebiete der Meteorologie, das aufgrund von Entschließungen der Generalversammlung der Vereinten Nationen in Angriff genommen wurde und ab 1968 verwirklicht werden soll mit dem Ziel, die meteorologischen und klimatischen Gegebenheiten möglichst intensiv für die Wohlfahrt der Menschheit und das Wirtschaftsleben der Völker zu nutzen. Man will tiefere Einblicke in die Großzirkulation der Atmosphäre und in das Weltwettergeschehen gewinnen. Hierzu ist geplant, das globale Beobachtungssystem und die Datenverarbeitung sowie das Wetterfernmeldewesen zu verbessern. Im Beobachtungssystem werden die → Wettersatelliten eine besondere Rolle spielen. Auf dem künftigen Wetterfernmeldenetz werden mit modernsten Fernmeldemitteln die Beobachtungen schneller gesammelt werden als bisher und den nationalen, regionalen und Welt-Wetter-Zentralen zugeführt werden. Die Arbeitsergebnisse sollen rascher verteilt werden als zur Zeit. Die Forschung und die Ausbildung werden gleichfalls aktiviert werden. Angestrebt wird eine genauere und langfristigere Vorhersagetätigkeit der Wetterdienste. Auch die Möglichkeiten der künstlichen Beeinflussung von Wetter und Klima sollen im Rahmen der W. weiter erforscht werden.

Weltleitwegplan → Leitwegplan, internationaler.

Weltorganisation für Meteorologie (WMO). Im Jahre 1947 beschlossen 42 Länder der Erde eine Konvention im Rahmen der Vereinten Nationen, um die internationale Zusammenarbeit bei der Einrichtung von meteorologischen Stationen und Zentralstellen für Beobachtung und Auswertung zu erleichtern, die Einrichtung und Unterhaltung von Systemen für den raschen Austausch meteorologischer Daten voranzutreiben, die Vereinheitlichung der Beobachtungen, ihrer Veröffentlichung, ihrer Statistik und ihrer Anwendung in Luftfahrt, Schifffahrt, Landwirtschaft und anderen menschlichen Bereichen zu fördern und die Forschung und Schulung auf dem Gebiet der Meteorologie zu ermutigen.

Diese WMO trat als Organisation von Staaten an die Stelle einer 1873 begründeten Internationalen Meteorologischen Organisation, die zunächst eine lose Vereinigung von Wissenschaftlern war, im Laufe der Zeit aber immer festere Formen annahm und z. B. ein ständiges Sekretariat gründete. Sie löste sich 1951 auf, als die WMO mit ihrem ersten Kongreß offiziell ihre Arbeit begann. Oberste Instanz der WMO ist der Meteorologische Weltkongreß, der alle 4 Jahre zusammentritt (1. Kongreß 1951, 5. Kongreß 1967) und Delegierte aller Mitgliedsländer vereinigt, um die allgemeinen Richtlinien für die Erfüllung der Aufgaben der WMO zu beschließen. Das Executiv-Komitee bilden 21 Direktoren nationaler meteorologischer Dienste, die jeweils bei den Kongressen gewählt werden. Das Exekutiv-Komitee tritt mindestens einmal im Jahre zusammen und überwacht die Durchführung des vom Kongreß beschlossenen Programms. — Sechs Regional-Assoziationen, die aus Vertretern der Mitgliedsländer der Regionen bestehen, koordinieren die meteorologische Arbeit der Region. Es bestehen Regional-Assoziationen für Afrika (I), Asien (II), Südamerika (III), Nord- und Mittelamerika (IV), Südwestpazifik (V) und Europa (VI). — Acht Technische Kommissionen für Aerologie, Klimatologie, Luftfahrtmeteorologie, Agrarmeteorologie, Hydrometeorologie, Instrumente und Beobachtungsmethoden, maritime Meteorologie und Synoptik, die aus Fachleuten der Mitgliedsländer bestehen, sind für das Studium technischer Einzelheiten verantwortlich. — Das Sekretariat der WMO befindet sich in Genf.

Die WMO arbeitet eng zusammen mit anderen internationalen Organisationen (z. B. der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik mit ihren Assoziationen, der Internationalen Organisation für Zivilluftfahrt, der Internationalen Fernmeldeunion, der Organisation für Nahrung und Landwirtschaft der Vereinten Nationen, der Internationalen Vereinigung für Dokumentation, der Internationalen Lufttransport-Assoziation, der Internationalen Gesellschaft für Biometeorologie, der Weltgesundheitsorganisation, der Weltkraft-Konferenz und ihren Unterorganisationen).

Eine allgemeine Übersicht über die Arbeit der WMO vermittelt das vierteljährlich erscheinende »WMO-Bulletin« (18. Jahrgang 1969), herausgegeben vom Sekretariat der WMO in Genf. *Keil*

Weltraum-Fernmessung. Fernmessung (→ Fernwirken (Funk)), die dazu benutzt wird, die auf einem Weltraumfahrzeug gewonnenen Meßergebnisse — einschl. solcher über die Funktionstüchtigkeit des Fahrzeuges selbst — von einer Weltraumfunkstelle aus zu übermitteln (Telemetrie).

W.-F. des Betriebszustandes ist eine Weltraum-Fernmessung, die sich ausschließlich auf die elektrischen und mechanischen Betriebsbedingungen eines Weltraumfahrzeuges und seiner Ausrüstung sowie auf die Verhältnisse in seiner näheren Umgebung bezieht.

Weltraum-Fernsteuerung. Die Übermittlung von Funkzeichen an eine → Weltraumfunkstelle, um die Geräte auf dem zugehörigen Weltraumkörper — einschl. der Weltraumfunkstelle selbst — ein- oder auszuschalten oder ihre Arbeitsweise zu ändern.

Weltraumforschungs-Funkdienst. Ein → Weltraumfunkdienst, in dem Weltraumfahrzeuge oder andere Weltraumkörper für die wissenschaftliche oder technische Forschung verwendet werden.

Weltraumfunkdienst. Ein Funkdienst:
1. zwischen → Erdefunkstellen und → Weltraumfunkstellen,
2. zwischen Weltraumfunkstellen,
3. zwischen Erdefunkstellen, wenn die Zeichen von Weltraumfunkstellen weitervermittelt oder durch Reflexion an Körpern im Weltraum übermittelt werden, mit Ausnahme der Reflexion oder Streuausbreitung durch die Ionosphäre oder innerhalb der Erdatmosphäre.

Weltraumfunkstelle. Eine Funkstelle des → Weltraumfunkdienstes auf einem Körper, der sich jenseits des größeren Teils der Erdatmosphäre befindet, dorthin gelangen soll oder sich dort befunden hat.

Weltraumsektor → INTELSAT.

Weltraumsystem. Jede Gruppe zusammenwirkender → Erde- und → Weltraumfunkstellen, die einen bestimmten Weltraumfunkdienst wahrnimmt und die in gewissen Fällen Weltraumkörper einschließen kann, welche die Funkzeichen reflektieren.

Welttag → Ursigramm.

Weltzeit → Zeitsysteme.

Wendelantenne in der Literatur auch Spulen-, Schrauben- oder Helixantenne genannt, ist ein einseitig gespeister, gewendelter Leiter, der je nach Bemessung der Wendel relativ zur Wellenlänge als → Längsstrahler oder → Querstrahler wirken kann. Eine axiale, nahezu kreisförmig polarisierte Strahlung tritt auf, wenn der Steigungswinkel der Wendel zwischen etwa 6° und 24° liegt und die Länge einer Windung etwa einer Wellenlänge entspricht (Anordnungsbeispiele in Bild 1). Besonders günstig hat

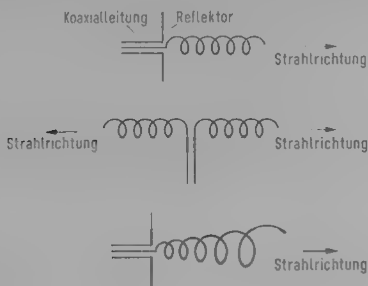


Bild 1. Wendelantennen mit axialer Strahlung. (Kraus).

sich ein Steigungswinkel von $14° \pm 2°$ erwiesen. Die Ganghöhe ist dann etwa $S = \lambda/4$. Um die Wendel zu halten, wickelt man sie üblicherweise um Stäbe aus Isolierstoff oder hüllt sie in ein tragendes Dielektrikum. Anpassung und Strahlungseigenschaften können verbessert werden, wenn man statt eines Wendelbandes zwei um 180° versetzte oder besser vier um jeweils 90° versetzte und geeignet gespeiste Wendelbänder gleichen Drehsinns vorsieht: Mehrfachwendelantenne.

Eine Strahlung senkrecht zur Achse der W. tritt auf, wenn die Wendelabmessungen klein zur Wellenlänge sind. Eine solche — für die Praxis wenig bedeutungsvolle — Antenne hat einen sehr kleinen Strahlungswiderstand. Ihre → Richtcharakteristik gleicht der des Hertzschen Dipols. Eine andere Art querstrahlender W. hat jedoch als → Rundstrahler Anwendung gefunden, vorzugsweise als Fernseh-Sendeantenne im Bereich der Dezimeterwellen. Die rundstrahlende Wendelantenne (prinzipieller Aufbau in Bild 2) ist

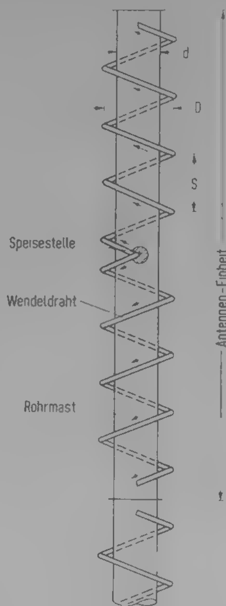


Bild 2. Prinzipieller Aufbau einer rundstrahlenden Wendelantenne. (Stöhr).

eine konzentrische Anordnung aus einem metallischen Rohrmast und Drahtwendeln von jeweils drei bis sechs Windungen. Rechts- und Linkswendel folgen abwechselnd aufeinander. Je zwei gegensinnig gewendelte Leiter bilden eine Antenneneinheit. Rundstrahlung erhält man, wenn der Mastdurchmesser $d \approx \lambda/3$ und der Wendeldurchmesser $D \approx 2\,\lambda/3$ betragen. Die Ganghöhe ist auf $S \approx \lambda/2$ festzulegen.
Laub

Wendelleitung → Wanderfeldröhre.

Wennersches Verfahren → Gegeninduktivität.

Werkstätten im Fernmeldedienst (F) der DBP sind entsprechend ihrer Aufgabenstellung eingeteilt in: Bezirks-W. F, Zentral-W. F, Lehr-W. F, Ausbildungs-W. F und Versuchs-W. F. Zu den Aufgaben der

Bezirks-W. gehören insbesondere Instandsetzung und Grundüberholung der Fernsprechteilnehmereinrichtungen sowie der Vermittlungseinrichtungen für Fernsprechortsverkehr. Darunter sind u.a. zu verstehen: Fernsprechapparate, Münzfernsprecher, Reihenapparate, Gemeinschaftsumschalter, Nebenstellenanlagen und Amtsbauteile für Fernsprechortsverkehr. Bezirks-W., die bei Fernmeldezeugämtern (FZÄ) eingerichtet werden, gliedern sich in: Teil-W. F für Apparate, Teil-W. F für Nebenstellenanlagen, Teil-W. F für Amtsbauteile — ohne SFW —, Teil-W. für Nebenarbeiten (z.B. Schlosserei, Tischlerei, Lackiererei). In Nebenbetrieben werden die bei der Instandsetzung der genannten technischen Einrichtungen anfallende Oberflächenbearbeitung und die Instandsetzung der Akkumulatoren ausgeführt. Zentral-W. F werden eingerichtet bei Fernmeldezentralzeugämtern und FZÄ mit überbezirklichen Aufgaben. Ihnen obliegt Instandsetzung von Geräten des Selbstwählferndienstes und der Telegrafie. Außerdem werden in diesen W. selten vorkommende Instandsetzungsarbeiten ausgeführt, die nicht an Firmen vergeben werden können.

Sofern in Einzelfällen wirtschaftliche Belange Vergabe der vorstehenden, im allgemeinen bei W. der DBP durchzuführende Instandsetzungs- oder Überholungsarbeiten an Firmen rechtfertigen, wird davon Gebrauch gemacht. Für ständig wiederkehrende Arbeiten halten W. je nach Bedarf bestimmte Teile vorrätig. Für höherwertiges Fernmeldezeug, das mittels Lagerkarten nachzuweisen ist, werden Höchstbestände festgelegt.

In Lehr-W. F, die sich bei den Fernmeldeämtern bzw. Fernmeldebauämtern befinden, erhalten Fernmeldelehrlinge der DBP Grundausbildung. Versuchs-W. F unterstützt Fachreferate des Fernmeldetechnischen Zentralamtes bei Weiterentwicklung und Neueinführung von technischen Geräten des Fernmeldewesens u. a. durch Entwerfen sowie Bauen von Geräten, Bauteilen und Labormustern für praktische Versuche. Ausbildungs-W. F werden bei Ingenieurschulen der DBP eingerichtet. Für das W.-Wesen im Fernmeldedienst wurden folgende Anweisungen herausgegeben: D 140 = Dienstanweisung für Einrichtung und Ausstattung von Werkstätten F, D 141 = Dienstanweisung für Werkstattarbeiten bei Fernmeldezeugämtern und D 142 = Dienstanweisung für die Verwaltung des Werkstattvorrates bei den Fernmeldezeugämtern. Sofern beim Ausfall von im Betrieb eingesetzten Geräten oder Einrichtungen Fehler bzw. Mängel nicht an Ort und Stelle beseitigt werden können, wird Gerät, je nach Art und Umständen (→ Gewährleistung), an W. der DBP oder an Firma der Fernmeldeindustrie zur Instandsetzung gegeben.

Angaben über Erteilung und Durchführung von Werkstattaufträgen enthält D 141 (z. B. Auftraggeber, Bearbeitungstermin, Werkstattauftragszettel und sein Geschäftsgang, Werkstattarbeiten für andere). Sofern Instandsetzungsaufträge an Firmen vergeben werden, sind »Richtlinien für die Vergabe und Preisbildung bei Instandsetzungsaufträgen (Richtl Instandsetzung)« zu beachten. *Wigand/Dewitz*

Werkzeugtaschen erhalten Kräfte im Außendienst, die handwerkliche Tätigkeiten unter häufigem Wechsel des Arbeitsortes verrichten. Sie dienen der Unterbringung der am häufigsten benötigten Werkzeuge, Fernmeldebaugeräte, Ersatzteile sowie Beschreibungen, Schaltzeichnungen und anderer schriftlicher Unterlagen. W. haben einen Traggriff, Riemenverschlüsse und Ringkappen zum Einhängen eines Umhängeriemens. Sie sind in unterschiedlichen Größen und Ausführungen lieferbar. Im allgemeinen wird das Werkzeug innerhalb der W., der sicheren Verpackung und der besseren Übersicht wegen, in → Werkzeugwickeln untergebracht.

Werkzeugwickel sollen die benötigten Werkzeuge zum leichteren Auffinden in einem geordneten Zustand aufnehmen sowie gegen Beschädigungen und Verlust schützen. Während die Fernsprechentstörer W. verwenden, bei denen, jedem Werkzeug entsprechend, Einzeltaschen in zwei gegenüberliegenden Reihen angenäht sind, benutzt der Fernmeldebau überwiegend solche mit verstellbaren Schlaufen. Daneben werden auch → Werkzeugtaschen zur Unterbringung des Werkzeuges verwendet. W. werden sowohl aus Segeltuch als auch aus Geweben mit Polyvinylchlorid-(PVC)-Beschichtung hergestellt und gegen das Auseinanderrollen durch Lederriemen gesichert.

Wertigkeit. Zahl der Kennzustände eines Codes, einer Tastung oder einer Modulation. Zum Beispiel: Zweiwertiger- oder Binärcode, vierwertige- oder Quaternärmodulation (Vierphasenmodulation) usw.

Western Electric Company → Seekabelfabriken.

Western Union International Inc. → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Western Union Telegraph Company → Seekabelbetriebsgesellschaften.

Western-Union-Vielfachtelegraf. Grundsätzliche Anordnung entspricht der des Baudot-Telegrafen. Arbeitet mit einem Fünfercode. Die Apparatsätze bestehen aus Tastenlochern, Lochstreifensendern, Verteilern und Streifen- oder Blattdruck-Empfängern, die im Prinzip mit den modernen Fernschreibmaschinen übereinstimmen. Der W-U-V. ist 1914 bekanntgeworden. Tastenlocher mit Stanzmagnet. Doppelstrombetrieb. Lochstreifensender mit Bürstenverteiler und Lochstreifenvorschubmagnet. Druckempfänger mit Typenrad oder Typenhebeln. Im ersten Falle Wählringe mit Außencodezähnen, im zweiten gerade Wählschienen mit obenliegenden Codezähnen. Bekannte Auswert- und Übersetzermechanismen. 2-, 3- oder 4fach-Verteiler mit Antrieb durch ein Lacoursches Rad mit Grobgeschwindigkeitsregulierung; dazu Phasenkorrektur durch Elektromagnet, der Synchronierimpulse von den Zeichenströmen ableitet.

Literatur: HwF 1929.

Westernschaltung → Glühlampenschrank.

Wetteramt, die regionale Dienststelle des → Deutschen Wetterdienstes.

Wetterfernmeldedienst. Das Wetterfernmeldewesen ist ein lebenswichtiger Betriebszweig jedes meteorologischen Dienstes. Im Rahmen der gesetzlich festgelegten Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes (Gesetz über den Deutschen Wetterdienst vom 11. Nov. 1952, BGBl. I S. 738) ist gefordert, daß er an der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meteorologie teilzunehmen hat und die sich daraus ergebenden internationalen Verpflichtungen auf dem Gebiet des W. erfüllen muß.

Der W. hat dafür zu sorgen, daß

1. die Wettermeldungen des eigenen Landes rasch gesammelt und international weiterverbreitet werden,
2. die meteorologischen Arbeitsergebnisse der Wetterdienst-Zentrale unverzüglich den Wetterdienststellen und der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen,
3. die Beobachtungen und Messungen des Boden- und Höhenwetters aus einem möglichst weiten geographischen Bereich für die wissenschaftliche Auswertung und Vorhersagetätigkeit zeitgerecht vorliegen,
4. der zwischenstaatliche Wetternachrichtenaustausch schnell und betriebssicher vorgenommen wird.

Hierzu unterhält der Deutsche Wetterdienst eigene → Wetterfernschreibnetze, betreibt → Wetterfunk und nimmt mit seiner Fernmeldezentrale in Offenbach/Main über europäische Wetterfernmeldenetze und weltweite Fernmeldeverbindungen (Funk und Draht) am internationalen Wetternachrichtenaustausch teil.

Dieser Nachrichtenaustausch bedient sich — je nach den Bedürfnissen und den vorhandenen Einrichtungen — unterschiedlicher Übertragungsverfahren, z. B. Funksprech-, Funkmorse-, Fernschreib-, Funkfernschreib- und Bildübertragung, sowie des → Wetterradar- und des → Wettersatellitenempfanges.

Die Übermittlung der Wettermeldungen auf Fernschreibleitungen und die Aussendung gezeichneter Wetterkarten über Bildübertragungskanäle sind die beim Deutschen Wetterdienst überwiegend benutzten Fernmeldemittel. Hierbei wird weitgehend automatisch verfahren, z. B. im Fernschreibbetrieb durch Verwendung vorgestanzter Lochstreifen im sog. Streifen-Vermittlungs-Verfahren (tape relay) mit z. T. selbsttätigem Streifen-Abruf von der zuständigen Fernmeldestelle. In jüngster Zeit erlangt im Rahmen der → Welt-Wetter-Wacht der Austausch von Wetterdaten mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 2400 Baud zunehmende Bedeutung.

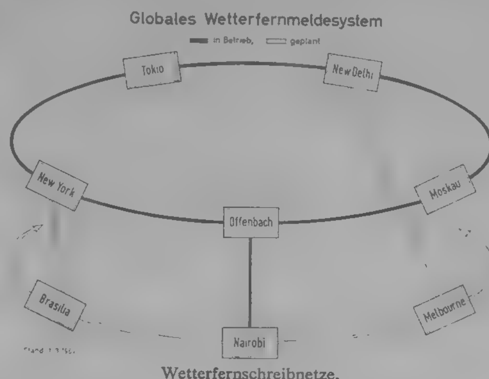
Alle Wetterbeobachtungen werden nach international vereinbarten → Wetterschlüsseln im Zahlen-Code übermittelt. Dadurch wird es dem Wetterdienst möglich, die geforderte Vielzahl von Wettermeldungen (auf dem Erdball gibt es rd. 8000 Beobachtungsstationen, welche zur gleichen »Weltzeit« (GMT) stündlich, 3- oder 6stündlich Beobachtungen anstellen) in verhältnismäßig kurzer Zeit zu sammeln. Der Fernmeldedienst beim Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes vermittelt auf zahlreichen ein- und ausgehenden Fernschreibleitungen täglich etwa 1 Million Fünfer-Zahlengruppen (Stichtag 15. 3. 67). Die aus den Wettermeldungen gewonnenen meteorologischen Arbeitsergebnisse werden als Berichte und Vorhersagen der Öffentlichkeit (Presse, Rundfunk, Fernsehen, Verkehrswesen, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Energiegewinnung, Bauwirtschaft, Gesundheitswesen, Einzelabonnenten) zugeführt, meist über Fernschreibleitungen des öffentlichen Telegrafenwählnetzes (Telex) oder auch fernmündlich und über die Fernsprech-Ansagedienste der DBP.

Literatur: Dr. P. Wüsthoff, Das deutsche, europäische und globale Wettermeldewesen — Überblick und Ausblick, Umschau 1963, Heft 9, S. 269-273.

Wüsthoff

Wetterfernschreibnetze. Zur Erfüllung der Aufgaben des → Wetterfernmeldedienstes — Sammlung und Austausch von Wettermeldungen aus einem möglichst großen Bereich des Erdballs — unterhalten und betreiben die Wetterdienste W. für eigene Zwecke und auch für die zwischenstaatliche Wetternachrichtenübermittlung.

Dafür wurde um die Nordhalbkugel des Erdballs ein Wetterfernmeldering (s. Bild) gelegt. Für seinen



Wetterfernschreibnetze.

Betrieb sind die fünf Nordhemisphärenzentralen New York, Tokio, New Delhi, Moskau und Offenbach verantwortlich. Zweimal täglich werden hier rd. 1600 ausgewählte Bodenwettermeldungen (Landstationen und Schiffe) und etwa 600 Höhenbeobachtungen ausgetauscht. Zwischen Offenbach nach New York (und weiter nach Washington) und Moskau sind Drahtverbindungen in Betrieb; die drei anderen Fernmeldewege bestehen teils aus Draht-, teils aus Funkfernschreiblinien. Auf dem mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit betriebenen Streckenteil Offenbach–Washington werden neben dem Datenaustausch (→ Wetterfernmeldedienst) in beiden Richtungen auch zahlreiche Wetterkarten übermittelt. — Der geplante Fernmeldering auf der Südhalbkugel konnte noch nicht verwirklicht werden. Wohl aber sind Querverbindungen zu den Zentralen Brasilia, Nairobi, Melbourne in Betrieb bzw. im Aufbau (→ Wetterfunk).

Im Zuge der Weiterentwicklung des internationalen Wetterfernmeldedienstes zu einem Welt-Wetter-Überwachungssystem (→ Weltorganisation für Meteorologie) mit den drei Weltwetter-Zentralen New York, Moskau und Melbourne wird unter Ausnutzung bereits vorhandener Fernmeldewege ab 1968 ein neues globales Wetterfernmeldenetz geschaffen, dessen Hauptverbindungen mit hohen Übertragungsgeschwindigkeiten (2400 Baud) betrieben werden sollen. Die über diese Fernmeldeverbindungen übermittelten Wetterdaten werden auch Großrechenanlagen zugeführt werden, welche die Datenverarbeitung und -auswertung vornehmen.

Das »Internationale Wetterfernschreibnetz in Europa« (engl. IMTNE = International Meteorological Teleprinter Network in Europe), dessen Streckenlänge rd. 25 000 km beträgt, ermöglicht einen dreistündlichen Austausch von Wettermeldungen aus Europa, Nordamerika, Afrika und Asien zwischen den europäischen Wetterfernmeldezentralen Bracknell bei London, Stockholm, Paris, Offenbach, Moskau, Rom und Prag. Jede dieser Zentralen hat einen international vereinbarten Zuständigkeitsbereich, aus welchem die Wetterbeobachtungen gesammelt und in das Netz eingesteuert werden. Der Nachrichtenfluß läuft — in Einzelprogrammen zusammengefaßt — über weitere 17 Zwischenstellen, sog. Unterzentralen, welche ihrerseits das Meldegut an die verarbeitenden Stellen ihrer Länder weitervermitteln. Das Netz wird z. Z. noch mit der Übertragungsgeschwindigkeit von 50 Baud (400 Zeichen/min) betrieben. Die ursprünglichen, selbständig arbeitenden Netzteile West und Ost wurden 1957 zu einem Gesamtnetz vereinigt. 1964 erfuhr das IMTNE eine Umgestaltung und eine Betriebsverbesserung durch die Einführung von acht verschiedenen Sendeprogrammen.

Die für die meteorologische Versorgung der Luftfahrt benötigten Wettermeldungen der Flughäfen werden auf dem »Europäischen Wetterfernmeldenetz für die Luftfahrt« (engl. MOTNE = Meteorological Operational Telecommunications Network, Europe), welches mit 50 Baud betrieben wird, übermittelt. An dieses Netz sind 34 Länder des Europa/Mittelmeerbereiches angeschlossen, denen durch Vermittlung der »MOTNE-Zentralen« Offenbach, Paris und Wien halbstündlich Wettermeldungen und dreistündlich Wettervorhersagen von 120 Zivilflughäfen aus diesem Bereich zugeleitet werden. Jede an das Netz angeschlossene Flugwetterwarte verfügt über sämtliche Flugwettermeldungen des Gesamtbereichs Europa/Mittelmeer. Die 17 Flugwettermeldungen in der BRD mit den Benelux-Ländern werden durch die Zentrale Offenbach durch Einsatz sog. Fernschreibzeichenerkenner automatisch eingesammelt. Mit der Kennung des jeweiligen Flughafens werden die sendefertig bereitgestellten Einzelmeldungen (messages) nacheinander durch die Zentrale abgerufen, zur Gesamtsendung (bulletin) zusammengestellt und weitervermittelt. Die Sammlung vollzieht sich 5 min nach erfolgter Beobachtung in $3^1/_2$ min. Das MOTNE wurde 1960 errichtet und dient hauptsächlich der internationalen Zivilluftfahrt. Der vollautomatische Betrieb des Netzes, die Schaltung zusätzlicher Verbindungen zu weiteren europäischen Fernmeldezentralen sowie eine erhebliche Erweiterung des Nachrichteninhalts durch Einbeziehung von Flugwettermeldungen benachbarter Kontinente ist beabsichtigt.

Zur Versorgung der deutschen Dienststellen mit Wetternachrichten, zur stündlichen Einsammlung und zum Austausch der deutschen Wetterbeobachtungen betreibt der Deutsche Wetterdienst zwei innerdeutsche Fernschreibnetze mit einer Streckenlänge von rd. 10 000 km. Während auf dem einen Netz (Übertragungsgeschwindigkeit 50 Baud) den Wetterämtern mit ihren Außenstellen das Meldegut durch die Zentrale Offenbach nach zeitlich und inhaltlich festgelegtem Sendeprogramm zugeschrieben wird, erfüllt das seit 1961 mit erhöhter Übertragungsgeschwindigkeit (75 Baud = 600 Zeichen/min) betriebene zweite Fernschreibnetz die Einsammlung und den Austausch aller deutschen Wettermeldungen in stündlicher Folge.

Zusätzlich zur vorstehend beschriebenen Versorgung der deutschen Wetterdienststellen mit zahlenverschlüsselten Meldungen über zwei Fernschreibnetze betreibt der Deutsche Wetterdienst ein Bildfunknetz. Hierüber werden Wetterkarten an die Bildfunkempfangsstellen ausgestrahlt (→ Wetterfunk).

Wüsthoff

Wetterfunk. Drahtgebundene Fernmeldemittel reichen insbesondere für die meteorologische Betreuung der Schiffahrt, Luftfahrt und Raumfahrt nicht aus, so daß viele Wettersendungen auch über Funk verbreitet werden müssen. In allen Regionen des Erdballs sind Kurz- bzw. Langwellensender in Betrieb, welche Wetternachrichten ausstrahlen.

Aufgrund internationaler Vereinbarungen werden folgende Wettersender betrieben:

Vier Hemisphärensender auf der Nordhalbkugel (Moskau, Neu Delhi, Offenbach, Tokio), welche täglich die Bodenbeobachtungen und Radiosondenwerte von 0000 und 1200 GMT (Greenwich Mean Time) ausgewählten Stationen auf der Nordhemisphäre wiederverbreiten;

drei Regionalsender (Bracknell bei London, New York, Rio de Janeiro), welche die Wiederverbreitung der Beobachtungen aus der ihnen zugewiesenen Region (Europa, Nordamerika bzw. Südamerika) besorgen;

sechs Subregionalsender in Afrika (Kairo, Nairobi, Pretoria, Kano, Dakar, Algier);

sechs Subregionalsender in Asien (Teheran, Neu Delhi, Chabarowsk, Taschkent, Bangkok, Tokio);

drei Subregionalsender in Südamerika (Buenos Aires, Maracay, Rio de Janeiro);

ein Subregionalsender in Nordamerika (Miami);

drei Subregionalsender im Südwestpazifik (Canberra, Manila, Wellington);

vier Subregionalsender in Europa (Bracknell, Moskau, Paris, Rom),

über welche die Wettermeldungen aller Beobachtungstermine aus einem bestimmten Teilbereich der obengenannten Kontinente und angrenzender Meeresgebiete ausgestrahlt werden.

Außerdem betreiben eine Vielzahl von Ländern territoriale Wetterfunksender, Faksimilesender oder Wettersender mit Sonderprogramm.

In der Veröffentlichung der Weltorganisation für Meteorologie WMO No. 9 TP. 4, Band C (Weather Reporting-Transmission), welche alle näheren Angaben über den Wetterfunk- und Fernschreibbetrieb auf der ganzen Welt enthält, sind nach dem Stande vom März 1967 82 Sendestellen mit Territorial-Ausstrahlungen, 30 Sendestellen mit Faksimile-Ausstrahlungen, 3 Sendestellen mit Sonder-Ausstrahlungen angeführt.

Der W. im Deutschen Wetterdienst erfüllt folgende Aufgaben: Zur Versorgung der deutschen Dienststellen mit Wetterkarten strahlt die Bildfunkstelle Offenbach/Main über Langwellensender (mit 50 kW) auf zwei Funkkanälen täglich rd. 150 Wetterkarten im Faksimile-Übertragungsverfahren aus. Zum Empfängerkreis dieser Funksender gehören — neben ausländischen Stellen — mehrere meteorologische Institute an Universitäten und Hochschulen sowie die Bordwetterwarten der deutschen Fischereischutzboote und Fischereiforschungsschiffe. Der Bildfunkdienst wurde 1955 beim Deutschen Wetterdienst eingeführt. Er arbeitet mit sog. Hellfax-Geräten und erlangte dank seiner hohen Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit und dank seiner Empfangsautomatik, die eine manuelle Bedienung der Geräte fast erübrigt, starke Bedeutung.

Nach dem gleichen System, aber mit kleineren Geräten in Schreibmaschinengröße, sog. Kleinfax-Geräten, strahlt seit 1960 das Seewetteramt Hamburg Spezial-Wetterkarten für die Schiffahrt im Kurzwellenbereich aus. Die Schiffahrt findet an der Faksimile-Übertragung von Wetterkarten wachsendes Interesse, weil sich damit die eigene Verarbeitung empfangener Einzelwettermeldungen zur Wetterkarte erübrigt und sich drahtlos empfangene Text-Wetterberichte meist nur auf begrenzte Seegebiete beschränken.

Eine umfangreiche weitere Wettersendung für die Schiffahrt im Morsefunkverfahren (A1) über Lang- und Kurzwelle, deren Inhalt besonders auf die zusätzliche Versorgung mit Wettermeldungen für die Fischereischutzboote zugeschnitten ist, wird mit wetterdiensteigenen Funksendern von Quickborn/Pinneberg aus betrieben. Handelsschiffe der Nordatlantikfahrt mit herkömmlicher Funkausrüstung, d. h. ohne Faksimile-Empfangsgerät an Bord, bilden den weiteren Abnehmerkreis dieser Sendungen, in welchen dreistündliche Wettermeldungen des gesamten Fahrtgebietes verbreitet werden.

Als eine der fünf Nordhemisphärenzentralen ist Offenbach international verpflichtet, die über dem Nordhalbkugel-Fernmeldering (→ Wetterfernschreibnetze) ausgetauschten Wettermeldungen Empfängern in Europa und Afrika zuzustrahlen. Nach dem Funkfernschreibverfahren (F1) werden zweimal täglich simultan auf drei Kurzwellenfrequenzen etwa 1400 Bodenwettermeldungen und rd. 500 Höhenwettermeldungen der Nordhemisphäre von Offenbach ausgesandt.

Von internationaler Bedeutung ist ferner eine seit 1962 zwischen der Nordhemisphärenzentrale Offenbach und der Südhemisphärenzentrale Nairobi zu verschiedenen Tag- und Nachtzeiten betriebene Funkfernschreiblinie. Hier findet über gerichtete Sender ein Austausch von Wettermeldungen im Kurzwellenbereich zwischen Zentralen der Nord- und Südhalbkugel statt. Zusätzlich werden von Offenbach Wetterkarten aus dem europäischen Raum im Faksimile-Verfahren an Nairobi gesendet.

Alle deutschen Wettermeldungen, die stündlich auf den → Wetterfernschreibnetzen gesammelt und ausgetauscht werden, werden dreistündlich wiederholt. Ein weiterer Wetterfunkdienst dient der Verbreitung von Flugplatzwettermeldungen von Zivilflughäfen mit Sendern der Flugsicherung über Ultrakurzwelle. Auf die gleiche Weise werden auch Landewettervorhersagen verbreitet.

In den Bereich des W. gehört zweifellos auch die Funkübermittlung der Meßergebnisse der Radiosonden, welche Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit automatisch bis in Höhen von etwa 25 km messen.

Die meteorologischen Meßfühler sind mit einem Funksender gekoppelt, der die Meßwerte selbsttätig im A1-Verfahren fortlaufend zur Bodenstation funkt. Hier werden die empfangenen Funkzeichen zum sog. TEMP verschlüsselt und die TEMP-Meldungen in die Wetterfernschreibnetze eingesteuert.

Als W. im weiteren Sinne ist auch der → Wetterradar-Funk anzusehen, der es erlaubt, markante, ggf. gefahrbringende Wettererscheinungen zu erkennen.

Die auf Ozeanwetterschiffen und auf Handelsschiffen angestellten Wetterbeobachtungen werden an die zuständigen Küstenfunkstellen gefunkt und von dort den Wetterdiensten zur unmittelbaren Einsteuerung in die Wetterfernmeldenetze zugeleitet. Zunehmende Bedeutung erlangen die automatischen Übermittlungen von Wetterbeobachtungen selbsttätig arbeitender Beobachtungsstationen, die auf verankerten oder treibenden Bojen, künstlichen Inseln und dgl. errichtet sind, um Wettermeldungen aus wenig befahrenen Seegebieten zu liefern.

Die Wetterfunkdienste, welche nach internationalen Regeln in vorgeschriebenen Formen abgewickelt werden, erklären zugleich die Bedeutung des Wetterfunk-Empfanges. Je nach Art der Dienststelle werden auch empfangsseitig nahezu alle technischen Übertragungsverfahren genutzt, einschließlich des Empfangs von Bildfunksendungen aus Übersee und von → Wettersatelliten-Ausstrahlungen. *Wüsthoff*

Wetterfunktelegramm → Funktelegramm.

Wetterhilfenfunkdienst ist ein → Funkdienst, der für Beobachtungen und Untersuchungen in der Wetterkunde einschl. der Gewässerkunde verwendet wird.

Kleine Funksonden werden mehrmals am Tage mittels Wetterballonen in Höhen bis zu 50 km emporgetragen, wobei sie laufend die Meßergebnisse über den Luftdruck, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit usw. an eine Bodenfunkstelle übermitteln. Wegen der einfachen Bauart benötigen die Sonden eine größere Frequenzbandbreite (500 kHz und mehr in Bereichen um 27,0 MHz und 150 MHz). Ein Übergang zur Quarzsteuerung ist im Gange, desgleichen die Erschließung eines Frequenzbereiches um 400 MHz. Wegen des Windabtriebes werden Sondenaufstiege meist im Westen der BRD gestartet (vgl. auch → Satelliten-Wetterhilfenfunkdienst und → Wetterfernmeldedienste. einschl. → Radiometeorologie).

Wettermeldung wird allg. jede Angabe über das an einem Orte zu einer bestimmten Zeit herrschende Wetter genannt. Die Bedürfnisse der → synoptischen Meteorologie haben schon frühzeitig zu einer Regelung des Inhalts derartiger W. geführt, die das Wichtige enthalten und über die Landesgrenzen hinweg anwendbar sein sollten. Auch auf diesem Gebiet ist die Internationale Meteorologische Organisation sehr frühzeitig tätig geworden; die → Weltorganisation für Meteorologie hat diese Aufgabe mit großem Erfolg übernommen. Im Rahmen des draht- und funktelegrafischen Austausches der W. entstanden die Obs-Telegramme (observations) und die → Wetterschlüssel, die auch heute zur Beschleunigung des weitgehend auf dem Fernschreibwege vor sich gehenden Wetternachrichtendienstes (→ Wetterfernmeldedienst, → Wetterfernschreibnetze) unentbehrlich sind.

Wetterradar werden die Radargeräte genannt, die speziell für Beobachtungen von Wolken und Niederschlägen eingesetzt werden können. Solche Beobachtungen haben große Bedeutung für die Luftfahrt; aber auch für den allg. Wetterdienst sind die Angaben, gerade bei unserer sehr wechselhaften Witterung oft von großem Interesse. Aus der Intensität der Radaranzeige versucht man auf die Intensität von Niederschlägen zu schließen (etwa Niederschlagsmenge pro km²). Jedoch sind diese Angaben noch zu unsicher, als daß sie für die Vorhersage von Überschwemmungen allgemein angewandt werden könnten (→ Radiometeorologie).

Wettersatelliten. Der erste W. ist am 1. April 1960 von Cape Canaveral (Cape Kennedy) gestartet worden (Name: TIROS = Television and Infra Red Observation Satellite, Gewicht 270 engl. Pfund, Träger Thor-Able-Rakete). Bis Ende März 1970 sind 27 weitere W. in eine Umlaufbahn um die Erde geschossen worden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über ihre

Tabelle 1. Start- und Bahndaten der Wettersatelliten (Stand 31. 3. 1970).

Lfd. Nr.	Name	Startdatum	Umlaufzeit Min.	Umlaufzeit Sek.	Bahnneigung in Grad	Apogäum in km	Perigäum in km	Startland
1	TIROS I	1. April 1960	99	12	48,40	742	697	USA
2	TIROS II	23. November 1960	98	12	48,52	727	621	USA
3	TIROS III	12. Juli 1961	100	24	47,90	813	741	USA
4	TIROS IV	8. Februar 1962	100	24	48,31	843	708	USA
5	TIROS V	19. Juni 1962	100	30	58,13	963	599	USA
6	TIROS VI	18. September 1962	98	42	58,33	709	687	USA
7	TIROS VII	19. Juni 1963	97	24	58,24	652	620	USA
8	*TIROS VIII	21. Dezember 1963	99	24	58,52	747	709	USA
9	*Nimbus 1	28. August 1964	98	18	98,67	930	431	USA
10	TIROS IX	22. Januar 1965	119	12	96,41	2584	704	USA
11	TIROS X	2. Juli 1965	100	43	98,62	837	745	USA
12	ESSA 1	3. Februar 1966	100	18	97,90	840	707	USA
13	*ESSA 2	28. Februar 1966	113	31	101,00	1413	1353	USA
14	*Nimbus 2	15. Mai 1966	108	10	100,32	1184	1106	USA
15	Kosmos 122	25. Juni 1966	91	42	64,96	654	585	UdSSR
16	ESSA 3	2. Oktober 1966	114	32	101,01	1485	1383	USA
17	*ESSA 4	26. Januar 1967	113	28	102,00	1439	1323	USA
18	Kosmos 144	28. Februar 1967	96	55	81,20	625	—	UdSSR
19	ESSA 5	20. April 1967	113	36	101,92	1424	1358	USA
20	Kosmos 156	27. April 1967	97	00	81,20	630	—	UdSSR
21	*ESSA 6	10. November 1967	114	53	102,13	1484	1406	USA
22	ESSA 7	16. August 1968	114	53	101,73	1470	1431	USA
23	*ESSA 8	15. Dezember 1968	114	42	101,00	1470	1430	USA
24	ESSA 9	26. Februar 1969	113	30	101,00	1508	1427	USA
25	Meteor 029 A	26. März 1969	97	54	81,10	713	644	UdSSR
26	Nimbus 3	14. April 1969	107	24	100,00	1132	1071	USA
27	Meteor 84 A	6. Oktober 1969	97	52	81,20	690	630	UdSSR
28	*ITOS 1	23. Januar 1970	115	06	101,99	1480	1430	USA

* mit APT (Automatic Picture Transmission)-Gerät ausgerüstete Satelliten.

Start- und Bahndaten. Den schematischen Aufbau des W. Nimbus 2 vermittelt Bild 1. Eine Ansicht des W. ESSA 3 zeigt Bild 2.

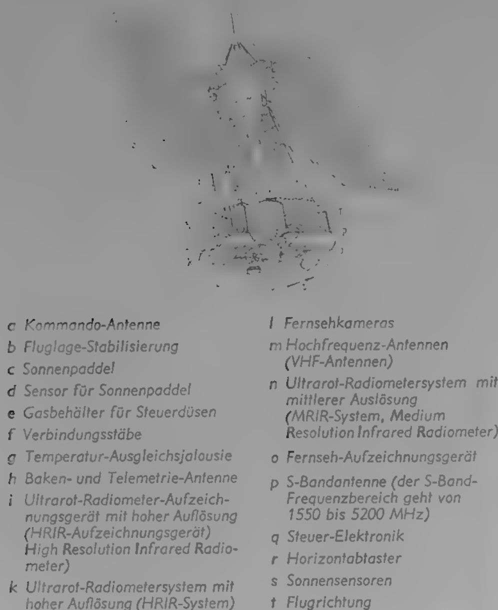


Bild 1. Schema des Wettersatelliten Nimbus 2 ohne Gehäuse.

Der W. enthält als Hauptbestandteile: Etwa 10000 Sonnenzellen, die der Energieversorgung dienen, ein Stabilisierungssystem zwecks Ausrichtung der Meßfühler, Geräte für den Empfang von Funkbefehlen an den Satelliten und für die Ausführung dieser Befehle, einen Baken- und Telemetriesender für die Bestimmung der Satellitenposition und für die Kontrolle der Gerätefunktionen, zwei Kameras für die Aufnahmen der Wolkenphotos und Bandgeräte für die Speicherung der Bilder, ein Radiometer für die Messung der reflektierten Sonnenstrahlung und der Infrarot-Strahlung von der Erde und aus ihrer Atmosphäre, einen Funksender mit Antenne zur Weitergabe der verschiedenen Daten an eine Erde-Empfangsstation.

Für den Empfang jedes von den USA gestarteten TIROS-Satelliten sind jeweils zwei Kommando- und Datenempfangsstationen eingesetzt worden. Diese Stationen befinden sich in Belmar N. Y., Kaena Point/Hawai, Point Mugu/Calif., Wallops Island/Virginia, San Nicolaus/Calif. und Fairbanks/Alaska. Neben den Antennen und Empfangsanlagen ist jede dieser Stationen auch mit Sendern ausgerüstet, um Funkbefehle an die W. zu erteilen. Die Stationen besitzen außerdem Einrichtungen für die Auswertung und Verteilung der empfangenen Daten. Die W. liefern eine sehr große Zahl von Wolkenphotos; z. B. übermittelte TIROS I bei einer Lebensdauer von nur 77 Tagen 19 389 auswertbare Bilder und TIROS VII bei einer Lebensdauer von 561 Tagen 133 538 Bilder.

Für die Messung von Infrarot- und anderer Strahlung waren in einige W. (z. B. in TIROS II, III, IV und VI) Sensoren verschiedener Typen eingebaut. Ein Fünf-Kanal-Radiometer lieferte Messungen in der Region der höchsten Wasserdampfabsorption zwischen 5,9 und 6,7μ. Über einen zweiten Kanal (8—12μ) wurden Temperaturmessungen der Erdoberfläche oder der Wolkenobergrenze übermittelt, über einen dritten Kanal (0,2—5μ) wurde die zurückgeworfene Sonnenstrahlung gemessen. In einem vierten Kanal (7—30μ) wurde die Gesamtlangwellenstrahlung der Erde und der Atmosphäre ermittelt und über einen fünften Kanal (0,5—0,7μ) die reflektierte Sonnenstrahlung.

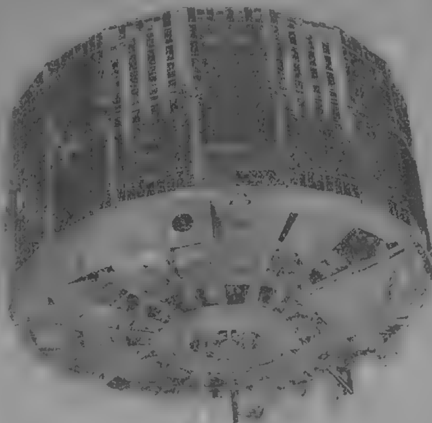


Bild 2. Ansicht des Wettersatelliten ESSA 3 (Durchmesser 107 cm, Höhe 56 cm).

Eine besondere Einrichtung, das APT (Automatic Picture Transmission)-System, ist erstmalig von TIROS VIII mit Erfolg erprobt worden. Mit diesem System, das auch in die W. ESSA 2, 4, 6 und 8 sowie Nimbus 1, 2 und 3 eingebaut wurde, werden selbsttätig im Abstand von etwa 6 min Wolkenaufnahmen auf der Frequenz 136,950 MHz bzw. 137,500 MHz vom W. zur Erde gefunkt. Das APT-System schaltet sich automatisch ein, sobald der W. den sonnenbeschienenen Teil des Erdballs überfliegt. In den

ersten 8 s nach der Aufnahme wird das Bild auf eine photoempfindliche Schicht projiziert und gleich danach zur Erde übermittelt. Die Übermittlungszeit



Bild 3. APT-Empfangsantenne (8spiralige Wendel von 4,3 m Länge und 0,7 m Durchmesser) des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach am Main.

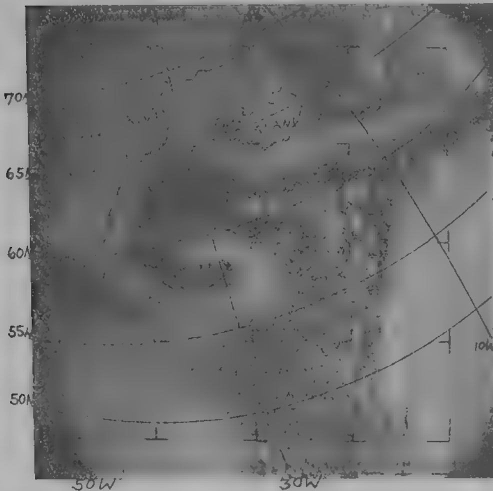


Bild 4. APT-Photo aufgenommen am 22. Febr. 1967 um 12h34'23'' Weltzeit im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach am Main (Umlauf 340 des Satelliten ESSA 4). Bildmitte: 26,87° westl. Länge und 58,70° nördl. Breite.

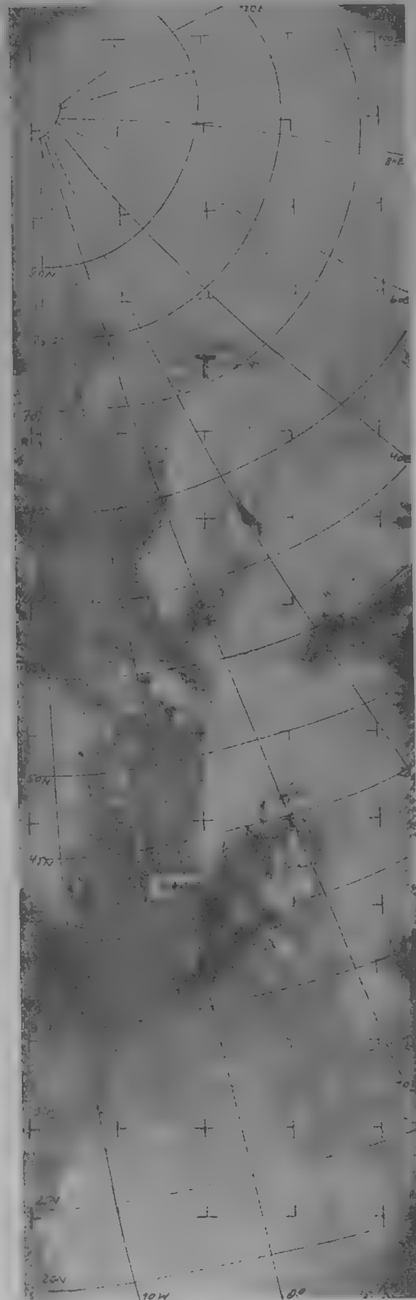


Bild 5. Vier im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach am Main nacheinander empfangene APT-Photos vom 657. Umlauf des Satelliten ESSA 2 (21.4.1966). Empfangszeiten: 08h 53′ 39″, 08h 59′ 31″, 09h 05′ 22″ und 09h 11′ 14″ Weltzeit.

Tabelle 2. Umlauf- und technische Daten der APT-Wettersatelliten ESSA 2, Nimbus 2 und ESSA 4.

Satellit	Umlaufzeit	Mittlere Höhe	Bahnneigung gegen den Äquator	Längenversetzung von Umlauf zu Umlauf	Sendefrequenz für die Bildübermittlung	Sende-leistung	Satelliten-gewicht
ESSA 2	113 Min. 31 Sek.	1383 km	101,00 Grad	28,38 Grad	137,500 MHz	5,0 Watt	138 kg
Nimbus 2	108 Min. 4 Sek.	1145 km	100,32 Grad	27,04 Grad	136,950 MHz	5,0 Watt	415 kg
ESSA 4	113 Min. 28 Sek.	1381 km	102,00 Grad	28,36 Grad	137,500 MHz	5,0 Watt	138 kg

beträgt 200 s. Die von der Erde-Empfangsstation mit Hilfe einer Spezialantenne (Bild 3) aufgenommenen Funkzeichen werden einem Bildgerät zugeführt, welches das Bild wiedergibt, das der W. photographiert hat. Schon nach wenigen min ist das Photo zur geographischen Zuordnung und meteorologischen Auswertung verfügbar.

Bild 4 zeigt ein Photo, welches der W. ESSA 4 aufgenommen hat. Das Bild ist bereits geographisch zugeordnet. Die Entfernung von der Erdoberfläche betrug rd. 1 430 km. Der deutlich erkennbare Tiefdruckwirbel bewegte sich mit orkanartiger Geschwindigkeit in östlicher Richtung und verursachte am Folgetag außerordentlich schwere Sturmschäden besonders in Norddeutschland. In Bild 5 sind 4 aufeinanderfolgende APT-Photos zusammengefügt, die von dem 657. Umlauf des ESSA 2 stammen. Das Bild läßt erkennen, daß man einen Überblick über die Wetterverhältnisse auf dem gesamten Erdball durch Zusammensetzen der APT-Photos erhalten kann. Auch die bei Nacht vom W. photographierten Infrarot-Aufnahmen werden — ähnlich wie beim APT-System — automatisch über Funk ausgestrahlt. In Tabelle 2 sind einige allgemeine Daten über die W. ESSA 2, ESSA 4 und Nimbus 2 aufgeführt.

Mit ITOS 1 (Improved TIROS Oerational Satellite) wurde am 23. 1. 1970 ein neuartiger Satellitentyp gestartet, der es erstmals ermöglichte im TOS (TIROS Oerational Satellite)-System neben den APT-Photos sowohl am Tage als auch in der Nacht mittels Infrarot-Radiometer Wolkenaufnahmen zu machen und diese im DRIR (Direct Readout Infrared Radiometer)-System zeilenweise unmittelbar an die Bodenempfangsstellen zu übertragen. Außerdem besitzt ITOS 1 Speichermöglichkeiten für die Photos aller Umläufe eines Tages sowie Sensoren zur Messung der Grobverteilung der Erdwärme und des wirksamen Partikelflusses (Protonen, Elektronen) von der Sonne zur Erde.

Die vom W. photographierten und zur Erde gefunkten Bilder dienen der Wetteranalyse und -vorhersage. Sie werden in beobachtungsarmen Gebieten u. a. auch für die Ortung von Wirbelstürmen mit Erfolg benutzt und liefern wertvolle Hinweise auf die Gesamtzirkulation der Atmosphäre. Für die meteorologische Beratung mehrerer Forschungs- und Raumfahrtprojekte waren die von W. gewonnenen Photos oft von entscheidender Bedeutung.

Literatur: William K. Widger jr., Meteorological Satellites, Holt Library of Science, Series III, New York, 1966 — Dr. Paul Wüsthoff, Empfang der Bildsendungen des Wettersatelliten ESSA 2 im Zentralamt des Deutschen Wetterdienstes. Fernmeldepraxis, Band 43/1966, Nr. 18, S. 707-713. *Wüsthoff*

Wetterschiffe nennt man die auf festen Positionen auf dem Nordatlantik und Nordpazifik stationierten Schiffe, welche achtmal täglich Wetterbeobachtungen anstellen. Die W. melden insbesondere auch gefahrdrohende Wettererscheinungen. Viermal täglich wird der Wind bis etwa 18 km Höhe und mindestens zweimal der Vertikalaufbau der Atmosphäre bis etwa 22 km Höhe mit Wetterfunksonden gemessen. Die Beobachtungen und Meßergebnisse werden an Küstenstationen und auf Anforderung auch an Flugzeuge im Fluge abgesetzt. Die Küstenstationen sind für die zeitgerechte Weitergabe der Meldungen an Wetterdienststellen und Wetterfernmeldezentralen verantwortlich. Auf den W. werden auch Radarbeobachtungen gemacht.

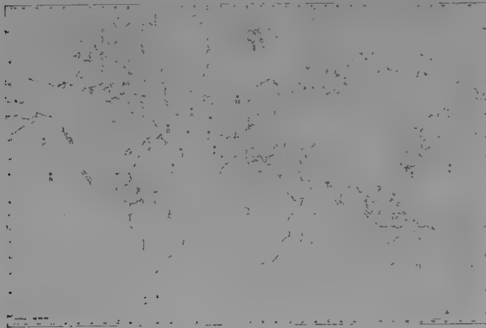
Wenn Luftfahrzeuge oder Schiffe in Not sind, beteiligen sich die W. innerhalb eines bestimmten Bereichs an Such- und Rettungsaktionen.

Die Rufzeichen der Ozean-W. im Atlantik und Pazifik zeigt die Tabelle.

Rufzeichen bzw. -namen der Wetterschiffe für Funktelegrafie und Funkfernsprechen

Station	Funktelegrafie	Funkfernsprechen
1. Nordatlantik		
A	4YA	OCEAN STATION ALFA
B	4YB	OCEAN STATION BRAVO
C	4YC	OCEAN STATION CHARLIE
D	4YD	OCEAN STATION DELTA
E	4YE	OCEAN STATION ECHO
I	4YI	OCEAN STATION INDIA
J	4YJ	OCEAN STATION JULIETT
K	4YK	OCEAN STATION KILO
M	4YM	OCEAN STATION MIKE
2. Nordpazifik		
N	4YN	OCEAN STATION NOVEMBER
P	4YP	OCEAN STATION PAPA
Q	4YQ	OCEAN STATION QUEBEC
S	4YS	OCEAN STATION SIERRA
U	4YU	OCEAN STATION UNIFORM
V	4YV	OCEAN STATION VICTOR

Die geographischen Positionen der W. sind im Bild aufgezeichnet.



Geographische Positionen der Wetterschiffe.

Die Schiffe werden von der Internationalen Zivil-Luftfahrt-Organisation (ICAO) betreut. *Wüsthoff*

Wetterschlüssel. Für die Übermittlung meteorologischer Beobachtungen über Fernmeldewege benutzt man im internationalen Verkehr Zahlengruppen, die vereinbarungsgemäß nach einem bestimmten Schema jeder Gruppe von fünf Zahlen und jeder Zahl in der einzelnen Gruppe eine bestimmte Bedeutung beilegen. Die Schemata werden in Buchstaben ausgedrückt, z. B. der W. »Climat«. Seine symbolische Darstellung sieht so aus:

Kennwort	1. Gruppe	2. Gruppe	3. Gruppe
Climat	IIIII	PPTTT	$UUR_1R_1R_d$

Darin bedeutet:

IIIII eine international vereinbarte Kennziffer für die meldende Station.

PP das Monatsmittel des Luftdrucks in ganzen und zehntel mbar.

TTT das Monatsmittel der Temperatur in Zehnteln von Grad Celsius (oder Fahrenheit).

UU das Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit in Prozent.

R_1R_1 die Niederschlagsmenge des betreffenden Monats (bis 550 l/m^2 in Stufen von 10 l/m^2, darüber nach einer besonderen Tabelle).

R_d eine Angabe über die Häufigkeit bestimmter Niederschlagsmengen im Berichtsmonat nach besonderer Anweisung.

Nach dem gleichen System werden alle anderen W. aufgebaut, deren wichtigste durch folgende Kennworte bezeichnet werden:

AERO Bodenwettermeldungen für die Luftfahrt,

BBBBB Sonder-Wettermeldung (Wetterbesserung),

CLIMAT Monatsmittelwerte bzw. Summenwerte,

MMMMM Sonderwettermeldung (Wetterverschlechterung),

MAFOR Wettervorhersage für die Schiffahrt,

PILOT Höhenwindmessung von einer Landstation aus,

PILOT SHIP Höhenwindmessung von einem Schiff aus,

ROCOB Höhentemperatur- und Windmessung von Raketenstationen,

ROFOR Streckenwettervorhersage für die Luftfahrt,

SHIP Bodenwettermeldung von einem Schiff,

SIGMET Kennung für Beobachtungen außergewöhnlicher Witterungserscheinungen auf oder bei Flughäfen,

SYNOP Bodenwettermeldung einer Landstation,

TAF Flughafen-Wettervorhersage (Kurzform),

TAFOR Flughafen-Wettervorhersage (volle Form),

TEMP Meßwerte einer Radiosonde über Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind von einer Landstation aus,

TEMP SHIP Meßwerte einer Radiosonde über Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind von einem Schiff aus.

Fehlt irgendeine Angabe beim Verschlüsseln, so wird an die betreffende Stelle x gesetzt, so daß in jedem Falle die Schlüsselgruppe aus 5 Zahlen besteht.

Die Gesamtheit aller Meldungen einer oder mehrerer Arten nennt man gelegentlich »Obs« (observations), Zusammenfassungen für größere Gebiete »Sammelobs«, gewässerkundliche Meldungen »Wobs«.

Einzelheiten über die verschiedenen Schlüssel sind aus der Publikation Nr. 9 der Weltorganisation für Meteorologie, Genf, zu entnehmen. *Keil*

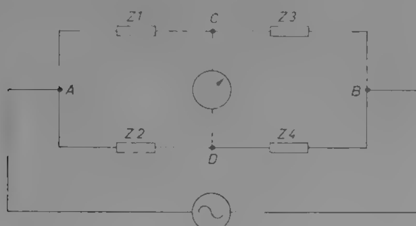
Wettertelegramme → Telegrammarten.

Wheatstone, Sir Charles, geb. 1802 im Februar zu Gloucester, gest. 19. 10. 1875 zu Paris, untersuchte 1834 mit rotierenden Spiegeln die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität, erfand 1838 das Stereoskop, 1839 das Chronoskop zum Messen kleiner Zeitteile und empfahl 1840 dieses Instrument zur Bestimmung der Geschoßgeschwindigkeiten. Seine telegrafische Haupterfindung, der Schnelltelegraf, fällt in seine letzte Lebenszeit. Sein Name ist insbesondere mit einer Widerstandsvergleichsmeßschaltung verknüpft: der Wheatstoneschen Brücke.

Ehrungen: 1868 geadelt, 1855 Ritter der französischen Ehrenlegion, seit 1836 Mitglied der Royal Society of London; die Académie Francaise nahm ihn 1873 unter die acht auswärtigen Mitglieder auf.

Literatur: Journ. tél. 1875, Nr. 11, S. 199ff. Zetsche: Geschichte der Telegraphie, S. 17ff. Berlin: Julius Springer 1877. Zetzsche: Handbuch der elektrischen Telegraphie, dritter Teil, II. Hälfte, S. 398; im übrigen gilt die Literatur, die bei Cooke angegeben ist, auch für Wh. Halle 1891. C. Matschoß: Männer der Technik. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Wheatstonesche Brücke. Die W. B. ist ein Netzwerk, das im allgemeinsten Fall aus den vier komplexen Widerständen $\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$ und $\underline{Z}_4$ besteht und an dessen Klemmen A und B eine Stromquelle mit der



Wheatstone Brücke mit allgemeinen Wechselstromwiderständen.

Spannung $\underline{U}_{AB}$ angelegt ist (s. Bild). Zwischen den Klemmen C und D tritt dann die Spannung

$$\underline{U}_{CD} = \underline{U}_{AB} \frac{\underline{Z}_1 \underline{Z}_4 - \underline{Z}_2 \underline{Z}_3}{(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3)(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_4)}$$

auf.

Eine W. B. ist **abgeglichen**, wenn $\underline{U}_{CD} = 0$ ist. Hierzu muß $\underline{Z}_1 \underline{Z}_4 - \underline{Z}_2 \underline{Z}_3 = 0$ sein. Hieraus folgt die **komplexe Abgleichbedingung**

$$\underline{Z}_1/\underline{Z}_2 = \underline{Z}_3/\underline{Z}_4 .$$

Häufig sind W. B. wesentlich komplizierter aufgebaut als die einfache Schaltung im Bild. Diese lassen sich aber fast immer durch geeignete Stern-Dreieck-Netzumwandlungen in die Schaltung nach dem Bild verwandeln. Weicht einer der Brückenwiderstände, wie z. B. $\underline{Z}_1$, etwas von dem Wert ab, der der Abgleichbedingung entspricht, ist also $\underline{Z}_1' = \underline{Z}_1 (1 + \Delta)$, so ist

$$\underline{U}_{CD} = \underline{U}_{AB} \frac{\underline{Z}_4}{(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_3)(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_4)} \Delta \underline{Z}_1 .$$

Die Spannung $\underline{U}_{CD}$ ist dann also proportional der Widerstandsabweichung $\Delta \underline{Z}_1$. Hierbei ist vorausgesetzt, daß $\Delta \ll 1$ ist. Da $\underline{Z} = R + jX$ ist, erhält man aus der oben genannten komplexen Abgleichbedingung die beiden reellen Abgleichbedingungen

$$R_1 R_4 - X_1 X_4 = R_2 R_3 - X_2 X_3$$

und

$$X_1 R_4 + X_4 R_1 = X_2 R_3 + X_3 R_2 .$$

Schreibt man $\underline{Z}$ in exponentieller Form ($\underline{Z} = |\underline{Z}| e^{j\varphi} = Z e^{j\varphi}$), so lauten die beiden reellen Abgleichbedingungen

$$Z_1/Z_2 = Z_3/Z_4$$

und

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_4$$

Bei einer W. B. können die beiden Diagonalen (A–B und C–D) miteinander vertauscht werden. Die Abgleichbedingungen werden hierdurch nicht verändert. Die Schaltung der W. B. ist die Grundlage für Gleichstrommeßbrücken und Wechselstrommeßbrücken. Eine Sonderform der W. B. ist die Differentialbrücke, bei der zwei benachbarte Zweige der W. B. durch die Wicklungen eines Differentialübertragers ersetzt sind (→ Differentialmeßbrücke). In dieser Form dienen sie auch als → Gabelschaltungen für den Übergang von zweidrähtiger auf vierdrähtige Leitungsführung. Manchmal bestehen diese Gabelschaltungen aber nur aus ohmschen Widerständen, wie z. B. bei Widerstandsgabeln in Tonfrequenzumsetzern (TRU). *Haak*

Whisker. Englische Bezeichnung für sehr feine haarförmige anorg. oder org. Kriställchen, Durchmesser ca. 1 μ. Die mechanischen und physikalischen Eigenschaften sind gegenüber den normalen größeren Kristallen oft wesentlich günstiger. Whiskerbildung tritt in der Hauptsache bei Reinzinnüberzügen auf. Bei Zinn-Blei-Überzügen wurden nur wenige kurze Whisker beobachtet bei einer max. Länge von 0,5 mm. Dies ist jedoch nicht vergleichbar mit der Länge der W. in elektrolytisch aufgebrachten Reinzinnüberzügen. Abhilfe schaffen auch Überzüge aus Zinn-Nickel, doch steht fest, daß Legierungen, denen so viel Nickel zugesetzt wird, daß das Whiskerwachstum verhindert wird, ohne Verwendung eines sehr aktiven Flußmittels schwierig weichzulöten sind.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Whistler. Ein großer Teil der Energie atmosphärischer Entladungen wird in elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 300 Hz bis 30 kHz umgesetzt. Diese Längstwellen pflanzen sich in dem aus der Erdoberfläche und der →Ionosphäre bestehenden Wellenleiter fort (→ Modetheorie). Ein zusätzlicher Ausbreitungsweg ist in Richtung der Erdmagnetfeldlinien durch die Ionosphäre hindurch möglich, wenn die Wellen linkszirkular, d. h. in Drehrichtung freier Elektronen im Magnetfeld, polarisiert sind. Bei dieser W.-Mode-Ausbreitung sind wiederholte Wege zwischen zwei magnetisch konjugierten Punkten der reflektierenden Erdoberfläche möglich, wenn die Führungswirkung des Magnetfeldes durch Ionisationsfäden verstärkt wird. Wenn die Frequenz f klein gegenüber den kleinsten Werten der Elektronen-Plasma- und Gyrofrequenz, f_N bzw. f_B (→ ionosphärische Brechung), auf dem Ausbreitungswege ist, wird die Laufzeit t eines W.s durch das Dispersionsgesetz von Eckersley-Storey beschrieben:

$$t \cdot \sqrt{f} = D, \quad D = \frac{1}{2c} \int \frac{f_N}{\sqrt{f_B}} \, ds ,$$

(c = Lichtgeschwindigkeit, das Integral ist über den Ausbreitungsweg zu erstrecken). Das W.-Signal setzt bei der höchsten Frequenz ein, diese fällt monoton mit der Zeit ab, dadurch ergibt sich ein melodischer Pfeifton. Die Dispersionskonstante D stellt im wesentlichen den über die Ausbreitungsbahn integrierten Elektroneninhalt dar, dabei hebt der Gewichtsfaktor $f_B^{-1/2}$ den Abschnitt mit dem schwächsten Magnetfeld besonders hervor. Wenn die Beziehung $f \ll f_B$ nicht überall erfüllt ist, gilt die Dispersionsgleichung von Helliwell

$$t = \frac{1}{2c} \cdot \int \frac{f_N \cdot f_B \, ds}{\sqrt{f} \, (f_B - f_N)^{3/2}} .$$

Danach ergibt sich eine Frequenz-Laufzeitkurve, die nicht mehr monoton abfällt, sondern ein Minimum durchläuft. Mit Hilfe dieser Signale, die als Nose-whistler bezeichnet werden, konnte die Elektronendichteverteilung in der → Magnetosphäre bis zu Entfernungen von einigen Erdradien untersucht werden.

Auf besonders tiefen Frequenzen wurden von Satelliten W.-Typen mit anderen Dispersions- und Ausbreitungseigenschaften entdeckt. Diese Ionen- oder Protonenwhistler geben Aufschluß über die Anteile der Ionensorten in der Magnetosphäre.

Literatur: Helliwell »Whistlers and Related Phenomena«, Plenum Press, New York, 1965. *Jacobs*

Wickeln → Verbindungstechnik, lötfreie.

Wickler. Aufwickelvorrichtung für Papierstreifen oder -bänder von Fernschreibgeräten.

Wicklungskapazität. In jeder stromdurchflossenen Spule bestehen elektrische Felder zwischen den einzelnen Windungen und Lagen; man kann sie in erster Annäherung durch eine Kapazität C berücksichtigen, die parallel zu den Klemmen der Spule liegt. Ist ω die Kreisfrequenz, R der Wirkwiderstand und L die Selbstinduktivität ohne Berücksichtigung der Wicklungskapazität, so verändert sich bei deren Berücksichtigung der Wirkwiderstand auf den Wert

$$R_w = \frac{R}{(1-\omega^2 LC)^2 + (\omega CR)^2}$$

und die Selbstinduktivität auf den Wert

$$L_w = \frac{L(1-\omega^2 LC)^2 - R^2 C}{(1-\omega^2 LC)^2 + (\omega CR)^2}.$$

Für verschwindend kleine Frequenz ist $R_w = R$, jedoch $L_w = L - R^2 C$. Bei hinreichend kleinem R und hinreichend großem ω kann L_w negativ werden; die Spule wirkt dann als Kondensator. Die Eigenschaften einer Spule können also durch die Wicklungskapazität sehr stark verändert werden.

Widerspruchsverfahren → Fernmelderechnung.

Widerstand ist das am meisten verwendete Bauelement der Elektrotechnik zur Regelung von Strömen und Spannungen (→ elektrische Größen).

Neben den rein ohmschen W. treten bei wechselstrombelastbaren W. häufig störende Induktivitäten und Kapazitäten auf, die durch entsprechende Bauformen je nach Verwendung reduziert werden können (Bifilar- bzw. Kreuzwicklung Lit. [6], → Wechselstromgrößen).

Bauarten:

1. Schichtfestwiderstände (Lit. [1]) haben einen festen (nicht veränderbaren) Widerstandswert. Der Widerstandswerkstoff ist als leitende Schicht auf einen Isolierkörper aufgebracht und im allgemeinen gegen mechanische und klimatische Einflüsse geschützt.

Hinsichtlich der leitenden Schicht auf dem Isolierkörper werden unterschieden:

Kohleschicht-Festwiderstände,

Metallschicht-Festwiderstände,

Metalloxidschicht-Festwiderstände,

Kohlegemischschicht-Festwiderstände.

Schichtfestwiderstände werden nach ihrer Anwendung und den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich Betriebszuverlässigkeit und der elektrischen Werte eingeteilt in Schichtfestwiderstände

für gewöhnliche Anforderungen,

für erhöhte Anforderungen,

für höchste Anforderungen.

Sonderausführungen:

Fernmeldegeräte-Schichtwiderstände, Funkenlöschwiderstände mit definierter Sicherungswirkung, Funkenlöschwiderstände ohne Sicherungswirkung.

2. Drahtfestwiderstände (Lit. [2]) haben einen festen (nicht veränderbaren) Widerstandswert. Der Widerstandswerkstoff ist als Draht einlagig auf einen Isolierkörper aufgewickelt und im allgemeinen gegen mechanische und klimatische Einflüsse geschützt.

Hinsichtlich des Oberflächenschutzes unterscheidet man folgende Bauformen: mit Lack, mit Zement, mit Keramik, mit und ohne Glasur.

Sonderausführungen:

Fernmeldegeräte-Drahtwiderstände, Funkenlösch-Widerstände mit definierter Sicherungswirkung, Funkenlösch-Widerstände ohne Sicherungswirkung.

3. Schichtdrehwiderstände (Lit. [3]) ermöglichen durch kreisförmige Bewegung eines Abnehmerkontaktes (Schleifer) eine stetige Änderung des Widerstandswertes. Sie werden nach ihrer Anwendung und den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich Betriebszuverlässigkeit und elektrischer Werte eingeteilt in:

Drehwiderstände für erhöhte und für gewöhnliche Anforderungen (Typ I und Typ II).

Der Widerstandswerkstoff ist als leitende Schicht auf einem nicht leitenden Träger (z. B. Hartpapier oder Keramik) aufgebracht.

4. Drahtdrehwiderstände (Lit. [4]) gestatten durch kreisförmige Bewegung eines Abnehmerkontaktes (Schleifers) eine entsprechend der Windungszahl stufige Änderung des Widerstandswertes.

Drahtdrehwiderstände werden nach ihrer Anwendung und den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich Betriebszuverlässigkeit und elektrischer Werte eingeteilt in Drehwiderstände für erhöhte und für gewöhnliche Anforderungen (Typ I und Typ II). Der Widerstandswerkstoff ist als Band oder Draht auf einem Keramik- oder Kunststoffring aufgewickelt.

5. Trimmpotentiometer (Lit. [5]) sind Bauteile, die ein Widerstandselement in gerader oder ringförmiger Form und einen Schleifkontakt in einem Gehäuse enthalten.

Der Schleifkontakt wird z. B. durch eine Gewindespindel bewegt. Dadurch wird eine stetige Änderung des Widerstandswertes ermöglicht. Trimmpotentiometer sind nur für gelegentliche Betätigung geeignet.

Hinsichtlich des Aufbaues unterscheidet man:

Ausführung WD mit einem drahtgewickelten Widerstandselement und Ausführung WS mit einer Widerstandsschicht.

Literatur: [1] DIN 44050 N 4/67, DIN 44051 E 9/68, DIN 44052 N 4/67, DIN 44053 E 9/68, DIN 44054 V 2/69, DIN 44061 E 3/69, DIN 44063 V 2/69, DIN 41443 [2] DIN 41410 N 8/50, DIN 41430 N 5/64, DIN 44185 E 2/69, DIN 41444 N 6/65 [3] DIN 41450 V 6/68 [4] DIN 41473 E 3/68 [5] DIN 44220 V 8/69 [6] O. Zinke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1965.

Pfeiffer

Widerstand, elektrischer → elektrische Größen und → Wechselstromgrößen.

Widerstand, innerer, der Zweipolquelle → Zweipol, elektrischer.

Widerstand-Transistor-Logik → digitale Mikroschaltungen.

Widerstandsänderung im Magnetfeld → galvanothermomagnetische Effekte.

Widerstandsmessung. Alle Verfahren zum Messen von Widerständen gehen grundsätzlich auf die Definitionsgleichung für den Widerstand, $R = U/I$, zurück und können aus dieser abgeleitet werden. Mißt man den Strom, der durch den Widerstand fließt, und den durch ihn verursachten Spannungsabfall, so gibt das Verhältnis dieser beiden Grundgrößen als abgeleitete Größe den Widerstand. Diese Überlegungen gelten auch bei Wechselstrom: Man erhält den Scheinwiderstand als Verhältnis aus den gemessenen Effektivwerten von Spannung und Strom.

Bei den direkt anzeigenden Meßgeräten, den Widerstandsmessern, auch Ohmmeter genannt, mißt man im allgemeinen den Strom I_x, der bei fester Spannung U durch den unbekannten Widerstand R_x fließt (Bild 1). Weil $I_x = U/R_x$ ist, ist der Ausschlag

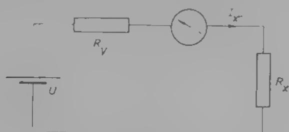


Bild 1. Widerstandsmessung durch Strommessung.

des Strommessers umgekehrt proportional zum Widerstand R_x. Man kann die Skala des Strommessers in Ohm eichen. Diese Ohm-Skala verläuft dann umgekehrt wie die ursprüngliche Ampere-Skala von rechts nach links, weil wir für $R_x = 0$ den größten Ausschlag und für $R_x = \infty$ den Ausschlag Null haben.

Man kann aber auch den Spannungsabfall $U_x = I_x R_x$ messen, wenn R_x parallel zu einem Spannungsmesser liegt (Bild 2). Dann erhält man für $R_x = 0$ den Aus-

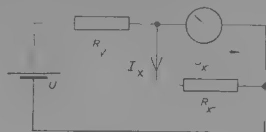


Bild 2. Widerstandsmessung durch Spannungsmessung.

schlag Null und für $R_x = \infty$ den größten Ausschlag. In diesem Fall verläuft die Ohm-Skala wie die Spannungs-Skala von links nach rechts.

Beide Verfahren erfordern konstante, feste Spannungen der Meßstromquelle. Verwendet man Batterien, so kann eine durch Verbrauch oder Alterung bewirkte Abnahme der Batteriespannung durch Nachregeln eines Vorwiderstandes R_v oder eines magnetischen Nebenschlusses im Meßinstrument ausgeglichen werden.

Verschiedene Widerstandsmeßbereiche erhält man durch verschiedene feste Meßspannungen, z. B. 1,5 und 100 V, und durch Empfindlichkeitsregler der Meßinstrumente.

Über das Messen sehr hoher Widerstände: → Isolationswiderstand.

Bei den indirekten Meßverfahren werden die unbekannten Widerstände R_x mit bekannten Meßwiderständen R verglichen. Zu diesen Verfahren gehören die → Substitutionsverfahren und die → Meßbrücken. Eine Meßbrücke für das Messen sehr kleiner Widerstände ist die Thomson-Brücke.

Die indirekten Meßverfahren zeichnen sich durch hohe Meßgenauigkeit aus, erfordern aber eine Zeit beanspruchende Meßtätigkeit, so daß man für schnelle Messungen direkt anzeigende Meßgeräte bevorzugt, wenn die Meßgenauigkeit dieser Geräte ausreicht.

Meßbrücken haben bei Messungen mit Wechselstrom den Vorteil, daß man nicht nur den Scheinwiderstand, sondern den komplexen Widerstand mit Wirk- und Blindwiderstand, oder mit Scheinwiderstand und Phasenwinkel bequem messen kann. Hierzu: → Scheinwiderstandsmessung.

Haak

Widerstandsmoment → Festigkeitslehre.

Widerstandsnormal. Als W. für das internationale Ohm (Ω_i) werden Quecksilbernormale benutzt. Als Gebrauchsnormale dienen Drahtkopien der Quecksilbernormale. Das W. für das absolute Ohm (Ω_a) wird durch Vergleich mit dem → Induktivitätsnormal erhalten, da der induktive Blindwiderstand einer Spule mit der Induktivität $L = 1$ H bei der Kreisfrequenz $\omega = 1$ rad/s gleich $1\,\Omega_a$ ist. Die Kreisfrequenz wird durch Vergleich mit Normalfrequenzen und die Induktivität L durch Berechnung aus den genauen Spulenabmessungen ermittelt.

Widerstandsprüfer. Mit dem im → Prüftisch eingebauten W. lassen sich Widerstände von 1 Ohm bis 50 MOhm messen. Zur Messung wird das Anzeigeinstrument einschließlich Vor- und Nebenwiderstand

mit dem zu prüfenden Widerstand in Reihe an die erdfreie, stabilisierte Spannung von 10 bzw. 60 V gelegt. Der im Anzeigeinstrument fließende Meßstrom ist die Funktion des zu bestimmenden Widerstandes. Je nach Wahl der Vor- bzw. Nebenwiderstände können 6 Meßbereiche gewählt werden.

Literatur: Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B, Heft 1/68, S. 21.

Widerstandsresonanz. Sonderfall der Parallelresonanz → Resonanz.

Widerstandsreziprok. Zwei Widerstände Z_1 und Z_2 sind reziprok oder dual (→ duale Widerstände), wenn $Z_1 Z_2 = R^2$ ist, zwei Widerstandsmatrizen (Z_1) und (Z_2) sind widerstandsreziprok oder dual (→ Vierpoltheorie 2.3), wenn $(Z_2) = R^2 (Z_1)^{-1}$, die Leitwertsmatrix des einen Vierpols bis auf einen konstanten Faktor R^2 gleich der Widerstandsmatrix des anderen Vierpols ist. R heißt Dualitätsinvariante.

Wiechertsche Meßbrücke → Erdungsmessungen.

Wiederanruf in Fernsprech - Nebenstellenanlagen: → Ruf.

Wiedergabeverzögerung ist die Zeitdauer zwischen einem Kennzeitpunkt bei der Sendung und beim Empfang. Sie ist gleich der Laufzeit. Die Telegrafieverzerrung wurde früher definiert als der Unterschied der W. der einzelnen Kennzeitpunkte.

Wiederholung → ARQ-Mux-System.

Wien, Max, geb. 25. 12. 1866 in Königsberg, gest. 24. 2. 1938 in Jena, Geh. Hofrat, Professor, Dr., Promotion in Berlin 1888. 1898 Dozent an der TH Aachen; 1904 ordentlicher Professor an der TH Danzig (Physikalisches Institut); ab 1911 o. Professor und Direktor des physikalischen Instituts der Universität Jena. 1935 Emeritierung. Hervorragender Physiker und Forscher. Seine sehr sorgfältigen Arbeiten befaßten sich u. a. mit Wechselstrommeßbrücke, Selbstinduktionsnormalen, Vibrationsgalvanometer, gekoppelten Schwingungen, Löschfunkensender, Hochfrequenzwiderständen und starken Elektrolyten, die, insbesondere die Theorie der gekoppelten Schwingkreise, zu den klassischen der angewandten Physik gehören. Ehrung: Goethe-Medaille der Universität Jena.

Literatur: ETZ 1937, H. 6, S. 167 und H. 13, S. 352. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens, 1956.

Wien-Robinson-Brücke → Frequenzmeßbrücken.

Wiener, Norbert, geb. 26. 11. 1894 in Columbia, Missouri, gest. 18. 3. 1964 in Stockholm. Als Wunderkind bereits mit 12 Jahren auf höherer Schule. Schon mit 18 Jahren Promotion zum Dr. phil. mit einer vergleichenden Arbeit über »Relationslogik«. Ab 1920 bis zu seinem Tode Professor am Massachusetts Institute of Technology. Bekannter amerikanischer Mathematiker, »Vater der Kybernetik«. Der breiteren Öffentlichkeit bekannt geworden, als er 1948 zahlreiche seiner auf den verschiedensten Gebieten gesammelten Erfahrungen und Ergebnisse seiner Forschungen in einem »Cybernetics« bezeichneten zusammenfassenden Buch veröffentlichte. Die Wissenschaft von der Kybernetik wird von ständig zunehmender Bedeutung nicht nur für die gesamte Steuerungs- und Regelungstechnik sowie für die Elektronenrechner und die Automatisierung, sondern überhaupt für Physik, Technik, Mathematik, Physiologie und Psychologie sowie selbst für die Soziologie und andere Bereiche.

Literatur: Zeitschrift »Automatisierung«, Jhg. 9/1964, H. 5, S. 28.

Wiensche Meßbrücke. Sie dient als allgemeine W. M. zum Messen beliebiger Wechselstromwiderstände mit kapazitivem Blindanteil und als spezielle Kondensatormeßbrücke zum Messen von Kondensatoren mit verlustarmem Dielektrikum.

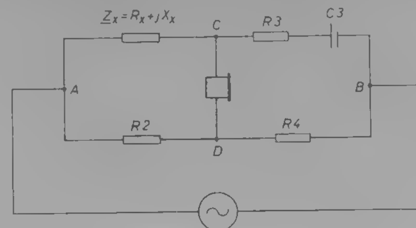


Bild 1. Allgemeine Wiensche Meßbrücke.

1. Allgemeine Wiensche Meßbrücke. Bild 1 zeigt die Schaltung. Man gleicht mit R_3 und C_3 ab. Dann ist $R_x = R_2 R_3 / R_4$ und $X_x = R_2 / R_4 \omega C_3$. Bei dieser Messung muß also die Frequenz bekannt sein oder durch eine besondere Messung ermittelt werden. Bei genaueren Messungen müssen die Teile der Meßbrücke geschirmt werden. Das ist bei der Brücke nach Bild 1 recht umständlich. Einfacher ist die Schirmung bei der Brücke nach Bild 2, bei der R_3

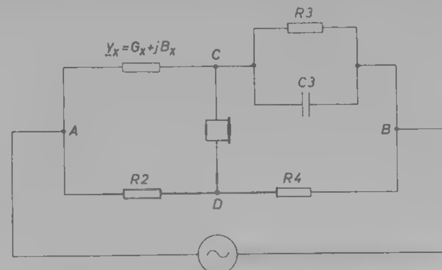


Bild 2. Allgemeine Wiensche Meßbrücke mit parallelgeschalteten Vergleichsgrößen.

und C_3 parallel geschaltet sind. Für diese Brücke ist es einfach, die Abgleichbedingungen für den komplexen Leitwert $\underline{Y}_x = G_x + j B_x$ anzugeben. Es ist $G_x = R_4 / R_3 R_2$ und $B_x = \omega C_3 R_4 / R_2$. Hieraus kann man dann berechnen

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4 (1 + \omega^2 C_3^2 R_3^2)} \text{ und } X_x = \frac{\omega C_3 R_2 R_3^2}{R_4 (1 + \omega^2 C_3^2 R_3^2)}$$

2. Spezielle Kondensatormeßbrücke. Bei Kondensatoren braucht man Angaben über die Kapazität C_x des Kondensators und über den Verlustwinkel δ_x eines Dielektrikums. Bei gewöhnlichen Kondensatoren ist δ_x im allgemeinen größer als der Verlustwinkel δ_3 des Meßkondensators C_3. Um aber auch Ergebnisse für Kondensatoren mit besonders verlustfreiem Dielektrikum zu erhalten, bei denen $\delta_x < \delta_3$ ist, benutzt man die Meßschaltung nach

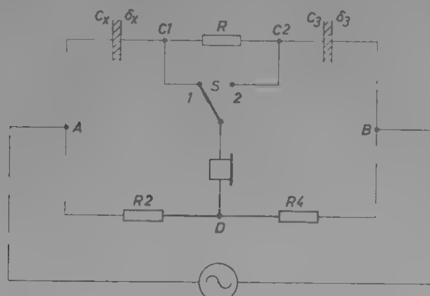


Bild 3. Allgemeine Wiensche Kondensatormeßbrücke.

Bild 3. Für Schalterstellung 1 ist $\delta_x = \delta_3 + \omega\, C_3\, R$ und für Schalterstellung 2 ist $\delta_x = \delta_3 - \omega\, C_3\, R\, R_4/R_2$. In beiden Schalterstellungen ist $C_x = C_3\, R_4/R_2$. *Haak*

Wienscher Sender, ein Funksender, der 1907 von Max Wien entwickelt wurde. Der Sender enthält wie der → Braunsche Sender einen Zwischenkreis, jedoch nicht mit einfacher Funkenstrecke, sondern mit einer Löschfunkenstrecke, die aus einer Anzahl von hintereinandergeschalteten Einzelfunkenstrecken besteht, die mit Gas gekühlt werden, um die Ionisation nach dem Funkenübergang schnell zu löschen.

Wiensches Verschiebungsgesetz → Thermodynamik.

Williamsröhre → Speicherröhre.

Windlast

1. Windlastannahmen. Die Windlastannahmen sind für die Berechnung von Antennentragwerken von entscheidender Bedeutung. Sie bestimmen zum überwiegenden Teil die Abmessungen der tragenden Konstruktionsteile, wie Eckstiele, Diagonalen, Abspannungen, Fundamente usw. und sind somit ausschlaggebend für die Kosten.

Die auf ein Bauteil entfallende Windlast berechnet sich nach der Formel

$$W = c \cdot q \cdot F. \quad (1)$$

W = Windlast in kp
c = Widerstandbeiwert
$q = v^2/16$ Staudruck in kp/m²
v = Windgeschwindigkeit in m/s
F = Ansichtsfläche des angeströmten Bauteils in m².

Die Widerstandsbeiwerte sind im allgemeinen für alle vorkommenden Bauteile bekannt. Sie sind in DIN-Vorschriften, wie DIN 1055, Blatt 4, DIN 4131 zu entnehmen. Für besondere Formen räumlicher Widerstandskörper, z. B. Gittermast, mit außen angebrachten Antennen ist es unter Umständen vorteilhaft, den für eine solche Kombination maßgebenden Beiwert in einem Windkanalversuch bestimmen zu lassen.

Der für das Bauwerk anzusetzende Staudruck bzw. die für die Berechnung des Staudruckes maßgebende Windgeschwindigkeit ist in erster Linie abhängig vom Standort und von der Höhe des Bauwerks. Nach meteorologischen Messungen nimmt die Windgeschwindigkeit mit der Höhe etwa nach folgender Formel zu:

$$\frac{v}{v_0} = \left(\frac{h}{h_0}\right)^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (2)$$

v = Windgeschwindigkeit in der Höhe h
v_0 = gemessene Windgeschwindigkeit in der Höhe h_0
α = liegt hierbei zwischen 2,5 (über extrem rauhem Gelände z. B. Großstädte) und 7 (über völlig flachem, baumlosen Land.)

Da es nicht für jeden Ort in der Bundesrepublik verwertbare Windmessungen gibt, stößt die Anwendung der Formel (2) praktisch auf Schwierigkeiten. In der DIN 4131 wird daher für die Ermittlung des Staudrucks folgende vereinfachte Formel vorgeschrieben:

$$q = q_0 + 0{,}3\, h\,. \quad (3)$$

Hierin bedeuten

q_0 Staudruck in Geländehöhe in kp/m²
h Höhe des Windangriffspunktes über Gelände in m

Die Bundesrepublik Deutschland wird hierbei in das Nordsee-Küstengebiet mit zwei Zonen und in das übrige Gebiet eingeteilt:

Für den Staudruck q_0 ist einzusetzen:

Nordsee-Küstengebiet
Zone I (Inseln vor der Küste) ..... $q_0 =$ 110 kp/m²
Zone II (bis 30 km hinter der Küste) $q_0 =$ 90 kp/m²

übriges Gebiet
im Flachland .... $q_0 = 70$ bis 110 kp/m²
im Bergland .... $q_0 = 70$ bis 150 kp/m²

Einzelheiten sind der Tabelle 2 der DIN 4131 zu entnehmen.

Mit diesen Windlastannahmen werden auch die stärksten bisher in der Bundesrepublik aufgetretenen Stürme erfaßt. Die Windstärken werden nach Beaufort in 12 Bereiche unterteilt. Für Windstärke 12 (Orkan) werden Windgeschwindigkeiten von 32,7 bis 36,9 m/s angegeben.

3. Querschwingungen. Konstruktionen mit kreisförmigen Querschnitten, z. B. Rohrmaste, Fernsehantennen mit tragendem Kunststoffzylinder, Antennen mit Kunststoffverkleidung usw. werden bei Windanströmung unter bestimmten Umständen zu sog. Querschwingungen angeregt, die, wenn keine genügende Materialdämpfung vorhanden ist, zu erheblichen Schwingungsausschlägen führen können. Die

Windstärkenskala nach Beaufort

Stärke	m/sec	Bezeichnung	Auswirkungen des Windes im Binnenland
0	0,0— 0,2	Still	Windstille; Rauch steigt gerade empor.
1	0,3— 1,5	Leiser Zug	Windrichtung angezeigt nur durch Zug des Rauches.
2	1,6— 3,3	Leichte Brise	Wind am Gesicht fühlbar; Blätter säuseln; Windfahne bewegt sich.
3	3,4— 5,4	Schwache Brise	Bewegt Blätter und dünne Zweige; streckt einen Wimpel.
4	5,5— 7,9	Mäßige Brise	Hebt Staub und loses Papier; bewegt Zweige und dünnere Äste.
5	8,0—10,7	Frische Brise	Kleine Laubbäume schwanken; Schaumkämme auf Seen.
6	10,8—13,8	Starker Wind	Starke Äste in Bewegung; Pfeifen in Telegrafenleitungen.
7	13,9—17,1	Steifer Wind	Ganze Bäume in Bewegung; Hemmung beim Gehen gegen den Wind.
8	17,2—20,7	Stürmischer Wind	Bricht Zweige von den Bäumen; sehr erschwertes Gehen.
9	20,8—24,4	Sturm	Kleinere Schäden an Häusern.
10	24,5—28,4	Schwerer Sturm	Entwurzelte Bäume; bedeutende Schäden an Häusern.
11	28,5—32,6	Orkanartiger Sturm	Verbreitete Sturmschäden (sehr selten im Binnenland).
12	32,7—36,9	Orkan	Nur auf freien Meeren.

Ursache für diese Erscheinung ist, daß sich bei bestimmten, meistens geringen Windgeschwindigkeiten in regelmäßigen Zeitabständen sog. Kármán-Wirbel von der Rohrwandung ablösen, die eine Kraft senkrecht zur Windrichtung auf das Rohr ausüben. Fällt die Frequenz dieser Wirbelablösungen mit der Eigenfrequenz der Konstruktion zusammen, ergibt sich Resonanz, die die Ausschläge immer größer werden läßt. Bei Rohrmasten setzen sich die Ausschläge über die gesamte Höhe des Mastes in Form einer Schlangenlinie fort. Die Ausschläge können so groß werden, daß ein Besteigen des Mastes während der Schwingungen unmöglich ist. Bei FS-Antennen aus selbsttragenden Kunststoffzylindern sind Ausschläge von 1,5 m bei einem Zylinderdurchmesser von 1,5 m beobachtet worden. Bei Abflauen oder Stärkerwerden des Windes hören die Schwingungen von selbst auf. Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten, das Auftreten von Querschwingungen zu verhindern oder die Ausschläge infolge von Querschwingungen auf ein erträgliches Maß abzumindern:

3.1. Man kann durch Anbringen von sog. Störleisten die aerodynamische Erregung ganz erheblich vermindern. Der Engländer Sruton hat nachgewiesen, daß bei Anordnung von außen am Zylinder angebrachten Wendeln, die allerdings eine Höhe bis zu 9% des Zylinderdurchmessers haben müßten, die aerodynamische Erregung ganz aufhört. Zu ähnlichen Ergebnissen führten Versuche der Aerodynamischen Versuchsanstalt Göttingen.

3.2. Die zweite Möglichkeit, die Querschwingungen zu verhindern, besteht darin, daß man die meist ungenügende Eigendämpfung der Rohrkonstruktionen durch Einbauen von zusätzlichen Dämpfungsgliedern, sog. Schwingungstilgern, erhöht.

Beide Methoden wurden bisher im Bereich der Deutschen Bundespost erprobt und haben sich im großen und ganzen bewährt. Die erste Methode ist nicht so aufwendig, bedarf aber noch gewisser Verbesserungen, da unter Umständen bei Wahl nicht ausreichender Höhe der Störleisten ein Rest aerodynamischer Erregung verbleibt. Außerdem besteht in Gebieten, in denen mit Vereisungen zu rechnen ist, die Gefahr, daß die Wirksamkeit der Störleisten beeinträchtigt wird und unter Umständen ganz ausgeschaltet wird. Demgegenüber hat sich die zweite Methode nach den bisher vorliegenden Erfahrungen 100% bewährt. Sie ist aber etwas aufwendiger in den Kosten.

4. Stoßwirkung von Böen. Bei eingespannten Masten und sehr hohen Antennentürmen ist unter Umständen die Stoßwirkung von Böen zu berücksichtigen. Dies trifft vor allem auf Bauwerke zu, die eine Eigenschwingzeit von mehr als einer Sekunde haben. Dies hängt mit der Struktur des Windes zusammen. Beobachtungen haben gezeigt, daß die maximalen Windgeschwindigkeiten dadurch entstehen, daß sich einer verhältnismäßig niedrigen Grundgeschwindigkeit Turbulenzkörper (Böen) überlagern, die die Grundgeschwindigkeit des Windes sehr schnell auf die maximale Geschwindigkeit anwachsen lassen. Trifft eine solche Böe auf ein Tragwerk mit einer verhältnismäßig großen Schwingzeit, so ist außer mit der maximalen Windgeschwindigkeit mit einer Stoßwirkung zu rechnen.

Der Stoßfaktor, auch dynamischer Beiwert genannt, ist abhängig vom sog. Plötzlichkeitsgrad, d. h. von dem Verhältnis der Eigenschwingzeit des Tragwerkes zur Entfaltungsdauer einer Böe. Durch den Stoß der ersten Böe gerät das Tragwerk in Schwingungen. Will man den Einfluß einer zweiten Böe in die Berechnung einbeziehen, so muß man die Materialdämpfung berücksichtigen und bekommt den sog. Wiederholungsfaktor. Eine einfache Methode zur Berechnung von Stoß- und Wiederholungsfaktor hat Schleich angegeben.

Literatur: W. Caspar, Zur Sturmverteilung in der Bundesrepublik Deutschland, Der Maschinenschaden 1958, Heft 9/10 — E. Rausch, Einwirkungen von Windstößen auf hohe Bauwerke, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1933, Heft 17 — J. Schlaich, Beitrag zur Frage der Wirkung von Windstößen auf Bauwerke, Der Bauingenieur 1966, Heft 3.

Weber

Windscherungen → Atmosphäre, Bewegungen in der oberen.

Windstärke → Windlast.

Winkeldämpfung → Richtcharakteristik.

Winkeldipol → Dipolantenne.

Winkeldiversity → Diversityempfang, → Rhombusantenne.

Winkelentfernung → troposphärische Streuausbreitung.

Winkelmaß oder Phasenmaß ist der imaginäre Teil des → Übertragungsmaßes. W. einer Leitung oder eines Vierpols → Leitungstheorie 1.1, → Vierpoltheorie 1.4.

Winkelmodulation → Modulation 1.2.

Winteranomalie → ionosphärische Absorption.

Wirbelsintern. Hier wird Preßluft (oder ein Gas) durch einen gasdurchlässigen Behälterboden in das darüberliegende Kunststoffpulver (Polyäthylen, Polyamid) geleitet, wodurch dieses zu einer Wirbelschicht aufgewirbelt wird. Man hält das auf 200 bis 400° C erhitzte Werkstück mit Zangen in die Wirbelschicht, wobei der pulverisierte Kunststoff auf dem Werkstück eine schützende, gut haftende Sinterschicht bildet. → Oberflächenbehandlung.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Wirbelströme nennt man die Induktionsströme, die in ausgedehnten elektrisch leitenden Körpern bestehen, wenn diese sich in einem zeitlich veränderlichen magnetischen Felde befinden. Die dabei entwickelte Stromwärmeleistung muß also durch die Abnahme der Energie des magnetischen Feldes gedeckt werden. Als Wirbelstromverlust bezeichnet man die Stromwärmeleistung der Wirbelströme.

Wire-wrap-Verfahren → Verbindungstechnik, lötfreie.

Wirkfläche. Die W. A einer Antenne wird im allgemeinen für den Empfangsfall definiert als die zur Ausbreitungsrichtung senkrechte Fläche, durch die bei einer einfallenden ungestörten ebenen Welle die von der Antenne maximal aufnehmbare Leistung $P_{e\,max}$ hindurchtreten würde; dabei soll die Antenne an den Verbraucher leistungsangepaßt und bezüglich Richtcharakteristik und Polarisation optimal orientiert sein. Diese Fläche wird dann auch Absorptionsfläche genannt. Es ist also bei einer Leistungsdichte S der einfallenden Welle

$$A = \frac{P_{e\,max}}{S}.$$

Mit der Richtcharakteristik $C(\varphi, \vartheta)$ hängt die W. durch folgende Beziehung zusammen

$$A = \frac{\lambda^2}{\oint C^2(\varphi, \vartheta)\, d\omega}.$$

λ ist die Wellenlänge, $d\omega$ das Raumwinkelelement. Berechnet wird die W. von Flächenstrahlern mit der Aperturfläche A_g aber zweckmäßiger aus der Belegungsfunktion $f(x, y)$

$$A = \frac{\frac{1}{4}\left|\int\limits_{A_g}[\cos\vartheta_M + \cos(\mathfrak{n}_w, \mathfrak{n})]\, f(x,y)\, dx\, dy\right|^2}{\int\limits_{A_g}|f(x,y)|^2 \cos(\mathfrak{n}_w, \mathfrak{n})\, dx\, dy}.$$

Dabei ist ϑ_M der gegen die Flächennormale $\mathfrak{n}$ gemessene Winkel für das Maximum der Strahlung und $\mathfrak{n}_W$ die Wellennormale in der Apertur.

So wie die W. im Empfangsfall ein Maß für die von der Antenne aus dem Feld aufgenommene Leistung darstellt, so ist sie nach dem Reziprozitätstheorem (→ Antennen) auch ein Maß für die Strahlstärke bzw. für die in bestimmter Entfernung auftretende Strahlungsdichte, die von einer Antenne in Hauptstrahlrichtung bei gegebener Strahlungsleistung erzeugt wird. Sie läßt sich daher für den Sendefall interpretieren als diejenige Fläche eines gedachten homogen belegten Flächenstrahlers von beliebiger Aperturform, der bei gleicher Strahlungsleistung im Maximum der Strahlung dieselbe Leistungsdichte oder Strahlstärke erzeugt wie die betrachtete Antenne. Es ist diese W.

beim Kugelstrahler $A_K = \frac{\lambda^2}{4\pi}$,

beim Hertzschen Dipol $A_{Hz} = \frac{3}{8\pi}\lambda^2 = 1{,}5\,A_K$,

beim $\lambda/2$-Dipol $A_D = \frac{\lambda^2}{2{,}43\,\pi} = 1{,}64\,A_K$,

Mit den Richtfaktoren D, D_{Hz}, D_D hängt die W. durch folgende Beziehung zusammen

$$A = \frac{\lambda^2}{4\pi} D = 1{,}5\frac{\lambda^2}{4\pi} D_{Hz} = 1{,}64\frac{\lambda^2}{4\pi} D_D.$$

Legt man nicht die von der Antenne aufgenommene, sondern die von der Antenne an einen angepaßten Verbraucher abgegebene Leistung zugrunde, so erhält man anstelle der W. die effektive Wirkfläche

$$A_w = \eta A = \frac{\lambda^2}{4\pi} G.$$

η ist der Antennenwirkungsgrad und G der → Antennengewinn.

Wenn keine Bezugsrichtung hervorgehoben ist, bezieht sich im allgemeinen die Wirkfläche auf die Hauptstrahl- bzw. Hauptempfangsrichtung. Soll die Abhängigkeit der W. bzw. der effektiven W. von der durch die Winkel φ, ϑ charakterisierten Strahlrichtung zum Ausdruck gebracht werden, spricht man von der Wirkflächenfunktion $A(\varphi, \vartheta)$ und der Gewinnflächenfunktion $A_w(\varphi, \vartheta)$.

$$A(\varphi, \vartheta) = A\, C^2(\varphi, \vartheta),$$
$$A_w(\varphi, \vartheta) = A_w\, C^2(\varphi, \vartheta).$$

In der Praxis kann aber auch der Wert der Gewinnflächenfunktion in einer bestimmten Richtung einfach als »Effektive Wirkfläche oder Gewinnfläche für die betreffende Richtung« bezeichnet werden.

Bei → Flächenstrahlern nennt man das Verhältnis der W. zur geometrischen Fläche A_g die Flächenausnutzung oder den Flächenwirkungsgrad:

$$q = \frac{A}{A_g}.$$

Literatur: K. Fränz, Gewinn und Absorptionsfläche von großen Richtantennen. Hochfrequenz und Elektroakustik. 54 (1939) 198–204 — K. Fränz, Die Verbesserung des Übertragungswirkungsgrades durch Richtantennen. Telefunken-Zeitung. 21 (1940) 49–54 — K. Fränz, Bemerkungen über die Absorptionsflächen von Richtantennen. Hochfrequenz und Elektroakustik. 61 (1943) 51–54 — G. F. Koch, Die Wirkfläche einer Antenne für den Sendefall. NTZ 22 (1969) H. 6, S. 331 — NTG-Entwurf 1301/69, NTZ 22 (1969) H. 6, S. 325.

Koch

wirksame Dämpfung, Wirkdämpfung → Dämpfungsmaß, → Leitungstheorie 1.1, → Vierpoltheorie 1.4, 1.5.

Wirkungsgrad, mechanischer → Dynamik; thermischer → Thermodynamik.

Wirkwerte von Wechselstromgrößen → Wechselstromgrößen.

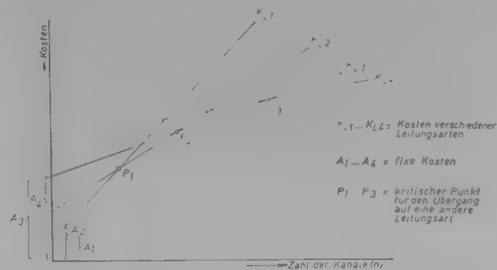
Wirkwiderstand → Antennenwiderstand, → Wechselstromgrößen.

Wirtschaftlichkeitsrechnung.

1. Grundsätzliches und Allgemeines. Wirtschaftlich arbeiten heißt, eine bestimmte Leistung mit geringsten Kosten oder mit vorgegebenen Kosten eine möglichst große Leistung zu erzielen. Die W. ist das Hilfsmittel, um diesem theoretischen Optimum möglichst nahe zu kommen. Methodisch unterscheidet man zwischen Annuitäts- und Barwertmethode. Bei Anwendung der Annuitätsmethode werden sämtliche Kosten in gleichbleibenden Jahresbeträgen angegeben. Einmalige Beträge werden mit Hilfe des Kapitalwiedergewinnungsfaktors in laufende Kosten umgewandelt. Dagegen rechnet die Barwertmethode mit einmaligen Kostenbeträgen (Barwerten) und bezieht sie durch Auf- oder Abzinsen auf einen gemeinsamen Zeitpunkt (Bezugszeitpunkt). Jährlich gleichbleibende Kosten werden durch Multiplikation mit Barwertfaktoren in Barwerte verwandelt. Ob Annuitäts- oder Barwertmethode angewandt werden, ist lediglich eine Frage der zweckmäßigen Gestaltung der Rechnung. Die weitere mathematische Behandlung von W. reicht vom einfachen Kostenvergleich bis hin zu schwierigen, teilweise noch ungelösten Optimierungsproblemen. Hier grenzt das Aufgabengebiet W. an den Problemkreis »Unternehmensforschung«. Die Notwendigkeit, W. bei der DBP durchzuführen, ergibt sich aus §26 der → Posthaushaltsbestimmungen, in denen eine wirtschaftliche und sparsame Verwaltung der Haushaltsmittel gefordert wird. W. sind immer dann aufzustellen, wenn Entscheidungen getroffen oder vorbereitet werden, die Änderungen im Leistungs- und Kostengefüge zur Folge haben. Im Fernmeldewesen sind es vor allem technische Planungen, die entsprechende Überlegungen notwendig machen. Um die Arbeit der Planungsstelle zu erleichtern, werden in die Planungsrichtlinien Schemarechnungen und Wirtschaftlichkeitskriterien eingearbeitet, mit deren Hilfe die teilweise sehr schwierigen Wirtschaftlichkeitsprobleme des Fernmeldewesens auf einfache Weise gelöst werden können.

2. Spezielle Probleme des Fernmeldewesens. Das zentrale Wirtschaftlichkeitsproblem im Fernmeldewesen ist die optimale Gestaltung der Fernmeldenetze. Ein Fernsprechnetz z. B. besteht bei vereinfachter Betrachtung aus 3 Grundbestandteilen: Sprechstellen, Leitungen (Ltgn) und Vermittlungseinrichtungen. Zahl und Verteilung der Sprechstellen sowie deren voraussichtliche Entwicklung sind vorgegeben. Aufgabe der Planung ist es, für das Netz zwischen den Sprechstellen unter Einhaltung der vom Betrieb gestellten Bedingungen die wirtschaftlichste Lösung zu finden. Zwischen den Kosten für die Ltgn und den Kosten für die Vermittlungseinrichtungen besteht eine Abhängigkeit. Durch erhöhten Einsatz von Vermittlungseinrichtungen [zusätzliche Vermittlungsstellen (VSt), Wählsternschalter usw.] können Ltgn. eingespart werden. Umgekehrt schlägt sich Sparsamkeit bei den Vermittlungseinrichtungen in vermehrtem Aufwand bei den Ltgn nieder. Ziel der W. ist es, die kostenmäßig günstigste Relation zwischen Ltgn und Vermittlungseinrichtungen und deren bestmögliche räumliche Anordnung zu finden (Optimierungsproblem). Bei diesen Überlegungen spielt die Sprechstellendichte (Sprechstellen pro qkm) eine wesentliche Rolle. In einem nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten aufgebauten Netz ist die Zahl der VSt um so größer, je größer die Sprechstellendichte ist. Beim Ausbau und bei der Erweiterung eines Netzes treten zahlreiche Teilprobleme der Netzgestaltung auf, von denen einige im folgenden kurz gestreift werden:

a) Günstigster Standort einer VSt oder Verzweigungseinrichtung: Wenn die Bereichsgrenzen vorgegeben sind, reduziert sich das Netzproblem auf die Frage nach dem wirtschaftlich günstigsten Standort. Dieser muß so gewählt werden, daß die Gesamtleitungslänge und damit die Leitungskosten ein Minimum erreichen. Der günstigste Standpunkt einer Fernsprechvermittlungsstelle z. B. ist bei Vernachlässigung der Ortsverbindungskabel der Zentralpunkt (nicht der Schwerpunkt!) aller Sprechstellen im Anschlußbereich.



Wahl der wirtschaftlichsten Leitungsart (Übertragungssystem)

b) Einsatz eines Wählsternschalters oder Verstärkung des Hauptkabels: Durch Einsatz zusätzlicher Vermittlungseinrichtungen soll auf dem Leitungssektor gespart werden. Da die Kosten des einzusparenden Kabels im Gegensatz zu denen der geplanten Vermittlungseinrichtungen längenabhängig sind, gibt es einen kritischen Wert für den Abstand des Wählsternschalters von der VSt, bei dem Kostengleichheit zwischen beiden Verfahren besteht. Von dieser Entfernung an ist der Einsatz eines Wählsternschalters wirtschaftlich.

c) Wahl der Leitungsart: Die Kosten einer aus mehreren Kanälen bestehenden Fernmeldeleitung lassen sich unabhängig vom Übertragungssystem

mit genügender Genauigkeit durch die Formel $K_L = A + B \cdot f(n)$ beschreiben. Hierbei bedeuten A die fixen Kosten (unabhängig von der Zahl der Kanäle n) und $B \cdot f(n)$ die variablen Kosten (abhängig von der Zahl der Kanäle). Wenn die variablen Kosten der Zahl der Kanäle proportional sind, erhält man für die Kosten der Ltg $K_L = A + Bn$ und für die Kosten eines Kanals $K_K = \frac{A}{n} + B$. Die Werte A, B und n sind bestimmend für den wirtschaftlichen Einsatz eines Systems (Bild). In Verkehrbeziehungen mit wenigen Kanälen ist es wirtschaftlich, Leitungsarten mit geringen fixen Kosten und hohen variablen Kosten einzusetzen (Beispiel: Freileitung). Wird dagegen ein starkes Kanalbündel benötigt, so ist Systemen mit hohen fixen und geringen variablen Kosten der Vorzug zu geben (Trägerfrequenzsysteme).

Literatur: Schneider, E., Wirtschaftlichkeitsrechnung, 2. Aufl., Bern, Tübingen 1957 — Allgemeine Richtlinien für Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei der Deutschen Bundespost, Ausg. 1961 — Morgan, T. J., Telecommunication Economics, London 1958 — Rapp, B. Y., Das wirtschaftliche Optimum bei Ortsfernsprechnetzproblemen, Ericsson Technics, No. 49, 1950 — Fernmeldebauordnung der Deutschen Bundespost, Teil 1: Ortsnetzplanung.

Meier

Wirtschaftsbestimmungen für die Reichsbehörden (RWB). Die aufgrund des Art. 77 der Reichsverfassung vom 11. 8. 1919 am 11. 2. 1929 zur Ausführung der Vorschriften der Reichshaushaltsordnung (RHO) erlassenen RWB sind am 1. 4. 1929 in Kraft getreten. Durch sie wird die Haushaltsführung innerhalb der gesamten Reichsverwaltung, sofern Gesetze oder Verordnungen nichts anderes vorschreiben, einheitlich geregelt. Auch die Behörden der Länder, Gemeinden und sonstigen Körperschaften des öffentlichen Rechts, soweit sie Verwaltungsgeschäfte des Reichs (d. h. heute des Bundes) besorgen, haben nach den RWB zu verfahren. Die RWB regeln im einzelnen die Aufstellung und Ausführung der Haushaltspläne. Sie bestimmen, wie die Voranschläge aufzustellen sind, wie die Haushaltsmittel nach der gesetzlichen Feststellung des Haushaltsplanes zu verteilen und zu bewirtschaften sind und wie das Ergebnis der Wirtschaftsführung aufgrund der Titelbücher als Beitrag zur Haushaltsrechnung erstellt werden soll.

Die RWB sind Verwaltungsbestimmungen, die der Durchführung der RHO dienen. Sie sind nach dem Gesetz über Errichtung und Aufgaben des Bundesrechnungshofes vom 27. 11. 1950 in der am 8. 5. 1945 geltenden Fassung weiterhin anzuwenden und damit für die Bundesorgane und die Bundesverwaltung verbindlich, soweit sie nicht dem Grundgesetz widersprechen oder soweit dieses genannte Gesetz selbst nicht etwas anderes bestimmt. Die DBP hat ihre Haushalts- und Wirtschaftsbestimmungen, soweit es ihre haushaltsrechtliche Sonderstellung und die abweichende Art ihrer Rechnungsführung zulassen (s. Postverwaltungsgesetz § 35), weitgehend den RWB angeglichen. Sie sind in den Posthaushaltsbestimmungen und in der Allgemeinen Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen XI, 2, enthalten. *Clement*

Wirtschaftspläne → Mittelbewirtschaftung.

Wischverbleien. Aufschmelzen und Verwischen von Blei auf dem Grundmetall. → Oberflächenbehandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Wischverzinnen. Aufschmelzen und Verwischen von Zinn auf dem Grundmetall. → Oberflächenbehandlung.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Wischwachs. Konzentrat aus Wachsen und Reinigungsmitteln zur Fußbodenpflege. Das W. wird dem Putzwasser beigegeben, und die Hausfrau kann ihren Boden gleich beim Aufwischen reinigen, wachsen und pflegen. Diese neue Pflegemethode spart Arbeit und Zeit, da die Selbstglanzemulsionen nicht mehr so oft aufgetragen werden müssen. Ferner können W. außer auf Holz und Parkett auf allen Böden vom Linoleum bis zum Kunststoff angewendet werden.

Literatur: Römpp, Chemie-Lexikon, 1962.

Wismut, Bi, Atomgewicht 209,00, ϱ 9,80, Fp. 271°C, Kp. 1560°C, stark glänzendes, sehr sprödes Metall von rötlich-silberweißer Farbe. Es findet sich meist gediegen, aber auch als W.-Glanz. W. wird für die Herstellung leicht schmelzender Legierungen verwendet. Solche sind z. B.: Rosesches Metall aus 2 Teilen W., 1 Teil Zinn und 1 Teil Blei, Fp. 94°C; Woodsches Metall aus 2,5 Teilen Blei, 12,5 Teilen Kadmium, 50 Teilen W. und 12,5 Teilen Zinn, Fp. 60°C; Newton Metall aus 3 Teilen Zinn, 5 Teilen Blei und 8 Teilen W., Fp. 94,5°C.

wissenschaftlicher Mitarbeiter ist bei der DBP die Sammelbezeichnung für Angestellte mit wissenschaftlicher Hochschulbildung zur Erledigung wissenschaftlicher Aufgaben. Sie werden insbesondere in größerer Zahl beim → Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamtes beschäftigt.

Wobbeln ist das periodisch wiederholte, lückenlose Messen über wählbare Frequenzbereiche und das Aufzeichnen des Meßwertes mit einem → Pegelbildgerät. Mit dem Wobbelsender eines → Dämpfungswobbelmeßplatzes wird die Augenblicksfrequenz auf mechanische oder elektrische Art zwischen zwei Frequenzpunkten gewobbelt. Dies ist eine Frequenzmodulation mit sägezahn-, dreiecks- oder sinusförmiger Auslenkung der Augenblicksfrequenz über die Zeit. Man unterscheidet zwischen Schmalbandwobbeln beim Messen von Filtern und Breitbandwobbeln beim Messen von Übertragungssystemen. Die Wobbelbereiche liegen dabei zwischen <1‰ und 100% vom Frequenzbereich des Wobbelsenders. Bei der Einteilung des Wobbelbereiches wird unterschieden zwischen dem W. um eine Mittenfrequenz f_M und dem W. zwischen einer oberen Eckfrequenz f_o und einer unteren f_u. Die Ausgangsspannung des Wobbelsenders muß über den Wobbelbereich konstant gehalten werden. Man verwendet daher Stabilisierungs- und Regelschaltungen. Synchronisation

zwischen W.-Sender und dem Pegel-Bildgerät oder einem gebräuchlichen Oszillographen mit der Wobbelfrequenz ergibt festen Zusammenhang zwischen der Zeitablenkung des Bildgerätes und der Ausgangsfrequenz des Wobbelsenders und damit ein stehendes Bild.

Damit außerdem jedem Punkt auf dem Bildschirm neben der Amplitude auch eine bestimmte Frequenz zugeordnet ist, muß zwischen Frequenz und Ablenkung ein linearer oder log. Zusammenhang bestehen. Das wird durch entsprechende Linearisierung oder durch einen log. Frequenz-Spannungsumsetzer erreicht. Sehr genaue Zuordnung wird durch Einblenden von Frequenzmarken oder Aufsetzen von Pulsen mit einem → Frequenzraster erzielt.

Die Wobbelgeschwindigkeit muß so gewählt werden, daß bei der dynamischen Ausgangsfrequenz f_m die Verweilzeit ausreichend groß ist, damit das Meßobjekt und der Meßempfänger genügend einschwingen. Die Zeit pro Wobbelhub liegt zwischen $^1/_{100}$ s bis 100 s, je nach Wobbelbereich und Einschwingzeit des Meßobjektes und Meßempfängers.

Das W. erfolgt bei RC- und LC-Oszillatoren mechanisch durch Potentiometer bzw. Kondensatoren. Im Mikrowellenbereich bei Breitband-W. durch große mechanische W.-Hübe des Kurzschlußkolbens mittels Getriebe und bei Schmalbandw. durch Verstimmen des Schwingraumes elektromechanisch, z. B. im 5-Hz-Takt mit einem Lautsprechersystem. Das mechanische W. der Wobbelsender wird mehr und mehr durch das elektronische W. mit → Varaktoren durch W. der Gleichvorspannung und bei laufzeitgesteuerten Röhren, z. B. dem Carcinotron durch W. der Reflektorspannung ersetzt.

In dem Dämpfungs-Wobbelmeßplatz sind alle zugehörigen Geräte wie Sender, Empfänger, Pegelbildgerät und Frequenzmarkengeber zu einem Meßplatz zusammengefaßt.

Literatur: K. Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektr. Nachrichtenübertragung. Hirzel-Verlag — A. Bosse, Die dynamischen Übertragungsgrößen eines Vierpols. AEÜ 5 (1951), S. 237 — O. Zinke und H. Brunswick, Hochfrequenztechnik. Hirzel-Verlag — K. Günther, Postleitfaden, Bd. 6 Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik — H. G. Thilo, Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Nachrichten-Meßtechnik. Elektrotechn. Z. A 87 (1966), H. 5, S. 170—180 — K. Hoffmann und M. Niederleder, Universal-Wobbelmeßplatz für genaue Pegel- und Dämpfungsmessung im Bereich 10 kHz bis 17 MHz. Siemens-Z. 38 (1964), S. 335—342 — A. Kriegeskotten-Thiede, W. Mühlberger und H. Wilke, Wobbelsender für den Mikrowellenbereich 0,45 bis 8,5 (9,1) GHz. Siemens-Z. 34 (1960), H. 2, S 67—112 — M. Gassenhuber und H. Urschlechter, Ein vielseitig verwendbarer Pegelbildempfänger mit großem Bildschirm. Siemens-Z. 39 (1965), H. 9, S. 1132—1137 — H. Liersch und J. Schittko, Über Pegel-Meßplätze mit Wobbelzusätzen. Siemens-Z. 39 (1965), H. 9, S. 1127—1132 — W. Henne, Wobbeln im Mikrowellenbereich. ATM V 376—13/14 H. 6 und 7,67 — H. Lucius. Ein Breitbandwobbler von 0,5 bis 400 MHz. Rohde und Schwarz Mitteilungen (1958), H. 10, S. 145—154. *Kühnemann*

Wochenbericht im Fernmeldebau → Arbeitsplan für den Fernmeldebau.

Wochengespräche → Monats- und Wochengespräche.

Wolfram, W, Atomgewicht 183,92, ϱ 19,3, Fp. 3380° C, Kp. 6000° C ist ein mattgraues Pulver, im geschmolzenen Zustand ein weißglänzendes Metall. Vorkommen: in Gestalt von Wolframaten wie z. B. Tungstein oder Wolframit. Gewinnung: Aufarbeitung der Mineralien über die Zwischenprodukte Alkaliwolframat, W.-Säure und W.-Trioxyd, das schließlich zu Metall reduziert wird. W.-Draht findet in Glühlampen Verwendung; auch Kontakte werden aus W. hergestellt (→ Kontaktwerkstoffe).

Wolkenblitz → Blitz.

Woodsches Metall → Wismut.

Worterkenner → Spracherkennung.

Wortgebühren im Telegrammdienst → Telegrammgebühren.

Wortlänge. Die W. ist bestimmt durch die Zahl der Telegrafierzeichen (Buchstaben bzw. Ziffern) eines Wortes. Um die Leistungsfähigkeit von Telegrafenapparaten vergleichen zu können, wurde ein »Einheitswort« definiert. Dieses besteht aus fünf Buchstaben und einem Zwischenraum, zusammen also sechs Telegrafierzeichen. Die Leistungsfähigkeit von Telegrafenapparaten wird ausgedrückt in »WpM«, d. h. »word per minute«, d. h. Einheitswörter pro Minute. 1 WpM entspricht also 6 Zeichen pro Minute. Bei pausenloser Sendung (Lochstreifensender) und dem internationalen Telegrafenalphabet Nr. 2 (7,5 Schritte je Zeichen) gilt: 1 WpM entspricht 0,75 Baud (→ elektronische Datenverarbeitung).

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 21.

wortorganisiertes Speichersystem → Matrizenspeicher.

Wortverständlichkeit. Das Verhältnis der richtig verstandenen Wörter zur Gesamtzahl der gesprochenen Wörter in Prozent (→ Verständlichkeit).

Wortzählung. Alles, was der Absender eines Telegramms (Tel) in die Urschrift niedergeschrieben hat, wird in die gebührenpflichtige Wortzahl aufgenommen, d. h. berechnet. Ausgenommen sind: die Leitwegangabe, der Name des verwendeten Codes, der Binde- oder Gedankenstrich, der eine ganze Zahl mit einem Bruch oder eine Zahl mit einem Prozent- oder Promillezeichen verbindet, der Bruchstrich in einer Gruppe von Ziffern oder von Ziffern und Buchstaben zur Hausnummerbezeichnung in der Anschrift, Gedankenstriche, die im Text nur die verschiedenen Wörter oder Gruppen voneinander trennen, und im Inlandsdienst einzeln stehende Satzzeichen. Die Umlaute zählen als 2 Schriftzeichen.

Als 1 Gebührenwort werden gezählt: jeder gebührenpflichtige Dienstvermerk, jeder einzeln stehende Buchstabe, jede einzeln stehende Ziffer, jedes einzeln stehende Zeichen, die Klammerzeichen und die beiden Anführungszeichen, wenn sie ein Wort oder mehrere Wörter einschließen. Kommen Klammer- oder Anführungszeichen in einer Gruppe vor, z. B. C) oder OC(HNCO)2CH2 oder 3« oder FOX»24« TURB, so wird jedes dieser Zeichen als ein Zeichen

gezählt. In der Anschrift werden als 1 Gebührenwort gezählt: der Name der Bestimmungs-Telegrafenstelle, der Bestimmungs-Landfunkstelle und der Name der beweglichen Funkstelle, wenn sie so geschrieben sind, wie sie in den amtlichen Verzeichnissen angegeben sind. Sind die Namen in den amtlichen Verzeichnissen nicht angegeben, können entsprechende Angaben hinzugefügt werden: der Name der Bestimmungs-Telegrafenstelle, ergänzt durch nähere Angaben, um sie von anderen Telegrafenstellen am selben Ort zu unterscheiden, die Namen des Landesbezirks oder des Landes, wenn sie so, wie in den amtlichen Verzeichnissen angegeben, geschrieben sind, der geographische oder politische Name des Ortes, in dem das Tel zugestellt werden soll, wenn dieser Ort keine Telegrafenstelle ist.

Für je 15 Buchstaben werden als ein Gebührenwort plus 1 Gebührenwort für den Überschuß gezählt: jedes in einem Wörterbuch der zugelassenen Sprachen enthaltene Wort, jedes andere Wort, das im allgemeinen Sprachgebrauch ist, jeder Eigenname, jede vereinbarte Kurzanschrift, die Namen der Telegrafenstellen, Land- und beweglichen Funkstellen, Städte, Länder und Landesbezirke. Wörter, die in einem Wörterbuch einer der zugelassenen Sprachen durch ein Auslassungszeichen, einen Bindestrich oder einen Bruchstrich getrennt oder verbunden sind, können zu einem Wort zusammengezogen werden. Ebenfalls dürfen zu einem Wort zusammengezogen werden: zusammengesetzte Familiennamen, Bezeichnungen von Orten, Plätzen, Straßen, Kanälen, Flüssen, Namen oder Bezeichnungen von Schiffen, Luftfahrzeugen, Eisenbahnzügen und gleichartige Angaben, in Buchstaben geschriebene Zahlen, Brüche, Dezimalzahlen und gemischte Zahlen, zusammengesetzte Wörter, wie sie im landläufigen Gebrauch des Ursprungslandes sind.

Für je 5 Schriftzeichen werden als ein Gebührenwort plus 1 Gebührenwort für den Überschuß gezählt: jede in Ziffern geschriebene Zahl, jede Gruppe aus Buchstaben, Ziffern, Zeichen oder einer Mischung daraus, alle Wörter und Ausdrücke, die nicht bis zu 15 Buchstaben je Gebührenwort gezählt werden.

Bis zu 5 Buchstaben werden künstlich gebildete Wörter der geheimen Sprache gezählt.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst; Gebührenbuch für Telegramme.

Camrath

WpM → Wortlänge.

Wrappen → Verbindungstechnik, lötfreie.

WT → Wechselstromtelegrafie.

WT-Filter ist ein Filter, das speziell für Wechselstromtelegrafie dimensioniert ist. Die WT-F. müssen genügende Dämpfung für Nachbarkanäle und ein geeignetes Einschwingverhalten im eigenen Kanal geben.

WTK, WTZ → Wechselstromtelegrafie.

Wurzelschwamm → Stammfäule.

X

X-Antenne → Dipolantenne.

X-Glied, auch Brückenglied oder Kreuzglied genannt, → Vierpoltheorie 2.1.

Xerografie. Ultraschnelle Faksimileübertragung von Schwarz-Weiß-Vorlagen nach dem Fernsehverfahren. Auf der Sendeseite können z. B. Vidikonröhren verwendet werden. Die Hauptaufgabe liegt auf der Empfangsseite, wo das nasse Photoverfahren durch ein »Trockenschreiben«, was die Übersetzung des griechischen Wortes »Xerografie« bedeutet, ersetzt wird. Die Möglichkeit dazu bietet die Halbleitertechnik. Das auf der Empfangsseite durch eine Braunsche Röhre wiedergegebene Bild wird auf eine aufgeladene Selentrommel projiziert. Die Ladung fließt hier dem Bild auf der Röhre entsprechend ab und bleibt nur dort bestehen, wo kein Licht auffällt. Positiv geladenes Farbpulver, das über die auf diese Weise belichtete Trommel rieselt, bleibt an den entladenen Stellen haften (Positivbild). Für positive Papierabzüge ist nur einfaches unpräpariertes Papier erforderlich. Ein Blatt davon wird auf das Staubbild gelegt und das Ganze nochmals positiv »besprüht«. Da das Papier nicht aufgeladen werden kann, aber durch das Papier hindurch die Selenschicht und das anhaftende Pulver stark geladen werden, wird nunmehr wegen der gleichen Ladung das Farbpulver von der Platte abgestoßen und vom Papier, das neutral ist, angezogen. Das Papier trägt — allerdings noch unfixiert — die Originalvorlage. Unter Wärmeeinwirkung wird das Farbpulver strukturell mit dem Papier verbunden.

Schiweck

XP-Gespräche sind Ferngespräche, zu denen eine bestimmte Person auf Wunsch des Anmelders nach einer öffentlichen Sprechstelle (Ö) bei einem Amt oder einer Amtsstelle der DBP herbeigerufen werden soll. XP-Gespräche werden von der → Anmelde-Fernvermittlungsstelle mit Handbedienung zur Ausführung an die zuständige Ankunftsvermittlungsstelle zur Ausführung abgegeben. Diese Art der Gespräche ist auch zugelassen, wenn der Selbstwählferndienst eingeführt ist. Die verlangte Person wird von der für sie zuständigen Stelle durch eine »Aufforderung zu einem Ferngespräch« benachrichtigt. Der Verlangte kann sich dann bei jedem Fernsprechanschluß bereit melden; bei RXP-Gesprächen muß er jedoch eine Ö aufsuchen. Im → Auslandsferndienst sind nur XP-Gespräche zugelassen. Die XP-Gebühr ist als Zuschlaggebühr fällig, wenn der Bote abgesandt ist.

XXX → Dringlichkeitsmeldung.

Y

y-Parameter von Transistoren → Vierpolparameter von Transistoren.

Y-Signal → Fernsehen 3.

Yagi-Antenne → Längsstrahler.

Z

Z-Diode → Durchbrucheffekte, → Zenerdiode.

Z-Polarität → Kennzustände (bei der Telegrafie).

Z-Regler → Regelung in Stromversorgungsanlagen.

Z-Transformation. Wenn von einer Funktion $f(t)$ nur die Werte für $t = 0,1,2,\ldots$ bekannt sind, so daß eine Folge $f(n) = f_n$ vorliegt, kann man ihr dadurch eine Funktion $F^*(z)$ zuordnen, daß man die Potenzreihe mit negativen Exponenten

$$\sum_{n=0}^{\infty} f_n z^{-n} = F^*(z) \qquad (1)$$

bildet. Die dadurch definierte Transformation der »Originalfolge« f_n in die »Bildfunktion« $F^*(z)$ heißt **Z**-T. und wird symbolisch so geschrieben:

$$F^*(z) = \mathbf{Z}\{f_n\}.$$

Die Reihe (1) konvergiert, wenn überhaupt irgendwo, dann außerhalb eines Kreises $|z| > R \geqq 0$ der komplexen z-Ebene und stellt dort eine analytische Funktion dar.

Beispiele:

$$f_n = 1, \quad F^*(z) = \frac{z}{z-1} \quad \text{für } |z| > 1;$$

$$f_n = \frac{1}{n!}, \quad F^*(z) = e^{1/z} \quad \text{für } |z| > 0.$$

Die Umkehrung der Transformation, die aus $F^*(z)$ die Werte f_n wieder herstellt, lautet:

$$f_n = \frac{r^n}{2\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} F^*(re^{j\varphi})\, e^{jn\varphi}\, d\varphi \quad \text{mit } r > R.$$

Die **Z**-T. hat für diskontinuierliche Prozesse dieselbe Bedeutung wie die → Laplace-Transformation für kontinuierliche Prozesse. Bei impulsgesteuerten Systemen (z.B. Radartechnik, unstetig arbeitende Regelsysteme) verwandelt ein mit der Periode T arbeitender Taster eine kontinuierlich vorhandene Zeitfunktion $f(t)$ in stoßweise auftretende Werte $f(nT) = f_n$, für deren Behandlung die Transformation

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, z^{-n} = F^*(z) \qquad (2)$$

das geeignete Mittel ist. Wirken diese Werte auf ein kontinuierlich arbeitendes System, so ist für dieses die → Laplace-Transformation anzuwenden. Dazu faßt man die getasteten Werte $f(nT)$ als eine Serie von Impulsen (Diracschen δ) auf, die zu den Zeiten $t = nT$ auftreten und durch die Funktion $f(t)$ moduliert sind, die also durch die Reihe

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, \delta(t - nT)$$

dargestellt werden kann. Da $\delta(t-nT)$ aus dem Laplace-Integral den Wert von e^{-st} an der Stelle $t = nT$ heraussiebt, ist die Laplace-Transformierte von $\delta(t-nT)$ gleich e^{-nTs} und diejenige der Serie gleich

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, e^{-nTs} = F^*(e^{Ts}).$$

Es liege nun ein kontinuierlich arbeitendes System mit der Übertragungsfunktion $G(s)$ (→ Laplace-Transformation) vor. Es wird beschickt mit der Eingangsfunktion $f(t)$, die mit der Periode T getastet wird, also die Laplace-Transformierte $F^*(e^{Ts})$ liefert. Dann ist die Laplace-Transformierte der Ausgangsfunktion $y(t)$ des Systems (→ Laplace-Transformation, Gl. [7]) gegeben durch

$$Y(s) = G(s)\, F^*(e^{Ts}).$$

Explizit ist

$$Y(s) = \sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, [e^{-nTs}\, G(s)].$$

Wenn $G(s) = \mathbf{L}\{g(t)\}$ ist, wo $g(t)$ die Gewichtsfunktion des Systems bedeutet, so ergibt sich nach dem Verschiebungssatz der Laplace-Transformation die Ausgangs-Zeitfunktion $y(t)$ als

$$y(t) = \sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, g(t - nT)$$
$$\text{mit } g(t - nT) = 0 \text{ für } t < nT,$$

so daß die Summe nur endlich viele Glieder enthält. Weiteres Beispiel: Vor und hinter dem System befinden sich synchron mit der Periode T arbeitende Taster, d.h. sowohl die Eingangsfunktion $f(t)$ als die Ausgangsfunktion $y(t)$ wird zu den Zeitpunkten nT getastet. Dann kann man den Zusammenhang ganz im Rahmen der **Z**-T. beschreiben. Es gilt

$$Y^*(z) = G^*(z)\, F^*(z),$$

wo

$$Y^*(z) = \sum_{n=0}^{\infty} y(nT)\, z^{-n}, \quad G^*(z) = \sum_{n=0}^{\infty} g(nT)\, z^{-n},$$

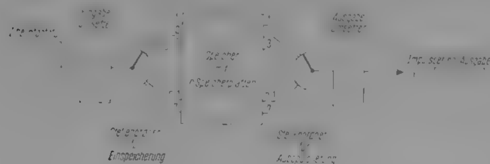
$$F^*(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f(nT)\, z^{-n}$$

ist. Diese Gleichung entspricht der Beschreibung des kontinuierlichen Vorgangs durch die Gleichung $Y(s) = G(s)\, F(s)$ [→ Laplace-Transformation, Gleichung (7)].

Literatur: G. Doetsch, Anleitung zum praktischen Gebrauch der Laplace-Transformation und der Z-Transformation, 3. Aufl. Oldenbourg-Verlag, München 1967 — E. I. Jury, Theory and application of the Z-transform method, John Wiley & Sons, New York 1964 — R. Vêch, Z-Transformation, Theorie und Anwendung, Verlag Technik, Berlin 1964 *J. Fischer*

Z-Zustand → Kennzustände (bei der Telegrafie).

Zahlengeber dienen als Wählhilfe zur Erleichterung des Wählens. Sie haben die Aufgabe, die über eine Zifferntastatur eingegebene Wählinformation aufzunehmen, zu speichern und zur Steuerung des Verbindungsaufbaues in Form von Wählimpulsen abzugeben (s. Bild). Als Speicherelemente dienen Relais,



Grundschema eines Zahlengebers.

Kondensatoren und neuerdings → Magnetkerne. Je nach der Arbeitsweise ist zwischen Z. mit Festspeicherung und solchen mit zyklischer Durchlaufspeicherung zu unterscheiden. Bei Festspeicherung erfordert jede eingetastete Ziffer während ein und desselben Wählvorganges einen Speicherplatz. Z. mit zyklischer Durchlaufspeicherung ermöglichen die wiederholte Benutzung eines Speicherplatzes. Zum Ansteuern für den getrennt verlaufenden Einspeicher- und Ausspeichervorgang dienen Drehwähler oder Relaiszählketten. Das Aussenden der Wählimpulse und das Einhalten der Zwischenwahlzeiten ist Aufgabe geeigneter Relaisschaltungen. Die ersten Zahlengeber für handbediente Fernvermittlungsstellen waren Maschinen- und Relaiszahlengeber mit einem dekadischen Tastenfeld. Die Anzahl der benötigten 10teiligen Tastenstreifen entsprach jeweils der Stellenzahl der einzugebenden Ziffernfolge. 1942 wurde in handbedienten Fernvermittlungsstellen der zyklisch arbeitende Z. mit Kondensatorspeicherung eingeführt. Erstmals wurde zum Eintasten der Ziffern nur 1 Tastenstreifen mit 10 Zifferntasten benötigt.

Außer dem → Kondensator-Zahlengeber werden in neuzeitlichen Vermittlungen der → ESK-Zahlengeber und der → Magnetkern-Zahlengeber verwendet. An Zahlengeber neuerer Bauart läßt sich auch ein Zieltasten-Zusatz anschalten. Mit seiner Hilfe werden häufig benötigte Rufnummern durch jeweils einen einzigen Druck der Zieltaste gewählt. Der Zusatz besteht aus einer Tastatur mit z. B. 30 Tasten für ebensoviel Rufnummern, der Speichereinrichtung und den zugehörigen Funktionsrelais. Im Speicherteil des Zieltasten-Zusatzes werden die einzelnen Rufnummern durch Verdrahtung festgelegt (verdrahtetes Gedächtnis) und nach dem Drücken der entsprechenden Taste vom Zahlengeber als Impulsserien ausgesendet (→ Rufnummerngeber).

Literatur: W. Esser, Zahlengeber für Fernsprechvermittlungen. Siemens-Zeitschrift, Bd. 39 (1965), S. 44 — W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Gänsler

Zahlfrist. Aus einem Fernsprechteilnehmerverhältnis entstandene Gebühren (G), deren Höhe sich vor Leistung der DBP feststellen läßt, sind für den Zeitraum, für den sie üblicher Weise berechnet werden, im voraus fällig. G, deren Höhe sich erst nach Ausführung der Leistung feststellen läßt, sind fällig, sobald die Leistung ausgeführt ist. Der Teilnehmer ist nach § 13 Abs. 4 der Fernsprechordnung verpflichtet, die ihm berechneten G binnen einer Woche nach der Bekanntgabe (Zustellung) der Fernmelderechnung (F-rech) zu entrichten (Bringverfahren). Zu diesem Zweck ist auf der F-rech der letzte Zahltag unter Berücksichtigung der für den Postversand erforderlichen Zeitspanne angegeben. Die Z. ist eingehalten, wenn der Rechnungsbetrag bis zum Ablauf des letzten Zahltags am Postschalter bar eingezahlt, vom Postscheckkonto abgebucht oder bei anderer Zahlungsart der zuständigen → Buchungsstelle für Fernmeldegebühren gutgeschrieben worden ist. Die Einlegung des Widerspruchs gegen die F-rech entbindet den Gebührenschuldner nicht, den Rechnungsbetrag innerhalb der Z. zu zahlen.

Der Teilnehmer hat Rückstände, auch bei Stundung, zu verzinsen. Der Zinsenlauf für Gebührenrückstände beginnt z. Z. an dem Tage, der auf den in der F-rech angegebenen letzten Zahltag folgt (→ Zahlungsarten).

Zahlungsarten (für Fernmeldegebühren). Barzahlende Teilnehmer (Tln) zahlen ihre Fernmeldegebühren (F-geb) (unter Verwendung der an der Fernmelderechnung (F-rech) hängenden Fernmeldegebührenkontokarte gebührenfrei) an einem Postschalter ein. Der Annahmebeamte erteilt die Empfangsbescheinigung auf der F-rech durch Stempelabdruck. Teilnehmer, die den Postschecküberweisungsverkehr bevorzugen, erhalten auf Antrag regelmäßig eine F-rech mit anhängender F-gebührenüberweisung. Diesen Überweisungsschein brauchen sie nur abzutrennen, mit Orts- u. Datumsangabe zu ergänzen, zu vollziehen und an ihr Postscheckamt einzusenden. Man kann auch seine F-geb ständig von einem Postscheckkonto abbuchen lassen. Der Tln erhält dann nur den Rechnungsteil, die Gebührenüberwachungsstelle sendet den als Einziehungsauftrag bezeichneten Überweisungsteil an das Lastschrift-Postscheckamt. Falls das Konto ausreichende Deckung hat, ist dies eine Zahlungsart, bei der Mahnungen und Zinsverluste ausgeschlossen sind. Neben den genannten Einzahlungsmöglichkeiten können Zahlkarten, handgeschriebene Überweisungen, Postschecks, Verrechnungsschecks und Giroüberweisungen verwendet werden.

Zahlungseingang → Datenverarbeitung im Fernmelderechnungsdienst, → Fernmelderechnungsdienst (bei der DBP).

Zählblock → Streckenblock.

Zählbrett → Pupinspulenbehälter.

Zähldiskriminatoren → Frequenzmessungen.

Zähldruckgerät → Mehrfach-Zähldruckgerät.

Zählerablesung. Zur Berechnung der Gebühren für im Wählverkehr hergestellte Fernsprech- u. Telexverbindungen müssen am Ende eines jeden Abrechnungszeitraumes die Zählerstände der Gebührenzähler abgelesen und in Belegen festgehalten werden. Im Zuge der Rationalisierung und zur Vermeidung von Ablese- u. Hörfehlern hat die DBP ein fotografisches

Ableseverfahren entwickelt. Es werden Zählerfelder zu 100, 65 oder 50 Zählern mit einer Aufnahme des Formates 27 × 24 mm auf einen Kleinbild-Dokumentenfilm aufgenommen. Zur eindeutigen Bezeichnung wird in jeder Vermittlungsstelle zuerst eine Tafel von der Größe eines Zählerfeldes als Vorspann aufgenommen; sie muß mit folgenden Angaben beschriftet sein: Name der Fernmelderechnungsstelle, Ortsnetzkennzahl, Rufnummern der zu fotografierenden Zähler, Absendegruppe, Datum, Uhrzeit, Name der Ablesekraft. Das Aufnahmegerät besteht aus Kamera, Lichtschacht und Elektronenblitzgerät. Es sind Maßnahmen notwendig, um Reflexionen u. Abschattungen zu vermeiden und eine gleichmäßige Ausleuchtung zu erzielen (Polarisationsfilter, schräger Lichteinfall, geeignete Zählerkappenfenster). Nach Entwickeln u. Trocknen des Filmes im Fotolabor der → Buchungsstelle können die Aufnahmen durch Rückvergrößern und gleichzeitige Projektion auf einen Bildschirm ausgewertet und danach raumsparend archiviert werden. Das zur Verfügung stehende Fotopersonal und die Fotogeräte sind auf einen stetigen Arbeitsanfall abgestellt (Absendegruppen). Sonderablesungen aller Zähler zu bestimmten Zeitpunkten — etwa anläßlich einer Änderung der Gebühren für Ortsgespräche — sind im Interesse der Sicherheit der Gebührenerfassung und der Gleichmäßigkeit der Abrechnungszeiträume zu vermeiden.

Literatur: H. Arold, Erfassung der Zählerstände auf photographischem Weg — Unterrichtsblätter der DBP, Ausg. B 16 (1963), S. 315.

Breidt

Zählerfilm → Zählerablesung.

Zählimpulsgeber. Der Z. ist ein der Leitung zugeordnetes Schaltglied in der FernVSt, in der die Verzonung und damit die Zeitimpulszählung erfolgt (→ Gebührenerfassung im SWFD). Bei der DBP eingeführte Z. arbeiten als Anschalteglied für den → Verzoner der → Übergangstechnik oder für das → Knotenregister des → Fernwählsystems 62 und dienen vornehmlich der Übertragung der Zählimpulse während der gebührenpflichtigen Gesprächszeit. Der Z. übernimmt daneben übertragungstechnische Aufgaben; z. B. stellt er in der Schaltung 2Dr/4Dr zugleich den Gabelpunkt dar. Mit der Gabel rücken auch die notwendigen Verlängerungsleitungen in den Z. In der Ausführung 4Dr/4Dr sind die Sprechadern für Gleichstrom durchgeschaltet, so daß die → Entdämpfungszeichen zwischen den Übertragungen ungehindert ausgetauscht werden können. Die Zähltakte werden von einem → Zeittaktgeber geliefert, der nur einmal in der VSt vorhanden ist. Die Zählung wird eingeleitet durch das → Beginnzeichen, mit dem ein erster wirksamer Zählimpuls auf den Zähler des rufenden Tln übermittelt wird. Damit die folgenden Zähltakte möglichst zeitgerecht gegeben werden, ist der Grundzähltakt, der auf ein Wählerrelais gegeben wird, 6mal schneller; nach jeweils 6 Schritten bewirkt das WR die Abgabe eines Zählimpulses. — In Verbindungen des SWFD nach dem Ausland wird im Z. derart umgeschaltet, daß empfangene kurze Rückwärtszeichen als Zählzeichen weiter zurückgegeben werden.

Zählimpulsgeber mit Verzonung. Der Z. ist ein Schaltglied für Zentralvermittlungsstellen, sofern die Verzonungseinrichtungen in den Gassen hinter den Ausgängen der ZGW untergebracht sind (→ Gassentechnik). Wenn die Zielbereiche einer Dekade einheitlich über 100 km entfernt sind, gilt nach der Fernsprechgebührenvorschrift die Entfernung zu den HVSt. Wegen der dann nur erforderlichen HVSt-Verzonung kann auf einen zentralen Verzoner verzichtet werden, wenn man auch in der Leitweglenkung einige Einschränkungen hinnehmen kann. Die Verzonung (und Leitweglenkung) nach HVSt übernimmt in einem solchen Fall ein erweiterter Z., dessen Drehwähler ZE mit der H-Ziffer eingestellt wird und an dessen Ausgängen die entsprechenden Zonentakte anzulegen sind. → Münzerkennzeichen, lange und kurze Rückwärtszeichen (→ Besetztauslösung, → Wahlendezeichen) werden im Z. ausgewertet. Auch der mit einem Z. verbundene → Richtungswähler wird durch die H-Ziffer unmittelbar markiert. Um die Zeit für die Einstellung des RW auf eine Querrichtung mit anschließender Überlaufmöglichkeit auf einen Kennzahlweg zu haben und um auch die Wählimpulse korrigieren zu können, enthält der Z. einen mechanischen → Impulswiederholer. Er speichert aus, wenn eine Leitung erreicht wurde. Durch eine nachträgliche Schaltungsänderung wurden Querwege auf OGW der Ortsnetze der Z- und HVSt ermöglicht, die entsprechenden Querwege auf KGW jedoch jeweils ausgeschlossen.

Literatur: Unterrichtsblätter Nr. 3/4 u. 5/6/1958. *Altehage*

Zählmagnete → Relais unter 4.3.2.

Zähltakt → Zählimpulsgeber.

Zähltakt- und Zeittaktverteilung. Der → Auslandszeittaktgeber (AZGT) erzeugt verschiedene Zeittakte, die sowohl zur Zählung (Zähltakte) als auch zur Überwachung einzelner Schaltglieder (Abschaltezeit von ARg usw.) verwendet werden können. Um die zahlreichen Schaltglieder einer Auslandsvermittlungsstelle mit Wählbetrieb (AuslVStW) mit den verschiedenen Zähl- und Zeittakten versorgen zu können und um eine hohe Kontaktbeanspruchung der einzelnen AZTG-Kontakte zu vermeiden (Lastverteilung), werden Zähl- und Zeittaktverteilungen eingesetzt. Die von der AZTG-Maschine erzeugten Zeit- und Zähltakte gelangen nach der Umsetzung auf ein Leitungsvielfach, deren einzelne Leitungen die verschiedenen Schaltgliedergruppen einer AuslVStW versorgen (ARg, AZIG, AZoKpl usw.).

Zähltaktumsetzung. Um auftretende Prellungen an → Auslandszeittaktgebern (AZTG)-Kontakten und damit eine falsche Impulsgabe (Zeitimpulse) zu verhindern, müssen die Zeittakte umgesetzt, d. h., sie müssen vom Erzeugerkreis (AZTG-Maschine) getrennt werden. Um dies zu erreichen, fängt eine Kondensator-Widerstands-Kombination (RC-Zeitkonstante), die parallel zum Zeittaktaufnahmerelais an-

geordnet ist, die durch die Prellung entstandenen kurzen Impulsspitzen auf, ohne das Aufnahmerelais unnötig zum Ansprechen zu bringen. Wird nun ein Zeitimpuls von genau definierter Länge empfangen (Länge des Zeitimpulses > Zeitkonstante des RC-Gliedes), spricht das Aufnahmerelais an und legt durch Kontakte in der Zeittaktfolge Erde an einen 2. Stromkreis (Umsetzung). Die Kontakte des Aufnahmerelais sind alle wegen der hohen Beanspruchung funkengelöscht.

Zählunterdrückung. Sie ist eine Schaltungsanordnung, die die gebührenfreie Ansteuerung von LW-Ausgängen gestattet. Sie wird bei allen Ausgängen, die auf Hinweis geschaltet sind und bei bestimmten Dienstanschlüssen angewendet. Im letzteren Fall soll sie z. B. die gebührenfreie Anwahl der Bedienungskraft der Vermittlungsstelle durch Entstörer von Teilnehmerapparaten aus gestatten, um Rückrechnungszettel und damit Verwaltungsarbeit zu ersparen. In der Zählunterdrückungsschaltung wird durch Anlegen von Erdpotential an die abgehende c-Ader des Leitungswählers das Anziehen des Z-Relais im LW-Relaissatz und damit das Anlegen der Zählspannung an die b-Ader zum I. GW bzw. das Aussenden des Beginnimpulses zu den Zählimpulsgebern der Fernwahltechnik verhindert.

Zählvergleichseinrichtung. Die Z. dient der Beobachtung eines Teilnehmeranschlusses in bezug auf die Herstellung der Verbindung und die Zählung der Gebühreneinheiten. Sie wird in der Vermittlungsstelle an die zum Teilnehmeranschluß gehörenden Einrichtungen angeschlossen und registriert sämtliche Belegungen des angeschalteten Teilnehmers im Orts-, Fern- und Selbstwählferndienst. Man kann erkennen, ob der Handapparat abgehoben wurde, ob einige Ziffern oder die ganze Teilnehmernummer gewählt wurden, ob der Anruf zum Gespräch geführt hat und wie lange, zu welcher Zeit und mit welchem Anschluß – im Selbstwählferndienst, auch mit welchem Ort — die Verbindung bestanden hat. Das Gerät wird bei schwer aufklärbaren Gebührenbeschwerden verwendet.

Zählweise und Kennzeichnung der Verseilelemente. Zählweise bei lagenverseilten Kabeln: 1. Die Verseilelemente werden, in der Innenlage beginnend, durch alle Lagen gleichsinnig fortlaufend gezählt. Die Zählung ist jeweils mit dem Zählelement, das in jeder Lage besonders gekennzeichnet ist, zu beginnen und fortzusetzen.

2. Liegen in einem Bezirks- oder Fernkabel in einer oder in mehreren Lagen die Verseilelemente unsymmetrisch zum Zählelement, so ist ein dem Zählelement benachbartes Element als Richtungselement besonders zu kennzeichnen. Die Zählrichtung ist in diesem Falle durch das Fortschreiten vom Zählelement zum Richtungselement festgelegt.

Die Verseilelemente liegen zum Zählelement symmetrisch, wenn man, vom Zählelement ausgehend sowohl im Sinn als auch im Gegensinn des Uhrzeigers fortschreitend, dieselbe Reihenfolge hinsichtlich Art und Kennzeichnung der Verseilelemente feststellt.

Es erhalten Kabel aber auch dann ein Richtungselement, wenn mindestens 1 Lage aus Trägerfrequenz (TF)-Stern-Viererseilen aufgebaut ist.

3. Bei Kabeln, die ein Richtungselement enthalten, heißt das Ende, bei dem die Zählrichtung auf das Kabelende gesehen dem Uhrzeigersinn entspricht, »A-Ende«, das andere Kabelende heißt »E-Ende«. Bei Kabeln, die ein Richtungselement enthalten, muß das A-Ende mit dem Buchstaben »A« und das E-Ende mit dem Buchstaben »E« auf dem Mantel oder auf der Kunststoff-Schutzhülle gekennzeichnet sein. Die mit »A« und »E« gekennzeichneten Kabellängen werden, wenn nichts anderes mit dem Lieferer vereinbart wird, so auf die Kabeltrommeln aufgewickelt, daß das A-Ende oben liegt.

Zählweise bei bündelverseilten Kabeln: Bei diesen Kabeln beginnt innerhalb eines Grundbündels die Zählung mit dem Sternvierer der roten Grundfarbe der Adern. Die 5 Sternvierer eines Grundbündels werden in der festgelegten Reihenfolge der Grundfarben gezählt. Die Grundbündel werden innerhalb eines Hauptbündels durch alle Lagen des Hauptbündels gleichsinnig fortlaufend gezählt. Die Zählung beginnt mit dem Zähl-Grundbündel der 1. Lage des Hauptbündels. Sie wird in jeder weiteren Lage mit dem besonders gekennzeichneten Zähl-Grundbündel fortgesetzt. Auch die Hauptbündel werden durch alle Kabellagen gleichsinnig fortlaufend gezählt. Die Zählung beginnt mit dem Zählbündel der 1. Lage und wird in jeder weiteren Lage mit dem besonders gekennzeichneten Zähl-Hauptbündel fortgesetzt.

Kennzeichnung der Sternvierer StIII von lagenverseilten Ortskabeln mit Papierisolierung:

1. Das naturfarbene Papierband der Adern eines Sternvierers ist als a-Ader von Stamm 1 ohne Aufdruck, während die übrigen 3 Adern durch blaue oder schwarze Querstreifen bestimmter Breite und in bestimmten Abständen gekennzeichnet sind.

2. Beim Zählvierer jeder Lage ist das Papierband der a-Ader von Stamm 1 rot.

Kennzeichnung der Sternvierer StIII von bündelverseilten Ortskabeln mit Polyäthylen (PE)-Isolierung:

1. Die 5 Sternvierer jedes Grundbündels haben folgende Viererkennzeichnung:

1. Sternvierer zugleich Zählvierer: Grundfarbe aller Adern rot,
2. Sternvierer: Grundfarbe aller Adern grün,
3. Sternvierer: Grundfarbe aller Adern grau,
4. Sternvierer: Grundfarbe aller Adern gelb
5. Sternvierer: Grundfarbe aller Adern weiß.

2. Die Grundfarbe aller Adern vorhandener Vorratsvierer ist rot.

3. Die PE-Isolierung der Adern eines Sternvierers ist als a-Ader von Stamm 1 ohne Aufdruck, während die übrigen 3 Adern durch blaue oder schwarze Ringe

bestimmter Breite und in bestimmten Abständen gekennzeichnet sind. Diese Kennzeichnungsart entspricht grundsätzlich der Kennzeichnung der papierisolierten Sternvierer.

4. Das Zähl-Grundbündel in jeder Lage der Grundbündel und das Zähl-Hauptbündel in jeder Lage der Hauptbündel sind durch eine rote Wendel aus Kunststoffband gekennzeichnet. Alle anderen Grundbündel sowie Hauptbündel haben eine Wendel aus weißem oder naturfarbenem Kunststoffband.

Kennzeichnung der Sternvierer StI, der Dieselhorst-Martin-(DM-)Vierer und der Paare in Metallfolie (PiMF):

1. Das naturfarbene Papierband der Adern jedes Vierers oder jedes PiMF ist mit einem 2 bis 3 mm breiten farbigen Längsstreifen bedruckt, der folgende Farben hat:

Sternvierer StI und DM-Vierer

Stamm 1 a-Ader gelb
b-Ader rot

Stamm 2 a-Ader grün
b-Ader blau

PiMF.

Wenn keine andere Vereinbarung, sind die PiMF-Adern in Zählrichtung gelb/rot, grün/blau gekennzeichnet.

2. Jeder Vierer ist außerdem mit einem naturfarbenen Papierband oder mit mehreren naturfarbenen Fäden in offener Wendel umwickelt. Zur Kennzeichnung der Schlaglängen können dieses Papierband oder diese Fäden farbig gekennzeichnet sein, aber nicht rot, blau oder grün. Bei jedem Richtungselement hat diese Wendel grüne Farbe. Für das Zählelement jeder Lage ist diese Wendel bei StI-Vierern rot, bei DM-Vierern blau, bei PiMF blau. *Knebel*

Zahnkupplung. Angewendet bei Start-Stop-Fernschreibgeräten, um Funktionswellen mit dem Antrieb zu kuppeln, was in der Regel für einen Zyklus zutrifft. Danach wird wieder entkuppelt. Es gibt verschiedene Konstruktionen: Vollring-Zahnkupplungen, Sektor-Zahnkupplungen, Spreizklinkenkupplungen u. ä. Bei diesen Kupplungen ist darauf zu achten, daß die Schlupfzeit möglichst klein gehalten wird (es spielen eine Rolle Zähnezahl, Einrastvorgang, Toleranzen, Anordnung der Einrastelemente — z. B. Spreizklinken-, Umfangsgeschwindigkeit).

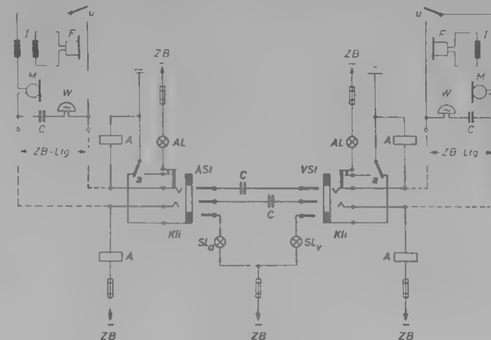
Literatur: F. Schiweck: Fernschreibtechnik. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1962.

Zange für Auslöser, Blitzableiterkohlen, Gasentladungsableiter → Zange für Sicherungsleisten.

Zange für Sicherungsleisten. → Hauptverteiler älterer Bauart sind an der senkrechten Seite zum Teil noch mit Sicherungsleisten ausgestattet. In diesen können Rücklötauslöser, neuerdings dafür → Umkehrauslöser, gegen starke Fremdströme und Kohleblitzableiter oder → Überspannungsableiter gegen gefährdende Überspannungen eingesetzt werden, wenn eine → Freileitung angeschlossen wird. Der in die Sprechader eingeschleifte Rücklötauslöser hat einen Nennwert von 0,3 A und einen Ansprechwert von 0,5 A. Der Kohleblitzableiter, bestehend aus zwei Kohleklötzchen, zwischen denen sich als Isolierung ein dünnes, siebartig durchlöchertes Steatitplättchen befindet, oder der Überspannungsableiter liegt zwischen Ader und Erde. Zum Auswechseln der aufgrund von Überspannungen beschädigten Steatitplättchen und Kohlen oder bei deren Austausch gegen Überspannungsableiter ist die Z. für Blitzableiterkohlen (Schenkel aus schwarzer Farbe) zu verwenden. Sie erleichtert den Ein- und Ausbau, vermeidet Beschädigungen an den Bauteilen und schützt vor Gefährdung durch evtl. vorhandene Überspannungen. Die Rücklötauslöser sollen nur mit der isolierten Z. für Auslöser (Schenkel aus gelber Farbe) und dem Isolierstab für Sicherungsbügel ausgetauscht werden, weil in diesen Fällen an den Adern mit gefährdenden Überspannungen zu rechnen ist. Für Überspannungsableiter ist die isolierte Z. für Gasentladungsableiter (Schenkel in roter Farbe) zu benutzen. Sämtliche Z. bestehen aus Kunststoff, sind U-förmig und besitzen an den Schenkelenden Greifvorrichtungen. *Harbarth*

ZB → Zentralbatterie-Grundschaltung.

ZB-Betrieb. Das Bild zeigt eine Anwendung der → Zentralbatterie-Grundschaltung an dem Beispiel einer Verbindung von 2 ZB-Anschlüssen über eine ZB-Vermittlung. Die ZB-Fernsprechapparate enthalten als wesentliche Bestandteile einen Handapparat mit dem Mikrophon M und dem Hörer F, die Induktionsspule I, den Wechselstromwecker W, einen Kondensator C und einen Gabelumschalter mit dem Arbeitskontakt u. Im → Glühlampenschrank der ZB-Vermittlung ist den ZB-Leitungen ein Anrufzeichen, bestehend aus einer 3poligen Klinke (Kli)



ZB-Verbindung.

mit Klinken-Ruhekontakt, einer Anruflampe (AL) und dem Anrufrelais (A), zugeordnet. Zum Schnurpaar mit dem Abfrage- und Verbindungsstöpsel (ASt und VSt) gehören 2 Schlußlampen (SLa und SLv) und 2 im Schnurpaar liegende Kondensatoren (C). Durch Abheben des Handapparates wird die Stromschleife geschlossen, das zugehörige Anrufrelais

spricht an, die Anruflampe leuchtet. Mit dem Stecken des Abfragestöpsels erlischt die Anruflampe. Bis zum Melden der Gegensprechstelle leuchtet die Schlußlampe der Verbindungsseite. Sie erlischt, sobald sich die gerufene Sprechstelle meldet und das Anrufrelais anspricht. Die Anrufrelais werden stromlos, sobald nach Gesprächsschluß die Handapparate aufgelegt werden. Die Schlußlampen leuchten und fordern zur Trennung der Verbindung auf. Die Kondensatoren in den Schnurpaaren sollen die Gleichstromkreise der beiden Seiten galvanisch trennen. Die Sprechwechselströme werden jedoch durchgelassen. Die Wicklungen der Anrufrelais wirken zugleich als Drossel. Sie sind niederohmig für den Mikrophonspeisestrom, versperren aber den überlagerten Sprechwechselströmen den Weg über die ZB. Ein Übertreten in andere Sprechkreise wird damit vermieden. Um ein Übersprechen auch bei schadhaften Anschlußleitungen auszuschließen, wird grundsätzlich der positive Pol der ZB geerdet. ZB-Fernsprechapparate entsprechen deshalb den in ihrer Schaltung in Wählanlagen benutzten → Fernsprechapparaten lediglich mit dem Unterschied, daß sie keinen Nummernschalter enthalten. *Gänsler*

ZB-Fernsprechapparat → ZB-Betrieb.

ZB-Klinkenübertragung → Klinkenübertragung.

ZB-Schaltung → Zentralbatterie-Grundschaltung.

ZB-Vermittlung → ZB-Betrieb.

ZB 48-Vermittlung → Ortsschrank ZB 48.

Zebraröhre → Farbbildwiedergaberöhre.

Zeesen, Funksendestelle → Geschichte des Fernmeldewesens unter 3.2.

Zehlendorf, ehemalige Hauptfunkempfangsstelle der DRP, besteht heute nicht mehr.

Zehneranschlüsse. An einen Umschalter können bis zu 10 Sprechstellen angeschlossen werden. Der Umschalter arbeitet mit einer Übertragung in der Vermittlungsstelle zusammen, die mit einem Vorwähler und für den ankommenden Verkehr mit einem Leitungswähler für Durchwahl verbunden ist. Der Umschalter enthält außer 3 Steuerrelais zur Auswahl der Teilnehmer ein Wählerrelais, das synchron mit einem Drehwähler in der Übertragung eingestellt wird.

Zeichen in der Informationstheorie auch als Synonym für Symbol gebraucht, dient zur Darstellung eines Begriffes oder Wortes. Eine vereinbarte endliche Menge von Zeichen heißt Zeichenvorrat, das einzelne Zeichen ist ein Element aus diesem Zeichenvorrat. Einen geordneten Zeichenvorrat nennt man ein Alphabet. Beispiele für Zeichen sind die abstrakten Inhalte von Buchstaben des gewöhnlichen Alphabets, Ziffern, Interpunktionszeichen und andere Ideogramme. Zeichen werden üblicherweise durch Schrift (Schriftzeichen) oder technisch durch Lochkombinationen, Impulsfolgen und ähnliches wiedergegeben (siehe auch → Telegrafierzeichen).

Literatur: NTG-Empfehlung 0102, Nachrichtentechn. Z. 19 (1966), S. 231—234.

Zeichencodierung → Zeichenübermittlung.

Zeichenempfänger → Tonempfänger.

Zeichenerkenner ist die Einrichtung, um aus einer beliebigen Folge von — im allgemeinen binär dargestellten Zeichen — ein bestimmtes Zeichen oder eine bestimmte Zeichenfolge zu erkennen. Eingesetzt wird der Z. z.B. in → Speichervermittlungen, um das Zielkennzeichen auszuwerten.

Zeichenerkennung (Schrift, automatische) → automatische Zeichenerkennung.

Zeichenfehlerhäufigkeit → Fehlerhäufigkeit.

Zeichengabe → Zeichenübermittlung.

Zeichengabesysteme, internationale. Die Einführung von halb- und vollautomatischem Auslandsfernsprechverkehr macht Absprachen zwischen den beteiligten Ländern über die anzuwendenden Zeichengabesysteme erforderlich. Für direkt zum Zielland aufgebaute Verbindungen genügen einfache, bilateral vereinbarte Systeme, welche Ziffern und die üblichen → Leitungszeichen als Impulszeichen übertragen. Für Weitverbindungen, die über Zwischenländer geleitet werden können, wurden international im Rahmen des CCITT und der CEPT leistungsfähigere Zeichengabesysteme, die mehr Leistungsmerkmale und damit höhere Zeichenkapazität besitzen und durch Codierung der Wählinformation schnellen und sicheren Zeichenaustausch gestatten, vereinbart.

1. Impulswahl. Sie ist gekennzeichnet durch die Darstellung der Ziffernzeichen (→ Registerzeichen) in Form ähnlich der vom Teilnehmer erzeugten Wählimpulse, wobei die Impulszahl dem jeweils zu übertragenden Ziffernwert entspricht. Die bestehenden Impulswahlsysteme hängen gemäß ihrer Vereinbarungsgrundlage stark von den Zeichengabesystemen der beteiligten Länder ab und sind daher vielgestaltig. Sie verwenden Innerbandzeichengabe mit 2280 oder 3000 Hz und Außerbandzeichengabe mit 50 Hz oder in Form systemeigener Zeichengabe. Überwiegend verwenden die Systeme nur eine Zeichenfrequenz. Sie werden dann als Einfrequenz-Impulswahl (1 FI) bezeichnet. Ein Zweifrequenz-Impulswahl-System (2 FI) mit den Zeichenfrequenzen 2040 und 2400 Hz, das die Leitungszeichen ähnlich wie das CCITT-System Nr. 4 bildet, hat keine allgemeinere Bedeutung.

In den beiden Verkehrsrichtungen zwischen zwei Ländern können zwei unterschiedliche Zeichengabesysteme eingesetzt sein.

Beispiel für den Zeichenplan eines Systems für eine von Deutschland abgehende Verkehrsrichtung:

1 FI-Wahl, Zeichenfrequenz 2280 Hz:

Belegungs-		Besetztzeichen	Ton
zeichen vorw.	100 ms	Wahlendezeichen r.	100 ms
Abrufzeichen rückw.	100 ms	Beginnzeichen r.	100 ms
Ziffern 1. Impuls v.	100 ms	Schlußzeichen r.	100 ms
folgende Impulse		Auslösezeichen v.	900 ms
Impuls	40 ms	Auslösequittungs- r.	140 ms
Pause	60 ms	zeichen	

2. Codewahl ist gekennzeichnet durch Darstellung der Ziffernzeichen in kodierter Form.

2.1. Einfrequenzcodewahl (1 FC-Wahl)

CCITT-Zeichengabesystem Nr. 3 verwendet für Ziffernzeichen einen vierschrittigen binären Seriencode, bei dem für jeden Schritt eine Zeichenfrequenz vorhanden sein oder fehlen kann; ein Start- und Stopschritt wird zugesetzt. Leitungszeichen werden durch lange oder kurze Impulse bzw. Doppelimpulse gebildet. Zeichenfrequenz ist 2280 Hz.

2.1.1. Leitungszeichen

in Vorwärtsrichtung	
Belegungszeichen für Endverkehr	X
Belegungszeichen für Durchgangsverkehr	XX
Auslösezeichen	XXSXX
Eintretezeichen	XSX
in Rückwärtsrichtung	
Abrufzeichen	X
Nummernquittungszeichen	X
Besetztzeichen	XX
Beginnzeichen	XSX
Schlußzeichen	XX
Auslösequittungszeichen	XXSXX
Sperrzeichen	Dauerton

Darin gilt für die Zeichenelemente X, XX und die Pause S:

	Sendedauer	Erkennungszeit
X	150 ms	80 ms
XX	600 ms	375 ms
S	100 ms	40 ms

2.1.2. Registerzeichen

Zeichen-kombination	Bedeutung	Start	Schritt 1	2	3	4	Stop
1	Ziffer 1	+				+	
2	Ziffer 2	+			+		
3	Ziffer 3	+			+	+	
4	Ziffer 4	+		+			
5	Ziffer 5	+		+		+	
6	Ziffer 6	+		+	+		
7	Ziffer 7	+		+	+	+	
8	Ziffer 8	+	+				
9	Ziffer 9	+	+			+	
10	Ziffer 0	+	+		+		
11	Platzcode 11	+	+		+	+	
12	Platzcode 12	+	+	+			
13	frei	+	+	+		+	
14	frei	+	+	+	+		
15	Nummernende	+	+	+	+	+	
16	frei	+					

Die Schritte haben eine Länge von 50 ms und werden beim Empfang in Schrittmitte mit 0,5 bis 3 ms abgetastet. Das System wird nur in bestehenden Endverkehrsbeziehungen auf dem europäischen Kontinent eingesetzt.

2.2. Zweifrequenzcodewahl (2 FC-Wahl)

CCITT-Zeichengabesystem Nr. 4 verwendet für Ziffernzeichen einen vierschrittigen, binären Seriencode, bei dem für jeden Schritt eine der beiden Zeichenfrequenzen gesendet wird. Jede Ziffer wird durch ein Quittungszeichen quittiert. Leitungszeichen werden durch kurze oder lange Impulse jeweils einer Zeichenfrequenz gebildet; diesen Funktionszeichen wird ein Zeichenpräfix P aus den beiden Zeichenfrequenzen vorangestellt, das durch Störspannungen nur mit geringer Wahrscheinlichkeit nachgebildet wird und den Zeichenempfänger für das folgende Funktionszeichen aktiviert. Zeichenfrequenzen sind 2040 Hz (x) und 2400 Hz (y).

2.2.1. Leitungszeichen

in Vorwärtsrichtung		
Belegungszeichen für Endverkehr		PX
Belegungszeichen für Durchgangsverkehr		PY
Auslösezeichen		PXX
Eintretezeichen		PYY
in Rückwärtsrichtung		
Abrufzeichen	sende Sprachkenn- oder Verkehrsunterscheidungsziffer	X
	sende erste Ziffer der Länderkennzahl	Y
Nummernquittungszeichen		P
Besetztzeichen		PX
Beginnzeichen		PY
Schlußzeichen		PX
Auslösequittungszeichen		PYY
Sperrzeichen		PX
Entsperrzeichen		PYY

Darin gilt für die Zeichenelemente

	Sendedauer	Erkennungszeit
P	150 ms	80 ms
X, Y	100 ms	40 ms
XX, YY	350 ms	200 ms

Die Elemente X und XX werden durch die Zeichenfrequenz x = 2040 Hz gebildet, die Elemente Y und YY durch die Zeichenfrequenz y = 2400 Hz.

2.2.2. Registerzeichen in Vorwärtsrichtung

Zeichen-kombination	Bedeutung	Schritt 1	2	3	4
1	Ziffer 1	y	y	y	x
2	Ziffer 2	y	y	x	y
3	Ziffer 3	y	y	x	x
4	Ziffer 4	y	x	y	y
5	Ziffer 5	y	x	y	x
6	Ziffer 6	y	x	x	y
7	Ziffer 7	y	x	x	x
8	Ziffer 8	x	y	y	y
9	Ziffer 9	x	y	y	x
10	Ziffer 0	x	y	x	y
11	Platzcode 11	x	y	x	x
12	Platzcode 12	x	x	y	y
13	frei	x	x	y	x
14	frei	x	x	x	y
15	Nummernende	x	x	x	x
16	frei	y	y	y	y

in Rückwärtsrichtung

x a) nach Empfang eines Abrufzeichens X »Ziffer erhalten, sende nächste«; b) nach Empfang eines Abrufzeichens Y »Ziffernsendung unterbrechen«;

y »Ziffer erhalten, sende nächste«.

Darin gilt für die Zeichenelemente sowie für die Pause s zwischen ihnen

	Sendedauer	Erkennungszeit
x, y, s	35 ms	10 ms

Das System arbeitet mit überlappender end-to-end-Zeichengabe (→ Zeichenübermittlung). Es wird für Durchgangsverbindungen überwiegend auf dem europäischen Kontinent eingesetzt.

2.3. Transatlantik-Mehrfrequenzcodewahl (TAT-MFC)

CCITT-Zeichengabesystem Nr. 5 verwendet für Ziffernzeichen einen Parallelcode 2 aus 6. Das System sieht keine Rückwärtszeichen vor, die Ziffernzeichen werden nicht quittiert. Leitungszeichen werden als Ein- oder Zweifrequenzzeichen im Zwangslauf übertragen und stets quittiert.

Das System berücksichtigt die Eigenheiten des auf Transatlantikkabeln eingesetzten → TASI-Systems für Registerzeichen dadurch, daß die Wählinformation im Ursprung erst voll eingespeichert wird und dann nach dem Prinzip der en-bloc-Zeichengabe in parallel codierten Impulsen so schneller Folge gesendet wird, daß der beim Belegungsvorgang mit Hilfe der Leitungszeichen durchgeschaltete Sprechweg bis zum Ende der Ziffernserie durchgeschaltet bleibt. Das Ende wird durch ein Nummernendezeichen (ST) gekennzeichnet, das wegen der fehlenden Quittierungsmöglichkeit unbedingt gesendet werden muß. Die Leitungszeichengabe ist durch das Prinzip des Zwangslaufs TASI-sicher, lediglich für das seltene Eintretezeichen wird ein Impuls vorgesehen, der durch ein verdecktes Zeichenpräfix von 500 ms die maximale TASI-Durchschaltezeit berücksichtigt. Das System ist für wechselseitigen Betrieb ausgelegt, Gegenbelegungen sind im Leitungszeichensystem erkennbar.

2.3.1. Leitungszeichen. Zeichenfrequenzen sind $f_1 = 2400$ Hz, $f_2 = 2600$ Hz. Die Zeichen werden nach dem Prinzip der link-by-link-Zeichengabe ausgetauscht, das Beginnzeichen zwecks Beschleunigung mit überlappender Zeichengabe.

	Richtung	Frequenz	Form	Erkennungszeit
Belegungszeichen	vorw.	f_1		40 ms
Abrufzeichen	rückw.	f_2		40
Besetztzeichen	r.	f_2		125
Quittungszeichen	v.	f_1	Zwangslauf	125
Beginnzeichen	r.	f_1		125
Quittungszeichen	v.	f_2		125
Schlußzeichen	r.	f_2		125
Quittungszeichen	v.	f_1		125
Eintretezeichen	v.	f_2	850 ms Impuls	125
Auslösezeichen	v.	$f_1 + f_2$	Zwangslauf	125
Auslösequittungszeichen	r.	$f_1 + f_2$		125

2.3.2. Registerzeichen. Zeichenfrequenzen sind 700, 900, 1100, 1300, 1500 und 1700 Hz, von denen jeweils zwei, parallel übertragen, ein Zeichen bilden. Die Impulsdauer beträgt für die KP-Zeichen 100 ms, für andere 55 ms. Wegen der TASI-Nachwirkzeit werden Pausenzeiten begrenzt auf 55 ms zwischen den Impulsen und 80 ms zwischen Belegungszeichen und KP-Zeichen, damit der Sprechweg für die Registerzeichengabe durchgeschaltet bleibt. Die Zeichen werden nach dem Prinzip der link-by-link-Zeichengabe übertragen, in Transitvermittlungen mit überlappender Zeichengabe.

Zeichenfrequenzen (Hz)	700	900	1100	1300	1500	1700
Zeichenbedeutung						
KP1 (Endverkehr)			+			+
KP2 (Durchgangsverkehr)				+		+
Ziffer 1	+	+				
Ziffer 2	+		+			
Ziffer 3		+	+			
Ziffer 4	+			+		
Ziffer 5		+		+		
Ziffer 6			+	+		
Ziffer 7	+				+	
Ziffer 8		+			+	
Ziffer 9			+		+	
Ziffer 0				+	+	
Platzcode 11	+					+
Platzcode 12		+				+
ST (Nummernende-Zeichen)					+	+

2.4. Europäische Mehrfrequenzcodewahl (MFC) ist unter Mitwirkung mehrerer europäischer Fernmeldeverwaltungen entwickelt und im Rahmen der CEPT spezifiziert worden. Das System verwendet in einem Code 2 aus 6 parallel codierte Registerzeichen, die nach dem Prinzip des Vollzwanglaufs (→ Zeichenübermittlung) ausgetauscht werden. Die Leitungszeichen werden in bilateral vereinbarten Systemen ausgetauscht; die Einführung eines einheitlichen Leitungszeichensystems (s. 2.4.2) wird angestrebt. Das System ist vorzugsweise für gerichtet betriebene Leitungen ausgelegt und gestattet bei entsprechender Ausrüstung die umsetzungsfreie Übertragung aller Zeichen bis in das nationale Netz des Ziellandes; es kann als nationales System eingesetzt werden.

2.4.1. Registerzeichen. Das Registerzeichensystem der MFC-Wahl verwendet unterschiedliche Frequenzen für Vorwärts- und Rückwärtszeichen und kann daher auch auf Zweidrahtleitungen betrieben werden, was für den nationalen Einsatz erforderlich ist. Zeichenfrequenzen und -kombinationen zeigt folgende Tabelle:

Zeichenfrequenzen und -kombinationen.

Zeichen		Frequenzen in Hz						
Nr. (x + y)	Numerischer Wert	1380	1500	1620	1740	1860	1980	Vorwärtsrichtung
		1140	1020	900	780	660	540	Rückwärtsrichtung
	= Indexziffer	f 0	f 1	f 2	f 3	f 4	f 5	Indexziffer (x)
	Gewicht	0	1	2	4	7	11	Gewicht (y)
1	0 + 1	x	y					
2	0 + 2	x		y				
3	1 + 2		x	y				
4	0 + 4	x			y			
5	1 + 4		x		y			
6	2 + 4			x	y			
7	0 + 7	x				y		
8	1 + 7		x			y		
9	2 + 7			x		y		
10	3 + 7				x	y		
11	0 + 11	x					y	
12	1 + 11		x				y	
13	2 + 11			x			y	
14	3 + 11				x		y	
15	4 + 11					x	y	
		Indexziffer					Gewicht	

Damit werden Registerzeichen folgender Bedeutung gebildet:

in Vorwärtsrichtung:

(s. Tabelle Vorwärtsrichtung)

in Rückwärtsrichtung:

(s. Tabelle Rückwärtsrichtung)

Die Zeichen werden im Vollzwangslauf nach dem Prinzip der überlappenden end-to-end-Zeichengabe (→ Zeichenübermittlung) ausgetauscht.

2.4.2. Leitungszeichen. Als Ersatz für die vielfältigen, bilateral vereinbarten Leitungszeichensysteme, welche in MFC-Wahlbeziehungen eingesetzt werden, wird die Einführung eines einheitlichen Systems angestrebt, das mit tonfrequenten Dauer-

Vorwärtsrichtung.

Zeichen	Gruppe I	Gruppe II (Antwort auf A 3 und A 5)	
1	Ziffer 1	Teilnehmer ohne Vorrang	im nationalen Dienst[3])
2	Ziffer 2	Teilnehmer mit Vorrang	
3	Ziffer 3	Prüfeinrichtung	
4	Ziffer 4	Reserve	
5	Ziffer 5	Vermittlungsplatz	
6	Ziffer 6	Datenübertragung	
7	Ziffer 7	Teilnehmer	im internationalen Dienst
8	Ziffer 8	Datenübertragung	
9	Ziffer 9	Reserve	
10	Ziffer 0	Vermittlungsplatz	
11	Zugang zu Vermittlungsplätzen, nicht gezielt, Code 11[1])	frei verfügbar	im nationalen Dienst[4])
12	a) Zugang zu Vermittlungsplätzen, ggf. gezielt, Code 12[2]) b) Transitverbindung c) Anfrage abgelehnt (z. B. als Antwort auf A 9, A 10)	frei verfügbar	
13	Zugang zu Prüfeinrichtungen	frei verfügbar	
14	Einschaltung von Echosperren	frei verfügbar	
15	Nummernende	frei verfügbar	

[1]) Diesem Zeichen folgt nur das Zeichen I 15

[2]) Diesem Zeichen können weitere Ziffern und das Zeichen I 15 oder nur das Zeichen I 15 folgen.

[3]) Im internationalen Abgangsregister II 1 bis II 4 in II 7, II 5 in II 10 und II 6 in II 8 umsetzen.

[4]) Im internationalen Abgangsregister in II 7 oder II 10 umsetzen.

Rückwärtsrichtung.

Zeichen	Gruppe A	Gruppe B
1	Sende nächste Ziffer (n + 1)[1]	(National frei verfügbar)[4]
2	Sende zweitletzte Ziffer (n − 1)[1]	Anschlußnummer geändert
3	Übergang zu B-Zeichen[3]	Anschlußleitung besetzt
4	Gassenbesetzt (national)	Gassenbesetzt
5	Sende: Art der Verbindung[2]	Anschlußleitung oder Richtung nicht beschaltet
6	Sprechweg durchschalten	Anschlußleitung frei (mit Gebühr)
7	Sende drittletzte Ziffer (n − 2)[1]	Anschlußleitung frei (national ohne Gebühr)[4]
8	Sende viertletzte Ziffer (n − 3)[1]	Anschlußleitung gestört
9	National frei verfügbar	National frei verfügbar[5]
10	National frei verfügbar	National frei verfügbar[5]
11	Sende Transitkennung (I 12)	Reserve } im internationalen Dienst
12	Sende Sprach- oder Diskriminationsziffer	Reserve } im internationalen Dienst
13	Identifizierung: Sende die erste internationale Kennziffer der abgehenden CT[3]	Reserve } im internationalen Dienst
14	Einschaltung von Echosperren	Reserve } im internationalen Dienst
15	Gassenbesetzt (int. Transit)	Reserve } im internationalen Dienst

1) Als Antwort auf Ziffer n gesendet.
2) Mit Zeichen der Gruppe II zu beantworten.
3) Wiederholung des gleichen Zeichens: Sende nächste Ziffer der zu identifizierenden CT.
4) Im internationalen Abgangsregister als B 6 gewertet.
5) Führt im internationalen Verkehr zum Auslösen der Verbindung vom abgehenden internationalen MFC-Register an und zum Anlegen des Hinweistones.

zeichen niedrigen Pegels arbeitet und die Zeichen nach dem link-by-link-Prinzip austauscht. Es wird ausschließlich systemeigene Zeichengabe (→ Zeichenübermittlung) über Vierdrahtträgerfrequenzleitungen vorgesehen.

Das Leitungszeichensystem zeigt folgende Tabelle:

Zeichen	Wirkungsrichtung	Zustand in Vorwärtsrichtung	Zustand in Rückwärtsrichtung
Ltg. frei		Ton	Ton
Ltg. belegt	vorwärts	kein Ton	Ton
Beginnzeichen	rückwärts	kein Ton	kein Ton
Schlußzeichen	rückwärts	kein Ton	Ton
Auslösezeichen	vorwärts	Ton	kein Ton oder Ton
Sperrzeichen	rückwärts	Ton	kein Ton

R. Hoffmann

Zeichengeber TW 39. Der Z. erzeugt die in größeren Telex-Vermittlungsstellen (TxVSt) für Vermittlungs- und Prüfeinrichtungen benötigten Kombinationen des Telegrafenalphabets Nr. 2. Je TxVSt wird er als zentrale Einrichtung mit automatischer oder manueller Ersatzschaltmöglichkeit aufgebaut. Die elektrischmechanische Ausführung erzeugt 32 Kombinationen und Steuerimpulse (nk-Impulse) durch motorgetriebenen Nockenkontaktsender. Die Textformung erfolgt in den Verbrauchereinrichtu ngen, wobei Relaisketten während des Stopschrittes durch nk-Impuls fortgeschaltet werden. Die elektronische Ausführung, Fernschreibzeichensender genannt, erzeugt 8 Schrittintervalle (Anlaufschritt, 5 Kombinationsschritte, 2 Sperrschritte) im elektronischen Sendeverteiler mittels transistorisierter Flip-Flop-Schaltungen. Die Taktfrequenz wird durch einen Quarzgenerator gesteuert. Die 8 Schritte sind über elektronische Leistungsschalter zum Kombinationsfeld (KF) durchgeschaltet. KF bildet durch Dioden-Verknüpfungen die 32 Kombinationen und nk-Impulse.

Zeichengeschwindigkeit. Die Z., früher Fernschreibleistung genannt, ist ein Maß für die Leistungsfähigkeit eines Telegrafenapparates bzw. einer Datenendeinrichtung. Sie wird angegeben in Zeichen/sec oder Zeichen/min.

Zeichenleser → automatische Zeichenerkennung.

Zeichenlochkarte. Lochkarte, auf der ein Teil oder alle Daten durch Bleistiftstriche an vorgezeichneten Stellen (Positionsschrift) eingetragen werden. Die Bleistiftstriche sind elektrisch leitend und werden maschinell abgetastet. Nach diesen wird die Z. vor der weiteren Verarbeitung wie eine Lochkarte maschinell gelocht.

Zeichenpräfix, Zeichenquittung → Zeichenübermittlung.

Zeichenschritt ist der Telegrafierschritt mit dem Kennzustand A. → Kennzustände (bei der Telegrafie).

Zeichensender ist in der Fernsprechvermittlungstechnik eine Geräteanordnung zum Erzeugen von Tonfrequenzzeichen entsprechender → Zeichengabesysteme (internationale) und Einspeisen der Zeichen in die Übertragungswege. Die Zeichenfrequenzen werden in zentralen Generatoren erzeugt, welche die für die einzelnen Zeichengabesysteme geforderten Frequenz- und Pegeltoleranzen für einen großen Lastbereich, der nach oben von der Anzahl der gleichzeitig parallel zu versorgenden Schaltglieder begrenzt wird, einhalten müssen. Die Generatoren arbeiten mit LC- oder RC-Rückkopplung und enthalten in älteren Ausführungen Röhren, in neueren ausschließlich Transistoren als aktive Bauelemente. Sie werden zur Sicherheit je Vermittlung, wegen der großen Anzahl von Schaltgliedern meist je Schaltgliedgruppe gedoppelt, wobei automatische Ersatzschaltung bei Ausfall von Betriebsgeneratoren vorgesehen

wird. Die Ersatzgeneratoren werden an einer Ersatzlast betrieben und wie die Betriebsgeneratoren überwacht. Die Zeichenimpulse werden durch Kontakte geformt, wobei ggf. vorgeschriebene Impuls- und Pausentoleranzen, bei Zwei- und Mehrfrequenzzeichengabeverfahren auch Zeittoleranzen für den gleichzeitigen Frequenzeinsatz sowie bei letzteren Pegeltoleranzen für die Entkopplung der Zeichenfrequenzen einzuhalten sind. Hinter festen, frequenzunabhängigen Dämpfungsgliedern zum Erreichen des am jeweiligen Anschaltepunkt erforderlichen Einspeisepegels werden die Zeichen durch eine angepaßte Einspeiseschaltung induktiv in den Sprechweg eingespeist. Bei Z., die an durchgehenden Leitungen angeschaltet sind, wobei teilweise → Sperrverzögerung beim Senden vorgesehen ist, wird die Sperrschaltung mit Differentialübertrager ausgeführt, so daß die Zeichenenergie fast ausschließlich in Senderichtung fließt und der in der deutschen Technik zur Leitungssperrung üblicherweise angewendete Leitungskurzschluß vor dem Einspeisepunkt ohne Auswirkung bleibt. *R. Hoffmann*

Zeichenübermittlung. Der Übermittlung vermittlungstechnischer Zeichen liegen gewisse Prinzipien und Merkmale zugrunde, die Bestandteile der festgelegten → Zeichengabesysteme [internationale] (CCITT-Zeichengabesysteme) sind. Die wesentlichen sind, nach übergeordneten Merkmalen geordnet, folgende: Zeichenform. Dauerzeichen (Zustandszeichen) werden dargestellt durch elektrische Dauerzustände auf den Leitungen (Leitungsadern an Plus- oder Minuspotential oder ohne Potential; Ton, kein Ton). Die Zeichenkapazität ergibt sich aus der Kombination der vorgesehenen unterschiedlichen Zustände und der Zahl der getrennten Übertragungsmöglichkeiten. Diese Zeichenform wird nur für → Leitungszeichen angewendet. Ziffernzeichen können durch Gleichstromstufen dargestellt werden; sie sind eher den Impulszeichen zuzurechnen. Impulszeichen werden dargestellt durch in der Zeitdauer fest bemessene elektrische Zustände (Gleich- oder Wechselstromimpulse). Das Zeichenmerkmal ist die Impulslänge. In nichtkodierten Systemen werden für Leitungszeichen überwiegend zwei verschiedene Impulslängen vorgesehen und für die Zeichenbedeutung auch der Verbindungszustand (z. B. Gesprächszustand) beim Empfang des Impulses ausgewertet. Die Ziffernzeichen werden durch Impulse übertragen, deren Anzahl dem Ziffernwert entspricht. In kodierten Systemen (Codewählsystemen) werden die Ziffernzeichen zwecks größerer Schnelligkeit und Sicherheit mit Impulsgruppen konstanter Länge übertragen (CCITT-Zeichengabesystem Nr. 3 und Nr. 4). Zwangslauf arbeitet mit zeitlich nicht fest bemessenen Zeichen, bestehende Systeme ausschließlich mit Tonfrequenzzeichen. Ein Zeichen in Vorwärtsrichtung wird bei Empfang eines Zeichens in Rückwärtsrichtung beendet; dieses endet bei Erkennen des Endes des Vorwärtszeichens. Dieser Ablauf wird als Zeichenzyklus bezeichnet. In Zeichengabesystemen mit Zwangslauf muß auf jedes Zeichen in Vorwärtsrichtung eines in Rückwärtsrichtung gesendet werden, das nur Quittungscharakter oder auch eigene Bedeutung haben kann. Die Zeichenlängen sind abhängig von Laufzeit und Schaltzeiten in Zeichenempfängern und Vermittlungseinrichtungen. Bei sogenanntem Vollzwangslauf ergibt sich ein Zyklusablauf gemäß Bild 1. Kennzeichnend ist, daß

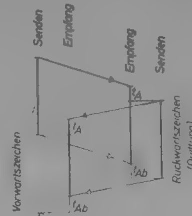
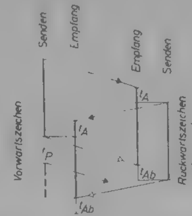


Bild 1. Vollzwangslauf.

ein neues Zeichen in Vorwärtsrichtung erst bei Ende des Gegenzeichens gesendet wird. Für Halbzwangslauf ist kennzeichnend, daß ein neues Zeichen in Vorwärtsrichtung eine gewisse Pausenzeit t_p nach Erkennen des Gegenzeichens gesendet wird, wie Bild 2 zeigt.



t_A *Auswertezeit,* t_{Ab} *Empfängerabfallzeit,* t_P *Pausenzeit.*
Bild 2. Halbzwangslauf.

Lage der Zeichenenergie in bezug auf die Sprachenergie. Außerbandzeichengabe. Sie verwendet Zeichenfrequenzen außerhalb des übertragenen Sprachbandes (300 ... 3400 Hz). Im weitesten Sinne zählen dazu Gleichstromzeichengabe, im engeren Sinne Wechselstromverfahren wie die Wechselstromzeichengabe mit 25 oder 50 Hz oder die systemeigene Zeichengabe (Trägerfrequenz-Wahl) über einen jedem Sprechweg zugeordneten Zeichenkanal in der Lücke zwischen den Sprechkanälen von TF-Systemen mit 3825 oder 3850 Hz jeweils oberhalb des zugehörigen Sprechkanals. Durch die vierdrähtige Führung der Sprechwege ist die Übertragung von Vorwärts- und Rückwärtszeichen mit der gleichen Zeichenfrequenz möglich. Die Übertragung der Zählimpulse mit 16 kHz im deutschen Wählnetz ist dazuzurechnen.

Die Schaltkennzeichen werden hierbei unkodiert in Impulsform übertragen.

Innerbandzeichengabe. Sie verwendet Zeichenfrequenzen innerhalb des übertragenen Sprachbandes (300 ... 3400 Hz) auf den Sprechwegen selbst. Die Zeichengabe kann daher durch auf den Sprechwegen

übertragene Sprach- und sonstige Störenergie beeinflußt werden. Für die auch während des Gesprächszustandes zu übertragenden → Leitungszeichen werden Frequenzen oberhalb 2000 Hz mit großem Abstand von der sogenannten Schwerpunktfrequenz der Sprache (bei etwa 1100 Hz) gewählt, das ist der Sprachbandbereich mit dem höchsten Anteil an Sprachenergie. Wegen des Dämpfungsverlaufs der üblichen Übertragungswege liegt die obere praktisch ausnutzbare Frequenz bei 3000 Hz. Für die → Registerzeichen wird das Sprachband unterhalb 2000 Hz ausgenutzt; sie werden durch Sprache nicht beeinflußt, da die Sprechwege während des Verbindungsaufbaues nicht bis zum Teilnehmer durchgeschaltet sind. Gegen andere Störquellen werden besondere Sicherungsmaßnahmen getroffen. Die höhere Bandbreite läßt gegenüber Außerbandzeichengabe Kodierung der Registerzeichen zu. Durch Benutzung verschiedener Frequenzgruppen ist die Bildung von Vorwärts- und Rückwärtszeichen auch bei zweidrähtiger Führung der Sprechwege möglich.

Zentraler Zeichenkanal. Er benutzt zwar den Frequenzbereich des Sprachbandes, überträgt aber auf einem von den Sprechwegen getrennten Weg die Zeichen für mehrere Leitungen (z. B. für alle Leitungen eines Bündels) kodiert in der Zeichenform üblicher Datenübertragungsverfahren für Fernsprechleitungen. Die Zeichen werden den Leitungen durch Leitungsadressen zugeordnet.

Zeitlicher Ablauf der Zeichenübermittlung. En-bloc-Zeichengabe. Sie bezeichnet eine Übertragungsart für Ziffernzeichen, bei der ein Register die gesamte eine Verbindung betreffende Wählinformation in einer ununterbrochenen Folge aussendet. Die Information muß im ersten sendenden Register vorher vollständig gespeichert sein. Folgende Register können mit dem Weitersenden vor der vollständigen Einspeicherung beginnen. Diese Arbeitsweise wird dann als überlappende Zeichengabe bezeichnet. Einzelziffernsendung. Sie bezeichnet eine Übertragungsart für Ziffernzeichen, bei der ein Register die mit einem gewissen Abstand eintreffenden, gewählten Ziffern einzeln weitersendet.

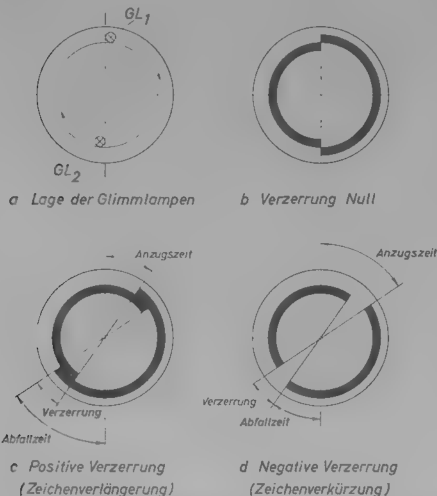
Link-by-link-Zeichengabe. Sie bezeichnet für Registerzeichen eine Übertragsart, bei der jedes Register am Anfang eines Leitungsabschnittes dem folgenden Register die gesamte für den Verbindungsaufbau benötigte Zifferninformation sendet. Jedes beteiligte Register muß hierbei Speicherkapazität für die gesamte Wählinformation besitzen. Bei Leitungszeichen wird damit ein Verfahren bezeichnet, bei dem Zeichen in jeder Vermittlung empfangen, zum Teil bewertet und dann weitergesendet werden. End-to-end-Zeichengabe. Sie bezeichnet für Registerzeichen eine Übertragungsart, bei der das Register am Anfang der Leitungskette allen folgenden Registern jeweils nur die Zifferninformation sendet, welche diese zur Leitweglenkung in ihrer Vermittlung benötigen. Erst das letzte Register in der Leitungskette erhält die gesamte Zifferninformation für den weiteren Verbindungsaufbau, wobei nicht benötigte Ziffern weggelassen werden können. Durchgangsregister benötigen nur Speicherkapazität für die maximale Anzahl von leitwegbestimmenden Ziffern. Leitungszeichen durchlaufen hierbei Vermittlungen im Zuge der Leitungskette ohne Umsetzung und werden erst in den Vermittlungen am Ende der Leitungskette wirksam.

Zeichensicherung. Neben Sicherungsmaßnahmen übertragungstechnischer Natur in den Zeichenempfängern werden zusätzlich systemgebundene Maßnahmen getroffen. Die wesentlichen sind: die Erkennungszeit, d. h. Verzögerung der Auswertung eines am Empfängerausgang erscheinenden Gleichstromzeichens um eine gewisse Zeit, die größer ist als eine möglicherweise vorgesehene → Sperrverzögerung. Dadurch werden die meist wesentlich kürzer als mit Zeichenlänge auftretenden Störzeichen nicht wahrgenommen. Zeichenpräfix. Es ist ein Zeichenteil unmittelbar vor dem eigentlichen Funktionsteil eines Zeichens, der gegenüber dem Funktionsteil durch Störspannungen wesentlich weniger wahrscheinlich nachgebildet wird und den Zeichenempfänger erst empfangsbereit macht (P im CCITT-System Nr. 4) oder durch seine Dauer eine mögliche Zeichenverstümmelung ausgleicht (verdecktes TASI-Präfix von 500 ms beim Eintretezeichen des CCITT-Systems Nr. 5, → Zeichengabesysteme, internationale). Die Zeichenquittung stellt durch Quittungszeichen in Gegenrichtung sicher, daß ein Zeichen oder eine Zeichengruppe empfangen wurde. Eine Sicherung stellt die Quittung im Zwangslauf dar, weil damit bei Auftreten von Störungen, die sonst Impulse gewisser Länge erfordern würden, eine automatische Verlängerung der Zeichenzeiten eintritt, während bei ungestörten Übertragungsbedingungen die konstruktiv und durch die unvermeidbaren Zeichenlaufzeiten bestimmte höchste Übertragungsgeschwindigkeit erreicht wird. Allerdings geht die Zeichenlaufzeit mehrfach ein, so daß sich der Zeichenaustausch z. B. auf Satellitenleitungen stark verlangsamt. Die Zeichenkodierung wird zur Sicherung und Erhöhung der Zeichenkapazität insbesondere bei Registerzeichen vorgesehen. Überwiegend werden einfache prüfbare Codes angewendet. Fehlerhaft empfangene Zeichen werden nur in neuesten noch nicht allgemein festgelegten Systemen durch Wiederholung korrigiert, in älteren gehen die Verbindungen bei Auftreten eines Fehlers zu Verlust. Angewendet werden z. B. als Seriencode arhythmischer Code mit 4 Zeichenelementen und Start- und Stopschritt (CCITT-System Nr. 3), vierschrittiger Binärcode (CCITT-System Nr. 4), als Parallelcode die Kodierung 2 aus 6 (CCITT-System Nr. 5, Mehrfachfrequenzcodewahl) und 2 × 1 aus 4 (Tastenwahl). *R. Hoffmann*

Zeichenverzerrung ist die Verformung eines Telegrafiezeichens, → Verzerrung.

Zeichenverzerrungsmeßgerät MG 76.1 gestattet die Messung von Verzerrungen, die Wählzeichen bei der Übertragung über Nachrichtensysteme aller Art erleiden. Ebenso können Verzerrungen von Relais damit

gemessen werden. Das Gerät arbeitet nach dem stroboskopischen Prinzip und enthält einen Zeichensender und -empfänger. Der Sender liefert Gleichstromzeichen mit einem Pulspausenverhältnis von 1:1 und einer Zeichenlänge von 30 ms. Der Empfänger besteht im wesentlichen aus einer von einem Synchronmotor mit 1000 U/min angetriebenen Scheibe, auf der diametral zwei Glimmlämpchen so angebracht sind, daß sie auf zwei konzentrischen Kreisen rotieren. Die Glimmlampen werden durch das empfangene Wählzeichen über eine Zündröhre gezündet und leuchten, wenn die Wählzeichen unverzerrt übertragen werden, 30 ms lang auf. Da die rotierende Scheibe für eine Umdrehung 60 ms braucht, sind auf einer Skalenscheibe, auf der die 360 Winkelgrade in 60 ms aufgeteilt sind und die vor den Glimmlampen angeordnet ist, zwei leuchtende Halbkreise zu sehen, die um 180° gegeneinander versetzt sind. Sind die Wählzeichen verzerrt, dann überlappen sich die Halbkreise, wenn die Wählzeichen zu lang sind, sind sie zu kurz, dann ist zwischen den beiden Halbkreisen eine dunkle Zone (s. Bild).



Zeichenverzerrungsmeßgerät für Kanalumsetzer mit systemeigener Wahl MG 76.

Die Breite der Überlappung bzw. der dunklen Zone in ms ist ein Maß für die Verzerrung der Wählzeichen. Prellungen der Relais können an kurz aufleuchtenden Lichtblitzen erkannt werden. Das Gerät gestattet außerdem die Ermittlung der Anzugs- und Abfallzeiten vom Relais.

Literatur: K. Günther. Postleitfaden, Band 6, Fernmeldetechnik, 8. Teil Meßtechnik (1962), 2. Teilband, Seite 561—565.

Wystrach

Zeichenvorrat → Zeichen in der Informationstheorie.

Zeichenzählvorrichtung. Notwendig beim Zusammenarbeiten von Streifenschreibern mit Blattschreibern, um an der richtigen Stelle die Funktionszeichen »Wagenrücklauf« und »Zeilenvorschub« geben zu können. Zeichenzahl einheitlich auf 69 festgelegt. Die Z. ist ein Schrittschaltwerk, das beim Zeichen »Wagenrücklauf« auf Null zurückgestellt wird.

Zeichenzyklus → Zeichenübermittlung.

Zeigerfrequenzmesser sind Frequenzmesser, bei denen das Meßergebnis von einem Instrument angezeigt wird. Der ursprüngliche Z. wurde für die genaue Überwachung der Betriebsfrequenz in parallel betriebenen 50-Hz-Starkstromnetzen entwickelt. Er benutzt eine Sonderbauform des elektrodynamischen Meßinstrumentes, das sogenannte Kreuzfeldinstrument. (Zwei feststehende gekreuzte Feldspulen und eine bewegliche Drehspule mit Zeiger.) Diese Art Z. besitzt einen festen (oder auch abstimmbaren) Parallel-Schwingungskreis aus Spule und Kondensator, dessen Resonanzfrequenz bei der Sollfrequenz liegt (z. B. 50 Hz). Die bewegliche Spule mißt die Spannung *U* am Schwingungskreis. Die feststehende Feldspule wird vom Strom der Schwingkreisinduktivität durchflossen, der der Spannung um 90° nacheilt, wenn die zu messende Frequenz gleich der Resonanzfrequenz des Schwingungskreises ist. In diesem Fall entsteht kein Drehmoment an der beweglichen Spule des Anzeigeinstrumentes. Weicht dagegen die Meßfrequenz von der Resonanzfrequenz ab, dann entsteht ein positiver bzw. negativer Zeigerausschlag. Die Instrumentenskala kann in Hertz geeicht werden. Z. werden auch für andere Frequenzbereiche (15 Hz ... 1000 Hz) mit umschaltbaren Schwingungskreisen hergestellt und auch als Meßwerke in Frequenzschreibern verwendet. Die Meßunsicherheit derartiger Z. liegt zwischen 0,1% bis 1%.

Eine andere Gruppe von Z. — auch als Frequenzzeiger bezeichnet — arbeitet mit einem (umschaltbaren) Meßkondensator, der mit Hilfe einer elektronischen Schaltung über einen Stromweg geladen und über einen zweiten Stromweg entladen wird. Die zu messende Frequenz erzeugt Impulse konstanter Amplitude, mit denen der Kondensator periodisch aufgeladen wird. Die Ladungsmenge pro Zeiteinheit ist proportional der Anzahl der Ladungen, also proportional f, so daß der im Ladestromkreis liegende Strommesser direkt in Hertz geeicht werden kann. Durch Umschalten des Meßkondensators kann der Frequenzbereich erweitert werden. Die elektronische Schaltung ist so ausgelegt, daß eine Schwankung der Meßspannung in weiten Grenzen keinen Einfluß auf die Frequenzanzeige hat.

Literatur: Postleitfaden Meßtechnik, 1. Teilband, R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Berlin–Hamburg.

Sommer

Zeigertelegraf → Geschichte des Fernmeldewesens 1. 1. 2. 5. 2.

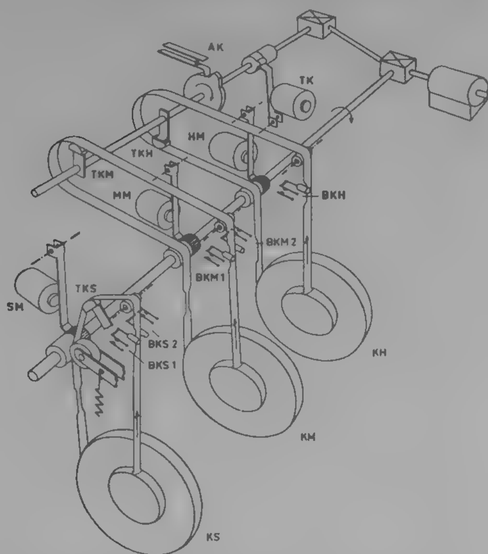
Zeilenfreiheit → Bildgüte.

Zeilensprungverfahren → Fernsehen 1.

Zeilenvorschub. Durch ein Funktionszeichen ausgelöste Weiterschaltung des Papierbandes beim Blatt-Fernschreiber, das einem Z. gleichkommt.

Zeitansage. Die Z. wird im Rahmen der Fernsprechansagedienste durch automatische → Zeitansageeinrichtungen verbreitet. Sie wechselt in einem Abstand von 10 Sekunden und besteht aus der Angabe der Stunde, der Minute und jeder vollen zehnten Sekunde.

Zeitansage-Einrichtungen. Die Zeitansage über Fernsprechvermittlungsstellen ist der älteste Ansagedienst der deutschen Postverwaltung. Anfangs wurde der elektroakustische Gongschlagzeitgeber (1928), ab 1935 die »sprechende Uhr« in Berlin eingesetzt. Diese arbeitete nach dem Tonfilmverfahren. Die Fortschritte der Magnettontechnik führten zur Entwicklung der Z. mit Magnettonband, das ab 1955 in großem Ausmaß angewendet wurde. Während bei der Tonfilmausführung die Sekunden alle vier Sekunden einmal angesagt wurden, geschieht dies bei der Einrichtung mit Magnettonband jede 10. Sekunde. Der Minutentext wird sechsmal je Minute, der Stundentext 360mal je Stunde gegeben. Zu diesem Zweck wurde der Gesamttext auf drei Tonbänder verteilt, wobei der Begleittext »beim nächsten Ton ist es« mit auf das Zehnsekundenband aufgenommen wurde.



KS, KM, KH = Kassette für Sekunden-, Minuten- und Stundenband, TKS, TKM, TKH = Tonkopf für Sekunden-, Minuten- und Stundenband, SM, MM, HM = Kupplungsmagnet für Sekunden-, Minuten- und Stundenband, BKS 1, BKM 1, BKH = Steuerkontakt für Sekunden-, Minuten- und Stundenband, BKS 2, BKM 2 = Auslösekontakt für Minuten- und Stundenband, TK = Auslösemagnet für Tonkopfachse, AK = Auslösekontakt auf Tonkopfachse.

Prinzip des Magnetton-Zeitansagegerätes für 10 sekundlich wechselnde Durchsage.

Das Sekundenband wird bei der Abtastung über einen feststehenden Tastkopf gezogen. Minuten- und Sekundenband werden durch bewegliche Tonköpfe abgetastet, die sich im Innern je einer geschlitzten Trommel kreisförmig bewegen. Das Gerät arbeitet im Start-Stop-Betrieb, um synchron mit der genauen Zeit zu bleiben. Als Tongenerator wird die Ruf- und Signalmaschine des Wähleramtes benutzt (s. Bild).

Beim konstruktiven Aufbau wurde besonderer Wert auf leichte Zugänglichkeit und auf guten Staubschutz gelegt. Ebenso wurden auch die elektrischen Bauelemente so ausgewählt, daß über lange Zeiten ausreichende Betriebssicherheit gewährleistet ist. Die zeitgerechte Fortschaltung der Bänder wird über eine elektrische Hauptuhr vorgenommen, die bei einer Störung durch eine Reserveuhr ersetzt wird. Um alle über das Bundesgebiet verstreuten Z. mit der genauen MEZ in Übereinstimmung zu bringen, muß täglich ein Zeitvergleich mit den stündlichen Zeitmarken des 1000-Hz-Normalfrequenznetzes der DBP durchgeführt werden.

Im Bereich der DBP werden am Sitz der Zentralvermittlungsstellen 8 Z. betrieben.

Literatur: Nachrichtentechn. Zeitschrift Jahrgang 11, Heft 4, April 1958 — F. Ritter, Die selbsttätige Zeitansage im Ortsfernsprechnetz Berlin TFT 24 (1935), S. 12 — RPZ V N1: Selbsttätiges Zeitansagegerät (Bauart Siemens & Halske), Beschreibung 539 E10, Ausg. Sept. 1939 — H. Goetsch, Zeitansager, Taschenbuch für den Fernmeldetechniker, 11. Aufl. 1950, T II, S. 132–134 — Deutsch, Verbesserte Geräte für die Zeitansage, FTZ 5 (1952), S. 425 — A. Arzmaier, W. Kammerer, Baustein-Uhrenzentrale mit erhöhter Betriebssicherheit, Elektropost 8 (1955), S. 465 — F. Merkel, K. Schmidtner, Zeitansage mit Magnettonband, NTZ 12 (1958), S. 203–209.

Rother

Zeitbereichs-Vocoder → Vocoder.

Zeiterfassungseinrichtung (Telex) → Gebührenerfassung im Telexdienst.

Zeitkanal. In der PCM-Technik von dem englischen Wort »timeslot« abgeleiteter Begriff für die gruppenweise Zusammenfassung mehrerer Codezeichen (Bits) innerhalb eines Rahmens (→ Rahmen). Jeder Z. enthält dabei die gleiche Anzahl von Codezeichen. Bei den Fernsprech-PCM-Übertragungssystemen (→ PCM-Übertragungssysteme) ist es international üblich, jeweils 8 Bits zu einem Z. zusammenzufassen. Sind daher bei einem derartigen Übertragungssystem innerhalb eines Rahmens z. B. 192 Bits angeordnet, so besitzt dieses System $192 : 8 = 24$ Zeitkanäle zu je 8 Bits. Man findet auch PCM-Übertragungssysteme, bei denen ein Rahmen 256 Bits umfaßt; entsprechend hat man dann $256 : 8 = 32$ Zeitkanäle zu je 8 Bits. In diese Zeitkanäle müssen die über PCM-Übertragungssysteme zu übertragenden Fernsprechkanäle eingeordnet werden. Je nachdem, ob man die NF-Fernsprechsignale in 128 oder 256 Stufen quantisiert (→ Quantisierung), erhält man bei der nachfolgenden Codierung (→ Codierverfahren) unter Verwendung des Binärcodes (→ Digitalübertragung) Codeworte, die aus 7 oder 8 Bits bestehen (sog. 7-Bit- bzw. 8-Bit-Codierung; $128 = 2^7$, $256 = 2^8$). Ordnet man nunmehr die 7-Bit-Codeworte in die 8 Bit umfassenden Z. ein, so bleibt ein Bit je Z. übrig, das für → Kennzeichenübertragung, → Synchronisierung von PCM-Übertragungssystemen und andere Zwecke verwendet werden kann. Bei Einordnung der 8-Bit-Codeworte in die Z. werden alle 8 Bits eines jeden Zeitkanals belegt.

Für die Übertragung der Kennzeichen und der Synchronisiersignale muß daher je ein anderer Z. bereitgestellt werden. Man verliert damit 2 Z. für die Übertragung von Fernsprechkanälen. Ein PCM-Übertragungssystem mit 24 (oder 32) Z. kann demnach bei 7-Bit-Codierung 24 (bzw. 32) Fernsprechkanäle einschließlich der zu diesen Fernsprechkanälen gehörigen vermittlungstechnischen Kennzeichen sowie die Synchronisierzeichen übertragen. Im Falle der 8-Bit-Codierung verringert sich die Zahl der übertragbaren Fernsprechkanäle auf 22 bzw. 30. Bei PCM-Übertragungssystemen ist daher bei einer gegebenen Anzahl von Z. die Zahl der übertragbaren Fernsprechkanäle von der Zahl der Quantisierungsstufen und den Verfahren für die Kennzeichen- und Synchronisierzeichenübertragung abhängig. *Irmer*

Zeitkonstante. Kehrwert τ der mit der Zeit t zu multiplizierenden Größe im Exponenten eines nach einer e-Potenz zeitlich abklingenden Vorgangs, z. B. Ausgleichsvorgangs. So folgt etwa der Strom i durch eine Spule vom Widerstand R und der Induktivität L beim plötzlichen Ein- oder Abschalten im Gleichstromkreis der Beziehung

$$i_e = I\,(1 - e^{-t/\tau}),\ i_a = I\,e^{-t/\tau},$$

wobei $\tau = L/R$ die Z. Für einen Kondensator der Kapazität C gilt entsprechend $\tau = RC$. Hat der Kondensator ein Isoliermaterial der Dielektrizitätskonstante ε und der elektr. Leitfähigkeit σ (Isolierwiderstand R_i), so beträgt die Z. für die Selbstentladung $\tau = R_i C = \varepsilon/\sigma$. Im freien Medium mit ε und σ wird der Quotient ε/σ auch als Relaxationszeit bezeichnet.

Zeitmeßgerät für die Fernbetriebsbeobachtung. An → Betriebsbeobachtungsplätzen in → Fernvermittlungsstellen mit Handbedienung bietet das Z. die Möglichkeit, die zum Teil sehr kurzen und unmittelbar aufeinanderfolgenden Abschnitte beim Aufbau einer Fernsprechverbindung zeitlich zu messen. Das Z. ist auf die Messung von 7 Teilzeiten (Z 1 bis Z 7) und der Summenzeit Z 8 bei der Herstellung von Verbindungen über → Rufleitungen abgestellt:

Z 1 Anmeldewartedauer, Z 2 Anmeldedauer, Z 3 Herstelldauer der Verbindung bis zum Rufen der Gegen-FernVStHand, Z 4 Dauer bis zur Meldung der Gegen-FernVStHand, Z 5 Dauer bis zur Meldung des gerufenen Teilnehmers, Z 6 Gesprächsdauer, Z 7 Trenndauer, Z 8 Gesamtdauer der Verbindung (Summe Z 1 bis Z 7).

Das Z. enthält 7 Rückstellzähler und die dazugehörenden Anschaltetasten. Die Zähler werden der Reihe nach einzeln an einen Sekundenkontakt angeschaltet, und zwar wird bei Tastendruck der jeweils vorhergehende Zähler abgeschaltet. Ein weiterer Zähler (Z 8) zeigt die Summenzeit an. Das Z. erübrigt das sonst erschwerte Messen mit 8 Stoppuhren.

Zeitmultiplex-Übertragung ist eine Übertragung mehrerer unabhängiger Signale (z. B. Telegrafierzeichen) über einen Übertragungskanal mittels Abtastung und zeitlicher Staffelung der Abtastwerte, → Modulation 2, → Verteiler.

Zeitschreiber → Chronograph.

Zeitstempel. Zeitvermerk für Abgabe bzw. Aufnahme eines Fernschreibens oder Telegramms werden im allgemeinen mittels Zeitstempel abgedruckt, bei schwach belasteten Verbindungen aufgeschrieben. Konstruktionslösungen nicht einfach; beträchtliche Anforderungen: zuverlässiges Uhrwerk gegen die Stoßbeanspruchungen, sauberer Druck, geringe Geräusche (Hauptforderung), Farbbänder mit höchster Haltbarkeit und zuverlässiger Weiterschaltung, Betrieb des Druckmagnets (falls vorhanden) möglichst mit Wechselspannung, in diesem Falle Vermeiden von Brummgeräuschen, leichtes Heranführen der zu bedruckenden Fernschreiben. Z. besteht aus zwei Hauptteilen und zwei Hauptvorgängen. Der untere Teil des Z. enthält den Druckmagnet, der daran gelenkte obere Teil enthält das mechanische Hauptuhrwerk bzw. das Nebenuhrwerk elektrischer Art; er wird durch Betätigen einer Schaltklappe nach unten bewegt und druckt dabei die durch das Uhrwerk an einem Rollenschaltwerk eingestellten Zeitangaben auf das zwischengeschobene Fernschreiben oder Telegramm. In das Druckwerk kann auch ein Zahlen- und ggf. ein Buchstabendruckstreifen für die Kennzeichnung der Bedienungsperson bzw. der Gegenstelle eingesetzt werden. Es gibt auch Zeitstempel mit Abdruck von Hand.

Zeitstudien → Arbeitsuntersuchungen.

Zeitsysteme sind die Grundlage für Zeitmessungen und damit auch für Frequenzmessungen. Es sind mehrere Z. nebeneinander in Gebrauch. Universal Time (UT), Weltzeit: Die Sekunde ist der 86 400. Teil des mittleren Sonnentages. Die UT bezieht sich auf die Rotation der Erde um ihre Achse. Die von astronomischen Instituten aus Sternbeobachtungen laufend gemessene UT_0 wird nach Anbringung von Korrektionen, die den Einfluß der Schwankungen der Erdachse und periodischer Schwankungen der Erdrotation beseitigen sollen, UT_2 genannt. Die verbleibende Ungleichmäßigkeit der UT_2 war der Anlaß zur Einführung der Ephemeridenzeit (ET), bei der die Sekunde als der 31 556 925, 9747. Teil des tropischen Jahres 1900 definiert ist. Sie bezieht sich auf die Erdrevolution, d. h. den Umlauf der Erde um die Sonne. Die ET wurde 1956 von der 10. Generalversammlung des internationalen Komitees für Maß und Gewicht eingeführt. Ihr Wert liegt auf etwa 10^{-9} fest (1967). Die Atomzeit (AT) wurde 1967 von der 13. Generalkonferenz für Maß und Gewicht eingeführt und beruht auf der Zuordnung der Frequenz 9 192 631 770 Hz auf einen festgelegten Niveauübergang der Hyperfeinstruktur des Caesiumatoms. Caesiumatomuhren können mit einer Genauigkeit von 10^{-12} gebaut werden. Die Atomzeitskala wird als Mittelwert der Caesiumstandards vieler Länder vom Bureau international de l'Heure (BHI) errechnet. Die Universal Time Coordinated hat gegen AT einen vom BHI jährlich neu festgelegten Frequenzversatz, der in den Jahren 1966 bis 1970 $-300 \cdot 10^{-10}$ betrug. Die UTC ist damit an die AT angeschlossen, sie soll Astronomen, Geodäten und Nautikern die

Benutzung der Atomzeit erleichtern. Bei der Stepped Atomic Time (SAT) folgen die Zeitzeichen der Atomzeit, werden aber in Sprüngen von 200 msec (evtl. später auch von 1 sec) an die Zeitskala UT angeglichen.

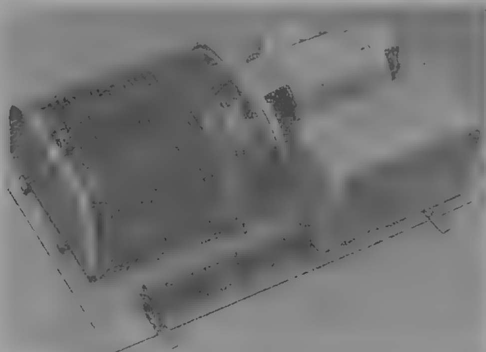
Im Juli 1967 betrugen die Zeitunterschiede ET — UT_2 = 38 Sekunden, UT_2 — UTC = 43 Millisekunden, AT — UTC = 5,8 Sekunden. Die Zeit wird laufend von Normalfrequenz- und Zeitzeichensendern übertragen (→ Normalfrequenzen, → Zeitzeichen).

Literatur: Becker, Von der astronomischen zur atomphysikalischen Definition der Sekunde, PTB-Mitt. 76 (1966), Heft 4 u. 5 — Becker, Die Sekunde ist neu definiert worden, 67 (1967), Heft 24.

Bastelberger

Zeittaktgeber. Die Gebührenerfassungseinrichtungen für die Landesfernwahl übertragen die Zählimpulse während des Gespräches. Die erforderlichen Zeittakte, deren zeitliche Abstände von der Zone abhängig sind, werden in zentralen Zeitgebereinrichtungen erzeugt. Als Zeitgebereinrichtungen können Maschinen-Zeittaktgeber, Relais-Zeittaktgeber und Elektronische Zeittaktgeber eingesetzt werden.

1. Maschinen-Zeittaktgeber: Der Zeittaktgeber ZTG erzeugt die Grundzeittakte, die beim Selbstwählferndienst (SWFD) zur automatischen Gebührenerfassung benötigt werden. In der normalen Ausführung besteht der Maschinen-Zeittaktgeber aus zwei Zeittaktgebermaschinen (ZTG), von denen eine als Betriebsmaschine, die andere als Reservemaschine dient, und einer Überwachungsschiene (ÜWS). Die Zeittaktgebermaschine besteht aus dem Impulsgeber, dem Antriebsmotor und dem Röhrenregelgerät (s. Bild).



Maschinen-Zeittaktgeber.

Diese Teile sind auf einer Grundplatte angeordnet, die in einen Rahmen eingeschoben wird, der seinerseits wieder in einem Gestellrahmen (GR) befestigt ist. Über zwei 30teilige Messer- und Federleisten werden die Verbindungen mit den übrigen Einrichtungen hergestellt.

Der Impulsgeber besteht aus zwei in einer Gußwanne in selbstschmierenden Sinterbronzelagern gelagerten Wellen (Teilnehmer- und Münzerwelle), auf denen jeweils nebeneinander 15 Scheiben aus Hartgewebe angeordnet sind. Auf dem Umfang sind gleichmäßig verteilt, Nocken ausgearbeitet. Für die Nockenzahl der einzelnen Scheiben ist das Verhältnis der Dreiminutengebühr der betreffenden Fernzone zur Ortsgebühr bestimmend. Da der Zeittaktgeber 6 Zeittakte je Sprechzeit liefern soll, muß die Welle in 180 sec : 6 = 30 sec umlaufen (n_t = 2 Umdrehungen je Minute). Da bei SWFD-Gesprächen vom Münzfernsprecher die Gebühren in gleicher Höhe wie bei Teilnehmersprechstellen liegen, aber als Vielfaches von 0,10 DM erhoben werden, muß die Münzerwelle die Zeittakte in schnellerer Folge liefern als die Teilnehmerwelle, d. h., die Münzerwelle dreht bei einer Gebühreneinheit von z. Z. 0,18 DM $^4/_5$ schneller als die Teilnehmerwelle (n_m = 3,6 Umdrehungen je Minute). Jede Nockenscheibe betätigt einen Kontaktfedersatz, der bei geschlossenem Kontakt den Impulsstromkreis schließt. Die Nockenscheiben der einen Welle erzeugen so die Zeittakte für Teilnehmersprechstellen, die der anderen die Takte für die Münzfernsprecher. Über je ein Zahnradpaar wird unter Zwischenschaltung eines an den Motor angeflanschten Getriebes die Verbindung mit der Welle des Antriebsmotors hergestellt. Der Motor hat eine Drehzahl von 1500 U/min während des Tagtarifs und 1000 U/min bei Nachttarif. Die Motordrehzahl wird durch ein Röhrenregelgerät konstant gehalten. Dem Motor wird zunächst eine Grunderregung zugeführt, die durch eine vom Regelgerät gesteuerte Zusatzerregung ergänzt wird, die die Umdrehungszahl auf den Sollwert einregelt. Zur Steuerung der Zusatzerregung liegen Reihenresonanzkreise an einer Tonfrequenzspannung, die im Antriebsmotor erzeugt wird. Die Resonanzfrequenz des einen Kreises liegt bei dem 0,9fachen, die des anderen Kreises bei etwa dem 1,1fachen der jeweiligen Nennfrequenz. Die beiden Schwingkreise bilden zusammen mit Gleichrichtern und Widerständen einen Frequenzdiskriminator, dessen Ausgangsspannung als Steuerspannung für eine Röhre verwendet wird. Hierdurch wird die Drehzahl mit einer Abweichung unter 0,5 % auf ihren Sollwert eingestellt.

Die Umschaltung auf die jeweils erforderliche Motordrehzahl erfolgt mit Hilfe eines Relais, das die Resonanzlage der beiden Kreise durch Kondensatorumschaltung verändert und damit die Abstimmung des Frequenzdiskriminators verschiebt. Da die Umschaltung auf die bestimmte Motordrehzahl (1500 U/min oder 1000 U/min) — bedingt durch das Tarifgefüge — zu festgelegten Zeiten erfolgen muß, wird die Umschaltung durch eine Signalhaupt- oder Signalnebenuhr gesteuert. Die Überwachungsschiene dient zur Umschaltung der in kompletten Anlagen jeweils zweifach vorhandenen Zeittaktgebermaschinen. Sie enthält außerdem die Einrichtungen, die zur Überwachung der Drehzahl des Antriebsmotors, zur Stillstandsanzeige der Teilnehmer- und Münzerwelle und zur Kontrolle der Zeittakte benötigt werden.

Eine komplette Zeittaktgeberanlage enthält außerdem noch eine Nachtumschalteschiene zur Umschaltung

der Zonen bei Nachttarif, Zeittaktverteilschienen, die die Aufteilung der Takte von Teilnehmer- und Münzerwelle auf die in der KVStW vorhandenen Zählimpulsgeber oder Register vornehmen, und Taktverdopplung oder Taktzeitverdreifachungsschienen, mit deren Hilfe spezielle Zähltakte für den Grenzverkehr erzeugt werden.

Die Taktverteilschienen werden so angeordnet, daß nicht mehr als 6 Relais eines Zonentaktes parallel geschaltet werden, da sonst die Strombelastung zu hoch ist.

2. Relaiszeittaktgeber: Der Relaiszeittaktgeber ist der Vorläufer des Maschinenzeittaktgebers und wird heute nur noch in geringem Umfang eingesetzt. Er ist aus in der Vermittlungstechnik gebräuchlichen Bauelementen aufgebaut und liefert ausreichend genaue und gleichbleibende Zeittakte. Als Grundmaß dient die Zeit, die ein Kondensator-Widerstandskreis in Verbindung mit einem empfindlichen Telegrafenrelais liefert. Die Umschaltung auf Nachttarif ist durch Veränderung des Grundtaktes möglich. Um verschiedene Zeittakte zu gewinnen, müssen mehrere Grundtakte vorgesehen und die einzelnen Grundtakte geeignet vervielfacht werden.

Da der Aufwand für einen voll ausgebauten Relaiszeittaktgeber mit Ersatzeinrichtung und selbsttätiger Umschaltung im Störungsfall relativ hoch ist und durch Dauerbeanspruchung die Lebensdauer geringer ist als jene der Wähleinrichtungen, wurde der unter A) beschriebene Maschinenzeittaktgeber entwickelt.

3. Elektronische Zeittaktgeber: Auf der Suche nach neuen Möglichkeiten zur Erzeugung und einfachen Änderung von Zeittakten wurde ein elektronischer Zeittaktgeber entwickelt. Der Grundtakt wird aus der Netzfrequenz erzeugt. Durch Gleichrichtung und anschließende Triggerung werden Rechteckimpulse gewonnen, die als Grundtakt für Zählketten verwendet werden. Ein Ersatzgenerator ermöglicht die Umschaltung im Störungsfall. Tarifumstellungen können durch entsprechende Maßnahmen realisiert werden. Der wesentliche Vorteil einer solchen Anlage ist die Wartungsfreiheit.

Zeittaktgeber (Telex). Gleiche Ausführung wie Zeittaktgeber (Fe), jedoch mit anderer Bestückung der Nockenwelle, weil die Zeittakte im Selbstwähldienst von denen des Telexdienstes abweichen.

Altehage/Jendra

Zeittaktüberwachungseinrichtung. Die Z. für SWFD und vSWFD dient der Überwachung der Taktverteilung der Zeittaktgeberanlage.

Die Z. kontrolliert, ob alle Kontakte der Taktverteilung der verschiedenen Zeittakte ordnungsgemäß schließen und öffnen. Sie stellt außerdem die richtige Impulszahl jeder Überwachungsgruppe (siehe unten) bei Tag- und Nachtschaltung fest, bezogen auf die Umdrehung der jeweils benutzten Welle der Zeittaktgebermaschine. Sie erfaßt so auch Berührungen und Erdschlüsse an den zu den ZIG und ZUe führenden Verbindungen der Taktverteilung. Als Überwachungsgruppe wird eine Gruppe von Taktverteilkontakten gleichen Taktes bezeichnet, die, durch Gruppen von Anschalt-Elementen der Z. (Anschaltegruppen) zu einer Einheit zusammenfaßt, gleichzeitig überwacht werden. Normalerweise schaltet sich die Z. in stetigem Durchlauf nacheinander an die verschiedenen Überwachungsgruppen an und nimmt so in kurzen Zeitabständen eine Überprüfung der gesamten Taktverteilung vor. Sie kann aber auch von Hand auf jede beliebige Überwachungsgruppe gesteuert werden und diese dauernd prüfen. Die Z. berücksichtigt durch ein Rangierkabel die dem Tarif entsprechenden Taktzahlen und durch ihren Ausbau mit steckbaren Baugruppen die Anzahl der Taktverteilkontakte des SWFD mit ZIG vor oder hinter ZGW. Je nach örtlichen Gegebenheiten kann sie auch die Taktverteilung des vSWFD allein oder zusätzlich zu der des SWFD überwachen, bei Ergänzung durch einen Zusatz auch mit Taktzeitvervielfachung und Spannungsimpulsabgabe. Ein weiterer Zusatz ermöglicht im Sonderfall, auch Überwachungsgruppen einer zweiten, besonderen Zeittaktgebermaschine zu prüfen. Stellt die Z. einen Fehler fest, so gibt sie Alarm und zeigt die fehlerhafte Überwachungsgruppe sowie den Fehler an. Die Z. mit ihren einzelnen Anschalteschienen wird in den Gestellrahmen der Zeittaktgeberanlage eingebaut. *Altehage*

Zeittaktverteilung → Zähltakt- und Zeittaktverteilung.

zeittreues Modell → simulierter Fernmeldeverkehr.

Zeitvielfach, nichtsynchrones (asynchrones) → Datenvermittlungssystem, elektronisches.

zeitweiliger Korrosionsschutz. Schutzmaßnahme, die nur zeitweilig (z. B. beim Transport oder bei der Lagerung vor der endgültigen Verwendung) zu wirken braucht.

Literatur: Entwurf DIN 50 902, Okt. 1965.

Zeitzeichen sind Signale, die in bestimmter Form die genaue Zeit anzeigen; sie werden über Funk verbreitet. Zunächst war es die Schiffahrt, die sie für die Ortsbestimmung auf See verlangte. 1910 gab das Marineobservatorium Wilhelmshaven über den Sender Norddeich ein solches Z., dessen Abgabe 1917 auf die Sternwarte Hamburg und den Sender Nauen verlegt wurde. 1919 übernahm die → Deutsche Seewarte diesen Zeitdienst; 1943 wurde unter den Einwirkungen des Krieges die Auslösung des Zeitzeichens vorübergehend dem Geodätischen Institut in Potsdam übertragen. Auf Drängen aus Fischereikreisen wurde 1946 ein schwacher Sender in Cuxhaven zur Übertragung des englischen Z. eingesetzt, bis das → Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg 1949 wieder ein Z. hoher Genauigkeit abgeben konnte. Über die Art und Weise der Gewinnung der Unterlagen für dieses Z. s. Lit. 1. Die Z. des Deutschen Hydrographischen Instituts werden heute über Sender in Norddeich, Elmshorn und Kiel mit Seefunkfrequenzen und über einen Sender in Mainflingen auf Langwelle ausgestrahlt.

Näheres über die Form der Z. ist aus Lit. 2. zu entnehmen.

Literatur: 1. H. Enslin. Die Uhr, 1964. 2. Nautischer Funkdienst, herausgeg. v. Deutschen Hydrographischen Institut Hamburg (lfde. Ergänzungen).

Zelle → galvanische Elemente, → Akkumulatoren.

Zellenauswahl → Matrizenspeicher.

Zellon ist ein Gemisch von hochmolekularen, azetonlöslichen Azetylzellulosen mit Zusätzen von Kampfer und Gelatinierungsmitteln von der Art der Kresylphosphate. Z.-Lack ist eine Auflösung von Z. in Gemischen von → Aceton, Holzgeist, Spiritus, Tetrachloräthan u. dgl. Man durchtränkt oder überzieht mit ihm Gewebe, Kabel, Leitungsdrähte, Papier usw. Es hinterbleibt ein wasserdichtes isolierendes Häutchen von Azetylzellulose.

Zellophan, Zellglas, kommt in Gestalt durchsichtiger oder matter Folien oder Rollen oder in anderer Form in den Handel. Zur Z.-Darstellung geht man von einer Viskoselösung aus. Als Viskose bezeichnet man ein aus Zellulose durch Einwirkung von Schwefelkohlenstoff und Alkali erhaltenes Zellulosexanthogenat, das in Natronlauge gut löslich ist. Die Viskose wird in geeigneten Apparaturen in angesäuerten Bädern in der jeweils gewünschten Form ausgefällt. Verwendung in Bandform zur Umhüllung feiner Kupferlitzen anstelle einer Verzinnung, um Biegsamkeit zu erreichen.

Zellpolyäthylenisolierung → Isolierung von Kupferleitern.

Zelluloid ist eine feste Lösung aus Kampfer und Nitrozellulose. Herstellung: die gemahlene Nitrozellulose wird zusammen mit Kampfer gewalzt, gepreßt und unter Druck erhitzt. Z. wird wegen seiner Feuergefährlichkeit in der Fernmeldetechnik kaum noch verwendet.

Zellulose → Papier.

Zement ist ein hydraulischer Mörtel, der nach dem Erhärten von Wasser nicht mehr angegriffen wird. Darstellung: ein Gemenge von Kalziumkarbonat mit kalk- und tonhaltigen Gesteinen wird bei 1400°C gebrannt. Durch Feinmahlung des erhaltenen Klinkers erhält man Portland-Z. Er ergibt mit Wasser eine steinharte Masse. Die Anforderungen an Z. sind im einzelnen festgelegt in den DIN 1164 »Portland-Z., Eisenportland-Z., Hochofen-Z.«. Z. findet u. a. in der Fernmeldetechnik Verwendung für den Bau von → Kabelschächten und zur Herstellung der Kabelkanalformsteine.

Zenerdiode. Halbleiterdiode, die im Sperrbereich den als Zenereffekt (→ Durchbrucheffekte) bezeichneten, reversiblen, elektrischen Durchbruch zeigt. Die Zenerspannung, bei der der Durchbruch erfolgt, hängt von der Dotierung ab. Mit wachsender Dotierung sinkt die Zenerspannung. Z. dienen in Schaltungen als Spannungsstabilisatoren.

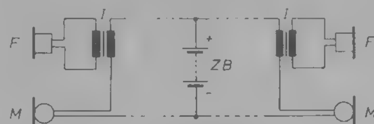
Zenneck, Jonathan, Geh. Regierungsrat, Dr. rer. nat., Dr.-Ing. E. h., Professor. Geb. 15. 4. 1871 in Ruppertshofen/Württbg., gest. 9. 4. 1959 in Alt-Hegnenberg bei München. 1896 Assistent von Braun am physikalischen Institut der Universität Straßburg; 1909 Leiter des physikalischen Instituts der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik Ludwigshafen; 1911 ordentlicher Professor an der TH Danzig; 1913 o. Professor an der TH München, emeritiert 1939. Pionier der drahtlosen Übertragung. Beschrieb 1899 die zeitliche Ablenkung des Kathodenstrahls mit zeitproportionalen, zur Netzfrequenz synchronen Gleichströmen, führte 1899 und 1900 die berühmt gewordenen drahtlosen Übertragungsversuche von Cuxhaven nach Helgoland und Schiffen durch und hielt im 1. Weltkrieg in den USA bis 1917 den Funkbetrieb zwischen Nauen und der in deutschem Besitz befindlichen Großfunkstation Sayvill aufrecht. Nach Rückkehr aus amerikanischer Internierung 1919 — und Ausbau seines Instituts für Experimentalphysik — widmete er sich in besonderem Maße der Schwingungslehre. Durch zahlreiche Veröffentlichungen und als Herausgeber der Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik wurde er einer der bekanntesten Fachleute. Zu nennen sind u. a. seine Bücher »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie« (1905) und »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« (1908). Zahlreiche Ehrungen wurden ihm zuteil, u. a.: Ehrendoktor der TH Dresden, Heinrich-Hertz-Medaille, Goldene Medaille des Institute of Radio Engineers, Gauß-Weber-Medaille der Universität Göttingen, Grashof-Gedenkmünze des VDI, Großes Bundesverdienstkreuz, Siemensring, Ehrenpräsident des Deutschen Museums.

Literatur: NTZ 1959, H. 5, S. 273; 1958, H. 1, S. 56. Poggendorff. H. M. Schulze: Pioniere d. Nachr. Wesens.

Feiertag/Teichmann

Zennecksche Drehfeldellipse → Bodenwelle.

Zentralbatterie-Grundschaltung. Die grundsätzliche Art der Zusammenschaltung von 2 Fernsprechstellen bei → ZB-Betrieb zeigt das Bild. Im Gegensatz zum



ZB-Grundschaltung.

→ OB-Betrieb werden die Mikrophone aus einer in der Vermittlungsstelle aufgestellten zentralen Batterie — der ZB — gespeist. Damit die Widerstandsschwankungen des Mikrophons vom Widerstand der Leitung möglichst wenig beeinträchtigt werden, wird mit einer höheren Betriebsspannung — gebräuchlich sind 24 V, 48 V und 60 V — als bei → OB-Betrieb und mit hochohmigen Sprechkapseln gearbeitet. Die Induktionsspule I sorgt dafür, daß der Fernhörer F nicht von Gleichstrom durchflossen wird. Die Speisung der Mikrophone M aus der ZB ist grundlegend

für alle neuzeitlichen Nebenstellenanlagen und Ortsvermittlungsstellen mit Wählbetrieb.

Literatur: E. Feyerabend, Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

Zentralbehörde für das Fernmeldewesen in der BRD ist das → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, das in der überbezirklichen Aufgabenstellung von den Zentralämtern (→ Fernmeldetechnisches Zentralamt, → Posttechnisches Zentralamt, → Sozialamt der DBP) unterstützt wird.

zentrale Auftragsbuchhaltung im Rahmen der Beschaffung für die Fernmeldedienste der DBP → Evidenzbuchhaltung.

zentrale Auslands-Prüfeinrichtung für das AFwS 64. Um das Zusammenwirken der einzelnen technischen Einrichtungen (AZIG o. AAnS, RSW, ARg, AUmw, AMkr, AZoKpl, ARKpl) einer Auslandsvermittlungsstelle mit Wählbetrieb (AuslVStW) und damit die Betriebsgüte durch regelmäßige vollautomatische Funktionsprüfungen ständig zu überwachen, wurde auf Anregung der DBP eine z. A. (ZAuslPrE) entwickelt. Ihre Aufgabe ist es, teilnehmergleiche Probeverbindungen (Aufgabe eines gehenden ARg) aufzubauen und die über den → Auslandsrichtungskoppler zu der Prüfeinrichtung weiterlaufenden Informationen als kommendes → Auslandsregister auszuwerten. Hinzu kommen Vergleichs-, Kontroll-, Meß-, Programmsteuer- und Fehlerauswertungsaufgaben.

zentrale Güteprüfstelle → Fernmeldetechnisches Zentralamt.

zentrale Versuchswerkstatt → Fernmeldetechnisches Zentralamt, → Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamts.

zentraler Prüfempfänger. Der z. P. dient zur Bestimmung der Start-Stop-Verzerrung der Fernschreibzeichen, die von Fernschreibanschlüssen der eigenen oder einer anderen Vermittlungsstelle gesendet werden, ohne Mitwirkung eines Beamten in einer Vermittlungsstelle. Der z. P. wird wie eine Teilnehmerstelle angewählt. Ist die Verbindung aufgebaut, so wird vom Ausgangspunkt aus ein Prüftext zum z. P. gesendet. Dieser mißt die Start-Stop-Verzerrung und speichert die festgestellten Höchstwerte. Wenn die Aussendung des Prüftextes beendet ist, sendet der z. P. die gespeicherten Werte automatisch in Form von Fernschreibzeichen an die am Sendeort stehende Fernschreibmaschine zurück (→ Telexprüfeinrichtungen).

Literatur: Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 156.

zentraler Zeichenkanal → Zeichenübermittlung.

Zentralgruppenwähler sind → Ferngruppenwähler, an dessen Ausgängen Leitungen zu Zentralvermittlungsstellen angeschaltet sind.

Zentrallaufnummerngeber → Laufnummerngeber.

Zentralprüfsender. Der Z. dient zur Überprüfung des Empfangsspielraumes von Fernschreibmaschinen bei Teilnehmern ohne Mitwirkung eines Beamten in der Vermittlungsstelle. Der Z. wird von der Teilnehmerstelle aus angewählt und gibt nach Aufbau der Verbindung einen Prüftext zur Fernschreibmaschine des Teilnehmers. Dieser Prüftext wird zunächst unverzerrt und dann mit einseitiger Start-Stop-Verzerrung von 20%, 30%, 36% und 40% gesendet. Jeweils in der Mitte des Prüftextes wird die Verzerrungsrichtung von vor- auf nacheilend umgeschaltet. Als Bausteine des Z. dienen ein elektronischer Zeichengeber, ein → Meßverzerrer, dessen Verzerrung in o. a. Stufen verändert wird und eine Steuereinrichtung, die für den automatischen Ablauf der geschilderten Vorgänge sorgt (→ Telexprüfeinrichtungen).

Literatur: Schiweck, Fernschreibtechnik, 1962, S. 837 — Schönhammer, Voss, Fernschreibübertragungstechnik, 1966, S. 158.

Zentralstelle für Dokumentation und Information der DBP → Fernmeldetechnisches Zentralamt, → Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamts.

Zentralstelle für Ton- und Fernsehübertragungen → Rundfunkübertragung.

Zentralstellwerk → Fernsteuern von Signalanlagen, → Stellwerk.

Zentraltelegrafenstelle → Telegrafenwählnetz.

Zentralvermittlungsstelle → Fernvermittlungsstelle.

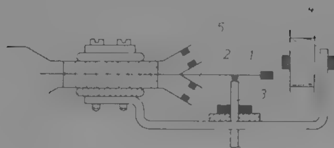
Zentralwert → Mediane.

Zentrifugalkraft → Dynamik.

Zer (Cer), Ce, Atomgewicht 140,13, ϱ 6,8, Fp. 775°C, Kp. 1400°C ist ein eisengraues, sehr dehnbares und weiches Metall. Vorkommen: hauptsächlich im Zerit, der etwa 60% davon enthält. Eine Legierung von 70% Z. und 30% Eisen gibt beim Ritzen ein lebhaftes Funkensprühen. Darstellung: aus Monazitsand, aus dem es nach Umwandlung in Chlorid elektrolytisch gewonnen wird. Verwendung in Feuerzeugen.

Zeresin → Erdwachs.

Zerhacker, engl. Chopper. Im deutschen Sprachgebrauch wird z. T. unterschieden zwischen Z. für Leistungswechselrichter und Chopper für Wählrelais im Gleichspannungsverstärker. Der Z. ist ein Schalter mit einem oder mehreren Umschaltekontakten, der durch ein in mechanischer Resonanz schwingendes Antriebssystem (z. B. Federpendel) periodisch betätigt wird. Der Antrieb erfolgt durch ein Magnetsystem, das entweder über einen der Arbeitskontakte oder über einen besonderen Treibkontakt in Selbstunterbrecherschaltung erregt wird (s. Bild).



1 Schwinganker, 2 Schwingfeder, 3 Treibkontakt, 4 Treibspule, 5 Leistungskontakte, 6 Wechselrichtertrafo.
Zerhacker mit Federpendel (schematisch).

Die Frequenz des Z. ist durch die Eigenfrequenz des Schwingers festgelegt. Bei der DBP wird der elektromechanische Z. noch vereinzelt in der Telegrafie verwendet. Neuerdings ist der Z. durch den elektronischen → Wechselrichter abgelöst worden. *Vetter*

Zerstäubungsverfahren → Dünnschichtdioden.

zerstörungsfreies Lesen → magnetische Speicherelemente, → Speicher.

Zettelrohrpost. In Büchsenrohrpostanlagen (→ Rohrpostsysteme) wird das Fördergut in Büchsen gelegt und in diesen mittels Luftdruck durch die runden Fahrrohre transportiert. Für Abmessungen des Förderguts sind allein die durch die Büchsen-Innenmaße gesetzten Grenzen maßgebend. Demgegenüber ist bei Zettelrohrpostanlagen das Fördergut ein einzelner Zettel, dessen Maße und Papierqualität (Gewicht und Steifigkeit) engen Toleranzen genügen müssen, der aber ohne Verwendung eines Behälters durch die Fahrrohre gesendet wird. Die Rohre haben rechteckigen Querschnitt (→ Fahrrohre für Zettelrohrpost). Am Zettel wird an einem Ende eine rechtwinklig abstehende Treiberfahne als Angriffsfläche für die Luft angebogen. — Zettelrohrposten werden in Bibliotheken (für Bücherbestellzettel) und vor allem in → handbedienten Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) der Fernmeldeverwaltungen zum Befördern von Gesprächsblättern eingerichtet.

In deutschen Fernvermittlungsstellen werden → Gesprächsblätter der Größe 60 × 140 mm für Fahrrohre mit lichter Weite von 10 × 70 mm verwendet. Bild 1



Bild 1. Faltung der Gesprächsblätter der Zettelrohrpost.

zeigt ein im Fahrrohr liegendes Gesprächsblatt mit rechtwinklig umgekniffter, 8,5 mm breiter Fahne. Längsriefen im Fahrrohr liefern der Luft zwischen Gesprächsblatt und Rohrwand einen Durchlaß, so daß die Blätter im Luftstrom gleichsam schwimmen (→ Fahrrohre für Zettelrohrpost, Bild 1). Auch vermindern die Riefen den Reibungswiderstand, wodurch sich die Fahrgeschwindigkeit erhöht. — Anforderungen an die Papierbeschaffenheit der Gesprächsblätter: Holzfrei — tinten- und leimfest — gekörnte, maschinenglatte Oberfläche — Papierstärke 0,18 mm — Gewicht 140 bis 150 g/m² — die Fasern sollen in Längsrichtung des Papiers verlaufen — das Papier soll 10 Doppelfalzungen aushalten.

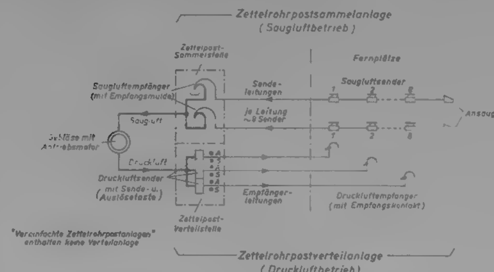


Bild 2. Übersichtsplan einer Zettelrohrpostanlage für handbediente Fernvermittlungsstellen.

Bild 2 zeigt das Grundschema einer Zettelrohrpostanlage für handbediente Fernvermittlungsstellen. Grundsätzlich ist zwischen Sammelanlage und Verteilanlage zu unterscheiden.

Die Gesprächsblätter werden von mehreren Fernplätzen aus zu einer Sammelstelle gesendet. Dafür bietet sich Saugluftbetrieb an. Das Funktionsschema einer mit Saugluftbetrieb arbeitenden Sammelanlage zeigt Bild 3. Die Gesprächsblätter werden durch die in



Bild 3. Grundschema des Saugluftteils einer Zettelrohrpostanlage.

die Tischplatte der Fernplätze eingelassenen Saugluftsender (Bild 4) in das Fahrrohr eingegeben. Ein Sender besteht aus einem Fahrrohrstück, auf dem ein trichterförmiger Ansatz mit klappbarem Deckel zum Einschieben der Zettel angebracht ist. Durch die offene Unterseite können die Zettel in das Fahrrohr gleiten.

Eine Saugluftsendeleitung darf maximal 65 m lang sein und bis zu 10 Sender enthalten. Die Sendeleitung mündet in einen Saugluftempfänger (Bild 5),

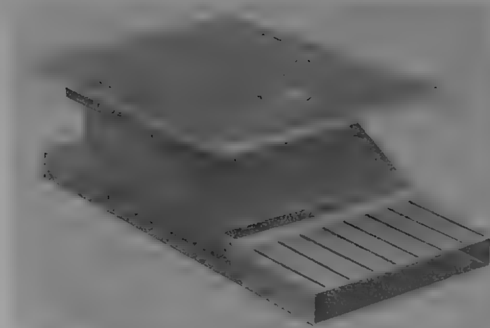


Bild 4. Saugluftsender für Zettelrohrpostanlagen.

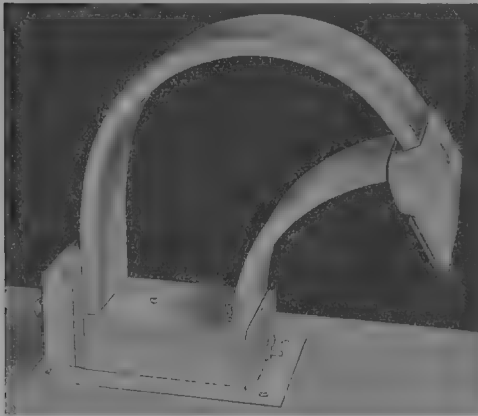


Bild 5. Saugluftempfänger für Zettelrohrpostanlagen.

dessen Wirkungsweise die schematische Darstellung in Bild 3 zeigt. Vor dem halbkreisförmigen Rohrbogen liegt ein luftdicht eingelassener Rohrkontakt. Das Ende des Bogens trägt einen Empfangskopf mit Ausschleusklappe. Aus diesem Kopf wird durch einen kleineren Rohrbogen die Luft abgesaugt. Bei Unterdruck im Empfangskopf schließt die Ausschleusklappe die Öffnung ab. Ein ankommender Zettel betätigt den Rohrkontakt, der eine am Ende des kleinen Rohrbogens sitzende Drosselklappe einschaltet. Dadurch fällt der Unterdruck im Empfangskopf weg. Die Ausschleusklappe öffnet sich, und der Zettel kann ausfahren.

Beim Verteilen der Zettel wird mit Druckluft gearbeitet. Zu jedem Arbeitsplatz führt eine besondere Fahrrohrleitung, die bis zu 130 m lang sein darf. Den Druckluftsender zeigt Bild 6, das Funktionsschema Bild 7. Am Anfang jeder Linie befindet sich ein Druckluftsender, am Ende ein Druckluftempfänger. Durch Drücken der größeren Taste am Sender wird die Einwurföffnung freigegeben. Nach Einschieben des Zettels verschließt der einsetzende Luftstrom die Öffnung.

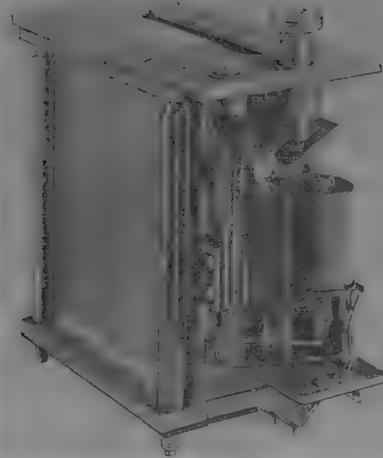


Bild 6. Druckluftsender für Zettelrohrpostanlagen.

Der im Empfänger ausfahrende Zettel veranlaßt die Rückstellung des Senders in seine Ruhelage. Meist sind die Druckluftsender an der Verteilstelle so zusammengefaßt, daß sie eine gemeinsame Luftkammer versorgen kann.

Der Unter- und Überdruck der Luft für den Saug- und Druckluftbetrieb wird von einem elektrisch angetriebenen Drehkolbengebläse erzeugt (→ Gebläse für Zettelrohrpost). Im Mittel herrscht in den Fahrrohren ein Unter- oder Überdruck von ca. 500 mm WS. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft beträgt im Mittel 12 m/s. Die Fahrgeschwindigkeit der Gesprächsblätter 8 m/s.

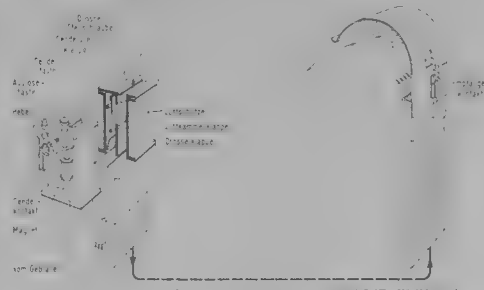


Bild 7.
Grundschema des Druckluftteils einer Zettelrohrpostanlage.

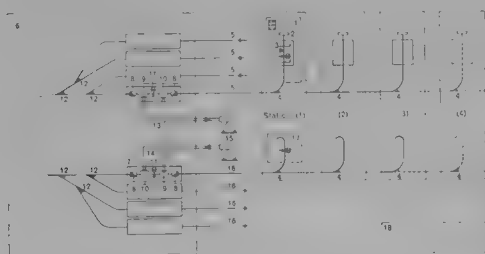
Die → Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung, ein von der Fernmeldeverwaltung der Schweiz entwickeltes Zettelrohrpostsystem, bietet in handbedienten Fernvermittlungsstellen unter Verwendung von Weichen die Möglichkeit, Zettel ohne Mitwirkung einer Zentrale von einem beliebigen Fernplatz aus gezielt zu jedem gewünschten anderen Fernplatz zu senden.

In älteren handbedienten Fernvermittlungsstellen mit überwiegender Abwicklung der Ferngespräche im Speicherdienst wurden oft sehr umfangreiche Zettelförderanlagen errichtet. Mit zunehmender Einführung des Sofortdienstes beschränkte man sich mit vereinfachten Zettelrohrpost-Anlagen auf das Einsammeln der Gesprächsblätter. In den handbedienten Fernvermittlungsstellen des Landesfernwahlnetzes kann indessen auf Zettelrohrpostanlagen weitgehend verzichtet werden.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Kl. Fachbuchreihe für den Post- und Fernmeldedienst, Bd. 24, Verlag Erich Herzog, Goslar, 1954, S. 369 bis 379 und 420 bis 434 — K. Hübner, Rohrpostsysteme. SEL-Nachrichten, Bd. 12 (1964), Heft 3, S. 144 bis 150 — K. Steinbuch, Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, Abschnitt 9: Fördertechnik. Verfasser: W. Grieger, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962. *Gänsler*

Zettelrohrpost mit automatischer Steuerung. Die von der Schweizer Fernmeldeverwaltung entwickelte und in großem Umfange in handbedienten → Fernvermittlungsstellen (FernVStHand) der Schweiz und in anderen Ländern eingesetzte Technik (z. B. in Bibliotheken, in der Frankfurter Börse) ist eine → Zettelrohrpost, die — wie üblich — vom Sender bis zur Zentrale mit Saugluft und von dort bis zum Empfänger mit Druckluft betrieben wird. Elektrisch gesteuerte Weichen und Luftschleusen ermöglichen in Verbindung mit einer Steuer- und Überwachungs-Automatik den Bau automatischer Anlagen, bei denen Zettel von jedem Sender lediglich durch Eintasten der Empfänger-Nummer vollautomatisch zu jedem Empfänger gesendet werden können. Bis zu acht Sender können an eine Sendeleitung angeschlossen werden und mehrere Empfänger an eine Empfangsleitung. Die Hauptvorteile sind: Keine Bedienungskraft mehr in der Zentrale, Ersparnis an Fahrrohr auf der Empfängerseite und größere Leistung. Das Blockschema einer Zettelrohrpostanlage mit automatischer Steuerung zeigt Bild 1. In alle Sender ist ein automatischer Falzapparat eingebaut, der die ungefalzt eingelegten Zettel mit einer einwandfreien Treiberfahne versieht. Es folgen Haltevorrichtungen, eine elektrische Lichtschranke und ein kurzes Fahrrohrstück, das über eine Weiche in die gemeinsame Sendeleitung mündet.

Legt die Vermittlungskraft ein → Gesprächsblatt in den Sender, so wird ihre Wähltastatur oder ihr Nummernschalter an die Zettelrohrpost-Steuerung geschaltet. Eine Signallampe zeigt an, wann die



1 Saugluftsender mit Tastatur
2 Einwurfschlitz
3 Zettel-Falzapparat mit Haltevorrichtungen und Lichtschranke
4 Stationsweiche
5 Sendeleitungen
6 automatische Weichenzentrale
7 Luftschleuse
8 Sperrklappe
9 Saugluftventil
10 Druckluftventil
11 Lichtschranke
12 Zentralweichen
13 Saugluftleitung
14 Druckluftleitung
15 Gebläse
16 Empfangsleitungen
17 Druckluftempfänger mit Lichtschranke und Ausfahrbogen
18 Steuerautomatik

Bild 1. Blockschema einer Zettelrohrpostanlage mit automatischer Steuerung.

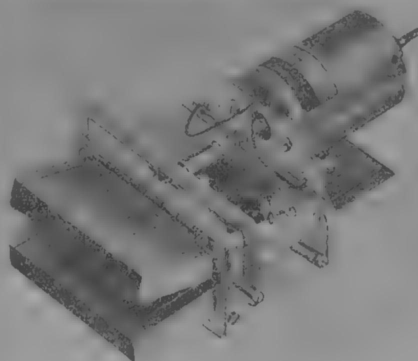


Bild 2. Magnetbetätigter Weichenapparat für Sendeleitungen.



Bild 3. Automatisch-mechanische Weichenzentrale im Fernamt Zürich.

Steuertechnik für die Aufnahme der Empfänger-Nummer bereit ist. Nach der Wahl der Empfänger-Nummer wartet der Zettel in einer Haltevorrichtung, bis er bei freier Sendeleitung von der Steuertechnik abgerufen wird.

Die Sendeleitungen enden in der automatischen Weichenzentrale. Über sie kann jeder Empfänger durch jeden Sender erreicht werden. Hier befinden sich auch die elektrisch gesteuerten Luftschleusen. Die Steuertechnik verteilt die Befehlsimpulse, durch die die verlangte Sendeleitung an die Saugluft und — wenn der Zettel in der Zentrale eingetroffen ist — die Zentralendurchfahrt und die Empfangsleitung an die Druckluftversorgung angeschlossen werden. Nach Durchfahrt der entsprechend dem Bestimmungsort

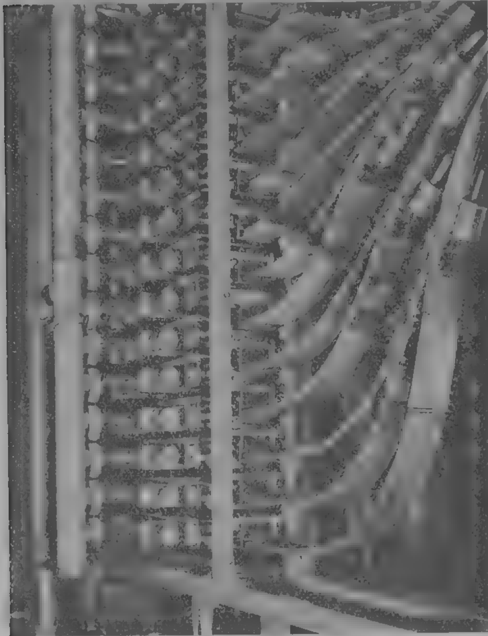


Bild 4. Ausschnitt aus einer automatischen Weichenzentrale (rechts: über Sammelweichen zusammenlaufende Sendeleitungen).

durch die Zentrale gestellten Linien-Weichen gelangt der Zettel über die Empfangsweiche zum gewünschten Platz und wird auf die Tischplatte ausgeworfen. Während im Sender Zettel durch Falzen vorbereitet, die Empfangsstationen gewählt werden, die automatische Steuerung anschließend Saug- und Druckluft zur Förderung einspeist und die Weichen richtig stellt, ist an der Empfangsstation nur eine Auswurfstelle vorhanden. Bild 2 zeigt einen magnetbetätigten Weichenapparat zur Zettelrohrpost. Für diese Weichentechnik wird eine umfangreiche Steuerautomatik, die Register, Umrechner, Sende- und Empfangsstromkreise enthält, benötigt. Als äußerst zuverlässiger Fahrrohr-Kontakt dient ein Photokontakt. Für die infrarote Lichtquelle werden ausgewählte → Fernmeldelampen, die mit Unterspannung arbeiten, verwendet. Die Bilder 3 und 4 zeigen Ausschnitte aus einer automatischen Weichenzentrale im Fernamt Zürich.

Literatur: W. Haffter, Zettelrohrpostanlagen. PRO METAL, Jahrg. 1967, Heft 3. S. 44 bis 49 — M. Hochuli, Automatische Zettelrohrpost. Techn. Mitt. PTT, Jahrg. 1967, Heft 7, S. 393 bis 403. *Gänsler*

ZF-Schaltverteiler, ZF-Umschalteeinrichtung → Richtfunkgrundleitung.

Zickzack-Bandpaß ist eine Spulen sparende Bandpaßschaltung, → Vierpoltheorie 3.6.

Zickzackreflexion → Wellenausbreitung.

Ziehdraht. Um das Zugseil der Kabeleinziehwinde in den Kanalzug einzubringen, ist ein Z. — Stahldraht von 5 mm Durchmesser — erforderlich, der schon vor der Arbeit des Säuberns, Kalibrierens usw. eingebracht wird, um die Arbeitsvorgänge des Einziehens nicht zu verzögern. Zum Einbringen kann ein → Einschiebestahlband oder ein → Einschiebegestänge verwendet werden.

In Kanälen aus Kunststoffrohren befindet sich ein bei der Verlegung eingebrachtes dünnes Kunststoffseil, das außen an der am Boden der Abdichtbecher oder -stopfen angebrachten Öse befestigt wird (→ Kabelverlegung unter 3.).

Ziehmaschine → Kupferdraht.

Ziehwerkzeug → LSA-Kontakt.

Zielbereichsregistriereinrichtung. Die transportable Z. wird in Fernsprech-Fern-Wählvermittlungsstellen (VStW) an einem → Verzoner oder → Register angeschaltet. Sie registriert mit Hilfe eines → Streifenlochers die bei diesen Vermittlungseinrichtungen als Wählimpulse einlaufenden, vom Teilnehmer gewählten Ziffern. Aus den Registrierwerten wird in Datenverarbeitungsanlagen die Aufteilung des Verkehrs von der Anschaltestelle aus berechnet (→ Zielfaktor). Die Z. stellt nur den Belegungsfall, nicht aber die Belegungsdauer fest (→ Verkehrsablauf-Meßeinrichtung).

Zielfaktor. Auf den Gesamtverkehr bezogener Teil des Verkehrs in eine bestimmte Richtung. Man unterscheidet bezüglich der »Messung« verschiedene Definitionen:

1. »Zielfaktor der Belegungen (c_A)« in die Richtung x.

$$Z_x(c_A) = \frac{(c_A)_x}{\sum_{x=1}^{n} (c_A)_x}$$

2. »Zielfaktor der Verkehrsmengen $Y_{(x)}$«

$$Z_x(Y) = \frac{Y_x}{\sum_{x=1}^{n} Y_x}$$

Der Zielfaktor wird nach der Art einer Stichprobe ermittelt. Zur Abschätzung der Genauigkeit verwendet man die Größe des Vertrauensintervalls für die statistische Sicherheit S = 95 %

$$M = \pm \frac{\lambda(S) \cdot 100}{\sqrt{(c_A)_x}} = \frac{196}{\sqrt{(c_A)_x}} \;\%$$

$\lambda(S) = 1{,}96$ für $S = 95\,\%$.

Zieltasten zur selbsttätigen Wahl bestimmter Kennzahlen und Rufnummern im öffentlichen Fernsprechnetz → Rufnummerngeber, → Zahlengeber.

Ziffernzeichen → Registerzeichen.

Zink, Zn, Atomgewicht 65,38, ϱ 7,133, Fp. 419,4° C, Kp. 906° C, stark glänzendes, bläulich-weißes, grobkristallinisches und sprödes Metall. Vorkommen: nicht gediegen, hauptsächlich als Galmei (Z.-Spat), Kieselzinkerz, Z.-Blende und Rotzinkerz. Gewinnung: die Erze werden geröstet und das gebildete Z.-Oxid mit Kohle reduziert und das Z. abdestilliert. Es kann auch auf nassem Wege durch Elektrolyse von Z.-Sulfatlösungen gewonnen werden. Z. findet rein als Elektrodenmaterial und in Form der Verzinkung Anwendung. Als Legierungsbestandteil ist es vorhanden in → Messing, → Rotguß, → Neusilber und in Ferritkernen für → Pupinspulen.

Literatur: Hollemann-Wiberg, Lehrbuch der anorganischen Chemie, Walter de Gruyter & Co. Verlag, Berlin.

Zinkblendegitter → Diamantgitter, → Halbleiterverbindungen.

Zinksulfat, Zinkvitriol, $ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$, Molekulargewicht 287,55, Fp. 40° C, ϱ 1,97, farblose Kristalle, die bei stärkerem Erhitzen ihr Kristallwasser verlieren. Darstellung: Lösen von Zinkabfällen in Schwefelsäure. Z. fand früher Anwendung in der Mastenimprägnierung und als Elektrolyt im Meidinger-Element.

Zinn, Sn, Atomgewicht 118,70, ϱ 7,28, Fp. 231,84° C, Kp. 2340° C, ist ein silberweiß glänzendes, ziemlich weiches Metall. Vorkommen: Haupterz ist der Z.-Stein. Gewinnung: durch Reduzierung des vorher gerösteten Z.-Steins mit Koks im Schacht- oder Flammenofen. Z. wird hauptsächlich zur Verzinnung von Eisenblech verwendet, ferner ausgewalzt als Band für elektrische Apparate. Als Legierungsbestandteil tritt es als Erhärtungszusatz auf im Kabelmantelblei und als → Lötmittel, → Blei, ferner in → Bronzen und niedrig schmelzenden Legierungen.

Zirkulator, nichtreziprokes Bauteil der Höchstfrequenztechnik mit 3 oder mehr Toren, erlaubt Leistungstransport von beliebigem Eingangstor zu nur einem benachbarten Ausgangstor. Mehrere Signale können den Z. auf verschiedenen Wegen durchlaufen. Bild 1 zeigt zwei 3-Tor- oder Y—Z.

Der ferrimagnetische Ferritkern wird zur Vermeidung von Verlusten bei voller Magnetisierung, d. h. oberhalb der Spinresonanz betrieben. Elektrische und magnetische Feldverhältnisse für in Tor 1 eines

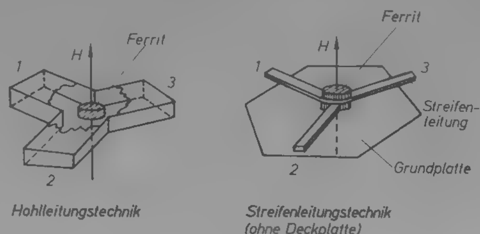


Bild 1. Y-Zirkulatoren.

Streifenleitungs-Z. einlaufende H_{10}-Welle zeigt Bild 2 einmal ohne und einmal mit statischem Magnetfeld des Ferrites (E-Vektor des HF-Feldes senkrecht zur Ferritscheibe).

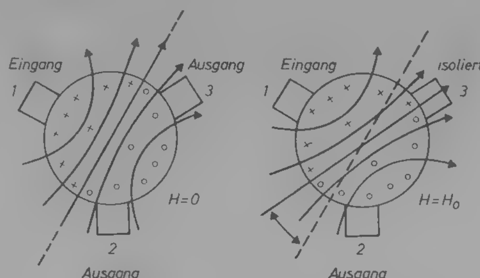


Bild 2. Streifenleitungszirkulator (schematische Draufsicht).

Für H = 0 treten an Tor 2 und 3 zwei Wellen halber Amplitude aus. Bei Magnetisierung $H = H_0$ wird HF-Feld so gedreht, daß die Welle von Tor 1 fast ungeschwächt aus Tor 2 austritt und Tor 3 vollkommen entkoppelt ist. Gleiches gilt für eine Welle von Tor 2 nach Tor 3, dann ist Tor 1 entkoppelt (Voraussetzung: Abschluß der Tore mit ihrem Wellenwiderstand). Technische Anwendung des Z.: Trennung von Eingangs- und Ausgangssignal bei aktiven Eintorelementen (parametrischen, Tunneldioden- oder Maser-Reflexionsverstärkern). Betrieb als → Einwegleitung möglich bei Abschluß eines Tores mit Wellensumpf. Frequenzbereiche von ca. 0,1—150 GHz, mögliche Pulsleistung bis mehrere MWatt.

Literatur: C. E. Fay, R. L. Comstock, Operation of the Ferrite Junction Circulator, JEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Bd. MTT-13, S. 15—27, Jan. 1965. *Fuchs*

Zonenpunkt → Verzoner.

Zonenschmelzen → Germanium.

Zopfanstrich an Fernmeldemasten. Wasserabweisende Abdichtungsmittel auf Bitumenbasis für dachartige Abschrägungen am Kopfende von Fernmeldemasten.

Der Z. wird im Tränkwerk nach dem Tränken aufgebracht. Die wichtigsten Anforderungen an den Z.: zähflüssige Streichkonsistenz bei 20° C, bei 60° C kein Ablaufen von bestrichenen Flächen. Die 2 mm dicke Schicht muß bei einer beliebigen Holzfeuchtigkeit nach 24stündiger Trocknungszeit bei 18 bis 22° C und 65 bis 85% relativer Luftfeuchte den Trockenheitsgrad 1 nach der DIN 53 150 besitzen. Der aufgebrachte Z. darf keine Blasen bilden, er muß wasserundurchlässig sein, darf sich nicht abziehen lassen und durch Regen nicht abwaschbar sein. Trocknungsrisse von 4 mm Breite müssen überbrückt werden, bei einer Rißverbreiterung um 2 mm darf der Z. nicht reißen (s. Fernmeldetechnische Zentralamts-(FTZ-)Richtlinie Rl Nr. VI A 13).

Zores-Eisen → Blitzschutz.

ZS-Code → Codierung.

Zubringer sind Wähler oder Leitungen, die Verkehr einer nachfolgenden Wahlstufe, einer Mischung oder einem Bündel zuführen. Die Zubringer führen meistens Verkehr von vielen Verkehrsquellen.

Zubringerbündel ist eine Gruppe von Zubringerleitungen, die zu einem Bündel zusammengefaßt sind.

Zubringerfunkverbindung → Funkverbindung.

Zubringerleitung → Ton- und Fernsehleitungsnetz.

Zubringerteilgruppe ist eine Anzahl von Zubringern (Wähler), deren Ausgänge zu einer Einheit zusammengefaßt sind. Die Z. hat im allgemeinen Ausgänge nach verschiedenen Verkehrsrichtungen. In jeder Verkehrsrichtung werden die Ausgänge verschiedener Z. in einer Mischung zusammengefaßt und mit den Abnehmern verbunden. Die Z. wird in einer Mischung als eine Einheit betrachtet.

Zufallsverkehr ist ein Fernmeldeverkehr, bei dem im Gegensatz zum → geglätteten Verkehr die Anzahl gleichzeitiger Belegungen rein zufällig ist. Man unterscheidet Z. erster und zweiter Art. Beim Z. erster Art ist die Wahrscheinlichkeit für das Einfallen einer Belegung — unabhängig von der Anzahl bereits bestehender Belegungen — stets gleich groß. Das ist der Fall bei einer sehr großen Anzahl von Verkehrsquellen. Die Wahrscheinlichkeit für das Enden einer bestimmten Belegung ist — unabhängig davon, wie lange sie schon besteht — stets gleich groß. Diese Eigenschaften führen auf eine Exponentialverteilung der Einfallabstände und Belegungsdauern sowie auf eine poissonartige (Poisson- oder Erlang-) Verteilung der Anzahl gleichzeitiger Belegungen. Beim Z. zweiter Art ist die Wahrscheinlichkeit für das Einfallen einer Belegung proportional der Anzahl noch freier Verkehrsquellen. Das ist der Fall bei einer sehr begrenzten Zahl von Zubringerleitungen oder Verkehrsquellen. Die Wahrscheinlichkeit für das Enden einer bestimmten Belegung ist auch hier — unabhängig davon, wie lange sie schon besteht — stets gleich groß. Diese Eigenschaften führen auf eine Binomial- oder Engsetverteilung der Anzahl gleichzeitiger Belegungen.

Zufallszahlen sind ein- oder mehrstellige Zahlen, die durch einen vom Zufall abhängigen Vorgang erzeugt oder ausgewählt werden. Häufig werden sie als sogenannte Pseudo-Z. in Digitalrechnern nach einem komplizierten Bildungsgesetz erzeugt. Dabei werden durch fortwährende Multiplikation vielstellige Zahlen erzeugt, aus denen kürzere Zahlen ausgeschnitten werden. Der Größe der Z. kann gleichverteilt oder irgendeiner anderen Verteilung nachgebildet sein. Z. werden u. a. zur Simulation von Fernsprechverkehr verwendet (→ simulierter Fernmeldeverkehr).

Zufälligkeitsfehler → Fehlerbestimmung c) und Fehlerquellen b).

Zug und Druck → Festigkeitslehre.

Zugangskennzahlen → Telex-Rufnummern-und-Kennzahlenplan, → Telexnetz.

Zugangswähler. Die Z. werden im Prüfnetz für Leitungen eingesetzt (→ Prüfung der Leitungen des SWFD). Die automatische Prüfeinrichtung für Leitungen (APrEL), der Fernwahlprüfplatz (FwPrPl) und die Meßplätze 62 der Fernleitungsstellen erhalten dadurch die Möglichkeit, über zwei bzw. drei Wahlstufen die in einer Fern-VStW abgehenden Leitungen des SWFD für Prüf- und Meßzwecke gezielt anzusteuern.

Konstruktiv muß zwischen dem I. und Gruppenzugangswähler (I. ZuW und GZuW) und dem II. ZuW unterschieden werden. Die I. ZuW und GZuW können auf 20 Dekaden gesteuert werden. In jeder Dekade werden über 4 beschaltbare Ausgänge die II. ZuW einer Gruppe erreicht. Die II. ZuW der Gruppen 1 bis 10 werden zwischen den Haupt- und Zwischenrastschritten, die II. ZuW der Gruppen 11 bis 20 werden zwischen den Zwischenrast- und Hauptrastschritten am I. ZuW-Vielfach aufgelegt. Das gleiche gilt für die Beschaltung des GZuW-Vielfachs. Die Steuerung der Wähler erfolgt mit 1 bis 10 Impulsen und einer besonderen Steuerader. Durch unterschiedliche Potentiale auf dieser Steuerader wird dem Wähler gesagt, ob er in der Gruppe 1 bis 10 oder 11 bis 20 aufprüfen soll. Die II. ZuW werden in Dekaden- und Einerwahl gezielt auf jeden Schritt eingestellt. Von den Ausgängen jeder II. ZuW-Gruppe führen die Verbindungen zu jeweils 100 abgehenden SWFD-Leitungen. Die APrEL und die am Meßleitungsverteiler abgehenden Meßleitungen werden direkt auf I. ZuW geführt. Über diese Wege können dann max. 2000 abgehende SWFD-Leitungen einer VStW erreicht werden. Im großen VStW wird für jeweils 2000 abgehende SWFD-Leitungen eine eigene

I. Z.-Gruppe mit einer eigenen APrEL und eigenen Meßleitungen gebildet. Sind mehrere I. Z.-Gruppen vorhanden, dann erhalten die Prüfwege des FwPrPl und die Wartewege der Meßplätze über GZuW Zugang zu allen I. Z-Gruppen und damit zu allen abgehenden SWFD-Leitungen in VStW.

Die Z. sind heute 100teilige 4Dr-Wähler, über die aber auch, unter Benutzung von nur 3 der 8 Adern, abgehende SWFD-Leitungen mit 2Dr-Eingang angesteuert werden. Die entsprechende Steuerung erfolgt von der APrEL und dem FwPrPl aus.

Die Zusammenarbeit mit den Meß- und Prüfeinrichtungen erfordert über die reinen Steuerfunktionen hinaus noch einige Sonderfunktionen, die von den Z. erfüllt werden müssen. *Altehage*

Zugauskunft. Eine fernmündliche Z. ist von großer Bedeutung. Um in Großstädten lange Wartezeiten zu vermeiden, werden für die Z. Mehrfachfernsprecher mit einer besonderen Relaisschaltung eingesetzt, die den jeweils ältesten Anruf dem gerade freien Auskunftsbediensteten zuteilen. Am Frankfurter Hbf. gibt es eine elektronische Z., die auf einem Vordruck dem Kunden nach Einwahl einer der gewünschten Relation zugeordneten dreistelligen Zahl sämtliche Zugverbindungen einschließlich Fahrpreise für Hin- und Rückfahrt ausdruckt. Diese elektronische Z. ist mit einem Elektronenrechner über eine Fernschreibverbindung verbunden.

Zugbeeinflussung ergänzt das in sich geschlossene Sicherungssystem der Eisenbahnsignaltechnik dadurch, daß sie die Lücke zwischen Haltsignal und Signalbefolgung schließt, die bislang Gewissenhaftigkeit und Aufmerksamkeit des Lokführers überbrücken mußten. Die bei der DB eingeführte Z. wirkt punktförmig (Punktsystem). Sie beeinflußt durch induktive Übertragung unachtsame Züge am Vorsignal, an einer bestimmten Stelle zwischen Vor- und Hauptsignal und am Hauptsignal selbst. Bei der bisherigen Höchstgeschwindigkeit genügt dieses System. Bei weiterer Steigung der Höchstgeschwindigkeit verlängern sich die Bremswege erheblich. Daher wird eine linienförmig wirkende Z. (Linien-Z., Liniensystem) benutzt. Die induktive Z. (Indusi), ein induktives Dreifrequenz-Resonanz-System, ist bei der DB eingeführt. Es ist jetzt auf alle Hauptbahnen und die auf ihnen verkehrenden Triebfahrzeuge ausgedehnt. Die Indusi hat den Vorteil, daß die Übertragungssicherheit unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit ist, daß alle Bauteile der Fahrzeugausrüstung innerhalb der Fahrzeugbegrenzungslinie und alle Streckenbauteile außerhalb des Lichtraumprofils liegen, daß die Bauteile gegen Witterungseinflüsse, insbesondere gegen Schnee und Eis unempfindlich sind, daß mechanische Übertragungsteile an der Strecke fehlen, daß für die Streckenausrüstung keine elektrische Energie und keine besondere Einstellung notwendig sind und daß mit Indusi ausgerüstete Diesel- und elektrische Lokomotiven im Einmannbetrieb gefahren werden können. Die am rechten Schienenstrang liegenden Gleismagnete stehen in Abhängigkeit von den Signalen (Bild 1). Der Fahrzeugmagnet am Triebfahrzeug strahlt ständig drei magnetische Kraftfelder der Frequenzen 1000, 2000



Bild 1. Gleismagnet.

und 500 Hz aus (Bild 2). Bei Halt am Hauptsignal beeinflussen die auf jeweils eine der drei Frequenzen abgestimmten Gleismagnete durch Induktion den

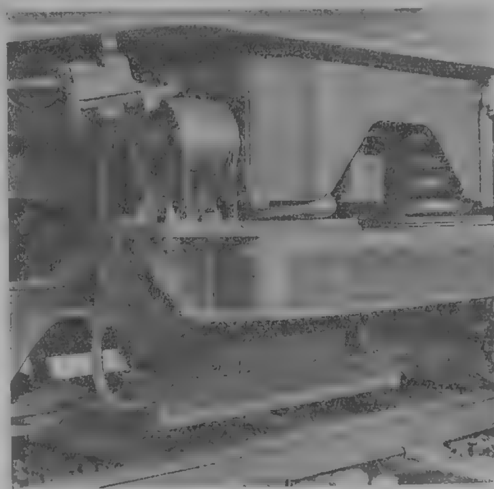


Bild 2. Fahrzeugmagnet.

Stromkreis des Fahrzeugmagneten derart, daß über verschiedene Relais im Fahrzeug auf die Bremse eingewirkt wird. Am Vorsignal wird der 1000-Hz-Gleismagnet, am Hauptsignal der 2000-Hz-Magnet und an besonderen Gefahrenstellen 150 bis 250 m vor dem Hauptsignal der 500-Hz-Magnet verlegt. Durch einen Kontakt am Signal wird der Resonanzkreis des Gleismagneten bei Fahrtstellung unwirksam und bei Halt

wirksam geschaltet. Überfährt ein Fahrzeugmagnet einen Gleismagneten in Wirkschaltung, so überträgt der Fahrzeugmagnet durch sein elektromagnetisches Feld Energie auf den Gleismagneten. Durch Rückwirkung des Gleismagneten auf den Fahrzeugmagneten wird im Fahrzeugresonanzkreis eine kurze starke Stromabsenkung herbeigeführt. Der Anker des bestimmten Impulsrelais fällt ab und löst über einen Kontakt die weiteren Schaltwirkungen in der Relaisgruppe des Fahrzeugs aus. Beim Überfahren des wirksamen Vorsignalmagneten (Vorsignal zeigt »Halt erwarten«) wird die Zwangsbremsung eingeleitet, wenn nicht der Fahrzeugführer innerhalb von 4 sec eine Wachsamkeitstaste bedient. Ermäßigt der Fahrzeugführer innerhalb einer bestimmten Zeit nach dem Bedienen der Wachsamkeitstaste seine Geschwindigkeit nicht unter die vorgeschriebene Grenze, so wird der Zug ebenfalls zwangsgebremst. Bei einem D-Zug z. B. muß der Fahrzeugführer die Geschwindigkeit des Zuges nach spätestens 20 sec auf 95 km/h vermindert haben, damit er den Zug vor dem Hauptsignal zum Halten bringen kann. Schließlich könnte der Fahrzeugführer ordnungsmäßig bremsen, aber nach der Zeitkontrolle irrtümlich die Bremse wieder lösen. Dann bewirkt der 500-Hz-Magnet eine Zwangsbremsung, wenn dort der D-Zug z. B. mehr als 65 km/h fährt. Beim Überfahren des Gleismagneten am Halt zeigenden Hauptsignal tritt eine Zwangsbremsung ein. Die Beeinflussungspunkte liegen so, daß bei einer Zwangsbremsung auch der schnellfahrende Zug noch vor dem Gefahrpunkt zum Stehen kommt, der in der Regel 200 m hinter dem Hauptsignal liegt. Die DB beabsichtigt, auf wichtigen Fernstrecken bestimmte Züge mit V = 200 km/h zu fahren. Sie stand vor der Wahl, das bestehende Signalsystem durch weitere Signale an der Strecke zu ergänzen oder Führerstandanzeigen durch Linien-Z. einzuführen. Wegen der langen Bremswege von rund 3 km bei V = 200 km/h schied die erste Lösung aus, weil auf der gleichen Strecke neben den Schnellfahrten weiterhin Züge mit niedrigeren Geschwindigkeiten und 1000 m Bremsweg verkehren. Dies hätte zu einem zu komplizierten Lichtsignalsystem geführt. Daher wurden die Führerstandanzeigen gewählt. Bei der Linien-Z. werden die Signalinformationen über ein Linienleiterkabel im Gleis übertragen und induktiv über eine Empfangsspule und ein Empfangsgerät von der Lok aufgenommen. Als Führerstandanzeigen werden Geschwindigkeitswerte angezeigt, die der Stellung der Hauptsignale entsprechen. Sie erscheinen so frühzeitig, daß rechtzeitig gebremst werden kann. Hierzu werden dem Lokführer die in jedem Augenblick verfügbaren Abstände des Zuges vom nächsten Zielpunkt angezeigt. Das Anzeigegerät gibt folgende Werte an: Die Geschwindigkeit, die der Zug am nächsten Hauptsignal einhalten muß, z. B. bei Halt Zielgeschwindigkeit »0«, bei Langsamfahrt V_{Ziel} = 60 km/h, bei Fahrt V_{Ziel} = 200 km/h; die Zielentfernung, die der Zug noch bis nach dem nächsten Zielpunkt zurückzulegen hat, an dem die Zielgeschwindigkeit erreicht sein muß; die augenblicklich zulässige Geschwindigkeit V_{soll}, die sich aus der Bremskurve ergibt, und schließlich die augenblickliche Fahrgeschwindigkeit V_{ist} (Bilder 3 und 4). Der Lokführer kann vom Anzeigegerät jederzeit ablesen, wie schnell er fahren darf und wann und wie er bremsen muß. Wird V_{soll} um ein bestimmtes Maß überschritten, so tritt automatisch eine Schnellbremsung ein, die erst wieder unterhalb von V_{soll} gelöst werden kann. Im Gegensatz zur Indusi, bei der die Geschwindigkeit nur punktweise überprüft wird,

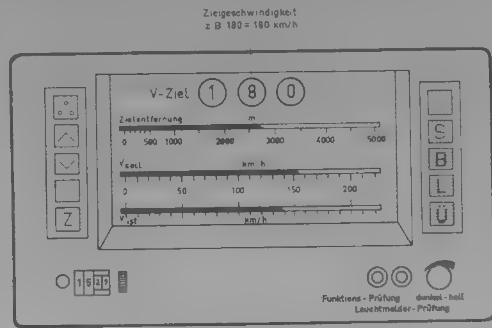


Bild 3. Fahrgeschwindigkeitsanzeiger.

überwacht die Linien-Z. V_{soll} laufend. Als Informationsträger wird ein Linienleiter benutzt. Er ist ein einadriges, nicht abgeschirmtes Kabel mit einer Kupferader von 2 mm Stärke und einem Außendurchmesser von 12 mm, das auf dem inneren Schienenfuß verlegt und etwa alle 100 m gekreuzt wird. Die regelmäßigen Kreuzungen des Linienleiters sind notwendig, um Fremdbeeinflussungen und Rückkopplungen

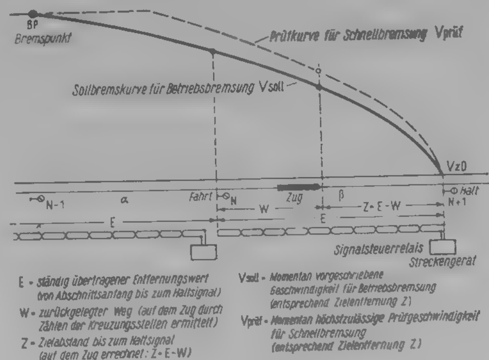


Bild 4. Bremskurve.

der parallel verlaufenden Fahrschienen zu unterdrücken. Sie bieten gleichzeitig die Möglichkeit, durch Abzählen den augenblicklichen Standort der Lok festzustellen, auszuwerten und damit die jeweilige Entfernung vom Zielpunkt zu bestimmen. Für die Informationsübertragung ist ein System gewählt worden, das über eine große Informationskapazität verfügt. Dadurch können die technischen Einrichtungen der Lok und der Strecke ohne nachträgliche

Systemänderung einer künftigen Entwicklung gerecht werden. Die Informationstelegramme bestehen aus einer regelmäßig wiederkehrenden Folge von mehreren je eine Millisekunde langen Impulsen. Jeder Impuls kann aus 2 möglichen Frequenzen bestehen (Zeit-Multiplex-Verfahren). Die Informations-Impulse dieser Telegramme sind durch zusätzliche Prüf-Impulse so ergänzt, daß durch Übertragungsstörungen niemals ungewollte Informationen entstehen können. Die Lok empfängt die Impulstelegramme mit ihrer Empfangsspule, verarbeitet sie in ihrem Empfangsgerät und wertet sie im Anzeigegerät aus. Jede Linienleiterschleife wird von einem Sender gespeist, der aus elektronischen Bauteilen aufgebaut ist. Die elektronischen Sender und Empfänger der Linienleiterschleifen sind im Streckengerät in einem geeigneten Stellwerk untergebracht, das etwa in der Mitte der jeweiligen 10 bis 12 km langen Linienleiterschleife steht. Die Stellungen der einzelnen Signale werden über eine Umsetzergruppe dem Streckengerät in der Steuerstelle mitgeteilt und in dessen Programmspeicher eingespeichert. Das Streckengerät sendet fortwährend über den Linienleiter das Impulstelegramm für den ersten Abschnitt. Befährt eine Lok den ersten Abschnitt, so meldet sie sich mit einem eigenen Sendeimpuls über den Linienleiter beim Streckengerät. Sie bestätigt damit den Empfang des Impulstelegramms, verarbeitet es und zeigt die entsprechenden Werte auf dem Führerstandanzeigegerät an. Fährt die Lok über die Kreuzungsstelle in den zweiten Abschnitt ein, so wird dieser Schritt im Empfangsgerät der Lok aufgenommen und an das Streckengerät weitergemeldet. Das Streckengerät vermerkt in seinem Belegungsspeicher das Vorrücken und sendet das für den zweiten Abschnitt gültige Impulstelegramm, das vom Fahrzeug wieder bestätigt, verarbeitet und auf dem Anzeigegerät angezeigt wird. Dieser Telegrammwechsel wiederholt sich, bis der Zug in die nächste Linienleiterschleife hinüberwechselt. Die Steuerstellen tauschen ihre Telegramme gegenseitig aus, so daß der Informationsfluß an den Schleifenenden lückenlos übergeht. Vom Fahrzeuggerät werden nur die Telegramme verarbeitet, die seinem Fahrort entsprechen. Jedem Linienleiterabschnitt ist eine Zelle im Programmspeicher und Belegungsspeicher der Steuerstelle zugeordnet. In den entsprechenden Zellen des Programmspeichers wird die jeweilige Stellung der Signale laufend eingespeichert. Der Belegungsspeicher erhält das Empfangstelegramm des Zuges und entnimmt daraus den vom Zuge besetzten Abschnitt. Der Taktgeber fragt gleichzeitig beide Speicher gegen die Fahrtrichtung ab. Stößt er dabei auf eine durch eine Signalinformation belegte Programmspeicherzelle, so ermittelt der Zähler die freien Abschnitte bis nach dem nächsten besetzten Abschnitt im Belegungsspeicher und daraus die Zielentfernung. Die so gewonnenen Informationswerte — Abschnittsnummern, Zielgeschwindigkeit, Zielentfernung und Sollbremsweg — werden codiert und als Telegramm über die Linienleiterschleife gesendet. Die Wirkung der Linien-Z. wird laufend — ähnlich wie bei der Indusi — auf einem Schreibstreifen aufgezeichnet. Die Linien-Z. hat den Vorteil, daß V_{soll} dem Lokführer dauernd angezeigt wird und jede notwendige oder erlaubte Geschwindigkeitsänderung voraus — bis auf 5 km — zu erkennen ist. Jeder Signalwechsel wird auf dem Anzeigegerät sofort sichtbar. Dadurch lassen sich unnötige Abbremsungen und Beschleunigungen sowie Fahrzeitverluste vermeiden. Die laufende Übertragung einer genauen Sollgeschwindigkeit ermöglicht unter Berücksichtigung der jeweiligen Streckenneigung ein wirtschaftliches oder automatisches Fahren.

Literatur: Signal und Draht (1960) H. 8 — Eisenbahningenieur (1965) H. 7/8.

Sasse

Zugeinwirkung → Gleisschaltmittel.

zugelassener Funkdienst → Funkdienst.

zugfeste Schlauchleitung → isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen.

Zugfestigkeit des Holzes wird in der Regel für faserparallele Beanspruchung angegeben. Sie stellt die beim Probenbruch auftretende maximale Zugkraft $(\sigma)_{zB}$ dar, die auf den beanspruchten Querschnitt bezogen ist:

$$\sigma_{zB} = \frac{P\,\max}{F} \quad (\mathrm{kp \cdot cm^{-2}})\,.$$

Die Z. von Vollholz wird durch die Rohdichte (Spätholzanteil), Holzfeuchtigkeit, Äste und den Faserverlauf beeinflußt. Maximale Z. bei 8% Holzfeuchtigkeit, Absinken der Z. gegen 0% Holzfeuchtigkeit und Fasersättigungsfeuchtigkeit (ca. 30% Holzfeuchtigkeit). Die Z. nimmt mit steigender Rohdichte zu. Mit zunehmender Temperatur sinkt die Z. Sehr groß ist der Einfluß der Faserrichtung auf die Z. Circa 15° Faserabweichung vermindert bereits die Z. um die Hälfte. Wegen der durch Äste hervorgerufenen Faserabweichung und Querschnittsschwächung hat die Ästigkeit einen erheblichen Einfluß auf die Z. Prüfung der Z. nach der DIN 52188. Die Zugspannung senkrecht zur Faserrichtung bezeichnet man als Querzugspannung. Querzugbeanspruchungen sollen im Holzbau vermieden werden. Werte für die Z. (in $\mathrm{kp \cdot cm^{-2}}$) parallel zur Faser: Kiefer (Pinus sylvestris) ca. 1000, Fichte (Picea excelsa) 900.

Zugfestigkeit der wichtigsten Metalle → Metalle (Tabelle der Elastizität und Wärmegrößen).

Zugfunk → Zugpostfunk, → Geschichte des Fernmeldewesens unter 3.3.

Zuglaufanzeiger werden auf Bahnsteigen angebracht und zeigen auf Bändern die Gattung, den Zuglauf und die Abfahrtszeit an. Sie werden vom Stellwerk aus durch Einwählen von Zahlen — auf großen Bahnhöfen werden hierfür Lochkarten benutzt — ferngesteuert.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1967 und 1968.

Zuglenkung, selbsttätige. Die → Gleisbildstellwerke sind soweit mechanisiert, daß die Start-Ziel-Bedienung als einzige manuelle Tätigkeit für das Stellen der Fahrstraßen und Signale übrig geblieben ist. Es gibt mehrere Möglichkeiten, daß der herannahende Zug den Selbststellbetrieb ausführt. Die einfachste Form ist der Durchgangsbetrieb, ein einseitiger Selbststellbetrieb, bei dem sich die Züge einen für beliebige Dauer vorgegebenen Weg durch ein → Gleisschaltmittel in einiger Entfernung vor dem → Vorsignal selbst einstellen. Anwendung bei kleinen Zwischenbahnhöfen und Abzweigstellen mit Drucktasten-Stellwerken, solange kein Richtungswechsel notwendig ist (Bild 1). Sollen sich die Züge ihre Richtung

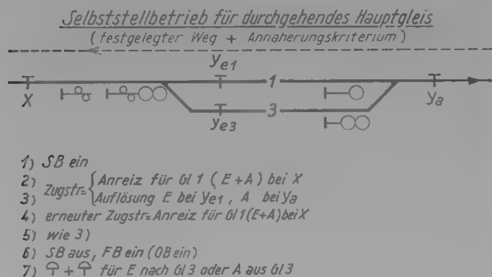


Bild 1.

selbst auswählen, so muß zum Annäherungskriterium, wie es beim einseitigen Selbststellbetrieb verwendet wird, ein Richtungskriterium hinzugefügt werden. Dafür werden bei den bisher ausgeführten Anlagen die mechanisierten Zugnummernmeldeanlagen (→ Zugnummernmelder) verwendet. In die erste Stelle der sechsstelligen Zugnummer wird das Richtungskriterium (Buchstabe oder Ziffer) eingewählt, das an der Annäherungsstelle von der Schaltanlage der Zugnummer in die Stellwerksschaltung übertragen wird und dort die gewünschte Zugstraße einstellt

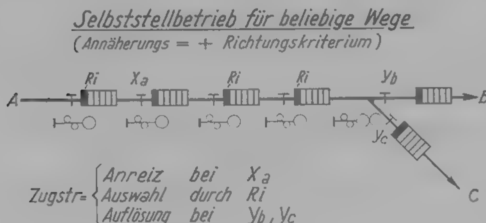


Bild 2.

(Bild 2). Künftig werden die Nummern und Richtungskriterien aller den Selbststellbereich berührenden Züge in elektronische Speicher vorgegeben, bei Annäherung des Zuges aus dem Speicher abgerufen und in die Stellwerksschaltung eingegeben.

Literatur: Eisenbahntechnische Rundschau (1963) H. 11, (1966) H. 3.

Sasse

Zugmeldeverfahren. Züge müssen von Bahnhof zu Bahnhof (bzw. Blockstelle) gemeldet werden. Bis 1953 wurden sie bei der DB über Morseverbindungen gemeldet. Seither werden sie fernmündlich über die Streckenfernsprechverbindungen durchgegeben. Auf eingleisigen Strecken werden die Zugmeldungen in Magnettongeräten gespeichert (→ Sprachspeicher).

Zugnummerndrucker → Eisenbahnsignaltechnik, → Zugnummernmelder.

Zugnummernmelder. In den Gleisstreifen der Stelltische der → Gleisbildstellwerke wird angezeigt, ob ein Bahnhofs- oder Streckengleis frei oder besetzt ist. Bei Großanlagen genügt die Gleisbesetzungsanzeige allein nicht. Der Bediener muß wissen, welcher Zug den Abschnitt besetzt hält. Die Lücke füllen die Z.-Anlagen: In jedem Bahnhofs- und Streckengleisabschnitt des Stelltisches oder der Meldetafel wird ein Zugnummernfeld angeordnet. Ist der Gleisabschnitt mit einem Zug besetzt, so erscheint neben der roten Schlitzausleuchtung die entsprechende sechsstellige Zugnummer. Bei freiem

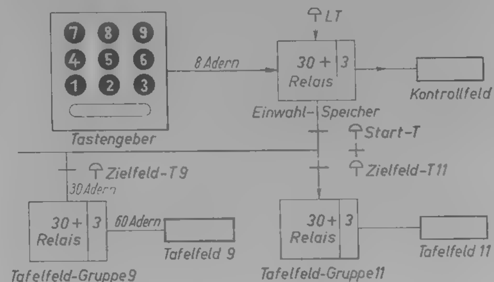


Bild 1. Zugnummern-Einwahl.

Abschnitt sind Zugnummernfeld und Schlitzausleuchtung dunkel. Steht eine Rangierabteilung oder Wagengruppe im Hauptgleis — beide haben keine Nummer —, so zeigt die Schlitzausleuchtung Rotlicht, das Zugnummernfeld ist dunkel. Die Zugnummern müssen von Hand mit einem Zugnummerngeber in bestimmte Gleisabschnitte eingewählt werden. Bei der Einwahl werden die Zifferntasten nacheinander für die einzelnen Stellen gedrückt (Bild 1). Die Zugnummer erscheint im Kontrollfeld. Hat der Bediener seine Einwahl überprüft, so transportiert er durch gleichzeitiges Bedienen der Starttaste und der gewünschten Zielfeldtaste — Ziel z. B. ein Bahnsteiggleis — die Nummer vom Einwahlspeicher in die Zugnummern-Relaisgruppe und damit auf das zugehörige Stelltisch- oder Meldetafelfeld. Greift die Z.-Anlage über den eigentlichen Stellbereich hinaus, so werden die Zugnummern von den Randbahnhöfen eingewählt und über eine besondere Fernsteuereinrichtung (→ Fernsteuern von Signalanlagen) nach dem Zentralstellwerk übertragen. Bewegt sich der Zug durch den Stellwerksbereich, so rückt die Zugnummer mit dem Zug von Abschnitt

zu Abschnitt weiter, gesteuert durch die entsprechenden Gleis- und Fahrstraßenrelais (Bild 2). Bild 3 zeigt das bei der DB verwendete optische Zugnummernfeld im Schnitt.

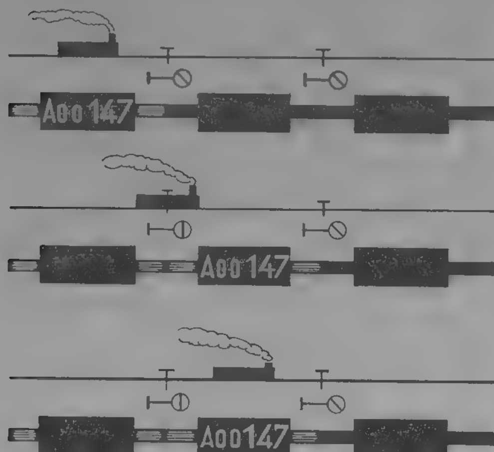


Bild 2. Weiterschaltung der Zugnummer.

In der Stelltisch- bzw. Meldetafelebene schließt eine Deckplatte das Zugnummernfeld ab. Neben dem durch eine Mattglasscheibe gebildeten Zugnummernausschnitt sind links und rechts die Gleisbesetzungsmelder zu erkennen. Die Lämpchen der Gleismelder sitzen unmittelbar hinter der Deckplatte, während das Zubehör der Zugnummernoptik in die Tiefe des Feldes verlegt ist. Die Zeichen werden optisch erzeugt. Für jedes der 6 × 10 Zeichen ist ein besonderes Lämpchen vorgesehen, das eingeschaltet wird, wenn das zugehörige Zeichen im Zugnummernausschnitt erscheinen soll. Vor die Lämpchen ist eine Glasplatte

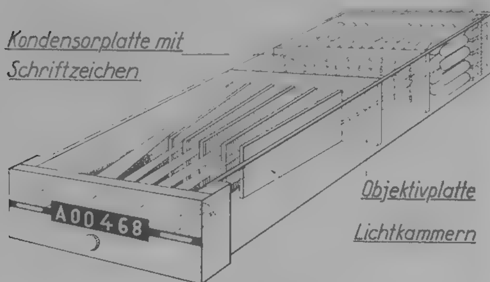


Bild 3. Zugnummernfeld.

mit 60 kleinen Linsen gesetzt. Auf diese Kondensorlinsen sind die Zeichen fotografiert. Auf dem Wege vom Lämpchen nach dem Zugnummernausschnitt durchlaufen die Lichtstrahlen eine zweite Glasplatte mit Objektivlinsen, die die Lichtstrahlen auf den Nummernausschnitt ausrichten. Zwischen Objektiv- und Deckplatte verlaufen die Lichtstrahlen in Lichtkammern, die durch Trennwände gegenseitig abgeschirmt sind. Den Z.-Anlagen haftet der Mangel an, daß die Zugnummern mit dem Zuge erscheinen und wieder verschwinden. Diesen Mangel beseitigt der Zugnummerndrucker, ein Gerät, das nach dem Start/Stop-Prinzip arbeitet und in seiner derzeitigen Ausführung gestattet, 16 Stellen je Zeile, also die sechsstellige Zugnummer, die Uhrzeit, die Gleisbenutzung usw. zu drucken (Bild 4). Das gleiche

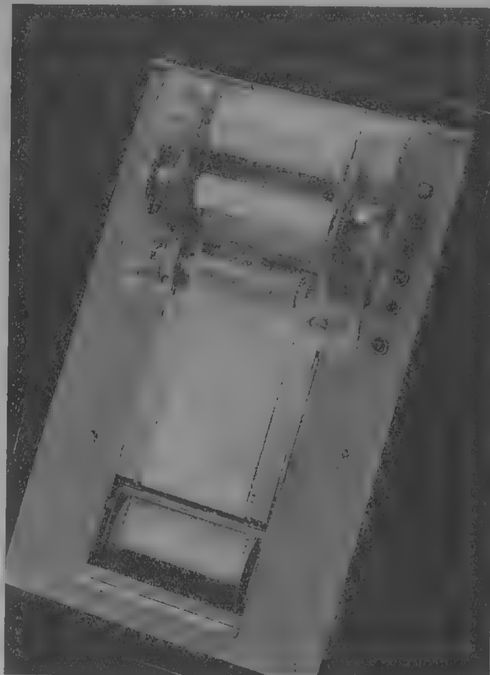


Bild 4. Zugnummerndrucker.

Gerät kann auch für andere Registrierungen verwendet werden, z. B. als Störungsdrucker, um jede Störung nach Art, Ort (Weiche, Signal usw.) und Zeit festzuhalten.

Literatur: Signal und Draht, Aug. 1962. *Sasse*

Zugpostfunk. Von einzelnen Zügen der DB mit besonderem Kundendienst aus können Reisende über den öffentlichen Landfunkdienst der DBP mit Teilnehmern im öffentlichen Fernsprechnetz telefonieren. Die Gespräche werden durch die Zugsekretärin aufgebaut. Der Reisende zahlt neben der Gesprächsgebühr einen geringen Zuschlag. Auch in umgekehrter Richtung sind Gespräche möglich.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1963.

Zugriffszeichen → Auslandsrichtungskoppler.

Zugriffszeit → Speicher.

Zugschiebefunk. Auf längeren Steilstrecken erhalten schwere Züge zusätzlich eine Schiebelokomotive. Im elektrischen Betrieb müssen beide Lokomotiven nahezu gleichzeitig anfahren, weil es sonst zu Betriebsstörungen kommen kann. Eine Verständigung durch Pfeifsignale erfordert bei langen Zügen zu viel Zeit. Daher werden beide Lokomotiven mit Funkgeräten ausgestattet, über die sich die Lokomotivführer verständigen.

Literatur: Elsners Taschenbuch für den fernmeldetechnischen Eisenbahndienst, Tetzlaff-Verlag, Frankfurt/Main, Jg. 1956.

Zugstraße → Bahnhof, → Gleisbildstellwerk.

Zugvormeldeverfahren. Die Zusammensetzung der Durchgangsgüterzüge wird von Rangierbahnhof zu Rangierbahnhof fernschriftlich vorgemeldet. Durch diese Zugvormeldung wird dem Zielbahnhof ein frühzeitiges Disponieren ermöglicht.

Zulagen → Entschädigungen und Zulagen.

Zulassungszwang. Unter Z. versteht man die Verpflichtung der DBP, ihre Dienste der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, damit diese ihre Bedürfnisse auf dem Gebiet der Nachrichtenübermittlung befriedigen kann. Diese Pflicht ergibt sich als Korrelat aus dem in § 1 des Fernmeldeanlagengesetzes (FAG) festgelegten Ausschließlichkeitsrecht des Bundes zur Errichtung und zum Betrieb von Fernmeldeanlagen (FMA). Wenn der Staatsbürger seinen Bedarf nur an einer Stelle decken kann, muß der Gesetzgeber diese verpflichten, jedermann zur Benutzung der Dienste zuzulassen. Das ist durch §§ 7, 8 FAG geschehen, wobei zwischen einem unbeschränkten und einem beschränkten Z. zu unterscheiden ist.

1. Unbeschränkter Z. Ein unbeschränkter Z. ist nur hinsichtlich der Aufgabe von Telegrammen und der Benutzung öffentlicher Sprechstellen gegeben.

Nach § 7 Abs. 1 FAG hat jedermann gegen Zahlung der Gebühren das Recht auf Beförderung von ordnungsmäßigen Telegrammen und auf Zulassung zu einem ordnungsmäßigen Gespräch auf den für den öffentlichen Fernmeldeverkehr bestimmten Anlagen. Ordnungsmäßig sind Telegramme nur, wenn ihr Inhalt weder gegen die Gesetze, noch gegen die öffentliche Ordnung oder die guten Sitten verstößt. (§ 1 Abs. II der Telegrafenordnung (TO).) Hierin liegt keine — nach Art. 5 Abs. 1 Satz 3 GG verbotene — Zensurmaßnahme, da es der DBP als einer staatlichen Institution nicht zuzumuten ist, ihre Einrichtungen für Zwecke zur Verfügung zu stellen, die gegen das Gesetz, das Gemeinwohl oder die Sittlichkeit verstoßen.

2. Beschränkter Z. Soweit es sich um die Begründung eines Teilnehmerverhältnisses, d. h. eines Dauerrechtsverhältnisses, handelt, ist der — gesetzlich normierte — Z. enger. Anspruch auf Anschluß an das Ortsnetz hat insoweit nur der Grundstückseigentümer, falls er die sog. »Grundstückseigentümererklärung« (→ Privatgelände) abgibt, den sonstigen, in der Fernsprechordnung (FeO) niedergelegten Verpflichtungen nachkommt und sich an dem Ort FMA für den Ortsverkehr befinden (§ 8 FAG). Damit ist allerdings nicht gesagt, daß die DBP den Antrag eines Nichtgrundstückseigentümers auf Herstellung einer Teilnehmereinrichtung nach Belieben ablehnen oder ihm stattgeben kann. Da die DBP seit jeher auch einem nicht dinglich Berechtigten (Mieter, Pächter) bei Erfüllung der in § 11 FeO enthaltenen Voraussetzungen für die Begründung eines Teilnehmerverhältnisses, wozu in erster Linie die Beibringung der Grundstückseigentümererklärung gehört, einen Anschluß herstellt, würde sie sich einer Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes (Art. 3 GG) schuldig machen, wenn sie im Einzelfall den Antrag ablehnen wollte, ohne daß sie aus Gründen des öffentlichen Interesses von ihrer Zulassungspflicht entbunden ist (§ 7 Abs. 2 FAG).

Für die Erfüllung ihrer Verpflichtung auf Herstellung eines Hauptanschlusses wird man der DBP eine angemessene Frist zubilligen müssen. Auch nach Ablauf dieser Frist wird sie dann nicht zur Herstellung des Anschlusses verurteilt werden können, wenn sie nachweist, daß ihr die Erfüllung ihrer Verpflichtung unmöglich ist, was allerdings im allgemeinen nur dann der Fall sein wird, wenn der Anschluß auch nicht mit Hilfe von wirtschaftlich noch vertretbaren Behelfsmaßnahmen hergestellt werden kann. Auch hier gilt der Satz, daß niemand zu einer unmöglichen Leistung verurteilt werden kann (nemo ultra posse obligatur). In diesem Fall bleibt dem Antragsteller nur der Weg einer Amtshaftungsklage (§ 839 BGB) übrig, bei der er allerdings nachweisen muß, daß die DBP an der verzögerten Herstellung des Anschlusses ein Verschulden trifft und daß ihm durch die Nichteinrichtung ein Schaden erwachsen ist.

3. Ausnahmen vom Z. Auch soweit der DBP durch die Bestimmungen des FAG ein Z. auferlegt worden ist, kann sie die Zulassung dann verweigern oder rückgängig machen, wenn dies aus Gründen des öffentlichen Interesses geboten ist (§ 7 Abs. 2 FAG). Fälle dieser Art sind z. B. die mißbräuchliche Benutzung von FMA oder die Gefährdung von Gebührenansprüchen der DBP. Im öffentlichen Interesse liegt es auch, wenn bei Mangel an Anrufeinheiten ein Teilnehmer, der nicht unbedingt auf einen Fernsprechanschluß angewiesen ist, zeitweilig abgeschaltet wird zugunsten eines Antragstellers, der zur Erfüllung seiner Berufspflichten dringend eines Anschlusses bedarf.

Literatur: Aubert, Fernmelderecht, 2. Aufl., S. 18 ff — v. Jacobs, Der öffentlich-rechtliche Benutzungszwang in der Verwaltungsordnung, Münster 1963.

Aubert

Zündimpuls, elektrischer Impuls, der einen gesteuerten Stromrichter aus dem gesperrten in den leitenden Zustand überführt. Je nach Art des Stromrichters werden Z. verschiedener Eigenschaft benötigt: Zum Beispiel benötigt der Quecksilberdampfstromrichter Z. von hoher Spannung und kleinem Strom. Für → Thyristoren werden i. allg. Z. mit einer Spannung von

3 Volt (Gate-Kathode) mit verschiedener Stromstärke gebraucht. Die Impulsform richtet sich nach den Eigenschaften des zu steuernden Stromrichters.

Zündspannung → Gasentladung.

Zurückstellung. Der Anmelder kann eine Gesprächsanmeldung, die nicht im → Vorwärtsaufbau hergestellt werden konnte, innerhalb der → Gültigkeitsdauer zurückstellen lassen. Der Zurückstellungszeitpunkt gilt als neue Anmeldezeit.

Zurückziehen von Telegrammen. Absender von Telegrammen (Tel) oder deren Beauftragte können Tel zurückziehen, d. h. die Übermittlung und die Zustellung anhalten lassen. Die Antragsteller haben sich auszuweisen und nähere Angaben zu den Tel zu machen. Ist das Tel bereits übermittelt worden, kann es nur durch gebührenpflichtigen Dienstspruch (an die Bestimmungs-Telegrafenstelle) zurückgezogen werden. Ist das Tel noch nicht übermittelt, so wird dem Antragsteller die Telegrammgebühr — abzüglich einer Schreibgebühr — zurückgezahlt.

zusammengesetzte Leitung ist eine Reihenschaltung verschiedener Leitungen mit verschiedenen → Leitungsparametern oder die Reihenschaltung einer oder mehrerer homogener Leitungen mit beliebigen → Vierpolen (→ Leitungstheorie 2, → Vierpoltheorie).

Zusatzeinrichtungen. Z. sind Teilnehmereinrichtungen, die über die Regelausstattung einer Sprechstelle hinausgehen, deren Anschaltung an das öffentl. Netz die DBP aber gestattet. Sie werden bei Haupt- oder Nebenstellen mit diesen elektrisch verbunden.

Als elektrisch verbunden gelten Z., die dauernd oder vorübergehend galvanisch, induktiv, kapazitiv oder elektroakustisch mit den Fernsprecheinrichtungen gekoppelt sind. Sie müssen entsprechend der Teilnehmereinrichtung, bei der sie angebracht sind, posteigen, teilnehmereigen oder privat sein. Dies findet seine Begründung darin, daß die Unterhaltung der Teilnehmereinrichtungen einschließlich der Z. in einer Hand liegen soll. Ausnahmen müssen genehmigt werden.

Ob eine Z. an das öffentliche Netz angeschaltet werden darf, entscheidet das BPM. Die Zulassung der hinsichtlich ihrer Zweckbestimmung vom BPM genehmigten Z. wird vom FTZ ausgesprochen. Dieser Verwaltungsakt setzt voraus, daß die Geräte bestimmte technische u. betriebliche Bedingungen erfüllen, so daß Beschädigungen oder Störungen an den Einrichtungen der DBP nicht zu erwarten sind.

Außerdem dürfen Z. keine störenden Geräusche in das öffentliche Fernsprechnetz hineintragen. Der durch Z. verursachte Geräuschpegel muß daher unter 0,2 mV liegen. Der Pegel der durch Z. gesendeten Informationen darf nicht mehr als — 0,7 N betragen. Durch Verstärker in den Empfangseinrichtungen von Z. dürfen keine Abhörmöglichkeiten entstehen. Die Einfügungsdämpfung von Z. darf 0,05 N nicht überschreiten. Eignen sich Z. nicht für eine allgemeine Einführung bei der DBP, so werden sie, wenn sonst keine Bedenken bestehen, als private Z. zugelassen. Diese dürfen dann auch bei post- und teilnehmereigenen Sprechstellen verwendet werden. Ihre technische Betreuung ist jedoch Sache des Teilnehmers. Das Verfahren der Zulassung von privaten Z. beim FTZ sieht im wesentlichen vor:

1. Die Überprüfung der Z. in fernmeldebetrieblicher und übertragungstechnischer Hinsicht aufgrund eines formlosen Antrages des Herstellers. Hierzu ist ein Mustergerät vorzustellen. 2. Die Prüfung der vom Antragsteller kostenlos zu liefernden Anweisung für das Anschließen der Z. an das öffentliche Fernsprechnetz. 3. Das Erteilen der Genehmigungsnummer. 4. Die Verpflichtung des Herstellers der Z., die Geräte mit Typen- und Firmenbezeichnung sowie der Zulassungsnummer des FTZ zu kennzeichnen. 5. Die Veröffentlichung im »Verzeichnis der privaten Z. für Teilnehmersprechstellen« durch das Amtsblatt des BPM.

Die DBP prüft, ob die eingesetzten privaten Z. entsprechend dem zugelassenen Muster gefertigt sind. Mit der Zulassung einer privaten Z. gibt die DBP kein Gutachten über die Zweckmäßigkeit und Güte der Geräte ab. Für Schäden, die durch private Z. an den Einrichtungen der DBP hervorgerufen werden, haftet der Tln.

Das Anschließen privater Z. bei post- u. teilnehmereigenen Sprechstellen geschieht grundsätzlich durch die DBP. Um dieses Anschließen an das Netz bei der Inbetriebnahme sowie in Störungsfällen zu vereinfachen, werden private Z. bei FeAp 61 grundsätzlich nur noch über Anschaltdosen angeschlossen. Hierbei wird unterschieden zwischen Z., die vor dem FeAp betrieben werden (z. B. Rufnummerngeber, Modem) und solchen, die dem FeAp stets nachgeschaltet werden müssen (z. B. Anrufbeantworter). Um Verwechslungen hierbei zu vermeiden, sind die Z. mit geschlüsselten Anschaltsteckern versehen, die nur in die für sie vorgesehenen Anschaltdosen passen. Posteigen müssen stets die Z. zur Übertragung von Daten über das öffentl. Fernsprechnetz (Modems) sein, teilnehmereigen die Z. zum Empfang von Meldungen des Luftschutzwarndienstes über das öffentliche Fernsprechnetz. Zu den postalischen Z. gehören u. a. Anschlußdosen für das Anschließen tragbarer FeAp, zweite → Fernsprechapparate bei einfachen Hauptstellen, zweite Hörer, die an die Klemmen Z_1 Z_2 der FeAp 61 (s. d.) durch einen besonderen Stecker angeschaltet werden, zweite Wecker, Starkstromanschalterelais, → Gebührenanzeiger, usw. Das Verzeichnis der vom FTZ zugelassenen privaten Z. für Teilnehmersprechstellen wird einmal jährlich im Amtsblatt des BPM veröffentlicht. Das Anschalten der post- oder teilnehmereigenen Z., sowie von privaten Z. die mit post- oder teilnehmereigenen Fernsprecheinrichtungen verbunden werden, ist gebührenpflichtig und in der Fernsprechgebührenvorschrift (Anl. 3, IV zur Fernsprechordnung) geregelt. *H. Fischer*

Zusatzeinrichtungen, private, für Teilnehmersprechstellen des öffentlichen Fernsprechnetzes sind → Zusatzeinrichtungen, die sich nicht für eine allgemeine

Einführung bei der DBP eignen, aber für die Anschaltung an Haupt- und Nebenstellen zugelassen sind. Z. werden von der DBP weder überlassen noch abgegeben. Vom Teilnehmer beschaffte Z. werden bei post- und teilnehmereigenen Sprechapparaten von der DBP angebracht. Die Instandhaltung der Z. ist Sache der Teilnehmer. Bei privaten Nebenstellenanlagen sollen Z. von dem mit der Unterhaltung der Nebenstellenanlage beauftragten Unternehmer angebracht werden. Der Anschluß von Z. ist der DBP anzuzeigen. Einige zugelassene Z. sind:

→ Anrufbeantworter, → Faksimile-Schreiber, → Freisprecheinrichtungen, → Lauthörgeräte, → Notrufwähl- und Ansagegeräte, → Sprachaufzeichnungsgeräte, → Rufnummerngeber, Zahlengeber für Sprechstellen und als → Fernansage-, Fernanzeigegeräte: Auskunftgeber, → Störungsmelder sowie Wasserstands-Ansagegeräte.

Es sind auch Kombinationen mehrerer Einrichtungen möglich. Beispielsweise gibt es einen elektronischen Tastfernsprecher, der im wesentlichen die Möglichkeiten eines elektronischen Zahlengebers mit → Anrufwiederholer, eines Rufnummerngebers und einer Freisprecheinrichtung vereinigt.

Nichtzugelassene Z. dürfen auch bei privaten Sprechstellen nicht angebracht werden. Werden nichtzugelassene Z. bei Fernsprecheinrichtungen des öffentlichen Fernsprechnetzes festgestellt, so kann die DBP, wenn der Teilnehmer die Z. nicht innerhalb einer angemessenen Frist beseitigt, die betroffenen Anschlüsse sperren oder fristlos aufheben.

Zulassungsverfahren: Um die Zulassung von Z. zu erhalten, ist ein Mustergerät mit ausführlichen Stromlaufzeichnungen und Beschreibungen in doppelter Ausfertigung dem FTZ zur technischen Prüfung vorzulegen. Die kostenpflichtige Prüfung erstreckt sich auf die Einhaltung allgemeiner schaltungstechnischer, übertragungstechnischer und betrieblicher Forderungen, die im Bedarfsfall bei neuartigen Einrichtungen erweitert werden. Dabei gilt, daß durch Z. keine Beeinträchtigung der Belange der DBP und keine Schäden oder Störungen an ihren Einrichtungen entstehen dürfen.

Ein Beispiel für übertragungstechnische Bedingungen ist die Vorschrift für die Eingangsempfindlichkeit: Die Anschaltung von Zusatzeinrichtungen muß so erfolgen, daß Gespräche in benachbarten Leitungen nicht abgehört werden können. Zu dieser Bedingung kommen weitere Vorschriften für Eingangsdämpfung, Eingangswiderstand, Sendebezugsdämpfung mit abgegebenem Volumen und Empfangsbezugsdämpfung, Stabilität mit Pfeifspannung, Symmetrie, Geräuschspannung und Übertragungsgüte.

Zu den allgemeinen Zulassungsauflagen gehören u. a., daß jedes Gerät eindeutig die Firmenbezeichnung, die Typenbezeichnung, die Nummer der Anschließungsanweisung und die Eigentumskennzeichnung »Privat« trägt, daß die Schaltung des Geräts der geprüften Schaltung entsprechen muß. Als Abweichung und damit genehmigungspflichtige Schaltungsänderung gilt auch das Ändern von elektrischen Werten der verwendeten Bauteile, wie Widerstandsänderungen von mehr als ±10 v. H. Jede Z. soll die VDE-Bestimmungen erfüllen.

Anschließung an Fernsprechapparate: Sprachaufzeichnungsgeräte und auch Lauthörgeräte werden im allgemeinen mit einem Steckkabelschuh-Stecker mit den Steckverbinderzungen Z1 und Z2 der Fernsprechapparate 61 verbunden. Um diese klare Trennung zwischen den Einrichtungen der DBP und den Z., die außerdem eine Abschaltung der Z. für Instandsetzung und Unterhaltung ermöglicht, auch bei den übrigen Z. zu erhalten, sollen künftig auch die anderen Z. über eine 8polige Anschaltdose — die technisch der üblichen Anschlußdose bei Dosenanlagen entspricht — angeschlossen werden. Die Anschaltdosen-Stecker berücksichtigen durch entsprechende Veränderungen die jeweils erforderliche Schaltung. Die Zusatzeinrichtungen werden dabei für die Anschaltung in Gruppen eingeteilt, die gleichartig geschaltete Anschaltdosen-Stecker erhalten, wobei beispielsweise Rufnummerngeber, Faksimile-Schreiber, Störungsmelder vor die Sprechapparate und Wechselsprechanlagen, Freisprecheinrichtungen sowie auch Anrufbeantworter hinter die Sprechapparate an die Anschlußleitung geschaltet werden. Bei Anschlußdosenanlagen ist teilweise eine geänderte Steckerschaltung (d. h. Schlüsselstellung im Stecker) erforderlich. Mit der Zulassung einer Z. ist kein Urteil der DBP über die Zweckmäßigkeit und keine Empfehlung zum Erwerb eines derartigen Gerätes verbunden. Beschädigungen von Einrichtungen der DBP, die auf Versagen der Z. oder durch Unachtsamkeit des Benutzers hervorgerufen werden, entbinden den Teilnehmer nicht von der Ersatzpflicht gegenüber der DBP.

Soweit bei privaten Sprechapparaten Zusatzeinrichtungen angebracht werden, die für post- und teilnehmereigene Sprechapparate allgemein zugelassen sind — wie zweite Hörer, zweite Sprechapparate usw. —, zählen sie fernmelderechtlich zu den Z., sie fallen aber unter die für private Nebenstellenanlagen geltenden Vorschriften für Schaltungsgenehmigungen und nicht unter die für Z. bestehenden besonderen Regelungen.

Datenendeinrichtungen dürfen nur an posteigene Einrichtungen zur Übertragung von Daten (→ Modem) angeschaltet werden, wenn sie den Schnittstellenbedingungen der DBP entsprechen; dabei gilt das Zulassungsverfahren für Z. sinngemäß.

Obwohl Z. für Teilnehmersprechstellen (Haupt- und Nebenstellen) des öffentlichen Fernsprechnetzes zugelassen werden, gilt die Zulassung nur für die in der Anschließungsanweisung angegebene Art der Anschließung. Die bei der Anschließung von Z. an Abfragestellen von Nebenstellenanlagen oder an Reihenapparate — beispielsweise bei → Freisprecheinrichtungen — erforderlichen Einrichtungen zur Anschaltung gelten als Ergänzungsausstattung der Nebenstellenanlage, für die in üblicher Weise Schaltungsgenehmigungen für private Nebenstellenanlagen vorliegen müssen.

Paul

Zusatzgleichrichter werden in 60-V-Fernmeldestromversorgungsanlagen eingesetzt (→ Abgrifftechnik und → Gegenspannungstechnik). Die vom Z. erzeugte Spannung von 5 V wird in Reihe mit der Spannung des → Hauptgleichrichtergeräts von 62 V geschaltet und ergibt die Erhaltungsladespannung von 67 V (2,23 V/Zelle × 30 Zellen) für die 30zellige Batterie. Nach einem Netzausfall schaltet sich automatisch die 10-V-Stufe des Z. ein. Damit wird die Batterie bis auf 72 V aufgeladen (2,4 V/Zelle, Beginn der Gasung). Mit steigender Gegenspannung der Batterie sinkt jedoch der Ladestrom. Wenn er bis auf etwa 15% des Z.-Nennstromes zurückgegangen ist, wird automatisch auf die 5-V-Stufe zurückgeschaltet. Von Hand kann auch eine 20-V-Stufe eingeschaltet werden, um bei Sonderbehandlungen die Batterie über die Gasungsspannung hinaus auf 81 V (2,7 V/Zelle × 30 Zellen) laden zu können.

Zusatzspeisegerät. Die Länge von Anschlußleitungen ist dadurch begrenzt, daß ihr Schleifenwiderstand einen festgelegten Wert nicht überschreiten darf. Wesentlich längere Anschlußleitungen lassen sich dadurch schalten, daß die den Speisestrom erzeugende Speisespannung um eine Zusatzspannung erhöht wird. Die erforderliche erdfreie Zusatzspannung liefert das Z., das mit seinen Ausgangsklemmen fest in eine der Adern der Anschlußleitung eingeschaltet wird. Da der Wechselstromwiderstand zwischen den Anschlußklemmen sehr niedrig ist, wird die Symmetrie der Anschlußleitung nicht wesentlich verschlechtert. Das Z. kann je nach Ausführung sowohl in Vermittlungsstellen, bei → Hauptstellen und bei → Nebenstellen eingesetzt werden.

Zusatzübertragung (Telex). Z. sind den abgehend oder wechselseitig betriebenen Auslandsleitungen vorgeschaltet. Sie passen die Schaltkennzeichen (→ CCITT-Empfehlung für Telegrafenvermittlungstechnik) des Abgangslandes an die des Ziellandes an. Für die etwaige Umsetzung der Wählinformation von Nummerschalter- in Tastaturwählzeichen wird ihnen über Suchwähler ein → Wählzeichenumsetzer (US N/T) zugeschaltet. Die Z. sendet das Wählabrufzeichen (200 ms Impuls positiver Polarität) zur Leitwegeinrichtung (s. unter Umrechner, Richtungswähler TW 39), sobald das Zeichen für die Anrufbestätigung eingegangen ist bzw. der Us N/T angeschaltet ist. Die ZUe haben 2 Eingänge: Eingang 1 vom Telexnetz, Eingang 2 vom → Gentexnetz, → Nachwahlzusatz Transit oder von den Telexplätzen. Bei Belegung über Eingang 1 wird mit Beginn der gebührenpflichtigen Belegungszeit ein Zähler eingeschaltet (Fortschaltung mit 6s-Impulsen), um die Gebührenabrechnung mit der ausländischen Verwaltung durchführen zu können. Daher sind Z. stets erforderlich.

Zusatzübertragung (Telex) für Mux-Übertragung ist der → Mux-Übertragung vorgeschaltet. Sie hat die gleiche Anpassungsaufgabe wie die → Zusatzübertragung (Telex), aber stets Anschaltung eines → Wählzeichenumsetzers Nummerschalter-/Tastaturwahl für die Wählinformation. *Jendra*

Zuschreiben und Zusprechen von Telegrammen → Zustellung der Telegramme.

Zuständigkeitsordnung (ZO). Der Aufbau der DBP ist seit Einrichtung der → Oberpostdirektionen (OPDn) in der Mitte des 19. Jahrhunderts dreistufig. Die → Ämter des Post- und Fernmeldewesens sind als Ortsinstanz untere Bundesbehörden; die OPDn als Bezirksinstanz mittlere Bundesbehörden. Diesen sind das → Fernmeldetechnische Zentralamt (FTZ), das → Posttechnische Zentralamt (PTZ) und das → Sozialamt der DBP (SAP) sowie die Ingenieurakademien der DBP in Berlin und Dieburg gleichgestellt. Das → Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) ist als Zentralinstanz oberste Bundesbehörde. Die einheitliche Leitung sowie ein zweckmäßiger und wirtschaftlicher Betriebsablauf und Verwaltungsvollzug erfordern eine allgemein verbindliche Ordnung und Abgrenzung der Zuständigkeiten für die einzelnen Behördenstufen. Sie sind festgelegt in der ZO der Deutschen Reichspost aus dem Jahre 1928, die mit einigen Änderungen und Ergänzungen noch heute gilt. Sie ist insbesondere durch die Strukturänderungen in der Ortsebene im letzten Jahrzehnt zum Teil überholt und wird gegenwärtig grundlegend überarbeitet.

Grundsätzlich ist bei jeder Regelung von Zuständigkeiten darauf zu achten, daß die Behandlung einer Angelegenheit derjenigen Stelle übertragen wird, die dem Gegenstand nahesteht und hinreichend sachverständig ist. Um den Betriebsablauf und Verwaltungsvollzug einfach zu gestalten und um die Arbeitsfreude und das Verantwortungsbewußtsein der nachgeordneten Stellen zu stärken, sind Zuständigkeiten soweit wie möglich nach unten zu verlegen. Müssen abweichend davon aus dringenden Gründen (z.B. bei Einführung neuer Verfahren in Betrieb und Verwaltung oder bei Anwendung einer neuen Technik) Zuständigkeiten einer höheren Instanz zugewiesen oder von ihr in Anspruch genommen werden, so ist von vornherein sicherzustellen, daß nach angemessener Zeit die Zuständigkeit nach unten gegeben wird.

Nach vorstehenden Grundsätzen haben die Ämter den Verkehr mit den Benutzern sowie den Post- und Fernmeldebetrieb wahrzunehmen. Die Ämter des Fernmeldewesens haben außerdem weitgehende Zuständigkeiten für das Planen und den Bau von Fernmeldeanlagen. Die OPDn sind allgemein innerhalb der Weisungen des BPM für die Lenkung und Beaufsichtigung des Post- und Fernmeldebetriebs der Ämter ihres Bezirks zuständig. In ihren Bezirken obliegt ihnen die gesamte Verwaltung des Post- und Fernmeldedienstes. Die OPDn sorgen für die Ausführung aller einschlägigen Gesetze und Verordnungen sowie für die Beachtung der Finanz-, Wirtschafts-, Verkehrs- und Personalpolitik der DBP. Das FTZ, das PTZ und das SAP nehmen für das gesamte Bundespostgebiet solche Aufgaben wahr, die zweckmäßig zentral erledigt werden, aber nicht unbedingt ministerieller Art sind. Dem BPM steht als Zentralbehörde die oberste Leitung der DBP und die Beaufsichtigung der gesamten Geschäftsführung der DBP

zu. Es unterstützt den → Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen bei seiner Ressort- und Kabinettstätigkeit.

Die ZO wird gegenwärtig durch eine Vielzahl von Einzelverfügungen und durch spezielle Zuständigkeitsübersichten ergänzt. Für das Fernmeldewesen sind hier besonders zu nennen die Übersicht über die Zuständigkeit für die Genehmigung von Bauvorhaben im Fernmeldewesen und die Zuständigkeitsübersicht der DBP für Beschaffungen im Fernmeldewesen. Näheres zur ZO siehe im Handwörterbuch des Postwesens, Ausgabe 1968. *R. Tietz*

Zustandsdichte, effektive → Ladungsträgerstatistik.

Zustandsgrößen, thermische, kalorische → Thermodynamik.

Zustandssteuerung. Sie ist eine Art der elektrischen Zeichengabe auf 4-Drahtleitungen. Anstelle von Impulsen wird in der einen oder anderen Übertragungsrichtung ein Dauerpotential angelegt oder unterbrochen. Es ist also eine reine ja/nein-Aussage, die im Prinzip vier Zustände bezeichnet. Durch Verwendung verschiedener Potentiale können entsprechend mehr Zeichenbedeutungen entstehen. Ferner kann die Zeichenkapazität noch dadurch erhöht werden, daß man die Zeichenfolge abzählt und somit den gleichen Zeichen an den einzelnen Phasen der Zeichenfolge eine andere Bedeutung gibt. Z. wird auf dem Gebiete der Vermittlungstechnik vorwiegend zur Leitungszeichengabe angewandt.

Zustandszeichen → Zeichenübermittlung.

Zustellung der Telegramme. Telegramme (Tel) werden in der Reihenfolge ihres Ranges und ihres Empfangs während der Dienstzeit der Telegrafenstellen (TSt), nach 22.00 Uhr nur Vorrangtelegramme und Tel mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk =NACHTS= bzw. =NUIT= zugestellt. Als Zustellung gilt: Botenzustellung, Zusprechen oder Zuschreiben über Fernsprech- oder Telex-Anschluß, Einlegen in ein Postfach, Abgabe an die Lagerstelle und Zustellung mit der Briefpost. Die DBP hat das Recht, Tel auf andere Weise zuzustellen, als es der Absender oder Empfänger verlangt hat; z. B. können Tel mit Fernsprech-Anschrift durch Boten zugestellt werden, wenn sie dadurch schneller oder sicherer den Empfänger erreichen. Tel sollen so schnell wie möglich zugestellt werden; folgende Lauf- und Lagerzeiten sind für die durch Boten zuzustellenden Tel zu beachten: Eingang bei der Bestimmungs-Telegrafenstelle bis Eingang Zustellung 15 Minuten, Eingang Zustellung bis Aushändigung an den Empfänger 60 Minuten. Die während der Nachtstunden eingegangenen Tel (außer Brieftelegramme) sind den Empfängern früher als die Briefpost zuzustellen. Empfänger können beantragen, daß für sie bestimmte Tel fernmündlich oder fernschriftlich zugestellt werden. Sie sind bei der Genehmigung darauf hinzuweisen, daß die DBP für eine etwaige Verletzung des Fernmeldegeheimnisses nicht verantwortlich ist. Ist der Empfänger eines mit Fernsprech-Anschrift eingegangenen Tel weder Inhaber noch Mitbenutzer des Fernsprech-Anschlusses oder verweigert er die Entgegennahme des Tel am Fernsprecher, so wird es durch Boten zugestellt. Hierfür wird die Gebühr für Sonderzustellung erhoben. Tel an Empfänger, die sich bei einem Fernsprech-Teilnehmer aufhalten oder in dessen Diensten stehen, werden zugesprochen, wenn der Anschlußinhaber damit einverstanden ist. Die fernmündliche Zustellung an Empfänger in Orten ohne TSt ist auch über Anschlüsse anderer Ortsbewohner statthaft, wenn der Empfänger über den Anschluß zu erreichen ist. Die Ausfertigung fernmündlich zugestellter Tel wird dem Empfänger gebührenfrei als gewöhnlicher Brief zugeleitet. Wird die Zustellung sowohl fernmündlich wie fernschriftlich zugestellter Tel durch besonderen Boten verlangt, werden die entsprechenden Gebühren erhoben. Auf besonderen Antrag der Empfänger können Tel während bestimmter Zeiten anderswo oder auf andere Weise zugestellt werden — Sonderzustellung — als es nach der Telegramm-Anschrift und nach den allgemeinen Vorschriften zu geschehen hätte. Solche abweichende Zustellung kann sowohl auf Zeit gegen Pauschgebühr als auch für Einzelfälle gegen Einzelgebühr verlangt werden. Die Mindestdauer bei Anträgen gegen Pauschgebühr beträgt 1 Jahr.

SVH-, Vorrangtelegramme der Vereinten Nationen, SMIL-, Staats-, Wetter-, Wasserstands- und Telegramme mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk =D= bzw. =URGENT= werden mit Vorrang zugestellt. Brieftelegramme werden der Post übergeben und vom Zustell-Postamt mit der nächsten Briefzustellung abgetragen. An Samstagen nach Beginn der Briefzustellung und an Tagen ohne planmäßige Briefzustellung bis zum Mittag empfangene Brieftelegramme können fernmündlich, fernschriftlich oder durch Boten zugestellt werden. Bei der Zustellung sind die international für Brieftelegramme festgelegten Zustellfristen zu beachten. Es sind zuzustellen: Brieftelegramme aus dem Europäischen Vorschriftenbereich 5 Stunden nach der Annahme; aus dem Außereuropäischen Vorschriftenbereich: Afrika und Vorderasien zwischen 00.00 bis 24.00 Uhr Ortszeit aufgegeben am Tage nach der Aufgabe nach 08.00 Uhr deutscher Zeit, aus den übrigen Ländern der östlichen Erdhälfte zwischen 00.00 und 15.00 Uhr Ortszeit aufgegeben am Aufgabetag nach 14.00 Uhr deutscher Zeit und zwischen 15.00 und 24.00 Uhr Ortszeit aufgegeben am Tage nach der Aufgabe nach 08.00 Uhr deutscher Zeit; westliche Erdhälfte zwischen 00.00 und 15.00 Uhr Ortszeit aufgegeben am Tage nach der Aufgabe nach 08.00 Uhr deutscher Zeit und zwischen 15.00 und 24.00 Uhr Ortszeit aufgegeben am Tage nach der Aufgabe nach 14.00 Uhr deutscher Zeit. Sollten Brieftelegramme aus Ländern des Außereuropäischen Vorschriftenbereichs um mehr als 24 Stunden verzögert werden, so können sie bereits am Tage der Aufgabe nach 14.00 Uhr deutscher Zeit fernmündlich, fernschriftlich oder durch Boten zugestellt werden. Telegramme des Geldverkehrs — telegrafische Postanweisungen und Zahlungsanweisungen — müssen vor der Zustellung geprüft

werden, ob sie innerhalb der letzten 3 Tage bereits empfangen sind.

Für Tel mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk =RP...= sind Antwortscheine entsprechend den Angaben auf dem Formblatt mit Tinte oder Kugelschreiber auszufertigen, mit dem Abdruck des Dienst- oder Tagesstempels zu versehen und mit dem Tel dem Empfänger zuzustellen. Bei Tel aus dem Ausland ist der in Goldfranken angegebene Betrag anhand der Umrechnungstafel im »Gebührenbuch für Telegramme« in DM umzurechnen. Bei fernmündlicher oder fernschriftlicher Zustellung kann der RP-Betrag der Fernmelderechnung des Empfängers gutgeschrieben werden. Dies wird auf der dem Empfänger zuzustellenden Telegrammausfertigung vermerkt. Tel mit dem Sonderdienst =PC= werden dem Empfänger gegen Empfangsschein ausgehändigt, der darauf den Empfang des Tel durch seine Unterschrift und Zeitangabe anzuerkennen hat. Die Empfangsanzeige (CR) wird von der Bestimmungs-Telegrafenstelle abgefaßt. Kann ein Tel mit Empfangsanzeige nicht zugestellt werden, wird sogleich eine Unzustellbarkeitsmeldung abgesandt. Die Empfangsanzeige folgt, wenn das Tel tatsächlich zugestellt worden ist. Tel mit dem gebührenpflichtigen Dienstvermerk =MP= werden nur dem in der Anschrift angegebenen Empfänger ausgehändigt. Auf dem Telegrammumschlag wird mit Farbstift »EIGENHÄNDIG« niedergeschrieben.

Tel können außer an den Empfänger auch an erwachsene Mitglieder seiner Familie, an seine Angestellten, an die Haus- und Wirtsleute oder an den Pförtner ausgehändigt werden, falls der Empfänger der TSt nicht einen besonderen Beauftragten schriftlich bezeichnet hat. Postvollmachten gelten für die Telegramm-Zustellung nur dann, wenn sie ausdrücklich auf Tel ausgedehnt sind. Ist der Empfänger verreist, muß der Zusteller das Tel zurückbringen, den Grund der Unzustellbarkeit und den neuen Aufenthaltsort des Empfängers, falls er ihn erfahren hat, auf dem Telegrammumschlag vermerken. Ist der Empfänger innerhalb des Ortes verzogen, wird das Tel sogleich an die neue Anschrift zugestellt. Hat der Zusteller Zweifel an der Person des Empfängers, muß er sich bei anderen Hausbewohnern erkundigen. Das Tel ist zurückzubringen, wenn die Zweifel nicht behoben werden können. Kann ein Tel dem Empfänger oder einem Empfangsberechtigten nicht persönlich übergeben werden, kann es in den Haus- oder Wohnungsbriefkasten des Empfängers gelegt werden, wenn über die Wohnung kein Zweifel besteht und es sicher ist, daß der Empfänger nur vorübergehend abwesend ist. In diesem Fall ist ein Hinweiszettel oder ein Benachrichtigungszettel, der durch einen Türspalt in die Wohnung zu schieben ist, zu hinterlassen. Bei Tel mit Empfangsschein und zu Händen des Empfängers sowie bei Tel, auf denen Gebühren lasten, ist dies nicht zulässig. Ist ein Tel überhaupt nicht anzubringen, so ist eine schriftliche Benachrichtigung zu hinterlassen, durch die um Abholung beim Zustellamt gebeten wird. Auf dem Telegrammumschlag vermerkt der Zusteller den Grund der Unzustellbarkeit, sein Namenszeichen, die Uhrzeit und »BENACHRICHTIGUNG HINTERLASSEN«. Ist auch das Hinterlassen einer Benachrichtigung nicht möglich, muß der Zusteller dies bei der Rückgabe des Tel melden. Der Zustellversuch wird zu gegebener Zeit wiederholt. Tel werden auch fernmündlich oder fernschriftlich zugestellt, wenn es der Wunsch des Absenders (Fernsprech- oder Telex-Anschrift) oder des Empfängers (Sonderzustellung) ist und von Amts wegen. Tel des Geldverkehrs, zu Händen des Empfängers und solche mit beglaubigter Unterschrift werden nicht fernmündlich oder fernschriftlich zugestellt.

Als unzustellbar gelten Tel, die unter der vom Absender angegebenen Anschrift nicht zugestellt werden können, Tel mit Lageranschrift oder durch Vermittlung eines Hotels usw., die vom Empfänger nicht innerhalb der festgesetzten Lagerzeiten abgefordert worden sind, die trotz hinterlassener Benachrichtigung nicht innerhalb von 48 Stunden abgeholt worden sind und Tel, die mit Gebühren belastet sind, deren Bezahlung der Empfänger verweigert. Die Gründe der Unzustellbarkeit teilt die Bestimmungs-Telegrafenstelle der Aufgabe-Telegrafenstelle durch Dienstspruch mit.

Literatur: Allgemeine Dienstanweisung für das Post- und Fernmeldewesen, Abschnitt VI, 1 (Telegrafenordnung); Allgemeine Dienstanweisung, Abschnitt VI, 2 (Telegrafenbetriebsdienst); Vollzugsordnung für den Telegrafendienst. *Camrath*

Zuwachsbohrer, Werkzeug zur Entnahme von Bohrkernen aus Bäumen zur Bestimmung des jährlichen Holzzuwachses. Der Z. wird bei Fernmeldemasten zum Bestimmen der Eindringtiefe von Holzschutzmitteln an Bohrkernen und Untersuchen des Holzzustandes eingebauter Fernmeldemaste verwendet. Die Z. verschiedener Größen bestehen aus Knebel, Bohrer, Auszieher und Dorn. Der Knebel dient als Windeisen und Schutzhülle für Bohrer. Der Auszieher besteht aus einem teilweise halb aufgeschnittenen Stahlrohr. Der Dorn dient zum Herausstoßen des Bohrkernes aus dem Rohr.

Zuwachsfaktor. Faktor, durch den die Vergrößerung z. B. des Verkehrs oder des Bestandes der Hauptanschlüsse usw. während einer vorgegebenen Zeitdauer ausgedrückt wird.

ZVDI, Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie. Gründungsjahr 1918; hat die Aufgabe, die gemeinsamen Interessen der deutschen elektrotechnischen Industrie wahrzunehmen. Mitglied kann nur eine deutsche Firma werden, die auf dem Gebiet der elektrotechnischen Industrie fabrikatorisch tätig ist.

ZVStHand → Fernvermittlungsstelle (mit Handbedienung).

Zwangslauf → Zeichenübermittlung.

zweiadriges Feldkabel → Feldkabel.

Zweidraht-Getrenntlage-Systeme sind TF-Systeme für Gegensprechverkehr, bei denen beide Übertragungsrichtungen auf derselben Leitung in verschiedenen,

sich nicht überlappenden Frequenzbändern geführt sind (→ Zweidraht-TF-System).

Zweidraht-TF-System. Beide Übertragungsrichtungen des Systems sind in derselben Leitung, aber in verschiedenen, sich nicht überlappenden Frequenzbändern geführt (Zweidraht-Getrenntlage-System). Beide Übertragungsrichtungen der System-Endstellen sind über eine Richtungsweiche (RW) mit Tiefpaß- und Hochpaßfilter mit der Zweidrahtleitung verbunden. Endstelle A sendet über RW das tiefe und empfängt das hohe Übertragungsband. Endstelle B sendet über RW das hohe und empfängt das tiefe Band. In Zwischenverstärkerstellen wird auf beiden Seiten über die der Zweidrahtleitung zugeordnete RW jede Übertragungsrichtung auf einen eigenen, die Leitung entzerrenden Verstärker geschaltet. Im Vierdrahtkreis wird außerdem die Frequenzlage über Gruppenumsetzer zwischen den Übertragungsrichtungen getauscht (→ Gruppentausch). Die Zwischenstelle A sendet nach beiden Seiten über RW das tiefe und empfängt aus beiden Seiten das hohe Übertragungsband. Zwischenstelle B sendet nach beiden Seiten über RW das hohe und empfängt aus beiden Seiten das tiefe Band. Die End- und Zwischenstellen können über Lötbrücken zwischen »A« und »B« umgeschaltet werden. Im Zuge der Leitung muß aus Nebensprech-Gründen von Anfang bis Ende die Reihenfolge A–B–A– ... usw. eingehalten werden. Die im Erstausbau des Nahverkehrs-TF-Netzes eingesetzten Zweidraht-TF-Systeme für 6 Kanäle sind im weiteren Ausbau des Netzes nicht mehr beschafft worden. Die Kenndaten dieser Systeme sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Kenndaten der 6-Kanal-Zweidrahtsysteme.

		[illegible] der Systeme		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]
Übertrag. Lage				
Richt. A–B	kHz	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Richtung B–A	kHz	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] Sendestelle	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
Richtung B	kHz	[illegible] 36 [illegible]	[illegible]	[illegible]
Richtung A	kHz	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	kHz	[illegible]	[illegible]	[illegible] Träger
Reichweite	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Verstärkerfeldlänge	km	17 32	—	
Wellenwiderstand der Leitg	Ω	150	150	150
NF-Freq.-Band	kHz	[illegible]	[illegible]	[illegible]
NF-Pegel send.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
NF-Pegel empf.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Eing.-Widerstand	Ω	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ausg.-Widerstand	Ω	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Im Nahverkehrsnetz werden außerdem die folgenden, aus → Primärgruppen aufgebauten Zweidraht-TF-Systeme betrieben:

1. TF-System Z 12. (Alte Bezeichnung Z 12 N.) System in Einseitenband-Übertragung mit unterdrücktem Träger (→ Modulation für TF-Systeme), für Bezirkskabel-Adern 1,4 mm DM-verseilt oder 1,2 mm sternverseilt. In der Endstelle A wird die im Kanalumsetzer (KU) über die Vorgruppe (VG) gebildete Grund-Primärgruppe (GPG) 60 bis 108 kHz (→ Vorgruppen-Modulation) im Gruppenumsetzer (GU) Z 12 in die Sende-Frequenzlage 6 bis 54 kHz (Regellage der Kanäle) umgesetzt; das empfangene Frequenzband 60 bis 108 kHz (Kehrlage der Kanäle) wird im KU über die VG in die NF-Lage der 12 Kanäle demoduliert. In der Endstelle B wird die GPG gesendet und das empfangene Band 6 bis 54 kHz über GU Z 12 und KU in die NF-Lage der 12 Kanäle demoduliert. In den Zwischenverstärker-Stellen Z 12 wird die Frequenzlage der Übertragungsrichtungen über GU Z 12 getauscht. Die Kanalträger sind 12, 16, 20 kHz, die VG-Träger 84, 96, 108 und 120 kHz; der Träger des GU Z 12 ist 114 kHz; die Signalfrequenz für die systemeigene Ruf- und Wählzeichenübertragung in den Kanälen (Kanalumsetzer) beträgt 3,85 kHz. Der schematische Aufbau des Systems ist in Bild 1 dargestellt.

2. TF-System Z 24 N. System in Einseitenband-Übertragung mit unterdrücktem Träger für Bezirkskabeladern 1,2 mm mit Übertragungs-Frequenzbreite bis 252 kHz. In der Endstelle A werden 2 über KU gebildete GPG (davon eine nach Umsetzung in die

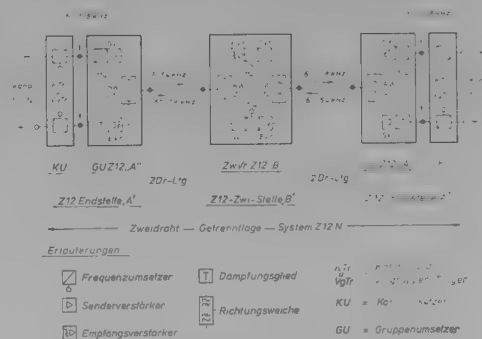


Bild 1. Aufbauschema des TF-Systems Z 12 N.

Frequenzlage 6 bis 54 kHz) im Entkoppler zur Sende-Frequenzlage 6 bis 108 kHz zusammengefaßt; das empfangene Band 120 bis 222 kHz wird über den Richtungsumsetzer (RU) Z 24 in die Frequenzlage 6 bis 108 kHz umgesetzt, im Entkoppler in die Bänder 6 bis 54 kHz und 60 bis 108 kHz aufgeteilt und in umgekehrter Stufenfolge wie in der Senderichtung demoduliert.

In der Endstelle B werden wie in der Endstelle A zwei GPG in Frequenzlage 6 bis 108 kHz zusammengefaßt und über einen RU Z 24 in die Sende-Frequenzlage 120 bis 222 kHz umgesetzt; das empfangene Frequenzband 6 bis 108 kHz wird über einen Entkoppler in die Bänder 6 bis 54 und 60 bis 108 kHz aufgeteilt und wie in der Endstelle A demoduliert. In Zwischenverstärkerstellen Z 24 wird die Frequenzlage der Übertragungsrichtungen über RU Z 24 getauscht. Die Kanal-, VG- und G-Träger sowie die Signalfrequenzen sind die gleichen wie im System Z 12.

Der Träger des RU Z24 beträgt 228 kHz. Der schematische Aufbau des Systems ist in Bild 2 dargestellt.
3. TF-System Z 60. System in Einseitenband-Übertragung mit unterdrücktem Träger für Bezirkskabel mit schaumstoffisolierten Leitern 1,2 mm mit Übertragungs-Frequenzbreite bis 552 kHz. Der Frequenzplan und der Systemaufbau entsprechen denen des

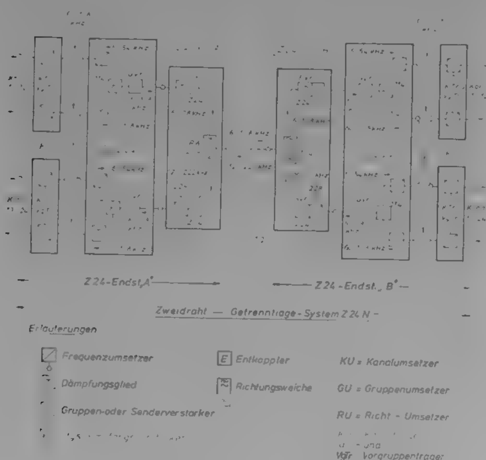


Bild 2. Aufbauschema des TF-Systems Z 24 N.

TF-Systems V120 (→ Vierdr.-Syst.). Die Sende- und Empfangsrichtung des Systems V120 sind über die RW Z60 mit der Zweidrahtleitung verbunden. Die Endstelle A sendet die SG 1* = 12 bis 252 kHz und empfängt die SG 2 = 312 bis 552 kHz. In der Endstelle B umgekehrt. Die Signalfrequenz beträgt 3,85 kHz.

Wichmann

Zweidrahtbetrieb. Der Z. ist der Betrieb von → Wechselstromtelegrafiesystemen über eine Doppelader in beiden Richtungen. Dabei können im Prinzip für beide Betriebsrichtungen die gleichen Kanalfrequenzen (Gleichlageverfahren) oder verschiedene Frequenzen (Getrenntlageverfahren) verwendet werden. In der Praxis wird nur das Getrenntlageverfahren angewendet, da das Gleichlageverfahren zu hohe Anforderungen an die Güte der Nachbildung stellen würde.

Zweidrahtleitung, als Nahverkehrsleitung (Orts- und Bezirksverkehr), u. U. mit einer beschränkten Zahl von Zwischenverstärkern benutzte Fernsprechleitung, bei der die Sprechströme beider Gesprächsrichtungen auf dem gleichen Aderpaar verlaufen.

Zweieranschluß. Ein Z. ermöglicht den Anschluß zweier Sprechstellen an eine Anschlußleitung (→ Gemeinschaftsanschluß).

Zweieranschlüsse ohne Umschalter (Diodenzweier). Die beiden Sprechstellen werden unmittelbar mit der Anschlußleitung verbunden, es müssen jedoch im Sprech- und Weckerstromkreis durch Einfügung von richtungsabhängigen Bauelementen geringfügig geänderte Fernsprechapparate verwendet werden. Beim Abnehmen des Handapparates wird die Sprechstelle mit Hilfe einer bereits im Ruhezustand in der Vermittlungsstelle an die Anschlußleitung gelegten Wechselspannung erkannt und der Verbindungsaufbau eingeleitet. Während des Gesprächs verhindert eine Diode im Fernsprechapparat das Mithören und -sprechen von der zweiten Sprechstelle. Bei ankommenden Verbindungen werden zum Rufen der Teilnehmer die positiven bzw. negativen Halbwellen der Rufwechselspannung benutzt.

Zweiernebenanschluß. Bei einem Z. sind zwei Nebenstellen über eine gemeinsame Nebenanschlußleitung an die Vermittlungseinrichtung einer Wähl-Nebenstellenanlage angeschlossen. Die beiden Sprechstellen des Z. können nicht gleichzeitig und nicht miteinander sprechen.

Ein Z. entspricht mit Gemeinschaftsumschalter bei den Sprechstellen, Gemeinschaftsübertragung in der Vermittlungseinrichtung sowie Zweig- und Hauptleitung einem Zweieranschluß an einer öffentlichen Vermittlungsstelle. Zusätzlich wird beim Z. die Erdtastenfunktion für Rückfrage und selbsttätiges Umlegen im Amtsverkehr übertragen. Die Z. sind als Ergänzungsausstattung bei den mittleren und großen Wähl-Nebenstellenanlagen und den Wähl-Unteranlagen vorgesehen. Sie werden bei außenliegenden, d. h. nicht auf dem Grundstück der Hauptstelle liegenden Nebenstellen und auch bei Sprechstellen auf ausgedehnten Grundstücken eingesetzt. Die beiden Sprechstellen eines Z. müssen sich auf demselben oder auf benachbarten Grundstücken befinden.

Die für einen Z. erforderlichen Schalteinrichtungen bei den Nebenstellen und bei der Vermittlungseinrichtung sind Ergänzungsausstattung. Jede Sprechstelle eines Z. rechnet für sich als Nebenstelle. Die bei den einzelnen Baustufen der Nebenstellenanlagen zulässige Höchstzahl der Anschlußorgane für Nebenstellen darf auch bei der Anschaltung von Z. nicht überschritten werden.

Zweieranschluß TW 39. Ein Z. ist im deutschen Telexnetz nicht eingeführt. Er besitzt an den Endstellen und auf der Vermittlungsseite Zusätze, um abgehende bzw. ankommende Anrufe richtig auszuwerten (Gebührenerfassung) bzw. richtig zu leiten. Ein Verkehr untereinander ist nicht möglich.

Literatur: Schiweck-Schomburg, Fernschreibvermittlungstechnik, Teil 1; Verlag Erich Herzog, Goslar.

Jendra/Paul/Remer

Zweierschritt → Bit (Maßeinheit: bit).

Zweifarbeneinrichtung. Einrichtung an Fernschreibern mit zweifarbigem Farbband (meist schwarz und rot), um aus dem unterschiedlichen Typenabdruck sofort den eigenen vom fremden Text unterscheiden zu können.

Zweifrequenzcodewahl → Zeichengabesysteme, internationale.

Zweikanalpeiler → Funkortung.

Zweilagenrelais → Signalrelais.

zweipaariges NF/TF-Nachrichtenkabel für ortsveränderlichen Einsatz → Feldkabel.

Zweipol, elektrischer: Schaltung mit einer Eingangs- und einer Ausgangsklemme (vgl. zu -Pol unter → Vierpol, die auf ihre elektrischen Eigenschaften und Wirkungen hin betrachtet wird. (Der Z. ist nicht zu verwechseln mit einem → Dipol, der aus zwei entgegengesetzten Ladungen in einem Abstand besteht und ein Dipolmoment besitzt.) Beim Z. heißt Leerlaufspannung die Spannung zwischen den Klemmen, wenn kein Strom durch sie fließt. Kurzschlußstrom heißt der Strom, der außerhalb vom Zweipol durch die kurzgeschlossenen Klemmen fließt; dann besteht zwischen diesen keine Spannung. Als passiv oder quellenlos wird ein Zweipol bezeichnet, der keine Leerlaufspannung und keinen Kurzschlußstrom hat. Als Zweipolquelle oder als aktiver Zweipol wird ein Zweipol bezeichnet, der eine Leerlaufspannung und einen Kurzschlußstrom aufweist. Linear (genauer: linear wirkend) heißt ein Zweipol dann, wenn der Zusammenhang zwischen Strom und Klemmenspannung linear ist.

Ein passiver (quellenloser) linearer Zweipol ist daher durch seinen konstanten Widerstand (Leitwert) gekennzeichnet. Ist der Zusammenhang nichtlinear und die Kennlinie in gewissen Bereichen fallend, so spricht man in diesen Bereichen vom negativen Widerstand; in diesen Bereichen vermag der Zweipol aktiv zu wirken.

Eine lineare Zweipolquelle hat somit eine äußere Kennlinie (Belastungskennlinie), wie in Bild 1 angegeben ist. U ist die Klemmenspannung, I der durch die

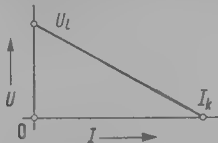


Bild 1. Belastungskennlinie der Zweipolquelle.

Klemmen fließende Strom, U_L die Leerlaufspannung, I_k der Kurzschlußstrom. Hiernach kann offenbar die lineare Zweipolquelle hinsichtlich ihres Wirkens nach außen durch zwei miteinander völlig gleichwertige Ersatzbilder dargestellt werden: Das Spannungsquellen-Ersatzbild ist die Serienschaltung eines konstanten Widerstandes Z_i mit einem widerstandslosen Generator, der die Leerlaufspannung U_L hat; Bild 2. Das Stromquellen-

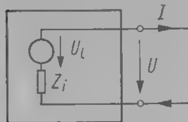


Bild 2. Spannungsquellen = Ersatzbild.

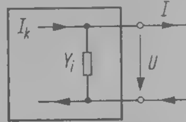


Bild 3. Stromquellen = Ersatzbild.

Ersatzbild ist die Parallelschaltung eines konstanten Leitwertes Y_i mit einem leitwertlosen Generator, der den Kurzschlußstrom I_k hat; Bild 3. Es heißt Z_i innerer Widerstand, Y_i innerer Leitwert; die Größen U_L, Z_i, I_k, Y_i sind die Größen der gegebenen, realen Zweipolquelle.

Es ist also z. B. $U_L - IZ_i = U$ nach Bild 2 und $I = I_k - UY_i$ nach Bild 3, beides dargestellt durch dieselbe Kennlinie Bild 1. Es ist $1/Y_i = Z_i = U_L/I_k$. Eine nichtlineare Zweipolquelle hat zur Kennlinie eine (zusammenhängende) Kurve anstelle des Geradenstückes in Bild 1. Die meisten technischen Zweipolquellen sind nichtlinear (es gibt auch solche, die entweder eine sehr kleine Leerlaufspannung oder einen sehr kleinen Kurzschlußstrom haben; nicht alle Bereiche der Kennlinie müssen stabile Bereiche sein). Will man dann an den Ersatzschaltbildern Bild 2 und 3 festhalten, so müssen die dort konstanten Größen U_L, Z_i, I_k, Y_i hier als variable, von U und I abhängige Größen verstanden werden. Daher kommt man zu eindeutigen Aussagen über die Ersatzbilder hier nur durch zusätzliche Kenntnisse oder Annahmen. In manchen Fällen ist die Annahme einer konstanten (belastungsunabhängigen) Leerlaufspannung oder Kurzschlußstromstärke berechtigt; dann wird das nichtlineare Verhalten der Zweipolquelle allein dadurch erklärt, daß der innere Widerstand Z_i vom Belastungsstrom I oder der innere Leitwert Y_i von der Klemmenspannung U abhängt. In vielen Fällen hat man Grund dazu, den inneren Widerstand und den inneren Leitwert als belastungsunabhängig, also als Konstante, anzusehen. Dann wird die nichtlineare äußere Kennlinie (Belastungskennlinie) des Zweipoles dadurch erklärt, daß die belastungsunabhängige Leerlaufspannung U_L im Ersatzbild der linearen Zweipolquelle durch die vom Belastungsstrom I abhängige Quellenspannung U_q ersetzt wird, oder dadurch, daß der von der Klemmenspannung unabhängige Kurzschlußstrom I_k im Ersatzbild der linearen Zweipolquelle durch den von der Klemmenspannung U abhängigen Quellenstrom I_q ersetzt wird. — Zur Kennzeichnung der Zweipolquelle kann auch anstelle der Quellenspannung die elektromotorische Kraft (EMK) verwendet werden; sie ist eine dem Innern der Zweipolquelle zugeschriebene Größe und hat dort das gleiche Vorzeichen wie der Strom, wenn die Zweipolquelle aktiv wirkt. — Die Ausdrücke Quellenspannung und Quellenstrom können bei jeder Art von Zweipolquellen benutzt werden; für die lineare Zweipolquelle ist also $U_q = U_L = \text{const}$ und $I_q = I_k = \text{const}$. Die Begriffe Quellenspannung und Quellenstrom sind mit den Begriffen Urspannung und Urstrom identisch, die häufig verwendet werden. *J. Fischer*

Zweirichtungsthyristor → Thyristor.

Zweischnursystem. Sammelbezeichnung für handbediente Vermittlungssysteme, bei denen die im → Klinkenfeld liegenden Leitungen mit → Schnurpaaren verbunden werden. Dazu gehören die → FernVStHand F 36 und FernVStHand F 57 (→ Fernvermittlungsstelle). Das Prinzip des Z. zeigt Bild 2 zu → Fernschrank F 36.

Die ankommend betriebenen Leitungen enden in der Regel auf Anrufzeichen im Anruffeld, die abgehend betriebenen Leitungen auf Verbindungsklinken im Verbindungsfeld. Den Leitungen sind → Klinkenübertragungen zugeordnet. Zum Verbinden stehen je nach Betriebsweise der Vermittlungsplätze 5 bis 15 Schnurpaare zur Verfügung. An die nur einmal vorhandene Platzschaltung sind das → Sprechzeug der Vermittlungskraft und der Nummernschalter oder → Zahlengeber angeschlossen.

In Zweischnursystemen besteht keinerlei Verbindung zwischen den Klinken und den Schnurpaaren. Zweischnursysteme sind deshalb vielseitig verwendbar. Sie zeichnen sich durch geringen Aufwand an Schaltmitteln, große Beweglichkeit und schnelles Anpassen an wechselnde Betriebsverhältnisse aus. Die Anrufe werden nach dem Prinzip der → Anrufwiederholung angeboten. Der Zweischnursystemen im allgemeinen anhaftende Nachteil eines nicht zeitgerechten Abfragens der Anrufe wird durch das Verfahren der → Anrufzugangsregelung gemildert.

Literatur: W. Gänsler, Einführung in die Fernsprechtechnik, II. Teil: Fernämter. Verlag Erich Herzog, Goslar 1954.

Gänsler

Zweiseitenband-Übertragung ist eine Übertragung, bei der beide Seitenbänder eines amplituden- oder winkelmodulierten Trägers (→ Modulation 1.1 und 1.2) zusammen mit dem Träger übertragen werden. Die Z. ergibt eine verzerrungsfreie Demodulation, wichtig z. B. für Datenübertragung.

Zweiseitenspeisung → Seekabelspeisung.

zweite Sprechapparate (ZS). ZS. gehören zu den → Zusatzeinrichtungen und geben dem Inhaber einer einfachen → Hauptstelle sowie einer Nebenstelle die Möglichkeit, an einer zweiten Stelle des Grundstücks, auf dem sich die erste Sprechstelle befindet, ankommende Anrufe aus dem öffentlichen Fernsprechnetz entgegenzunehmen oder von dort Gesprächsverbindungen herzustellen. Als ZS. werden in der Regel gewöhnliche Sprechapparate (S.) (FeAp 611 bzw. 612) verwendet. Der Betrieb ZS. setzt voraus, daß die Adern der Hauptanschlußleitung bei dem vorgeschalteten ersten Sprechapparat durch die Gabelumschaltekontakte (GU) bei aufgelegtem Handapparat zum ZS. durchgeschaltet sind. Daher muß der Rufwechselstrom, der hierbei über die Ader a zum Wecker des ZS. durchgeschaltet wird, über die Ader W zum Wecker des ersten FeAp zurückgeführt werden, so daß beide Wecker parallel geschaltet sind und bei eingehendem Ruf gleichzeitig läuten. Diese Durchschaltung der Sprechadern durch GU geschieht bei allen FeAp der Typen 613 bis 616 (s. unter Fernsprech-Apparate). Wird beim ZS. gesprochen, so wird dies beim ersten S. (FeAp 615 bzw. 616) durch ein Schauzeichen angezeigt. Der erste S. kann jederzeit durch Aufheben des Handapparates ein laufendes Gespräch bzw. einen eingehenden Anruf übernehmen. Hierzu s. Bild 3, Fernsprechapparate.

Befindet sich der ZS. in demselben Raum wie der erste S., so kann für den ersten S. statt des FeAp 615 bzw. 616 mit Schauzeichen ein FeAp 613 bzw. 614 ohne Sz verwendet werden. ZS. können aber auch über einen Wechselschalter mit der Anschlußleitung (Asl) verbunden werden, wenn der erste S. und der ZS. nur abwechselnd an die Asl angeschaltet werden sollen. Diese Art der Anschaltung der ZS. ist vorgeschrieben bei Asl, die zu einer NStAnl führen. Es ist zulässig, daß bei Bedarf auch Rückfrageapparate als ZS. über FeAp mit selbsttätiger Abschaltung der Sprechadern zum zweiten Apparat oder über Wechselschalter angeschaltet werden. Ferner sind Ortsmünzfernsprecher stets als ZS. zu schalten, wenn sie mit einem anderen FeAp zusammengeschaltet werden sollen. Hierbei ist als erster Sprechapparat stets ein FeAp 615 (mit Schauzeichen und selbsttätiger Abschaltung der weiterführenden Sprechadern) zu verwenden.

H. Fischer

zweiter Kennzahlweg. Leitungsweg im aufsteigenden Kennzahlweg, der von einer Knoten-Haupt- oder Durchgangs-Hauptvermittlungsstelle zu einer bereichsfremden Fernvermittlungsstelle der nächst höheren Ebene führt. Neben dem z. K. besteht immer auch der eigentliche Kennzahlweg. Der z. K. kann als Bündel mit Überlauf auf den eigentlichen Kennzahlweg oder wie ein Letztweg ohne Überlauf betrieben werden. Er führt, abgesehen von Notfällen, nur Verkehr zu bestimmten Zielbereichen. Der z. K. lockert die im aufsteigenden Kennzahlweg unnötige strenge Gliederung in Kennzahl-Bereiche auf. Dadurch wird ein Netz weniger empfindlich gegen Störungen im aufsteigenden Kennzahlweg. z. K. sind nicht zweckmäßig, wenn sie nur aus wenigen Leitungen bestehen, weil die Auslastung der Leitungen als Letztweg zu klein ist und weil sie im Störungsfall nicht genügend aufnahmefähig sind. Durchgangs-Hauptvermittlungsstellen haben immer einen z. K.

Zweites Deutsches Fernsehen (ZDF) → Rundfunkanstalt.

Zweitnebenstellenanlage. Eine Nebenstelle, an die Zweitnebenstellen herangeführt sind, bildet mit diesen eine Z.; Z. werden nur zugelassen, wenn der Inhaber der Nebenstellenanlage ein dringendes Bedürfnis nachweist. (→ Nebenstellenanlage, Zweit-.)

Zweiton-WT (Zweifrequenz-WT) ist ein Wechselstromtelegrafiesystem mit Doppeltontastung.

Zweiwegefernsprecher → Rückfrageapparate.

Zweiwegschaltung, eine Schaltung in der Weise, daß für jede Übertragungsrichtung ein getrennter Übertragungsweg zur Verfügung steht. Dies kann dadurch geschehen, daß entweder für jede Richtung ein besonderes Adernpaar (Vierdraht-Gleichlageverfahren) oder eine besondere Übertragungsfrequenz (Zweidraht-Getrenntlageverfahren) vorgesehen wird.

Zweizeichen-Trennschärfe → Trennschärfe.

Zwergspule → Pupinspule.

Zwickel. Ein Begriff für die Räume zwischen großflächigen Verseilelementen oder Verseilbündel von Kabeln.

Zwischenbasisschaltung → Röhrenersatzbild.

Zwischenfrequenz ist die im → Überlagerungsempfänger aus der empfangenen Frequenz und einer örtlich erzeugten Oszillatorfrequenz gebildete neue Trägerfrequenz.

Zwischenfrequenzfestigkeit → Trennschärfe.

Zwischenkabel. Um einen Starkstromübertritt (→ Starkstromeinwirkung) zu vermeiden, werden in einer Blankdrahtlinie an Kreuzungen mit Starkstromanlagen kurze Kabelstrecken eingeschaltet. Hierzu werden Installationskabel mit Zugentlastung, Tragseilluftkabel oder Erdkabel verwendet. Die Übergänge werden mit → Endverzweigern (EVza) oder mit → Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) ausgeführt. Werden Fernleitungen im Z. geführt, oder ist erfahrungsgemäß mit Blitzbeschädigungen zu rechnen, so sollen an der Übergangsstelle → Überspannungsableiter (ÜSAg) in → Überführungsendverschlüssen (ÜEVs) oder in Überführungsdosen 55 zu 2 Doppeladern (DA) mit Sicherungsschutz (ÜDs) eingesetzt werden.

Zwischenleitung ist die Verbindung zwischen einem Ausgang eines Koppelvielfachs und einem Eingang eines Koppelvielfachs der nächstfolgenden Koppelstufe. Eine Z. kann nur belegt werden, wenn die Verbindung auch über eventuell folgende Z. einen freien Ausgang findet. Ist das nicht der Fall, so verhindert die rückwärtige Sperrung oder das angewandte Wegesuchverfahren (bedingte Wegesuche) das Auflaufen einer Verbindung auf eine nicht weiterführende Z. Eine einfachgerichtete Zl ist eine Zwischenleitung, die für den Aufbau von Verbindungen in nur einer Richtung verwendet wird. Eine doppeltgerichtete Zl ist eine Zwischenleitung, die für den Aufbau von Verbindungen in beiden Richtungen verwendet wird (→ Koppelanordnung).

Zwischenleitungsanordnung ist eine Anordnung, in der mindestens zwei Koppelstufen vorhanden sind, eine Verbindung über eine oder mehrere Zwischenleitungen hergestellt wird, die Zwischenleitungen in einer einzigen logischen Verknüpfung ausgewählt werden und Zwischenleitungen nur dann belegt werden, wenn sie für eine Verbindung benutzt werden können.

Bei der DBP sind Z. u. a. bei → Relaissuchwählern üblich.

Zwischenraum. Abstand zwischen zwei Zeichen oder Wörtern bei Fernschreibern, der als Leerstelle erscheint. Diese kann das Ausmaß eines Zeichens oder Vielfachen davon betragen.

Zwischenschicht. Die Metallunterlage, bei indirekt geheizten Röhren stets Nickel, hat auf die Austrittsarbeit keinen unmittelbaren Einfluß. Da jedoch diese Metalle stets reduzierende Legierungsbestandteile enthalten (Mg, Si, Mn), sind sie für die Bildung genügender Störstellen in der Oxidschicht verantwortlich. Gleichzeitig sind sie auch Ursache dünner, schlechtleitender Zwischenschichten auf dem Kathodenmetall. Deshalb ist es besonders wichtig, daß Röhren, die z. B. in Rechengeräten eingesetzt sind, mit Kathodenröhrchen ausgerüstet werden, deren Gehalt an zwischenschichtbildenden Substanzen ausreichend niedrig ist (→ Oxidschichtkathode).

Literatur: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Funktechnik, II. Band, 1953.

Zwischenspeicher → Speichervermittlungen.

Zwischenstecker. Bei → Aufteilungsmuffen (AtM) für Koaxialkabel (Kx-Kabel) werden sogenannte Zwischenstecker verwendet. Sie haben den Zweck, die Kx-Durchführung vor Beschädigung und Verschmutzung zu schützen, weil deren Auswechslung erheblichen Arbeitsaufwand erfordert.

Zwischenstelle → Relaisstelle, → Richtfunkverbindungen.

Zwischenverteiler. Verteiler in Orts- und Fernvermittlungsstellen, an dem die Ausgänge der Wahlstufen mit den Eingängen der folgenden Wähler oder Übertragungen durch Rangierdrähte verbunden werden. Der Zwischenverteiler (ZVt) macht es möglich, die Zahl der Schaltglieder den veränderlichen Verkehrsflüssen anzupassen. Schaltglieder, die nicht oder auf andere Weise dem Verkehr angepaßt werden, sind ohne ZVt starr mit den Zubringern zusammengeschaltet, z. B. die Verbindung letzte Gruppenwahlstufe — Leitungswähler. Am ZVt werden die Mischungen eingelegt und die Belegungsadern der Schaltglieder und Leitungen zum Zwecke der Verkehrsmessung mit den Koppelrahmen der → Verkehrsgrößen-Abtasteinrichtung verbunden.

ZVt werden in die Gestellreihen montiert. Es sind Gestelle mit senkrechten Buchten auf der einen und waagrechten Buchten auf der anderen Seite. In den Buchten sind Lötleisten angebracht, an denen die Verbindungskabel zu den Ein- und Ausgängen der Wähler und Übertragungen angeschlossen sind. Die Ausgänge der Wahlstufen enden auf den Lötleisten der senkrechten Buchten. Die Eingänge der in der Richtung des Verbindungsaufbaus folgenden Wahlstufe sind mit den Lötleisten der waagrechten Buchten verbunden.

Zwischenwahlzeit. Als Z. wird die Zeit zwischen zwei Wählzeichenreihen, und zwar vom Ende des letzten Impulses einer bis zum Beginn des ersten Impulses der nächsten Wählzeichenreihe, bezeichnet. Wenn durch die Wählzeichen Wahlstufen direkt eingestellt werden, müssen in der Z. folgende Schaltvorgänge beendet werden: Abmessen des Endes der Wählzeichenreihe durch das Wahlbegleitrelais, Suchlauf des Wählers mit Aufprüfen und Sperren

(bei EMD-Wählern auch Durchschalten der Sprechadern durch Andruckmagnet) und Belegen des folgenden Wählers u. U. über eine abgeriegelte Leitung mit WUe, TFUe oder TonUe. Im Ortsdienst und vSWFD wird die Z. durch die Wahlpause des anrufenden Teilnehmers bestimmt. Damit bei geübten Teilnehmern und der Wahl »kurzer« Ziffern (z. B. 1), für die man die Nummernscheibe weniger weit aufziehen muß, als bei »langen« Ziffern (z. B. 0) die Z. nicht zu kurz wird, haben alle neueren Nummernscheiben ein sog. Spatium, d. h., die Nummernscheibe muß bei jeder Ziffer um 2 Stellen mehr aufgezogen werden, als der zu sendenden Ziffer entspricht. Die beiden zusätzlichen Öffnungen des Nummernscheiben-Impulskontaktes (nsi-Kontaktes) werden am Ende jeder Wählzeichenreihe durch Parallelschalten eines Nummernscheiben-Ruhekontaktes (nsr-Kontaktes) zum nsi-Kontakt unwirksam gemacht. Im Selbstwählferndienst (SWFD) werden die Wählzeichenreihen vom mechanischen Impulswiederholer (IW) des VZR oder ZIGV oder vom Kennziffernspeicher bzw. magnetischen Rufnummernspeicher des KRg aufgenommen und völlig erneuert weitergegeben. Dabei kann eine gleichmäßige und ausreichend lange Z. sichergestellt werden. Für das direkte Einstellen von Wahlstufen beträgt diese Z. 650 ... 950 ms. Wenn die Wahlinformation jedoch umgespeichert werden soll oder bei Wählzeichenreihen, die im RW 54 unterdrückt werden, genügt eine verkürzte Z. von 200 ... 350 ms.

Altehage

Zwölffach-Meßwert-Sammelgerät mit Drucker und Locher. Das Z. nimmt die Meßwertimpulse von max. 12 unmittelbar oder über → Zwölffach-Meßwert-Übertragungen angeschlossenen → Erlangmetern auf, sammelt sie in 12 Speichern und registriert mit Hilfe einer Fernschreibmaschine und/oder einem Streifenlocher die Anzahl der in jeder Viertelstunde von jedem Speicher aufgenommenen Impulse zusammen mit einem Hinweiszeichen auf den eingeschalteten Meßbereich des zugehörigen Erlangmeters. Jede viertelstündliche Registrierzeile beginnt mit einer Bündelgruppen-Nr. und mit Tages-, Monats- und Uhrzeitangabe. Die Registrierwerte können von Hand oder über den Lochstreifen in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage ausgewertet werden (→ Meßwertsammelgerät).

Literatur: H. Knappe, Th. Thurmay: Grundsätzliches über die Verkehrserfassung in der Fernmeldewähltechnik, Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens 1959, S. 152 bis 197.

Zwölffach-Meßwert-Übertragung. Ein aus Sender (12 MUe-g) und Empfänger (12 MUe-k) bestehendes Z.-Paar überträgt auf einer Leitung Meßwertimpulse von max. 12 → Erlangmetern oder anderen Impulsgebern zu einer zentralen Registriereinrichtung an einem fernen Ort (→ Zwölffach-Meßwert-Sammelgerät). Die beiden Z. können mit Gleichstrom-Schleifenimpulsen (50 km, sicher) mit Gleichstrom-Erdimpulsen (50 km, störempfindlich; WT-Kanal unbegrenzt) und bei Einsatz besonderer Vorsatzübertragungen mit 450-Hz-Impulsen (30 km, TF-Kanal unbegrenzt) oder 16-kHz-Impulsen (Ortsverbindungsleitungen) arbeiten (→ Meßwertübertragung).

Literatur: H. Knappe, Th. Thurmayer: Grundsätzliches über die Verkehrserfassung in der Fernmeldewähltechnik; Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens 1959, S. 152 bis 197.

Zyklotronstrahlung → kosmische Radiostrahlung.

Zykluszeit → Matrizenspeicher.

Zylinder-Parabolantenne → Spiegelantennen.

Zylinderantenne → Breitbandantenne.

Zylinderfunktion heißt jede Lösung der Besselschen Differentialgleichung. → Wellengleichung.

Zylinderkondensator. Die Elektroden sind zwei koaxiale Zylinder, so daß das elektrische Feld axialsymmetrisch ist. Ist r_1 der kleinere, r_2 der größere Radius, l die axiale Länge, so ist unter der Voraussetzung $l \gg r_2$ die Kapazität

$$C = \frac{2\pi\varepsilon l}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

mit der Dielektrizitätskonstanten ε des zylinderrohrförmigen dielektrischen Zwischenraumes. Man nennt $C' = C/l$ den Kapazitätsbelag (manchmal auch c geschrieben) und C/ε den Kapazitätsfaktor. Die Kapazität wird nicht durch die absoluten Größen r_2 und r_1 bestimmt, sondern durch ihr Verhältnis r_2/r_1. Für geringe Wandstärke $r_2 - r_1 \ll r_2$ wird

$$C = \frac{2\pi\varepsilon r_1 l}{r_2 - r_1} = \frac{\varepsilon a}{s}$$

wobei $a = 2\pi a l$ die Zylindermantelfläche und $s = r_2 - r_1$ ist.

Zylinderkoordinaten → Koordinatensystem.

Zylinderöl → Mineralöl.

Zylinderwellen. Sich zylinderförmig ausbreitende Wellen, deren Wellenflächen in isotropen Medien konzentrische Zylinderflächen sind. → elektromagnetische Welle, A.

zylindrischer Dipol → Breitbandantenne.

